

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Primer

Survey dan pengambilan data mengenai keadaan lokasi pemukiman dan medan pada lokasi penelitian dilakukan di Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka, Desa Dafala, Kecamatan Tasifeto Timur, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur yang nantinya digunakan untuk penentuan jalur pendistribusian air bersih dan penempatan hidran umum. Data dapat dilihat pada lampiran I-1.

4.1.2 Data Sekunder

4.1.2.1 Data Debit Mata Air

Data debit mata air digunakan untuk menganalisis jumlah ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat Dusun Dubasa B, Webua A, dan Buburlaka, Desa Dafala, Kecamatan Tasifeto Timur, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur. Data debit mata air yang digunakan diambil dari data PT. Jasa Patria Gunatama Engineering Konsultan. Data dapat dilihat pada lampiran I-2b.

4.1.2.2 Data Penduduk

Data penduduk digunakan untuk menganalisis jumlah kebutuhan air bagi masyarakat Dusun Dubasa B, Webua A, dan Buburlaka yang disesuaikan dengan jumlah air atau debit air yang ada. Data penduduk juga digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan penduduk Dusun Dubasa B, Webua A, dan Buburlaka yang memungkinkan dilayani oleh mata air We Totan baik sekarang maupun masa yang akan datang. Data penduduk yang digunakan adalah data penduduk Dusun Dubasa B, Webua A, dan Buburlaka, Desa Dafala, Kecamatan Tasifeto Timur, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur, tahun 2009 - 2018 yang diambil dari Kantor Desa Dafala, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur. Data dapat dilihat pada lampiran I-3.

4.1.2.3 Peta Topografi Desa

Peta topografi desa digunakan untuk mengetahui tata letak Dusun Dubasa B, Webua A, dan Buburlaka dan sebagai pendukung dalam penentuan jalur pipa suatu sistem jaringan distribusi pipa air bersih. Data dapat dilihat pada lampiran III.

4.2 Analisis

Beberapa tahapan dalam analisis perencanaan sistem jaringan air bersih pada Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka, Desa Dafala, Kecamatan Tasifeto Timur, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur yaitu :

1. Proyeksi jumlah penduduk 10 tahun mendatang.
2. Perhitungan kebutuhan air bersih.
3. Perhitungan jaringan air bersih.

4.2.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk menentukan kebutuhan air bersih masa mendatang pada Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka, perlu terlebih dahulu diperhatikan keadaan pertumbuhan penduduk yang ada pada saat ini dan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang. Dalam perencanaan ini, proyeksi jumlah penduduk direncanakan untuk 10 tahun yang akan datang yaitu dari Tahun 2020 sampai tahun 2029. Data jumlah penduduk yang digunakan untuk menghitung rata-rata pertumbuhan penduduk adalah data jumlah penduduk 10 tahun terakhir yaitu dari Tahun 2010 sampai dengan tahun 2019. Perhitungan proyeksi penduduk pada 10 tahun yang akan datang menggunakan metode Geometrik, metode Aritmatik dan metode Eksponensial. Berikut data jumlah penduduk pada Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka Tahun 2010 - 2019 pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah penduduk Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka pada 10 Tahun terakhir

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2010	359
2	2011	367
3	2012	382
4	2013	387
5	2014	394
6	2015	398
7	2016	497
8	2017	503
9	2018	505
10	2019	509

Sumber: Badan Pengurus Statistik Desa Dafala

Selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat pertambahan penduduk untuk menentukan berapa tingkat pertambahan penduduk pada 10 tahun terakhir. Metode perhitungan tingkat pertambahan penduduk yang digunakan adalah Metode Geometrik, Metode Aritmatika dan Metode Regresi Eksponensial yang kemudian dicari nilai standar deviasi. Nilai standar deviasi terkecil dalam perhitungan tingkat pertambahan penduduk ini kemudian dipakai untuk menghitung jumlah pertambahan penduduk pada 10 Tahun kedepan.

Rata-rata pertambahan penduduk (r) pada 10 tahun terakhir sebagai berikut

1. Selisih Jumlah Penduduk Per Tahun

2010-2011	=	367	-	359	=	8 Jiwa
2011-2012	=	382	-	367	=	15 Jiwa
2012-2013	=	382	-	387	=	5 Jiwa
2013-2014	=	387	-	394	=	7 Jiwa
2014-2015	=	398	-	394	=	4 Jiwa
2015-2016	=	497	-	398	=	99 Jiwa
2016-2017	=	503	-	497	=	6 Jiwa
2017-2018	=	505	-	503	=	2 Jiwa
2018-2019	=	509	-	505	=	4 Jiwa

2. Perosentase Tingkat Pertambahan Penduduk

2010-2011=	$\frac{8}{359} \times 100\%$	=	2,228 %
2011-2012=	$\frac{15}{367} \times 100\%$	=	4,087 %
2012-2013=	$\frac{5}{382} \times 100\%$	=	1,309 %
2013-2014=	$\frac{7}{387} \times 100\%$	=	1,809 %
2014-2015=	$\frac{4}{394} \times 100\%$	=	1,015 %
2015-2016=	$\frac{2}{398} \times 100\%$	=	0,503 %
2016-2017=	$\frac{6}{497} \times 100\%$	=	1,207 %
2017-2018=	$\frac{2}{503} \times 100\%$	=	0,398 %

$$2018-2019 = \frac{4}{505} \times 100\% = 0,792 \%$$

3. Rata-Rata Prosentase Tingkat Pertambahan Penduduk Tahun 2010-2019

$$r = \frac{(2,228 + 4,087 + 1,309 + 1,809 + 1,015 + 0,503 + 1,207 + 0,398 + 0,792)}{9}$$

$$= 1,395 \%$$

a. Metode Geometrik

Perhitungan tingkat pertambahan penduduk dengan menggunakan metode geometrik dihitung berdasarkan persamaan 2.1. Contoh perhitungan tingkat pertambahan penduduk Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka tahun 2010.

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun rencana.

P_o = Jumlah penduduk pada tahun awal.

r = Laju pertumbuhan penduduk.

n = Jumlah interval waktu.

Perhitungan pertumbuhan jumlah penduduk dengan metode geometrik

$$P_{10} = P_{19} (1 + r)^{(T_{10}-T_{19})}$$

$$P_{10} = 509 \times \left(1 + \frac{1,395}{100}\right)^{(2010-2019)}$$

$$= 449 \text{ Jiwa}$$

Selengkapnya hasil perhitungan tingkat pertambahan penduduk metode geometrik dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan tingkat pertambahan penduduk metode geometrik

No	Tahun	Penduduk (Jiwa)
1	2010	449
2	2011	456
3	2012	462
4	2013	468
5	2014	475

6	2015	482
7	2016	488
8	2017	495
9	2018	502
10	2019	509

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Metode Aritmatika

Perhitungan tingkat pertambahan penduduk berdasarkan persamaan 2.2 proyeksi jumlah penduduk metode aritmatika. Contoh perhitungan selisi jumlah penduduk Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka tahun 2010.

$$P_n = P_o - Ka (T_n - T_o)$$

$$Ka = \frac{(P_2 - P_1)}{(T_2 - T_1)}$$

Dimana :

- P_n = Jumlah penduduk pada tahun rencana
- P_o = Jumlah penduduk pada tahun awal
- T_n = Tahun rencana
- T_o = Tahun dasar
- K_a = Konstanta Aritmetika
- P₁ = Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun pertama
- P₂ = Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir
- T₁ = Tahun pertama yang diketahui
- T₂ = Tahun terakhir yang diketahui

Perhitungan tingkat pertambahan penduduk dengan metode aritmatik

$$\begin{aligned}
 Ka &= \frac{(P_2 - P_1)}{(T_2 - T_1)} \\
 &= \frac{(509 - 359)}{(2019 - 2010)} \\
 &= 17 \text{ Jiwa/Tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_{19} - Ka (T_{19} - T_{10}) \\
 &= 509 - 17 \times (2019 - 2010) \\
 &= 359 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

Selengkapnya hasil perhitungan tingkat pertambahan penduduk metode aritmatika dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan tingkat pertambahan penduduk metode aritmatika

No	Tahun	Penduduk (Jiwa)
1	2010	359
2	2011	367
3	2012	382
4	2013	387
5	2014	394
6	2015	398
7	2016	497
8	2017	503
9	2018	505
10	2019	509

Sumber : Hasil Perhitungan

c. Metode Eksponensial

Perhitungan tingkat pertambahan penduduk berdasarkan persamaan 2.3 dan 2.4 proyeksi tingkat pertambahan penduduk metode Eksponensial. Contoh perhitungan tingkat pertambahan penduduk Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka tahun 2010.

$$P_t = P_o \times e^{rt}$$

$$r = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_o} \right)$$

Harga e = 2,7182818

Dimana :

P_t = Jumlah penduduk pada tahun t.

P_o = Jumlah penduduk tahun awal

e = Konstanta.

r = Laju pertumbuhan penduduk.

t = Jumlah penduduk pada tahun t.

Perhitungan tingkat pertambahan penduduk dengan metode Eksponensial.

$$r = \frac{1}{2019-2010} \ln \left(\frac{P_{2010}}{P_{2019}} \right)$$

$$= \frac{1}{10} \ln \left(\frac{359}{509} \right)$$

$$= -0,0349$$

$$Pt = 509 \times 2,7182818^{(-0,0349 \times 10)}$$

$$= 359 \text{ jiwa}$$

Selengkapnya hasil perhitungan tingkat pertumbuhan penduduk metode eksponensial dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan tingkat pertumbuhan penduduk metode eksponensial

No	Tahun	Penduduk (Jiwa)
1	2010	359
2	2011	367
3	2012	382
4	2013	387
5	2014	394
6	2015	398
7	2016	497
8	2017	503
9	2018	505
10	2019	509

Sumber : Hasil Perhitungan

d. Standar deviasi

Untuk menentukan metode proyeksi jumlah penduduk yang paling mendekati kebenaran, terlebih dahulu perlu dihitung nilai standar deviasi dari hasil perhitungan ketiga metode diatas berdasarkan persamaan 2.8.

$$(SD) = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{x})^2}{n}} \text{ dimana } n < 20$$

Hasil perhitungan standar deviasi dari ketiga metode perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4.5 Standar deviasi pertumbuhan penduduk dari hasil perhitungan metode geometrik

Tahun	Tahun Ke	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Hasil Perhitungan Geometrik (xi)	(xi-x)	(xi-x) ²
2010	1	359	449	19	370
2011	2	367	456	25	650
2012	3	382	462	32	1015
2013	4	387	468	38	1467
2014	5	394	475	45	2010
2015	6	398	482	51	2648
2016	7	497	488	58	3385
2017	8	503	495	65	4224
2018	9	505	502	72	5169
2019	10	509	509	79	6225
Jumlah		4301	-	-	27162
x Rata-Rata		430	-	-	-
Nilai SD		-	-	-	52

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.6 Standar deviasi pertumbuhan penduduk dari hasil perhitungan metode aritmatik

Tahun	Tahun Ke	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Hasil Perhitungan Aritmatik (xi)	(xi-x)	(xi-x) ²
2010	1	359	359	-71	5055
2011	2	367	367	-63	3982
2012	3	382	382	-48	2314
2013	4	387	387	-43	1858
2014	5	394	394	-36	1303
2015	6	398	398	-32	1030
2016	7	497	497	67	4476
2017	8	503	503	73	5314
2018	9	505	505	75	5610
2019	10	509	509	79	6225
Jumlah		4301	-	-	37167
x Rata-Rata		430	-	-	-
Nilai SD		-	-	-	61

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.7 Standar deviasi pertumbuhan penduduk dari hasil perhitungan metode eksponensial

Tahun	Tahun Ke	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Hasil Regresi Eksponensial (xi)	(xi-x)	(xi-x) ²
2010	1	359	359	-71	5055
2011	2	367	367	-63	3982
2012	3	382	382	-48	2314
2013	4	387	387	-43	1858
2014	5	394	394	-36	1303
2015	6	398	398	-32	1030
2016	7	497	497	67	4476
2017	8	503	503	73	5314
2018	9	505	505	75	5610
2019	10	509	509	79	6225
Jumlah		4301	-	-	37167
x Rata-Rata		430	-	-	-
Nilai SD		-	-	-	61

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari ketiga metode diatas ternyata metode perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang menghasilkan nilai standar deviasi terkecil adalah metode Geometrik dengan nilai 52. Sehingga untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk pada Dusun Dubasa B, Dusun Webua A, dan Dusun Buburlaka untuk 10 Tahun mendatang dipakai metode Geometrik.

e. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Geometrik

Menghitung besar jumlah penduduk sampai dengan tahun yang direncanakan yaitu 10 tahun dengan metode Geometrik. Contoh perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk pada Tahun 2020 sebagai berikut :

Jumlah penduduk dari tiga desa pada tahun 2019 (Po)= 509 Jiwa

Umur perencanaan = 10 Tahun

Rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun (r) = 1.395 %

Perhitungan proyeksi penduduk metode geometrik pada tahun 2020 :

$$P_{20} = P_{19} (1 + r)^n$$

$$P_{20} = 509 \times \left(1 + \left(\frac{1,395}{100} \right) \right)^{(2020-2019)}$$

$$= 516 \text{ Jiwa}$$

Jadi perhitungan proyeksi penduduk pada tahun 2020 = 516 jiwa.

Perhitungan proyeksi penduduk metode geometrik pada tahun 2029 :

$$P_{29} = P_{19} (1 + r)^n$$

$$P_{29} = 509 \times \left(1 + \left(\frac{1,395}{100} \right) \right)^{(2029-2019)}$$

$$= 580 \text{ Jiwa}$$

Jadi perhitungan proyeksi penduduk pada tahun 2029 = 580 jiwa.

Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan metode geometrik pada 10 tahun mendatang dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Proyeksi penduduk dengan metode geometrik untuk 10 tahun mendatang

No	Tahun	Jumlah Penduduk Rencana (Jiwa)
1	2019	509
2	2020	516
3	2021	523
4	2022	530
5	2023	537
6	2024	545
7	2025	552
8	2026	559
9	2027	566
10	2028	573
11	2029	580

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.2 Proyeksi Kebutuhan Air

Tingkat pemakaian air bersih masyarakat untuk ketiga dusun difokuskan pada air rumah tangga (domestik) terutama untuk air minum, memasak, mandi, dan bersih-bersih. Kebutuhan air bersih untuk ketiga dusun tidak direncanakan untuk Sambungan Rumah (SR), tetapi lebih pada perencanaan kebutuhan Hidran Umum (HU). Berdasarkan Tabel 2.3 kriteria perencanaan sektor air bersih (Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000), ketiga dusun masuk dalam kriteria pedesaan karena jumlah penduduk kurang dari 20.000 jiwa. Berikut contoh perhitungan kebutuhan air bersih dengan persamaan 2.8, 2.9, 2.10 dan 2.11 untuk ketiga dusun pada Tahun 2029 :

Jumlah penduduk Tahun 2029 (<i>Tabel 4.8</i>)	= 580 Jiwa
Jumlah penduduk terlayani	= 580 Jiwa
Kebutuhan domestik	
Prosentase hidran umum (HU)	= 100 %
Jumlah jiwa per HU (<i>Tabel 2.3</i>)	= 200 Jiwa
Jumlah HU	= $\frac{580}{200}$
	= 3 Unit
Pemakaian air (<i>Tabel 2.3</i>)	= 30 lt/org/hr
Kebutuhan air	= $\frac{580 \times 30}{86400}$
	= 0,201 lt/det
Kehilangan air (20 %) (<i>Tabel 2.3</i>)	= 20 % x 0,201
	= 0,040 lt/det
Kebutuhan air total	= 0,201 + 0,040
	= 0,241 lt/det
Faktor hari maksimum (<i>Tabel 2.3</i>)	= 1,1 x 0,241
	= 0,266 t/det
Faktor jam puncak (<i>Tabel 2.3</i>)	= 1,5 x 0,266
	= 0,399 lt/det
Kapasitas yang dibutuhkan	= 0,399 lt/det
Kebutuhan debit per HU	= $\frac{0,399}{3}$
	= 0,133 lt/det

Perhitungan lebih lengkap untuk kebutuhan air bersih untuk ketiga dusun dari tahun 2019 – 2029 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Kebutuhan air bersih untuk ketiga dusun tahun 2019-2029

No	Uraian	Satuan	Tahun										
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
A.	Pelayanan Penduduk												
1.	Jumlah Penduduk	Jiwa	509	516	523	530	537	545	552	559	566	573	580
B.	Kebutuhan Domestik												
1.	Hidran Umum (HU)												
	- Penduduk Terlayani	Jiwa	509	516	523	530	537	545	552	559	566	573	580
	- Jumlah Jiwa per HU	Jiwa/HU	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	- Jumlah HU	Unit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- Pemakaian Air	l/h	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	- Kebutuhan Air	lt/det	0.177	0.179	0.182	0.184	0.187	0.189	0.192	0.194	0.196	0.199	0.201
C.	Kehilangan Air (20%)	lt/det	0.035	0.036	0.036	0.037	0.037	0.038	0.038	0.039	0.039	0.040	0.040
D.	Kebutuhan Rata-rata	lt/det	0.212	0.215	0.218	0.221	0.224	0.227	0.230	0.233	0.236	0.239	0.242
E.	Faktor Hari Maksimum	lt/det	0.233	0.237	0.240	0.243	0.246	0.250	0.253	0.256	0.259	0.263	0.266
F.	Faktor Jam Puncak	lt/det	0.350	0.355	0.360	0.365	0.369	0.374	0.379	0.384	0.389	0.394	0.399
G.	Kapasitas Yang Dibutuhkan	lt/det	0.350	0.355	0.360	0.365	0.369	0.374	0.379	0.384	0.389	0.394	0.399
H.	Kebutuhan Debit Tiap HU	lt/det	0.117	0.118	0.120	0.122	0.123	0.125	0.126	0.128	0.130	0.131	0.133

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya dihitung kebutuhan debit tiap dusun dari ketiga dusun tersebut, data yang diperlukan berupa data penduduk tiap – tiap dusun tahun 2019, berikut contoh perhitungan kebutuhan debit tiap dusun :

Tabel 4.10 Jumlah Penduduk Tahun 2019

No	Dusun	Penduduk
1	Dubasa B	139
2	Webua A	175
3	Buburlaka	195
Jumlah		509

Sumber : Badan Pengurus Statistik Desa Dafala

Contoh perhitungan untuk dusun Dubasa B 10 tahun kedepan

$$r \text{ 10 tahun} = 1,395 \times 10$$

$$= 13,95 \%$$

$$p \text{ 10 tahun} = 139 + (139 \times (13,95/100))$$

$$= 158 \text{ jiwa}$$

$$\text{Cakupan pelayanan} = 158 \text{ jiwa}$$

$$\text{Jumlah HU} = P10 : 200$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$Q \text{ Total} = 0.105 \times 1$$

$$= 0.105 \text{ l/d}$$

Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11 Perhitungan Kebutuhan Air Tiap Dusun Tahun 2029

No	Dusun	Penduduk	r 10 Tahun %	P 10 Tahun	Cakupan pelayanan (jiwa)	Jumlah HU (unit)	Q Total(l/d)	Q lt/det
1	Dubasa B	139	13.9510	158	158	1	0.133	0.266
2	Webua A	175	13.9510	199	199	1	0.133	
3	Buburlaka	195	13.9510	222	222	1	0.133	0.133
Jumlah		509		580	580	3	0.399	0.399

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3 Perencanaan Jaringan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem jaringan air bersih ini digunakan kemampuan model hidraulik untuk mendapatkan hasil berupa dimensi pipa yang digunakan dan sisa tekanan yang diijinkan pada tiap penyediaan distribusi yaitu diatas 10 m (Tabel 2.3). Elevasi letak bangunan pelengkap dan panjang pipa diperoleh dari peta kontur ketiga dusun. Setelah menghitung besar kebutuhan air bersih untuk ketiga dusun, maka dilakukan analisis hidrolika terhadap sistem jaringan pipa. Untuk model pengaliran air bersih direncanakan dengan sistem gravitasi. Dengan menggunakan program *microsoft excel* dapat direncanakan diameter pipa yang digunakan serta sisa tekanan. Pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pipa HDPE. Jenis serta ukuran pipa HDPE yang dipakai dalam sistem perpipaan pedesaan ini disajikan dalam Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Jenis serta ukuran pipa HDPE

PE 80 (PN10)			
Panjang (m)	NOD (mm)	Tebal Minimum Dinding	Inside Diameter (mm)
200	20	1.6 mm	16.7
200	25	1.9 mm	21.1
200	32	2.4 mm	27.0
150	40	3.0 mm	33.8
150	50	3.7 mm	42.3
100	63	4.7 mm	53.2
100	75	5.5 mm	63.6
100	90	6.6 mm	76.3

Sumber : CWSSP, 2005

Berikut contoh perhitungan analisis hidrolika sistem perpipaan jaringan air bersih Desa Dafala dengan debit pengaliran untuk perencanaan 3 HU adalah 0,133 lt/det untuk ruas pipa transmisi dan distribusi menggunakan persamaan Hazen William dengan jenis pipa yang digunakan adalah HDPE.

- a. Perhitungan kecepatan aliran dan kehilangan tekanan per 100 m

Perhitungan kecepatan aliran dan kehilangan tekanan per 100 m menggunakan persamaan 2.17 dan 2.18

$$\text{Debit pengaliran} = 0,133 \text{ lt/det (Tabel 4.11 kebutuhan air bersih tiap dusun tahun 2029)}$$

Diameter pipa (HDPE)	= NOD 32 mm
Diameter pipa bagian dalam (HDPE)	= ID 27,0 mm (<i>Tabel 4.12</i>)
Koefisien Hazen William (HDPE)	= 120 (<i>Tabel 2.5.</i>)

Perhitungan kecepatan aliran dalam pipa (*Velocity*) persamaan 2.17

$$v = \frac{(Q/1000)}{(1/4) \times (3,14) \times (D/1000)^2}$$

$$v = \frac{(0,133/1000)}{(1/4) \times (3,14) \times (27,0/1000)^2} = 0.232 \text{ m/det}$$

Perhitungan kehilangan tekanan per 100 m (*Headloss/100m*) persamaan 2.18

$$h = 1090 \cdot Q^{1,85} / D^{4,87} \cdot C^{1,85}$$

$$h = \frac{1090 \times (0,133/1000)^{1,85}}{(27,0/1000)^{4,87} \times 120^{1,85}} = 0.456 \text{ m}$$

Perhitungan lebih lengkap untuk kecepatan aliran dalam pipa dan kehilangan tekanan per 100 m dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan Headloss (Pipa Polyethylene: PE) Desa Dafala

																PE80 PN10	
Flow Rate L/s	Diameter																
	NOD 20 ID 16.7 mm		NOD 25 ID 21.1 mm		NOD 32 ID 27. mm		NOD 40 ID 33.8 mm		NOD 50 ID 42.3 mm		NOD 63 ID 53.2 mm		NOD 75 ID 63.6 mm		NOD 90 ID 76.3 mm		
	Velocity m/s	Headloss m/100m	Velocity m/s	Headloss m/100m	Velocity m/s	Headloss m/100m	Velocity m/s	Headloss m/100m	Velocity m/s	Headloss m/100m	Velocity m/s	Headloss m/100m	Velocity m/s	Headloss m/100m	Velocity m/s	Headloss m/100m	
0.133	0.607	4.736	0.380	1.516	0.232	0.456	0.148	0.153	0.095	0.051	0.060	0.017					
0.266			0.761	5.467	0.465	1.645	0.296	0.551	0.189	0.185	0.120	0.061	0.084	0.025			
0.133			0.380	1.516	0.232	0.456	0.148	0.153	0.095	0.051	0.060	0.017	0.042	0.007			
0.399					0.697	3.483	0.445	1.167	0.284	0.391	0.179	0.128	0.126	0.054	0.087	0.022	
3.000					5.240	145.504	3.343	48.729	2.135	16.343	1.350	5.351	0.944	2.243	0.656	0.924	

Sumber : Hasil hitungan

Kriteria perencanaan menggunakan pipa HDPE (Priyanto Dkk, 2011)

- Kecepatan aliran pada pipa *High Density Poly Ethylene* (HDPE) maksimum (*Velocity*) = 3,0 m/det. Apabila kecepatan aliran pipa HDPE lebih besar dari 3,0 m/det maka akan mengakibatkan keausan pipa.
- Kecepatan aliran pada pipa *High Density Poly Ethylene* (HDPE) minimum (*Velocity*) = 0,2 m/det. Apabila kecepatan aliran pipa HDPE lebih kecil dari 0,2 m/det maka akan mengakibatkan endapan pada dinding pipa.
- Tekanan kerja pada pipa *High Density Poly Ethylene* (HDPE) = PN (*Preassure Nominal*) yaitu daya tahan tekanan pipa. Namun apabila tekanan kerja pada pipa HDPE lebih besar dari PN maka akan mengakibatkan pipa patah atau terputus.

b. Perhitungan Sisa Tekanan Dan Penentuan Diameter Pipa (Sistem Gravitasi)

Perhitungan sisa tekanan pada perencanaan ini mengacu pada tabel 2.3. kriteria perencanaan sektor air bersih (Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000) yaitu sisa tekanan penyediaan distribusi minimal adalah 10 m. Untuk tetap mempertahankan sisa tekanan tersebut, maka pemilihan diameter pipa yang digunakan harus tepat agar sisa tekanan penyediaan distribusi berada diatas 10 m.

1. Sistem Gravitasi Jaringan Transmisi Dusun Dubasa B, Webua A Dan Buburlaka

Berikut contoh perhitungan hilang tinggi tekanaan besar dan hilang tinggi tekanan kecil pada jaringan transmisi sebagai berikut :

Kehilangan tinggi tekanan besar jaringan transmisi

Contoh perhitungan tinggi tekanan besar pada patok P0-P1 jaringan transmisi menggunakan persamaan 2.19, 2.25, dan 2.26 dengan data sebagai berikut :

Debit pengaliran	: 0,399 lt/det (<i>Tabel 4.10</i>)
<i>Headloss</i> /100 m (dicoba pipa NOD 90)	: 0,02 m (<i>Tabel 4.14 lihat debit pengaliran 0,399 lt/det</i>)
Jarak P0 - P1	: 25 m
Elevasi P0	: 501,342 m (<i>Elevasi pada intake</i>)
Elevasi P1	: 497,389 m
HGL P0	: 501,342 m

Perhitungan *headloss Mayor*. persamaan 2.19

$$HL_{Mayor} = \left(\frac{HL}{100} \right) \times Jarak$$

$$HL_{Mayor} = \left(\frac{0,02}{100}\right) \times 25 = 0,006 \text{ m}$$

$$HL_{Minor} = 0, \text{ maka } HL_{total} = 0,006$$

Perhitungan *Hydraulic Grade Line* (Garis tinggi hidrolis). persamaan 2.25

$$HGL_{P1} = HGL_{P0} - HL_{Total}$$

$$HGL_{P1} = 501,342 - 0,006 = 501,336 \text{ m}$$

Perhitungan *Residual Head* (Sisa tekanan). persamaan 2.26

$$RH = HGL_{P1} - Elevasi_{P1}$$

$$RH = 501,336 - 497,389 = 3.947 \text{ m}$$

Sisa tekanan dari titik P0 ke titik P1 adalah 3.947 m. Dalam hal ini sisa tekanan kurang dari 10 m tidak berpengaruh karena yang ditekankan adalah sisa tekanan pada saat pembagian ke tiap hidran umum harus lebih besar atau sama dengan 10 m.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam perhitungan sisa tekanan adalah hasil perhitungan sisa tekanan tidak boleh mendapatkan hasil negatif karena aliran dalam pipa tidak dapat berjalan. Jika sisa tekanan mendapatkan hasil negatif maka dicoba mengganti diameter pipa berdasarkan perhitungan pada (Tabel 4.13.). Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran II-1

Berikut adalah rekapitulasi dimensi pipa pada jaringan transmisi berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran II-1.

Tabel 4.14 Rekapitulasi dimensi pipa jaringan transmisi desa Dafala

Patok	Panjang	Diameter Pipa HDPE		Debit
	(m)	(mm)	(inchi)	(lt/det)
P0 – P158	3950	90	3,5	0.399

Sumber : Hasil hitungan

2) Sistem Gravitasi Jaringan Distribusi Dusun Dubasa B, Webua A Dan Buburlaka

Selanjutnya dilakukan perhitungan sisa tekanan dan penentuan jenis pipa jaringan distribusi secara gravitasi. Dalam perhitungan ini harus diperhatikan pembagian debit serta sisa tekanan secara merata pada setiap hidran umum.

Berikut contoh perhitungan sisa tekanan dan penentuan jenis pipa pada jaringan pipa distribusi dusun Dubasa B menggunakan persamaan 2.19, 2.23, 2.24, 2.25, dan 2.26 :

$$\text{Debit pengaliran} \quad \quad \quad : 0,399 \text{ lt/det (Tabel 4.10)}$$

Debit Keluar	: 0.133 lt/det (<i>Tabel 4.10 debit per HU Tahun 2029</i>)
Debit pengaliran lanjutan	: 0,399 – 0.133 = 0,266 lt/det
Headloss /100 m (dicoba pipa NOD 63)	: 0,061 m (<i>Tabel 4.14 lihat debit pengaliran 0.266 lt/det</i>)
Jarak P11 - Tee 1	: 25 m
HGL P11	: 418,296 m
Elevasi P11	: 408,000 m
Elevasi Tee 1	: 407,917 m (<i>Hidran Umum 1</i>)

Perhitungan *mayor headloss*. Persamaan 2.19

$$HL_{Mayor} = \left(\frac{HL}{100} \right) \times Jarak$$

$$HL_{Mayor} = \left(\frac{0,061}{100} \right) \times 25 = 0,01525 \text{ m}$$

Perhitungan *minor headloss*. Persamaan 2.23

$$HL_{Minor} = k_c \frac{V_2^2}{2g}$$

$$HL_{Minor} = 0,15 \frac{0,18^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,00025 \text{ m}$$

Perhitungan *total headloss*. Persamaan 2.24

$$HL_{Total} = HL_{Mayor} + HL_{Minor}$$

$$HL_{Total} = 0,01525 + 0,00025$$

$$= 0,01550 \text{ m}$$

Perhitungan *minor headloss* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran II-4

Perhitungan *Hydraulic Grade Line / Garis tinggi hidrolis*. persamaan 2.25

$$HGL_{Tee 1} = HGL_{p11} - HL_{Total}$$

$$HGL_{Tee 1} = 418,296 - 0,01550 = 418,280 \text{ m}$$

Perhitungan *Residual Head / Sisa tekanan*. persamaan 2.26

$$RH = HGL_{Tee 1} - Elevasi_{Tee 1}$$

$$RH = 418,280 - 407,917 = 10,363 \text{ m}$$

Pada perhitungan pada pembagian ke hidran umum 1 sisa tekanan yang didapat adalah 10,363 m. Sisa tekanan pada pembagian ke hidran umum 1 memenuhi kriteria perencanaan sektor air bersih (Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000) yaitu sisa tekanan penyediaan distribusi lebih besar dari 10 meter. Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran II-2.

Berikut contoh perhitungan sisa tekanan dan penentuan jenis pipa pada jaringan pipa distribusi dusun Webua A menggunakan persamaan 2.19, 2.23, 2.24, 2.25, dan 2.26 :

Debit pengaliran	: 0,266 lt/det (Tabel 4.10)
Debit Keluar	: 0.133 lt/det (Tabel 4.10 debit per HU Tahun 2029)
Debit pengaliran lanjutan	: 0,266 – 0.133 = 0,133 lt/det
Headloss /100 m (dicoba pipa NOD 50)	: 0,051 m (Tabel 4.14 lihat debit pengaliran 0,133 lt/det)
Jarak P34 - Tee 2	: 25 m
Elevasi P34	: 403,485 m
HGL P34	: 417,992 m
Elevasi Tee 2	: 403,423 m (Hidran Umum 2)

Perhitungan *major headloss* total. Persamaan 2.19

$$HL_{Major} = \left(\frac{HL}{100} \right) \times Jarak$$

$$HL_{Major} = \left(\frac{0,051}{100} \right) \times 25 = 0,01282 \text{ m}$$

Perhitungan *minor headloss*. Persamaan 2.19

$$HL_{Minor} = k_c \frac{V_2^2}{2g}$$

$$HL_{Minor} = 0,15 \frac{0,19^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,00027 \text{ m}$$

Perhitungan *total headloss*. Persamaan 2.24

$$HL_{Total} = HL_{Major} + HL_{Minor}$$

$$HL_{Total} = 0,01282 + 0,00027$$

$$= 0,01309 \text{ m}$$

Perhitungan *minor headloss* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran II-4.

Perhitungan *Hydraulic Grade Line / Garis tinggi hidrolis*. persamaan 2.25

$$HGL_{Tee 2} = HGL_{P34} - HL_{Total}$$

$$HGL_{Tee 2} = 417,992 - 0,01309 = 417,979 \text{ m}$$

Perhitungan *Residual Head / Sisa tekanan*. persamaan 2.26

$$RH = HGL_{Tee 2} - Elevasi_{Tee 2}$$

$$RH = 417,979 - 403,423 = 14,556 \text{ m}$$

Pada perhitungan pada pembagian ke hidran umum 3 sisa tekanan yang didapat adalah 14,556 m. Sisa tekanan pada pembagian ke hidran umum 1 memenuhi kriteria perencanaan sektor air bersih (Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000) yaitu sisa tekanan penyediaan distribusi lebih besar dari 10 meter. Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran II-2.

Berikut contoh perhitungan sisa tekanan dan penentuan jenis pipa pada jaringan pipa distribusi dusun Buburlaka menggunakan persamaan 2.19, 2.23, 2.24, 2.25, dan 2.26 :

Debit pengaliran	: 0,133 lt/det (<i>Tabel 4.10</i>)
Headloss /100 m (dicoba pipa NOD 32)	: 0,456 m (<i>Tabel 4.14 lihat debit pengaliran 0,133 lt/det</i>)
Jarak P7 - Tee 2	: 25 m
Elevasi P7	: 408,279 m
HGL P7	: 417,663 m
Elevasi Tee 3	: 406,011 m (<i>Hidran Umum 3</i>)

Perhitungan *maoyor headloss*. persamaan 2.19

$$HL_{Mayor} = \left(\frac{HL}{100} \right) \times Jarak$$

$$HL_{Mayor} = \left(\frac{0,456}{100} \right) \times 25 = 0,11409 \text{ m}$$

Perhitungan *minor headloss*. persamaan 2.19

$$HL_{Minor} = k_c \frac{V_2^2}{2g}$$

$$HL_{Minor} = 0,15 \frac{0,23^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,00055 \text{ m}$$

Perhitungan *total headloss*. persamaan 2.24

$$HL_{Total} = HL_{Mayor} + HL_{Minor}$$

$$HL_{Total} = 0,011409 + 0,00055$$

$$= 0,011464 \text{ m}$$

Perhitungan *minor headloss* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran II-4.

Perhitungan *Hydraulic Grade Line / Garis tinggi hidrolis*. persamaan 2.25

$$HGL_{Tee 2} = HGL_{P7} - HL_{Total}$$

$$HGL_{Tee 2} = 417,663 - 0,011464 = 417,549 \text{ m}$$

Perhitungan *Residual Head / Sisa tekanan*. persamaan 2.26

$$RH = HGL_{Tee 2} - Elevasi_{Tee 2}$$

$$RH = 417,549 - 406,011 = 11,538 \text{ m}$$

Pada perhitungan pada pembagian ke hidran umum 3 sisa tekanan yang didapat adalah 11,538 m. Sisa tekanan pada pembagian ke hidran umum 1 memenuhi kriteria perencanaan sektor air bersih (Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000) yaitu sisa tekanan penyediaan distribusi lebih besar dari 10 meter. Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran II-3.

Berikut adalah rekapitulasi dimensi pipa jaringan distribusi Dusun Dubasa B, Webua A Dan Buburlaka berdasarkan hasil perhitungan.

Tabel 4.15. Rekapitulasi dimensi pipa jaringan transmisi dan distribusi Dusun Dubasa B, Webua A Dan Buburlaka

Patok	Panjang	Diameter Pipa HDPE		Debit
	(m)	(mm)	(inchi)	(lt/det)
Reservoir – P158	3950	90	3.5	0,399
P158 – Tee 1	300	63	2.5	0,266
Tee 1 – Tee 2	575	50	2.0	0,133
P158 – Tee 3	200	32	1,25	0,133

Sumber : Hasil hitungan

Perhitungan sisa tekanan pada sistem jaringan transmisi dan distribusi menunjukkan bahwa sisa tekanan pada setiap titik pembagian hidran umum lebih besar dari 10 m.

Berdasarkan perhitungan sisa tekanan dan penentuan diameter pipa secara gravitasi pada jaringan transmisi dan distribusi, maka dapat dibuat gambar desain perencanaan jaringan air bersih yaitu penambahan detail diameter pipa dan jarak antara hidran umum, serta gambar desain hidran umum selanjutnya pada skema perencanaan air bersih di desa Dafala. gambar desain perencanaan jaringan air bersih desa Dafala dapat dilihat pada lampiran III.

4.4 Pembahasan

Optimalimalisasi pemanfaatan sumber mata air We Totan untuk dusun Dubasa B, Webua A, dan Buburlaka dengan ketersediaan debit mata air sebesar 3 lt/det didasarkan pada data penduduk, elevasi dan jarak.

1. Perhitungan kebutuhan air 10 tahun kedepan untuk dusun Dubasa B, Webua A, dan Buburlaka dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan yakni dari tahun 2020-2029. Data jumlah penduduk yang digunakan untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk adalah data jumlah

penduduk 10 tahun terakhir yaitu dari Tahun 2010-2019 (Tabel 4.1). Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode geometrik didapat proyeksi jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan (Tabel 4.8) dimana pertumbuhan penduduk pada tahun 2029 didapat 580 jiwa.

Jumlah penduduk Dusun Dubasa B, Webua A Dan Buburlaka pada tahun 2029 sebanyak 580 jiwa pada (Tabel 4.8) yang tergolong dalam kategori Desa (Tabel 2.3) digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik. Penyediaan air untuk hidran umum sebesar 30 l/orang/hari, hidran umum melayani 200 jiwa per hidran umum (Tabel 2.3). Berdasarkan hasil analisis kebutuhan air Dusun Dubasa B, Webua A Dan Buburlaka pada tahun 2029 dengan jumlah penduduk sebanyak 580 jiwa didapat 0,399 lt/det (Tabel 4.9) dan kebutuhan air untuk tiap dusun dari hasil hitungan didapat kebutuhan air sebesar 0,133 lt/det untuk tiap 1 hidran umum (Tabel 4.11).

2. Optimalisasi debit mata air We Totan dilakukan dengan penambahan jaringan air bersih menuju Dusun Dubasa B, Webua A Dan Buburlaka, dimana dibuat perencanaan jaringan air bersih yang didasarkan pada kondisi topografi daerah tersebut serta penyebaran penduduknya. Berdasarkan kondisi topografi Desa Dafala yang merupakan daerah perbukitan dimana sumber mata airnya yang berada didataran tinggi sedangkan pemukimannya berada pada dataran rendah, sehingga sistem pengaliran yang paling cocok digunakan yaitu sistem gravitasi langsung dari Intake yang didistribusikan kebangunan reservoir kemudian ke hidran umum.

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan jaringan air bersih dusun Dubasa B, Webua A dan Buburlaka didapat sisa tekanan dan jenis pipa untuk jaringan transmisi secara gravitasi dengan debit 0,339 lt/det menggunakan pipa HDPE diameter NOD 90 mm (3,5 inchi), panjang 3,950 m dengan sisa tekanan 82,541 m pada P158 (Perhitungan lebih detail dapat dilihat pada Lampiran II-1), dan untuk jaringan distribusi secara gravitasi pada dusun Dubasa B dengan debit 0,266 lt/det menggunakan pipa HDPE diameter NOD 63 mm (2,5 inchi), panjang 300 m dengan sisa tekanan 10,363 m pada P12 (Perhitungan lebih detail dapat dilihat pada Lampiran II-2), dusun Webua A dengan debit 0,133 lt/det menggunakan pipa HDPE 50 mm (2,0 inchi), panjang 575 m sisa tekanan 14,55 m pada P34 (Perhitungan lebih detail dapat dilihat pada Lampiran II-2), dan untuk dusun Buburlaka dengan debit 0,133 lt/det menggunakan pipa HDPE 32 mm (1,25 inchi), Panjang 200 m

dengan sisa tekanan 11,538 m pada P8 (Perhitungan lebih detail dapat dilihat pada Lampiran II-3).

Sesuai hasil hitungan pada tabel 4.9, 4.11, 4.13, dengan jumlah jiwa pada tahun 2029 sebanyak 850 jiwa dan kebutuhan air 0,339 lt/det serta sisa tekanan pada pembagian ke setiap hidran umum sebesar 10 – 100 m, semuanya terlayani secara merata sesuai kebutuhan debit air per jumlah hidran umum dengan kebutuhan air sebesar 0,133 lt/det sangat tidak terpengaruh dengan debit yang ada di sumber mata air We Totan, karena debit yang tersedia di mata air We Totan sebesar 3 lt/det.