

**ANALISIS KAPASITAS SISTEM HIDROLIS JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR
BERSIH MENGGUNAKAN SOFTWARE WATERCAD V8I
(Studi Kasus: PDAM Tirta Galuh Ciamis)**

Taofik Budiman¹⁾, Asep Kurnia Hidayat²⁾, Pengki Irawan³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi

e-mail: taofikbudiman1996@gmail.com

Abstrak

PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis merupakan salah satu cabang pelayanan air bersih dari PDAM Tirta Galuh Ciamis. Air bersih menjadi kebutuhan utama bagi manusia yang harus diprioritaskan dan dipenuhi baik di perkotaan maupun di pedesaan. Pertumbuhan penduduk setiap tahun meningkat mengakibatkan permintaan kebutuhan air bersih menjadi bertambah dan juga dapat berpengaruh pada sistem hidrolis jaringan perpipaan. Penelitian ini bertujuan menganalisis proyeksi kebutuhan air bersih sampai dengan tahun 2024 pelanggan PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis, menganalisis kondisi sistem hidrolis jaringan pipa distribusi air bersih tahun 2020 dan 2024 PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis dan menganalisis kehilangan tinggi tekan pada sistem jaringan pipa PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis. Penelitian dilakukan dengan menganalisis proyeksi penduduk, proyeksi kebutuhan air bersih sampai dengan tahun 2024. Analisis jaringan pipa distribusi paa tahun 2020 dan 2024 menggunakan *software* WaterCAD V8i dengan kondisi tidak permanen (EPS) dan waktu simulasi 24 jam dengan interval 1 jam yang mengacu pada Permenpu No. 18 Tahun 2007. Hasil dari analisis, kebutuhan air jam puncak pada tahun 2024 tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan sejumlah 62880 jiwa. Kebutuhan air bersih tersebut melebihi kapasitas produksi. Hasil akhir simulasi menggunakan *software* WaterCAD V8i saat kondisi jam puncak pukul 07.00 WIB pada tahun 2020 dan 2024, terdapat 593 buah dan 604 buah pipa dengan kecepatan bermasalah, 171 buah dan 240 buah pipa dengan *headloss gradient* bermasalah serta 904 buah dan 908 buah *junction* dengan tekanan bermasalah. Hasil kehilangan tinggi tekan akibat gesekan didapatkan total kehilangan tinggi tekan pada tahun 2020 dan 2024 sebesar 2155,690 m dan 2149,224 m dengan total panjang pipa 159809 m.

Kata Kunci: air bersih, jaringan pipa distribusi, WaterCAD V8i, saluran tertutup.

Abstract

PDAM Tirta Galuh Ciamis Branch is one of the clean water service branches of PDAM Tirta Galuh Ciamis. Clean water is a major human need that must be prioritized and fulfilled both in urban and rural areas. Population growth increases every year resulting in increased demand for clean water and can also affect the pipeline network hydraulic system. This study aims to analyze the projected need for clean water up to 2024 customers of PDAM Tirta Galuh Ciamis Branch, analyze the condition of the hydraulic system of the clean water distribution pipeline in 2020 and 2024 PDAM Tirta Galuh Ciamis Branch and analyze the loss of pressure height in the PDAM Tirta Galuh Branch pipeline system Ciamis. The study was conducted by analyzing population projections, projections of clean water demand until 2024. Analysis of distribution pipelines in 2020 and 2024 using WaterCAD V8i software with non-permanent conditions (EPS) and 24-hour simulation time with 1 hour intervals referring to Permenpu No . 18 of 2007. The results of the analysis, the peak hour water needs in 2024 could not meet customer demand of 62880 people. The need for clean water exceeds the production capacity. The final results of the simulation using the WaterCAD V8i software during peak hour conditions at 07.00 WIB in 2020 and 2024, there are 593 and 604 pipes with problematic speed, 171 pieces and 240 pipes with headloss gradient problems and 904 pieces and 908 junction with pressure have problems. The results of compressive height loss due to friction obtained total

pressure loss in 2020 and 2024 amounted to 2155,690 m and 2149,224 m with a total pipe length of 159809 m.

Keywords: *clean water, distribution pipeline, WaterCAD V8i, closed channels.*

I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan utama dan mendasar bagi manusia yang harus menjadi perhatian pemerintah. PDAM Tirta Galuh Ciamis merupakan perusahaan milik daerah yang bergerak dalam penyediaan air bersih untuk wilayah pelayanan di Kabupaten Ciamis. Sistem jaringan pipa distribusi menjadi suatu kesatuan sistem penyediaan air bersih yang sangat penting untuk pelayanan air bersih kepada masyarakat. Fungsi jaringan pipa distribusi adalah untuk mengalirkan air bersih keseluruhan pelanggan. Salah satu persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih yaitu persyaratan kuantitas dan kontinuitas.

Kebutuhan air bersih akan membentuk pola tersendiri yang sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, menyangkut tingkat ekonomi, topografi dan kebiasaan sosial masyarakat baik di perkotaan maupun pedesaan. Aspek ekonomi dalam masalah ini mencakup penetapan jangka waktu proyeksi jumlah penduduk di masa depan. Permasalahan yang terjadi PDAM di kota/kabupaten lain di Indonesia relatif sama. Salah satunya yang terjadi di PDAM Tirta Galuh Ciamis yaitu tingkat kehilangan air (*unaccounted water*) yang tinggi, serta kehilangan tinggi tekan air disebabkan oleh kondisi hidrolis jaringan pipa distribusi air bersih.

PDAM Tirta Galuh Ciamis memiliki lima wilayah cabang layanan pelanggan dengan total pelanggan pada tahun 2019 sebanyak 29212 SL (Sambungan Langganan). Cabang layanan tersebut meliputi Cabang Ciamis, Sindangkasih, Panumbangan, Kawali, Cisaga dan Bapamapurla. Permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya juga terjadi pada PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis yang melayani wilayah Kecamatan Ciamis, Baregbeg dan Cijeungjing. Menghadapi permasalahan tersebut menjadi tantangan baik kondisi sekarang maupun jangka panjang dalam

meningkatkan kapasitas sistem hidrolis jaringan pipa distribusi air bersih untuk mengatasi permintaan konsumsi air masyarakat yang terus meningkat.

Melihat permasalahan dan tantangan tersebut, perlu adanya studi analisis sistem penyediaan air bersih PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis secara kapasitas sistem hidrolis untuk meningkatkan pelayanan dalam memenuhi kebutuhan konsumsi air bersih masyarakat. Hal tersebut diatas menjadikan acuan untuk melakukan penelitian analisis dengan judul “Analisis Kapasitas Sistem Hidrolis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Menggunakan *Software* Watercad V8i (Studi Kasus PDAM Tirta Galuh Ciamis)”.

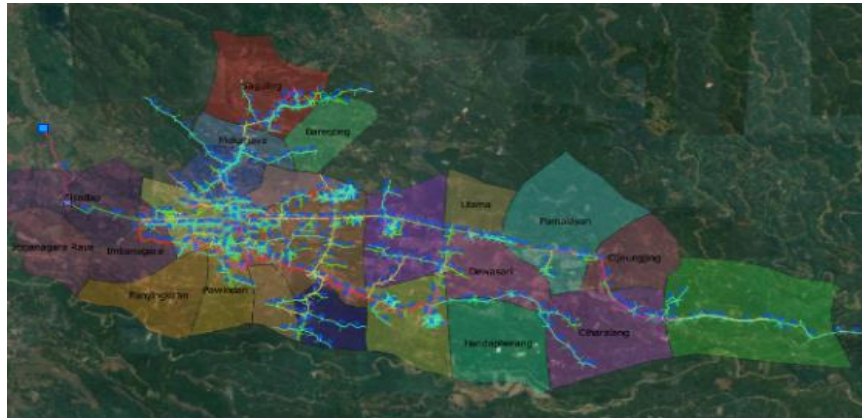
II. BAHAN DAN METODOLOGI

Deskripsi Lokasi Penelitian

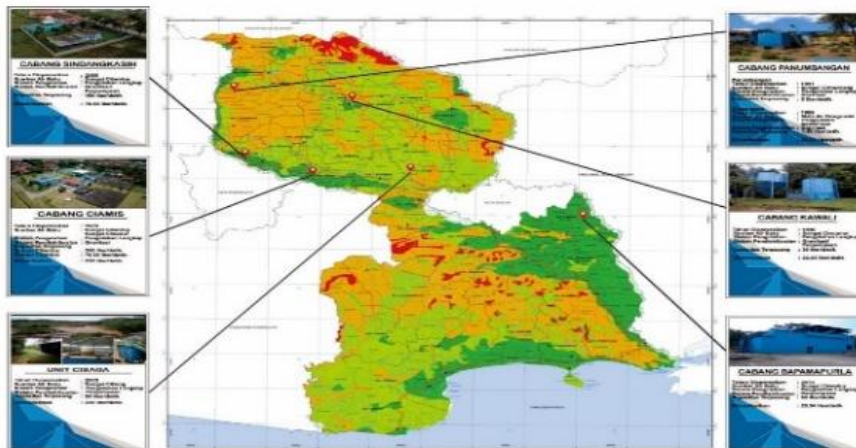
Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Galuh melayani dua Kabupaten yaitu Kabupaten Ciamis dan Kabupaten Pangandaran yang merupakan dua Kabupaten di Jawa Barat. Secara geografis wilayahnya terletak antara 7°40'20" sampai dengan 7°41'20" Lintang Selatan dan 108°20' sampai dengan 108°40' Bujur Timur. Posisi wilayah Kabupaten Ciamis dan Kabupaten Pangandaran berada di wilayah timur bagian selatan provinsi Jawa Barat, yang secara langsung berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Tengah.

PDAM Tirta Galuh Kabupaten Ciamis pada tahun 2018 memiliki jumlah pelanggan sebanyak 29.614 Sambungan Langganan dengan jumlah pelayanan sekitar 240.194 jiwa dari 492.768 jiwa jumlah penduduk daerah pelayanan. Pelayanan PDAM Tirta Galuh Ciamis meliputi 16 (enam belas) kecamatan di Kabupaten Ciamis yang dibedakan dalam 7 cabang yaitu : Ciamis (Kota), Cisaga, Sindangkasih, Panumbangan, Kawali, Bapamapurla dan Pangandaran. Berdasarkan data PDAM Tirta Galuh Ciamis, jumlah penduduk pelanggan PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis

berjumlah 96.849 jiwa yang tersebar di 16 desa/kelurahan dengan jumlah pelanggan pada tahun 2019 sebanyak 9889 Sambungan Rumah (SR).



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Peta Cakupan Wilayah Pelayanan PDAM Tirta Galuh Ciamis



UP Rating

Interkoneksi

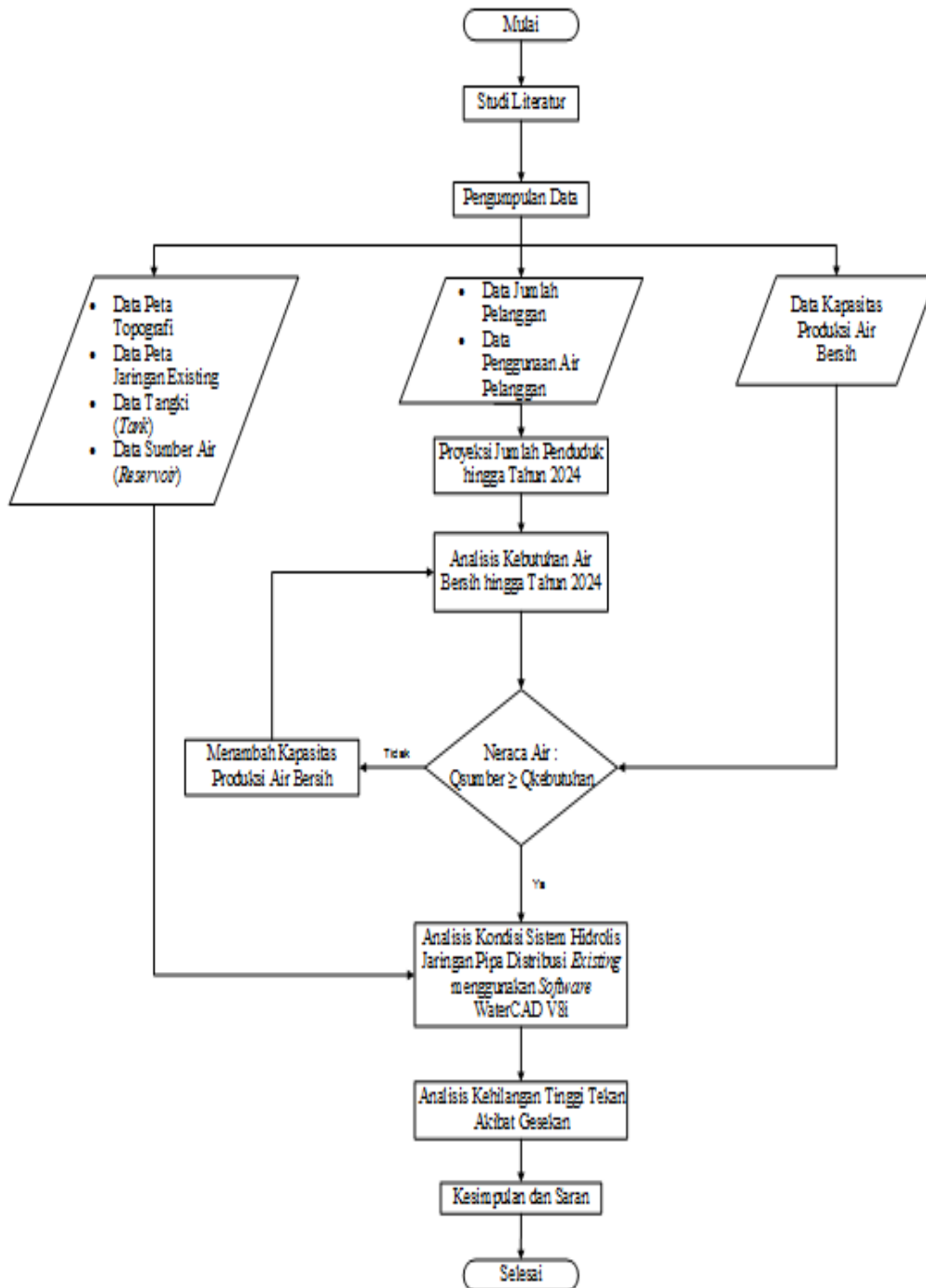
Scada System

Instalasi Pengolahan Air Sindangrasa
(Setelah Pengembangan Tahun 2013)

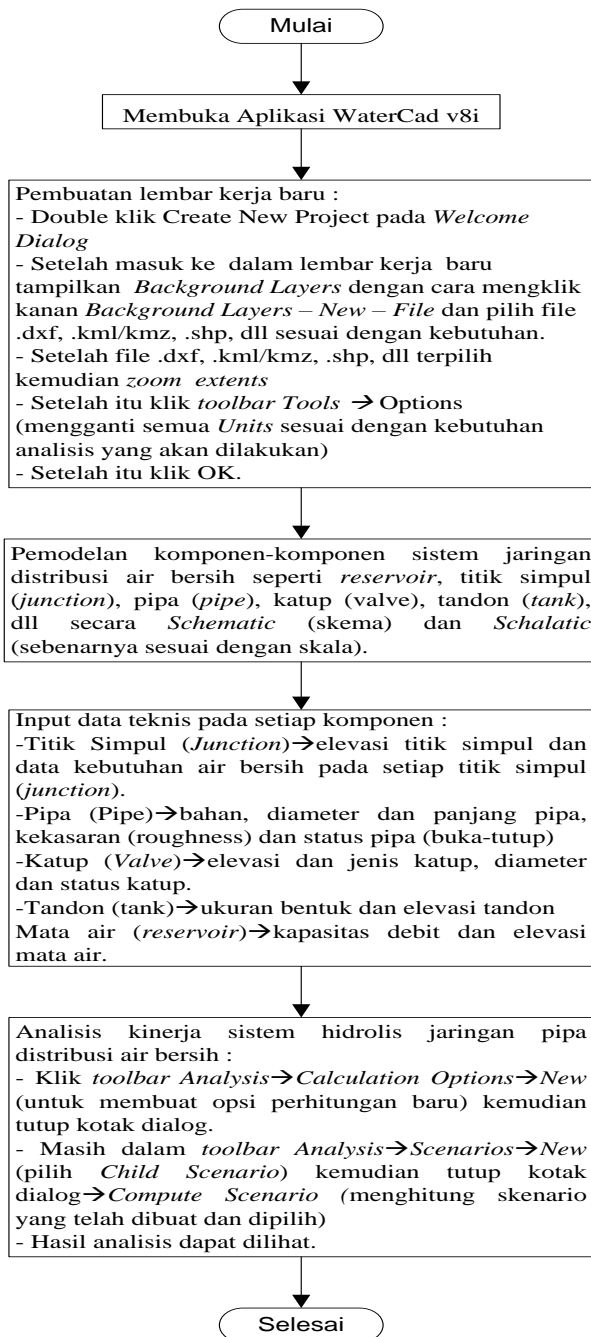
- Kapasitas produksi 200 liter/detik
- Reservoir 3,000 m³
- Sumber air baku Sungai Citanduy
- Dapat melayani ± 15,000 unit SR

Gambar 3. IPA PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis

Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Software WaterCAD V8i

Data Penelitian yang Diperlukan

Salah satu komponen yang penting dalam penelitian adalah data penelitian. Data penelitian merupakan data atau berkas penunjang yang diperoleh untuk mengetahui informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan

penelitian. Data penelitian kali ini terdiri dari data sekunder. Adapun data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- Data Topografi
Data topografi ini digunakan sebagai acuan kita untuk mengetahui kondisi topografi yang berada di PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis.
- Data Jumlah penduduk
Data penduduk yang digunakan adalah data pelanggan aktif PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis sebagai acuan perhitungan proyeksi jumlah penduduk dimasa yang akan datang.
- Data Jaringan Distribusi Air Bersih (*Existing*)
Data ini digunakan untuk menganalisis pada sistem perpipaan air bersih yang sudah terintegrasi didalamnya data jaringan pipa, Sambungan Langganan (SL), tangki penampung air bersih dan data lainnya.

Metode Analisis Data

1. Poyeksi Jumlah Penduduk

- Metode Geometrik
 $P_n = P_0 (1 + r)^n$
- Metode Regresi Linier
 $Y = a + b \cdot x$
Dimana :
$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

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

- Metode Eksponensial
 $P_n = P_0 \cdot e^{r \cdot n}$
- Standar Deviasi
$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

2. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

- Pemakaian Air
= Air Bersih Terjual
- Kehilangan Air
= Distribusi Air Bersih - Air Bersih Terjual
- Persentase Kehilangan Air
= $\frac{\text{Distribusi Air Bersih}}{\text{Kehilangan Air Bersih}} \times 100$
- Kebutuhan air rata-rata
= Kebutuhan Air Bersih + Kehilangan Air Bersih
- Kebutuhan air maksimum
= 1,25 x Kebutuhan Air Rata-Rata
- Kebutuhan air jam puncak

= 1,5 x Kebutuhan Air Rata-Rata

3. WaterCAD V8i

Program WaterCAD V8i sudah banyak diterapkan untuk analisa pengembangan jaringan distribusi air bersih. Sistem ini bertujuan untuk menganalisa sekaligus mensimulasikan suatu jaringan perpipaan. WaterCAD V8i merupakan *software* produksi dari Bentley dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis yaitu lebih dari 250 buah pipa. Program ini memiliki tampilan *interface* yang memudahkan pengguna untuk menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan distribusi air baku.

Tahapan – tahapan dalam mengoperasikan aplikasi WaterCAD V8i adalah sebagai berikut [5]:

1) Pembuatan file baru

Mengisi tahapan pembuatan file baru dengan cara :

- a) Memiliki satuan yang digunakan dalam sistem operasi program.
- b) Memilih rumus kehilangan tinggi tekan pada Program WaterCAD V8i yang saya gunakan saya menggunakan Koefisien Hazen – Williams.
- c) Penggambaran pipa dapat secara *schematic* (skema) dan *schalatic* (sebenarnya sesuai dengan skala).
- d) Menggambar sistem jaringan distribusi air bersih dengan memodelkan komponen seperti *reservoir*, titik simpul (*junction*), pipa dan *tank*.
- e) Melakukan simulasi sistem jaringan distribusi air bersih serta menganalisis hasil yang diperoleh dan apabila hasil yang didapatkan tidak sesuai maka dapat dilakukan perbaikan pada komponen sistem jaringan distribusi air bersih sehingga didapatkan hasil yang sesuai.

2) Prosedur *Running* Program

Setelah melakukan penggambaran, memasukan data-data yang dibutuhkan pada penggambaran dan mengatur perhitungan/*run* di program WaterCAD V8i. Selanjutnya melakukan *running* program pilih menu *validate* setelah itu *compute* yang tersedia pada program WaterCAD V8i.

3) *Output Running* Program

Output yang bisa dikeluarkan pada program WaterCAD V8i ini dapat berupa *output* pada pipa, *junction*, *tank* (tangki penampung air) dan *reservoir* (sumber air)

4. Kehilangan Tinggi Tekan

Analisis data dilakukan setelah tahap pengumpulan data selesai. Data yang sudah dikumpulkan selanjutnya dimasukan kedalam rumus perhitungan sesuai dengan data yang ada. Perhitungan yang dipilih pada *software* dan perhitungan manual ini menggunakan rumus Hazen-William, karena merupakan rumus yang umum digunakan. Adapun persamaan kehilangan tinggi tekanan akibat gesekan adalah sebagai berikut [4]:

$$h_f = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \times D^{2,63} \times C_{HW})^{1,85}} \times L$$

Persamaan tersebut juga yang populer dipakai dalam beberapa dekade terakhir di Amerika Serikat (Robertson dkk, 1988) [2].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk bukan merupakan ramalan jumlah penduduk tetapi suatu penghitungan ilmiah yang didasarkan komponen yang berpengaruh terhadap pertumbuhan penduduk dimasa yang akan datang[1].

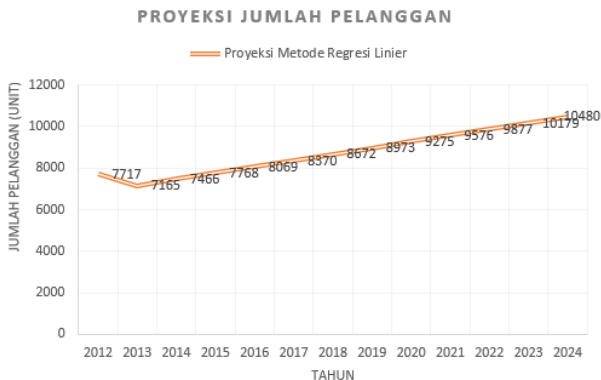
Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode geometrik, regresi linier dan eksponensial [3]. Analisis kali ini, proyeksi penduduk dilakukan 5 tahun kedepan sampai dengan tahun 2024.

Setelah diketahui hasil perhitungan masing-masing metode, dihitung pula standar deviasi dari masing-masing metode. Dipilih nilai standar deviasi yang terkecil untuk menentukan metode mana yang akan dipakai untuk menghitung proyeksi pelanggan dan kebutuhan air. Didapatkan metode regresi linier yang digunakan untuk menghitung proyeksi pelanggan dan kebutuhan air.

Tabel 1. Proyeksi Jumlah Pelanggan dengan Metode Regresi Linier

Daerah Layanan	Tahun	Proyeksi Jumlah Pelanggan (Unit)
PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis	2012	7717
	2013	7165
	2014	7466
	2015	7768
	2016	8069
	2017	8370
	2018	8672
	2019	8973
	2020	9275
	2021	9576
	2022	9877
2023	10179	
2024	10480	

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 6. Grafik Proyeksi Jumlah Pelanggan dengan Metode Regresi Linier

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan proyeksi penduduk hingga tahun yang direncanakan yaitu tahun 2024 telah dilakukan, yang selanjutnya akan menghitung kebutuhan air sebelum dilakukan analisis jaringan pipa distribusi air bersih.

Kriteria untuk menganalisis proyeksi kebutuhan air bersih ini mengacu pada standar yang dijadikan acuan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya dan PDAM Tirta Galuh Ciamis. Perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih berdasarkan data yang diperoleh dari PDAM Tirta Galuh Ciamis yang

terdiri dari produksi air bersih, distribusi air bersih dan air bersih yang terjual. Data tersebut dalam kurun waktu periode tahun 2015-2019 yang akan diproyeksikan terlebih dahulu sampai dengan tahun 2024. Metode regresi linier yang digunakan untuk menghitung proyeksi data produksi air bersih, distribusi air bersih, air bersih yang terjual dan persentase kehilangan air bersih.

Tabel 2. Proyeksi Produksi Air Bersih, Distribusi Air Bersih dan Air Bersih yang Terjual

No Tahun	Air Bersih Terjual (m ³ /bln/unit)	Produksi Air Bersih (m ³ /bln/unit)	Distribusi Air Bersih (m ³ /bln/unit)	Persentase Kehilangan Air Bersih
1 2015	90951	132319	128465	29,20
2 2016	114136	168604,04	163813,14	29,99
3 2017	118785	177301,08	172376,88	30,56
4 2018	123434	185998,12	180940,62	31,13
5 2019	128083	194695,16	189504,36	31,70
6 2020	132731,6	203392,20	198068,10	32,99
7 2021	137380,6	212089,24	206631,84	33,51
8 2022	142029,6	220786,28	215195,58	34,00
9 2023	146678,6	229483,32	223759,32	34,45
10 2024	151327,6	238180,36	232323,06	34,86

Sumber : Hasil Perhitungan

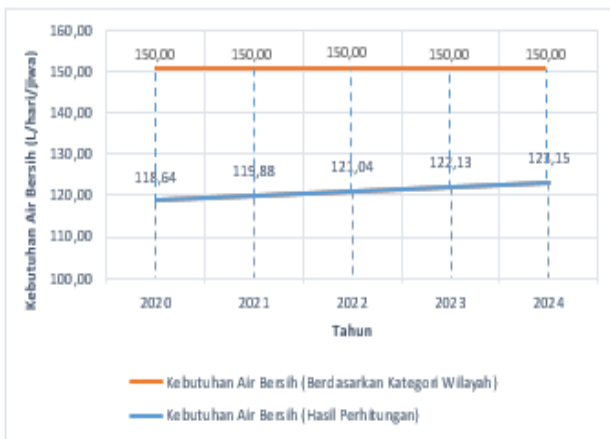
Perhitungan kebutuhan air bersih PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis pada tahun 2024 dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih pada Tahun 2024

No	Uraian	Satuan	Tahun 2024
1	Jumlah Sambungan Rumah	Unit	10480
2	Satu Sambungan Rumah Melayani	Jiwa	6
3	Jumlah penduduk terlayani	jiwa	62881
4	Target Layanan	%	100
5	Faktor Harian Maksimum		1,25
6	Faktor Jam Puncak		1,50
7	Kapasitas Produksi (200 L/s)	L/s/jiwa	0,0032
8	Distribusi Air Bersih	m ³ /hari/unit	7744,1
9	Air Bersih yang Terjual	m ³ /hari/unit	5044,25
10	Kehilangan Air	m ³ /hari/unit	2699,85
11	Presentase kehilangan air	%	34,86
12	Kebutuhan air rata-rata	L/hari/jiwa	123,15
13	Kebutuhan air maksimum	L/hari/jiwa	153,94

No	Uraian	Satuan	Tahun 2024
14	Kebutuhan air pada jam puncak	L/hari/jiwa	184,73
15	Kebutuhan air rata-rata	L/s/jiwa	0,00143
16	Kebutuhan air maksimum	L/s/jiwa	0,00223
17	Kebutuhan air pada jam puncak	L/s/jiwa	0,00321

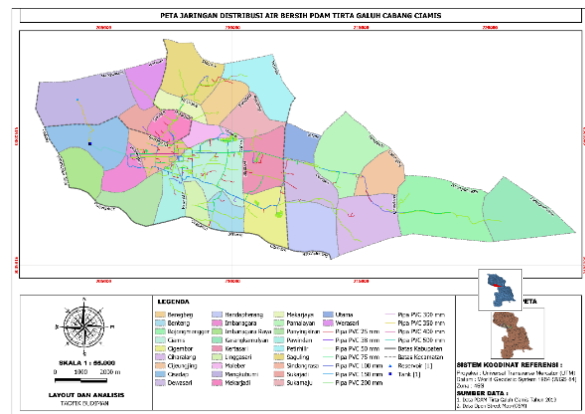
Sumber : Hasil Perhitungan



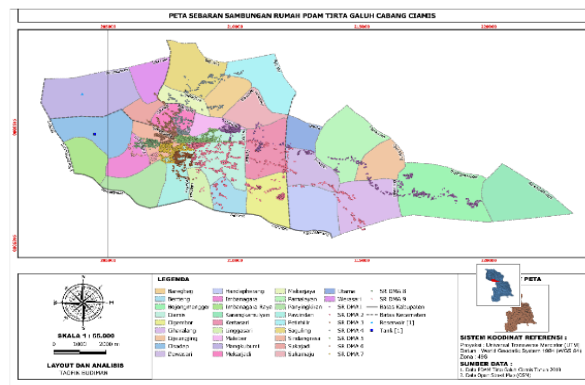
Gambar 7. Grafik Hubungan Kebutuhan Air Bersih

Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih

Apabila zat cair tak kompresibel mengalir secara kontinyu melalui pipa atau saluran, dengan tampang aliran konstan ataupun tidak konstan maka volume cairan yang lewat tiap satuan waktu adalah sama di semua penampang. Jaringan distribusi merupakan rangkaian sistem perpipaan untuk mendistribusikan air minum dari reservoir distribusi ke konsumen. Sebelum melakukan analisis jaringan distribusi air bersih menggunakan *software* WaterCAD V8i, dilakukan pengolahan data. Data-data seperti data gambar CAD jaringan perpipaan *existing* yang diolah dengan *software* Autocad 2007 dan data GIS berupa data sebaran Sambungan Rumah (SR) pelanggan PDAM Tirta Galuh Cabang Ciarnis yang diolah dengan *software* QGIS 2.18.26.



Gambar 8. Jaringan Pipa Existing pada Tampilan QGIS



Gambar 9. Sebaran SR pada Tampilan Software QGIS

Tahapan analisis menggunakan *software* WaterCAD V8i yaitu :

1. Penggambaran komponen jaringan distribusi air bersih seperti pipa, *junction*, *tank* dan *reservoir* dengan bantuan *tools* ModelBuilder.
2. Menginput data pada komponen-komponen berikut :
 - a) Pipa
 - Label
 - Diameter
 - Material
 - Koefisien Hazen-Williams (C_{HW})
 - Panjang
 - b) Junction
 - Label
 - Elevation dan Demand Collection
 - Pembuatan Patterns
 - c) Tank
 - Label

- *Elevation (Elevation Base, Elevation Minimum, Elevation Initial, Elevation Maximum*
- *Volume Full (Input)*
- *Area Average*
- d) *Reservoir*
 - *Label*
 - *Elevation*

3. Proses simulasi jaringan perpipaan adalah sebagai berikut :

- a) Mengatur analisis pada *tools Calculation Options*
- b) Melakukan validasi data untuk memastikan bahwa data yang *input* tidak mengalami kesalahan dengan *tools Validate*.
- c) Menjalankan simulasi dengan *tools Compute*.

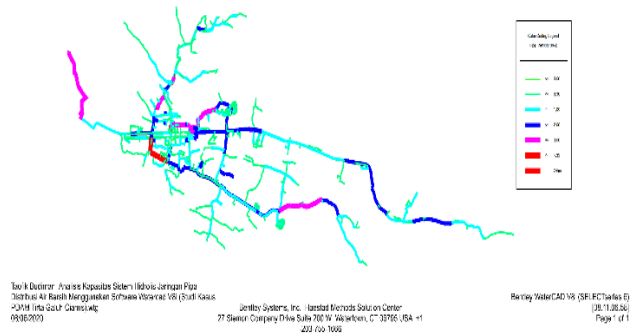
4. Hasil analisis pada komponen-komponen jaringan distribusi air bersih adalah sebagai berikut:

a) **Pipa**

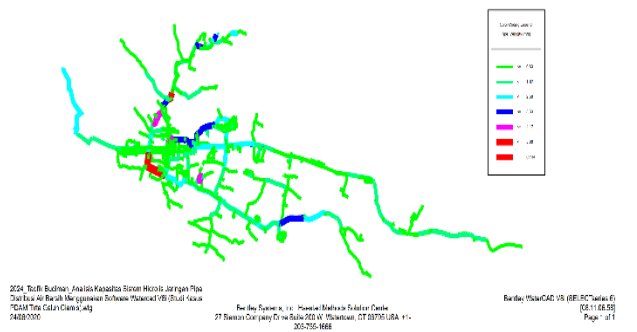
Hasil analisis pada pipa menunjukkan berbagai kondisi yang terjadi, diantaranya adalah :

- Kecepatan pada pipa yang terjadi saat jam puncak pukul 07.00 WIB pada tahun 2020 dan 2024 yaitu memiliki kecepatan tertinggi terjadi sebesar 4,4 m/s dan 5 m/s, sedangkan kecepatan terendah yang terjadi sebesar 0 m/det. Terdapat 593 buah pipa pada tahun 2020 dan 604 buah pipa pada tahun 2024 memiliki nilai kecepatan yang tidak sesuai dengan kriteria jaringan pipa berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Pipa yang tidak sesuai kriteria tersebut memiliki kecepatan kurang dari 0,3 m/s dan lebih dari 4,5 m/s [3].
- Analisis jaringan pipa saat kondisi jam puncak pukul 07.00 WIB pada tahun 2020 dan 2024 *headloss gradient* terbesar yaitu 521,93 m/km dan 634,28 m/km, sedangkan *headloss gradient* terendah yaitu 0 m/km. Terdapat 171 buah pipa pada tahun 2020 dan 240 buah pipa pada tahun 2024 memiliki nilai *headloss gradient* yang tidak sesuai

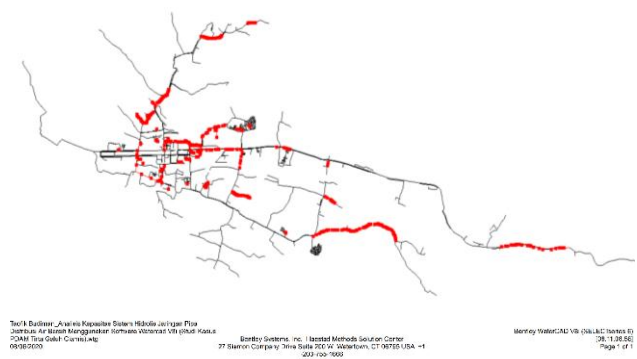
dengan kriteria jaringan pipa berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Pipa yang tidak sesuai kriteria tersebut dengan nilai *headloss gradient* diatas angka 15 m/km [3].



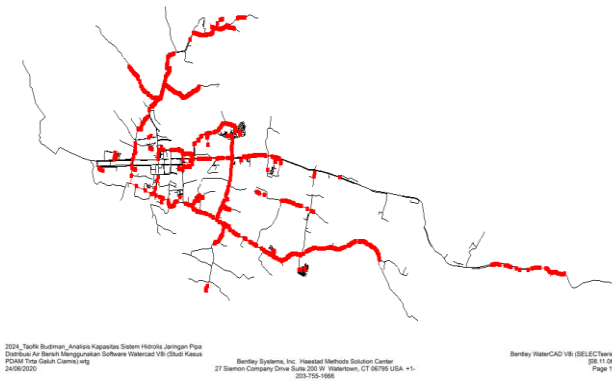
Gambar 10. Hasil Analisis Pipa Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2020



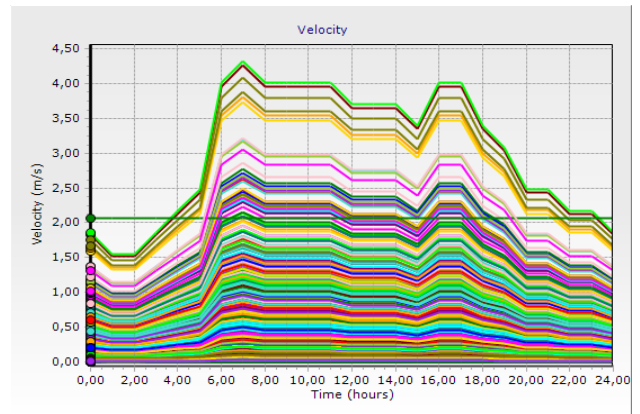
Gambar 11. Hasil Analisis Pipa Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2024



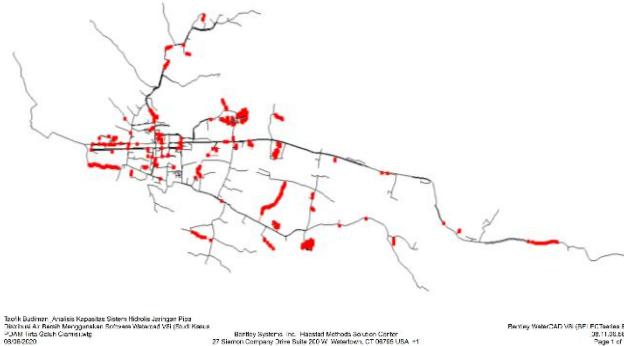
Gambar 12. Kondisi Pipa dengan *Headloss Gradient* Bermasalah Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2020



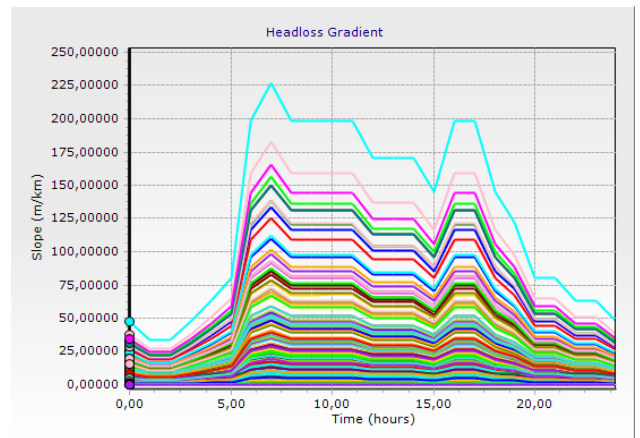
Gambar 13 Kondisi Pipa dengan *Headloss Gradient* Bermasalah Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2024



Gambar 16. Grafik Fluktuasi Kecepatan pada Tahun 2020



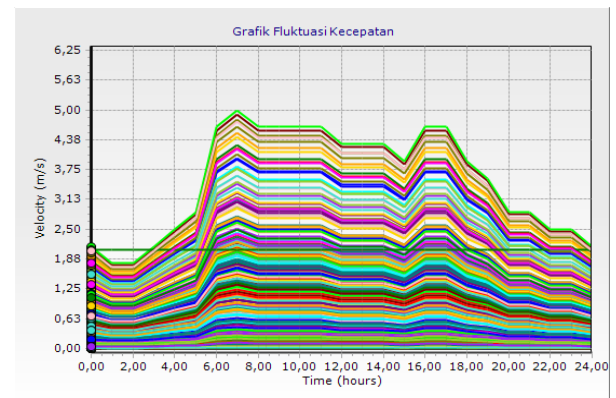
Gambar 14. Kondisi Pipa dengan Kecepatan Bermasalah Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2020



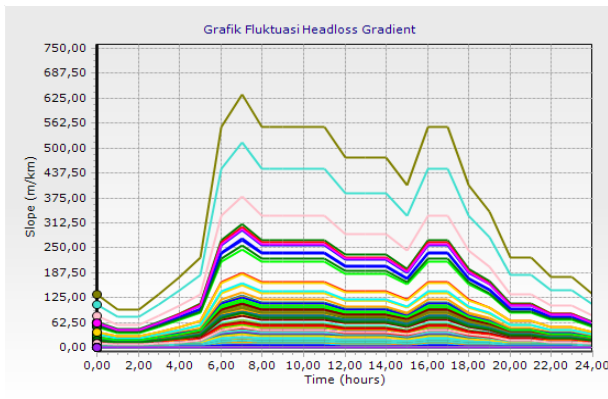
Gambar 17. Grafik Fluktuasi *Headloss Gradient* pada Tahun 2020



Gambar 15. Kondisi Pipa dengan Kecepatan Bermasalah Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2024



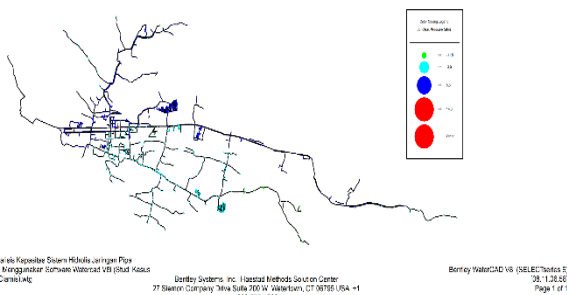
Gambar 18. Grafik Fluktuasi Kecepatan pada Tahun 2024



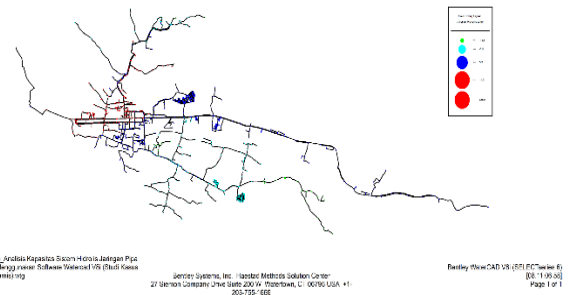
Gambar 19. Grafik Fluktuasi *Headloss Gradient* pada Tahun 2024

b) *Junction*

Hasil analisis menggunakan *software WaterCAD V8i*, secara keseluruhan *junction* pada tahun 2020 dan 2024 semuanya belum memenuhi syarat sesuai dengan kriteria jaringan pipa yang diterapkan pada Permenpu No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Terdapat 904 buah pada tahun 2020 dan 908 buah pada tahun 2024 *junction* bermasalah saat kebutuhan air jam puncak pada pukul 07.00 WIB. *Junction* tersebut memiliki nilai tekanan kurang dari 0,5 atm [3].



Gambar 20. Hasil Analisis *Junction* Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2020



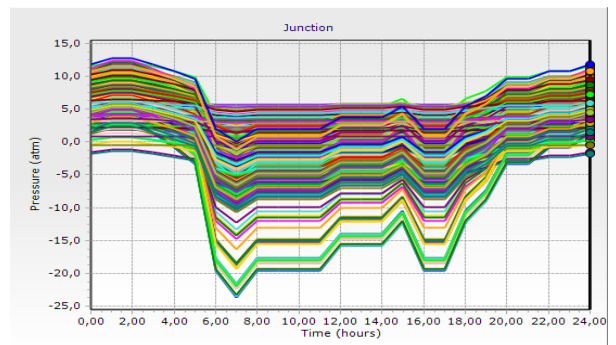
Gambar 21. Hasil Analisis *Junction* Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2024



Gambar 22. Kondisi *Junction* yang Bermasalah Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2020



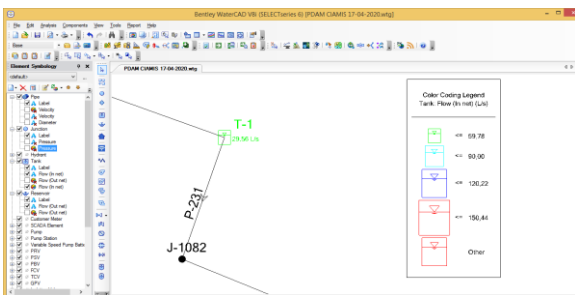
Gambar 23. Kondisi *Junction* yang Bermasalah Pukul 07.00 WIB pada Tahun 2024



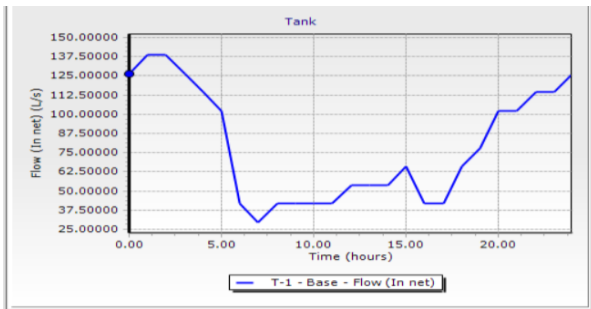
Gambar 24. Grafik Fluktuasi Tekanan pada *Junction*

c) Tank

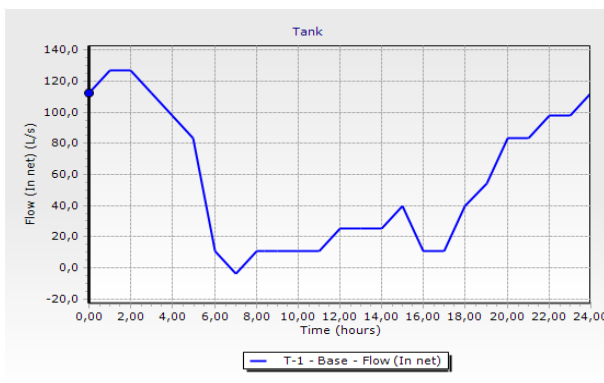
Sesuai data *existing* dari PDAM Tirta Galuh Ciamis tank (tangki penyimpan air) ini berbentuk kubus dengan ketinggian 6 m. Hasil analisis pada tank ini telah sesuai dengan kebutuhan air bersih yang diminta oleh pelanggan. Tampungannya dalam tank tidak bernilai negatif. Nilai *flow stored* (debit yang disimpan) bernilai positif. Menunjukkan air dari *reservoir* (sumber air) dapat memenuhi kebutuhan air ke tank untuk selanjutnya diteruskan ke pelanggan.



Gambar 25. Hasil Analisis Tank pada Pukul 07.00 WIB



Gambar 26. Grafik Fluktuasi Flow In Net pada Tahun 2020



Gambar 27. Grafik Fluktuasi Flow In Net pada Tahun 2024

Analisis Kehilangan Tinggi Tekan Akibat Gesekan

Analisis kehilangan tinggi tekan akibat gesekan pada sistem jaringan pipa distribusi PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis dilakukan pada kebutuhan air bersih jam puncak pukul 07.00 WIB pada tahun 2020 dan 2024. Berikut ini perhitungan kehilangan tinggi tekan akibat gesekan adalah sebagai berikut :

- Perhitungan untuk tahun 2020

Diketahui :

$$Q_{P-1}(Q) = 0,03295 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L_{P-1}(L) = 274 \text{ m}$$

$$D_{P-1}(D) = 0,15 \text{ m}$$

$$C_{hw} = 150 \text{ (Pipa PVC)}$$

Maka :

$$h_f = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \times D^{2,63} \times C_{hw})^{1,85}} \times L$$

$$h_f = \frac{0,03295^{1,85}}{(0,2785 \times 0,15^{2,63} \times 150)^{1,85}} \times 274$$

$$h_f = \frac{1,811 \times 10^{-3}}{(0,28447)^{1,85}} \times 274$$

$$h_f = 5,07944 \text{ m}$$

- Perhitungan untuk tahun 2024

Diketahui :

$$Q_{P-1}(Q) = 0,03852 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L_{P-1}(L) = 274 \text{ m}$$

$$D_{P-1}(D) = 0,15 \text{ m}$$

$$C_{hw} = 150 \text{ (Pipa PVC)}$$

Maka :

$$h_f = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \times D^{2,63} \times C_{hw})^{1,85}} \times L$$

$$h_f = \frac{0,03852^{1,85}}{(0,2785 \times 0,15^{2,63} \times 150)^{1,85}} \times 274$$

$$h_f = \frac{2,418 \times 10^{-3}}{(0,28447)^{1,85}} \times 274$$

$$h_f = 6,78144 \text{ m}$$

Menggunakan cara sama dilakukan perhitungan kehilangan tinggi tekan akibat gesekan pada tahun 2020 dan 2024. Hasil perhitungan manual dan analisis menggunakan *software* WaterCAD V8i tidak terjadi perbedaan yang berarti (hampir sama), hal itu berarti hasil analisis menggunakan *software* WaterCAD V8i yang dianalisis telah sesuai. Didapatkan total panjang pipa sepanjang 159809 meter (hasil analisis *software* WaterCAD V8i). Hasil perhitungan manual dan hasil analisis *software* WaterCAD V8i tahun 2020 yaitu kehilangan tinggi tekan maksimum 79,47402 m dan 79,2242, kehilangan tinggi tekan minimum 0,00001 m dan 0 m, serta total kehilangan tinggi tekan sebesar 1724,809 m dan 1718,414 m. Hasil perhitungan manual dan hasil analisis *software* WaterCAD V8i tahun 2024 yaitu kehilangan tinggi tekan maksimum 96,5776 m dan 96,2777 m, kehilangan tinggi tekan minimum 0 m dan 0 m, serta total kehilangan tinggi tekan sebesar 2155,690 m dan 2149,224 m.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis kapasitas sistem hidrolis jaringan pipa distribusi air bersih menggunakan *software* WaterCAD V8i (daerah layanan PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis) yang meliputi : Kecamatan Ciamis, Baregbeg dan Cijeungjing. Analisis ditunjang dengan data-data seperti data Sambungan Rumah (SR), data peta topografi, peta wilayah pelayanan Cabang Ciamis, jaringan perpipaan yang diolah dengan *software* Autocad dan QGIS sebelum dilakukan analisis menggunakan *software* WaterCAD V8i, data bak penampungan air (*tank*) dan data jumlah pelanggan dari PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2019, dengan tahun analisis sampai dengan tahun 2024. Hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Proyeksi jumlah penduduk tahun 2024 adalah 10480 jiwa. Kebutuhan air bersih sampai tahun akhir rencana (tahun 2024) di wilayah pelayanan PDAM Tirta Galuh

Cabang Ciamis dengan kebutuhan air rata-rata 0,00143 L/s/jiwa, kebutuhan air maksimum 0,0022 L/s/jiwa, dan kebutuhan air pada jam puncak adalah 0,00321 L/s/jiwa. Kapasitas produksi air bersih pada tahun 2024 adalah 0,00318 L/s/jiwa, dengan demikian kebutuhan air yang memenuhi hanya kebutuhan air rata-rata dan kebutuhan air maksimum, untuk kebutuhan air pada jam puncak tidak terpenuhi.

2. Hasil analisis kondisi sistem hidrolis jaringan pipa distribusi tahun 2020 dan 2024 yang mengacu pada Permenpu No. 18 Tahun 2007 menggunakan *software* WaterCAD V8i adalah:
 - a. Kecepatan pada pipa yang terjadi saat jam puncak pukul 07.00 WIB pada tahun 2020 dan 2024 yaitu memiliki kecepatan tertinggi sebesar 4,4 m/s dan 5 m/s, sedangkan kecepatan terendah sebesar 0 m/s. Terdapat 593 buah pada tahun 2020 dan 604 buah pada tahun 2024 pipa yang bermasalah dengan nilai kecepatan kurang dari 0,3 m/s dan lebih dari 4,5 m/s.
 - b. *Headloss gradient* pada analisis jaringan pipa saat kondisi jam puncak pukul 07.00 WIB pada tahun 2020 dan 2024, *headloss gradient* terbesar yaitu 521,93 m/km dan 634,28 m/km, sedangkan *headloss gradient* terendah yaitu 0 m/km. Terdapat 171 buah pada tahun 2020 dan 240 buah pada tahun 2024 pipa yang bermasalah dengan nilai *headloss gradient* diatas angka 15 m/km.
 - c. Tekanan keseluruhan *junction* pada kondisi tahun 2020 dan 2024 semuanya belum memenuhi syarat. Terdapat 904 buah pada tahun 2020 dan 908 buah pada tahun 2024 *junction* yang bermasalah saat kebutuhan air jam puncak pada pukul 07.00 WIB. *Junction* tersebut memiliki nilai tekanan kurang dari 0,5 atm.
3. Hasil perhitungan kehilangan tinggi tekan secara manual dan analisis menggunakan *software* WaterCAD V8i disimpulkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang berarti (hampir sama), hal itu berarti simulasi menggunakan *software* WaterCAD V8i telah sesuai. Didapatkan total panjang pipa

sepanjang 159809 meter (hasil analisis *software* WaterCAD V8i). Hasil perhitungan manual dan hasil analisis *software* WaterCAD V8i tahun 2020 yaitu kehilangan tinggi tekan maksimum 79,47402 m dan 79,2242, kehilangan tinggi tekan minimum 0,00001 m dan 0 m, serta total kehilangan tinggi tekan sebesar 1724,809 m dan 1718,414 m. Hasil perhitungan manual dan hasil analisis *software* WaterCAD V8i tahun 2024 yaitu kehilangan tinggi tekan maksimum sebesar 96,5776 m dan 96,2777 m, kehilangan tinggi tekan minimum sebesar 0 m, serta total kehilangan tinggi tekan sebesar 2155,690 m dan 2149,224 m.

Saran

Analisis dan perhitungan yang dilakukan ini didapatkan saran khususnya untuk PDAM Tirta Galuh Cabang Ciamis kondisi *existing* dan pengembangan hingga tahun rencana 2024 adalah sebagai berikut:

1. Perlu penambahan debit kapasitas produksi pada tahun 2024 yang diambilkan dari sumber air yang memiliki pasokan air yang cukup atau dengan penambahan tangki tampungan untuk memenuhi kebutuhan air pada saat jam puncak.
2. Perlu memperkecil diameter pipa dan bisa dilakukan opsi penambahan pompa untuk kecepatan pipa yang belum memenuhi syarat.
3. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir pipa dan solusinya bisa memperbesar diameter pipa untuk *headloss gradient* pipa yang belum memenuhi syarat.
4. Tekanan pada *junction* kurang dari 0,5 atm maka diameter pipa diperbesar, ditambahkan pompa dan pemasangan pipa yang kedua di bagian atas, sebagian atau keseluruhan dari panjang pipa. Sedangkan tekanan pada *junction* lebih dari 8 atm maka diameter pipa diperkecil, ditambahkan bangunan bak pelepas tekan dan pemasangan *Pressure Reducer Valve* (PRV).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handiyatmo, Dendi. Sahara I., dan Rangkuti H. 2010. *Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja Badan Pusat Statistik*, Jakarta. Badan Pusat Statistik.
- [2] Kodoatie, Robert J. 2002. *Hidrolika Terapan: Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Yogyakarta: ANDI.
- [3] Republik Indonesia. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18 / PRT / M / 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- [4] Triatmadja, Radianta. 2016. *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [5] USAID. 2009. *Modul Pelatihan Analisa Jaringan menggunakan software EPANET 2.0 dan Pengenalan Aplikasi perangkat lunak WaterCAD*.