PERENCANAAN PENINGKATAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KECAMATAN PRAYA BARAT DAYA KABUPATEN LOMBOK TENGAH

Muhammad Dzaki Nurmaksum[1], I Wayan Mundra[2], dan Sriliani Surbakti[3]

[1]*Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-gura No 2.Kota Malang*
Email: dzakimadridista@gmail.com
[2]*Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-gura No 2.Kota Malang*
Email: wayanmundra@ftsp.itn.ac.id
[3]*Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-gura No 2.Kota Malang*
Email: lianisurbakti@yahoo.com

ABSTRACT

Southwest Praya District in Central Lombok Regency faces serious problems related to limited access to clean water, this is due to drought-prone geographical conditions and suboptimal pipeline network infrastructure. The community is currently very dependent on the use of drilled wells, but in one of the areas there is water pollution, so people use other alternatives by buying gallons of water to meet the demand for clean water, as well as tank water assistance, especially in the dry season. From these problems, it is necessary to improve the clean water supply system until 2040 and evaluate the condition of the hydrolytic distribution network in Darek Village, Ranggagata Village, Ungga Village, and Pelambik Village in the hope that the community will get clean water needs free from water pollution. Therefore, the planning period will be carried out in the next 15 years. The methods used include population growth projections using arithmetic methods, years of water demand analysis based on Cipta Karya planning criteria, and distribution network simulation using WaterGEMS V8i software. The raw water source is planned to come from the Batujai Dam which is processed through the Penujak Water Treatment Plant (IPA) and pumped to the Dongak Langit Reservoir. The results of the study show that in 2040, the projected population will reach 42,425 people with a service target of 90%. The average water demand is projected at 68.94 liters/second, the maximum daily demand is 79.28 liters/second, and the demand at peak hours is 107.55 liters/second. Network simulation with WaterGEMS shows that the planned system is able to maintain the pressure at the junction and flow speed in the pipeline in accordance with the set technical standards, so that it can be a sustainable solution in meeting the needs of clean water in the study area. The results of the pipeline network simulation were obtained with a total length of 17,380 meters of pipes with 12 junction points.

Keywords: *Clean Water, Population Projection, Distribution Network, WaterGEMS, Southwest Praya.*

ABSTRAK

Kecamatan Praya Barat Daya di Kabupaten Lombok Tengah menghadapi permasalahan serius terkait keterbatasan akses air bersih, hal ini disebabkan oleh kondisi geografis rawan kekeringan dan infrastruktur jaringan perpipaan yang belum optimal. Masyarakat saat ini sangat bergantung pada penggunaan sumur bor, namun di salah satu wilayah mengalami pencemaran air, sehingga masyarakat menggunakan alternatif lain dengan membeli air galon untuk mencukupi kevutuhan air bersih, serta bantuan air tangki, terutama pada musim kemarau. Dari permasalahan tersebut di perlukan peningkatan sistem penyediaan air bersih hingga tahun 2040 dan mengevaluasi kondisi hidrolis jaringan distribusi di Desa Darek, Desa Ranggagata, Desa Ungga, dan Desa Pelambik dengan harapan masyarakat memperoleh kebutuhan air bersih bebas dari pencemaran air. Oleh sebab itu, periode perencanaan di lakukan 15 tahun mendatang. Metode yang digunakan meliputi proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan metode aritmatika , tahun analisis kebutuhan air berdasarkan kriteria perencanaan Cipta Karya , dan simulasi jaringan distribusi menggunakan perangkat lunak *WaterGEMS V8i*. Sumber air baku direncanakan berasal dari Bendungan Batujai yang diproses melalui Instalasi Pengolahan Air (IPA) Penujak dan dipompa menuju Reservoir Dongak Langit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 2040, proyeksi jumlah penduduk mencapai 42.425 jiwa dengan target pelayanan sebesar 90%. Kebutuhan air rata-rata diproyeksikan sebesar 68,94 liter/detik, kebutuhan harian maksimum 79,28 liter/detik, dan kebutuhan pada jam puncak 107,55 liter/detik. Simulasi jaringan dengan *WaterGEMS* menunjukkan bahwa sistem yang direncanakan mampu menjaga tekanan di titik simpul (*junction*) dan kecepatan aliran dalam pipa sesuai dengan standar teknis yang ditetapkan, sehingga dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih di wilayah studi. Hasil dari simulasi jaringan perpipaan di dapatkan dengan total panjang keseluruhan pipa 17.380 meter dengan 12 titik simpul (*junction*).

Kata Kunci: Air Bersih, Proyeksi Penduduk, Jaringan Distribusi, *WaterGEMS*, Praya Barat Daya

1. PENDAHULUAN

Air bersih adalah kebutuhan mendasar yang belum terpenuhi secara optimal bagi masyarakat di Kecamatan Praya Barat Daya, Kabupaten Lombok Tengah. Masalah utama yang dihadapi adalah keterbatasan akses air baku, kondisi geografis yang rawan kekeringan, serta sistem distribusi yang belum memadai. Akibatnya, masyarakat di Desa Darek, Ranggagata, Ungga, dan Pelambik sangat bergantung pada sumber air yang kurang higienis, pembelian air galon, hingga bantuan air tangki, terutama saat musim kemarau.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan perencanaan sistem penyediaan air bersih yang terintegrasi dengan memanfaatkan sumber air potensial, yaitu Bendungan Batujai. Pengembangan sistem ini ditargetkan mampu mencakup kebutuhan penduduk hingga tahun 2040.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan peningkatan sistem penyediaan air bersih dengan melakukan proyeksi pertumbuhan penduduk dan mensimulasikan jaringan distribusi menggunakan perangkat lunak *WaterGEMS V8i*. Melalui simulasi hidrolis, kinerja jaringan pipa—seperti tekanan air dan kecepatan aliran—dapat dievaluasi agar sesuai dengan standar teknis. Harapannya, hasil perencanaan ini dapat menjadi acuan bagi pemerintah daerah untuk menciptakan sistem distribusi air yang berkelanjutan, efisien, dan mampu meningkatkan taraf hidup masyarakat di Kecamatan Praya Barat Daya.

2. LANDASAN TEORI

Perkembangan Penduduk

Untuk mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat di masa yang akan datang, diperlukan adanya proyeksi pertumbuhan penduduk di suatu wilayah selama periode perencanaan. Proyeksi penduduk dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

1. Jumlah penduduk di suatu wilayah
2. Kecepatan pertumbuhan penduduk
3. Kurun waktu proyeksi

Proyeksi penduduk

Proyeksi pertumbuhan penduduk merupakan tahapan fundamental dalam perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) guna mengestimasi kebutuhan air di masa mendatang. Akurasi proyeksi ini bergantung pada jumlah penduduk eksisting, laju pertumbuhan, serta periode perencanaan yang ditetapkan. Terdapat tiga metode utama yang umum digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk, yaitu:

1. Metode Geometrik
$$Pn = P0\,(1+r)n$$
2. Metode Aritmatik
$$Pn = P0\,(1+rn)$$
3. Metode Eksponensial
$$P_n = P_0 . e^{r.n}$$

dengan :
Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)
P0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)
r = angka pertambahan penduduk (%)
n = periode tahun yang ditinjau (tahun)
e = bilangan logaritma natural (2,7182818)

Uji keseuaian metode proyeksi

Uji kesesuaian dilakukan untuk menentukan metode proyeksi penduduk yang paling tepat sebagai dasar perencanaan, yaitu dengan memilih metode yang paling akurat dalam merepresentasikan pola pertumbuhan penduduk di wilayah tersebut. Berikut uji kesesuaian yang digunakan beserta kriterianya :

1. Standar Deviasi, metode ini mengambil nilai yang terkecil
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

dengan :
S = standar deviasi
Xi = nilai varian (penduduk proyeksi)
n = jumlah data
X = nilai rata-rata

2. Koefisien Korelasi, metode ini mengambil nilai yang mendekati +1
$$r = \frac{n\,(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum_X 2) - (\sum_X)2]\; x\; [[n\,(\sum_Y 2) - (\sum_y)2\,]]}}$$

dengan :
r = Nilai koefisien korelasi
n = Banyak data
x = total penduduk daro tahun dasar ke tahun saat ini
y = total penduduk hasil proyeksi pada setiap tahunnya

Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air merupakan jumlah air yang digunakan secara wajar untuk memenuhi keperluan pokok manusia (domestik) serta aktivitas pendukung lainnya. Dalam praktiknya, pemanfaatan air oleh masyarakat tidak hanya terbatas pada sektor domestik, melainkan juga mencakup sektor industri dan fasilitas perkotaan. Besarnya konsumsi air ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti taraf hidup, tingkat pendidikan, kondisi ekonomi, dan status sosial. Oleh karena itu, dalam merencanakan sistem penyediaan air bersih, proyeksi penggunaan air beserta variasinya harus diperhitungkan secara cermat melalui beberapa tahapan berikut:

Kebutuhan air domestik

Kebutuhan domestik merupakan volume air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan fasilitas kran umum. Besarnya kebutuhan domestik ini dihitung berdasarkan rata-rata konsumsi air per orang per hari, yang nilainya disesuaikan dengan wilayah tempat tinggal penduduk. Hal ini dikarenakan setiap kategori memiliki karakteristik dan standar kebutuhan air yang berbeda-beda.

Tabel 1. Kriteria Kebutuhan Air Bersih

No	Kategori Kota	Jumlah penduduk (jiwa)	Kebutuhan air bersih (L/O/H)
1	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3 000 – 20 000	60 – 90
2	Kota kecil	20 000 – 100 000	90 – 110
3	Kota sedang	100 000 – 500 000	100 – 125
4	Kota Besar	500 000 - 1000 000	120 – 150
5	Metropolitan	>1000 000	150 - 200

(Sumber: SNI 6728.1;2015)

$$Qd = JP \; x \; S$$

Dimana :
Qd = Kebutuhan domesti (liter/detik)
JP = Jumlah penduduk yang dilayani (jiwa)
S = Standar kebutuhan air per orang (liter/orang/hari)

Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan non-domestik mencakup penyediaan air bersih di luar keperluan rumah tangga dan kran umum, seperti untuk area perkantoran, rumah ibadah, fasilitas kesehatan, serta fasilitas umum lainnya. Berdasarkan SNI 6728.1:2015, kriteria kebutuhan air non-domestik diestimasi sebesar 15% hingga 30% dari total pemakaian air domestik.

$$Q_{ND} = Snd \; x \; Qd$$

Dimana :
Qnd = Kebutuhan air non domestik (liter/detik)
Snd = standart kebutuhan air non domestik
Qd = Kebutuhan air domestik (liter/orang/hari)

Kehilangan air

Kehilangan air didefinisikan sebagai selisih antara volume air yang diproduksi dengan volume air yang berhasil disalurkan serta dikonsumsi secara resmi. Indikator ini berfungsi untuk mengukur tingkat kebocoran atau volume air bersih yang hilang selama mengalir dalam jaringan distribusi.

$$20\% \; (\; kebutuhan \; domestik + kebutuhan \; non \; domestik)$$

Fluktuasi kebutuhan air bersih

Pada umumnya, aktivitas penggunaan air oleh masyarakat di Indonesia terpusat pada pagi dan sore hari, dengan tingkat konsumsi yang jauh lebih tinggi dibandingkan waktu siang maupun malam hari. Melalui akumulasi seluruh aktivitas konsumsi selama 24 jam tersebut, nilai konsumsi rata-rata harian serta koefisien jam puncak dapat diidentifikasi. Adapun kriteria tingkat kebutuhan air bersih pada masyarakat dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air rata – rata harian *(Qrh)*
   $Q_{rh} = Q \; domestik + Q \; non \; domestik$
2. Kebutuhan air hari maksimum *(Qhm)*
   $Qh_m = F_{hm} \; x \; Q_r$
   Keterangan :
   Qh_m = Debit kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)
   F_{hm} = Faktor harian maksimum
3. Kebutuhan air jam maksimum
   $Q_{jm} = F_{jm} \; x \; Q_r$
   Keterangan:
   Q_{jm} = Debit kebutuhan air jam maksimum (liter/detik)
   F_{jm} = Faktor jam maksimum

Besarnya pemakaian air oleh masyarakat pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih tidaklah secara konstan, namun terjadi fluktuasi antara waktu yang satu dengan waktu yang lain. Dengan memasukkan faktor kehilangan air ke dalam kebutuhan dasar, maka selanjutnya disebut sebagai fluktuasi kebutuhan air. Berbagai variasi kebutuhan air bersih harian yang terjadi pada titik simpul dihitung dengan menggunakan metode pendekatan penelitian corak fluktuasi kebutuhan air bersih harian.

Tabel 2. Load Factor dari Fluktuasi

Jam	1	2	3	4	5	6
Load Factor	0,3	0,37	0,45	0,64	1,15	1,4
Jam	13	14	15	16	17	18
Load Factor	1,14	1,17	1,18	1,22	1,31	1,38
Jam	7	8	9	10	11	12
Load Factor	1,53	1,56	1,42	1,38	1,27	1,2
Jam	19	20	21	22	23	24

Load Factor	1,25	0,98	0,62	0,45	0,37	0,25

(Sumber : DPU Ditjen Cipta Karya,2000)

Hidrolika Jaringan Pipa

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. Aliran tersebut memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya (Priyantoro, 1991,p.5), yaitu:

1. Energi kinetik
2. Energi tekanan
3. Energi ketinggian

Kecepatan aliran

Kecepatan aliran dalam pipa berbeda-beda tergantung jenis pipa yang digunakan, dimana hal ini juga akan disesuaikan dengan kondisi setempat mengenai kemiringan lahan maupun adanya penambahan tekanan dari adanya pemompaan. Kecepatan tidak boleh terlalu kecil sebab dapat menyebabkan endapan dalam pipa tidak terdorong, selain itu juga diameter pipa jadi berkurang karena adanya endapan kondisi ini, dan akan membebani biaya perawatan.

Untuk menghitung kecepatan digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = A.V$$

$$Q = \frac{1}{4} . \pi . D^2 . V$$

Dengan :

Q = debit yang mengalir (m3/detik)
A = luas penampang (m2)
V = kecepatan (m/detik)

Hukum Bernoulli

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil, prinsip Bernoulli adalah tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energi ketinggian yang dapat ditulis sebagai berikut :

E_{Tot} = *Energi ketinggian + Energi kecepatan + Energi tekanan*

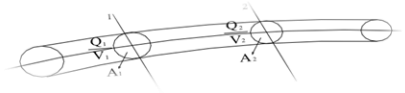
$$Tot = \mathrm{h} + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{y_w}$$

Dengan :

p = tekanan (kg/m^2)
v = kecepatan (m/det)
h = ketinggian titik tersebut dari garis referensi yang ditinjau (m)
g = percepatan gravitasi (m/det^2)
w = berat jenis air (kg/m3)

Hukum Kontinuitas

Hukum kontinuitas adalah apabila zat cat cair tak kompresibel mengalir secara kontinyu melalui pipa atau saluran terbuka, dengan tampang aliran konstan ataupun tidak konstan, maka volume zat cair yang lewat tiap satuan waktu adalah sama di semua tampang. Keadaan ini disebut dengan hukum kontinuitas aliran zat cair, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tabung aliran untuk menurunkan persamaan kontinuitas

$$A_1 \, x \, V_1 = A_2 \, x \, V_2$$

Atau

$$Q = A \, V = konstan$$

Dimana :

Q = Debit yang mengalir (m^3/detik)
A = Luas penampang (m^2)
V = Kecepatan (m/detik)

Kehilanggan Tinggi Tekan

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

1. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (Major Losses)
   Adapun besarnya kehilangan tinggi tekan mayor dalam kajian ini dihitung dengan persamaan Hazen-Williams (Bentley, 2007):

   $$Q = 0.85 \, Ch \; A \, R^{0,63} \; S^{0,54}$$

   Atau :

   $$Hf = \frac{0,675 \, L \, . \, Q^{1,852}}{C^{1,852} \, . \, D^{4,87}}$$

   Dengan:
   hf = kehilangan tinggi
   Q = debit aliran dalam pipa (m^3/dtk)
   D = Diameter pipa (m)
   L = Panjang pipa (m)
   C = koefisien gesekan Hazen Williams
   R = jari-jari pipa, dalam (m)
   S = slope/kemiringan hidraulis, dalam (m/m)

Tabel 3. Koefisien kekerasan pipa terhadap Hazen Williams

No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien *Hazen-Williams (Chw)*
1	*Asbestos Cemen*	140
2	*Brass*	130 – 140

No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien *Hazen-Williams (Chw)*
3	*Brick sewer*	100
4	*Cast iron :*	
	- New unlined	130
	- 10 years old	107 – 113
	- 20 years old	98 – 100
	- 30 years old	75 – 90
	- 40 years old	64 – 83
5	*Concrete or Concrete lined*	
	- Steel forms	140
	- Wooden forms	120
	- Sentrifugally spun	135
6	*Copper*	130 – 140
7	*Galvanized iron*	120
8	*Glass*	140
9	*Lead*	130 – 140
10	*Plastic, HDPE*	140 – 150
11	*PVC*	130 – 150
12	*Steel*	
	- Coal-tarenamel lined	145 – 150
	- New unlined	140 – 150
	- Riveted	110
13	*Tin*	130
14	*Vitrified clay (Good condition)*	110 – 140
15	*Wood stave (Average condition)*	120

Sumber : *Advanced Water Distribution Modeling and Management Bentley*

2. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (Minor Losses)

Kehilangan tinggi tekan minor semakin besar bila terjadi perlambatan kecepatan aliran di dalam pipa dibandingkan peningkatan kecepatan akibat terjadi pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisahan aliran dari bidang batas pipa.

Dengan :

h_m = kehilangan minor akibat pembesaran / pengecilan (m)
v = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/det)
g = percepatan gravitasi (m/det^2)
k = koefisien kehilangan tinggi tekan minor
Q = debit aliran pada pipa (m^3/det)

Tabel 4. Koefisien kehilangan tinggi tekan akibat belokan

Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K	Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K
Inlet		**Belokan 90°**	
Bell mounth	0,03 – 0,05	R/D = 4	0,16-0,18
Rounded	0,12-0,25	R/D = 2	0,19-0,25
Sharp Edged	0,50	R/D = 1	0,35-0,40
Projecting	0,80		
		Belokan Tertentu	
Pengecilan Tiba-tiba		θ = 15°	0,05
D2/D1 = 0,80	0,18	θ = 30°	0,10
Jenis Perubahan Bentuk Pipa	**K**	**Jenis Perubahan Bentuk Pipa**	**K**
D2/D1 = 0,50	0,37	θ = 45°	0,20
D2/D1 = 0,20	0,49	θ = 60°	0,35
		θ = 90°	0,80
Pengecilan Mengerucut			
D2/D1 = 0,80	0,05	**T (Tee)**	
D2/D1 = 0,50	0,07	Aliran searah	0,03-0,04
D2/D1 = 0,20	0,08	Aliran bercabang	0,75-1,80
Pembesaran Tiba-tiba		**Persilangan**	
D2/D1 = 0,80	0,16	Aliran searah	0,50
D2/D1 = 0,50	0,57	Aliran bercabang	0,75
D2/D1 = 0,20	0,92		
Pembesaran Mengerucut		**45° Wye**	
D2/D1 = 0,80	0,03	Aliran searah	0,30
D2/D1 = 0,50	0,08	Aliran bercabang	0,50
D2/D1 = 0,20	0,13		

Sumber : *Advanced Water Distribution Modeling and Management Bentley*

Aplikasi *WaterGEMS*

WaterGEMS merupakan perangkat lunak analisis hidraulika yang digunakan untuk mensimulasikan perilaku jaringan distribusi air bersih secara terintegrasi. Proses perhitungan pada software ini

didasarkan pada prinsip-prinsip dasar mekanika fluida, yaitu persamaan kontinuitas, persamaan energi, serta formulasi kehilangan energi pada sistem perpipaan bertekanan.

Perhitungan kehilangan energi utama pada jaringan distribusi umumnya menggunakan rumus Hazen–Williams, yang dinilai paling sesuai untuk pipa bertekanan dan aliran turbulen pada sistem distribusi air bersih. Software juga menghitung kecepatan aliran berdasarkan luas penampang pipa.

Penerapan dalam penelitian :

1) Menganalisis tekanan hidrolis
2) Menghitung kehilangan energi pada tiap segmen pipa.
3) Mengidentifikasi titik-titik kritis dengan tekanan rendah atau potensi kebocoran
4) Menyusun rekomendasi peningkatan kapasitas sistem distribusi agar pelayanan air bersih lebih optimal.

3. METODOLOGI

Tahapan Pengumpulan Data

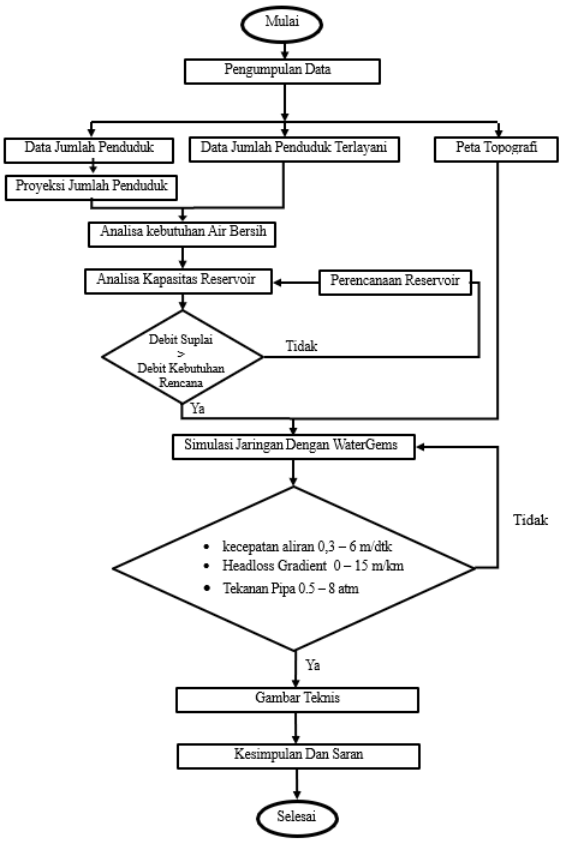
Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data yang akurat dan representatif terkait kondisi sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Praya Barat Daya. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk memproyeksikan kebutuhan air bersih sampai tahun 2040, maka dibutuhkan data jumlah penduduk sudah terlayani saat ini yang di peroleh dari PDAM Kabupaten Lombok Tengah.
2. Untuk memproyeksikan kebutuhan air bersih sampai tahun 2040, maka dibutuhkan data jumlah penduduk yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Lombok Tengah.
3. Untuk mengetahui ketersediaan air bersih dan layanan air bersih guna meningkatkan layanan air bersih, maka dibutuhkan data kapasitas produksi, volume reservoir, data pelanggan, cakupan area teknis dan area pelayanan serta data tingkat pelayanan yang diperoleh dari PDAM Lombok Tengah.
4. Untuk merencanakan peningkatan jaringan distribusi air, maka membutuhkan peta topografi dan peta jaringan distribusi air. yang di peroleh dari Dinas PU atau BAPPEDA Lombok Tengah dan PDAM Lombok Tengah.

Tahapan Penelitian

- Proyeksi jumlah penduduk dengan metode aritmatika, gemotrik, eksponensial.
- Uji kesesuaian metode proyeksi dengan standar deviasi, koefisien korelasi.
- Menghitung kebutuhan air bersih hingga 2040
  - Kebutuhan domestik
  - Kebutuhan non domestik
  - Kehilangan air
  - Kebutuhan raya-rata
  - Kebutuhan maksimum
  - Kebutuhan jam puncak
- Perencanaan distribusi jaringan.
  - Menghitung kapasitas reservoir
  - Kecepatan dalam pipa berkisar antar 0,3 - 6 m/dtk
  - Kehilangan tinggi tekan berkisar antar 0 – 15 m/km
  - Tekanan pada pipa minimal 0,5 atm – 8 atm

Bagan Alir (Flow chart)



Gambar 2. Diagram Alir

4.ANALISA DATA DAN PERENCANAAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

jumlah penduduk kawasan Kecamatan Praya Barat Daya khususnya Desa Pelambik, Desa Ungga, Desa

Ranggata, dan Desa Derek pada tahun 2021-2025 adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Tabel Penduduk kecamatan Praya Barat Daya 5 Tahun Terakhir

Tahun	Jumlah Penduduk Kecamatan Praya Barat Daya				
	Desa Ranggagata	Desa Ungga	Desa Pelambik	Desa Darek	Total
	Jiwa	Jiwa	Jiwa	Jiwa	
2021	4977	7574	6501	8176	27228
2022	5277	7611	6776	8282	27946
2023	5522	7729	6985	8505	28741
2024	5600	7903	7116	8720	29339
2025	5770	8141	7406	8947	30264

Laju Pertumbuhan Penduduk Rata-rata

Laju pertubuhan dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang telah ada dari tahun 2021 - 2025. Maka perhitungan laju penduduk dilakukan meninjau pertumbuhan penduduk di kawasan tersebut

Tabel 6. Tabel Rata-rata Laju Pertumbuhan Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih	Laju Pertumbuhan (r)
2021	27228	-	-
2022	27946	718	2,63%
2023	28741	795	2,84%
2024	29339	598	2,08%
2025	30264	925	3,15%
Rata-rata			2,68%

Berdasarkan data pertumbuhan penduduk, dilakukan perhitungan kembali mulai tahun 2021 hingga tahun 2025. Nilai angka pertumbuhan penduduk adalah 2,68%. Berikut merupakan perhitungan dengan tiga metode proyeksi penduduk.

Tabel 7. Tabel Pertumbuhan Penduduk Dengan Metode Aritmatika, Geometrik, Eksponensial

Tahun	Jumlah Penduduk Asli	Metode Jumlah Penduduk		
		Geometrik	Aritmatika	Eksponensial
	Jiwa	Jiwa	Jiwa	Jiwa
2021	27.228	28.082	28.022	28.001
2022	27.946	28.597	28.566	28.551
2023	28.741	29.132	29.121	29.111
2024	29.339	29.687	29.687	29.682
2025	30.264	30.264	30.264	30.264
Jumlah	143.518	145.762	145.661	145.608

Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Uji kesesuaian menggunakan standar deviasi dan metode uji korelasi, nilai yang di dapatkan dari standar deviasi adalah nilai yang paling terkecil sedangkan uji korelasi adalah nilai yang mendekati +1. Berikut hasil nilai standar deviasi dan koefisien korelasi dalam rekapitulasi uji kesesuaian proyeksi penduduk dapat dilihat pada tabel berikut..

Tabel 7. Tabel Hasil Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Uji Kesesuaian	Metode		
	Geometrik	Aritmatik	Eksponensial
Standar Deviasi	886.315	862,737	894,480
Koefisien Korelasi	0,998591507	0,999608427	0,958384107

Dimana nilai terkecil dan nilai yang mendekati 1 di dapatkan menggunakan metode aritmatika. Berikut tabel hasil proyeksi penduduk selama 15 tahun.

Tabel 8.Proyeksi Jumlah Penduduk Metode Aritmatik

Metode Aritmatika	
Tahun	Jiwa
2026	31075
2027	31885
2028	32696
2029	33507
2030	34318
2031	35128
2032	35939
2033	36750
2034	37560
2035	38371
2036	39182
2037	39993
2038	40803
2039	41614
2040	42425

Proyeksi Kebutuhan Air Bersih
Analisa Kebutuhan Domestik Dan Non Domestik

Kebutuhan domestik daerah layanan sebanyak 100 liter/Jiwa/hari. Nilai ini diambil berdasarkan tabel 2.1 untuk Kota kecil dengan penduduk 20.000 – 100.000 Jiwa dan kebutuhan Non domestik sebesar 30% dari kebutuhan domestik (SNI 6728.1:2015).Berikut tabel hasil perhitungan kebutuhab domestik dan non domestik.

Tabel 9, Tabel Hasil Analisa Kebutuhan Domestik Dan Non Domestik

Tahun	Jumlah Penduduk	Tingkat Layanan	Kebutuhan Domestik	Kebutuhan Non Domestik
2025	30.264	32%	11,22	3,37
2026	31.075	36%	12,91	3,87
2027	31.885	40%	14,67	4,4

2028	32.696	44%	16,51	4,95
2029	33.507	47%	18,42	5,53
2030	34.318	51%	20,4	6,12
2031	35.128	55%	22,45	6,74
2032	35.939	59%	24,58	7,37
2033	36.750	63%	26,78	8,03
2034	37.560	67%	29,05	8,71
2035	38.371	71%	31,39	9,42
2036	39.182	75%	33,8	10,14
2037	39.993	78%	36,29	10,89
2038	40.803	82%	38,85	11,66
2039	41.614	86%	41,49	12,45
2040	42.425	90%	44,19	13,26

Analisa kehilangan air dan kebutuhan harian rata-rata

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Tingkat kehilangan air akibat kebocoran sebesar 20% dari kebutuhan domestik ditambah kebutuhan non domestik, sedangkan kebutuhan harian rata-rata diambil dari kebutuhan dometik di tambah kebutuhan non domestik di tambah kehilangan air. Berikut Tabel hasil perhitungan analisa kehilangan air dan kebutuhan rata-rata.

Tabel 10. Tabel Hasil Analisa Kehilangan Air Dan Kebutuhan Rata-rata

Tahun	Kehilangan Air Akibat kebocoran	Kebutuhan Harian Rata-rata
2025	2,92	17,50
2026	3,36	20,14
2027	3,82	22,89
2028	4,29	25,76
2029	4,79	28,73
2030	5,30	31,82
2031	5,84	35,02
2032	6,39	38,34
2033	6,96	41,77
2034	7,55	45,31
2035	8,16	48,97
2036	8,79	52,74
2037	9,44	56,62
2038	10,10	60,61
2039	10,79	64,72
2040	11,49	68,94

Analisa Kebutuhan Harian Maksimum Dan Jam Puncak

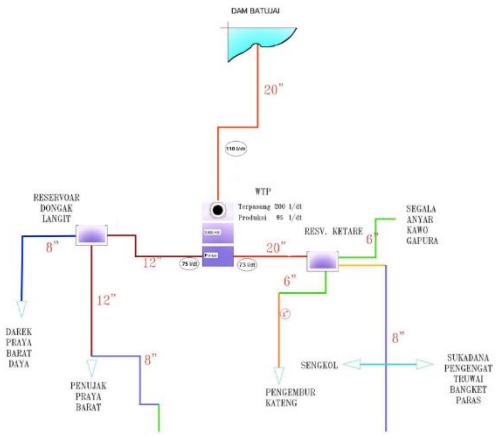
Analisa kebutuhan harian maksimum dan jam puncak mengacu pada kriteria perencanaan ditjen cipta karya dinas pu tahun 1996 dengan Kebutuhan harian maksimum 1,15 dan kebutuhan jam puncak 1,5

Tabel 11. Tabel Hasil Anlisa Kebutuhan Harian Maksimum Dan Kebutuhan Jam Puncak

Tahun	Kebutuhan harian maksimum= 1,15	Kebutuhan air pada jam puncak= 1,56
2025	20,13	27,31
2026	23,16	31,42
2027	26,33	35,71
2028	29,62	40,18
2029	33,04	44,82
2030	36,59	49,64
2031	40,28	54,64
2032	44,09	59,81
2033	48,03	65,16
2034	52,11	70,69
2035	56,31	76,39
2036	60,65	82,27
2037	65,11	88,32
2038	69,70	94,55
2039	74,43	100,96
2040	79,28	107,55

Sumber Air Baku

Air mengalir dari bendungan ini menggunakan pipa transmisi berdiameter 20 inci (20") dengan debit aliran sebesar 110 l/dt (liter per detik) menuju unit pengolahan. lalu di alirkan menuju tempat WTP (Water Treatment Plant) yang berada di wilayah Penujak Kecamatan Praya Barat, WTP ini memiliki kapasitas terpasang 200 l/dt, namun kapasitas produksi saat ini adalah 95 l/dt. Sebelum dialirkan ke sambungan rumah penduduk, air bersih yang berasal dari WTP ditampung terlebih dahulu ke dalam reservoir. Air mengalir di pompa melalui pipa diameter 12" dengan spesifikasi tekanan pompa 75 l/dt menuju Reservoir Dongak Langit. Berikut gambar skema jaringan air bersih yang bersumber dari Bendungan Batujai.



Gambar 4. Skema Jaringan Air Bersih Di Kabupaten Lombok Tengah

Analisa Kapasitas Reservoir

Analisa kapasitas reservoir dilakukan berdasarkan pada produksi air selama 24 Jam dengan menggunakan load faktor yang berfungsi untuk analisis fluktuasi pemakaian air jam-jaman. Dalam melakukan analisis fluktuasi pemakaian air jam-jaman mengacu pada kriteria koefisien *Load Factor* yang dikeluarkan oleh DPU Ditjen Cipta Karya (2000). Berikut data analisa fluktuasi isi reservoir eksisting dan analisa fluktuasi isi reservoir.

Tabel 12. Tabel Hasil Analisa Kapasitas Reservoir

Waktu(jam)	Load Faktor	Pemakaian m3/jam			
		Produksi Saat Ini	Kebutuhan 2040	Selisih	Komulatif
	1	2	3= (1x2)	4= (2-3)	5= (5+4)
00.00 – 01.00	0,3	248,2	74,46	173,73	173,73
01.00 – 02.00	0,37	248,2	91,83	156,36	330,09
02.00 – 03.00	0,45	248,2	111,68	136,50	466,59
03.00 – 04.00	0,64	248,2	158,84	89,35	555,93
04.00 – 05.00	1,15	248,2	285,41	-37,23	518,71
05.00 – 06.00	1,4	248,2	347,46	-99,27	419,43
06.00 – 07.00	1,53	248,2	379,72	-131,54	287,89
07.00 – 08.00	1,56	248,2	387,17	-138,98	148,91
08.00 – 09.00	1,42	248,2	352,42	-104,24	44,67
09.00 – 10.00	1,38	248,2	342,49	-94,31	-49,64
10.00 – 11.00	1,27	248,2	315,19	-67,01	-116,65
11.00 – 12.00	1,2	248,2	297,82	-49,64	-166,28
12.00 – 13.00	1,14	248,2	282,93	-34,75	-201,03
13.00 – 14.00	1,17	248,2	290,38	-42,19	-243,22
14.00 – 15.00	1,18	248,2	292,86	-44,67	-287,89
15.00 – 16.00	1,22	248,2	302,79	-54,60	-342,49
16.00 – 17.00	1,31	248,2	325,12	-76,94	-419,43
17.00 – 18.00	1,38	248,2	342,49	-94,31	-513,74
18.00 – 19.00	1,25	248,2	310,23	-62,05	-575,79
19.00 – 20.00	0,98	248,2	243,22	4,96	-570,82
20.00 – 21.00	0,62	248,2	153,87	94,31	-476,51
21.00 –22.00	0,45	248,2	111,68	136,50	-340,01
22.00 –23.00	0,37	248,2	91,83	156,36	-183,66
23.00 - 00.00	0,25	248,2	62,05	186,14	2,48

Pada hasil perhitungan Kapasitas Reservoir rencana, didapatkan volume sebesar 1131,721 m^3 sedangkan kapasitas Reservoir saat ini 1500 m^3. Artinya Kapasitas Reservoir saat ini masih memenuhi untuk kebutuhan air tahun 2040 mendatang. Sehingga untuk merencanakan pengembangan jaringan 15 tahun yang akan datang tidak perlu adanya penambahan reservoir baru.

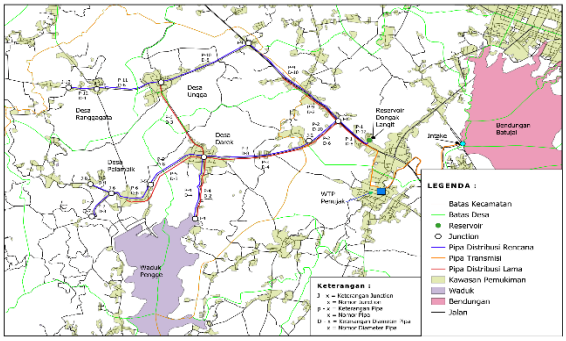
Selanjutnya, Menentukan Kebutuhan air bersih pada tiap titik simpul. Pada setiap titik simpul (Junction) mempunyai kebutuhan air yang berbeda-beda, sehingga memberi pengaruh pada pola aliran jaringan distribusi yang ada. Di karenakan hanya mendapat data setiap desa saja, untuk menentukan kebutuhan air di tiap titik simpul menggunakan pendekatan dengan Metode Panjang Pipa Efektif.

Tabel 13. Tabel Kebutuhan Air Tiap Titik Simpul

No. Jonction	Nama Wilayah	Konstanta	Panjang Pipa (m)	Base Demand (L/dt)
		(1)	(2)	(3)
J-01	Simpang Utama Distribusi	0,0035875	1.344	5,331
J-02	Desa Darek Utara	0,0035875	733	2,908
J-03	Desa Darek Tengah	0,0035875	2.534	10,051
J-04	Desa Darek Timur	0,0035875	1.509	5,986
J-05	Desa Pelambik Utara	0,0035875	2.284	9,060
J-06	Desa Pelambik Tengah	0,0035875	427	1,694
J-07	Desa Pelambik Selatan A	0,0035875	613	2,432
J-08	Desa Pelambik Selatan B	0,0035875	928	3,681
J-09	Desa Ungga Utara	0,0035875	2.633	10,444
J-10	Desa Ungga Tengah	0,0035875	2.267	8,992
J-11	Desa Ranggagata Utara	0,0035875	1.459	5,787
J-12	Desa Ranggagata Tengah	0,0035875	649	2,574
Total			17.380	68,94

Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Dengan Software WaterGems V8i

Sistem jaringan air bersih di daerah Studi menggunakan si0stem gravitasi untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk. Untuk memenuhi kriteria teknis tekanan dan kecepatan air dalam pipa, maka parameter yang di gunakan adalah berdasarkan pada Peraturan Menteri PUPR No 27 tahun 2016 yaitu tekanan pada titik simpul (junction) berkisar 0,5 – 8 atm, dan untuk kecepatan aliran air dalam pipa berkisar 0,3 - 6 m/det. Sistem jaringan air bersih ini menggunakan pipa jenis Steel dengan koefisien Hazen-Williams 140.



Gambar 5. Gambar jaringan Pipa Lama Dan Pipa Baru

Penggantian diameter pipa yang lebih besar dilakukan pada pipa yang memiliki kehilangan tinggi tekan yang besar. Dari hasil simulasi pada kondisi eksisting yang telah dilakukan, dapat diketahui beberapa pipa yang sudah tidak sesuai lagi untuk digunakan pada tahap peningkatan. Berikut Tabel Penggantian Diameter pipa dan penambahan pipa baru

Tabel 14. Tabel Keterangan Pergantian Dan Penambahan Pipa

No Pipa	Diameter		No Pipa	Diameter	
	Lama (in)	Baru (in)		Lama (in)	Baru (in)
P1	8	12	P7		3
P2	6	10	P8		4
P3	4	8	P9	2	10
P4	2	4	P10		8
P5	3	8	P11		6
P6	3	6	P12		4

Analisa kecepatan aliran air dalam pipa

simulasi dari Jaringan distribusi menggunakan program WaterGems selama jam puncak pukul 00.00 di lihat pada tabel berikut.

Tabel 15. Tabel Analisa Kecepatan Aliran 00.00

Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (In)	Material	Hazen-Williams C	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-1	1344	R-1	J-1	12	Steel	140.0	0.26	0.239
P-2	733	J-1	J-2	10	Steel	140.0	0.19	0.173
P-3	2534	J-2	J-3	8	Steel	140.0	0.28	0.437
P-4	1509	J-3	J-4	4	Steel	140.0	0.20	0.543
P-5	2284	J-3	J-5	8	Steel	140.0	0.14	0.127
P-6	427	J-5	J-6	6	Steel	140.0	0.12	0.124
P-7	613	J-6	J-7	3	HDPE	150.0	0.15	0.416
P-8	928	J-6	J-8	4	Steel	140.0	0.12	0.221
P-9	2633	J-1	J-9	10	Steel	140.0	0.15	0.108
P-10	2267	J-9	J-10	8	Steel	140.0	0.15	0.133
P-11	1459	J-10	J-11	6	Steel	140.0	0.13	0.140
P-12	649	J-11	J-12	4	HDPE	150.0	0.15	0.462

simulasi dari Jaringan distribusi menggunakan program WaterGems selama jam puncak pukul 07.00 di lihat pada tabel berikut.

Tabel 16. Tabel Analisa Kecepatan Aliran 07.00

Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (In)	Material	Hazen-Williams C	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-1	1344	R-1	J-1	12	Steel	140.0	1.46	5.852
P-2	733	J-1	J-2	10	Steel	140.0	1.09	4.221
P-3	2534	J-2	J-3	8	Steel	140.0	1.57	10.675
P-4	1509	J-3	J-4	4	Steel	140.0	1.14	13.287
P-5	2284	J-3	J-5	8	Steel	140.0	0.80	3.097
P-6	427	J-5	J-6	6	Steel	140.0	0.66	3.023
P-7	613	J-6	J-7	3	HDPE	150.0	0.82	10.178
P-8	928	J-6	J-8	4	Steel	140.0	0.70	5.406
P-9	2633	J-1	J-9	10	Steel	140.0	0.85	2.632
P-10	2267	J-9	J-10	8	Steel	140.0	0.83	3.262
P-11	1459	J-10	J-11	6	Steel	140.0	0.71	3.422
P-12	649	J-11	J-12	4	HDPE	150.0	0.87	11.296

Menurut tabel, kecepatan paling sedikit aliran air (kecepatan) adalah 0,12 m/s pada pipa 6 (P-6), dan pipa 8 (P-8), sementara kecepatan tercepat dari aliran (kecepatan) adalah 1.57 m/s pada pipa 1 (P -3), dan untuk kecepatan aliran pada jam puncak sudah memenuhi kriteria minial 0,3 l/detik. Secara umum Peningkatan tahun 2040 telah memenuhi syarat yaitu *Headloss Gradient* berkisar antara 0 – 15 m/km dengan *Headloss Gradient* tertinggi 13.287 pada Pipa 4 (P-4).

Analisa Tekanan Titik Simpul

Hasil simulasi pada jaringan distribusi pada jam terendah pukul 00.00 dengan menggunakan program *WaterGems V8i* diperoleh :

Tabel 16 Analisa Tekanan Pada Titik simpul 00.00

`	Elevation (m)	Demand Collection	Demand (L/s)	Pressure (atm)
J-1	100	<Collection: 1 items>	1.47	1.37
J-2	95	<Collection: 1 items>	0.80	1.65
J-3	69	<Collection: 1 items>	2.76	4.08
J-4	66	<Collection: 1 items>	1.64	5.88
J-5	62	<Collection: 1 items>	2.49	4.77
J-6	54	<Collection: 1 items>	0.46	5.43
J-7	50	<Collection: 1 items>	0.67	5.61
J-8	46	<Collection: 1 items>	1.01	6.03
J-9	87	<Collection: 1 items>	2.87	2.36
J-10	75	<Collection: 1 items>	2.47	3.53
J-11	62	<Collection: 1 items>	1.59	4.72
J-12	55	<Collection: 1 items>	0.71	5.42

Hasil simulasi pada jaringan distribusi pada jam puncak pukul 07.00 dengan menggunakan program *WaterGems V8i* diperoleh :

Tabel 17 Analisa Tekanan Pada Titik simpul 07.00

	Elevation (m)	Demand Collection	Demand (L/s)	Pressure (atm)
J-1	100	<Collection: 1 items>	8.23	0.64
J-2	95	<Collection: 1 items>	4.48	0.63
J-3	69	<Collection: 1 items>	15.53	0.55
J-4	66	<Collection: 1 items>	9.24	0.51
J-5	62	<Collection: 1 items>	14.00	0.59
J-6	54	<Collection: 1 items>	2.61	1.14
J-7	50	<Collection: 1 items>	3.75	0.73
J-8	46	<Collection: 1 items>	5.69	1.27
J-9	87	<Collection: 1 items>	16.13	0.99
J-10	75	<Collection: 1 items>	13.89	1.48
J-11	62	<Collection: 1 items>	8.93	2.20
J-12	55	<Collection: 1 items>	3.97	2.22

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tekanan terbesar berada pada J-8 sebesar 6.03 atm, sedangkan tekanan terkecil berada pada J-4 sebesar 0.51 atm. Secara umum syarat tekanan pada pipa sebesar 0.5 – 8 atm pada jaringan Peningkatan tahun 2040 telah memenuhi syarat.

5. PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan, proyeksi penduduk pada tahun 2040 di Kecamatan Praya Barat Daya menggunakan metode terpilih Aritmatika sebesar 42.425 jiwa, dan diperoleh kebutuhan air bersih pada tahun 2040 sebesar 68,94 l/detik.
2. Pada hasil perhitungan analisa kapasitas reservoir saat ini, kapasitas volume reservoir saat ini sebesar 1500 m^3 masih mencukupi untuk kebutuhan rencana tahun 2040 sebesar 1131,721 m^3, sehingga tidak memerlukan penambahan kapasitas resrvoir.
3. Hasil simulasi hidraulika perpipaan dengan program *WaterGems V8i* dan menggunakan rumus Hazen-William, dengan nilai tekanan antara 0.51 - 6,03 atm, kecepatan 0,12 – 1.57 m/detik. Serta pipa yang di pilih jenis Baja diameter 12 inci, 10 inci, 8 inci, 6 inci, dan 4 inci dan pipa HDPE diameter 3 inci dan 4 inci.

Saran

1. Ketersediaan data yang ada sangat membantu dalam perencanaan sistem distribusi jaringan pipa serta terutama untuk input *WaterGEMS* supaya dapat mendekati kondisi yang sebenarnya dilapangan.
2. Dapat sebagai referensi untuk peningkatan jaringan di wilayah Kecamatan Praya Barat daya untuk memaksimalkan pelayanan di masa yang akan datang.
3. Diharapkan untuk PDAM Lombok Tengah untuk selalu mengevaluasi kebutuhan air bersih, serta terjun langsung ke lapangan untuk mengetahui apakah pengaliran air dari PDAM sudah mencukupi bagi masyarakat atau belum.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2025. Informasi publik Kecamatan Praya Barat Daya dalam angka. Lombok Tengah: Badan Pusat Statistik

Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 6728.1:2015 Tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam – Bagian 1 Sumber Daya Air. Jakarta: BSNI

Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 7509:2011. Tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum. Jakarta: BSNI

Kementerian PUPR. 2016. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No:27/PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: JDIH Kementerian PUPR

Lasi, Kharisma Priasdica. 2023. Upaya Pemenuhan Air Bersih di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang. Skripsi, ITN Malang

Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini. 1996. Teknik Sumber Daya Air. Jilid I. Jakarta: Erlangga.

Muliakusumah, 2000,p.115 dalam Naufal Ramdhani. 2022. Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Desa Kalianget Timur Kabupaten Sumenep. Skripsi, ITN Malang

Patrya, Citra. 2022. Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM di Kecamatan Tumpang. Skripsi, ITN Malang

Rahman, Muhammad Rizaldi. 2022. Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pulau Laut Utara Kabupaten Kotabaru. Skripsi, ITN Malang

Ramdhani, Naufal. 2022. Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Desa Kalianget Timur Kabupaten Sumenep. Skripsi, ITN Malang

Roshidah, Meyana Ummi. 2020. Perencanaan Sistem Pengolahan Air Minum dari Sumber Telaga Ngebel Kabupaten Ponorogo. Skripsi, ITS Surabaya

Soewarno. (1995). Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Hidrologi. Bandung: Nova.

Triatmojdo, Bambang. 1993. Hidraulika I. Beta Offset.

Triatmojdo, Bambang. 1996. Hidraulika II. Yogyakarta: Beta Offset.