

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Umum

Dalam bab ini akan membahas tentang perhitungan-perhitungan jaringan distribusi air bersih Kecamatan Nusawungu pertama yaitu menghitung jumlah proyeksi penduduk dan pelanggan dari tahun 2023-2032 untuk perbandingan, menggunakan metode Geometri, Aritmatika dan Eksponensial lalu dilakukan uji kesesuaian menggunakan koefisien determinasi, kemudian dipilih metode proyeksi yang sesuai. Selanjutnya adalah menghitung jumlah kebutuhan air bersih.

Simulasi dengan program *WaterCAD V8i* dilakukan setelah semua perhitungan dan semua data sudah sesuai dan model telah selesai dibuat. Hasil dari simulasi dilakukan evaluasi dari segi hidraulis, apabila terjadi permasalahan dalam distribusi jaringan air bersih maka dilakukan perubahan komponen pada sistem tersebut sehingga diperoleh hasil yang sesuai dengan kriteria analisa.

#### 4.2 Data Jumlah Penduduk

Dalam menghitung kebutuhan air baku diperlukan data jumlah penduduk yang menjadi pengguna layanan/konsumen. Data jumlah penduduk Kecamatan Nusawungu adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.1**  
**Jumlah Penduduk Kecamatan Nusawungu 2017 – 2021**

Tahun	Jumlah Penduduk
2017	77.377
2018	83.184
2019	84.729
2020	85.787
2021	87,613

*Sumber : BPS Kabupaten Cilacap*

### 4.3 Laju Pertumbuhan Penduduk Rata-Rata

Laju pertumbuhan penduduk digunakan untuk meninjau pertumbuhan penduduk suatu daerah. Laju pertumbuhan penduduk Kecamatan berdasarkan jumlah penduduk yang telah ada dari 2017 - 2021.

Contoh perhitungan laju pertumbuhan penduduk di Kecamatan Nusawungu yaitu sebagai berikut :

Diketahui :

$$\checkmark \text{ Jumlah Penduduk tahun 2019} = 84.729 \text{ jiwa}$$

$$\checkmark \text{ Jumlah Penduduk tahun 2020} = 85.787 \text{ jiwa}$$

$$\checkmark \text{ Jangka waktu (n)} = 1 \text{ tahun}$$

✓ Laju pertumbuhan penduduk ( r ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus contohnya rumus Geometri yaitu :  $P_n = P_o ( 1 + r )^n$  , sehingga

$$r = \left[ \frac{\ln\left(\frac{pn}{po}\right)}{1} \right] \times 100\% = \left[ \frac{\ln\left(\frac{84.729}{85.787}\right)}{1} \right] \times 100\% = 1.24 \%$$

jadi dari perhitungan laju pertumbuhan penduduk ( r ) = 1,24 %

Berikut adalah hasil perhitungan laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Nusawungu:

**Tabel 4.2**  
**Laju Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Nusawungu**

Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih	Laju Pertumbuhan
2017	77.377	0	0
2018	83.184	5807	0.072
2019	84.729	1545	0.018
2020	85.787	1058	0.012
2021	87,613	1826	0.021
Pertumbuhan Rerata			<b>0.025</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan.*

#### 4.4 Data Jumlah Pelanggan

Dalam menghitung kebutuhan air baku diperlukan data jumlah pelanggan yang menjadi pengguna layanan/konsumen. Data jumlah pelanggan Kecamatan Nusawungu adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.3**  
**Jumlah Pelanggan Kecamatan Nusawungu 2017 – 2021**

Tahun	Jumlah Pelanggan
2017	33,181
2018	33,843
2019	33,401
2020	34,352
2021	35,134

*Sumber : PDAM Tirta Wijaya Cilacap*

#### 4.5 Laju Pertumbuhan Pelanggan Rata- Rata

Laju pertumbuhan pelanggan digunakan untuk meninjau pertumbuhan pelanggan yang akan digunakan untuk perencanaan kebutuhan air. Laju pertumbuhan pelanggan Kecamatan Nusawungu berdasarkan jumlah pelanggan yang telah ada dari 2017 - 2021.

Contoh perhitungan laju pertumbuhan pelanggan di Kecamatan Nusawungu yaitu sebagai berikut :

Diketahui :

✓ Jumlah Pelanggan tahun 2019 = 33,401 jiwa

✓ Jumlah Pelanggan tahun 2020 = 34,352 jiwa

✓ Jangka waktu (n) = 1 tahun

✓ Laju pertumbuhan pelanggan ( r ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus contohnya rumus Geometri yaitu :  $P_n = P_o ( 1 + r )^n$  ,

sehingga :

$$r = \left[ \frac{\ln\left(\frac{pn}{po}\right)}{1} \right] \times 100\% = \left[ \frac{\ln\left(\frac{33.401}{34.352}\right)}{1} \right] \times 100\% = 2.81 \%$$

jadi dari perhitungan laju pertumbuhan pelanggan ( r ) = 2,81 %

Berikut adalah hasil perhitungan laju pertumbuhan pelanggan Kecamatan Nusawungu:

**Tabel 4.4**  
**Laju Pertumbuhan Pelanggan Kecamatan Nusawungu**

Tahun	Jumlah Pelanggan	Selisih	Laju Pertumbuhan
2017	33.181	0	0
2018	33.843	662	0.020
2019	33.401	-442	-0.013
2020	34.352	951	0.028
2021	35.134	782	0.022
Pertumbuhan Rerata			<b>0.011</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan.*

Pada tahun 2019 jumlah pelanggan di Kecamatan Nusawungu mengalami penurunan disebabkan tingkat kematian dan mutasi penduduk tinggi sedangkan jumlah kelahirannya rendah. Oleh sebab itu, Nilai laju pertumbuhan pelanggan (r) pada tahun tersebut bernilai negatif (-).

Dari hasil perbandingan antara perhitungan jumlah penduduk dengan jumlah pelanggan yang akan di gunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih 10 tahun yang akan datang maka di gukanan data jumlah pelanggan agar hasil yang di dapat lebih akurat.

#### **4.6 Proyeksi Jumlah Pelanggan**

Dalam merencanakan kebutuhan air bersih 10 tahun ke depan akan menggunakan data pelanggan 10 tahun yang akan datang. Dalam memproyeksikan jumlah pelanggan digunakan 3 metode yaitu metode geometri, aritmatik, dan eksponensial.

#### 4.6.1 Proyeksi Jumlah Pelanggan dengan Metode Geometrik

Proyeksi jumlah pelanggan pada tahun 2023 dan tahun yang akan datang ( $P_n$ ) dengan menggunakan rumus metode Geometri adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan proyeksi pelanggan Kecamatan Nusawungu tahun 2023 dan 2032 :

- ✓ Jumlah penduduk akhir tahun data ( $P_0$ ) = 35.134 jiwa
- ✓ Angka laju pertumbuhan rerata ( $r$ ) = 0,011
- ✓ Jangka waktu tahun data ( $n$ ) = 1 dan 10 tahun

Penyelesaian :

1. Untuk tahun 2023

$$P_1 = P_0 ( 1 + r )^n$$

$$P_1 = 35.134 ( 1 + 0,011 )$$

$$P_1 = 35.520 \text{ Jiwa}$$

2. Untuk tahun 2032

$$P_{10} = P_0 ( 1 + r )^n$$

$$P_{10} = 35.134 ( 1 + 0.011 )^{10}$$

$$P_{10} = 39.196 \text{ Jiwa}$$

Hasil perhitungan proyeksi jumlah pelanggan dengan metode Geometrik selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.5 dibawah ini :

**Tabel 4.5**  
**Jumlah Pelanggan dengan Metode Geometrik**

No	Tahun	Proyeksi jumlah pelanggan kecamatan Nusawungu ( jiwa )
1	2023	35.52
2	2024	35.911
3	2025	36.306
4	2026	36.705
5	2027	37.109
6	2028	37.518
7	2029	37.93
8	2030	38.347
9	2031	38.769
10	2032	39.196

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.6.2 Proyeksi Jumlah Pelanggan dengan Metode Aritmatika

Proyeksi jumlah pelanggan pada tahun 2023 dan tahun yang akan datang ( $P_n$ ) dengan menggunakan rumus metode Aritmatika adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan proyeksi pelanggan Kecamatan Nusawungu tahun 2023 dan 2032 :

- ✓ Jumlah pelanggan akhir tahun data ( $P_0$ ) = 35.134 jiwa
- ✓ Angka laju pertumbuhan rerata ( $r$ ) = 0,011
- ✓ Jangka waktu tahun data ( $n$ ) = 1 dan 10 tahun

Penyelesaian :

1. Untuk tahun 2023

$$P_1 = P_0 ( 1 + r . n )$$

$$P_1 = 35.134 ( 1 + 0,011 * 1 )$$

$$P_1 = 35.520 \text{ Jiwa}$$

2. Untuk tahun 2032

$$P_{10} = P_0 ( 1 + r . n )$$

$$P_{10} = 35.135 ( 1 + 0,011 * 10 )$$

$$P_{10} = 38.999 \text{ Jiwa}$$

Hasil perhitungan proyeksi jumlah pelanggan dengan metode Aritmatik selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.4 dibawah ini :

**Tabel 4.6**  
**Proyeksi Pelanggan dengan Metode Aritmatik**

No	Tahun	Proyeksi Jumlah Pelanggan Kecamatan Nusawungu (Jiwa)
1	2023	35.52
2	2024	35.906
3	2025	36.293
4	2026	36.679
5	2027	37.066
6	2028	37.453
7	2029	37.839
8	2030	38.226
9	2031	38.612
10	2032	38.999

Sumber : Hasil Perhitungan

### 4.6.3 Proyeksi Jumlah Pelanggan dengan Metode Eksponensial

Proyeksi jumlah pelanggan pada tahun 2023 dan tahun yang akan datang

(Pn) dengan menggunakan rumus metode Eksponensial adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan proyeksi pelanggan Kecamatan Nusawungu tahun 2023-2032 :

- ✓ Jumlah pelanggan akhir tahun data (Po) = 35.134 jiwa
- ✓ Angka laju pertumbuhan rerata (r) = 0,011
- ✓ Jangka waktu tahun data (n) = 1 dan 10 tahun

Penyelesaian :

1. Untuk tahun 2023

$$P_1 = P_0 \cdot e^{r \cdot n}$$
$$P_1 = 35.134 \times 2.72^{0,011 \times 1}$$
$$P_1 = 35.522 \text{ Jiwa}$$

2. Untuk tahun 2027

$$P_{10} = P_0 \cdot e^{r \cdot n}$$
$$P_{10} = 35.134 \times 2.72^{0,011 \times 10}$$
$$P_{10} = 39.222 \text{ Jiwa}$$

Hasil perhitungan proyeksi jumlah pelanggan dengan Metode Eksponensial selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.5 dibawah ini :

**Tabel 4.7**

**Proyeksi Pelanggan dengan Metode Eksponensial**

No	Tahun	Proyeksi Jumlah Pelanggan Kecamatan Nusawungu (Jiwa)
1	2023	35.522
2	2024	35.916
3	2025	36.313
4	2026	36.715
5	2027	37.121
6	2028	37.533
7	2029	37.948
8	2030	38.368
9	2031	38.793
10	2032	39.222

Sumber: Hasil Perhitungan.

#### 4.7 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Pelanggan

Pemilihan metode proyeksi pelanggan berdasarkan cara pengujian statistik yaitu berdasarkan koefisien korelasi terbesar mendekati +1 dan standar deviasi terkecil. Pada Studi ini didasarkan pada koefisien korelasi.

Contoh perhitungan koefisien korelasi proyeksi pertumbuhan pelanggan Kecamatan Nusawungu dengan metode Geometri :

1. Data asli X tahun 2017 = 33181

$$\sum X \text{ tahun } 2017 - 2021 = 169911$$

2.  $X^2$  tahun 2017 = 33181 = 1100978761

$$\sum X^2 \text{ tahun } 2017 - 2021 = 5776412071$$

3. Hasil proyeksi tahun 2017 = 33545,99

$$\sum Y \text{ tahun } 2017 - 2021 = 171460,83$$

4.  $Y^2$  tahun 2017 = 33545,99 = 1125333445,08

$$\sum Y^2 \text{ tahun } 2017 - 2021 = 5881170455$$

5.  $X \cdot Y$  tahun 2017 = 1113089494,19

$$\sum XY \text{ tahun } 2017-2021 = 5828275742$$

6. Koefisien Korelasi

$$\begin{aligned} r &= \frac{n (\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{((n \sum X^2 - (\sum X)^2) - (\sum Y^2 - (\sum Y)^2))}} \\ &= \frac{5 (5828275742) - (169911 \times 171460,83)}{\sqrt{((5 \times 5776412071) - (169911)^2) - ((5 \times 5881170455) - (171460,83)^2)}} \\ &= 0,8916 \end{aligned}$$

**Tabel 4.8 Uji Kesesuaian Metode Geometrik**

No	Tahun	Jumlah Pelanggan	n	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	2017	33181	5	33181	33545.991	1113089527	1100978761	1125333512
2	2018	33843		33843	33914.9969	1147785240	1145348649	1150227015
3	2019	33401		33401	34288.06187	1145255554	1115626801	1175671187
4	2020	34352		34352	34665.23055	1190820000	1180059904	1201678209
5	2021	35134		35134	35046.54808	1231325420	1234397956	1228260533
Jumlah				169911	171460.8284	5828275742	5776412071	5881170455
r				0.891486161				

Sumber : Hasil Perhitungan

**Tabel 4.9 Uji Kesesuaian Metode Aritmatik**

No	Tahun	Jumlah Pelanggan	n	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	2017	33181	5	33181	33545.991	1113089527	1100978761	1125333512
2	2018	33843		33843	33910.982	1147649364	1145348649	1149954700
3	2019	33401		33401	34275.973	1144851774	1115626801	1174842325
4	2020	34352		34352	34640.964	1189986395	1180059904	1199996387
5	2021	35134		35134	35005.955	1229899223	1234397956	1225416885
Jumlah				169911	171379.865	5825476284	5776412071	5875543810
r				0.889700331				

Sumber : Hasil Perhitungan

**Tabel 4.10 Uji Kesesuaian Metode Eksponensial**

No	Tahun	Jumlah Pelanggan	n	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	2017	33181	5	33181	33548.0083	1113156463	1100978761	1125468861
2	2018	33843		33843	33919.076	1147923289	1145348649	1150503717
3	2019	33401		33401	34294.24801	1145462178	1115626801	1176095446
4	2020	34352		34352	34673.56972	1191106467	1180059904	1202256437
5	2021	35134		35134	35057.08702	1231695696	1234397956	1228999351
Jumlah				169911	171491.989	5829344093	5776412071	5883323812
r				0.891495898				

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan koefisien korelasi pada tabel 4.8-4.10, maka di ketahui yang mempunyai nilai korelasi yang terbesar mendekati +1 adalah metode eksponensial dengan hasil proyeksi 0,8915. Metode proyeksi penduduk dengan koefisien korelasi terbesar mendekati +1 akan dipilih sebagai proyeksi jumlah penduduk untuk perencanaan sistem distribusi air bersih.

#### **4.8 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih**

Dalam studi ini, kajian pengembangan sistem distribusi air bersih di daerah layanan PDAM Kecamatan Nusawungu.

Kebutuhan air yang dihitung meliputi :

- Perhitungan air domestik didasarkan pada proyeksi jumlah pelanggan tahun perencanaan maka dapat dikategorikan perkotaan dengan kebutuhan air bersih 144 ltr/org/hari. Jumlah jiwa per rumah atau per sambungan (SR) rata – rata sebanyak 5 jiwa.
- Kebutuhan air non domestik sebesar 0% dari kebutuhan domestik untuk kategori pedesaan.
- Kemungkinan kebocoran sebesar 20% - 30%.
- Tingkat pelayanan sambungan rumah (SR) untuk tahun 2032 di Kecamatan Nusawungu direncanakan mencapai 80%.
- Faktor harian maksimum sebesar 1,1 dan besarnya faktor jam puncak adalah 1,56 .

##### **4.8.1 Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Bersih**

Berikut adalah perhitungan kebutuhan air bersih pada Kecamatan Nusawungu :

1. Jumlah pelanggan tahun 2023 = 35522 jiwa (Proyeksi Kecamatan Nusawungu Metode Eksponensial)
2. Jumlah SR = Jumlah pelanggan / 5 =  $35522/5 = 17761$  unit
3. Presentase layanan tahun 2023 direncanakan sebesar 50% sehingga jumlah pelanggan yang dilayani adalah :

$$= \text{Jumlah pelanggan} \times 50\% = 35522 \times 0,5 = 17761 \text{ jiwa}$$

4. Target pelayanan air bersih pada tahun 2032

$$\begin{aligned} &= \frac{\% \text{ target proyeksi layanan 2032} - \% \text{ target 2023}}{\text{Jumlah } n \text{ tahun proyeksi} - 1} \\ &= \frac{80\% - 50\%}{9} = 3,33\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka target presentase layanan tiap tahun ditetapkan sebesar 3,33% sehingga tahun 2032 target presentase proyeksi layanan tercapai.

5. Kebutuhan air domestik (Qd) tahun 2023 Kecamatan Nusawungu

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{Jumlah pelanggan} * \text{kebutuhan air} * (\text{presentase}/100) \\ &= 35522 \text{ jiwa} * 144 \text{ ltr/org/hr} * (50/100) \\ &= 2557584 \text{ ltr/hr} \end{aligned}$$

6. Kebutuhan non domestik (Qnd)

$$\begin{aligned} Q_{nd} &= 0\% * Q_d \\ &= 0 * 2557584 \text{ ltr/hr} \\ &= 0 \text{ ltr/hr} \end{aligned}$$

7. Kebutuhan sosial (Qs)

$$\begin{aligned} Q_s &= 3\% * Q_d \\ &= 0,03 * 2557584 \\ &= 76727,52 \text{ ltr/hr} \end{aligned}$$

8. Total Kebutuhan air

$$\begin{aligned} Q &= Q_d + Q_{nd} + Q_s \\ &= 2557584 + 0 + 76727,52 \\ &= 2634311,52 \text{ ltr/hr} \end{aligned}$$

9. Total kebutuhan harian rerata dengan tingkat kehilangan air 20%

$$\begin{aligned}Q_r &= \text{total kebutuhan} + (\text{kebutuhan total} * 20\%) \\&= 2634311,52 + (2634311,52 * 20\%) \\&= 3161173,82 \text{ ltr/hr} \\&= 36,59 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

10. Kebutuhan air harian maksimum ( $Q_{\max}$ )

$$\begin{aligned}Q_{\max} &= 1,1 * Q_r \\&= 1,1 * 3161173,82 \text{ ltr/hr} \\&= 3477291,21 \text{ ltr/hr} \\&= 40,25 \text{ ltr/dtk}\end{aligned}$$

11. Kebutuhan air jam puncak ( $Q_{\text{puncak}}$ )

$$\begin{aligned}Q_{\text{puncak}} &= 1,56 * Q_r \\&= 1,56 * 3161173,82 \text{ ltr/hr} \\&= 4931431,17 \text{ ltr/hr} \\&= 57,08 \text{ ltr/dtk}\end{aligned}$$

**Tabel 4.11**  
**Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Nusawungu Sampai dengan Tahun 2032**

NO	Uraian	Satuan	Tahun				
			2023	2024	2025	2026	2027
1	Jumlah Pelanggan	Jiwa	35522.00	35916.00	36313.00	36715.00	37121.00
2	Prosentase Layanan Pelanggan	%	50	53.33	56.66	59.99	63.32
3	Kebutuhan Air	ltr/org/hr	144	144	144	144	144
4	Kebutuhan Domestik (Qd)	ltr/hr	2557584	2758176.403	2962792.195	3171647.304	3384722.477
5	Kebutuhan Non Domestik (Qnd)	ltr/hr	0	0	0	0	0
6	Kebutuhan Sosial ( Qs )	ltr/hr	76727.52	82745.2921	88883.76586	95149.41912	101541.6743
7	Total Kebutuhan ( Q )	ltr/hr	2634311.52	2840921.695	3051675.961	3266796.723	3486264.151
8	Faktor Kehilangan	%	20	20.56	21.12	21.68	22.24
		ltr/hr	526862.30	584093.50	644513.96	708241.53	775345.15
9	Total Kebutuhan Harian Rerata	Ltr/hr	3161173.82	3425015.20	3696189.92	3975038.25	4261609.30
		Ltr/dtk	36.59	39.64	42.78	46.01	49.32
10	Faktor Kebutuhan Harian maksimum		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
11	Total Kebutuhan Harian Maksimum (Qmax)	Ltr/hr	3477291.21	3767516.72	4065808.92	4372542.08	4687770.23
		Ltr/dtk	40.25	43.61	47.06	50.61	54.26
12	Faktor Kebutuhan Jam Puncak		1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
13	Total Kebutuhan Pada Jam Puncak ( Qpuncak )	Ltr/hr	4931431.17	5343023.71	5766056.28	6201059.67	6648110.51
		Ltr/dtk	57.08	61.84	66.74	71.77	76.95

Sumber : Hasil Perhitungan

**Lanjutan Tabel 4.11**

NO	Uraian	Satuan	Tahun				
			2028	2029	2030	2031	2032
1	Jumlah Pelanggan	Jiwa	37533	37948	38368	38793	39222
2	Prosentase Layanan Pelanggan	%	66.65	69.98	73.31	76.64	79.97
3	Kebutuhan Air	ltr/org/hr	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00
4	Kebutuhan Domestik (Qd)	ltr/hr	3602267.21	3824065.50	4050371.64	4281257.55	4516680.01
5	Kebutuhan Non Domestic (Qnd)	ltr/hr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Kebutuhan Sosial ( Qs )	ltr/hr	108068.02	114721.96	121511.15	128437.73	135500.40
7	Total Kebutuhan ( Q )	ltr/hr	3710335.22	3938787.46	4171882.78	4409695.28	4652180.41
8	Faktor Kehilangan	%	22.80	23.36	23.92	24.48	25.04
		ltr/hr	845956.43	920100.75	997914.36	1079493.40	1164905.97
9	Total Kebutuhan Harian Rerata	Ltr/hr	4556291.66	4858888.21	5169797.15	5489188.68	5817086.38
		Ltr/dtk	52.73	56.24	59.84	63.53	67.33
10	Faktor Kebutuhan Harian maksimum		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
11	Total Kebutuhan Harian Maksimum (Qmax)	Ltr/hr	5011920.82	5344777.04	5686776.86	6038107.55	6398795.02
		Ltr/dtk	58.01	61.86	65.82	69.89	74.06
12	Faktor Kebutuhan Jam Puncak		1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
13	Total Kebutuhan Pada Jam Puncak ( Qpuncak )	Ltr/hr	7107814.98	7579865.61	8064883.55	8563134.34	9074654.76
		Ltr/dtk	82.27	87.73	93.34	99.11	105.03

Sumber : Hasil Perhitungan.

#### 4.8.2 Fluktuasi Pemakaian / Kebutuhan Air

Menurut perhitungan air yang dilakukan didapat perhitungan fluktuasi kebutuhan air daerah pelayanan Kecamatan Nusawungu pada tahun 2023 adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan air pada pagi hari (pukul 07.00)  
 $= 156/100 * \text{kebutuhan air rerata per jam}$   
 $= 1,56 * 131,7 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $= 205,45 \text{ m}^3/\text{jam}$
2. Kebutuhan air pada siang hari (pukul 12.00)  
 $= 127/100 * \text{kebutuhan air rerata per jam}$   
 $= 1,27 * 131,7 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $= 167,26 \text{ m}^3/\text{jam}$
3. Kebutuhan air pada sore hari (pukul 17.00)  
 $= 122/100 * \text{kebutuhan air rerata per jam}$   
 $= 1,22 * 131,7 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $= 160,67 \text{ m}^3/\text{jam}$
4. Kebutuhan air pada malam hari (pukul 24.00)  
 $= 37/100 * \text{kebutuhan air rerata per jam}$   
 $= 0,37 * 131,7 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $= 48,73 \text{ m}^3/\text{jam}$

Fluktuasi kebutuhan air dan suplai air dalam sehari di kecamatan Nusawungu

dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.12**

**Fluktuasi Kebutuhan Air, Suplai Air dan Komulatif Isi Bak Penampungan dalam Tahun 2023**

Waktu	Suplai Air (m3/jam)	Load Factor	Kebutuhan Air	Selisih	Komulatif Isi Tandon
20.00-21.00	131.7	0.98	129.07	2.63	2.63
21.00-22.00	131.7	0.62	81.65	50.05	52.68
22.00-23.00	131.7	0.45	59.27	72.44	125.12
23.00-24.00	131.7	0.37	48.73	82.97	208.09
24.00-01.00	131.7	0.25	32.93	98.78	306.86
01.00-02.00	131.7	0.3	39.51	92.19	399.05
02.00-03.00	131.7	0.37	48.73	82.97	482.02
03.00-04.00	131.7	0.45	59.27	72.44	554.46
04.00-05.00	131.7	0.64	84.29	47.41	601.87
05.00-06.00	131.7	1.15	151.46	-19.76	582.11
06.00-07.00	131.7	1.56	205.45	-73.75	508.36
07.00-08.00	131.7	1.53	201.50	-69.80	438.56
08.00-09.00	131.7	1.41	185.70	-54.00	384.56
09.00-10.00	131.7	1.4	184.38	-52.68	331.88
10.00-11.00	131.7	1.38	181.75	-50.05	281.84
11.00-12.00	131.7	1.27	167.26	-35.56	246.28
12.00-13.00	131.7	1.2	158.04	-26.34	219.94
13.00-14.00	131.7	1.14	150.14	-18.44	201.50
14.00-15.00	131.7	1.17	154.09	-22.39	179.11
15.00-16.00	131.7	1.18	155.41	-23.71	155.41
16.00-17.00	131.7	1.22	160.67	-28.97	126.43
17.00-18.00	131.7	1.31	172.53	-40.83	85.61
18.00-19.00	131.7	1.38	181.75	-50.05	35.56
19.00-20.00	131.7	1.25	164.63	-32.93	2.63

Sumber : Hasil Perhitungan

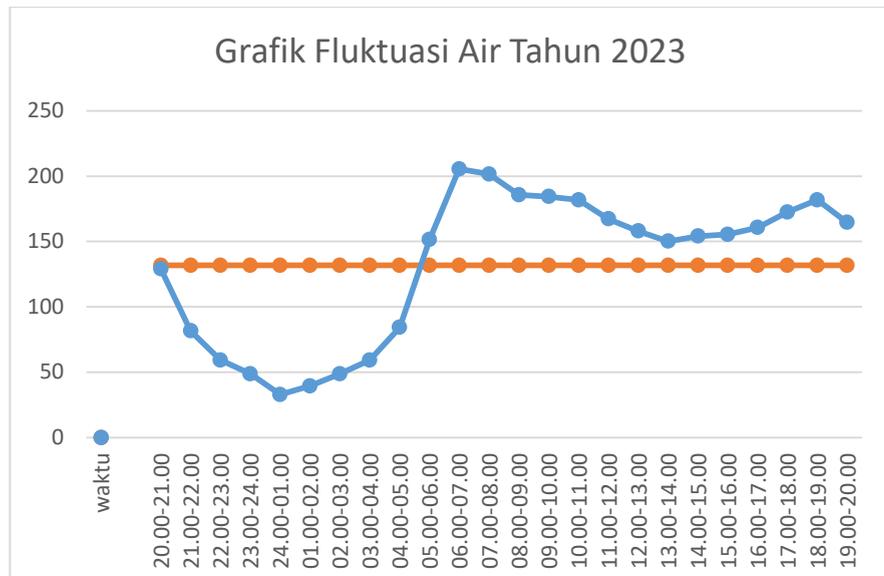
**Tabel 4.13**  
**Fluktuasi Kebutuhan Air, Suplai Air dan Komulatif Isi Bak Penampungan dalam**  
**Tahun 2027**

waktu	Suplai Air (m <sup>3</sup> /jam)	Load factor	Kebutuhan air	selisih	komulatif isi tandon
20.00-21.00	242.40	0.98	237.55	4.85	4.85
21.00-22.00	242.40	0.62	150.29	92.11	96.96
22.00-23.00	242.40	0.45	109.08	133.32	230.28
23.00-24.00	242.40	0.37	89.69	152.71	382.99
24.00-01.00	242.40	0.25	60.60	181.80	564.79
01.00-02.00	242.40	0.3	72.72	169.68	734.47
02.00-03.00	242.40	0.37	89.69	152.71	887.18
03.00-04.00	242.40	0.45	109.08	133.32	1020.50
04.00-05.00	242.40	0.64	155.14	87.26	1107.77
05.00-06.00	242.40	1.15	278.76	-36.36	1071.41
06.00-07.00	242.40	1.56	378.14	-135.74	935.66
07.00-08.00	242.40	1.53	370.87	-128.47	807.19
08.00-09.00	242.40	1.41	341.78	-99.38	707.81
09.00-10.00	242.40	1.4	339.36	-96.96	610.85
10.00-11.00	242.40	1.38	334.51	-92.11	518.74
11.00-12.00	242.40	1.27	307.85	-65.45	453.29
12.00-13.00	242.40	1.2	290.88	-48.48	404.81
13.00-14.00	242.40	1.14	276.34	-33.94	370.87
14.00-15.00	242.40	1.17	283.61	-41.21	329.66
15.00-16.00	242.40	1.18	286.03	-43.63	286.03
16.00-17.00	242.40	1.22	295.73	-53.33	232.70
17.00-18.00	242.40	1.31	317.54	-75.14	157.56
18.00-19.00	242.40	1.38	334.51	-92.11	65.45
19.00-20.00	242.40	1.25	303.00	-60.60	4.85

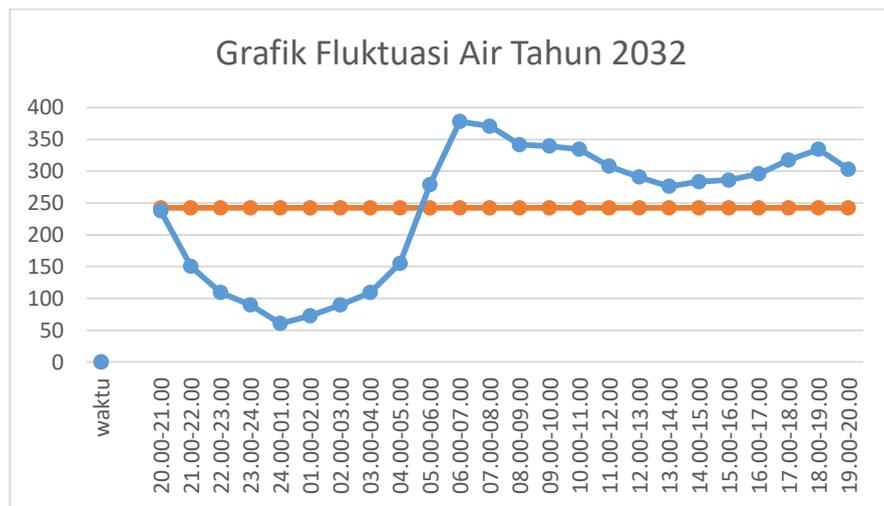
Sumber : Hasil Perhitungan

Pada kebutuhan air tersebut *Load factor* atau faktor penggali sangat berpengaruh pada kebutuhan air tiap jam. Dimana faktor penggali tersebut berdasarkan pola pemakaian air pelanggan yang berbeda-beda. Sedangkan untuk kapasitas sumber air Nusawungu pada musim kemarau dianggap mencukupi karena suplai air lebih besar dari kebutuhan air ( 242,40>155,14 m<sup>3</sup> /jam ).

Berdasarkan tabel diatas dapat digambarkan dalam grafik fluktuasi konsumsi pelanggan terhadap waktu dalam sehari pada Gambar dibawah ini :



**Gambar 4.1 Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air Pada Tahun 2023**



**Gambar 4.2 Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air Pada Tahun 2022**

Dari grafik diatas dapat dijelaskan beberapa hal yaitu :

- Pada pukul 00.00 s/d 07.00 kebutuhan air cenderung meningkat
- Pada pukul 08.00 s/d 14.00 kebutuhan air cenderung menurun
- Pada pukul 15.00 s/d 19.00 kebutuhan air cenderung meningkat
- Pada pukul 20.00 s/d 24.00 kebutuhan air cenderung menurun
- Sedangkan suplai air yang didistribusikan relative konstan.

### 4.8.3 Kebutuhan Air Tiap Titik Simpul

Pada setiap titik simpul (*Juction*) mempunyai kebutuhan air yang berbeda-beda, sehingga memberi pengaruh pada pola aliran distribusi yang ada.

Berikut ini adalah langkah-langkah dan asumsi yang diambil dalam menghitung kebutuhan rata-rata di tiap titik simpul sebagai berikut :

1. Kebutuhan air bersih hanya dihitung pada titik simpul pada pipa utama.
2. Nilai kebutuhan air setiap titik simpul berdasarkan nilai kebutuhan rata-rata harian.

Kebutuhan air tiap titik simpul selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.14

**Tabel 4.14**  
**Kebutuhan Air Pada Titik Simpul**

Juction awal	junction akhir	no pipa	kebutuhan air	elevasi	panjang pipa	kebutuhan air tiap titik
t	j1	p1	36.6	3	10	14.89
J-1	J-3	p2	36.6	5	5	14.09
J-3	J-4	p3	36.6	3	15	12.40
J-3	J-5	p4	36.6	1	10	5.52
J-3	J-6	p5	36.6	3	15	15.13
J-6	J-7	p6	36.6	3	17	17.45
J-6	J-8	p7	36.6	8	5	3.84
J-8	J-9	p8	36.6	4	9	5.52
J-8	J-10	p9	36.6	4	9	0.64
J-10	J-11	p10	36.6	5	18	7.28
J-6	J-12	p11	36.6	5	4	10.56
J-12	J-13	p12	36.6	2	8	6.00
J-13	J-14	p13	36.6	3	6	7.92
J-14	J-15	p14	36.6	1	9	5.60
J-15	J-16	p15	36.6	3	9	3.84
J-12	J-17	p16	36.6	4	7	2.64
J-17	J-18	p17	36.6	3	8	11.92
J-18	J-19	p18	36.6	3	7	5.04
J-20	J-21	p20	36.6	3	4	1.52
J-21	J-22	p21	36.6	3	6	7.28
J-21	J-23	p22	36.6	2	4	9.68
J-23	J-24	p23	36.6	2	16	4.96
J-24	J-25	p24	36.6	2	6	11.04
J-24	J-26	p25	36.6	2	7	2.96
J-24	J-27	p26	36.6	2	7	0.64
J-27	J-28	p27	36.6	4	11	3.44
J-27	J-29	p28	36.6	1	6	0.96
J-29	J-30	p29	36.6	4	7	3.84
J-28	J-20	p19	36.6	1	10	2.56
J-29	J-30	p30	36.6	4	10	5.04

Sumber : Hasil Perhitungan

#### **4.8.4 Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Tahun 2032**

Pada sistem jaringan air bersih di daerah layanan Kecamatan Nusawungu menggunakan sistem pompa. Sistem jaringan ini sesuai dengan kondisi topografi pada Desa nusawungu, Nusawangkal, Purwodadi, Karangsembung, Banjareja, Kedungbenda, dan Klumprit yang memiliki elevasi cukup tinggi atau cenderung datar yaitu 8 mdpl. dibandingkan dengan tinggi menara reservoir yang ada yaitu 5 mdpl. Oleh karena itu, Pada sistem jaringan air bersih di daerah layanan Kecamatan Nusawungu menggunakan sistem pompa. Menurut DPU Ditjen Cipta Karya (1987:128), tekanan sisa pada titik simpul (*Juction*) berkisar 10-60 mH<sub>2</sub>O untuk pipa PVC dan untuk kehilangan tinggi tekan yang diijinkan sebesar 0-15 m/km.

#### **4.9 Pengembangan Hasil Evaluasi, Simulasi dan Analisa Hidraulika Aliran pada Sistem Jaringan Pipa Air Bersih dengan Program *Watercad V8i*.**

##### **4.9.1 Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih**

Kondisi eksisting jaringan pipa distribusi air bersih di Kecamatan Nusawungu menggunakan sistem pengaliran sistem pompa. Jaringan sistem distribusi air bersih ini masih menggunakan pipa jenis Galvaniz Iron dan PVC. Terdapat 1 sumber air yang digunakan yaitu :

1. Sumber air yaitu, sungai Serayu

Air dari sungai Serayu sumber air ini kemudian dialirkan ke menara reservoir dengan sistem pompa, baru kemudian didistribusikan kepada masyarakat dengan sistem pompa.

Kondisi eksisting jaringan distribusi air bersih saat ini masih menggunakan pipa jenis Galvaniz iron dan PVC. Dimana jenis pipa-pipa ini masih banyak terdapat kekurangan atau kelemahannya, seperti pipa PVC yang tidak tahan panas dan mudah bocor, serta pipa Galvaniz iron yang mudah berkarat dalam air asam.

#### 4.9.2 Pemodelan Komponen-Komponen Sistem Jaringan Distribusi.

Langkah selanjutnya adalah pemodelan ke dalam *Watercad V8i*. Dalam *Watercad*, komponen-komponen sistem jaringan air bersih seperti titik simpul (*junction*). Pipa (*pipe*), bak penampung (*tank*), mata air dan pompa (*pump*) tersebut dimodelkan sedemikian rupa sehingga mendekati kinerja komponen tersebut di lapangan.

- Titik simpul (*junction*)

Titik simpul merupakan suatu simbol yang mewakili atau komponen yang berrsinggungan langsung dengan konsumen dalam hal pemberian air bersih. Ada dua tipe aliran pada titik simpul ini, yaitu berupa kebutuhan air (*demand*) dan berupa aliran masuk (*inflow*). Jenis aliran berupa kebutuhan air bersih terjadi jika pada titik tersebut terjadi pengambilan air, sedangkan aliran masuk jika didalam titik tersebut terjadi penambahan debit yang masuk. Data yang dibutuhkan sebagai masukan bagi titik simpul adalah elevasi dan kebutuhan air pada titik tersebut.

- Pemodelan kebutuhan air bersih

Kebutuhan air bersih pada tiap-tiap titik simpul dapat berbeda-beda yang bergantung dari luas cakupan layanan dan jumlah konsumen pada titik simpul tersebut. Kebutuhan yang dipakai dalam penelitian ini adalah kebutuhan berubah (*variable demand*). Kebutuhan berubah atau berfluktuatif adalah kebutuhan air yang berubah setiap jamnya (*Load factor*) sesuai dengan pemakaian air.

- Pipa (*pipe*)

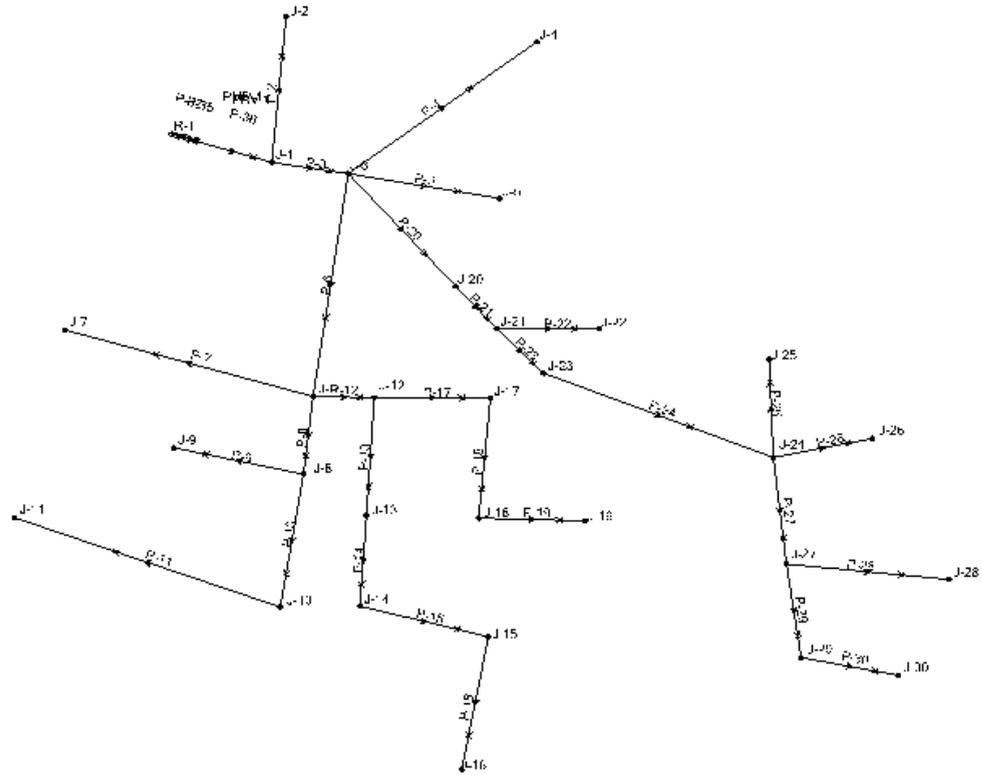
Dalam penelitian ini pipa yang dipakai pada pengolahan data eksisting menggunakan pipa berjenis PVC dan Galvanized Iron dengan ukuran bervariasi mulai dari 200 -250 mm.

- Mata air

Pada program *WaterCAD V8i*, mata air digunakan sebagai pemodelan dari suatu sumber air seperti danau atau sungai. Dalam hal ini mata air dimodelkan sebagai sumber yang tidak bisa habis atau elevasi konstan setiap waktu. Data yang diperlukan adalah data elevasi mata air tersebut.

- Pompa (*Pump*)

Pada kondisi eksisting pompa ini digunakan untuk menaikan air pada sumber air ke menara reservoir.

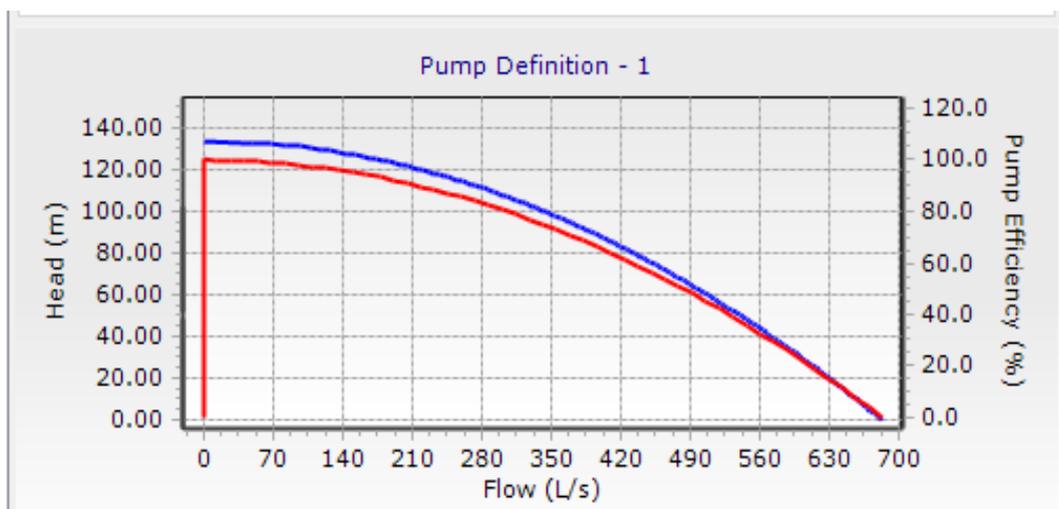


**Gambar 4.3 Skema Pemodelan Distribusi Air Bersih Nusawungu**

### 4.9.3 Kondisi Pompa Eksisting

Dikarenakan letak sumber air lebih rendah dari daerah pelayanan dan bak penampungnya, diperlukan batuan pompa dalam pendistribusian airnya. PamsimasSejahtera memiliki 1 buah pompa. Dimana 1 buah pompa tersebut terletak pada sumber air. Jam kerja pompa di sumber air selama 24 jam, spesifikasi pompa akan dijelaskan sebagai berikut :

a). Pompa ( Sungai Serayu)



Sumber : Simulasi WaterCAD V8i

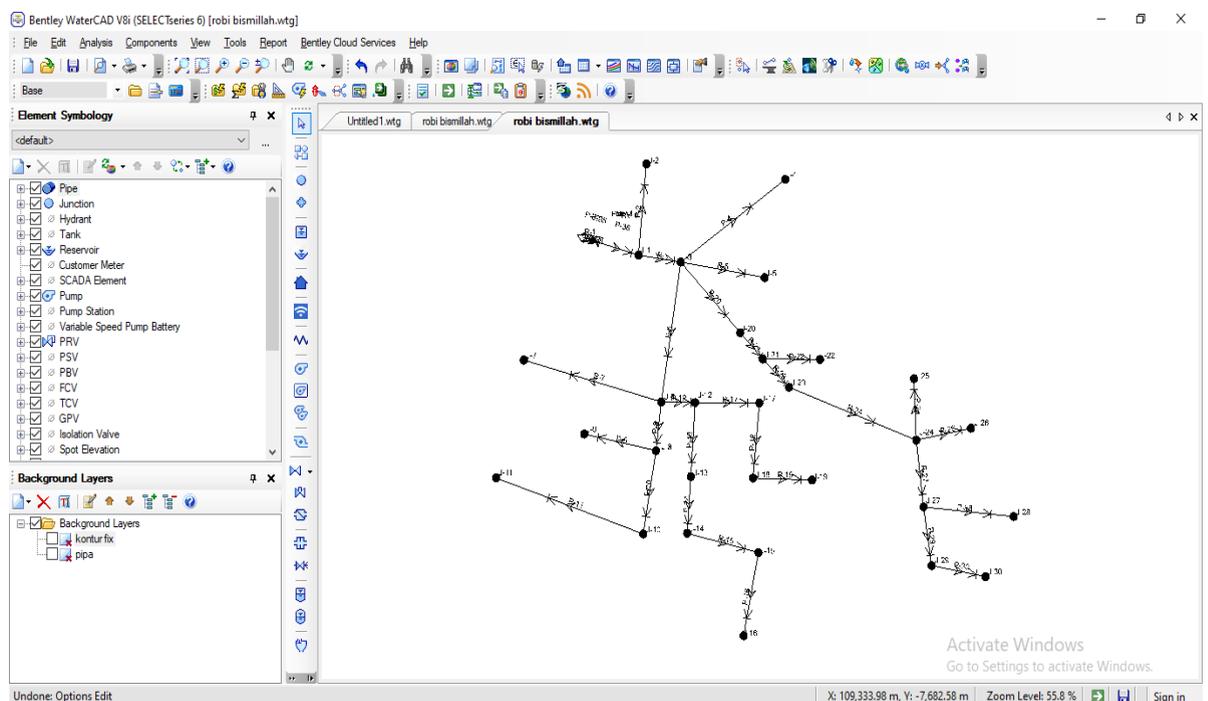
**Gambar 4.4. Grafik Head Pompa Sumber Air**

- Tipe pompa : *Ebara FS4NA*
- *Head* pompa : 100 m
- Kapasitas : 120-720 m<sup>3</sup>/jam
- Daya dorong : 160 m (max). 100 m (rata-rata)
- Letak : Sungai Serayu
- Jam kerja : 24 jam

#### 4.9.4 Simulasi Program *WaterCAD V8i* pada *Junction* Kondisi Eksisting

Simulasi jaringan perpipaan pada penelitian ini menggunakan *WaterCAD V8i*. program ini berisi tentang cara menganalisis jaringan perpipaan yang direncanakan. Dengan simulasi ini kita dapat mengetahui berhasil atau tidaknya suatu perencanaan. Dari ketiga rumus utama yang digunakan yaitu Mannings, Hazen-William dan Darcy – Weishbach, yang digunakan adalah rumus Hazen- Williams.

Komponen utama pada perencanaan ini adalah mata air, bak penampung (*tank*), pompa (*pump*), pipa (*pipe*) dan titik simpul (*junction*). Metode pengalirannya menggunakan sistem kombinasi, kebutuhan air tiap titik (*junction*) sesuai dengan kebutuhan air pelanggan dan pemakaian air (*demand pattern*) sesuai dengan nilai kebutuhan air tiap jamnya (*Load factor*). Penempatan titik *junction* direncanakan seperti gambar berikut :



Sumber : Simulasi *WaterCAD V8i*

**Gambar 4.5. Jaringan Distribusi Air Bersih Nusawungu**

Hasil Analisa hidrolis *junction Steady-State* pada kondisi eksisting adalah sebagai berikut :

FlexTable: Junction Table (Current Time: 0.000 hours) (robi bismillah.wtg)

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
35: J-1	35	J-1	3.00	Nusawungu	<Collection:	4	61.11	58
36: J-2	36	J-2	5.00	Nusawungu	<Collection:	3	61.11	56
37: J-3	37	J-3	3.00	Nusawungu	<Collection:	4	61.08	58
38: J-4	38	J-4	1.00	Nusawungu	<Collection:	0	61.08	60
39: J-5	39	J-5	3.00	Nusawungu	<Collection:	4	61.07	58
40: J-6	40	J-6	3.00	Nusawangkal	<Collection:	4	61.04	58
41: J-7	41	J-7	8.00	Nusawangkal	<Collection:	1	61.04	53
42: J-8	42	J-8	4.00	Purwadadi	<Collection:	1	61.04	57
43: J-9	43	J-9	4.00	Purwadadi	<Collection:	0	61.04	57
44: J-10	44	J-10	5.00	Karangsembung	<Collection:	2	61.04	56
45: J-11	45	J-11	5.00	Karangsembung	<Collection:	3	61.04	56
46: J-12	46	J-12	2.00	Banjareja	<Collection:	1	61.04	59
47: J-13	47	J-13	3.00	Banjareja	<Collection:	2	61.04	58
48: J-14	48	J-14	1.00	Banjareja	<Collection:	1	61.04	60
49: J-15	49	J-15	3.00	Banjareja	<Collection:	1	61.04	58
50: J-16	50	J-16	4.00	Banjareja	<Collection:	1	61.04	57
51: J-17	51	J-17	3.00	Kedungbenda	<Collection:	3	61.04	58
52: J-18	52	J-18	3.00	Kedungbenda	<Collection:	1	61.04	58
53: J-19	53	J-19	3.00	Kedungbenda	<Collection:	0	61.04	58
54: J-20	54	J-20	3.00	Klumprit	<Collection:	2	61.07	58
55: J-21	55	J-21	2.00	Klumprit	<Collection:	2	61.06	59
56: J-22	56	J-22	2.00	Klumprit	<Collection:	1	61.06	59
57: J-23	57	J-23	2.00	Kedungbenda	<Collection:	3	61.06	59
58: J-24	58	J-24	2.00	Kedungbenda	<Collection:	1	61.06	59
59: J-25	59	J-25	2.00	Kedungbenda	<Collection:	0	61.06	59
60: J-26	60	J-26	4.00	Kedungbenda	<Collection:	1	61.06	57
61: J-27	61	J-27	1.00	Banjareja	<Collection:	0	61.06	60
62: J-28	62	J-28	4.00	Banjareja	<Collection:	1	61.06	57
63: J-29	63	J-29	1.00	Banjareja	<Collection:	1	61.06	60
64: J-30	64	J-30	3.00	Banjareja	<Collection:	1	61.06	58

30 of 30 elements displayed

Sumber : Simulasi WaterCAD V8i

### Gambar 4.6. Hasil Analisa Hidrolis WaterCad V8i pada Junction Kondisi Eksisting

Dari hasil simulasi *Software WaterCAD* dapat dilihat bahwa tekanan pada tiap titik simpul (*Junction*) berbeda-beda untuk tekanan J1 sampai J30 sudah memenuhi kriteria perencanaan.

Untuk mencocokkan hasil simulasi menggunakan *software* dengan perhitungan manual, maka dilakukan perhitungan tekanan di *junction* 11 pada jam 00.00.

Berikut contoh perhitungan :

Diketahui :

Elevasi J 11 = 5 mdpl

Q kebutuhan air rata-rata = 36,59 liter/detik

*Outflow* jam ke 00.00 = Qkebutuhan air rata-rata x *Load facttor* (0.00)

$$= 36,59 \times 0,25$$

$$= 9,15 \text{ liter/detik}$$

Chw = 150 (PVC)

Panjang Pipa = 1800 m

Diameter pipa = 200 mm = 0,200 m

Penyelesaian :

$$K = \frac{(10,657 \times L)}{Chw^{1,85} D^{4,87}} = \frac{(10,657 \times 1800)}{150^{1,85} 0,200^{4,87}} = 4582,71$$

$$Hf = k.Q^{1,85} = 4582,71 \times (9,15 \times 10^{-3})^{1,85} = 0,775 \text{ m}$$

*Headloss Gradient* = hf/L

$$= 0,775/1800$$

$$= 0,000043 \text{ m/m} = 0,043 \text{ m/km} \approx 0,041 \text{ m/km}$$

Tekanan = *Hydraulic Grade* – elevasi *junction* – Hf – *Pressure Loss*

$$= 61,06 - 5 - 0,775 - 0,041$$

$$= 55,56 \text{ m H}_2\text{O} \approx 56 \text{ mH}_2\text{O}$$

Hasil perhitungan secara manual didapat tekanan sebesar 56 mH<sub>2</sub>O, hasil tersebut sama dengan simulasi menggunakan *software WaterCAD V8i*.

## 4.9.5 Evaluasi Aliran pada Pipa Kondisi Eksisting

Hasil analisa hidrolis Pipa *Steady-State* pada kondisi pipa adalah sebagai berikut :

FlexTable: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (robi\_bismillah.wtg)

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
67:	P-2	67 P-2	10	J-1	J-2	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	3	0.11	0.069	<input type="checkbox"/>	1,000
68:	P-3	68 P-3	5	J-1	J-3	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	43	1.36	7.392	<input type="checkbox"/>	500
69:	P-4	69 P-4	15	J-3	J-4	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0	0.01	0.001	<input type="checkbox"/>	1,500
70:	P-5	70 P-5	10	J-3	J-5	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	4	0.12	0.079	<input type="checkbox"/>	1,000
71:	P-6	71 P-6	15	J-3	J-6	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	22	0.70	2.140	<input type="checkbox"/>	1,500
72:	P-7	72 P-7	17	J-6	J-7	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	1	0.03	0.006	<input type="checkbox"/>	1,700
73:	P-8	73 P-8	5	J-6	J-8	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	6	0.19	0.188	<input type="checkbox"/>	500
74:	P-9	74 P-9	9	J-8	J-9	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0	0.01	0.000	<input type="checkbox"/>	900
75:	P-10	75 P-10	9	J-8	J-10	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	4	0.14	0.107	<input type="checkbox"/>	900
76:	P-11	76 P-11	18	J-10	J-11	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	3	0.08	0.041	<input type="checkbox"/>	1,800
77:	P-12	77 P-12	4	J-6	J-12	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	11	0.35	0.584	<input type="checkbox"/>	400
78:	P-13	78 P-13	8	J-12	J-13	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	5	0.16	0.132	<input type="checkbox"/>	800
79:	P-14	79 P-14	6	J-13	J-14	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	3	0.09	0.052	<input type="checkbox"/>	600
80:	P-15	80 P-15	9	J-14	J-15	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	2	0.05	0.016	<input type="checkbox"/>	900
81:	P-16	81 P-16	9	J-15	J-16	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	1	0.02	0.003	<input type="checkbox"/>	900
82:	P-17	82 P-17	7	J-12	J-17	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	5	0.14	0.115	<input type="checkbox"/>	700
83:	P-18	83 P-18	8	J-17	J-18	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	2	0.05	0.017	<input type="checkbox"/>	800
84:	P-19	84 P-19	7	J-18	J-19	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0	0.01	0.001	<input type="checkbox"/>	700
85:	P-20	85 P-20	10	J-3	J-20	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	13	0.41	0.790	<input type="checkbox"/>	1,000
86:	P-21	86 P-21	4	J-20	J-21	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	11	0.35	0.600	<input type="checkbox"/>	400
89:	P-23	89 P-23	4	J-21	J-23	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	7	0.24	0.290	<input type="checkbox"/>	400
90:	P-24	90 P-24	16	J-23	J-24	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	5	0.15	0.127	<input type="checkbox"/>	1,600
91:	P-25	91 P-25	7	J-24	J-25	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0	0.01	0.000	<input type="checkbox"/>	700
92:	P-26	92 P-26	6	J-24	J-26	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	1	0.03	0.005	<input type="checkbox"/>	600
93:	P-27	93 P-27	7	J-24	J-27	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	3	0.10	0.054	<input type="checkbox"/>	700
94:	P-28	94 P-28	11	J-27	J-28	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	1	0.03	0.006	<input type="checkbox"/>	1,100
95:	P-29	95 P-29	6	J-27	J-29	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	2	0.06	0.022	<input type="checkbox"/>	600
96:	P-30	96 P-30	6	J-29	J-30	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	1	0.04	0.010	<input type="checkbox"/>	600
97:	P-22	97 P-22	7	J-21	J-22	200.0	PVC	150.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	1	0.04	0.010	<input type="checkbox"/>	700
102:	P-33	102 P-33	1	R-1	PMP-1	250.0	Galvanized i	120.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	50	1.02	5.000	<input type="checkbox"/>	90
116:	P-35	116 P-35	1	PMP-1	PRV-1	250.0	Galvanized i	120.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	50	1.02	5.012	<input type="checkbox"/>	65
117:	P-36	117 P-36	5	PRV-1	J-1	250.0	Galvanized i	120.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	50	1.02	4.999	<input type="checkbox"/>	545

32 of 32 elements displayed

Sumber : Simulasi WaterCAD V8i

### Gambar 4.7. Hasil Analisa Pipa Watercad V8i Kondisi Eksisting

Hasil simulasi aliran pipa pada kondisi eksisting pada pukul 0.00 di atas diketahui bahwa *headloss gradient* masih memenuhi kriteria perencanaan. Adanya perbedaan kecepatan tiap pipa disebabkan oleh kapasitas debit yang dialirkan oleh sumber dan juga diameter pipa.

Untuk mencocokkan hasil simulasi menggunakan *software* dengan perhitungan secara manual dilakukan perhitungan *headloss gradient* dan kecepatan di pipa P-11 pada jam 00.00.

Contoh perhitungan *headloss gradient* dan kecepatan di pipa P-11 :

Diketahui :

- Panjang pipa = 1800 m
- Debit = 36,59 liter/detik
- Chw = 150
- Diameter pipa = 200 mm = 0,200 m

Penyelesaian :

$$K = \frac{(10,657 \times L)}{Chw^{1,85} D^{4,87}} = \frac{(10,657 \times 1800)}{150^{1,85} 0,200^{4,87}} = 4582,71$$

$$Hf = k.Q^{1,85} = 4582,71 \times (9,15 \times 10^{-3})^{1,85} = 0,776 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Headloss Gradient} &= hf/L \\ &= 0,776/1800 \\ &= 0,000043 \text{ m/m} = 0,043 \text{ m/km} \approx 0,041 \text{ m/km} \end{aligned}$$

$$Vi = 0,85 Chw.Ri^{0,63} .Sf^{0,54}$$

$$\begin{aligned} Sf &= hf/L & Ri &= D/4 \\ &= 0,776/1800 & &= 0,200/4 \\ &= 0,000043 \text{ m/m} & &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vi &= 0,85.Chw.Ri^{0,63} .Sf^{0,54} \\ &= 0,85.150.0,05^{0,63}.0,000043^{0,54} \\ &= 0,084 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan secara manual didapat *headloss gradient* sebesar 0,041 m/km dan kecepatan sebesar 0,084 m/s, hasil tersebut sama dengan simulasi menggunakan *software watercad v8i*. Selengkapnya akan disajikan pada lampiran.

