

EVALUASI DAN PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN AIR BERSIH DI KOTA SOE

Meldusto Kause¹ (meldustokause@gmail.com)

John H. Frans² (johnhendrikfrans@gmail.com)

Sudiyo Utomo³ (diyutomo@gmail.com)

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan yang sangat mendasar bagi manusia. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pengembangan wilayah perkotaan kebutuhan air bersih semakin meningkat, maka diperlukan sistem penyediaan air bersih yang baik, agar mencukupi kebutuhan masyarakat dari segi kuantitas air maupun kontinuitas aliran. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merencanakan pengembangan jaringan air bersih di Kecamatan Kota SoE dengan mengetahui jumlah kebutuhan air bersih dan kondisi hidrolis jaringan perpipaan serta kapasitas debit air yang tersedia. Hasil analisa diperoleh jumlah penduduk Kecamatan Kota SoE sebesar 41791 jiwa pada tahun 2019 dan menjadi 46859 jiwa pada tahun 2038 dengan kebutuhan air bersih harian rata-rata tahun 2019 sebesar 65.91 ltr/dtk dan 74.86 ltr/dtk pada tahun 2038. Hasil pengukuran pada sumber air diperoleh debit produksi sebesar 21.32 ltr/dtk. Hasil simulasi hidrolis jaringan transmisi Bonleu mampu mengalirkan debit maksimal ± 45 ltr/dtk, namun terjadi kehilangan air hingga 70%-80% akibat tekanan kerja pipa dan pengambilan air secara ilegal. Beberapa pipa jaringan distribusi eksisting tidak memenuhi standar pengaliran dan belum menjangkau wilayah di Kota SoE. Untuk mengatasi kekurangan air, direncanakan jaringan transmisi baru dengan penambahan kapasitas debit sebesar 64.05 ltr/dtk dari Mata Air Bonleu. Pada jaringan distribusi dilakukan pengembangan jaringan dengan penambahan satu reservoir agar dapat menjangkau wilayah Kecamatan Kota SoE

Kata Kunci: Kebutuhan air bersih; Jaringan Perpipaan; Simulasi Hidrolis

ABSTRACT

Water is a very basic requirement for humans. Along with population growth and development of urban areas the need for clean water is increasing, so a good clean water supply system is needed, in order to meet the needs of the community in terms of water quantity and continuity of flow. This study aims to evaluate and plan the development of clean water networks in the SoE City District by knowing the amount of clean water needs and the hydraulic conditions of the pipeline network and the available water discharge capacity. The analysis results obtained the population of SoE City District of 41791 inhabitants in 2019 and became 46859 inhabitants in 2038 with an average daily clean water requirement in 2019 of 65.91 liters / sec and 74.86 liters / sec in 2038. The measurement results on water sources obtained a production debit of 21.32 liters / sec. The hydraulic simulation results of the Bonleu transmission network are able to flow a maximum discharge of ± 45 ltr / sec, but there is a loss of water up to 70% -80% due to pipeline working pressure and illegal water uptake. Some of the existing distribution network pipes do not meet the drainage standards and do not yet reach areas in the City of SoE. To overcome water shortages, a new transmission network is planned with an additional discharge capacity of 64.05 ltr / sec from Bonleu Springs. In the distribution network, network development is carried out by adding one reservoir in order to reach the SoE City District area.

Keywords: *The need for clean water; Piping Networks; Hydraulic Simulation*

¹ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

² Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

³ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat mendasar bagi manusia. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan pengembangan suatu wilayah perkotaan kebutuhan air bersih akan meningkat, maka diperlukan sistem penyediaan air bersih yang memenuhi kebutuhan masyarakat dari segi kuantitas air dan kontinuitas aliran. Pengembangan wilayah dan peningkatan jumlah penduduk di Kecamatan Kota SoE mengakibatkan pertambahan kebutuhan air bersih setiap tahun. Penyediaan air bersih di Kecamatan Kota SoE melalui jaringan perpipaan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Timor Tengah Selatan. Pada akhir Tahun 2018 telah tersambung 6154 sambungan rumah artinya 74.29% penduduk Kecamatan Kota SoE telah terlayani air bersih melalui perpipaan dari beberapa sumber air dengan total kapasitas Debit sebesar 280 l/dtk. Namun berdasarkan survei yang dilakukan, besarnya Debit produksi adalah 21.32 ltr/dtk, sehingga distribusi air ke ke wilayah Kecamatan Kota SoE setiap 4 hari sekali dengan waktu pengaliran 2-4 jam, hal ini menyebabkan terjadi kerugian secara tidak langsung bagi masyarakat pengguna layanan dan mengurangi tercapainya pemenuhan kebutuhan air bersih di Kecamatan Kota SoE.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan air bersih penduduk dan kapasitas debit yang tersedia
2. Mengetahui kondisi jaringan perpipaan eksisting
3. Mengetahui pengembangan jaringan transmisi dan memperluas jaringan perpipaan ke wilayah distribusi di Kecamatan Kota SoE yang belum terlayani yang belum terlayani
4. Mengetahui kondisi hidrolis jaringan perpipaan eksisting dan pengembangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air yang dimaksud adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia (Kodoatie, 2008).

Tabel 1. Kriteria Perencanaan dan Standar Kebutuhan Air Domestik

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Jiwa				
		> 1.000.000	500.000 S/D 1.000.000	100.000 S/D 500.000	20.000 S/D 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi unit sambungan rumah (SR) l/o/h	190	170	130	120	80
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) l/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik l/o/h (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan air	15-20	15-20	15-20	15-20	15-20
5	Faktor hari maksimum	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
6	Faktor jam puncak	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi (jam)	24	24	24	24	24
11	Volume reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HR	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	*) 90	90	90	90	**) 70

Standar Kebutuhan Air bersih

Menurut Ditjen Cipta Karya (2000) standar kebutuhan air ada dua macam yaitu :

1. Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti; memasak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. Standar kebutuhan air bersih domestik dapat dilihat pada Tabel 1.

2. Standar kebutuhan air non domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Standard penyediaan air non domestik ditentukan oleh banyaknya konsumen non domestik yang meliputi fasilitas seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial, umum dan lainnya. Standar kebutuhan air bersih non-domestik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik

No	Fasilitas (Non Rumah Tangga)	Pemakaian Air	Satuan
1	Asrama	120*)	Ltr/penghuni/hari
2	Taman Kanak-Kanak	10	Ltr/siswa/hari
3	Sekolah Dasar	40*)	Ltr/siswa/hari
4	SLTP	50*)	Ltr/siswa/hari
5	SMU/SMK dan lebih tinggi	80*)	Ltr/siswa/hari
6	Rumah Sakit	500*)	Ltr/Tempat tidur pasien/hari
7	Puskesmas	500 - 1000	Ltr/unit/hari
8	Puskesmas Pembantu	500 - 1000	Ltr/unit/hari
9	Posyandu	500	Ltr/unit/hari
10	Peribadatan	500 - 2000	Ltr/unit/hari
11	Kantor	100**)	Ltr/pegawai dan guru/hari
12	Toko	100 - 200**)	Ltr/unit/hari
13	Rumah Makan	1000	Ltr/unit/hari
14	Hotel/Losmen	250 - 300**)	Ltr/unit/hari
15	Pasar	6000 - 12000	Ltr/unit/hari
16	Pabrik/Industri	60 - 100**)	Ltr/orang/hari
17	Pelabuhan/Terminal	10.000 - 20.000	Ltr/unit/hari
18	SPBU	500 - 20.000	Ltr/unit/hari
19	Pertamanan	25.000	Ltr/unit/hari

Proyeksi Jumlah penduduk

Pertambahan penduduk dianalisa dengan menggunakan tiga metode di bawah ini (Permen PU No 18, 2007:89), antara lain :

1. Metode Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan.

$$P_n : P_0 + K_a(T_n - T_0) \tag{1}$$

$$K_a : (P_2 - P_1) / (T_2 - T_1) \tag{2}$$

2. Metode Geometrik

Proyeksi dengan metode ini, menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk.

$$P_n : P_0 \cdot (1 + q)^n \tag{3}$$

3. Metode *Least Square*

$$Y : a + bX \tag{4}$$

Dengan nilai a dan b ditentukan dengan persamaan 5 dan 6 dibawah ini :

$$a : \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum XY}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (5)$$

$$b : \frac{n \cdot \sum Y \cdot X - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (6)$$

Dimana

- P_n : Jumlah penduduk pada tahun ke n;
- P_0 : jumlah Penduduk pada tahun dasar;
- T_n : Tahun ke n (rencana)
- T_0 : Tahun dasar
- K_a : Konstanta Aritmatik;
- P_1 : Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke 1;
- P_2 : Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir;
- T_1 : Tahun ke 1 yang diketahui;
- T_2 : Tahun ke 2 yang diketahui.
- N : Selisih tahun terhadap tahun dasar.
- q : Tingkat perkembangan pengguna
- Y : Jumlah Pengguna pada tahun ke n
- X : Jumlah data ditambah prediksi tahun kedepannya
- a : Konstanta;
- b : Koefisien arah regresi linear.

Untuk menentukan nilai q maka dicari jumlah persentase selisih nilai kenaikan dan penurunan selama 20 (dua puluh) tahun dibagi dengan selisih tahun terhadap tahun dasar dan dapat dihitung dengan rumus (Furqon, 2008) :

$$q : \frac{\text{Jumlah Persentase}}{n-1} \quad (7)$$

Dimana

- q : Tingkat perkembangan pengguna.
- n : Selisih tahun terhadap tahun dasar.

Untuk menentukan pilihan rumus metode proyeksi yang akan dipergunakan dalam perhitungan jumlah penduduk, Metode yang dipilih adalah yang memiliki nilai Standar Deviasi terkecil dan nilai Koefisien korelasi terbesar (Permen PU No 18, 2007:89).

Rumus untuk menghitung nilai standar deviasi (SD) yaitu pada persamaan 8 (Permen PU No 18, 2007:89):

$$SD : \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{\text{mean}})^2}{n}} \quad (8)$$

Dimana

- SD : Standar deviasi
- X_i : Variabel independen (Jumlah pengguna)
- X_{mean} : Nilai rata-rata dari X_i
- n : Jumlah sampel (banyaknya data)

Rumus untuk menghitung nilai koefisien korelasi (r) yaitu pada persamaan 9 (Permen PU No 18, 2007):

$$r : \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \quad (9)$$

Dimana

- R : Koefisien korelasi
- $\sum xy$: Jumlah penduduk data statistik dikali jumlah penduduk Metode proyeksi
- $\sum x^2$: Jumlah kuadrat penduduk data menurut statistik
- $\sum y^2$: Jumlah kuadrat penduduk hasil Metode proyeksi

Jumlah Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun Rencana

Kebutuhan air bersih suatu wilayah atau debit rencana (Q_r) dihitung dengan rumus (Lambe, 1982):

$$Q_r = (P_n \cdot q) + (F_n \cdot q) \tag{10}$$

Dimana

- Q_r : Debit rencana (m^3/det).
- P_n : Jumlah pengguna pada tahun rencana.
- F_n : Jumlah fasilitas pada tahun rencana.
- q : Besarnya kebutuhan air ($ltr/org/hr$).

Prinsip dasar aliran dalam pipa

Menurut Klass (2009), jumlah air yang mengalir melalui lintang aliran tiap satuan waktu disebut debit aliran, secara matematis dapat ditulis

$$Q = A \times V \tag{11}$$

Dimana

- Q : Debit aliran (m^3/dtk)
- V : Kecepatan aliran (m/dtk)
- A : Luas penampang pipa (m^2)

Luas penampang (A) dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \tag{12}$$

Dimana

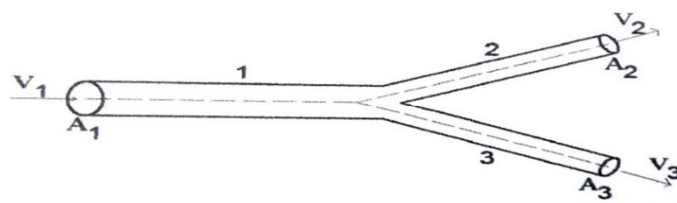
- A : Luas penampang pipa (m^2)
- π : 3,14
- d : Diameter pipa (m)

Persamaan kontinuitas

Menurut Triadmodjo (1993) untuk pipa percabang berdasarkan persamaan kontinuitas, debit aliran yang menuju titik cabang harus sama dengan debit yang meninggalkan titik tersebut, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \tag{13}$$

$$A_1 \times V_1 = (A_2 \times V_2) + (A_3 \times V_3) \tag{14}$$



Gambar 1. Persamaan Kontinuitas Pada Pipa Percabang

Kehilangan energi pada pipa

1. Kehilangan energi akibat gesekan (*major losses*)

Kehilangan tekanan karena gesekan pipa merupakan kehilangan tekanan utama yang terjadi pada sistem jaringan pipa karena kondisi pipa seperti diameter pipa, kekasaran pipa, panjang pipa yang dipengaruhi oleh debit aliran dan tekanan kerja awal dalam sistem. Permen PU No. 18 (2007:63)

(i) Perhitungan kehilangan tekanan dalam pipa dapat dihitung dengan rumus Hazen Williams:

$$H_f = 10,66^{-1,85} D^{-4,87} L \quad (15)$$

(ii) Kecepatan aliran dengan rumus:

$$V = 0,38464 C.D^{0,63} I^{0,54} \quad (16)$$

(iii) Debit aliran dihitung dengan rumus:

$$Q = 0,27853 C.D^{2,63} I^{0,54} \quad (17)$$

Dimana

Q	: debit air dalam pipa (m ³ /detik)
C	: koefisien kekasaran pipa
D	: diameter pipa (m)
I / S	: slope/kemiringan hidrolis
Ah	: kehilangan tekanan (m)
L	: panjang pipa (m)
V	: kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
A	: luas penampang pipa (m ²)

2. Kehilangan energi akibat aksesoris pipa (*minor losses*)

Berdasarkan Permen PU No. 18 (2007:63), Perhitungan kehilangan tekanan tekanan minor melalui katup dan fitting dapat dianggap sebagai kehilangan tekanan yang ekuivalen dengan panjang pipa atau sebagai fungsi dari head kecepatan pada Persamaan 18 berikut ini.

$$\text{Panjang ekuivalen pipa} : K_1 \cdot d \quad (18)$$

$$\text{Headloss minor } h_m : K_2 \frac{v^2}{2g} \quad (19)$$

Dimana

K1 dan K2	: Koefisien kehilangan tekanan minor,
d	: Diameter fitting, dalam m
v	: Kecepatan aliran, dalam m/detik
g	: Percepatan gravitasi, dalam m/detik ²

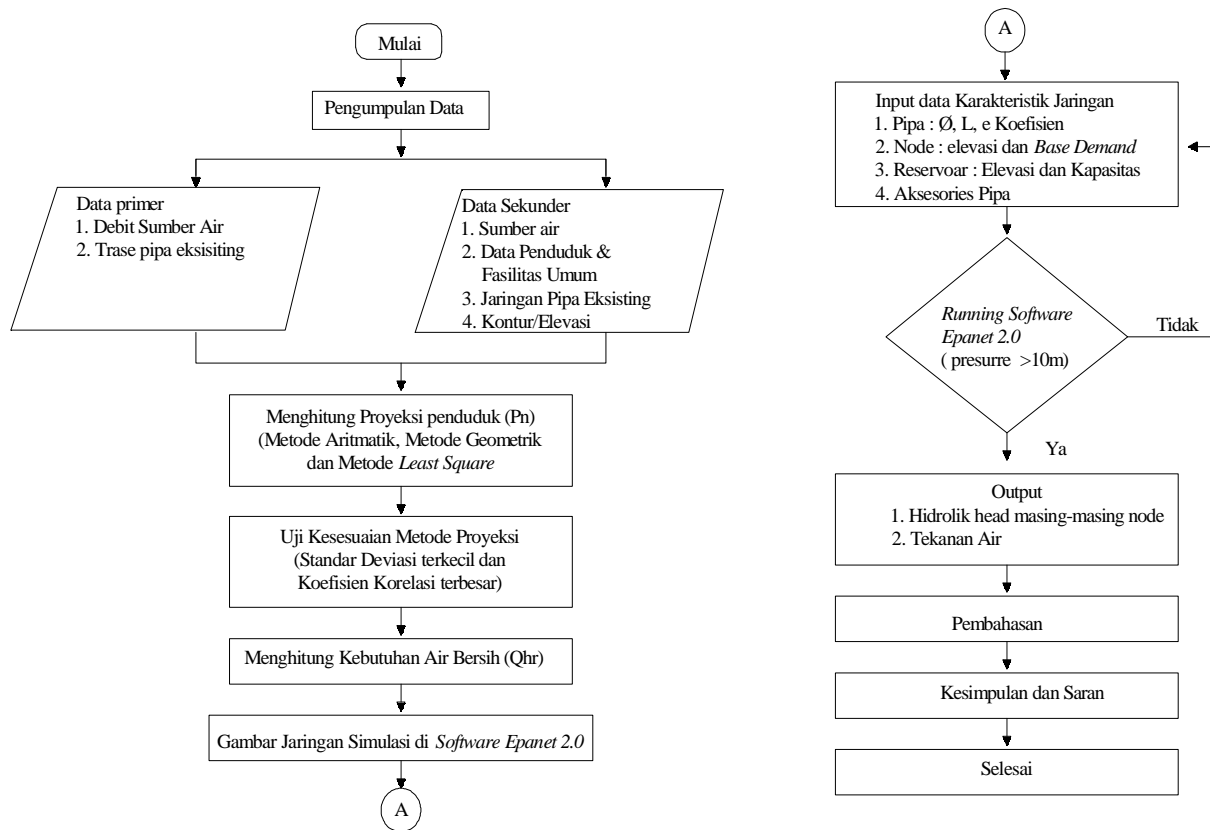
METODE PENELITIAN

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisa dengan memanfaatkan persamaan hasil studi pustaka dan bantuan software perpipaan. Tahap - tahap analisa data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data-data primer yaitu berupa pengukuran debit pada mata air yang ditinjau, dan jalur jaringan pipa rencana, sedangkan data sekunder yaitu jaringan pipa eksisting, jumlah penduduk dan fasilitas, serta elevasi.

2. Melakukan perhitungan pertumbuhan penduduk dan jumlah fasilitas yang ada dengan menggunakan Metode Aritmatik, Metode Geometrik dan Metode *Least Square* kemudian dilakukan uji statistik pemilihan metode proyeksi.
3. Melakukan perhitungan kebutuhan air bersih
4. Analisa hidrolis jaringan perpipaan eksisting dan jaringan perpipaan rencana menggunakan *Software Epanet 2.0*.
5. Tahap-tahap penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada Gambar dibawah ini :



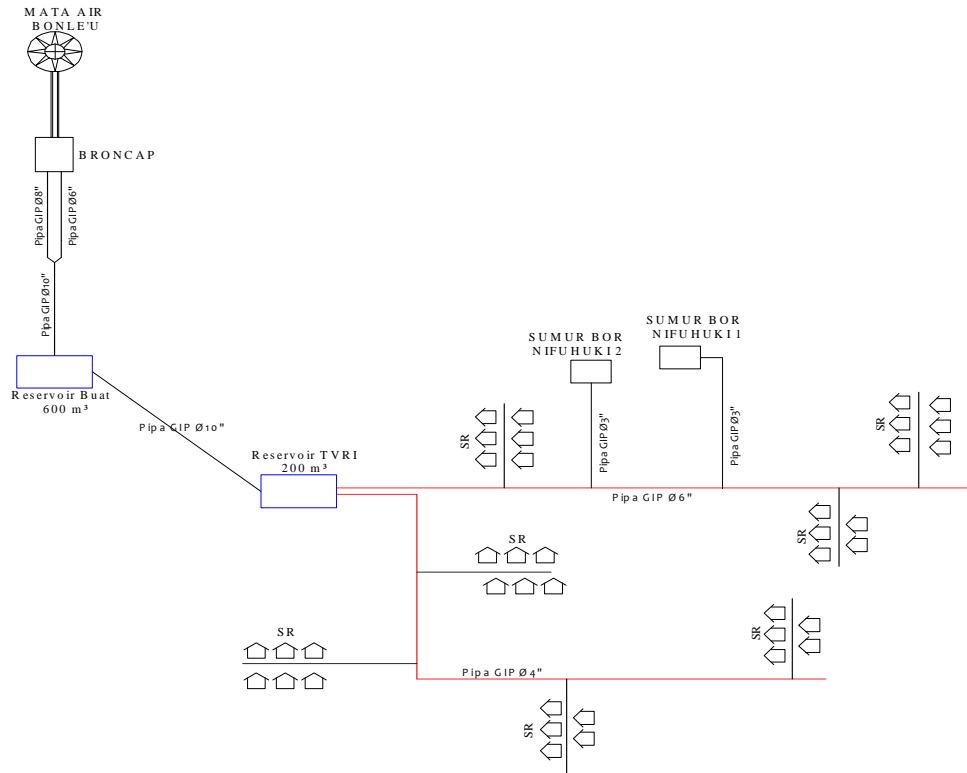
Gambar 2. Diagram alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Jaringan Eksisting

Penyediaan air bersih di Kecamatan Kota SoE melalui jaringan perpipaan telah ada sejak tahun 1980an dengan memanfaatkan tiga sumber mata air dan dua unit sumur bor sebagai Sumber air baku. Mata Air Bonleu merupakan sumber air baku utama dengan panjang pipa transmisi ± 45 Km dan melewati beberapa pemukiman dengan topografi yang ekstrim sehingga menyebabkan kehilangan air yang besar.

Berdasarkan data pelayanan sambungan rumah (SR) dari PDAM pada akhir Tahun 2018 berjumlah 6154 sambungan rumah artinya 73.72% atau setara dengan 30770 jiwa penduduk Kecamatan Kota SoE telah terlayani air bersih melalui jaringan perpipaan. Yang disuplai dari reservoir TVRI, Mata Air Oenasi, Mata Air Oe SoE dan Sumur Bor Nifuhuki melalui pipa distribusi utama secara terus menerus selama 24 Jam (*continous system*) setiap hari, namun setelah pada wilayah pelayanan air disuplai selama 2-4 jam (*intermitten system*) setiap 4 hari sekali, sehingga tidak memenuhi syarat kontinuitas air bersih. Hal ini disebabkan karena kapasitas debit air tersedia tidak mencukupi kebutuhan semua wilayah jika dilakukan secara terus menerus.



Gambar 3. Skema Jaringan Perpipaan Eksisting 1 di Kota SoE

Analisa Kebutuhan Air Pada Tahun Rencana

Dibawah ini adalah perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih di Kelurahan Cendana tahun 2038

Kebutuhan Air Domestik

Target MDG's pada tahun 2020 adalah tercapainya pelayanan air bersih bagi masyarakat sebesar 85%, Sehingga target tingkat pelayanan berdasarkan Kriteria Perencanaan Air Bersih dan Standar Kebutuhan Air Domestik (Ditjen Cipta karya Dinas PU, 2000) maka sambungan rumah sebesar 70% dan hidran umum sebesar 30% dengan cakupan pelayanan 90%.

Tabel 3. Perhitungan Kebutuhan Air Domestik Desa/Kelurahan Tahun 2038

No	Desa/Kelurahan	Jenis Sambungan Domestik	Jumlah Penduduk (orang)	Tingkat Pelayanan (%)	Kebutuhan domestik				
					Jumlah Terlayani (orang)	Konsumsi air rata-rata (ltr/org/hari)	Jumlah Kebutuhan Air (ltr/hari)	Total (ltr/dtk)	
1	Kel. Cendana	SR	4319	70	3023	120	362760	4.20	4.65
		HU		30	1296	30	38880	0.45	
2	Kel. Soe	SR	4599	70	3219	120	386280	4.47	4.95
		HU		30	1380	30	41400	0.48	
3	Kel. Oebesa	SR	3756	70	2629	120	315480	3.65	4.04
		HU		30	1127	30	33810	0.39	
4	Kel. Kobekamusa	SR	1969	70	1378	120	165360	1.91	2.12
		HU		30	591	30	17730	0.21	
5	Kel. Numumeu	SR	5337	70	3736	120	448320	5.19	5.74
		HU		30	1601	30	48030	0.56	
6	Kel. Oekefan	SR	4166	70	2916	120	349920	4.05	4.48
		HU		30	1250	30	37500	0.43	
7	Kel. Taubeno	SR	3667	70	2567	120	308040	3.57	3.95
		HU		30	1100	30	33000	0.38	
8	Kel. Kampung Baru	SR	1816	70	1271	120	152520	1.77	1.95
		HU		30	545	30	16350	0.19	
9	Kel. Karang Siri	SR	5982	70	4187	120	502440	5.82	6.44
		HU		30	1795	30	53850	0.62	
10	Kel. Nonohonis	SR	5419	70	3793	120	455160	5.27	5.83
		HU		30	1626	30	48780	0.56	
11	Kel. Kota Baru	SR	2363	70	1654	120	198480	2.30	2.54
		HU		30	709	30	21270	0.25	
12	Desa Kuatae	SR	1498	70	1049	120	125880	1.46	1.61
		HU		30	449	30	13470	0.16	
13	Desa Noemeto	SR	1968	70	1378	120	165360	1.91	2.12
		HU		30	590	30	17700	0.20	
Jumlah			46859				4357770	50.44	50.44

Kebutuhan Air Non Domestik

Proyeksi kebutuhan air non-domestik dilakukan untuk menghitung kebutuhan air pada fasilitas-fasilitas umum yang membutuhkan air yaitu fasilitas pendidikan, fasilitas peribadatan, fasilitas kesehatan, dll.

Proyeksi fasilitas untuk kelurahan Cendana

Menentukan faktor proyeksi (K)

$$\begin{aligned}
 K &= P_n / P_o \\
 K &= P_{2038} / P_{2018} \\
 &= 4319 / 3849 \\
 K &= 1.132
 \end{aligned}$$

Menghitung proyeksi jumlah fasilitas pada tahun 2038

$$\begin{aligned}
 F_n &= K \cdot F_o \\
 F_{2038} &= 1.132 \times \text{unit taman kanak-kanak} \\
 &= 1.132 \times 9 = 10.188 \approx 11 \text{ unit} \\
 F_{2038} &= 1.132 \times \text{unit sekolah dasar} \\
 &= 1.132 \times 2 = 2.264 \approx 3 \text{ unit} \\
 F_{2038} &= 1.132 \times \text{unit peribadatan} \\
 &= 1.132 \times 4 = 4.528 \approx 5 \text{ unit} \\
 F_{2038} &= 1.132 \times \text{unit puskesmas pembantu} \\
 &= 1.132 \times 1 = 1.264 \approx 2 \text{ unit} \\
 F_{2038} &= 1.132 \times \text{unit posyandu} \\
 &= 1.132 \times 4 = 4.528 \approx 5 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan hasil proyeksi jumlah fasilitas umum yang ada di Kelurahan Cendana pada tahun 2038 adalah berjumlah 24 unit.

Tabel 4. Perhitungan Kebutuhan Air Non-Domestik Desa/Kelurahan Tahun 2038

No	Desa / Kelurahan	Kebutuhan Air Berbagai Jenis Fasilitas Non Domestik di Kecamatan Kota Soe								Jumlah	
		Pendidikan	peribadatan	Perkantoran	Kesehatan	Perdagangan	Niaga	Industri	Perhubungan	Ltr/hari	Ltr/dtk
		Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/hari	Ltr/dtk
1	Kel. Cendana	30270	6250	48900	2500	0	0	2160	20000	110080	1.27
2	Kel. Soe	177440	6250	3300	30660	0	0	3200	0	220850	2.56
3	Kel. Oebesa	46320	3750	1400	2000	0	0	2000	0	55470	0.64
4	Kel. Kobekamusa	9820	2500	1500	1500	0	0	2160	0	17480	0.20
5	Kel. Nunumeu	219020	2500	1400	3880	0	0	1920	0	228720	2.65
6	Kel. Oekefan	11100	2500	3700	1500	0	0	2080	0	20880	0.24
7	Kel. Taubneno	94030	5000	17400	20500	0	2000	3360	20000	162290	1.88
8	Kel. Kampung Baru	63100	2500	3700	2000	0	2000	3760	0	77060	0.89
9	Kel. Karang Siri	185990	3750	18400	2500	0	2500	2640	0	215780	2.50
10	Kel. Nonohonis	44150	2500	1500	2500	0	0	1680	0	52330	0.61
11	Kel. Kota Baru	25500	2500	3700	1500	18000	1000	4880	0	57080	0.66
12	Desa Kuatae	14990	0	1000	1500	0	0	1840	0	19330	0.22
13	Desa Noemeto	24080	0	1000	2500	0	0	1680	0	29260	0.34
Jumlah										14.66	

Ketersediaan Air Bersih

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih setiap desa/kelurahan diperlukan kapasitas debit yang mencukupi, sehingga diperlukan perhitungan untuk mengetahui ketersediaan air bersih. Ketersediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih 13 desa/kelurahan di Kecamatan Kota SoE adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Ketersediaan Air Bersih Di Kecamatan Kota SoE (*PDAM TTS, 2015)

No	Sumber Air Baku	Sistem Distribusi	Kapasitas Sumber* (l/dt)	Kapasitas Produksi* (l/dt)	Hasil Pengukuran (l/dt)	Kebutuhan Air Awal Tahun Rencana (l/dt)	Kebutuhan Air Akhir Rencana (l/dt)
1	Mata Air Bonleu	Gravitasi	248	34	11.86		
2	Mata Air Oenasi	Pompa	10	2	2		
3	Mata Air Oe SoE	Gravitasi	5	1.16	1.16	65.91	74.86
4	Sumur Bor Nifuhuki (I)	Pompa	10	3.59	3.59		
5	Sumur Bor Nifuhuki (II)	Pompa	7	3.02	3.02		
Total Debit			280	43.77	21.32	65.91	74.86

Berdasarkan Tabel 5 diatas, debit air bersih yang tersedia 21.32 l/dtk, tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air bersih 13 desa/kelurahan di Kecamatan Kota SoE, dimana pada awal tahun rencana (Tahun 2019) dibutuhkan tambahan debit (Q) sebesar 44.59 liter/detik dan akhir tahun rencana (Tahun 2038) dibutuhkan tambahan debit sebesar 53.54 liter/detik.

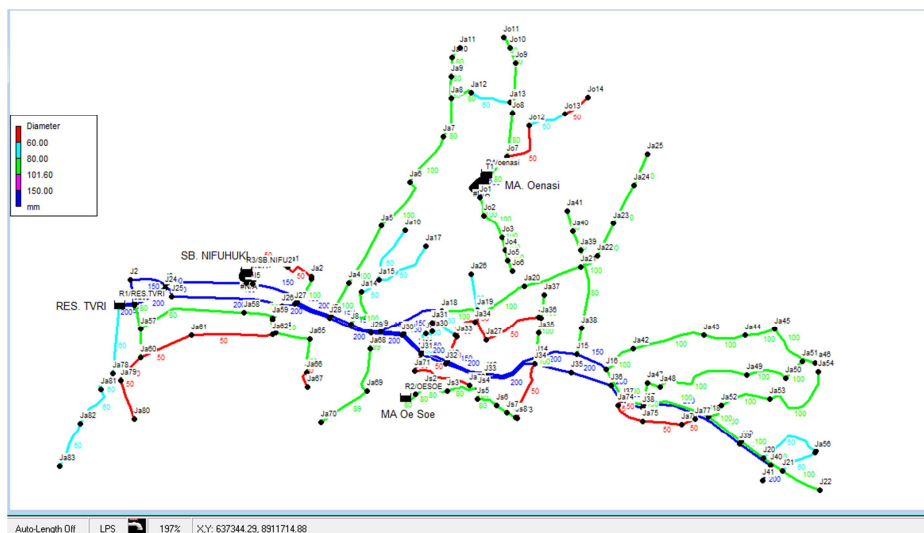
Simulasi Hidrolis Jaringan Eksisting

Jaringan Transmisi

Hasil simulasi hidrolis jaringan transmisi eksisting menunjukkan kondisi tekanan yang bervariasi dengan tekanan minimum 5m pada node J50 dan tekanan maksimum 463m pada node J40, hal ini disebabkan oleh kondisi topografi yang ekstrim yang menyebabkan perbedaan tinggi tekanan.

Jaringan Distribusi

Hasil simulasi menunjukkan rendahnya kecepatan aliran pada pipa, kehilangan tekan (*Headloss*) rata-rata berada dibawah 10m/Km namun terdapat beberapa pipa pada jaringan distribusi yang memiliki kehilangan tekan yang besar akibat umur pipa dan perubahan diameter pipa secara tiba-tiba, dan pada jaringan distribusi rata-rata memiliki sisa tekanan yang baik di titik pelayanan terjauh akibat terbantu oleh topografi Kota SoE yang Menurun Teratur kearah Selatan.

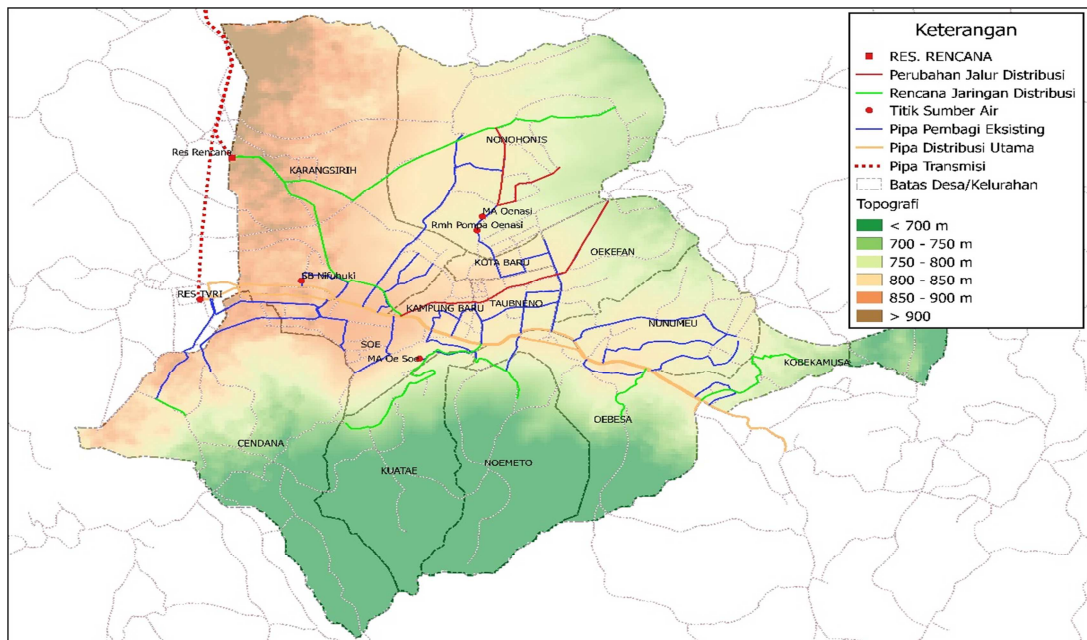


Gambar 4. Pemodelan Jaringan Distribusi Eksisting dengan Software EPANET 2.0

Rencana dan Pengembangan Jaringan

Untuk menjamin ketersediaan air bersih sampai tahun rencana, maka direncanakan trase jaringan transmisi baru dengan periode perencanaan 20 tahun (2019-2038) untuk mencukupi kebutuhan debit (Q) air bersih maksimum masyarakat Kota SoE sebesar 53.54 liter/detik pada akhir tahun rencana dengan memanfaatkan sumber air baku dari mata air Bonleu yang memiliki beberapa mata air dengan total debit (Q) 248 liter/detik (PDAM TTS : 2015).

Di Kota SoE maka direncanakan jaringan distribusi baru dan mengubah jalur beberapa jaringan eksisting agar pelayanan air bersih dapat dilakukan secara maksimal sampai masa mendatang. Rencana pengembangan jaringan distribusi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Jaringan Distribusi Rencana Di Kecamatan Kota SoE

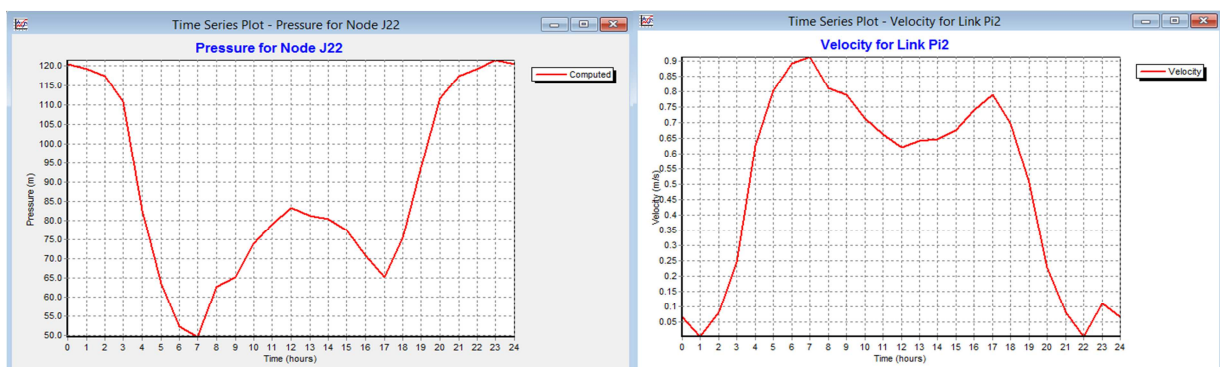
Kondisi Hidrolis Jaringan Perpipaan Rencana

Jaringan Transmisi

Hasil simulasi *Software Epanet 2.0* menunjukkan kondisi tekanan pada pipa yang besar akibat topografi yang ekstrim pada beberapa ruas, Kecepatan aliran pada pipa rencana 1.3 m/dtk dan kehilangan tekan rata-rata 7.94m/Km serta debit maksimum yang direncanakan sebesar 64.05 ltr/dtk.

Jaringan distribusi

Hasil simulasi menunjukkan sisa tekanan yang baik pada titik pelayanan terjauh di Kelurahan kobe kamusa, Kecepatan aliran rata-rata berkisar antara 0.01 – 1.12 m/dtk dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kondisi Tekanan dan Kecepatan Pada Pipa Dititik Pelayanan Terjauh

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Jumlah penduduk Kecamatan Kota SoE pada Tahun 2038 adalah 46859 jiwa, dengan pertumbuhan penduduk rata-rata menggunakan Metode *Least Square* sebesar 0.723%

pertahun. Total kebutuhan air bersih penduduk Kota SoE sebesar 65.91 ltr/dtk pada Tahun 2019 dan 74.86 ltr/dtk pada tahun 2038 Sementara debit produksi air yang dimanfaatkan saat ini adalah sebesar 21.32 ltr/dtk, sehingga terjadi kekurangan air sebesar 44.59 ltr/dtk pada awal tahun rencana (2019) dan 53.54 ltr/dtk pada akhir tahun rencana (2038).

2. Jaringan perpipaan eksisting Kecamatan Kota SoE saat ini dikelola oleh PDAM Kabupaten Timor Tengah Selatan dengan memanfaatkan tiga sumber mata air dan dua unit sumur bor. Jaringan transmisi utama berasal dari Mata air Bonleu di Desa Bonleu Kecamatan Tobu ±45 Km dari Kota SoE. Pada jaringan transmisi Bonleu terjadi kehilangan air yang besar akibat jarak yang cukup jauh dan melewati beberapa pemukiman sehingga disambungkan sebagai pipa pelayanan. Jaringan distribusi di Kecamatan Kota SoE menggunakan sistem percabangan (*Branch*). Air bersih disuplai setiap hari selama 24 jam melalui pipa distribusi utama dan saat diwilayah pelayanan suplai air dilakukan selama 2-4 jam melalui pipa distribusi pembagi.
3. Untuk mencukupi kebutuhan air bersih Penduduk maka dilakukan pengembangan pada jaringan transmisi Bonleu dengan menambah jaringan transmisi rencana mengikuti jalur transmisi eksisting menggunakan pipa *HDPE* berdiameter 250mm dengan debit maksimum sebesar 64 ltr/dtk. Sedangkan pada jaringan distribusi dilakukan pengembangan dengan menambah 1 unit reservoir dengan kapasitas 500m³ dan menambah jalur distribusi baru ke Kelurahan Karangsirih, Kelurahan Nonohonis, Kelurahan Oebesa, Kelurahan Kobekamusa dan Desa Kuatae serta merubah beberapa jalur jaringan distribusi dengan menyambung pada jaringan baru yang direncanakan.
4. Hasil analisa hidrolis pada jaringan perpipaan eksisting menunjukkan terjadinya tekanan air yang besar pada pipa transmisi bonleu akibat jalur pipa yang melalui kondisi topografi yang ekstrim dan hanya mampu mengalirkan debit maksimum sebesar ±45 ltr/dtk. Namun terjadi kehilangan air yang cukup besar pada jaringan transmisi Bonleu akibat umur pipa telah mencapai 30 tahun sehingga menyebabkan kebocoran dan adanya *Tapping* liar pada jaringan transmisi sebelum mencapai reservoir TVRI di Kota SoE. Sedangkan kondisi hidrolis jaringan distribusi eksisting menunjukkan bahwa jaringan distribusi saat ini tidak mampu melayani kebutuhan air bersih pada tahun rencana karena spesifikasi pipa yang tidak mencukupi kapasitas untuk mendukung pelayanan air.

Hasil analisa hidrolis pada jaringan perpipaan rencana menunjukkan bahwa masih terjadi tekanan yang besar pada pipa yang diakibatkan oleh kondisi topografi, sementara kecepatan aliran berkisar pada 1.3 – 2.1 m/dtk memenuhi kriteria perencanaan jaringan transmisi yang ditetapkan Permen PU No 18 Tahun 2007 dimana kecepatan minimum sebesar 0.3-0.6 m/detik. Sedangkan analisa hidrolis pada jaringan distribusi rencana menunjukkan tekanan (*Pressure*) pada titik pelayanan terjauh diatas 10 m.

SARAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi kekurangan air saat ini, maka PDAM TTS harus menambah kapasitas debit air dengan mempertimbangkan usulan yang direncanakan penulis
2. Untuk mencegah kehilangan air akibat penyambungan liar pada jaringan transmisi Bonleu maka disarankan untuk menyediakan jaringan perpipaan bagi pemukiman yang dilalui oleh pipa transmisi Bonleu.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui fluktuasi pemakaian air oleh masyarakat di Kecamatan Kota SoE dari waktu ke waktu dan mengetahui Kehilangan air pada jaringan transmisi Bonleu

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen Cipta Karya. 2000. *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU*. Jakarta : Dinas Pekerjaan Umum.
- Furqon, 2008. *Statistika Terapan Untuk Penelitian*, Alfa Beta, Bandung.
- Lambe A.B,1982. *Teknik Penyehatan I (Penyediaan Air Bersih)*.
- Kemen PU.2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007*, Jakarta.
- Klass K. S. Y, 2009. *Desain Jaringan Pipa Prinsip Dasar dan Aplikasi*, Mandor Maju, Bandung.
- Kodoatie R. J, 2008. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Andi, Yogyakarta
- PDAM TTS, 2015. *Sumber Air Baku PDAM Timor Tengah Selatan*.
- Triatmojo B, 1993. *Hidrolika I*, Beta Offset, Yogyakarta.

