

Evaluasi dan Optimalisasi Penyediaan Air Bersih Berbasis Masyarakat (Studi Kasus: Kawasan Langara Pesisir, Kab. Konawe Kepulauan)

Ilham Kari Budi Darmawan¹⁾, Uniadi Mangidi^{2)*}, Muriadin³⁾, Rudi Balaka⁴⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

²⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

³⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

⁴⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

*Corresponding author. u.mangidi@uho.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords:

Clean Water, EPANET 2.2, Evaluation, Distribution Network

How to cite:

Ilham Kari Budi Darmawan, Uniadi Mangidi, Muriadin, Rudi Balaka (2024). Evaluasi Dan Optimalisasi Penyediaan Air Bersih Berbasis Masyarakat (Studi Kasus: Kawasan Langara Pesisir)



ABSTRACT

The Langara Coastal area is the economic center area of the capital city of Konawe Islands Regency. However, the provision of clean water as a basic need is still not fulfilled, this is because the source of clean water in the Langara Coastal Area currently still depends on Community Self-Help, as a result, water distribution is carried out in shifts. This research aims to determine air needs, the condition of the existing distribution network, and optimize the clean water distribution system. Air requirements are calculated using an analysis of population projections for 15 years. Analysis of pipe hydraulics using EPANET 2.2 Software, and air flow by gravity using PVC pipes. The analysis results show that the population in 2036 will be 1816 people with peak hour water demand of 4.13 l/sec. The condition of the existing distribution network shows that all Junctions have an average pressure of 9 atm. Meanwhile, the pipe with the highest speed at P3 is 0.47 m/s and the speed at P15 is 0.04 m/s, indicating that the existing conditions do not meet the technical criteria of Minister of PUPR Regulation No. 27/PRT/M/2016. So to increase the flow speed it is necessary to change the pipe dimensions at several points. In peak hour optimization simulations, the maximum speed occurs in pipes P2, P3, P4, and P10, namely 2.61 m/s, while the lowest speed occurs in pipe P21, namely 0.30 m/s. The results of this optimization are by the speed criteria in Minister of PUPR Regulation No.27/PRT/M/2016

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia, sehingga ketersediaannya sangatlah penting dalam meningkatkan kualitas kehidupan manusia dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia, oleh karena itu ketersediaannya pada peningkatan kualitas hidup manusia sangat besar (Taringan, 2017). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun (2015) Tentang Sistem Penyediaan Air Minum yaitu penyelenggaraan SPAM dilaksanakan untuk menjamin hak rakyat atas air minum, akses terhadap pelayanan air minum, dan terpenuhinya kebutuhan pokok air minum sehari-hari bagi masyarakat.

Pengelolaan sistem penyediaan air bersih masyarakat di Desa Langara Bajo Kecamatan Wawonii Barat dilaksanakan oleh PDAM Kabupaten Konawe Kepulauan. PDAM Kabupaten Konawe Kepulauan mempunyai permasalahan yang sama dengan PDAM kota lainnya, yaitu tingkat pelayanan yang masih rendah, belum memadainya sarana dan prasarana hingga banyak bangunan instalasi pengolahan air yang sudah tidak berfungsi serta kurangnya kualitas air minum. Kualitas air bersih harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, bakteriologi, dan radioaktif (Alamsyah, 2007; Indrawan & Ivan Faisal, 2020)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) (2020) Kec. Wawonii Barat memiliki jumlah penduduk sebanyak 9.321 jiwa. Jaringan distribusi PDAM di Kawasan Langara sudah terpasang namun penyaluran air bersih masih belum dapat melayani dengan maksimal. Sehingga saat ini sistem penyediaan air yang digunakan masyarakat hanya bergantung pada jaringan dsitribusi yang dikelola sendiri oleh kelompok swadaya masyarakat namun masih belum dapat menyelesaikan permasalahan yang ada pada kawasan tersebut yaitu terjadi krisis air bersih dan kebutuhan air bersih yang masih kurang.

2. Tinjauan Pustaka

A. Sistem Penyediaan Air Bersih

Menurut Dwijosaputro (2003) menjelaskan bahwa air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia sehari-hari dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit dan bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air tersebut. Kemudian menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/Per/IX/1990 sebagai batasannya, air bersih akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu serta memenuhi persyaratan. Menurut Kodoatie (2003), air bersih adalah air yang dipakai sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi, memasak dan dapat diminum setelah dimasak. Sistem penyediaan air bersih adalah suatu sistem penyediaan atau pengeluaran air ke tempat-tempat yang dikehendaki tanpa ada gangguan atau pencemaran terhadap daerah-daerah yang dilaluinya dan dapat memenuhi kebutuhan penghuninya dalam masalah air (Indra:

Dalam perencanaan pelaksanaan sistem penyediaan air bersih yang harus diperhatikan selain kuantitasnya dan kontinuitas maka kualitasnya juga harus memenuhi standar yang berlaku. Dalam hal ini air bersih sudah merupakan praktek pada umumnya bahwa menetapkan kualitas dan karakteristik untuk mendapatkan air baku dengan mutu tertentu (standar kualitas air). Maka untuk mendapatkan gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, maka kita memerlukan pengukuran sifat-sifat air yang disebut parameter kualitas air. Sumber kualitas air adalah baku mutu ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisika, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tertentu (Basyir & Prandono, 2022)

B. Sumber Air Bersih

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 18 Tahun (2007) Asal air biasanya dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang kemudian disebut Air Baku apabila air tersebut dapat memenuhi standar mutu tertentu sebagai Air Baku untuk Air Minum. Contoh-contoh sumber air baku yang diperuntukkan air minum yaitu air sungai, air danau, mata air dan lain sebagainya. Pada penelitian ini yang dimanfaatkan berupa air permukaan yaitu air sungai. Untuk memanfaatkan aliran air sungai, harus melakukan pengolahan air baku terlebih dahulu supaya air tersebut memenuhi standar air minum.

C. Kebutuhan Air

Banyaknya air yang dibutuhkan untuk keperluan harian manusia adalah jumlah kebutuhan air bersih. Semua kegiatan lainnya yang membutuhkan air seperti kegiatan sosial, perkantoran, niaga, pendidikan, fasilitas peribadahan dan lainnya disebut kebutuhan air (non domestik)(Udju, 2014). Air domestik yang dibutuhkan per-orang per-hari direncanakan sesuai dengan standar yang dapat dipakai sesuai ketentuan pelayanan yang bersumber pada wilayah dan jumlah jiwa

di wilayah tersebut. Kebutuhan air yang digunakan untuk kegiatan harian atau pemenuhan kebutuhan air rumah tangga disebut kebutuhan air domestik (Ramadhayanti & Helda, 2021). Yang termasuk kebutuhan air domestik adalah penggunaan air oleh seseorang yang diperkirakan tetap setiap harinya seperti mandi dan memasak. Untuk menentukan kebutuhan air domestik bisa ditentukan dengan mengetahui kecenderungan peningkatan kebutuhan air itu sendiri yang dianalisis melalui data penduduk, pola kebiasaan serta tingkat hidup yang didukung adanya perkembangan sosial ekonomi (Mimik, 2017). Kriteria perencanaan air perorangan sangat dipengaruhi jumlah penduduk suatu kota sesuai dengan kriteria perencanaan yang telah disusun dan ditetapkan oleh Direktorat Jendral PUPR (PermenPUPR Nomor 18 Tahun 2007; PP Nomor 122 Tahun 2015)

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air yang digunakan oleh masyarakat umum yang konsumsinya tidak tetap setiap harinya, yang kemudian sering disebut kebutuhan air perkotaan. Jumlah fasilitas perkantoran yang ada dalam wilayah perencanaan, pendidikan (institut dan sekolah), tempat ibadah masyarakat, tempat-tempat komersial seperti pertokoan, hotel, rumah makan, pasar umum, dan perindustrian dalam wilayah tersebut (Salim, 2019).

Perhitungan kebutuhan air mengacu pada SNI 03-7065-2005, Apabila memakai standar pada SNI ditentukan sesuai kualifikasi wilayah yaitu desa maka pemakaian air rata-rata orang per hari yaitu sebesar 60 liter/orang/hari dan fasilitas umum per orang sebesar 5 liter/orang/hari. Selanjutnya jumlah kebutuhan air domestik ditambah kebutuhan air non-domestik serta ditambah kehilangan air akan menghasilkan jumlah kebutuhan air total. Hasil dari analisis kebutuhan air total bertujuan dapat ditentukannya debit yang dibutuhkan dalam sistem jaringan sesuai dengan konsumen yang telah dianalisis (Burako, 2018; Kalensun et al., 2016)

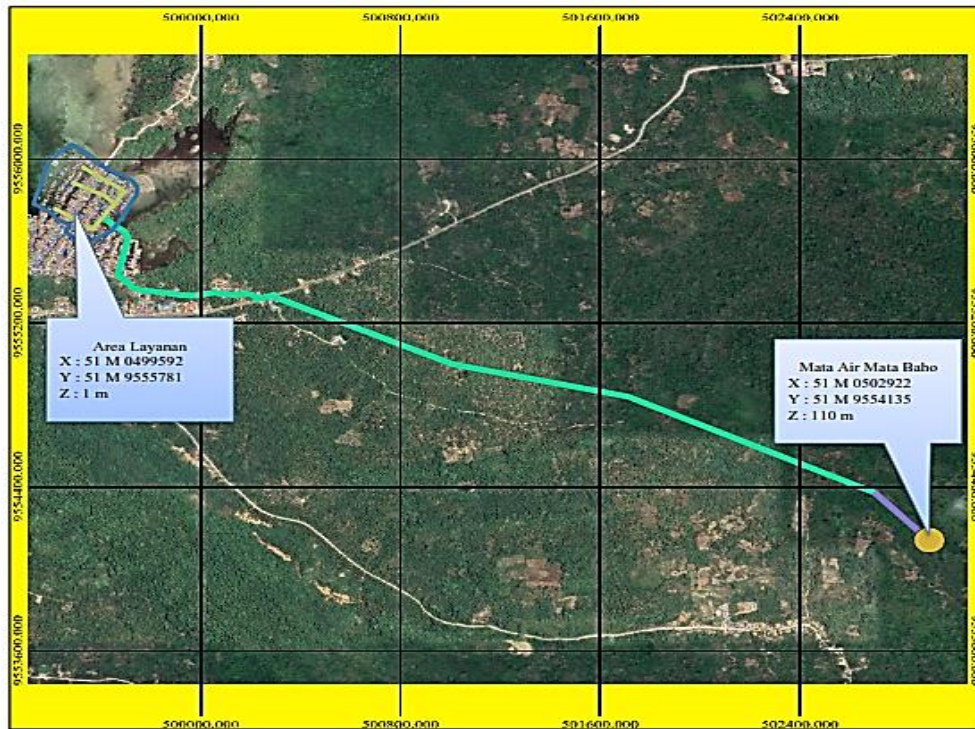
D. Jaringan Perpipaan Air Bersih

Pipa merupakan komponen utama dalam jaringan perpipaan meliputi transmisi dan distribusi. Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih. Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahkedaerah pelayanan (konsumen) (Hajia et al., 2015). Pipa yang digunakan dalam jaringan berbagai macam jenisnya, misalnya pipa tanah liat bakar, bambu, pipa PVC, besi galvanisir (Galvanized Iron), baja, beton dan sebagainya (Radianta, 2008)

3. Metode Penelitian

A. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini lokasi studi yang di ambil adalah Kawasan Langara Pesisir yang terletak di Kecamatan Wawonii Barat, Kab. Konawe Kepulauan. Dimana pada lokasi tersebut masih mengalami permasalahan air bersih maupun sanitasi. Secara astronomis, Kecamatan Wawonii Barat terletak antara 3°68'30'' - 4°6' Lintang Selatan dan antara 122°67' - 123°4'30'' Bujur Timur, Berdasarkan Geografisnya, Kecamatan Wawonii Barat memiliki batas-batas : Utara – Laut Banda. Selatan - Kecamatan Wawonii Tengah. Barat - Laut Banda. Timur – Kecamatan Wawonii Utara. Luas wilayah Kecamatan Wawonii Barat 9.121 Ha.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

B. Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu dengan kegiatan sebagai berikut:

- a. Observasi
- b. Wawancara
- c. Studi Literatur
- d. Survey Lapangan

C. Metode Analisis Data

Analisis data tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Proyeksi penduduk
 - 1) Mengetahui jumlah penduduk minimal 3 tahun terakhir yang diambil data statistik dalam buku Kabupaten Konawe Kepulauan Dalam Angka.
 - 2) Menghitung rata-rata laju pertumbuhan dengan menggunakan tiga metode proyeksi penduduk yaitu Aritmatika, Geometri, Least Square.

Rumus Aritmatika

$$P_n = P_0 + Ka(T_n - T_0) \quad (1)$$

$$Ka = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

Rumus Geometri

$$P_n = (1 + r)^n \quad (3)$$

Rumus Least Square

$$P_n = a + [b \times n] \quad (4)$$

Menentukan nilai a

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (5)$$

Menentukan nilai B

$$B = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (6)$$

- 3) Metode proyeksi yang digunakan adalah metode yang mempunyai nilai Standar Deviasi yang terkecil

b. Kebutuhan air

Kebutuhan air bersih domestik di analisis berdasarkan standar kebutuhan air bersih liter per orang per hari dikalikan dengan total jumlah penduduk. Sedangkan untuk kebutuhan non domestik dapat di hitung berdasarkan 20% dari total jumlah air domestik atau berdasarkan jumlah fasilitas non domestik.

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \quad (7)$$

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Berdasarkan Kategori Kota

Kategori kota	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan air (ltr/org/hr)
I	Kota Metropolitan	Diatas 1 juta	190
II	Kota Besar	500.000 – 1 juta	170
III	Kota Sedang	100.000 – 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 – 100.000	130
V	Desa	10.000 – 20.000	100
VI	Desa Kecil	3.000 – 10.000	90

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum RI Ditjen Cipta Karya, 2007

c. Analisis Hidrolika

Analisis Hidrolika menggunakan Epanet 2.2 Program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa adalah definisi dari Aplikasi Epanet. Elemen jaringan terdiri dari pipa, node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir (Guo et al., 2021; Santosa, 2020). Semua elemen yang terdiri dari jaringan harus memiliki data sesuai dengan dilapangan.

Pengoperasian Epanet 2.2 yang menghasilkan skema Hidrolika aliran pipa dipengaruhi beberapa factor yaitu tekanan air pada pipa, kecepatan aliran air, debit yang dibutuhkan dan kehilangan air (Waterloss) (Guo et al., 2021; Primejdie et al., 2021).

4. Hasil dan Pembahasan

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk berkaitan erat dengan jumlah kebutuhan air yang ada, proyeksi penduduk merupakan perhitungan yang menunjukkan angka fertilitas, mortalitas dan migrasi dimasa yang akan datang, berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 18 Tahun 2007 terdapat 3 metode yang dapat digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk yaitu: metode aritmatik, metode geometri dan metode least square. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) 2020 kawasan Langara memiliki jumlah penduduk sebanyak 1180 jiwa. Setelah mendapatkan data jumlah penduduk selama 6 tahun, maka akan dilakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk selama 15 tahun kedepan, mulai dari tahun 2021-2036. Hasil perhitungan metode proyeksi menggunakan standar deviasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Proyek Penduduk

No	Metode	Standar Deviasi
1	Aritmatika	66.947
2	Geometri	66.953
3	<i>Least Square</i>	86.318

Nilai standar deviasi antar ketiga metode nilai standar deviasi yang terkecil pada metode Aritmatika. Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan metode Aritmatika didapatkan pada tahun 2036 jumlah penduduk sebanyak 1816 jiwa.

b. Proyeksi Kebutuhan Air

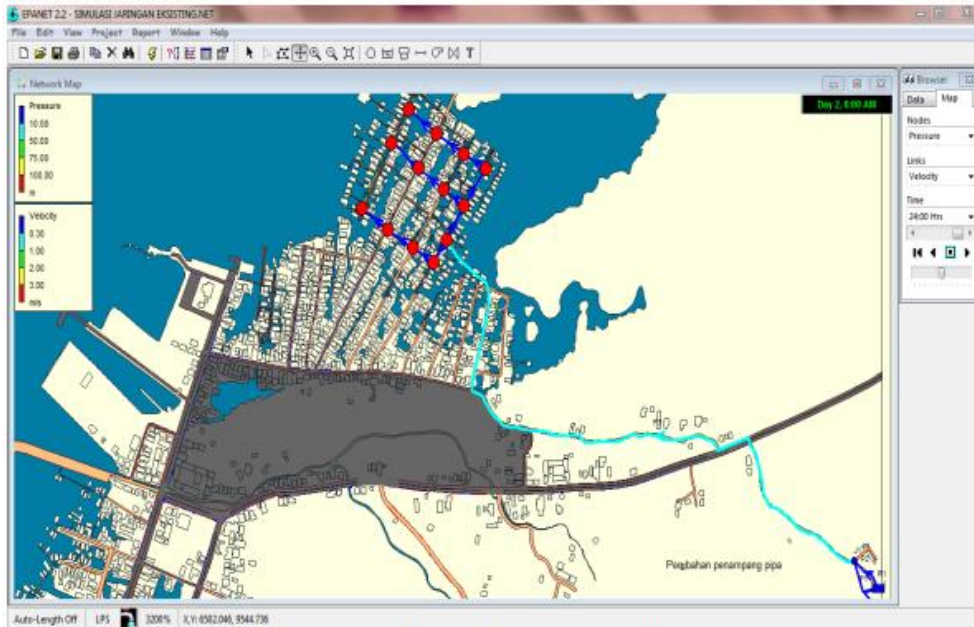
Perhitungan kebutuhan air domestik dihitung dengan mengalikan jumlah penduduk dengan rata-rata kebutuhan air per orang setiap harinya. Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk di Kawasan Langara hingga akhir tahun perencanaan yaitu tahun 2036 jumlah penduduk sebesar 1816 jiwa yang berarti daerah tersebut termasuk kedalam kategori Desa menurut Permen PUPR No.27/PRT/M/2016. Hasil survey lapangan jumlah kebutuhan air rata-rata penduduk kawasan langara sebesar 90 l/org/hari. Sistem distribusi air bersih merupakan penyaluran air bersih ke daerah pelayanan (konsumen) dengan menggunakan jaringan perpipaan. Berikut merupakan hasil rekapitulasi Proyeksi Kebutuhan Air di Kawasan Langara terdapat pada Tabel 2.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Proyeksi Kebutuhan Air

No	Uraian	Satuan	Tahun Proyeksi Ke n			
			Tahun perenc.	5th	10th	15th
1	Jumlah pdd Layanan	jiwa	1,228	1,424	1,620	1,816
	Pelayanan penduduk	%	100	100	100	100
		jiwa	1,228	1,424	1,620	1,816
2	Pelayanan SR	%	100	100	100	100
		jiwa	1,228	1,424	1,620	1,816
	Pemakaian Air Domestik	Lt/org/hr	90	90	90	90
		Lt/hr	110,520	128,160	145,800	163,440
		Lt/det	1.28	1.48	1.69	1.89
3	Total Domestik	Lt/det	1.28	1.48	1.69	1.89
4	Kebutuhan Non Domestik					
	- Kesehatan	Lt/det	0.058	0.083	0.089	0.111
	- Peribadatan	Lt/det	0.072	0.084	0.095	0.107
	- Komersil/industri	Lt/det	0.005	0.006	0.007	0.008
5	Total Non Domestik	Lt/det	0.14	0.17	0.19	0.23
6	Total Kebutuhan Air	Lt/det	1.41	1.66	1.88	2.12
7	Kehilangan Air	%	25	25	25	25
		Lt/det	0.35	0.41	0.47	0.53
8	Kebutuhan Air					
	- Rata-rata	Lt/det	1.77	2.07	2.35	2.65
	- Harian Maksimum	Faktor	1.15	1.15	1.15	1.15
		Lt/det	2.03	2.38	2.70	3.04
		M ³ /jam	7.32	8.57	9.72	10.96
		M ³ /hari	175.65	205.72	233.34	262.98
	- Jam Puncak	Faktor	1.56	1.56	1.56	1.56
		Lt/det	2.76	3.23	3.66	4.13

c. Kondisi Eksisting Jaringan Distribusi

Sebelum melakukan simulasi jaringan distribusi terlebih dahulu dilakukan penentuan kebutuhan air tiap *junction*. Selanjutnya dilakukan kondisi eksisting dengan bantuan software EPANET 2.2. Hal ini untuk mempermudah dalam perhitungan hidrolisis dimana terfokus pada network link dan nodes. Simulasi kondisi eksisting jaringan distribusi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Simulasi Jaringan Eksisting

Pada jaringan pipa eksisting pipa yang digunakan yaitu PVC 114 dan PVC 89 pada jaringan transmisi serta PVC 76 dan PVC 60 pada jaringan distribusi. Untuk hasil analisis jaringan distribusi eksisting menggunakan Software EPANET 2.2 dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 4. Hasil Simulasi Jaringan Pipa pada Kondisi Eksisting

Label	Titik Awal	Titik Akhir	Diameter (Inch)	Material	Hazen-Williams	Debit (l/s)	Kecepatan (m/s)
P1	R-1	J-1	4	PVC	150	1.45	0.14
P2	R-1	J-1	4	PVC	150	1.45	0.14
P3	J-1	J-2	3	PVC	150	2.9	0.47
P4	J-2	J-3	2 1/2	PVC	150	1.14	0.25
P5	J-3	J-4	2	PVC	150	0.61	0.13
P6	J-4	J-5	1	PVC	150	0.34	0.12
P7	J-5	J-6	1	PVC	150	0.14	0.05
P8	J-2	J-7	2 1/2	PVC	150	1.76	0.39
P9	J-7	J-8	1	PVC	150	0.59	0.21
P10	J-8	J-9	1	PVC	150	0.33	0.12
P11	J-9	J-10	1	PVC	150	0.14	0.05
P12	J-7	J-11	2 1/2	PVC	150	0.76	0.17
P13	J-11	J-12	1	PVC	150	0.47	0.17
P14	J-12	J-13	1	PVC	150	0.31	0.11
P15	J-13	J-14	1	PVC	150	0.12	0.04

Tabel 5. Hasil Simulasi Junction Pada Kondisi Eksisting

Node ID	Elevasi (m)	Demand (L/S)	Pressure (Atm)	Syarat Tekan (Atm)	Keterangan
Junc J1	110	0	0.38	1-8	Tidak Ok
Junc J2	108	0	9.85	1-8	Tidak Ok
Junc J3	1	0.53	9.84	1-8	Tidak Ok
Junc J4	1	0.27	9.84	1-8	Tidak Ok
Junc J5	1	0.2	9.83	1-8	Tidak Ok
Junc J6	1	0.14	9.83	1-8	Tidak Ok
Junc J7	1	0.41	9.83	1-8	Tidak Ok
Junc J8	1	0.27	9.82	1-8	Tidak Ok
Junc J9	1	0.19	9.82	1-8	Tidak Ok
Junc J10	1	0.14	9.82	1-8	Tidak Ok
Junc J11	1	0.3	9.82	1-8	Tidak Ok
Junc J12	1	0.16	9.90	1-8	Tidak Ok
Junc J13	1	0.19	9.82	1-8	Tidak Ok
Junc J14	1	0.12	9.82	1-8	Tidak Ok

Pada kondisi eksisting menggunakan program bantu EPANET 2.2 Hasil simulasi jaringan distribusi berbanding dengan kriteira teknik tekanan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat No.27/PRT/M/2016, 2016 menunjukkan seluruh *Junction* memiliki tekanan rata- rata sebesar 9 atm dan *head* hal ini tidak sesuai dengan kriteria, yakni sebesar 1-8 atm. Sedangkan variabel kecepatan air juga dianalisa, dimana pipa dengan kecapatan terbesar pada pipa P3 yaitu 0,47 m/s dan tekanan terendah pada P15 sebesar 0.04 m/s. dengan demikian secara keseluruhan jaringan pipa pada kondisi eksisting memiliki kecepatan di bawah kriteria pipa distribusi.

d. Optimalisasi

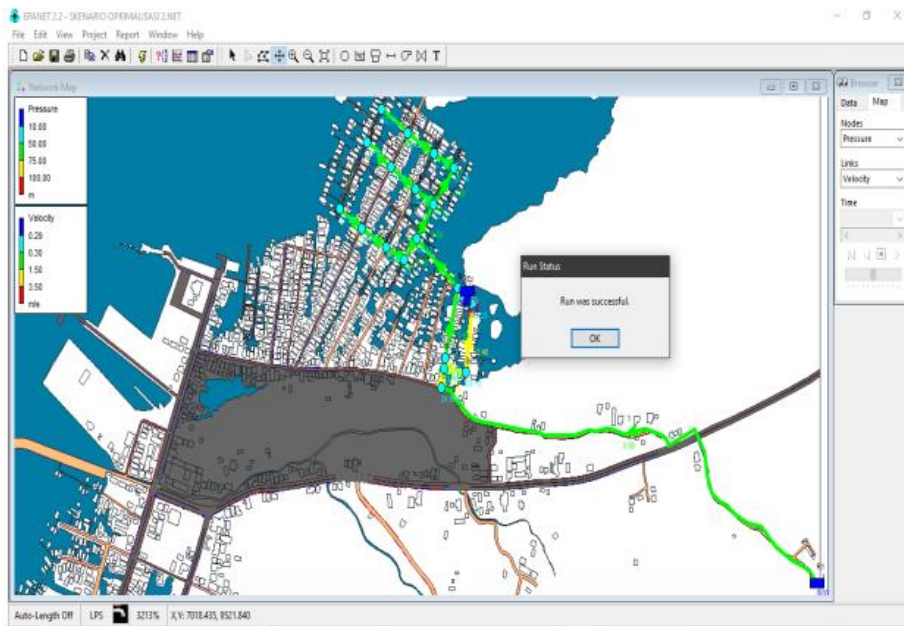
Jaringan perpipaan distribusi air bersih dapat diklasifikasikan menjadi pipa hantar distribusi dan pipa pelayanan distribusi (Kurniawati, 2013). Pengoptimalisasi yang direncanakan menggunakan jaringan bercabang pengaliran gravitasi. Optimalisasi sistem distribusi dilakukan agar pengaliran dalam jaringan distribusi sesuai dengan kriteria teknis. Tahap pertama yang dilakukan dalam upaya optimalisasi sistem penyediaan air bersih pada kawasan langara merencanakan desain sistem jaringan air bersih kemudian merencanakan desain reservoir hal ini dikarenakan pada sistem penyediaan air bersih eksisting tidak memiliki reservoir, resevoir membantu untuk menampung kelebihan kapasitas pada pemakaian saat distribusi lebih kecil dari kapasitas produksi (Pratama, 2018), Selanjutnya diameter pipa pada alternatif optimalisasi diperkecil agar kecepatan aliran dalam pipa memenuhi syarat teknis yaitu kecepatan minimal 0,3 meter/detik. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan diameter pipa yang digunakan yaitu 4 ichi dengan keheingan tinggi tekan pada pipa sebesar 0.358 m/detik. Adapun jumlah kebutuhan resevoir yang diperlukan sebesar minimal 59,21 m³, sehingga desain resevoir yang direncanakan sebagai berikut:

- Dik : Panjang = 6 m
- Lebar = 5 m
- Tinggi = 3 m

Cek dimensi reservoir

$$\begin{aligned}
 V &= P \times L \times T \\
 &= 6 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\
 &= 90 \text{ m}^3 \\
 90 \text{ m}^3 &> 59,21 \text{ m}^3 \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan rencana dimensi reservoir yang direncanakan dengan kapasitas 90 m³ dapat memenuhi kebutuhan kapasitas reservoir yang diperlukan. Selanjutnya dilakukan simulasi rencana optimalisasi untuk mendapatkan desain hidrolisis dari optimalisasi yang direncanakan. Adapun simulasi jaringan sistem penyediaan air bersih pada kawasan langara dapat dilihat pada Gambar 2 dan hasil simulasi pipa pada pukul 00.00 terdapat pada tabel 6.

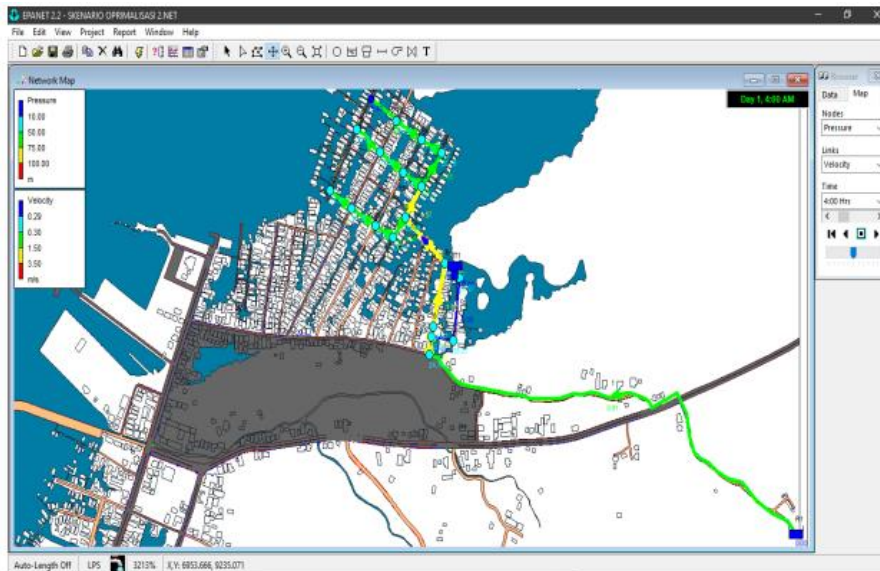


Gambar 3. Simulasi Rencana Optimalisasi Jaringan Distribusi

Tabel 6. Hasil Simulasi Pipa Pada Pukul 00.00

Label	Titik Awal	Titik Akhir	Diameter (Inch)	Material	Hazen-Williams	Debit (l/s)	Kecepatan (m/s)	Status
P1	R-1	J-1	4	PVC	150	7.48	0.95	Open
P2	J-1	J-2	3	PVC	150	7.48	1.69	Open
P3	J-2	J-6	3	PVC	150	2.38	0.54	Open
P4	J-6	J-7	3	PVC	150	2.38	0.54	Open
P5	J-2	J-3	2	PVC	150	5.1	2.60	Open
P6	J-3	J-4	2	PVC	150	5.1	2.60	Open
P7	J-4	T-1	1 1/2	PVC	150	5.1	2.60	Open
P8	T-1	J-5	1 1/4	PVC	150	0	0	Closed
P9	J-5	J-7	1 1/4	PVC	150	0	0	Closed
P10	J-7	J-8	3	PVC	150	2.38	0.54	Open
P11	J-8	J-9	2	PVC	150	0.9	0.32	Open
P12	J-9	J-10	1 1/2	PVC	150	0.53	0.43	Open
P13	J-10	J-11	1 1/4	PVC	150	0.32	0.33	Open
P14	J-11	J-12	1	PVC	150	0.14	0.32	Open
P15	J-8	J-13	2 1/2	PVC	150	1.48	0.52	Open
P16	J-13	J-14	1 1/2	PVC	150	0.5	0.40	Open
P17	J-14	J-15	1 1/4	PVC	150	0.31	0.32	Open
P18	J-15	J-16	1	PVC	150	0.14	0.44	Open
P19	J-13	J-17	2	PVC	150	0.69	0.35	Open
P20	J-17	J-18	1 1/2	PVC	150	0.47	0.37	Open
P21	J-18	J-19	1 1/4	PVC	150	0.29	0.30	Open
P22	J-19	J-20	1	PVC	150	0.13	0.42	Open

Pada simulasi optimalisasi jaringan kebutuhan yang sangat tinggi di saat jam puncak yaitu pada pukul 04.00, kecepatan maksimum terjadi pada pipa P2, P3, P4, dan P10 yaitu 1,62 m/s, sedangkan pipa paling rendah terjadi pada pipa P21 yaitu 0,30 m/s, kecepatan jaringan pipa optimalisasi telah sesuai dengan kriteria pipa distribusi dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.27/PRT/M/2016 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2016). Selanjutnya di simulasikan rencana optimalisasi pipa pada jam puncak. Adapaun hasil simulasi rencana optimalisasi pipa pada jam pucak dapat dilihat pada Gambar 4 dan hasil simulasi pipa pada pukul 04.00 terdapat pada Tabel 7.

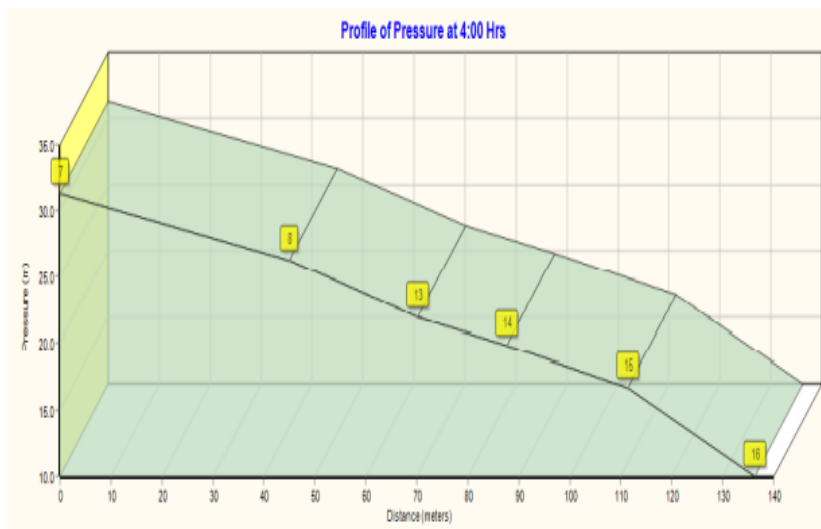


Gambar 4. Simulasi Rencana Optimalisasi Pipa pada Jam Puncak

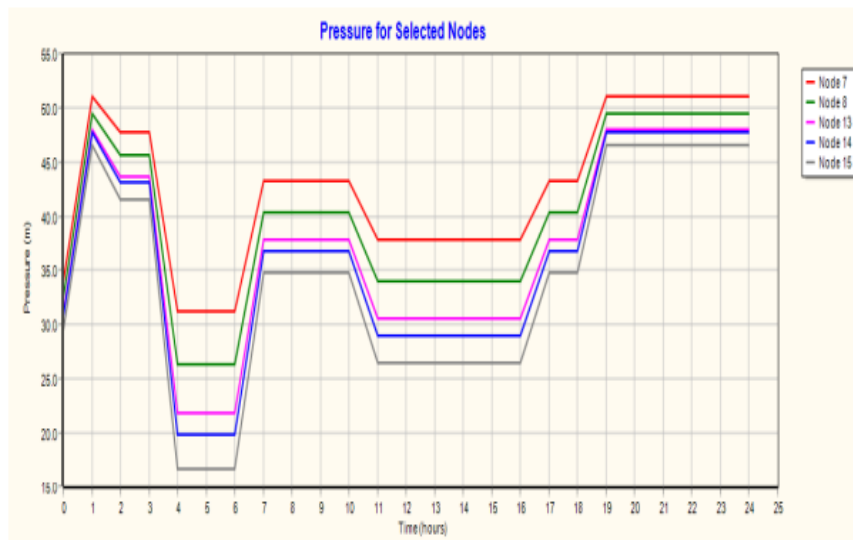
Tabel 7. Hasil Simulasi Pipa Pada Pukul 04.00

Label	Titik Awal	Titik Akhir	Diameter (Inch)	Material	Hazen-Williams	Debit (l/s)	Kecepatan (m/s)	Status
P1	R-1	J-1	4	PVC	150	7.14	0.91	Open
P2	J-1	J-2	3	PVC	150	7.14	1.62	Open
P3	J-2	J-6	3	PVC	150	7.14	1.62	Open
P4	J-6	J-7	3	PVC	150	7.14	1.62	Open
P5	J-2	J-3	2	PVC	150	0	0	Closed
P6	J-3	J-4	2	PVC	150	0	0	Closed
P7	J-4	T-1	1½	PVC	150	0	0	Closed
P8	T-1	J-5	1¼	PVC	150	0	0	Closed
P9	J-5	J-7	1¼	PVC	150	0	0	Closed
P10	J-7	J-8	3	PVC	150	7.14	1.62	Open
P11	J-8	J-9	2	PVC	150	2.69	0.95	Open
P12	J-9	J-10	1½	PVC	150	1.60	1.28	Open
P13	J-10	J-11	1¼	PVC	150	0.97	1.00	Open
P14	J-11	J-12	1	PVC	150	0.43	0.95	Open
P15	J-8	J-13	2½	PVC	150	4.45	1.57	Open
P16	J-13	J-14	1½	PVC	150	1.50	1.19	Open
P17	J-14	J-15	1¼	PVC	150	0.93	0.97	Open
P18	J-15	J-16	1	PVC	150	0.41	1.32	Open
P19	J-13	J-17	2	PVC	150	2.07	1.05	Open
P20	J-17	J-18	1½	PVC	150	1.40	1.11	Open
P21	J-18	J-19	1¼	PVC	150	0.88	0.91	Open
P22	J-19	J-20	1	PVC	150	0.40	1.26	Open

Dari hasil simulasi dengan program EPANET 2.2 yang dilakukan bahwa tekanan Junction pada jam puncak yaitu tekanan terkecil sebesar 0.9 atm dan tekanan yang terbesar 4.00 atm. berdasarkan kriteria tekanan untuk pipa PVC pada rencana optimalisasi telah sesuai dengan kriteria teknik tekanan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.27/PRT/M/2016 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 93 | 2016). Hasil simulasi grafik tekanan dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Grafik Tekanan pada Jam Puncak



Gambar 6. Grafik Tekanan pada Jam Distribusi

5. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan menggunakan metode aritmatika jumlah penduduk Kawasan Langara pada periode perencanaan sebanyak 1816 jiwa dengan jumlah kebutuhan air harian maksimum 281.93 m³ /hari dan kebutuhan air pada jam puncak sebesar 4.43 l/dtk
- Hasil simulasi jaringan distribusi menunjukkan seluruh Junction memiliki tekanan rata-rata sebesar 9 atm, Besar tekanan yang tinggi pada semua junction tersebut disebabkan beberapa faktor, yakni tidak adanya bak pelepas tekan atau bak reservoir pada jaringan

eksisting untuk mengurangi tekanan yang terjadi akibat dari sistem pengaliran gravitasi. Pipa dengan kecepatan terbesar pada pipa P3 yaitu 0,47 m/s dan tekanan terendah pada P15 sebesar 0.04 m/s. rendahnya kecepatan aliran pada pipa-pipa tersebut disebabkan oleh diameter pipa yang ukurannya terlalu besar dibandingkan dengan besar debit aliran di dalam pipa.

- Hasil simulasi optimalisasi Pada kebutuhan yang sangat tinggi di saat jam puncak yaitu pada pukul 04.00, kecepatan maksimum terjadi pada pipa P3,P4, dan P10 yaitu 1,62 m/s, sedangkan pipa paling rendah terjadi pada pipa P20 yaitu 0,30 m/s. Secara keseluruhan bahwa pada kecepatan jaringan pipa optimalisasi telah sesuai dengan kriteria pipa distribusi dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.27/PRT/M/2016, yakni sebesar 0,3 m/s.tekanan Junction pada jam puncak yaitu tekanan terkecil sebesar 0,90 atm dan tekanan yang terbesar 4.00 atm. berdasarkan kriteria tekanan untuk pipa PVC pada rencana optimalisasi telah sesuai dengan kriteria teknik tekanan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.27/PRT/M/2016, yakni sebesar 0,5-8 atm.

Referensi

- Alamsyah, S. (2007). *Merakit Sendiri Alat Penjernih Air untuk Rumah Tangga*. Kawan Pustaka.
- Burako, M. V. (2018). Proyeksi Kebutuhan Air Bersih pada Tahun 2021 di Kota Pulang Pisau Menggunakan Metode Aritmatik. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(2), 79–84.
- Dwidjoseputro. (2003). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan.
- Guo, W., Wang, B., & Zhao, L. (2021). A Visual Software Implementation of Numerical Simulation for Transient Process of Pipeline Network System of Water Supply Project. *Energies*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/en14154606>
- Hajia, M. C., Binilang, A., & Wuisan, E. M. (2015). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Taratara Kecamatan Tomohon Barat. *Juena TEKNO*, 13(64).
- Indrawan, I., & Ivan Faisal, M. (2020). *Evaluasi Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Tiranadi Cabang Kota Padangsidempuan dengan Menggunakan Epanet 2.0* (1382). <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/29696>
- Kalensun, H., Kawet Lingkan, & Fuad, H. (2016). Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan. *Jurna; Sipil Statik*, 4(2), 105–115.
- Kecamatan Wawonii Barat Dalam Angka 2020, Badan Pusat Statistik (BPS) (2020).
- Kodatie, J. R. (2003). *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*. Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia.
- Kurniawati, D. (2013). *Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum Sumber Mata Air Umbulan di Wilayah Pelayanan Offtake Gedangan Kabupaten Sidoarjo* [Tesis]. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Mimik, F. A. (2017). *Evaluasi Eksisting dan Upaya Perbaikan Pelayanan SPAM PDAM Kota Mojokerto* [Master Thesis]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat No.27/PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (2016).

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 18 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, (2007).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum (2015).
- Pratama, R. R. (2018). *Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum di Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang* [Skripsi]. Universitas uUmatera Utara.
- Primejdie, L. G., Achim, A. V., Bucur, D. M., Dunca, G., & Georgescu, S.-C. (2021). Rural water distribution system with groundwater supply and water tower: Numerical modelling in EPANET 2.2. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 664(1), 12040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/664/1/012040>
- Radiana, T. (2008). *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*. Gajah Mada University Press.
- Ramadhayanti, N. R., & Helda, N. (2021). Jurnal RIVET (Riset dan Inovasi Teknologi). *Jurnal RIVET (Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 01(1), 48–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.47233/rivet.v1i01.228>
- Salim, M. A. (2019). *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara)* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Santosa, B. (2020). Analisa Optimasi Diameter Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Dengan Menggunakan Software Epanet, Lingo Di Jalur Sentul City Pdam Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sipil*, 14(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.02.8>
- Taringan, I. R. T. (2017). *Perencanaan Jaringan Distribusi PDAM Tirta Uli pada Wilayah Perumahan Martoba Land Kota Pematang Siantar* [Undergraduate Papers]. Universitas Sumatera Utara.
- Udju, J. I. R. (2014). *Evaluasi Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Daerah Layanan Kamelimabu Kecamatan Katikutana Selatan Kabupaten Sumba Tengah* [Skripsi]. Institut Teknologi Nasional.