

# ANALISA KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PADA PDAM DI KOTA TERNATE

Ardiansyah<sup>1</sup>, Pitojo Tri Juwono<sup>2</sup>, M Janu Ismoyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Magister Teknik Pengairan,

<sup>2</sup>Dosen Program Magister Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya

Ardiansyah\_pengairan@yahoo.com.

**Abstrak:** Sistem penyediaan air minum di Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat di Kecamatan Kota Ternate Selatan belum dapat berjalan dengan lancar, disebabkan pasokan air tidak maksimal dalam 24 jam dan debit pengambilan dari sumber air baku tidak bisa maksimal.

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui kemampuan jaringan yang meliputi debit, tekanan air, kontinuitas air dan menganalisa tingkat kepuasan pelanggan terhadap pelayanan sistem jaringan distribusi air bersih PDAM Kota Ternate.

Total kebutuhan air bersih sebesar 1459.50 ltr/hari, total kebutuhan air mencukupi. Persentase kehilangan air sebesar 20 %, tingkat kehilangan air tahun 2012 sebesar 0.002 ltr/dtk, Hasil running dengan program Epanet 2.0 pukul 07.00, didapat tekanan yang tidak sesuai dengan kriteria perencanaan (10-60 mH<sub>2</sub>O) yaitu 70.97 m, kecepatan < dari standart perencanaan (0.6-2.5 m/dtk) yaitu 0.01-0.09 (m/dtk). debit yang kecil di node 4, node 11, yaitu 0.71 m<sup>3</sup>/dtk. Hasil kuesioner 53.61 % menyatakan tidak puas dan 26.80 % menyatakan sangat tidak puas.

**Kata kunci:** Debit, Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, Tekanan.

**Abstract:** Fresh water providing system at Kelurahan Jati and Kelurahan Tanah Tinggi Barat in Sub-District of South Ternate City is not able to run smoothly yet, it may be caused by not maximum water supply during 24 hours and not maximum to take debit from the main spring.

This research is aimed to know network ability including debit, pressure, continuity waters and to analyze customer satisfaction level for service system of fresh water distribution network at PDAM of Ternate City. Total of fresh water need is 1459.50 liter/day, as total of sufficient fresh water need. The water losing percentage is 20%, water losing level in 2012 is 0.002 liter/second. Result of running by Epanet 2.0 program on 07.00 was obtained unfit pressure with criteria planning (10-60 mH<sub>2</sub>O) is as 70.97 m, the speed is more than standard planning (0.6-2.5 m/second), that is 0.01-0.09 (m/second). The little debit at node 4, node 11, are 0.71 m<sup>3</sup>/second. Questionnaire result is 53.61% stated not satisfaction and 26.80% stated very unsatisfied.

**Keywords:** Debit, quality, quantity, continuity, pressure.

Dalam pelaksanaannya, sistem penyediaan air minum di Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi barat di Kecamatan Kota Ternate Selatan belum dapat berjalan dengan lancar. Terdapat beberapa permasalahan yang timbul dalam proses penyediaan air selama ini, yaitu:

- Sistem distribusi tidak mampu memenuhi kebutuhan air seluruh pelanggan; yang dapat dilihat dari pasokan air tidak maksimal dalam 24 jam. Bahkan menurut survei sementara yang telah dilakukan, air PDAM hanya mengalirkan air dalam 3 hari sekali dalam satu minggu, dan lama waktu pengaliran maksimal hanya 3-4 jam.

- Debit pengambilan dari sumber air baku tidak bisa maksimal sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan pelanggan.

Disamping permasalahan-permasalahan yang timbul dalam sistem penyediaan air minum, PDAM juga menghadapi tantangan untuk meningkatkan kinerja sistem dalam rangka mengatasi peningkatan konsumsi air masyarakat. Melihat kondisi dan kenyataan tersebut, perlu adanya perbaikan sistem penyediaan air minum PDAM Kota Ternate di Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat secara keseluruhan untuk meningkatkan kemampuan pela-

yanan dalam memenuhi kebutuhan air minum masyarakat.

### Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari studi ini adalah

1. Berapa besar tingkat pemenuhan PDAM Kota Ternate dalam melayani konsumen masyarakat Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat Kecamatan Kota Ternate Selatan?
2. Berapa besar tingkat kehilangan air saat ini di PDAM Kota Ternate, serta bagaimana upaya menurunkannya?
3. Apakah besar tinggi tekan, kecepatan aliran, debit, dari sistem jaringan air bersih sudah sesuai kriteria perencanaan?
4. Apakah masyarakat telah puas dengan tingkat pelayanan sistem distribusi air bersih yang ada?

### Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari studi ini adalah:

Mengidentifikasi pola pemakaian air bersih oleh masyarakat khususnya pada Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi barat Kecamatan Kota Ternate Selatan, mencakup tingkat konsumsi masyarakat dan kebutuhan air bersih.

Untuk mengetahui tingkat kehilangan air di lokasi studi serta upaya penurunannya.

1. Dapat mengetahui kinerja jaringan air bersih pada Kelurahan Jati dan Tanah Tinggi Barat Kecamatan Kota Ternate Selatan berdasarkan analisis kinerja layanan dari jaringan, yaitu kemampuan jaringan dalam memenuhi kebutuhan minimum pelanggan yang meliputi debit, tekanan air, kontinuitas air.
2. Untuk menganalisa tingkat kepuasan pelanggan terhadap pelayanan sistem jaringan distribusi air bersih PDAM Kota Ternate, yang meliputi faktor kualitas, kuantitas, dan kontinuitas aliran air bersih.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih

Dalam pandangan kinerja dapat diartikan sebagai pencapaian hasil yang dapat dinilai menurut pelaku, yaitu hasil yang diraih oleh individu (kinerja individu) atau kelompok (kinerja kelompok) atau institusi (kinerja organisasi) dan oleh suatu program atau kebijakan (kinerja program/kebijakan). (*Keban, 2004:193*).

Sistem jaringan air bersih merupakan struktur yang sangat vital bagi masyarakat. Terganggunya sis-

tem ini menimbulkan dalam jangka dekat keresahan masyarakat ketidakpercayaan masyarakat pada kinerja perusahaan air minum, dan dalam jangka panjangnya adalah menurunnya kesehatan masyarakat. Oleh karenanya sistem jaringan harus dapat berfungsi secara terus menerus

### Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan metode:

- Metode Geometrik, dengan rumus:

Metode ini adalah metode rumus bunga berganda yang sudah umum digunakan. Pertumbuhan rata-rata penduduk berkisar pada prosentase angka pertumbuhan penduduk yang konstan setiap tahun, maka jumlah penduduk pada tahun  $n$  dan jumlah penduduk pada tahun awal dirumuskan sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (2-1)$$

dimana:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke  $n$  (jiwa)

$P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun awal (dasar)

$n$  = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

$r$  = Angka pertumbuhan penduduk tiap tahun (%)

- Metode Aritmatik, dengan rumus:

Metode ini adalah metode perhitungan perkembangan penduduk dengan jumlah sama setiap tahun (absolute number) dengan rumus sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + rn) \quad (2-2)$$

dimana:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke  $n$  (jiwa)

$P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun awal (dasar)

$n$  = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

$r$  = Angka pertumbuhan penduduk tiap tahun (%)

- Metode Eksponensial,

$$\text{dengan rumus: } P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} \quad (2-3)$$

dimana:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke- $n$  (jiwa)

$P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun awal (dasar)

$n$  = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

$r$  = Angka pertumbuhan penduduk %

$e$  = bilangan logaritma natural (2,7182818).

### Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk

Menurut Dayan dalam *Suwardjoko (1980)*, rumusan untuk menentukan besarnya koefien korelasi adalah sebagai berikut:

Koefisien korelasi:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2][n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]^{0.5}}$$

Dengan:

- r = koefisien korelasi
- n = jumlah data
- X = jumlah penduduk setiap tahun dari tahun dasar
- Y = jumlah penduduk tiap tahun hasil proyeksi

**Proyeksi Kebutuhan Air dan pelayanan Air Bersih**

Dalam memperhitungkan kebutuhan dan pelayanan air bersih harus memperhitungkan jumlah penduduk di wilayah pelayanan, penambahan jumlah penduduk setiap tahun perkiraan, jumlah pemakai per-orang perhari hingga tahun perkiraan, jumlah kebutuhan air domestik dan non domestik hingga tahun perkiraan.

**Tabel 2.1. Kebutuhan Air**

| Macam Penggunaan         | Kebutuhan air Kisaran | Kebutuhan Air Umum |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|
|                          | (lt/jiwa/hari)        | (lt/jiwa/hari)     |
| Rumah tangga             | 150-300               | 250                |
| Industri dan perdagangan | 40-300                | 150                |
| Fasilitas Umum           | 60-100                | 75                 |
| Kehilangan dan kesalahan | 60-100                | 75                 |

Sumber: R.K Linsley et. Al. WaterResources Engineering

- a) Kebutuhan Domestik  
Kebutuhan domestik (Qd), dengan rumus:  
 $Qd = Mn * S$  (2-5)  
Dimana: Mn = Jumlah penduduk  
S = Standar kebutuhan air/orang/hari.

Kebutuhan domestik meliputi:  
- Sambungan rumah tangga adalah:  
• 5 orang untuk kota sedang

- 2. Kran umum  
Untuk kran umum kebutuhan air baku adalah 30 liter/orang/hari dengan jumlah jiwa untuk kran umum adalah 50 – 100 orang untuk kota kecil, sedang dan besar.

**Tabel 2.2. Nilai Kebutuhan Air Bersih Untuk Bangunan Tempat Tinggal Kategori Kota Keterangan Jumlah Penduduk (orang) Kebutuhan air minimum (ltr/hari/orang)**

| Kategori Kota | Keterangan        | Jumlah Penduduk (orang) | Kebutuhan air minum (ltr/hari/orang) |
|---------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1             | Kota Metropolitan | Diatas 1 juta           | 190                                  |
| 2             | Kota Besar        | 500.00 sd 1 juta        | 170                                  |
| 3             | Kota Sedang       | 100.000 sd 500.000      | 150                                  |
| 4             | Kota Kecil        | 20.000 sd 100.000       | 130                                  |
| 5             | Desa              | 10.000 s/d 100.000      | 100                                  |
| 6             | Desa Kecil        | 3.000 sd 10.000         | 60                                   |

Sumber: Kimpraswil, 2003.

- b). Kebutuhan non domestik  
Kebutuhan non domestik (Qnd), dengan rumus:

$$Qnd = 50\% * Qd$$
 (2-6)

- **Kebutuhan Total**  
Kebutuhan total (Q), dengan rumus:

$$Q = Qd + Qnd$$
 (2-7)

- **Kehilangan Air**  
Kehilangan (Qkeh), dengan rumus:

$$Qkeh = 20\% * Q$$
 (2-8)

- **Produksi Suplai Air**

$$\text{Kebutuhan air total (Q)} = \frac{80}{100} * 80\%$$

dari : 100% TKA 20%

**Fluktuasi Kebutuhan Air**

Fluktuasi yang terjadi tergantung pada sesuatu aktivitas penggunaan air dalam keseharian masyarakat. Adapun kriteria tingkat kebutuhan air pada masyarakat dapat digolongkan sebagai berikut (*Bambang Purjito, bahan kuliah: Penyediaan Air Bersih*):

- a. Kebutuhan harian rata-rata  
Kebutuhan harian rata-rata untuk keperluan domestik dan non domestik termasuk kehilangan air. Besarnya dihitung berdasarkan kebutuhan akan air rata-rata per orang per hari dihitung dari pemakaian air setiap jam selama 24 jam. Prosentase kehilangan air adalah 20% - 30% baik untuk kategori kota kecil, kota sedang maupun kota besar.

Kebutuhan harian rata-rata (Qr), dengan rumus:

$$Qr = \frac{Q + Qkeh}{24}$$
 (2-10)

b. Kebutuhan air harian maksimum

Kebutuhan air harian maksimum adalah pemakaian air tertinggi pada hari tertentu selama satu tahun, besarnya 1,15 kali kebutuhan harian rata-rata.

Kebutuhan air harian maksimum ( $Q_{max}$ ), dengan rumus:

$$Q_{max} = 1,15 * Q_{rata \text{ rata}} \quad (2-11)$$

c. Kebutuhan air jam puncak

Kebutuhan air jam puncak diartikan sebagai pemakaian air tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode satu hari, besarnya 1,56 kali kebutuhan harian rata-rata.

Kebutuhan air jam puncak ( $Q_{peak}$ ), dengan rumus:

$$Q_{peak} = 1,56 * Q_{rata \text{ rata}} \quad (2-12)$$

Kebutuhan harian maksimum dan jam puncak sangat diperlukan dalam perhitungan besarnya kebutuhan air baku, karena hal ini menyangkut kebutuhan pada hari-hari tertentu dan pada jam puncak jam pelayanan.

- Kebutuhan harian maksimum = 1,15 x kebutuhan air rata-rata (2-13)
- Kebutuhan jam puncak = 1,56 x kebutuhan air rata-rata (2-14)

Berdasarkan grafik fluktuasi kebutuhan air bersih dari DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih didapatkan nilai *load factor* pada Tabel 2.3.

**Kehilangan air / Kebocoran**

Kehilangan air ( $Q_{keh}$ ),

dengan rumus:  $Q_{keh} = 20\% * Q$  (2-15)

Ditinjau dari faktor penyebabnya kebocoran pada sistim distribusi ini dibagi menjadi: 2 yaitu: 1. Kebocoran karena faktor teknis. 2. Kebocoran karena faktor non teknis.

**Persyaratan Kualitas**

Pengolahan Air Minum Edisi Maret 2003 hal 4-5 dinyatakan bahwa persyaratan kualitas air bersih adalah sebagai berikut:

1. Persyaratan fisik
2. Persyaratan kimiawi
3. Persyaratan bakteriologis
4. Persyaratan radioaktifitas

**Persyaratan Kuantitas (Debit)**

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Besarnya konsumsi air berdasarkan kategori kota dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Persyaratan Kontinuitas**

Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen.. kedua adalah diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat. Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh melebihi 0.6–2.5 m/dt.

**Persyaratan Tekanan Air**

Dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan maka hal wajib untuk diperhatikan adalah sisa tekanan air. Tekanan air maksi-

**Tabel 2.3 Faktor Pengali (*load factor*) Terhadap Kebutuhan Air Bersih**

|                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Jam                | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| <i>Load Factor</i> | 0.3  | 0.37 | 0.45 | 0.64 | 1.15 | 1.4  | 1.53 | 1,56 | 1.41 | 1.38 | 1.27 | 1.2  |
| Jam                | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   |
| <i>Load Factor</i> | 1.14 | 1.17 | 1.18 | 1.22 | 1.31 | 1.38 | 1.25 | 0.98 | 0.62 | 0.45 | 0.37 | 0.25 |

Sumber: DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih<sup>2</sup>, 1994: 24

**Tabel 2.4. Nilai Kebutuhan Air Bersih Untuk Bangunan Tempat Tinggal**

| Kategori Kota | Keterangan        | Jumlah Penduduk (orang) | Kebutuhan air minum (ltr/hari/orang) |
|---------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1             | Kota Metropolitan | Diatas 1 juta           | 190                                  |
| 2             | Kota Besar        | 500.00 sd 1 juta        | 170                                  |
| 3             | Kota Sedang       | 100.000 sd 500.000      | 150                                  |
| 4             | Kota Kecil        | 20.000 sd 100.000       | 130                                  |
| 5             | Desa              | 10.000 s/d 100.000      | 100                                  |
| 6             | Desa Kecil        | 3.000 sd 10.000         | 60                                   |

Sumber: Kimpraswil, 2003

mum 60mka (meter kolom air) dan tekanan minimum minimal 10mka (meter kolom air).

### Sistem Pengaliran Air Bersih

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Menurut Howard S Peavy et.al (1985, Bab 6 hal. 324-326) sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut:

- Cara Gravitasi
- Cara Pemompaan
- Cara Gabungan

### Deskripsi Paket Program Epanet Versi 2.0

EPANET (*Environmental Protection Agency Network*) adalah paket program computer yang dibuat oleh U.S Environmental Protection Agency Cincinnati Ohio (1995). EPANET dapat mengidentifikasi aliran atau debit tiap-tiap pipa, tekanan pada tiap-tiap titik simpul, ketinggian air pada tandon, dan perubahan konsentrasi senyawa kimia yang ditambahkan pada jaringan dalam sebuah distribusi selama periode simulasi.

### Input data dalam Epanet 2.0

Input data yang dibutuhkan adalah:

- Peta jaringan
- Node/junction/titik dari komponen distribusi.
- Elevasi
- Panjang pipa distribusi
- Diameter dalam pipa
- Jenis pipa yang digunakan
- Umur pipa
- Jenis sumber (mata air, sumur bor, IPAM, dan lain lain)
- Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
- Bentuk dan ukuran reservoir.
- Beban masing-masing node (besarnya tapping)
- Faktor fluktuasi pemakaian air, Konsentrasi khlor di sumber

### Output yang dihasilkan diantaranya adalah:

- Hidrolik head masing - masing titik.
- Tekanan dan kualitas air. (Epanet 2.0 Users Manual)

### Pengukuran Kualitas Jasa Pelayanan dalam Penyediaan Air Bersih

Pengukuran dari masing-masing dimensi dapat digunakan dengan menggunakan skala “Likert”. Menurut Sugiyono (2001): “Skala Likert digunakan untuk

mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial”. Dengan skala Likert ini, dimensi kualitas pelayanan yang pada dasarnya merupakan cerminan dari dimensi kepuasan (yang dalam tesis ini merupakan variabel penelitian), dijabarkan menjadi sub variabel.

**Tabel 2.5 Skala Penilaian (Scoring) Tingkat Kepuasan Pelanggan**

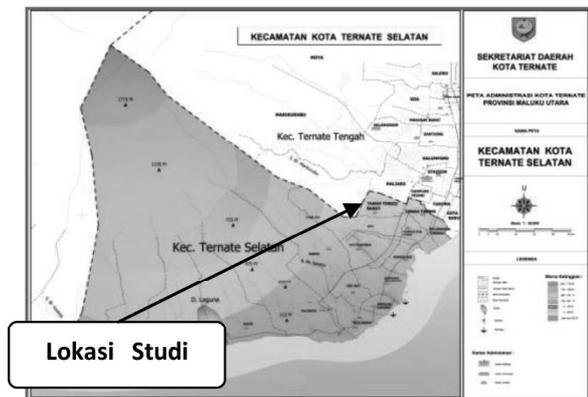
| No | Nilai | Keterangan                     |
|----|-------|--------------------------------|
| 1  | 5     | Sangat Puas/baik               |
| 2  | 4     | Puas/baik                      |
| 3  | 3     | cukup puas/sedang              |
| 4  | 2     | Tidak Puas/jelek               |
| 5  | 1     | Sangat tidak puas/sangat jelek |

Sugiyono, 2001.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Studi

Daerah studi Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi barat terletak di Kecamatan Kota Ternate Selatan tepatnya di Kota Ternate dengankondisi geografisnya adalah berada pada posisi  $0^{\circ}$ - $2^{\circ}$ Lintang Utara dan  $126^{\circ}$  –  $128^{\circ}$ Bujur Timur. Luas daratan Kota Ternate sebesar  $250,85 \text{ km}^2$ . Daerah studi ini meliputi dua kelurahan yaitu: Kelurahan Jati, Kelurahan Tanah Tinggi barat, dengan luas daratan daerah studi  $864 \text{ km}^2$ .



**Gambar 3.1. Peta Administrasi Kecamatan Kota Ternate Selatan (Sumber: Kecamatan Kota Ternate Selatan)**

## ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Proyeksi secara umum merupakan prediksi atau estimasi terhadap keadaan dimasa depan. Hal ini dapat berupa ramalan terhadap perubahan permintaan, perkembangan teknologi ataupun perkembangan dunia bisnis yang dapat mempengaruhi perencanaan suatu produksi.

### Proyeksi Jumlah Penduduk Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat dengan Metode Eksponensial.

Maka proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2012 dan tahun yang akan datang ( $P_n$ ) dengan menggunakan rumus metode Eksponensial adalah:

$$\text{Diketahui: } P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n}$$

$$\text{Penyelesaian: } P_n = 7.284 \cdot 2.7183^{0.034 \times 1} = 7.536$$

**Tabel 4.1. Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat dengan metode Eksponensial**

| No | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) |
|----|-------|------------------------|
| 1  | 2012  | 7.536                  |
| 2  | 2013  | 7.797                  |
| 3  | 2014  | 8.066                  |
| 4  | 2015  | 8.345                  |
| 5  | 2016  | 8.634                  |
| 6  | 2017  | 8.932                  |
| 7  | 2018  | 9.241                  |
| 8  | 2019  | 9.561                  |
| 9  | 2020  | 9.892                  |
| 10 | 2021  | 10.234                 |
| 11 | 2022  | 10.588                 |
| 12 | 2023  | 10.954                 |
| 13 | 2024  | 11.333                 |
| 14 | 2025  | 11.725                 |

Sumber: Hasil perhitungan

### Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk

Dari perhitungan koefisien korelasi pada ketiga metode tersebut diperoleh hasil bahwa metode Eksponensial memiliki koefisien korelasi terbesar dan mendekati +1. Dengan demikian metode yang dipilih untuk proyeksi jumlah penduduk pada daerah pelayanan Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat hingga tahun 2025 adalah metode Eksponensial.

**Tabel 4.2. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk**

|                | Proyeksi penduduk (jiwa) |                     |                     |
|----------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
|                | Geometrik                | Aritmatik           | Eksponensial        |
| X              | 68.290                   | 68.290              | 68.290              |
| Y              | 62.546                   | 61.370              | 62.568              |
| XY             | 427.1238645              | 419.0979303         | 427.2774757         |
| X <sup>2</sup> | 466.3524100              | 466.3524100         | 466.3524100         |
| Y <sup>2</sup> | 391.1951385              | 376.6316447         | 391.4765686         |
| n              | 11                       | 11                  | 11                  |
| r              | <b>0.959824185</b>       | <b>0.9624053663</b> | <b>0.9637421630</b> |

Sumber: Hasil perhitungan

### Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

**Tabel 4.3. Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat Tahun 2012-2018**

| No | Keterangan  | Satuan     | Tahun Proyeksi |        |        |        |        |         |         |
|----|---|------------|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|    |   |            | 2012           | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017    | 2018    |
| 1  | Jumlah penduduk   | Jiwa       | 7.536          | 7.797  | 8.066  | 8.345  | 8.634  | 8.932   | 9.241   |
| 2  | Jumlah jiwa per sambungan rumah   | Jiwa/ sr   | 5              | 5      | 5      | 5      | 5      | 5       | 5       |
| 3  | Jumlah rumah  | Unit       | 1.507          | 1.559  | 1.613  | 1.669  | 1.727  | 1.786   | 1.848   |
| 4  | Tingkat Pelayanan Air Bersih<br>% penduduk dilayani (tingkat pelayanan) | %          | 70             | 71     | 72     | 73     | 74     | 75      | 76      |
| 5  | Jumlah penduduk dilayani  | Jiwa       | 5.275          | 5.536  | 5.808  | 6.092  | 6.389  | 6.699   | 7.023   |
| 6  | Jumlah sambungan rumah  | SR         | 1.055          | 1.107  | 1.162  | 1.218  | 1.278  | 1.340   | 1.405   |
| 7  | Standar kebutuhan air   | ltr/org/hr | 100            | 100    | 100    | 100    | 100    | 100     | 100     |
| 8  | Kebutuhan Air   |            |                |        |        |        |        |         |         |
|    | a. Sambungan Rumah  | ltr/hr     | 527.50         | 553.50 | 581.00 | 609.00 | 639.00 | 670.00  | 702.50  |
| 9  | Kebutuhan Non domestik  | ltr/hr     | 263.75         | 276.75 | 290.50 | 304.50 | 319.46 | 335.00  | 351.25  |
| 10 | Total kebutuhan air   | ltr/hr     | 791.25         | 830.25 | 871.50 | 913.50 | 958.46 | 1005.00 | 1053.75 |
|    |   | ltr/dt     | 0.009          | 0.010  | 0.010  | 0.011  | 0.011  | 0.011   | 0.012   |
| 11 | Tingkat Kehilangan Air  | %          | 20             | 20     | 20     | 20     | 20     | 20      | 20      |
|    |   | ltr/dt     | 0.002          | 0.002  | 0.002  | 0.002  | 0.002  | 0.002   | 0.002   |
| 12 | Produksi/ suplai air  | l/dt       | 0.011          | 0.013  | 0.013  | 0.014  | 0.014  | 0.014   | 0.015   |
| 13 | Kebutuhan harian maksimum (1.15)  | l/dt       | 0.013          | 0.015  | 0.015  | 0.016  | 0.016  | 0.016   | 0.017   |
| 14 | Kebutuhan jam puncak (1.56)   | l/dt       | 0.017          | 0.020  | 0.020  | 0.022  | 0.022  | 0.022   | 0.023   |

Sumber: Hasil perhitungan

**Tabel 4.3.1. Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat Tahun 2019-2025**

| No | Keterangan                              | Satuan     | Tahun Provekisi |                |                |                |                |                |                |
|----|---|------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|    |   |            | 2019            | 2020           | 2021           | 2022           | 2023           | 2024           | 2025           |
| 1  | Jumlah penduduk                         | Jiwa       | 9.561           | 9.892          | 10.234         | 10.588         | 10.954         | 11.333         | 11.725         |
| 2  | Jumlah jiwa per sambungan rumah         | Jiwa/ sr   | 5               | 5              | 5              | 5              | 5              | 5              | 5              |
| 3  | Jumlah rumah                            | Unit       | 1.912           | 1.978          | 2.047          | 2.118          | 2.191          | 2.267          | 2.345          |
|    | Tingkat Pelayanan Air Bersih            |            |                 |                |                |                |                |                |                |
| 4  | % penduduk dilayani (tingkat pelayanan) | %          | 77              | 78             | 79             | 80             | 81             | 82             | 83             |
| 5  | Jumlah penduduk di layani               | Jiwa       | 7.362           | 7.716          | 8.085          | 8.470          | 8.873          | 9.293          | 9.732          |
| 6  | Jumlah sambungan rumah                  | SR         | 1.472           | 1.543          | 1.617          | 1.694          | 1.775          | 1.836          | 1.946          |
| 7  | Standar kebutuhan air                   | ltr/org/hr | 100             | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            | 100            |
|    | <b>Kebutuhan Air</b>                    |            |                 |                |                |                |                |                |                |
| 8  | <b>Kebutuhan air domestik</b>           |            |                 |                |                |                |                |                |                |
|    | a. Sambungan Rumah                      | ltr/hr     | 736.00          | 771.50         | 808.50         | 847.00         | 887.50         | 918.00         | 973.00         |
| 9  | Kebutuhan Non domestik                  | ltr/hr     | 368.00          | 385.75         | 404.25         | 423.50         | 443.75         | 459.00         | 486.50         |
| 10 | <b>Total kebutuhan air</b>              | ltr/hr     | <b>1104.00</b>  | <b>1157.25</b> | <b>1212.75</b> | <b>1270.50</b> | <b>1331.25</b> | <b>1377.00</b> | <b>1459.50</b> |
|    |   | ltr/dt     | <b>0.013</b>    | <b>0.013</b>   | <b>0.014</b>   | <b>0.014</b>   | <b>0.015</b>   | <b>0.016</b>   | <b>0.017</b>   |
| 11 | Tingkat Kehilangan Air                  | %          | 20              | 20             | 20             | 20             | 20             | 20             | 20             |
|    |   | ltr/dt     | 0.003           | 0.003          | 0.003          | 0.003          | 0.003          | 0.003          | 0.003          |
| 12 | Produksi/ suplai air                    | l/dt       | 0.016           | 0.016          | 0.018          | 0.018          | 0.019          | 0.020          | 0.021          |
| 13 | Kebutuhan harian maksimum (1.15)        | l/dt       | 0.018           | 0.018          | 0.021          | 0.021          | 0.022          | 0.023          | 0.024          |
| 14 | Kebutuhan jampuncak (1.56)              | l/dt       | 0.025           | 0.025          | 0.028          | 0.028          | 0.030          | 0.031          | 0.033          |

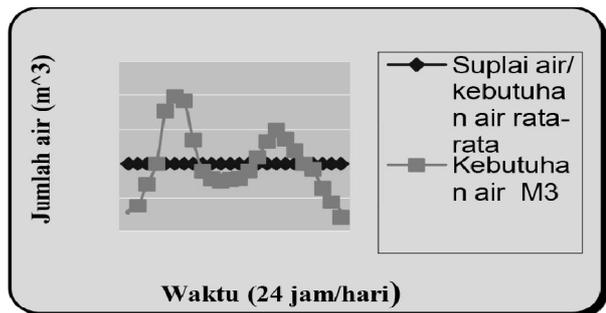
Sumber: Hasil perhitungan

**Fluktuasi Pemakaian/ Kebutuhan Air**

**Tabel 4.4. Fluktuasi Kebutuhan Air, Suplai Air dan Komulatif Isi Tandon dalam Sehari pada Daerah Pelayanan Tandon Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat Tahun 2025.**

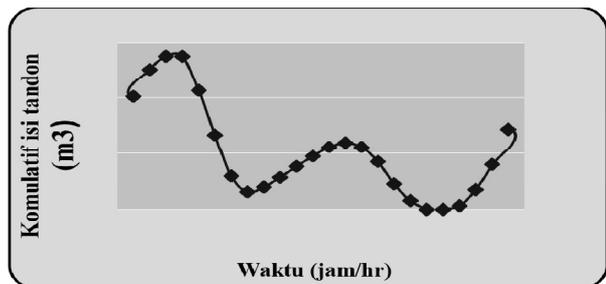
| Waktu (t)     | Produksi /Suplai air (m <sup>3</sup> /jam) | Kebutuhan air (m <sup>3</sup> ) | Selisih (+/-) (m <sup>3</sup> ) | Komulatif Isi Tandon (m <sup>3</sup> ) |
|---------------|--|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 1             | 2  | 3                               | 4                               | 5                                      |
| 20.00 – 21.00 | 0.0396                                     | 0.0396                          | 0.0000                          | 0.0000                                 |
| 21.00 – 22.00 | 0.0396                                     | 0.0364                          | 0.0032                          | 0.0032                                 |
| 22.00 – 23.00 | 0.0396                                     | 0.0253                          | 0.0143                          | 0.0174                                 |
| 23.00 – 24.00 | 0.0396                                     | 0.0170                          | 0.0226                          | 0.0400                                 |
| 24.00 – 01.00 | 0.0396                                     | 0.0079                          | 0.0317                          | 0.0717                                 |
| 01.00 – 02.00 | 0.0396                                     | 0.0103                          | 0.0293                          | 0.1010                                 |
| 02.00 – 03.00 | 0.0396                                     | 0.0150                          | 0.0246                          | 0.1255                                 |
| 03.00 – 04.00 | 0.0396                                     | 0.0277                          | 0.0119                          | 0.1374                                 |
| 04.00 – 05.00 | 0.0396                                     | 0.0396                          | 0.0000                          | 0.1374                                 |
| 05.00 – 06.00 | 0.0396                                     | 0.0707                          | -0.0311                         | 0.1063                                 |
| 06.00 – 07.00 | 0.0396                                     | 0.0792                          | -0.0396                         | 0.0667                                 |
| 07.00 – 08.00 | 0.0396                                     | 0.0768                          | -0.0372                         | 0.0295                                 |
| 08.00 – 09.00 | 0.0396                                     | 0.0537                          | -0.0141                         | 0.0154                                 |
| 09.00 – 10.00 | 0.0396                                     | 0.0354                          | 0.0042                          | 0.0196                                 |
| 10.00 – 11.00 | 0.0396                                     | 0.0309                          | 0.0087                          | 0.0283                                 |
| 11.00 – 12.00 | 0.0396                                     | 0.0297                          | 0.0099                          | 0.0382                                 |
| 12.00 – 13.00 | 0.0396                                     | 0.0305                          | 0.0091                          | 0.0473                                 |
| 13.00 – 14.00 | 0.0396                                     | 0.0311                          | 0.0085                          | 0.0558                                 |
| 14.00 – 15.00 | 0.0396                                     | 0.0356                          | 0.0040                          | 0.0598                                 |
| 15.00 – 16.00 | 0.0396                                     | 0.0436                          | -0.0040                         | 0.0558                                 |
| 16.00 – 17.00 | 0.0396                                     | 0.0531                          | -0.0135                         | 0.0424                                 |
| 17.00 – 18.00 | 0.0396                                     | 0.0594                          | -0.0198                         | 0.0226                                 |
| 18.00 – 19.00 | 0.0396                                     | 0.0543                          | -0.0147                         | 0.0079                                 |
| 19.00 – 20.00 | 0.0396                                     | 0.0475                          | -0.0079                         | 0                                      |
| Jumlah        | <b>0.9504</b>                              | <b>0.9504</b>                   | <b>0</b>                        |  |

Sumber: Hasil perhitungan



**Gambar 4.1. Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air Pelanggan dan Suplai Air Terhadap Waktu dalam Sehari Daerah Pelayanan Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat Tahun 2025.**

Berdasarkan grafik di atas dapat dijelaskan bahwa produksi/ suplai air yang didistribusikan pada setiap jam relatif konstan, atau bisa disebut juga.



**Gambar 4.2. Grafik Komulatif Isi Tandon Terhadap Waktu dalam Sehari Untuk Pelanggan Daerah Pelayanan Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat Tahun 2025.**

Dapat disimpulkan bahwa untuk besarnya tingkat pemenuhan PDAM Kota Ternate dalam melayani masyarakat Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat dengan produksi/ suplai air yang disuplai sebesar 0.1374 m<sup>3</sup> sehingga kapasitas tandon yang tersedia tercukupi untuk memenuhi kebutuhan air pelanggan maksimal 1.946

SR untuk tahun 2025 dengan kontinuitas aliran 24 jam dan supaya sesuai dengan kriteria perencanaan

### Kehilangan air/Kebocoran Pipa

1. Persentase kehilangan air akibat kebocoran pipa di wilayah studi adalah sebesar 20 %, besar tingkat kehilangan air tahun 2012 sebesar 0.002ltr/dtk. Upaya penurunan tingkat kehilangan air kebocoran fisiknya ditekan <10 %.

### Hasil Analisa Hidraulis Kondisi Eksisting Tekanan

**Tabel 4.5. Node yang Tekanan Belum Memenuhi Standart Perencanaan**

| No. Junction (Node) | Tekanan |
|---------------------|---------|
| 15                  | 70.97   |
| 16                  | 70.97   |
| 17                  | 70.97   |

Sumber: Hasil Simulasi Epanet 2.0

### Hasil Analisa Hidraulis Kondisi Kecepatan Aliran

**Tabel 4.6 . Kecepatan Aliran Belum Memenuhi Standart Perencanaan**

| No. Pipa | Diameter Pipa (ϕ) | Kecepatan /Velocity (m/detik) |
|----------|-------------------|-------------------------------|
| 8        | 300               | 0.09                          |
| 9        | 500               | 0.03                          |
| 11       | 300               | 0.03                          |
| 12       | 200               | 0.04                          |
| 13       | 250               | 0.05                          |
| 14       | 350               | 0.02                          |
| 16       | 350               | 0.00                          |
| 17       | 250               | 0.01                          |

Sumber: Hasil Simulasi EPANET 2.

### Hasil Analisa Hidraulis Kondisi Debit

Berdasarkan hasil analisa dengan program EPANET Versi 2.0. (Tabel 4.16 )dapat diketahui bahwa dalam jaringan pipa eksisting terdapat debit yang kecil.

### Evaluasi Tekanan Sisa pada Titik Simpul Jaringan Pipa Distribusi Utama Pukul 07.00.

**Tabel 4.7 Junction yang dievaluasi dan memenuhi Standart Perencanaan.**

| No. Junction (Node) | Tekanan |
|---------------------|---------|
| 15                  | 55.36   |
| 16                  | 55.36   |
| 17                  | 55.36   |

Sumber: Hasil Simulasi Epanet 2.0 .

- Kecepatan < 0.6 m/detik maka solusi diameter pipa asumsi harus diperkecil.
- Jika Kecepatan > 2.5 m/detik maka solusi diameter pipa asumsi harus diperbesar.

**Tabel 4.8. Diameter Pipa yang dievaluasi dan Kecepatan Aliran yang sudah Memenuhi Standart Perencanaan.**

| No. Pipa | Diameter Pipa (ϕ) | Kecepatan /Velocity (m/detik) |
|----------|-------------------|-------------------------------|
| 8        | 100               | 0.85                          |
| 9        | 100               | 0.75                          |
| 11       | 50                | 1.02                          |
| 12       | 50                | 0.64                          |
| 13       | 50                | 1.23                          |
| 14       | 50                | 0.84                          |
| 16       | 20                | 0.64                          |
| 17       | 30                | 0.75                          |

Sumber: Hasil Simulasi Epanet 2.0

### Deskriptif Karakteristik Responden Berdasarkan Kontinuitas Aliran

**Tabel 4.9. Karakteristik Responden Berdasarkan Kontinuitas**

| Kontinuitas             | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|-------------------------|------------|----------------|
| Sangat sering (>12jam)  | 28         | 28,87          |
| Sering (4-10 jam)       | 50         | 51,55          |
| Kadang-kadang (1-4 jam) | 19         | 19,58          |
| Total                   | 97         | 100            |

keterangan: n = jumlah responden, % = persentase.

## Deskriptif Karakteristik Responden

**Tabel 4.10. Karakteristik Responden Berdasarkan Bau Air PDAM**

| Bau air PDAM        | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|---------------------|------------|----------------|
| Sangat tidak berbau | 25         | 25,77          |
| Tidak Berbau        | 50         | 51,55          |
| Cukup Berbau        | 22         | 22,58          |
| Total               | 97         | 100            |

keterangan: n = jumlah responden, % = persentase

**Tabel 4.11. Karakteristik Responden Berdasarkan Rasa Air PDAM**

| Rasa air PDAM       | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|---------------------|------------|----------------|
| Sangat tidak berasa | 26         | 26,80          |
| Tidak Berasa        | 52         | 53,61          |
| Cukup Berasa        | 19         | 19,59          |
| Total               | 97         | 100            |

keterangan: n = jumlah responden, % = persentase.

**Tabel 4.12. Karakteristik Responden Berdasarkan Warna Air PDAM**

| Wama air PDAM         | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|-----------------------|------------|----------------|
| Sangat tidak berwarna | 26         | 26,80          |
| Tidak Berwarna        | 52         | 53,61          |
| Cukup Berwarna        | 19         | 19,59          |
| Total                 | 97         | 100            |

keterangan: n = jumlah responden, % = persentase

## Deskriptif Karakteristik Responden

**Tabel 4.12. Karakteristik Responden Berdasarkan Analisa Sistem Berdasarkan Pendukung Kepuasan**

| Analisa sistem berdasarkan pendukung kepuasan | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|---|------------|----------------|
| Sangat Tidak memuaskan                        | 26         | 26,80          |
| tidak memuaskan                               | 52         | 53,61          |
| Memuaskan                                     | 19         | 19,59          |
| Total   | 97         | 100            |

keterangan: n = jumlah responden, % = persentase

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besarnya tingkat pemenuhan PDAM Kota Ternate dalam melayani masyarakat Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat dengan total

kebutuhan air bersih yang sebesar 1459.50ltr/hari, sehingga kebutuhan air yang tersedia mencukupi.

2. Persentase kehilangan air akibat kebocoran pipa di wilayah studi adalah sebesar 20 %, besar tingkat kehilangan air tahun 2012 sebesar 0.002ltr/dtk. Upaya penurunan tingkat kehilangan air kebocoran fisiknya ditekan <10 %.
3. Berdasarkan hasil running dengan program EPANET 2.0 pukul 07.00 didapat:
  - Dalam jaringan pipa eksisting terdapat tekanan 70.97 mH<sub>2</sub>O. Sehingga belum sesuai dengan kriteria perencanaan(10-60 mH<sub>2</sub>O), dengan mengganti diameter pipa 350 mm terdapat tekanan 55.36 m di node 15, 16, dan di node 17 agar sesuai dengan kriteria perencanaan.
  - Dapat diketahui kecepatan (*velocity*) dalam jaringan pipa eksisting terdapat kecepatan aliran yang kurang dari standart (0.6-2.5 m/dtk) tidak sesuai dengan kriteria perencanaan yaitu 0.01-0.09(m/dtk), Maka solusi yang bisa dipakai antara lain diameter pipa asumsi harus diperkecil jika kecepatan < 0.6 m/detik.
  - Dapat diketahui bahwa dalam jaringan pipa eksisting terdapat debit yang kecil (dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan gambar4.5 Hasil Simulasi Kondisi Tekanan). Debit aliran yang kurang baik di sebabkan karena adanya kehilangan air cukup besar (20 % persen) yang terjadi pada zona yang mempunyai kebocoran tertinggi, Kehilangan air tersebut disebabkan oleh kebocoran pipa.
4. Kinerja sistem distribusi air PDAM Kota Ternate masih kurang baik dari segi teknis (analisa tekanan, Kecepatan aliran dan debit). Hasil kuesioner menyatakan 53.61 % menyatakan tidak puas dan 26.80 % menyatakan sangat tidak puas. pelanggan paling erat dibanding aspek bau, rasa dan warna).

## SARAN

1. Sejalan dengan semakin pesatnya perkembangan penduduk di Kelurahan Jati dan Kelurahan Tanah Tinggi Barat, Maka disarankan PDAM Kota Ternate secepatnya mencari alternatif sumber-sumber air baru sehingga kebutuhan air penduduk dapat terlayani dengan baik.
2. Melakukan investigasi terhadap pipa – pipa yang bocor dan Melakukan penggantian terhadap pipa – pipa yang sudah tua dan rusak atau bocor, Partisipasi masyarakat dalam Melaporkan ter-

jadinya kebocoran, sehingga dapat dilakukan tindakan dengan tepat dan cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang, T. 1993. *Hidraulika II*. Penerbit Beta Offset.
- Dian, V.A. 2007. *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih*. Undip.
- Damanhuri, E. 1989. *Pendekatan Sistem Dalam Pengendalian dan Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi Air Minum*. Bandung, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITB.
- Haestad. *Program WaterCad v 4.5* tahun 2001
- Ibnu, H. dkk. 1997. *Rekayasa Lingkungan*. Jakarta, Universitas Gunadarma.
- Totok, S. dkk. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Edisi Baru, Penerbit Rineka Cipta.
- JICA. 1978. *Design Criteria For Waterworks and Facilities*. Japan Water Works Assosiation.
- KanthRao, K. 1999. *Environmental Engineering: Water Supply sanitary Engineering and Pollution*. McGraw Hill publishing Company Ltd.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Nomor 416/Menkes/PER/IX/1990.
- Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih.
- Kodoatie, R. dkk. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- NSPM Kimpraswil, Pedoman/petunjuk Teknik dan Manual, edisi pertama 2002, bagian 6 (Volume II & III) Air minum Perkotaan “Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan”.