

ANALISIS JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM DESA SENDANGADI, KECAMATAN MLATI, KABUPATEN SLEMAN

Novriani¹, Andrea Sumarah Asih², Oggi Heicqal Ardian³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl.
Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta

Email : ¹novrianiy18@mail.com, ²andrea.sa@itny.ac.id, ³oggiheicqal@itny.ac.id

ABSTRAK

Masalah pokok air bersih saat ini adalah kurang tersedianya sumber air bersih, belum meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama di pedesaan serta sumber air bersih yang ada belum dimanfaatkan secara maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kebutuhan air bersih, membandingkan kebutuhan dan ketersediaan air dan menganalisis hidrolika jaringan pipa distribusi utama air bersih sampai 10 tahun yang akan datang. Lokasi studi berada di Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Tahapan metode ini meliputi pengumpulan data sekunder yaitu jumlah penduduk, potensi ketersediaan air bersih, dan jaringan air bersih yang diperoleh dari PDAM Tirtamarta dan Badan Pusat Statistik Sleman. Analisis kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan prediksi jumlah penduduk di Kecamatan Mlati sampai tahun 2031 menggunakan metode aritmatik yang menghasilkan koefisien korelasi terbesar. Hasil perhitungan kebutuhan air bersih kemudian dibandingkan dengan ketersediaan air bersih di Kecamatan Mlati Metode Hazen-Wiliams digunakan dalam analisis jaringan distribusi. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan jumlah kebutuhan air bersih pada daerah Kecamatan Mlati sebesar 37,965 liter/detik sedangkan debit yang tersedia sebesar 116,380 liter/detik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air bersih Kecamatan Mlati masih mampu untuk memenuhi kebutuhan penduduk sampai dengan tahun 2031. Berdasarkan hasil analisis hidrolika jaringan pipa distribusi hingga 10 tahun yang akan datang terdapat beberapa ruas pipa di daerah Tirtoadi yang mengalami ketidak sesuaian standar yang diharapkan, sehingga harus dilakukan pergantian diameter pipa.

Kata kunci: air bersih, jaringan distribusi, kebutuhan, ketersediaan.

PENDAHULUAN

Pada saat ini, pertumbuhan penduduk Indonesia sudah mencapai angka yang cukup besar. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, jumlah kebutuhan hidup yang harus dipenuhi juga semakin besar. Salah satu kebutuhan hidup yang utama yaitu kebutuhan akan air bersih. Masalah penyediaan air bersih saat ini menjadi perhatian khusus negara-negara maju maupun negara yang sedang berkembang. Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, tidak lepas dari permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakatnya. Salah satu masalah pokok yang dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air bersih, belum meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama di pedesaan dan sumber air bersih yang ada belum dimanfaatkan secara maksimal (Wijanarko, 2011).

Operasional PDAM di Kabupaten Sleman terbagi menjadi 17 unit operasional yang mencakup perdesaan maupun perkotaan, salah satunya unit Kecamatan Mlati. Berdasarkan data pada tahun 2010, Hal ini dikarenakan jaringan distribusi berperan secara langsung untuk menyalurkan air dari instalasi produksi menuju ke masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kebutuhan air bersih, mengetahui perbandingan antara kebutuhan dan ketersediaan air dan mengetahui analisa hidrolika jaringan pipa distribusi utama air bersih sampai 10 tahun yang akan datang.

METODE

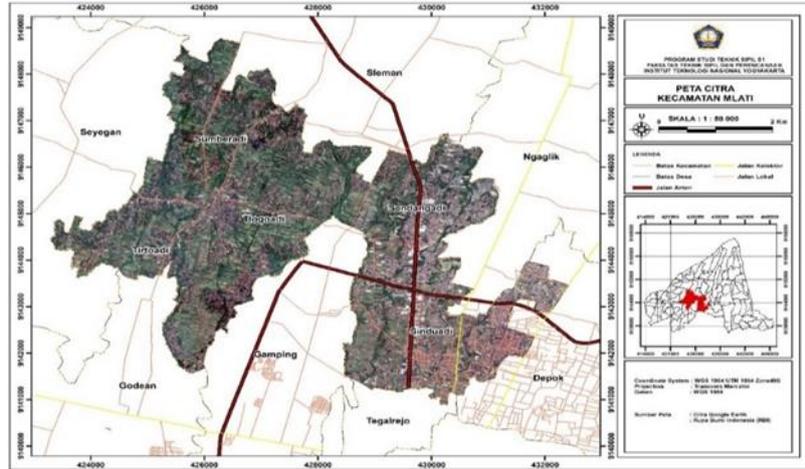
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah jeenis penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang dapat diperoleh dengan menggunakan prosedur-prosedur statistik atau cara lain dari kuantifikasi (Sujarweni, 2014). Dalam proses penelitian ini diperlukan data-data dan metode sebagai berikut.

Corresponding Author

E-mail Address : andrea.sa@itny.ac.id

Lokasi Studi

Letak lokasi berada di Kabupaten Sleman yang terletak di Pulau Jawa Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan secara geografis Kabupaten Sleman terletak pada posisi 110° 33' 00" dan 110° 13' 00" Bujur Timur, 7° 34' 51" dan 7° 47' 30" Lintang Selatan.



Sumber : Citra Google Earth, 2023

Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diambil dari instansi terkait. Data tersebut meliputi :

- Data jumlah penduduk tahun 2013 sampai 2022 diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman
- Data potensi ketersediaan air diperoleh dari PDAM Kabupaten Sleman
- Data jumlah pemakaian air diperoleh dari PDAM Kabupaten Sleman
- Data jaringan air bersih diperoleh dari PDAM Kabupaten Sleman

Analisis Proyeksi Jumlah Penduduk

Perkiraan pertumbuhan penduduk dapat dihitung dengan menggunakan 3 metode sebagai perbandingan (Komalia, 2012) yaitu :

- Metode Geometrik, dengan rumus :

$$P_n = P_o (1+i)^n \quad (1)$$

dengan: P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n perencanaan (jiwa), P_o = jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa), i = ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%), n = periode tahun perencanaan

- Metode Arimatik

$$P_n = P_o + (1+in) \quad (2)$$

dengan : P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n perencanaan (jiwa), P_o = jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa), i = ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%), n = periode tahun perencanaan.

- Metode Eksponensial

$$P_n = P_o \cdot e^{(in)} \quad (3)$$

dengan : P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n perencanaan (jiwa), P_o = jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa), e = bilangan logaritma natural besarnya sama dengan 2.7182818, i = ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%), n = jumlah tahun proyeksi (tahun).

d. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk

Pemilihan metode proyeksi yang akan disesuaikan dengan kriteria dapat dilakukan secara statistik yaitu dengan menggunakan rumus koefisien korelasi r . penggunaan koefisien korelasi dimaksudkan untuk menunjukkan tingginya derajat hubungan antara dua variabel (x dan y). maka dari itu nilai koefisien korelasi harus mendekati 1 (Habel, 2018).

Tabel 1. Jumlah penduduk Kecamatan Mlati 2013-2021

| No | Desa | Jumlah Penduduk (Jiwa) | | | | | | | | |
|----|------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| 1 | Tirtoadi | 10016 | 10137 | 10261 | 10021 | 10121 | 10221 | 10936 | 11176 | 11135 |
| 2 | Sumberadi | 13833 | 15021 | 15152 | 15616 | 15793 | 15973 | 15795 | 15932 | 15989 |
| 3 | Tlogoadi | 11802 | 12409 | 12488 | 12897 | 13047 | 13198 | 12981 | 13171 | 13333 |
| 4 | Sendangadi | 16693 | 17803 | 18658 | 20583 | 21092 | 21615 | 17950 | 18020 | 18144 |
| 5 | Sinduadi | 32714 | 35728 | 38575 | 52904 | 53679 | 54459 | 34421 | 34602 | 34558 |

Sumber : BPS Kabupaten Sleman, 2022

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air yang dihitung adalah perhitungan kebutuhan domestik dan non domestik didasarkan pada jumlah penduduk dan tingkat kebutuhan air masyarakat sesuai prediksi sampai tahun perencanaan. Analisis kebutuhan air ini dihitung berdasarkan kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum, 1996 untuk masing-masing kategori baik kota maupun desa.

Langkah-langkah perhitungan kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut :

1. menentukan dasar-dasar perhitungan, yaitu :
 - a) Jumlah penduduk di wilayah penelitian
 - b) Jumlah pengguna air bersih
2. perhitungan Jumlah kebutuhan air bersih
 - a) kebutuhan domestik
 - b) kebutuhan non domestik
 - c) kebutuhan air bersih total
 - d) kehilangan air
 - e) kebutuhan air rata-rata
 - f) kebutuhan air maksimum dan jam puncak

Analisis Ketersediaan Air Bersih

Analisis ketersediaan air bersih sampai dengan tahun 2031 dilakukan dengan membandingkan jumlah produksi sumber mata air yang dimanfaatkan saat ini dengan jumlah kebutuhan air bersih sampai tahun 2031 sesuai dengan hasil perhitungan, berdasarkan data yang didapatkan dari PDAM Kabupaten Sleman.

Analisis jaringan pipa

Diameter pipa dihitung dengan menggunakan rumus Hazen Williams sebagai berikut (Triatmodjo, 1993) :

$$Q_{hm} = 0,278 \cdot C_{hw} \cdot D^{2,63} \cdot S^{0,54} \quad (4)$$

$$S = \frac{hf}{L} \quad (5)$$

dengan : Q = debit aliran pada pipa (m^3/dt), C_{hw} = koefisien kekasaran *Hazen-Williams* (tabel), D = diameter pipa (m), S = kemiringan garis energi, hf = kehilangan tinggi tekan mayor, L = Panjang pipa (m)

Kehilangan energi mayor (*major loss*) pada pipa dapat dihitung dengan menggunakan Darcy-Weisbach atau Hazen-Williams (Triatmodjo, 2006)

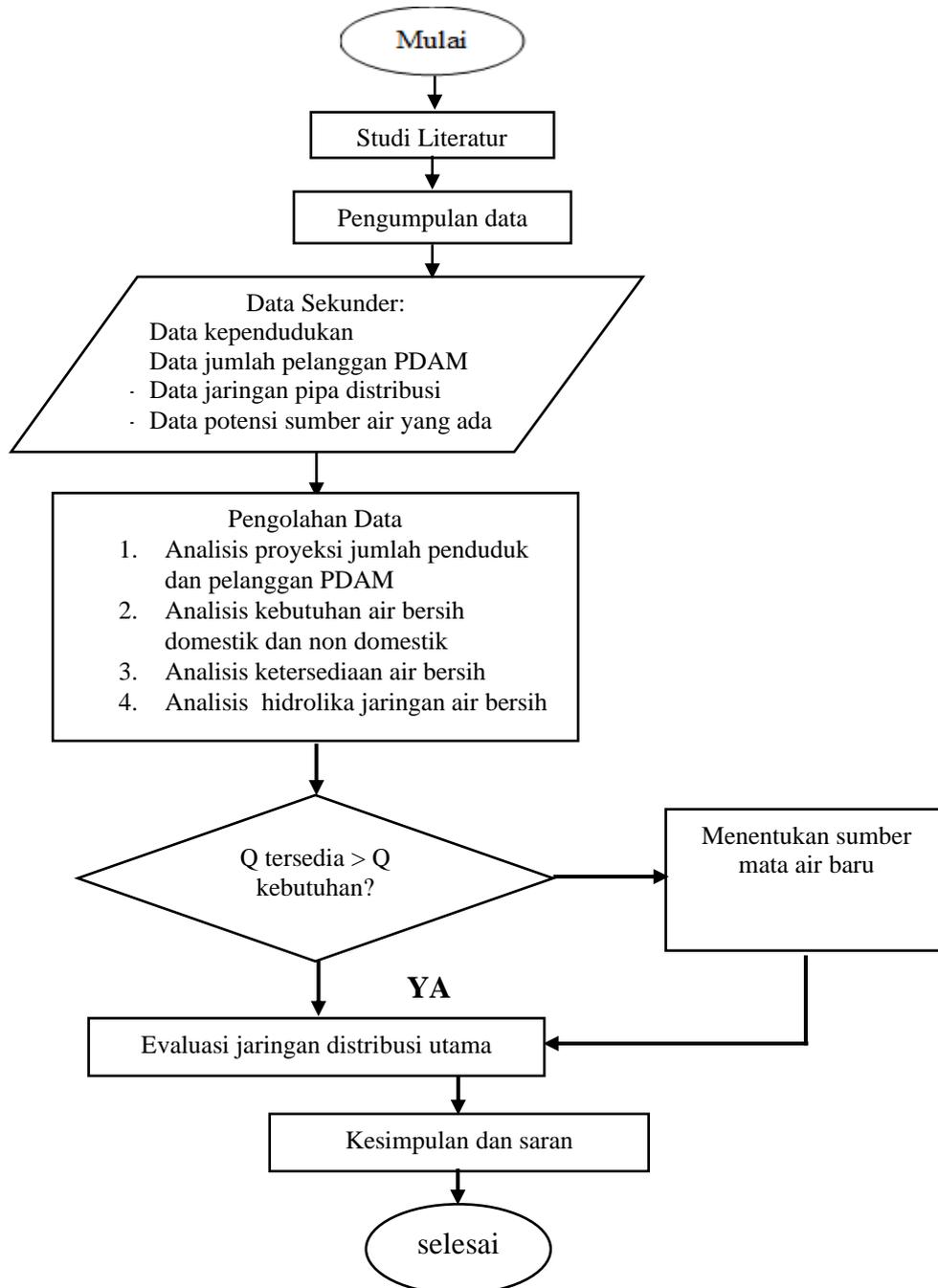
$$h_f = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Darcy-Weisbach}) \quad (6)$$

$$h_f = \frac{10.67 L}{C_{hw}^{1.85} D^{4.87}} \cdot Q^{1.85} \text{ (Hazen-Wiliams)} \quad (7)$$

dengan : h_f = Kehilangan Energi, L = Panjang pipa (m), D = diameter pipa (m), V = kecepatan aliran (m/dt), G = Percepatan gravitasi (m/dt²).

Bagan Alir Penelitian

Secara lengkap tahapan penelitian digambarkan dalam bentuk flow chart sebagai berikut.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jaringan Distribusi air bersih PDAM Tirtamarta melayani 5 Desa yang ada di Kecamatan Mlati yaitu Tirtoadi, Sumberadi, Tlogoadi, Sendangadi, dan Sinduadi. Perhitungan proyeksi penduduk merupakan dasar dari analisis kebutuhan air bersih (Joshua, 2021).

Analisis Proyeksi Jumlah penduduk

Proyeksi jumlah penduduk ini direncanakan sampai 10 tahun yang akan datang terhitung dari tahun 2022 sampai tahun 2031 berdasarkan data kependudukan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman tahun 2013-2021. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah penduduk antara lain metode Geometrik, metode Arimatik, dan metode Eksponensial. Hasil dari perhitungan ketiga metode dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Uji korelasi jumlah penduduk Desa Sendangadi

| Tahun | Tahun ke-n | i (%) | Jumlah statistik | Hasil Perhitungan | | |
|--------------------|------------|-------|------------------|-------------------|----------|--------------|
| | | | | Geometrik | Arimatik | Eksponensial |
| 2013 | 0 | 5,58 | 16693 | 10016 | 10016 | 10016 |
| 2014 | 1 | 5,58 | 17803 | 10219 | 10219 | 10221 |
| 2015 | 2 | 5,58 | 18658 | 10426 | 10422 | 10430 |
| 2016 | 3 | 5,58 | 20583 | 10636 | 10625 | 10644 |
| 2017 | 4 | 5,58 | 21092 | 10854 | 10829 | 10863 |
| 2018 | 5 | 5,58 | 21615 | 11074 | 11032 | 11085 |
| 2019 | 6 | 5,58 | 17950 | 11299 | 11235 | 11313 |
| 2020 | 7 | 5,58 | 18020 | 11528 | 11439 | 11545 |
| 2021 | 8 | 5,58 | 18144 | 11762 | 11642 | 11781 |
| Koefisien kolerasi | | | | 0,1433 | 0,1619 | 0,1433 |

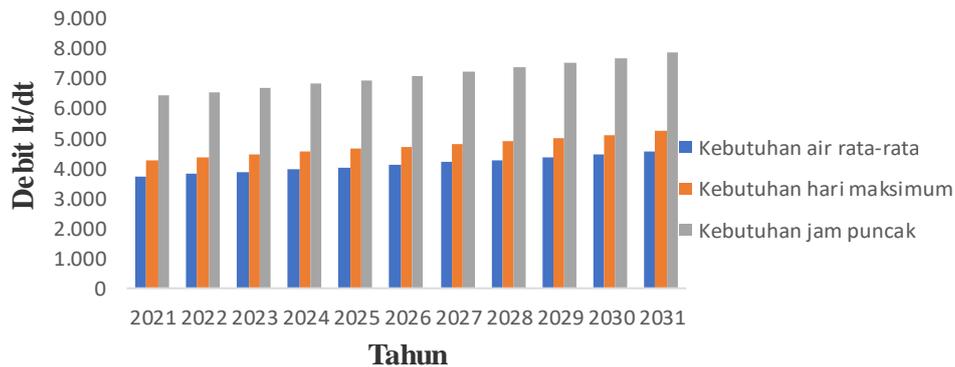
Terlihat dari table 2 diatas bahwa koefisien korelasi yang paling mendekati 1 adalah proyeksi dengan metode arimatik, sehingga proyeksi jumlah penduduk Desa Sendangadi ditentukan dengan metode arimatik.. Untuk hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Mlati 10 tahun mendatang selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk setiap Desa di Kecamatan Mlati

| No | Desa | Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk setiap desa di Kecamatan Mlati (jiwa)/tahun | | | | | | | | | | |
|-------|------------|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| 1 | Tirtoadi | 11135 | 11361 | 11592 | 11827 | 12067 | 12312 | 12562 | 12817 | 13077 | 13343 | 13613 |
| 2 | Sumberadi | 15989 | 16314 | 16645 | 16983 | 17327 | 17679 | 18038 | 18404 | 18778 | 19159 | 19548 |
| 3 | Tlogoadi | 13333 | 13604 | 13880 | 14162 | 14449 | 14742 | 15042 | 15347 | 15659 | 15976 | 16301 |
| 4 | Sendangadi | 18144 | 18512 | 18888 | 19272 | 19663 | 20062 | 20469 | 20885 | 21309 | 21741 | 22183 |
| 5 | Sinduadi | 34558 | 35260 | 35975 | 36706 | 37451 | 38211 | 38987 | 39778 | 40586 | 41409 | 42250 |
| Total | | 93159 | 95051 | 96980 | 98950 | 100957 | 103006 | 105098 | 107231 | 109409 | 111628 | 113895 |

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Grafik 3 berikut ini menyajikan hasil perhitungan kebutuhan air bersih di Kecamatan Mlati 10 tahun yang akan datang.



Gambar 3 Grafik Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun 2021-2031

Berdasarkan perhitungan kebutuhan air maka dapat dihitung total kebutuhan air yang harus disediakan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih di Kecamatan Mlati dari tahun 2022 sampai 2031.

Tabel 4. Total Kebutuhan air bersih Kecamatan Mlati

| No | Tahun | Kebutuhan Air Tiap Desa di Kecamatan Mlati (lt/dt) | | | | | Total Kebutuhan (lt/dt) |
|----|-------|--|-----------|----------|------------|----------|-------------------------|
| | | Tirtoadi | Sumberadi | Tlogoadi | Sendangadi | Sinduadi | |
| 1 | 2021 | 3,712 | 5,330 | 4,444 | 6,048 | 11,519 | 31,053 |
| 2 | 2022 | 3,787 | 5,438 | 4,535 | 6,171 | 11,753 | 31,684 |
| 3 | 2023 | 3,864 | 5,548 | 4,627 | 6,296 | 11,992 | 32,327 |
| 4 | 2024 | 3,942 | 5,661 | 4,721 | 6,424 | 12,235 | 32,983 |
| 5 | 2025 | 4,022 | 5,776 | 4,816 | 6,554 | 12,484 | 33,652 |
| 6 | 2026 | 4,104 | 5,560 | 4,914 | 6,687 | 12,737 | 34,002 |
| 7 | 2027 | 4,187 | 6,013 | 5,014 | 6,823 | 12,996 | 35,033 |
| 8 | 2028 | 4,272 | 6,135 | 5,116 | 6,962 | 13,259 | 35,744 |
| 9 | 2029 | 4,359 | 6,259 | 5,220 | 7,103 | 13,529 | 36,470 |
| 10 | 2030 | 4,448 | 6,386 | 5,325 | 7,247 | 13,803 | 37,209 |
| 11 | 2031 | 4,538 | 6,516 | 5,434 | 7,394 | 14,083 | 37,965 |

Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih diperoleh kebutuhan air rata-rata sebesar 4,537 liter/detik, kehilangan air di tahun 2031 sebesar 0,756 liter/detik dan total kebutuhan air ditahun 2031 sebesar 37,965 liter/detik.

Analisis Ketersediaan Air Bersih

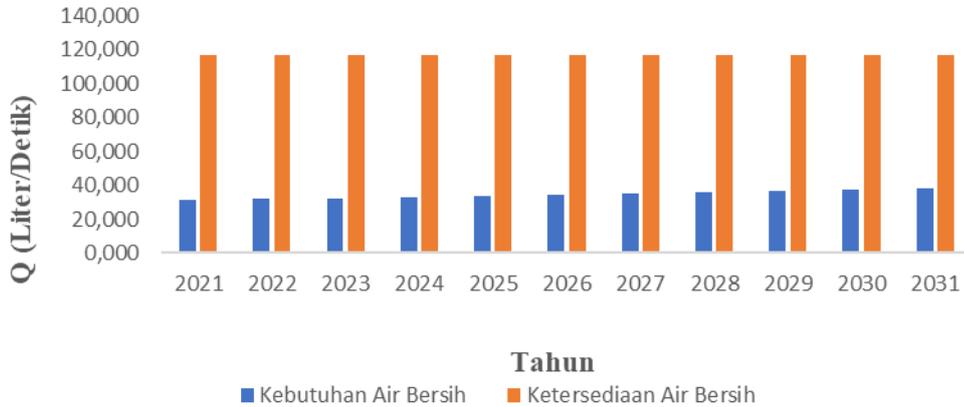
Berikut tabel data produksi air bersih yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih unit Kecamatan Mlati.

Tabel 5. Data Produksi Air Bersih untuk Kecamatan Mlati

| No | Potensi Sumber Mata Air | Kapasitas Sumber (lt/dt) |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | Sumur Dalam (Deep Well) (7) | 68 |
| 2 | Sumur Dangkal (Shallow Well) (4) | 27 |
| 3 | IPA Bedog | 8,01 |
| 4 | Intake Bedog | 10 |
| 5 | SPAM Regional | 3,37 |
| Total Jumlah | | 116,380 |

Sumber : PDAM Kabupaten Sleman, 2022

Membandingkan kebutuhan dengan ketersediaan yang ada, dapat diketahui bahwa jumlah ketersediaan air saat ini 116,380 liter/detik lebih besar dari kebutuhan air 37,956 liter/detik, maka dapat disimpulkan ketersediaan air bersih saat ini masih mampu memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah Kecamatan Mlati sampai dengan tahun 2031.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih

Analisis hidrolika jaringan air bersih

Berikut perhitungan analisis hidrolika jaringan air bersih sumber Unit Mlati pada proyeksi tahun 2031.

Tabel 6. Koefisien kekasaran Pipa

| Jenis Pipa | Nilai Koefisien Hezen-Wiliams (Chw) |
|----------------------|-------------------------------------|
| U-PVC | 140-150 |
| Pipa Asbes | 120-150 |
| Pipa berlapis semen | 100-140 |
| Pipa besi digalvanis | 100-120 |
| Cast iron | 90-125 |

Sumber : Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih, 1987

Untuk ruas R0-R1

$$Q \text{ (debit)} = 0,76 \text{ lt/dt} = 0,0007 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{Elevasi R0} = 196 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi R1} = 195 \text{ m}$$

$$L \text{ (Panjang pipa)} = 233 \text{ m}$$

$$D \text{ (diameter pipa)} = 3 \text{ inc} = 0,0762 \text{ m}$$

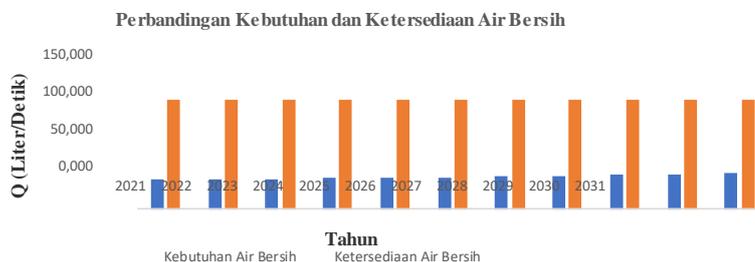
$$A \text{ (luas)} = \frac{1}{4} \pi D^2 = 0,25 \times 3,14 \times 0,0762^2 = 0,004 \text{ m}^2$$

$$V \text{ (kecepatan)} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi D^2} = 0,0007 / (0,25 \times 3,14 \times 0,0762^2) = 0,153 \text{ m/dt}$$

$$Chw = 140 \text{ (berdasarkan Koefisien kekasaran pipa pada tabel 6)}$$

$$H_f \text{ (mayor)} = K_i Q^{1,85} = \frac{10,67 L}{C_{hw}^{1,85} D^{4,87}} Q^{1,85} = \frac{10,67 \cdot 233}{140^{1,85} \cdot 0,0762^{4,87}} \cdot 0,0007^{1,85} = 0,108 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{HLM (Minor)} &= K \frac{v^2}{2g} \\
 &= 0,05 (0,153^2 / 2 \times 9,81) \\
 &= 0,0005 \text{ m} \\
 \Delta H (\text{Beda Tinggi}) &= 196 - 195 = 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Berdasarkan hasil analisis hidrolika pada jaringan pipa eksisting, diketahui kecepatan, beda tinggi dan kehilangan tekanan yang terjadi pada masing-masing ruas pipa. Perbedaan tinggi elevasi yang lebih besar dibandingkan dengan kehilangan tinggi tekan yang terjadi menunjukkan bahwa aliran air dalam sistem jaringan pipa sudah dianggap memenuhi persyaratan atau standar yang diharapkan mengacu pada kriteria teknis pipa distribusi berdasarkan Peraturan Menteri PU No.27/RT/M/2016. Pipa dengan kecepatan aliran yang kurang dari 0,3 m/s perlu diperkecil diameternya, bila kecepatan aliran lebih dari 4,5 m/s maka diameter perlu diperbesar. Sedangkan perbedaan tinggi elevasi yang lebih kecil dibandingkan dengan kehilangan tekanan yang terjadi menunjukkan bahwa aliran air dalam sistem jaringan perpipaan tidak sesuai atau dianggap tidak memenuhi persyaratan standar yang diharapkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air bersih Kecamatan Mlati berdasarkan pertumbuhan penduduk untuk proyeksi 10 tahun kedepan, sebesar 37,965 liter/detik. Ketersediaan air Kecamatan Mlati berasal dari sumber mata air sumur dalam, sumur dangkal, IPA Bedog, Intake Bedog, dan SPAM Regional sebesar $Q_s = 116,380$ liter/detik, sehingga masih mampu memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah Kecamatan Mlati sampai dengan tahun 2031. Berdasarkan persamaan *Hazen-Williams*, dengan rumus hasil analisis hidrolika jaringan pipa distribusi hingga 10 tahun yang akan datang terdapat beberapa ruas pipa yang mengalami ketidak sesuaian standar yang diharapkan, terutama di daerah Tirtoadi yaitu kecepatan aliran yang kurang dari 0,3 m/s, sehingga tidak mampu menyalurkan air bersih dengan debit maksimum sampai tahun 2031.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada BPS dan PDAM Kabupaten Sleman atas dukungan data yang sangat diperlukan dalam penelitian ini. Tak lupa ucapan terima kasih disampaikan kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah mendukung pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2022, *Data Jumlah Penduduk*, Kabupaten Sleman
- Dinas Pekerjaan Umum, 2016, Peraturan Menteri PU No.27/RT/M/2016, *Kriteria Teknis Pipa Distribusi*. Kementrian PU, Jakarta
- Dirjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, 1996, *Kriteria Perencanaan Air Bersih*, Jakarta
- Habel, R.N, 2018, Perencanaan Distribusi Air Bersih Kecamatan Loura Kabupaten Sumba Barat Daya NTT, *Skripsi*, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Joshua, Theoroditus, 2021, Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Melawi, *Jurnal Reka Buana Volume 2 No 1*
- Komalia, Kiki dan Indrawan, Ivan, 2012, Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) untuk Kota Pematang Siantar, download.garuda.kemdikbud.go.id
- Sujarweni, Wiratna, V. 2014, *Metodologi Penelitian*, Jakarta
- Triatmodjo, Bambang., 1993, *Hidraulika*, Beta Offset, Yogyakarta

Triatmodjo, Bambang, 2006, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
Wijanarko, A., 2011, Analisis Kebutuhan Dan Ketersedian Air Bersih Unit Kedawung PDAM Sragen, *Tugas Akhir*,
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta