

TINJAUAN PIPA JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE EPANET 2.0 DI TEGALSARI, GLINDAH, GRESIK

Feriliawati

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: Feriliya30@gmail.com

Djoni Irianto

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Kabupaten Gresik, khususnya Dusun Tegalsari Desa Glindah yang memiliki jumlah penduduk dengan kapasitas 75 kepala keluarga atau sama dengan 341 warga saat ini sedang membutuhkan penyediaan air bersih karena pada daerah tersebut dalam pemenuhan kebutuhan air masih hanya mengandalkan danau dengan ketersediaan air 1000 m³/tahun untuk yang memiliki jaringan pipa distribusi untuk pengaliran dan penyediaan kebutuhan air. Kebutuhan distribusi air bersih dapat dihitung menggunakan metode aritmatik, metode geometrik dan metode eksponensial. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas sosial ekonomi dapat dianalisa dengan menggunakan *Software Epanet 2.0*. Berdasarkan dari hasil analisis 2029, diperoleh hasil jumlah proyeksi penduduk Tegalsari yaitu sebanyak 398 jiwa. Kebutuhan air bersih non domestik yaitu sambungan rumah (SR) dan hidran umum (HU) sebesar 0,2670 liter/detik. Debit ketersediaan air adalah liter/detik. Dari hasil perhitungan, kebutuhan masyarakat adalah 0,2783 liter/detik pada tahun 2018 dan 0,3159 liter/detik pada tahun 2028. Pada dusun Tegalsari didapatkan hasil perhitungan kapasitas reservoir sebesar 351,459m³. Berdasarkan hasil dari program *Epanet 2.0* jaringan eksisting pada tahun 2018 masih belum dapat mencukupi untuk kebutuhan air pada tahun 2028 dikarenakan diameter pipa kecil yaitu Ø32mm dan jaringan sistem distribusi yang belum cukup meluas.

Kata kunci: sistem jaringan air bersih, Reservoir, *Software Epanet 2.0*.

Abstract

Gresik Regency, especially Tegalsari Village, Glindah Village, which has a population of 75 households or equal to 341 residents is currently in need of clean water supply because in those areas the water supply still relies only on lakes with 1000 m³ / year water availability has a distribution pipeline for water supply and drainage. The need for clean water distribution can be calculated using arithmetic methods, geometric methods and exponential methods. Calculation of population projections and socioeconomic facilities can be analyzed using Epanet 2.0 Software. Based on the results of the analysis of 2029, the result of the projection of Tegalsari's population is 398 inhabitants. Non-domestic clean water needs are house connections (SR) and public hydrants (HU) of 0.2670 liters/second. Discharge of water availability is liters/second. From the results of calculations, the community needs are 0.2783 liters/second in 2018 and 0.3159 liters/second in 2028. In the Tegalsari hamlet the reservoir capacity calculation results are 351,459m³. Based on the results of the Epanet 2.0 program, the existing network in 2018 still cannot be sufficient for water needs in 2028 due to the small pipe diameter of Ø32mm and the distribution system network that has not been sufficiently expanded.

Keywords: clean water network system, Reservoir, *Software Epanet 2.0*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyediaan air bersih sangatlah penting bagi kebutuhan hidup manusia. Air bersih yang diperlukan khususnya untuk kebutuhan rumah tangga sangatlah terbatas seiring dengan jumlah pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Jumlah penyediaan dan prasarana air baku yang ada saat ini relatif terbatas. Pemerintah harus mengutamakan kebutuhan air bagi masyarakat karena menyangkut keberlangsungan hidup. Perkotaan maupun pedesaan juga membutuhkan penyediaan dan prasarana air. Masalah kekeringan atau terbatasnya masalah air seringkali dijumpai yang terjadi di pedesaan-pedesaan yang amat jauh dari perkotaan

sehingga daerah-daerah tersebut belum sempat tersentuh pengaliran yang baik oleh pemerintah.

Kabupaten Gresik, khususnya Dusun Tegalsari Desa Glindah yang memiliki jumlah penduduk dengan kapasitas 75 kepala keluarga atau sama dengan 341 warga saat ini sedang membutuhkan penyediaan air bersih karena pada daerah tersebut dalam pemenuhan kebutuhan air masih hanya mengandalkan danau dengan ketersediaan air 1000 m³/tahun untuk yang memiliki jaringan pipa distribusi untuk pengaliran dan penyediaan kebutuhan air.

Pengaliran di daerah tersebut tidaklah dapat memenuhi semua kebutuhan masyarakat secara terus menerus apalagi saat musim kemarau yang sangat

kesulitan air. Kekurangan air dikarenakan air di danau sudah habis, warga terpaksa harus mengangsu ke Desa Sidoharjo yang berjarak sekitar 1 Km dari Dusun Tegalsari. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian yang berjudul “Tinjauan Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Menggunakan *Software Epanet 2.0* di Tegalsari, Glindah, Gresik”.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana upaya jika ketersediaan air bersih tidak mencukupi untuk pemenuhan kebutuhan air bersih di Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik?
2. Bagaimana perencanaan sistem jaringan perpipaan pada musim kemarau untuk pemenuhan kebutuhan air bersih di Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik dengan menggunakan *software Epanet 2.0*?
3. Apakah penyebab kekurangan distribusi air bersih di Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui upaya ketersediaan air bersih tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik.
2. Mengetahui perencanaan sistem jaringan perpipaan pada musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik dengan menggunakan *software Epanet 2.0*.
3. Mengetahui penyebab kekurangan distribusi air bersih di Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik.

Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan penulis yang berhubungan dengan perencanaan pipa jaringan distribusi air bersih di Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik.
2. Dapat digunakan sebagai referensi dalam perencanaan pipa jaringan distribusi air bersih yang dibutuhkan.
3. Dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung dalam bidang teknik sumberdaya air tentang merencana jaringan distribusi air bersih untuk Desa Glindah, Kabupaten Gresik.
4. Dapat memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat yang dibutuhkan dalam pekerjaan sehari-hari.

Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Batas daerah yang akan dilakukan penelitian adalah Dusun Tegalsari, Desa Glindah, Kabupaten Gresik.
2. Analisa perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih menggunakan *software Epanet 2.0*.
3. Perhitungan perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih berdasarkan data jumlah penduduk 10 tahun yang lalu dan perencanaan 5 tahun yang akan datang, serta jumlah bangunan yang ada di wilayah tersebut.
4. Parameter utama yang dianalisa adalah debit rata-rata, tekanan dan headloss.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah salah satu jenis penelitian spesifikasinya adalah sistematis dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitiannya.

Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah di Dusun Tegalsari, Desa Glindah, Kota Gresik .



Sumber: Google Maps

Gambar 1 Lokasi Penelitian

Sarana Penelitian

Penelitian menggunakan sampel yang diperoleh di Desa Glindah Kota Gresik yang memiliki luas lahan pemukiman 67 ha tepatnya di Dusun Tegalsari dengan jumlah penduduk 78 kepala keluarga atau sama dengan 315 orang.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi penyebab perubahannya ataupun timbulnya variabel terikat.

Variabel bebas dalam penelitian ini merupakan peta jaringan dan dimensi pipa.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena didalamnya terdapat variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini merupakan debit aliran, tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan energi.

Instrumen Penelitian

1. Lembar Observasi

Penelitian ini menggunakan lembar observasi untuk survei terkait data-data yang dibutuhkan dan survei kondisi eksisting di lokasi penelitian

2. Lembar Wawancara

Lembar wawancara ini yang berisi beberapa pertanyaan dalam melakukan pengumpulan data yang dilakukan di lokasi penelitian. .

Rancangan Penelitian

1. Tahap Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data Primer merupakan data yang sangat dibutuhkan didapatkan dengan pengamatan langsung atau wawancara di lokasi penelitian seperti meninjau langsung ke sumber air yaitu sungai, intake, operasional pompa dan pipa..

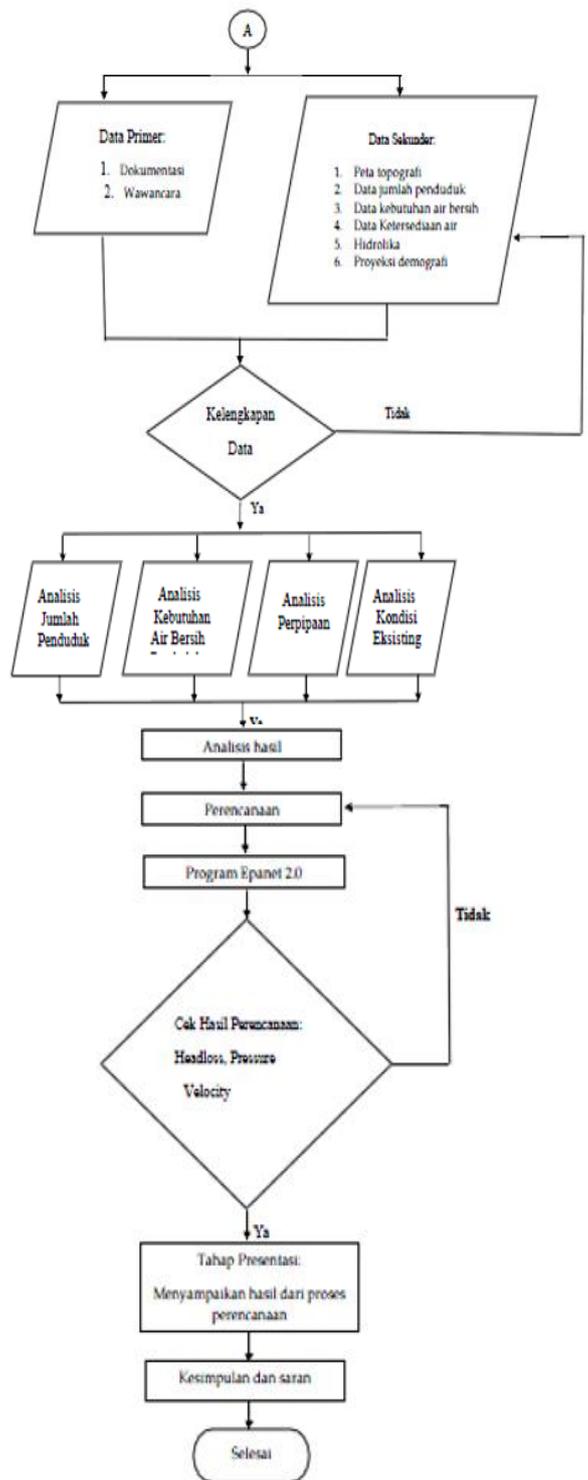
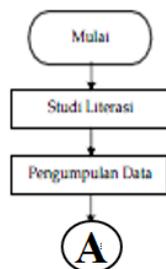
b. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder bisa diperoleh melalui referensi-referensi yang terkait dalam permasalahan distribusi air bersih, seperti buku literatur, jurnal maupun jurnal internasional, internet dan di lokasi penelitian

2. Tahap Analisis Data

- a. Debit air, berguna untuk mengetahui berapa jumlah air bersih yang dibutuhkan konsumen pada saat ini.
- b. Data jumlah penduduk. Pada analisa pertumbuhan penduduk ini dilakukan dengan menghitung proyeksi demografi tahun ke T.
- c. Data spesifikasi pipa dan pompa, untuk mengetahui kondisi hidrolis pada jaringan perpipaan yang telah direncanakan.

Bagan Alur Penelitian



Gambar 2 Bagan alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Data Jumlah Penduduk

Hasil dari proyeksi jumlah penduduk berikut ini akan digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih di Desa Tegalsari. Pada dusun Tegalsari

terdapat 78 Kartu Keluarga. Data jumlah penduduk desa Tegalsari dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1 jumlah penduduk dusun Tegalsari

No	Thn	Jumlah Penduduk (orang)
1	2009	296
2	2010	301
3	2011	306
4	2012	310
5	2013	316
6	2014	321
7	2015	326
8	2016	329
9	2017	332
10	2018	341

Sumber: Data Primer

Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan maka terlebih dahulu harus menghitung laju pertumbuhan penduduk dari tahun 2009 sampai pada 2018. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dapat dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu.

1. Metode Aritmatik

$$P_t = P_0(1 + rt)$$

Sehingga didapat nilai r sebagai berikut:

$$r = \frac{1}{t} \left(\frac{P_t}{P_0} - 1 \right)$$

P_t = Jumlah penduduk pada tahun ke- t

P_0 = Jumlah penduduk di tahun awal

R = Tingkat pertumbuhan penduduk

t = Jumlah interval tahun

Tabel 2 Laju pertumbuhan penduduk metode Aritmatik

No	Thn	Jml	Selisih	r (%)
1	2009	296	-	-
2	2010	301	5	1,69%
3	2011	306	5	1,66%
4	2012	310	4	1,31%
5	2013	316	6	1,94%
6	2014	321	5	1,58%
7	2015	326	5	1,56%
8	2016	329	3	0,92%
9	2017	332	3	0,91%
10	2018	341	9	2,71%
Rata-rata				1,59%

Sumber: pengolahan data

Sehingga proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2028 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{2028} &= P_{2018}(1 + rt) \\ &= 341 (1 + 0,0159 \times 10) \\ &= 395 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

2. Metode geometrik

$$P_t = P_0(1 + r)^t$$

Sehingga didapat nilai r sebagai berikut:

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

P_t = Jumlah penduduk pada tahun ke- t

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

R = Tingkat pertumbuhan penduduk

t = Jumlah interval tahun

Sehingga laju pertumbuhan penduduk(%) dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 Laju pertumbuhan penduduk metode Geometrik

No.	Thn	Jml	selisih	r (%)
1	2009	296		
2	2010	301	5	1,69%
3	2011	306	5	1,66%
4	2012	310	4	1,31%
5	2013	316	6	1,94%
6	2014	321	5	1,58%
7	2015	326	5	1,56%
8	2016	329	3	0,92%
9	2017	332	3	0,91%
10	2018	341	9	2,71%
Rata-rata				1,59%

Sumber: pengolahan data

Sehingga proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2028 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{2028} &= P_{2018}(1 + r)^t \\ &= 341(1 + 0,0159)^{10} \\ &= 399 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

3. Metode Eksponensial

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

Sehingga didapat nilai r sebagai berikut:

$$r = \left(\frac{1}{t} \right) \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right)$$

P_t = jumlah penduduk pada akhir tahun ke- t (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk (%)

t = periode tahun yang ditinjau (tahun)

e = bilangan logaritma (2,7182818)

Sehingga laju pertumbuhan penduduk(%) dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4 Laju pertumbuhan penduduk metode Eksponensial

No	Thn	Jml	selisih	r (%)
1	2009	296	-	-
2	2010	301	5	1,68%
3	2011	306	5	1,65%
4	2012	310	4	1,30%
5	2013	316	6	1,92%
6	2014	321	5	1,57%
7	2015	326	5	1,55%
8	2016	329	3	0,92%
9	2017	332	3	0,91%
10	2018	341	9	2,67%
Rata-rata				1,57%

Sumber: pengolahan data

Sehingga proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2028 dapat dihitung sebagai berikut:

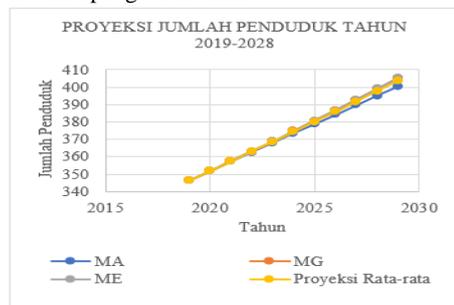
$$\begin{aligned} P_{2028} &= P_{2008} e^{rt} \\ &= 341 e^{10} \\ &= 405 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan proyeksi penduduk di Dusun Tegalsari dengan menggunakan metode aritmatik, metode geometrik dan metode eksponensial. Hasil dari proyeksi penduduk rata-rata dari ketiga metode tersebut dapat dilihat dalam table 5 berikut ini:

Tabel 5 Proyeksi penduduk rata-rata dari tahun 2019-2028

t	Thn	MA	MG	ME	Proyeksi Rata-rata
1	2019	346	346	346	346
2	2020	352	352	352	352
3	2021	357	357	357	357
4	2022	363	363	363	363
5	2023	368	369	369	369
6	2024	373	375	375	374
7	2025	379	381	381	380
8	2026	384	387	387	386
9	2027	390	393	393	392
10	2028	395	399	399	398

sumber: pengolahan data



Gambar 3 Grafik Proyeksi jumlah penduduk

Fasilitas Sosial Ekonomi

Data fasilitas sosial ekonomi

Tabel 6 data fasilitas ekonomi dusun Tegalsari

No	Fasilitas	Jumlah 2018
1	Sekolah Dasar	1
2	TK	1
3	Posyandu	1
4	Masjid	1

Sumber: data primer

Data jumlah penduduk yang termasuk kategori pendidikan yaitu meliputi guru/staf dan murid pada SD dan Tk. Data tersebut dapat dilihat dalam tabel 7 berikut ini:

Tabel 7 Jumlah penduduk fasilitas pendidikan

tahun	jumlah				Total
	Guru SD	Murid SD	Guru TK	Murid TK	
2009	8	115	4	15	142
2010	8	117	4	17	146
2011	8	118	4	18	148
2012	8	120	4	19	151
2013	8	123	4	21	156
2014	8	124	4	23	159
2015	8	127	4	26	165

2016	9	130	4	27	170
2017	9	134	4	29	176
2018	9	140	4	31	184

sumber: data primer

Kebutuhan Air dan Fluktuasi

1. Kebutuhan air Domestik

a. Sumbangan Rumah (SR)

Menurut kriteria dan standar kebutuhan air domestik untuk SR untuk pedesaan adalah 70%. Konsumsi air rata-rata kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU diambil nilai 70 lt/jiwa/hari.

Perhitungan untuk tahun 2018:

$$\begin{aligned} \text{jumlah terlayani} &= \text{jumlah penduduk} \times 70\% \\ &= 341 \text{ jiwa} \times 70\% \\ &= 239 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemakaian} &= \text{jumlah terlayani} \times 70 \\ &= 239 \text{ jiwa} \times 70 \\ &= 16709 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan air} &= \frac{\text{jumlah Pemakaian}}{(24 \times 60 \times 60)} \\ &= \frac{16709}{86400} \\ &= 0,193391 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan air untuk tahun 2028:

$$\begin{aligned} \text{jumlah terlayani} &= \text{jumlah penduduk} \times 70\% \\ &= 398 \text{ jiwa} \times 70\% \\ &= 278 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemakaian} &= \text{jumlah terlayani} \times 70 \\ &= 278 \text{ jiwa} \times 70 \\ &= 19490 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan air} &= \frac{\text{jumlah Pemakaian}}{(24 \times 60 \times 60)} \\ &= \frac{19490}{86400} \\ &= 0,225581 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah kebutuhan air Sumbangan Rumah (SR) desa Tegalsari hingga tahun 2028 dapat dilihat pada table 8 berikut ini:

Tabel 8 Jumlah kebutuhan air SR

Thn	JP	TP (%)	JT	KA	PM	JK
2018	341	70	239	70	16709	0,193391
2019	346	70	242	70	16974	0,196458
2020	352	70	246	70	17242	0,199557
2021	357	70	250	70	17512	0,202689
2022	363	70	254	70	17786	0,205855
2023	369	70	258	70	18062	0,209054
2024	374	70	262	70	18342	0,212288
2025	380	70	266	70	18624	0,215557
2026	386	70	270	70	18910	0,218862
2027	392	70	274	70	19198	0,222203
2028	398	70	278	70	19490	0,225581

Sumber : perhitungan data

Dimana :

JP = jumlah penduduk (orang)
 TP = Tingkat pelayanan (%)
 JT = Jumlah Terlayani (orang)
 KA = Konsumsi air rata-rata (liter/orang/hari)
 PM = Jumlah untuk Pemakaian air (liter/hari)
 JK = Jumlah unttuk kebutuhan air (liter/detik)

b. Hidran Umum (HU)

Menurut kriteria dan standar kebutuhan air domestik untuk SR untuk pedesaan adalah 30%. Konsumsi air rata-rata kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU diambil nilai 30 lt/jiwa/hari. Perhitungan untuk tahun 2018:

$$\begin{aligned} \text{jumlah terlayani} &= \text{jumlah penduduk} \times 30\% \\ &= 341 \text{ jiwa} \times 30\% \\ &= 102 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemakaian} &= \text{jumlah terlayani} \times 30 \\ &= 239 \text{ jiwa} \times 30 \\ &= 3069 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan air} &= \frac{\text{jumlah Pemakaian}}{(24 \times 60 \times 60)} \\ &= \frac{3069}{86400} \\ &= 0,035521 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan air untuk tahun 2028:

$$\begin{aligned} \text{jumlah terlayani} &= \text{jumlah penduduk} \times 30\% \\ &= 398 \text{ jiwa} \times 30 \\ &= 119 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemakaian} &= \text{jumlah terlayani} \times 30 \\ &= 278 \text{ jiwa} \times 30 \\ &= 3580 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan air} &= \frac{\text{jumlah Pemakaian}}{(24 \times 60 \times 60)} \\ &= \frac{3580}{86400} \\ &= 0,041433 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah kebutuhan air unttuk Hidran Umum dusun Tegalsari hingga tahun 2028 dapat dilihat pada table 9 berikut ini:

Tabel 9 Jumlah kebutuhan air Hidran Umum

Thn	JP	TP	JT	KA	PM	JK
2018	341	30	102	30	3069	0,035521
2019	346	30	104	30	3118	0,036084
2020	352	30	106	30	3167	0,036653
2021	357	30	107	30	3217	0,037229
2022	363	30	109	30	3267	0,03781
2023	369	30	111	30	3318	0,038398
2024	374	30	112	30	3369	0,038992
2025	380	30	114	30	3421	0,039592
2026	386	30	116	30	3473	0,040199
2027	392	30	118	30	3526	0,040813
2028	398	30	119	30	3580	0,041433

Sumber: Perhitungan data

Dimana : JP = jumlah penduduk (orang)

TP = Tingkat pelayanan (%)

JT = Jumlah Terlayani (orang)

KA = Konsumsi air rata-rata (liter/orang/hari)

PM = Jumlah unttuk Pemakaian air (liter/hari)

JK = Jumlah unttuk kebutuhan air (liter/detik)

2. Kebutuhan air Nondomestik

a. Fasilitas pendidikan (SD dan TK)

Hasil kebutuhan air bagi pengguna fasilitas pendidikan yang terdiri dari guru dan siswa adalah sebagai berikut:

Jumlah pemakaian tahun 2018

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah murid} \times \text{konsumsi air rata-rata} \\ &= 184 \times 5 \\ &= 920 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan air tahun 2018

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah Pemakaian}}{(24 \times 60 \times 60)} \\ &= \frac{920}{86400} \\ &= 0,01064 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Jumlah pemakaian tahun 2028

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah siswa} \times \text{konsumsi air rata-rata} \\ &= 243 \times 5 \\ &= 1215 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan air tahun 2

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah Pemakaian}}{(24 \times 60 \times 60)} \\ &= \frac{1215}{86400} \\ &= 0,0140 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah kebutuhan air fasilitas pendidikan dusun Tegalsari hingga tahun 2028 dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini:

Tabel 10 Jumlah kebutuhan air untuk fasilitas Pendidikan

Thn	Jumlah Penduduk	Konsumsi Air	Jumlah Pemakaian	Jumlah Kebutuhan
2018	184	5	920	0,010648
2019	189	5	947	0,010959
2020	195	5	974	0,011277
2021	200	5	1002	0,0116
2022	206	5	1031	0,011931
2023	212	5	1060	0,012267
2024	218	5	1090	0,012611
2025	224	5	1120	0,012961
2026	230	5	1151	0,013319
2027	236	5	1182	0,013684
2028	243	5	1215	0,014057

b. Fasilitas tempat ibadah / Masjid

Fasilitas masjid yang digunakan penduduk dusun Tegalsari hingga tahun 2028 diasumsikan bersifat konstan. Menurut Ditjen

Cipta Karya DPU didapatkan kebutuhan air bersih untuk fasilitas masjid adalah 3000liter/unit/hari.

Sehingga perhitungan jumlah kebutuhan air tahun 2028 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemakaian} &= \text{jml} \times 3000 \text{ lt/unit/hr} \\ &= 1 \times 3000 \text{ lt/unit/hr} \\ &= 3000 \text{ lt/unit/hr} \\ \text{Jumlah kebutuhan air} &= \frac{\text{jumlah pemakaian}}{24 \times 60 \times 60} \\ &= \frac{3000}{86400} \\ &= 0,03472 \text{ lt/detik} \end{aligned}$$

c. Fasilitas kesehatan / posyandu

Fasilitas masjid yang digunakan penduduk dusun Tegalsari hingga tahun 2028 diasumsikan bersifat konstan. Menurut Ditjen Cipta Karya DPU didapatkan kebutuhan air bersih untuk fasilitas masjid adalah 10 liter/unit/hari.

Sehingga perhitungan jumlah kebutuhan air bersih pada tahun 2028 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemakaian} &= \text{jumlah} \times 10 \text{ lt/unit/hr} \\ &= 1 \times 10 \text{ lt/unit/hr} \\ &= 10 \text{ lt/unit/hr} \\ \text{Jumlah kebutuhan air} &= \frac{\text{jumlah pemakaian}}{24 \times 60 \times 60} \\ &= \frac{10}{86400} \\ &= 0,000116 \text{ lt/detik} \end{aligned}$$

3. Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih

Hasil perhitungan kebutuhan air bersih yang didapatkan di dusun Tegalsari, maka dapat dihitung jumlah total kebutuhan air bersih dengan menjumlahkan kebutuhan air domestik dan kebutuhan air nondomestik. Total jumlah kebutuhan air bersih di Dusun Tegalsari dapat dilihat pada tabel 11 berikut ini:

Tabel 11 Total kebutuhan air

Thn	jml
	(liter/detik)
2019	0,278341534
2020	0,282327313
2021	0,286358309
2022	0,290435321
2023	0,294559166
2024	0,298730674
2025	0,302950691
2026	0,307220082
2027	0,311539725
2028	0,315910516

Sumber: pengolahan data

Selanjutnya dilakukan analisa untuk menghitung kebutuhan air bersih pada hari maksimum(FHM) dan jam puncak (FJP). Kebutuhan air bersih harian maksimum diperoleh dengan cara mengalikan kebutuhan air normal dengan faktor 1,15 di jumlah total kebutuhan air bersih disetiap harinya. Kebutuhan air pada jam puncak diperoleh dengan cara mengalikan faktor 1,75 di jumlah total

kebutuhan air disetiap tahunnya. Untuk hasilnya dapat dilihat pada table 12 berikut ini:

Tabel 12 Kebutuhan air FHM dan FJP

Faktor	Normal (liter/detik)	FHM (liter/detik)	FJP (liter/detik)
	1	1,15	1,75
2019	0,28	0,32	0,49
2020	0,28	0,32	0,49
2021	0,29	0,33	0,50
2022	0,29	0,33	0,51
2023	0,29	0,34	0,52
2024	0,30	0,34	0,52
2025	0,30	0,35	0,53
2026	0,31	0,35	0,54
2027	0,31	0,36	0,55
2028	0,32	0,36	0,55

Sumber: pengolahan data

4. Kebutuhan air dan fluktuasi proyeksi akhir tahun 2028

a. Kebutuhan air proyeksi tahun 2028

Kehilangan air sering kali terjadi pada pendistribusian air bersih, untuk mengantisipasi adanya kehilangan maka kehilangan air pada tahun 2028 diperkirakan dengan jumlah sebesar 20% sehingga kapasitas air rata-rata air untuk lokasi dusun Tegalsari pada tahun 2028:

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_{2028} + (0,20 \times Q_{2028}) \\ &= Q_{domesti} + Q_{nondomestik} + \\ &\quad ((0,20 \times Q_{2028})) \\ &= 27295 \text{ lt/hari} + (0,20 \times 27295) \\ &= 32754 \text{ lt/hari} \\ &= 32754 \text{ lt}/86400 \text{ detik} \\ &= 0,379 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

b. Fluktuasi Kebutuhan Air tahun 2028

Untuk menentukan fluktuasi kebutuhan air bersih suatu daerah digunakan beberapa cara pendekatan perencanaan yang telah ada. adapun fluktuasi kebutuhan air bersih yang kami pergunakan sebagai pertimbangan adalah terdapat pada refrensi P.A.B jilid 1 oleh sarwoko M dengan faktor fluktuasi harian maksimum fhm (f1) = 1,00-1,50 dan faktor jam maksimum fhm (f2) = 1,0 – 2,00.

Kriteria pemakaian fluktuasi kebutuhan air bersih pada masa mendatang untuk dusun Tegalsari didasarkan pada data fluktuasi kebutuhan air bersih yang telah ada. Perkiraan besarnya fluktuasi kebutuhan air bersih yaitu :

$$\text{Faktor harian maksimum / fhm (f1)} = 1,25$$

$$\text{Debit harian maksimum (Q hr,Max)} = f1 \times (\text{Q rata-rata})$$

Faktor jam maksimum / fhm (f2) = 1,5
 Debit jam maksimum (Q hr,Max) = f2 × (Q rata-rata)

$$Q_r = Q \text{ rata-rata} = 32754 \text{ lt/hari} \\ = 32754/86400 \text{ dtk} \\ = 0,379 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Debit harian maksimum} = 0,379 \times 1,25 \\ = 0,474 \text{ lt/detik} \\ = 1,706 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel berikut merupakan hasil fluktuasi kebutuhan air dusun Tegalsari:

Tabel 13 Hasil Fluktuasi kebutuhan air

Fluktuasi Pemakaian	Q rata-rata (liter/detik)	Faktor Fluktuasi	Debit (liter/detik)	Debit (m ³ /jam)
Harian maksimum	0,379	1,25	0,474	1,706
jam puncak	0,379	1,5	0,569	2,047

Sumber: Hasil pengolahan data

Penggunaan air untuk dusun Tegalsari tahun 2028 ditunjukkan pada tabel 14 berikut ini:

Tabel 14 Penggunaan air dusun Tegalsari

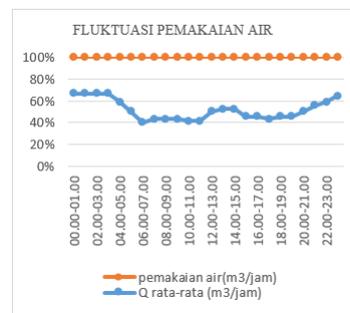
waktu	k	Q rata-rata (lt/dt)	Q rata-rata (m ³ /jam)	Penggunaan air (lt/dt)	penggunaan air (m ³ /jam)
00.00-01.00	0,5	0,379	1,364	0,190	0,682
01.00-02.00	0,5	0,379	1,364	0,190	0,682
02.00-03.00	0,5	0,379	1,364	0,190	0,682
03.00-04.00	0,5	0,379	1,364	0,190	0,682
04.00-05.00	0,7	0,379	1,364	0,265	0,955
05.00-06.00	1	0,379	1,364	0,379	1,364
06.00-07.00	1,5	0,379	1,364	0,569	2,047
07.00-08.00	1,3	0,379	1,364	0,493	1,774
08.00-09.00	1,3	0,379	1,364	0,493	1,774
09.00-10.00	1,3	0,379	1,364	0,493	1,774
10.00-11.00	1,4	0,379	1,364	0,531	1,910
11.00-12.00	1,4	0,379	1,364	0,531	1,910
12.00-13.00	1	0,379	1,364	0,379	1,364
13.00-14.00	0,9	0,379	1,364	0,341	1,228
14.00-15.00	0,9	0,379	1,364	0,341	1,228
15.00-16.00	1,2	0,379	1,364	0,455	1,637
16.00-17.00	1,2	0,379	1,364	0,455	1,637
17.00-18.00	1,3	0,379	1,364	0,493	1,774
18.00-19.00	1,2	0,379	1,364	0,455	1,637
19.00-20.00	1,2	0,379	1,364	0,455	1,637
20.00-21.00	1	0,379	1,364	0,379	1,364
21.00-22.00	0,8	0,379	1,364	0,303	1,092
22.00-23.00	0,7	0,379	1,364	0,265	0,955

Waktu	k	Q rata-rata (lt/dt)	Q rata-rata (m ³ /jam)	Penggunaan air (liter/detik)	Penggunaan air (m ³ /jam)
23.00-24.00	0,55	0,379	1,364	0,208	0,750
Jumlah			32,746	9,039	32,541

Sumber: Perhitungan data

Dari tabel diatas dapat diketahui kebutuhan air tiap jamnya, untuk proyeksi yang akan direncanakan di dusun Tegalsari. Jika melakukan pengisian reservoir, maka debit yang harus dipenuhi dalam 1 hari adalah sebesar 32,542m³, untuk debit yang harus dipenuhi tiap jamnya yaitu:

$$Q \text{ rata-rata :tiap 1 jam} = \frac{32,542}{24} = 1,356 \text{ m}^3/\text{jam} \\ = \frac{1,356 \times 1000 \text{ m}^3}{3600} \\ = 0,37 \text{ lt/dt}$$



Gambar 4 Grafik Fluktuasi pemakaian air

Evaluasi sistem jaringan air bersih

1. Evaluasi Reservoir / Tangki

Reservoir / atau tangkai merupakan suatu tempat untuk menampung air yang akan didistribusikan ke masyarakat. Kapasitas tempat penampungan air bisa dihitung dengan cara mengansumsikan kapasitas yang harus terpenuhi untuk tiap jamnya yaitu sama dengan kebutuhan air harian rata-rata.

Perhitungan untuk Kapasitas Reservoir dapat dilihat pada tabel 15 berikut ini:

Tabel 15 Hasil dari kapasitas Reservoir

waktu	Pemakaian air/jam (m ³ /jam)	Produksi air / jam (m ³)	Kumulatif pemakaian air (m ³)	Kumulatif produksi air (m ³)	deposit positif (m ³)	deposit negatif (m ³)
00.00-01.00	0,682	16	0,682	16	15,318	-
01.00-02.00	0,682	16	1,364	32	30,636	-
02.00-03.00	0,682	16	2,047	48	45,953	-

waktu	Pemakaian	Produksi	Kumulatif	Kumulatif	deposit	deposit
	air/jam (m ³ /jam)	air / jam (m ³)	pemakaian air (m ³)	produksi air (m ³)	positif (m ³)	negatif (m ³)
03.00-04.00	0,6822	16	2,7288	64	61,2712	-
04.00-05.00	0,9508	16	3,68388	80	76,31612	-
05.00-06.00	1,3644	16	5,04828	96	90,95172	-
06.00-07.00	2,0466	16	7,09488	112	104,90512	-
07.00-08.00	1,77372	16	8,8686	128	119,1314	-
08.00-09.00	1,77372	16	10,64232	144	133,35768	-
09.00-10.00	1,77372	16	12,41604	160	147,58396	-
10.00-11.00	1,91016	16	14,3262	176	161,6738	-
11.00-12.00	1,91016	16	16,23636	192	175,76364	-
12.00-13.00	1,3644	16	17,60076	208	190,39924	-
13.00-14.00	1,22796	16	18,82872	224	205,17128	-
14.00-15.00	1,22796	16	20,05668	240	219,94332	-
15.00-16.00	1,63728	16	21,69396	256	234,30604	-
16.00-17.00	1,63728	16	23,33124	272	248,66876	-
17.00-18.00	1,77372	16	25,10496	288	262,89504	-
18.00-19.00	1,63728	16	26,74224	304	277,25776	-
19.00-20.00	1,63728	16	28,37952	320	291,62048	-
20.00-21.00	1,3644	16	29,74392	336	306,25608	-
21.00-22.00	1,09152	16	30,83544	352	321,16456	-
22.00-23.00	0,9508	16	31,79052	368	336,20948	-
23.00-24.00	0,75042	16	32,54094	384	351,45906	-
Jumlah	32,54094	384	391,78746	4800	4408,2125	-

Sumber: pengolahan data

Hasil perhitungan yang didapatkan pada tabel 15, kapasitas reservoir bisa ditentukan dengan cara menambahkan deposit positif dan deposit negatif, sehingga kapasitas reservoir didapatkan:

$$kr = S_{pos} + S_{neg}$$

Keterangan:

S pos = deposit positif (m³)

S neg = deposit negatif (m³)

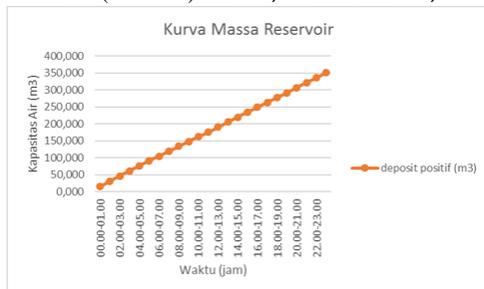
Kr = Kapasitas Reservoir (m³)

Dimana:

S positif = 351,459

S negatif = 0

$$Kr (\text{th. 2028}) = 351,459 + 0 = 351,459 \text{ m}^3$$



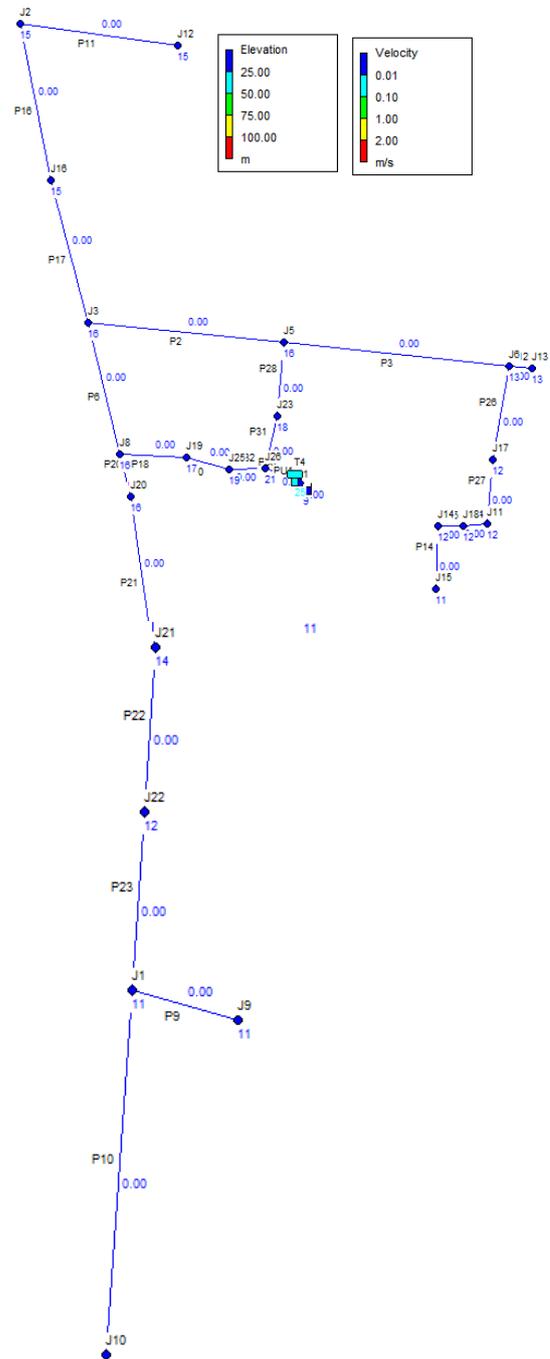
Gambar 5 Kurva Massa Reservoir

Hasil Program Epanet 2.0

Pengolahan data pada program *Software Epanet 2.0* untuk satuan volume yang digunakan adalah LPS (liter per detik) dan formula H-W (Hazen-Williams) yang digunakan untuk perhitungan

hidrolis. Pipa PVC dengan kekasaran pipa 0,0016 digunakan untuk perencanaan distribusi air bersih ini yang sudah sesuai dengan nilai kekasaran menurut persamaan Hazen-Williams. Pipa yang digunakan memiliki dimensi Ø216mm.

Batas kecepatan aliran dalam pipa yaitu 0,3 m/s, unit *Headloss* 0,10m/km dan *Pressure* 10-100m



Gambar 6 Detail hasil dari simulasi program Epanet

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe P2	63.48	216	0.0016	0.00	19.35
Pipe P3	71.46	216	0.0016	0.00	51.51
Pipe P6	44.05	216	0.0016	0.00	8.34
Pipe P9	68.41	216	0.0016	0.00	1.40
Pipe P10	163.69	216	0.0016	0.00	1.40
Pipe P11	50.58	216	0.0016	0.00	1.40
Pipe P12	6.66	216	0.0016	0.00	1.40
Pipe P14	19.91	216	0.0016	0.00	1.40
Pipe P16	55.13	216	0.0016	0.00	5.06
Pipe P17	48.54	216	0.0016	0.00	10.73
Pipe P18	24.02	216	0.0016	0.00	79.32
Pipe P20	14.75	216	0.0016	0.00	38.72
Pipe P21	48.37	216	0.0016	0.00	27.62
Pipe P22	98.41	216	0.0016	0.00	18.27
Pipe P23	110.53	216	0.0016	0.00	10.73
Pipe P24	5.73	216	0.0016	0.00	10.73
Pipe P25	7.98	216	0.0016	0.00	5.06
Pipe P26	29.23	216	0.0016	0.00	27.62
Pipe P27	20.21	216	0.0016	0.00	18.27
Pipe P28	24.49	216	0.0016	0.00	69.75
Pipe P30	14.24	216	0.0016	0.00	98.31

Gambar 7 Hasil program Epanet

PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan data yang didapatkan dari jumlah Dusun Tegalsari Desa Glindah tahun 2018 yaitu 341 orang dengan kebutuhan air bersihnya yaitu 0,193391 liter/detik. Sedangkan berdasarkan perhitungan proyeksi 10 tahun ke depan adalah 398 jiwa/orang dengan kebutuhan air bersihnya adalah 0,225581 liter/detik.
2. Hasil dari perhitungan kebutuhan masyarakat yaitu 0,193391 liter/detik pada tahun 2018 dan 0,225581 liter/detik pada tahun 2028.
3. Perencanaan distribusi air bersih di Dusun Tegalsari menggunakan program *Software Epanet 2.0*. pipa yang dipakai dalam perencanaan yaitu $\varnothing 216\text{mm}$ dan *Running* program menunjukkan run was succesfull.
4. Berdasarkan hasil dari program *Epanet 2.0* jaringan eksisting pada tahun 2018 masih belum bisa mencukupi untuk kebutuhan air pada tahun 2028 dikarenakan diameter pipa kecil yaitu $\varnothing 32\text{mm}$ dan jaringan sistem distribusi yang belum cukup meluas. Pengembangan jaringan sistem distribusi yang dapat dilakukan dengan menambah jaringan-jaringan distribusi dan memperbesar diameter pipa.

Saran

1. Disarankan kepada pemerintah dan semua pihak yang terkait agar dapat menangani masalah mengenai ketersediaan air bersih di pedesaan, mengingat betapa pentingnya air bagi kehidupan masyarakat.
2. Diharapkan penelitian ini bisa dijadikan sebagai referensi dalam melakukan penelitian yang serupa dengan lebih meningkatkan pembahasan yang lebih luas untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliya, dkk. 2013. Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu. Raya. Pontianak.
- Bayu, dkk. 2016. Analisis Distribusi Air ada Sistem Penyediaan Air Minum Kampus Sebelas Maret dengan Epanet. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Budi, Setia. 2013. Rencana Anggaran Biaya Berbasis Database. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Candra Hery P, et al. 2013. Pengendalian Pelaksanaan Konstruksi Berdasarkan Konsep Nilai Hasil Pada Pembangunan Pabrik di Gresik. *Jurnal Teknik Sipil* vol 5, No.2: 109-112.
- Departemen Kesehatan (2002). Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Jakarta.
- Departemen Kesehatan (1990). Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Jakarta.
- DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih, 1994. Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih. Jakarta: DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih.
- Ekawati, Nur Puji. 2010. Analisis Kebocoran di Sub Zona Kerjo PDAM Karanganyar. Tugas Akhir. Surakarta: Fakultas Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Fathony, Hendra Hafid. 2012. Studi Analisis Kebutuhan Distribusi Air Bersih Pedesaan Sistem Gravitasi Menggunakan Software Epanet 2.0. Surakarta.
- Hendratta, dkk. 2016. Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih Di Desa Pakuure Tinanian. Jurusan Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- I Putu, dkk. 2014. Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Pedesaan di Desa Kubu Kecamatan Kubu. Denpasar
- Joko, Tri, 2010. Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kiswandhi, dkk. 2015. Studi Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih di Kelurahan Mulyorejo Kecamatan Sukun Kota Malang. Universitas Brawijaya.
- Modul Pelatihan "Pelatihan Pelatihan Analisa Jaringan menggunakan software EPANET 2.0 dan Pengenalan
- Natara, Habel Robbinson. 2018. Perencanaan Distribusi Air Bersih Kecamatan Loura Kabupaten Sumba Barat Daya-NTT. Malang.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/PER/IX/1990 Syarat – Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih.

- Padorsi, Samuel Mangihut. 2018. Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum di Perumahan Karyawan PTPN IV Pabatu. Sumetra Utara
- Rosadi. 2011. Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM IKK Durenan Kabupaten Trenggalek, Jurnal Tesis, Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wigati, dkk. (2015). Studi Analisis Distribusi Kebutuhan Air Bersih Pedesaan Sistem Gravitasi Menggunakan Software Epanet 2.0. Banten.