PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KECAMATAN LAHEI BARAT KABUPATEN BARITO UTARA

Fadhlia Aska Aminy[1], I Wayan Mundra[2], dan Nenny Roostrianawaty[3]

[123)] Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang
Email: fadhlia.aska@gmail.com

ABSTRACT

West Lahei District consists of 11 villages with a recorded population of 11.643 in 2020. Currently, the provision of clean water for villages in West Lahei District is provided by PDAM Benao IKK Unit by using the Barito River as the source of raw water. Based on the existing conditions, PDAM Benao IKK Unit has met the water needs in 4 villages with a population of 4.890 people. Meanwhile, 7 other villages have not been served their clean water needs. Therefore, it is necessary to develop a clean water distribution network supply system for the next 10 years in West Lahei District for villages that have not served their clean water needs. The development is carried out in Jangkang Lama Village, Jangkang Baru Village and Luwe Hulu Village. In this research is carried out the analysis of water demand and availability, reservoir analysis, and distribution network to determine the capacity and capability of the current distribution network. In the analysis of distribution network using WaterCAD V8i program with control of pressure and headloss. Based on the results of the analysis, it was found that the total need for clean water in 2030 is 12.617 liters/second with a production capacity of water treatment plants (IPA) of 20 liters/second, which means that it is still able to meet the needs of the population until 2030. The distribution system is carried out by gravity. Then, from the simulation results using the WaterCAD V8i program, it can be concluded that alternative 3 using 150 mm diameter PVC pipe can be applied and meets the criteria.

Keywords : distribution network, water demand, development

ABSTRAK

Kecamatan Lahei Barat terdiri atas 11 desa dengan jumlah penduduk tercatat 11.643 pada tahun 2020. Saat ini, penyediaan air bersih penduduk di Kecamatan Lahei Barat dilakukan oleh PDAM Unit IKK Benao dengan pemanfaatan Sungai Barito sebagai sumber air baku. Berdasarkan kondisi eksisting PDAM Unit IKK Benao sudah memenuhi kebutuhan air di 4 desa dengan jumlah penduduk 4.890 jiwa. Sedangkan 7 desa lainnya masih belum terlayani kebutuhan air bersihnya. Oleh sebab itu, dilakukan pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih untuk 10 tahun yang akan datang di Kecamatan Lahei Barat untuk desa yang belum terlayani kebutuhan air bersihnya. Pengembangan dilakukan di Desa Jangkang Lama, Desa Jangkang Baru dan Desa Luwe Hulu. Dalam penelitian ini dilakukan analisa kebutuhan serta ketersediaan air, analisa reservoir dan jaringan distribusi untuk mengetahui kapasitas dan kemampuan jaringan distribusi saat ini. Pada analisa jaringan distribusi menggunakan program bantu *WaterCAD V8i* dengan kontrol terhadap tekanan dan *headloss*. Berdasarkan hasil analisa, didapatkan total kebutuhan air bersih pada tahun 2030 sebesar 12.617 liter/detik dengan kapasitas produksi instalasi pengolahan air (IPA) 20 liter/detik yang berarti masih mampu memenuhi kebutuhan penduduk sampai tahun 2030. Adapun sistem pendistribusian dilakukan secara gravitasi. Kemudian dari hasil simulasi menggunakan program bantu *WaterCAD V8i* dapat disimpulkan bahwa alternatif 3 dengan menggunakan pipa PVC berdiameter 150 mm dapat diterapkan serta memenuhi kriteria.

Kata kunci: jaringan distribusi, kebutuhan air, pengembangan

1. PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk memenuhi kebutuhannya. Kegunaan air yang bersifat universal menjadikan air sangat penting jika ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya seperti halnya air bersih. Air bersih adalah salah satu hal penting dalam perencanaan kota. Pada kondisi perkotaan, kebutuhan air bersih dikelola oleh pemerintah daerah dalam suatu sistem jaringan yakni sistem jaringan air bersih perkotaan. Jaringan air bersih adalah jaringan yang harus direncanakan dan dioptimalkan untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat, sehingga kebutuhan air dapat tersedia dengan baik.

Ketersediaan air sangat bervariasi antara daerah yang satu dengan daerah yang lainnya. Adapun hal mendasar yang mempengaruhi ketersediaan air pada suatu daerah adalah kondisi geografis dan topografi daerah tersebut. Sebagaimana terjadi pada Kabupaten Barito Utara yang terletak di Provinsi Kalimantan Tengah. Secara administratif, Kabupaten Barito Utara terbagi atas 9 kecamatan dan 103 desa. Dalam memenuhi kebutuhan air bersih saat ini, Kabupaten Barito Utara dilayani oleh 1 unit pengelola air bersih yaitu PDAM Kabupaten Barito Utara serta 9 unit IKK di setiap kecamatannya (PDAM Kabupaten Barito Utara, 2020).

Kecamatan Lahei Barat terdiri atas 11 desa dengan jumlah penduduk tercatat 11.643 jiwa (DISDUKCAPIL Kabupaten Barito Utara, 2020) dengan luas wilayah 1.294,52 km^2 yang mana kecamatan tersebut merupakan kecamatan pemekaran dari Kecamatan Lahei. Saat ini, penyediaan air bersih penduduk di Kecamatan Lahei Barat dilakukan oleh PDAM Unit IKK Benao dengan pemanfaatan Sungai Barito sebagai sumber air baku.

Berdasarkan kondisi eksisting PDAM Unit IKK Benao sudah mampu memenuhi kebutuhan air di 4 desa dengan jumlah penduduk 4.890 jiwa. Sedangkan 7 desa lainnya yang meliputi Desa Karamuan, Desa Jangkang Lama, Desa Nihan Hulu, Desa Nihan Hilir, Desa Jangkang Baru, Desa Luwe Hulu dan Desa Luwe Hilir belum terlayani kebutuhan air bersih. Dimana masyarakat tersebut selama ini memperoleh kebutuhan air bersih dari sungai secara langsung. Sehingga, diharapkan masyarakat tersebut dapat terlayani kebutuhan air bersih sesuai kualitas dan kuantitasnya (Kesehatan, 2010). Oleh sebab itu, diperlukan pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Lahei Barat untuk desa yang belum terlayani kebutuhan air bersihnya.

2. KAJIAN PUSTAKA

Studi Literatur

Studi literatur merupakan acuan dalam melakukan penelitian sebagai pedoman dalam mengerjakan tugas akhir. Pada studi literatur ini ada beberapa judul yang serupa dengan program bantu yang berbeda, sehingga dapat menjadi referensi dalam mencari bahan kajian pada penelitian ini.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk adalah suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk dimasa yang akan datang. Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai acuan untuk menghitung jumlah kebutuhan air bersih pada tahun mendatang.

Menurut (Handiyatmo, Dendi; Luswara, Ika; Windiarto, 2010) dalam menghitung proyeksi jumlah penduduk digunakan beberapa metode matematik sebagai berikut:

a. Metode Aritmatika

$$P_t = P_o\,(1 + r.t)$$

Keterangan:
P_t = Jumlah penduduk tahun t (jiwa)
P_o=Jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)
r = Laju pertumbuhan penduduk (%)
t =Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (tahun)

b. Metode Geometrik

$$P_t = P_o\,(1 + \mathrm{r})^{\mathrm{t}}$$

Keterangan:
P_t = Jumlah penduduk pada tahun t (jiwa)
P_o= jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)
r = Laju pertumbuhan penduduk (%)
t = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (tahun)

c. Metode Eksponensial

$$P_t = P_o\,e^{r.t}$$

Keterangan:
P_t = Jumlah penduduk pada tahun t (jiwa)
P_o=Jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)
r = Laju pertumbuhan penduduk (%)
t = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (tahun)
e = Bilangan pokok dari sistem logaritma natural (ln) yang besarnya adalah 2,7182818

Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk

Berikut rumus korelasi koefisien yang dgunakan.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum \mathrm{Y})}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2]} \times [[n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]]}$$

Keterangan:
r = Koefisien korelasi
n = Jumlah data
X = Jumlah penduduk setiap tahun hasil proyeksi
Y = Jumlah penduduk tiap tahun hasil proyeksi

Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air bersih yang dibutuhkan untuk keperluan seperti minum, mandi dan aktivitas lainnya. Menurut buku *"Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Pemakaian Fluktuasi Air"* (BPSDM PU, n.d.).

Berikut hal-hal yang diperhitungkan untuk mengetahui kebutuhan air penduduk:

a. Kebutuhan Air Domestik *(Q_d)*

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Kebutuhan domestik ditentukan oleh jumlah konsumen domestik yang dapat diketahui dari data penduduk yang ada (RI-SPAM, n.d.).

b. Kebutuhan Air Non Domestik *(Q_{nd})*

Kebutuhan air non domestik adalah 15%-20% dari total kebutuhan domestik. Kebutuhan air non domestik digunakan untuk berbagai macam kegiatan seperti berikut:

- Kebutuhan fasilitas umum: kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat-tempat ibadah, pariwisata serta terminal dan lain sebagainya.
- Kebutuhan institusional: kebutuhan air bersih untuk kegiatan pendidikan, perkantoran dan instansi pemerintahan.
- Kebutuhan komersial dan industri: kebutuhan air bersih untuk pasar, restoran, hotel dan lain sebagainya.

c. Kebutuhan Air Total *(Q_{tot})*

Kebutuhan air total adalah banyaknya air bersih yang dibutuhkan untuk keperluan domestik dan non domestik.

$$Qtot = Qd \times Qnd$$

Keterangan:

$Q_{tot\ konsumsi}$ = Kebutuhan air total konsumsi (liter/hari)
Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari)
Qn_d = Kebutuhan air non domestik (liter/hari)

d. Kehilangan Air (HI)

Kehilangan air pada sistem jaringan distribusi air bersih dibedakan atas dua faktor (Kementerian Pekerjaan umum Dan Perumahan Rakyat, 2016), yakni:

- Kehilangan air akibat faktor teknis: adanya lubang pada pipa atau sambungan, pipa pada jaringan distribusi pecah serta pemasangan pipa yang kurang baik.
- Kehilangan akibat faktor non teknis: kesalahan pembacaan dan pencatatan meter air serta kesalahan pemindahan dan pembuatan rekening air.

Prosentase kehilangan air adalah 10-20% dari kebutuhan air total

$$HI = \frac{20}{100} \times (Qd + Qnd)$$

Keterangan:

HI = Kehilangan air (liter/hari)
Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari)
Qn_d = Kebutuhan air non domestik (liter/hari)

e. Fluktuasi Kebutuhan Air

Fluktuasi kebutuhan air adalah penggunaan air pada tiap jam tergantung dari aktivitas penduduk.

Adapun tingkat kebutuhan air pada penduduk dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

- Kebutuhan Air Rata-rata (Q_r)

Kebutuhan harian rata-rata per orang per hari dihitung dari pemakaian air setiap jam selama 24 jam.

$$Qr = Qd + Qnd + HI$$

Keterangan:

Qr = Kebutuhan air rata-rata (liter/hari)
Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari)
Qn_d = Kebutuhan air non domestik (liter/hari)
HI = Kehilangan air (liter/hari)

- Kebutuhan Air Harian Maksimum (Qhm)

Kebutuhan air maksimum adalah jumlah penggunaan air terbanyak dalam satu hari selama satu tahun. Menurut (Nasional, 2011), bahwa besarnya faktor kebutuhan harian maksimum adalah 1,10 - 1,15.

$$Qhm = fhm \times Qr$$

Keterangan:

Qhm = Kebutuhan air harian maksimum (liter/hari)
fhm = Faktor harian maksimum (1,15)
Qr = Kebutuhan air rata-rata (liter/hari)

- Kebutuhan Air Jam Puncak (Qjm)

Kebutuhan air jam puncak adalah penggunaan air tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode satu hari, bahwa pemakaian jam puncak adalah 1,5-2,0 (Nasional, 2011).

$$Qjm = fjm \times Qr$$

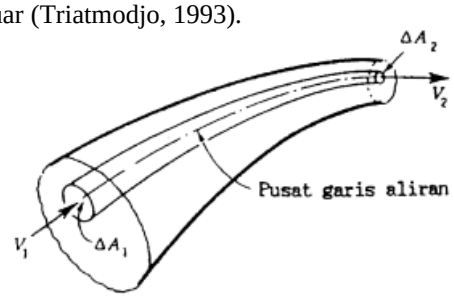
Keterangan:

Qjm = Kebutuhan air jam puncak (liter/hari)
fjm = Faktor kebutuhan jam puncak (1,5)
Qr = Kebutuhan air rata-rata (liter/hari)

Hidrolika Perpipaan

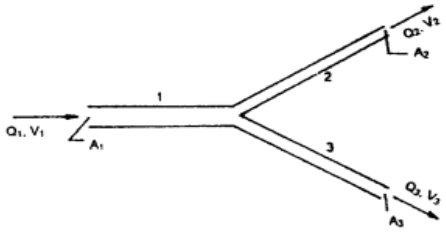
a. Hukum Kontinuitas

Hukum Kontinuitas menyatakan bahwa debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar (Triatmodjo, 1993).



Gambar 1. Tabung Aliran Air untuk Menurunkan Persamaan Kontinuitas

Hal ini juga berlaku pada pipa bercabang. Hukum Kontinuitas pada pipa bercabang, dimana debit yang masuk ke dalam pipa akan sama dengan penjumlahan dari debit-debit yang keluar dari percabangan pipa.

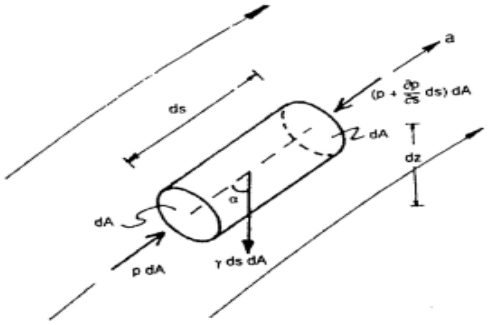


Gambar 2. Persamaan Kontinuitas pada Pipa Bercabang

b. Hukum Bernoulli

Persamaan Bernoulli menghubungkan antara tekanan, kecepatan dan ketinggian (Triatmodjo, 1993). Penurunan persamaan Bernoulli untuk aliran sepanjang garis arus didasarkan pada Hukum Newton II tentang gerak *(F = M.a).* Persamaan ini diturunkan berdasarkan anggapan sebagai berikut:

1. Zat cair adalah ideal, jadi tidak mempunyai kekentalan (kehilangan energi akibat gesekan adalah nol).
2. Zat cair adalah homogen dan tidak termampatkan (rapat massa zat cair adalah konstan).
3. Aliran adalah kontinyu dan sepanjang garis arus.
4. Kecepatan aliran adalah merata dalam suatu penampang.
5. Gaya yang bekerja hanya gaya berat dan tekanan.



Gambar 3. Elemen Zat Cair Bergerak Sepanjang Garis Arus

Persamaan Euler untuk aliran mantap pada satu dimensi dan zat cair ideal. Apabila kedua ruas dari persamaan tersebut dibagi dengan g kemudian di integralkan, maka akan didapat hasil berikut:

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \equiv C$$

Keterangan:

z = Elevasi (tinggi tempat)

$\frac{p}{\gamma}$ = Tinggi tekanan

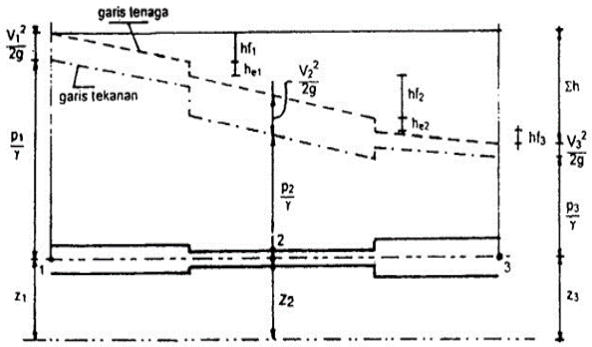
$\frac{V^2}{2g}$ = Tinggi kecepatan

Konstanta inetgrasi C adalah tinggi energi total yang merupakan jumlah dari tinggi tempat, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan yang berbeda dari garis arus yang satu dengan yang lain. Oleh karena itu, persamaan tersebut hanya berlaku untuk titik-titik pada suatu garis arus.

Persamaan (2.14) dikenal dengan prsamaan Bernoulli untuk aliran mantap satu dimensi, zat cair ideal dan tak kompresibel. Persamaan tersebut merupakan bentuk matematis dari kekekalan energi di dalam aliran zat cair.

Persamaan Bernoulli dapat digunakan untuk menentukan garis tekanan dan tenaga. Garis tenaga dapat ditunjukkan oleh elevasi muka air pada tabung pitot yang besarnya sama dengan tinggi total dari konstanta Bernoulli. Sedangkan garis tekanan dapat ditunjukkan oleh elevasi muka air dalam tabung vertikal yang disambung dalam pipa.

$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$$



Gambar 4. Garis Tenaga dan Tekanan

c. Kehilangan Tinggi Tekan (*Head Loss*)

Perhitungan kehilangan tinggi tekan didasarkan pada kehilangan yang terjadi dalam pipa. Berikut kehilangan energi pada pipa:

- Kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*)

  Major head loss adalah kehilangan tinggi tekan mayor disebabkan oleh gesekan sekeliling pipa dan sepanjang pipa (Triatmodjo, 1996).
- Kehilangan tinggi tekan minor (*minor head loss*)

  Minor head loss adalah kehilangan tekanan yang terjadi dalam pipa karena perubahan bentuk aliran dan perubahan arah aliran. Kehilangan tekanan ini biasanya karena adanya *fitting* seperti terkelupasnya kulit pipa bagian yang berakibat pecahnya gelembung-gelembung air.

Berikut kehilangan tinggi tekan minor pada suatu sistem perpipaan yang harus diketahui:

- Kehilangan energi akibat perbesaran penampang
- Kehilangan energi akibat penyempitan penampang
- Kehilangan akibat belokan

d. Kecepatan Aliran

Kehilangan tinggi tekan berbanding lurus dengan kecepatan aliran dan kehilangan tinggi tekan berbanding terbalik dengan diameter pipa. Semakin besar kec.epatan aliran dalam pipa, semakin besar pula kehilangan tinggi tekan. Semakin kecil diameter pipa, semakin besar pula kehilangan tinggi tekan. Dengan demikian, dengan debit yang konstan dan diameter pipa yang semakin kecil akan mengakibatkan kehilangan tinggi tekan akan menjadi semakin besar. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pergerusan permukaan pipa, sedangkan kecepatan aliran yang

terlalu rendah dapat menyebabkan pengendapan pada jalur perpipaan. Kriteria kecepatan aliran yang biasa digunakan adalah sebesar 0,3 m/detik – 3 m/detik (Umum, 2007).

e. Tekanan Air

Tekanan yang berlebihan menjadi sumber utama dari kebocoran dan pecahnya pipa. Oleh Sebab itu, terdapat kriteria tekanan yang umum digunakan yang berkisar antara 0,5 – 8 atm untuk penggunaan pipa PVC (Umum, 2007).

Sistem Perpipaan

a. Sistem Jaringan Pipa Distribusi

Berikut beberapa cara atau metode pada sistem jaringan perpipaan distribusi:

- Sistem Jaringan Perpipaan Melingkar/*Loop*
- Sistem Jaringan Perpipaan Cabang/*Branch*
- Sistem Jaringan Perpipaan Kombinasi

b. Sistem Pengaliran dalam Sistem Distribusi

Menurut buku *"Penyusunan Rencana Induk Sistem Pelayanan Air Minum"* (RI-SPAM, n.d.), sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Sistem Gravitasi
- Sistem Pemompaan
- Sistem Kombinasi

c. Sistem Waktu Distribusi

Adapun waktu distribusi dibagi menjadi dua, yaitu:

- Sistem *Continuous*
- Sistem *Intermitten*

d. Macam-macam Penggunan Pipa pada Jaringan Distribusi

Berikut macam-macam pipa berdasarkan penggunaannya dalam perencanaan sistem distribusi air bersih:

- Pipa hantar/pipa *Feader*, terdiri atas:
  - Pipa primer
  - Pipa sekunder
- Pipa Pelayanan, terdiri atas:
  - Pipa tersier
  - Pipa retrikulasi
  - Pipa servis

Reservoir

Reservoir berfungsi untuk menampung dan menyimpan air untuk digunakan pada kondisi tertentu. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka untuk sementara kelebihan air disimpan dalam reservoir dan digunakan kembali saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air (Nasional, 2011).

Berdasarkan keadaan topografi, reservoir dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- *Ground* reservoir
- *Elevated* reservoir

Dalam perhitungan volume efektif reservoir ditentukan dengan berbagai macam cara, yakni (Nasional, 2011):

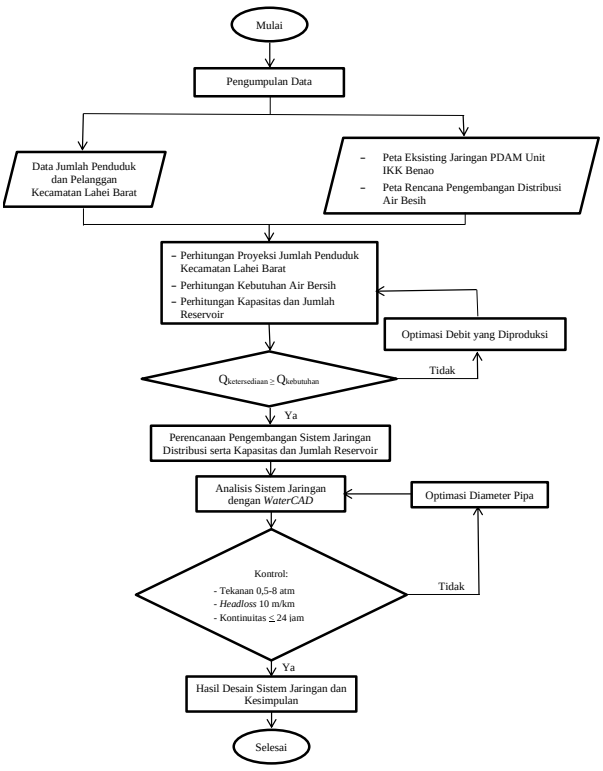
- Cara tabulasi : volume efektif didapat dari jumlah dari selisih positif terbesar (m^3) dengan selisih negatif terbesar (m^3) antara fluktuasi pemakaian air dan pasokan air ke reservoir. Hasil perhitungan nilai kumulatif dibuat dalam bentuk table.
- Kurva masa : volume efektif didapat dari jumlah persentase akumulasi surplus terbesar pemakaian air ditambah akumulasi defisit terbesar pemakaian air terhadap akumulasi pengaliran air ke reservoir.
- Secara persentase : volume efektif ditentukan minimum 15% dari kebutuhan air maksimum

Program Bantu *WaterCAD V8i*

Dalam merencanakan sistem jaringan air bersih membutuhkan banyaknya *trial and error*, sehingga memerlukan program bantu untuk melakukannya. Program *WaterCAD* ini memiliki tampilan yang memudahkan pengguna dalam perencanaan serta pengoptimalan sistem jaringan air bersih.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Setelah melakukan pengumpulan data, tahap selanjutnya adalah menganalisa data. Berikut adalah langkah-langkah studi yang disajikan dalam bentuk diagram alir:



Gambar 5. Diagram Alir

4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

Berikut hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan 3 metode:

Tabel 1. Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun 2021-2030

No.	Tahun	Jumlah Penduduk		
		Metode Aritmatika	Metode Geometrik	Metode Eksponensial
1	2016	11.125	11.125	11.125
2	2017	11.343	11.343	11.343
3	2018	11.497	11.497	11.497
4	2019	11.526	11.526	11.526
5	2020	11.643	11.643	11.643
Proyeksi				
6	2021	11.776	11.776	11.776
7	2022	11.910	11.911	11.911
8	2023	12.043	12.048	12.048
9	2024	12.177	12.186	12.185
10	2025	12.310	12.326	12.325
11	2026	12.444	12.467	12.466
12	2027	12.577	12.610	12.609
13	2028	12.711	12.754	12.753
14	2029	12.844	12.901	12.899
15	2030	12.977	13.048	13.047

Dari hasil perhitungan di atas metode yang dipilih untuk proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Lahei Barat hingga tahun 2030 adalah metode aritmatika karena metode ini memiliki koefisien korelasi terbesar dan mendekati nilai 1 serta mendekati data perhitungan penduduk sesungguhnya. Untuk proyeksi jumlah penduduk dengan metode aritmatika ini selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih penduduk.

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Tabel 2.Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Pelanggan PDAM

No	Uraian	Satuan	Tahun										
			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Jumlah penduduk	Jiwa	11.643	11.776	11.910	12.043	12.177	12.310	12.444	12.577	12.711	12.844	12.977
2	Jumlah jiwa per SR	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	Jumlah penduduk yang dilayani	%	42%	45%	48%	50%	53%	56%	59%	62%	64%	67%	70%
	Sambungan rumah	Unit	978	1.060	1.143	1.204	1.291	1.379	1.468	1.560	1.627	1.721	1.817
		Jiwa	4.890	5.299	5.717	6.022	6.454	6.894	7.342	7.798	8.135	8.605	9.084
4	Kebutuhan air domestik	lt/dt	5,660	6,133	6,617	6,969	7,470	7,979	8,498	9,025	9,416	9,960	10,514
5	Kebutuhan air non domestik	lt/dt	1,132	1,227	1,323	1,394	1,494	1,596	1,700	1,805	1,883	1,992	2,103
6	Kebutuhan air total	lt/dt	6,792	7,360	7,940	8,363	8,964	9,574	10,197	10,830	11,299	11,952	12,617
7	Kehilangan akibat kebocoran	%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		lt/dt	1,358	1,472	1,588	1,673	1,793	1,915	2,039	2,166	2,260	2,390	2,523
8	Kebutuhan air rata-rata	lt/dt	8,150	8,832	9,528	10,036	10,756	11,489	12,237	12,996	13,558	14,342	15,140
9	Kebutuhan air harian maksimum	lt/dt	9,373	10,157	10,957	11,541	12,370	13,213	14,072	14,946	15,592	16,494	17,411
10	Kebutuhan air jam puncak	lt/dt	12,225	13,248	14,292	15,054	16,135	17,234	18,355	19,494	20,338	21,514	22,710
11	Debit eksisting PDAM	lt/dt	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan air di atas pada tahun 2030 didapatkan sebesar 12.617 liter/detik, sedangkan instalasi pengolahan air (IPA) di PDAM Unit IKK Benao memiliki kapasitas produksi sebesar 20 liter/detik. Dengan begitu, PDAM Unit IKK Benao masih mampu memenuhi kebutuhan air bersih penduduk Kecamatan Lahei Barat hingga tahun 2030. Dari hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih ini, selanjutnya akan digunakan untuk Analisa kapasitas reservoir dan simulasi pada *WaterCAD V8i*.

Analisa Kapasitas Reservoir

Fluktuasi pemakaian air adalah penggunaan air pada tiap jam tergantung aktivitas penduduk. Fluktuasi pemakaian air bersih tiap jam dalam satu hari dihitung dengan mengalikan *load factor* terhadap kebutuhan air bersih pada jam puncak.

Berdasarkan kondisi eksisting, PDAM Unit IKK Benao memanfaatkan sungai Barito sebagai sumber air baku. Dalam memenuhi kebutuhan air penduduk pada saat jam puncak, PDAM Unit IKK Benao menggunakan 2 buah pompa dan 1 buah pompa cadangan dengan masing-masing kapasitas sebesar 15 liter/detik untuk pengambilan sumber air baku. Pompa yang dimiliki PDAM Unit IKK Benao saat ini diperkirakan memiliki efisiensi sekitar 91% dari kapasitasnya.

Berikut perhitungan kapasitas reservoir yang disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini.

Tabel 3. Fluktuasi Kebutuhan Air

Jam	*Load Factor*	Suplai Air (m^3)	Kebutuhan Air (m^3)	Produksi Pompa (m^3)	Sisa Air pada Tandon	
					Perjam (m^3)	Kumulatif (m^3)
01.00 - 02.00	0,30	82	24,53	98	73,75	73,75
02.00 - 03.00	0,37		30,25	98	68,03	141,78
03.00 - 04.00	0,45		36,79	98	61,49	203,27
04.00 - 05.00	0,64		52,32	98	45,96	249,23
05.00 - 06.00	1,15		94,02	98	4,26	253,49
06.00 - 07.00	1,56		127,54	98	-29,26	224,23
07.00 - 08.00	1,53		125,09	98	-26,81	197,42
08.00 - 09.00	1,41		115,28	98	-17,00	180,43
09.00 - 10.00	1,40		114,46	98	-16,18	164,25
10.00 - 11.00	1,38		112,82	98	-14,54	149,71
11.00 - 12.00	1,27		103,83	98	-5,55	144,16
12.00 - 13.00	1,20		98,11	98	0,17	144,33
13.00 - 14.00	1,14		93,20	98	5,08	149,41
14.00 - 15.00	1,17		95,65	98	2,63	152,03
15.00 - 16.00	1,18		96,47	98	1,81	153,84
16.00 - 17.00	1,22		99,74	98	-1,46	152,38
17.00 - 18.00	1,31		107,10	98	-8,82	143,56
18.00 - 19.00	1,38		112,82	98	-14,54	129,01
19.00 - 20.00	1,25		102,20	98	-3,92	125,10
20.00 - 21.00	0,98		80,12	98	18,16	143,26
21.00 - 22.00	0,62		55,69		-55,69	87,57
22.00 - 23.00	0,45		36,79		-36,79	50,78
23.00 - 24.00	0,37		30,25		-30,25	20,53
24.00 - 01.00	0,25		20,44		-20,44	0,09

Dari tabel fluktuasi kebutuhan air di atas didapat kumulatif isi tampungan terbesar adalah 253,49 m^3. Selanjutnya, untuk perhitungan volume efektif ditentukan minimum 15% dari kebutuhan air maksimum per hari (Nasional, 2011).

Sehingga:

Volume reservoir = 15% × 253,49 m^3 = 38,02 m^3, maka kumulatif isi tampungan 253,49 m^3 + 38,02 m^3 = 291,51 m^3.

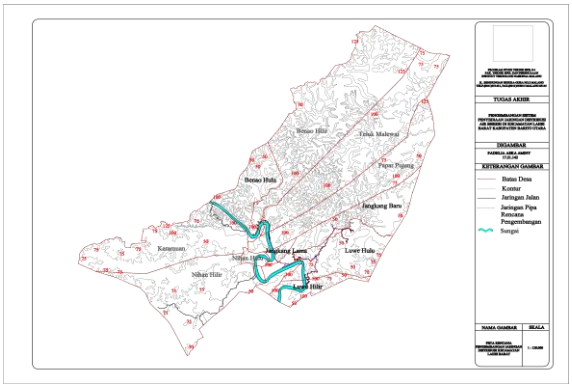
Dari hasil perhitungan volume efektif di atas diketahui bahwa volume efektif reservoir adalah 291,51 m^3 sedangkan kapasitas tampungan eksisting saat ini adalah sebesar 300 m^3. Sehingga, tidak diperlukan penambahan reservoir baru karena kapasitas tampungan masih memenuhi untuk rencana pengembangan hingga 10 tahun kedepan.

Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi

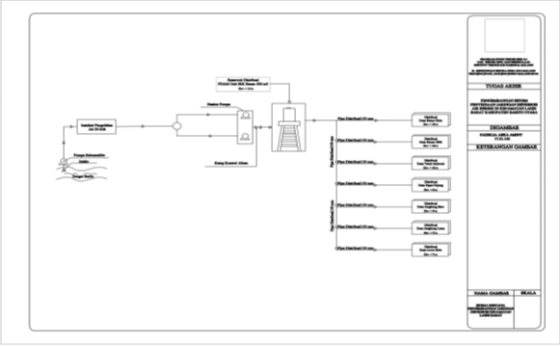
Dalam rencana pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Lahei Barat, PDAM Unit IKK Benao menggunakan sistem gravitasi untuk melayani para pelanggan. Agar rencana pengembangan penyediaan jaringan distribusi memenuhi kriteria yang ada, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan. Kriteria-kriteria tersebut terdiri dari tekanan sisa pada *junction* berkisar antara 0,5 – 8 atm untuk penggunaan pipa PVC (Umum, 2007) dan kehilangan tinggi tekan air yang diijinkan sebesar 10 m/km (Direkrtorat Jenderal Cipta Karya PUPR, 2007).

Pada rencana pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih ini menggunakan pipa *PVC* dengan nilai koefisin *Hazen William C* = 150 dengan total panjang pipa 6,465 km. Kemudian menggunakan tiga alternatif diameter pipa, yaitu alternatif 1 menggunakan pipa berdiameter 90 mm, alternatif 2 menggunakan pipa berdiameter 110 mm dan alternatif 3 menggunakan pipa berdiameter 150 mm.

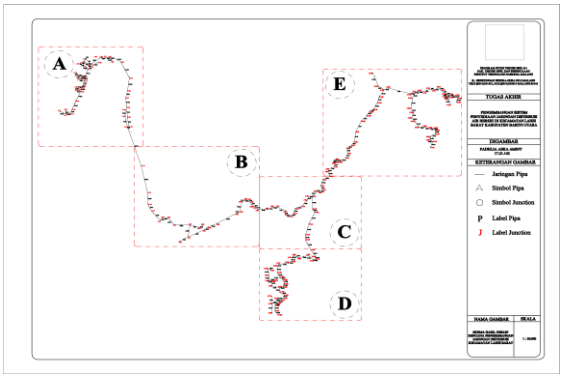
Berikut adalah gambar eksisting jaringan distribusi PDAM Unit IKK Benao serta hasil desain rencana pengembangan jaringan distribusi pada beberapa desa di Kecamatan Lahei Barat.



Gambar 6. Peta Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi Kecamatan Lahei Barat



Gambar 7. Skema Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi Kecamatan Lahei Barat



Gambar 8. Skema Hasil Desain Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi Kecamatan Lahei Barat

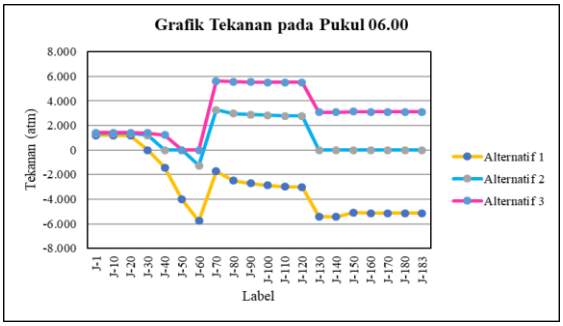
Dalam simulasi rencana pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih dengan program bantu *WaterCAD V8i* ini mengevaluasi serta menganalisa kondisi aliran pada jaringan pipa distribusi. Hasil analisa akan ditampilkan dalam bentuk tabel yang memuat elevasi, jenis pipa, panjang pipa, diameter pipa, *demand, headloss* dan tekanan sisa pada tiap *junction*. Tiap *junction* memiliki pembebanan kebutuhan air yang berbeda-beda tiap jamnya.

Perbandingan Hasil Analisa Jaringan Distribusi

Dari hasil analisa jaringan distribusi air bersih dengan program bantu *WaterCAD V8i* diperoleh perbandingan dari beberapa alternatif pada jam puncak pukul 06.00 dan 17.00 sebagai berikut:

a) Perbandingan hasil analisa tekanan pada pukul 06.00

Pada alternatif 1 diperoleh tekanan tertinggi sebesar 1,192 atm dan terendah sebesar -5,748 atm, pada alternatif 2 diperoleh tekanan tertinggi sebesar 3,552 atm dan terendah sebesar -1,259 atm serta pada alternatif 3 diperoleh tekanan tertinggi sebesar 5,676 atm dan terendah sebesar 0,851 atm.

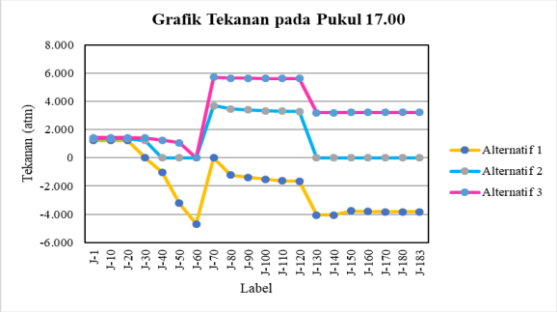


Gambar 9. Grafik Tekanan pada Pukul 17.00

b) Perbandingan hasil analisa *headloss* pada pukul 06.00

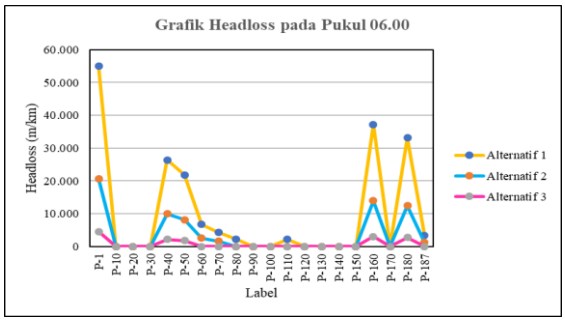
Pada alternatif 1 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 55,088 m/km dan terendah sebesar 0,002 m/km, pada alternatif 2 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 20,728 m/km dan terendah sebesar 0,001

m/km serta pada alternatif 3 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 4,576 m/km dan terendah sebesar 0,000 m/km.



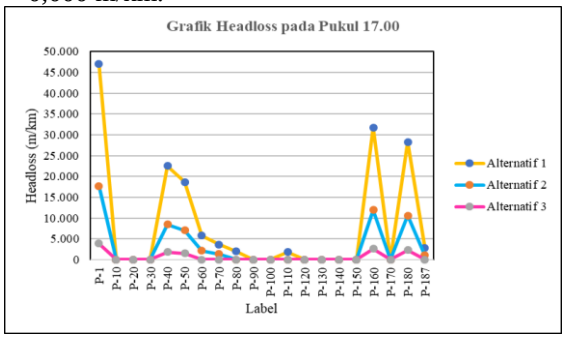
Gambar 10. Grafik *Headloss* pada Pukul *06.00*

c) Perbandingan hasil analisa *headloss* pada pukul 17.00
Pada alternatif 1 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 47,024 m/km dan terendah sebesar 0,001 m/km, pada alternatif 2 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 17,693 m/km dan terendah sebesar 0,001 m/km serta pada alternatif 3 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 3,906 m/km dan terendah sebesar 0,000 m/km.



Gambar 11. Grafik *Headloss* pada Pukul *06.00*

d) Perbandingan hasil analisa *headloss* pada pukul 17.00
Pada alternatif 1 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 47,024 m/km dan terendah sebesar 0,001 m/km, pada alternatif 2 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 17,693 m/km dan terendah sebesar 0,001 m/km serta pada alternatif 3 diperoleh *headloss* tertinggi sebesar 3,906 m/km dan terendah sebesar 0,000 m/km.



Gambar 12. Grafik *Headloss* pada Pukul 17.00

Pembahasan

Rencana pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih untuk 10 tahun yang akan datang dilakukan di 3 desa, yakni Desa Jangkang Baru, Desa Jangkang Lama dan Desa Luwe Hulu. PDAM Unit IKK Benao memiliki kapasitas produksi instalasi pengolahan air (IPA) sebesar 20 liter/detik dengan memanfaatkan Sungai Barito sebagai sumber air baku. Terkait rencana pengembangan untuk 10 tahun yang akan datang, penduduk yang belum terlayani kebutuhan air bersihnya diprediksi berdasarkan rata-rata laju pertumbuhan penduduk yakni sebesar 1,1461% dengan menggunakan metode aritmatika yakni adalah 12.977 jiwa dengan kebutuhan air bersih pada tahun 2030 sebesar 12.617 liter/detik. Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan air penduduk, kapasitas produksi air yang ada saat ini masih cukup untuk memenuhi kebutuhan air penduduk 10 tahun yang akan datang. Kemudian berdasarkan fluktuasi kebutuhan air, kumulatif isi tampungan terbesar adalah 253,49 m^3 dengan volume efektif reservoir sebesar 291,51 m^3. Sedangkan kapasitas reservoir yang ada saat ini adalah sebesar 300 m^3, sehingga kapasitas reservoir masih cukup untuk rencana pengembangan hingga 10 tahun kedepan. Pada rencana pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih ini menggunakan sistem gravitasi dengan penggunaan pipa PVC dengan tiga alternatif diameter pipa. Alternatif 1 menggunakan pipa berdiameter 90 mm, alternatif 2 menggunakan pipa berdiameter 110 mm dan alternatif 3 menggunakan pipa berdiameter 150 mm. Dari hasil simulasi dengan program bantu *WaterCAD V8i* dipilih alternatif 3 dengan diameter pipa PVC sebesar 150 mm dengan total panjang pipa 6,465 km untuk digunakan dalam rencana pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih. Hal tersebut dikarenakan dari hasil simulasi yang dilakukan terjadi pada jam puncak pukul 06.00 dengan tekanan sisa pada *junction* berkisar antara 0,851 – 5,676 atm dan kehilangan tinggi tekan air *(headloss)* berkisar antara 0,000 – 4,576 m/km yang berarti memenuhi kriteria yang berlaku.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisa dan pembahasan di atas:

1. PDAM Unit IKK Benao mampu memenuhi kebutuhan air bersih penduduk 10 tahun yang akan datang, karena kebutuhan air pada tahun 2030 sebesar 12.617 liter/detik dan kapasitas produksi instalasi pengolahan air (IPA) sebesar 20 liter/detik.
2. Dari hasil rencana pengembangan yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:
   - Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2030 dengan menggunakan metode aritmatika

mencapai 12.977 jiwa dengan rata-rata laju pertumbuhan penduduk yakni sebesar 1,1461%.

- Proyeksi kebutuhan air bersih penduduk pada tahun 2030 adalah sebesar 12.617 liter/detik dengan kapasitas produksi intalasi pengolahan air (IPA) sebesar 20 liter/detik.
- Pada sistem pengaliran distribusi PDAM Unit IKK Benao menggunakan sistem gravitasi dengan jenis e*levated* reservoir yang memiliki ketinggian 15 m serta kapasitas tampungan sebesar 300 m^3. Adapun sistem jaringan perpipaan yang digunakan adalah sistem cabang dengan menggunakan jenis pipa PVC dalam pendistribusiannya. Dari hasil simulasi dengan program bantu *WaterCAD V8i* dapat disimpulkan bahwa alternatif 3 adalah alternatif yang dapat diterapkan serta memenuhi kriteria untuk rencana pengembangan sistem penyediaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Lahei Barat. Dengan menggunakan pipa PVC berdiamater 150 mm dengan total panjang pipa 6,465 km, dengan tekanan di semua *junction* berkisar antara 0,851 – 5,676 atm dan *headloss* sebesar 0,000 – 4,576 m/km pada jam puncak pukul 06.00.

Saran

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan, maka saran yang dapat diberikan adalah melakukan evaluasi kembali terhadap hasil rencana pengembangan yang dilakukan untuk menjamin pelayanan kebutuhan air bersih penduduk secara maksimal sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan serta perlunya melakukan pengembangan lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk sehingga 90% dari target pengembangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

BPSDM PU. (n.d.). *Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air*.

Direkrtorat Jenderal Cipta Karya PUPR. (2007). Buku Panduan Pengembangan Air Minum. *Pupr*, *20*, 1–47.

Handiyatmo, Dendi; Luswara, Ika; Windiarto, T. (2010). *Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja*. Badan Pusat Statistik.

Kementerian Pekerjaan umum Dan Perumahan Rakyat. (2016). Panduan Pendampingan Sistem Peyediaan Air Minum (SPAM) Perpipaan Berbasis Masyarakat. *Direktorat Jenderal Cipta Karya*, 32.

Kesehatan, M. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010*.

Nasional, B. S. (2011). *Standar Nasional Indonesia 7509-2011 Tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*.

RI-SPAM. (n.d.). *Standar/Kriteria Rencana Induk Sistem Pelayanan Air Minum (RI-SPAM)*.

Triatmodjo, B. (1993). *Hidraulika I*. Betta Offset.

Triatmodjo, B. (1996). *Hidraulika II*. Betta Offset.

Umum, M. P. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengemangan SPAM*.