

STUDI PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI PERUMAHAN ATHARA RESIDENCE KOTA BATU

Arga Septio¹, Eko Noerhayati², Budi Santoso³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : 21801051185@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : budisan@unisma.ac.id

ABSTRACT

Providing clean water in rural, urban, and metropolitan areas requires access to water that meets quality, quantity, and continuous standards for the community. The growing demand for clean water often exceeds the capacity of existing services. This study aims to determine the total clean water requirements in the Athara Residence Housing complex and to design the most effective distribution network to satisfy the needs. The data used includes Site Plan and Contour Map information from the complex. The planning results indicate a water demand of 3.09 liters per second, with a water loss of 0.62 liters per second, a maximum daily demand of 4.26 liters per second and peak hours needs reaching 5.56 liters per second. The water distribution scheme consists of 53 nodes, 47 PVC pipes (¾ inch and 1 inch), one tank, and one pump (Grundfos NS 130–18M), with water sourced from a drilled well. Based on WatercadV8i simulation, the analysis shows a minimum relative energy of 6.69 meters and a maximum of 18.19 meters.

Keywords: Clean Water, Housing, WaterCAD

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air adalah kebutuhan utama yang esensial bagi manusia untuk memenuhi keperluan sehari-hari secara alami [1]. Penggunaan air secara luas dalam berbagai aspek kehidupan menjadi semakin berharga, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Ketersediaan air bersih di suatu permukiman merupakan infrastruktur vital yang mendukung perkembangan wilayah tersebut [2].

Desa Torongrejo yang secara geografis dan administratif termasuk salah satu dari 24 desa dan kelurahan di Kota Batu, memiliki luas wilayah sebesar 4.106 km². Secara topografis, desa ini terletak pada ketinggian 700 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan data BPS Kota per 30 Juli 2024, jumlah penduduk Desa Torongrejo pada awal tahun 2023 mencapai 6.320 jiwa, terdiri dari

3.168 laki-laki dan 3.127 perempuan, dengan jumlah rumah tangga sebanyak 2.151 Kepala Keluarga.

Pembangunan Perumahan Athara Residence di Desa Torongrejo merupakan salah satu upaya Pemerintah Kota Batu untuk mengatasi peningkatan jumlah penduduk. Perumahan dengan luas wilayah 6,7 hektar dengan total 399 unit rumah dari berbagai tipe. Penelitian ini untuk merencanakan jaringan menggunakan sebuah software yaitu Watercad V8i, dimana Program Watercad V8i dapat membantu mengetahui laju aliran, kecepatan, head losses dan faktor gesekan pada pipa dalam jaringan distribusi air bersih [3].

1.2. Identifikasi Masalah

1. Meningkatnya populasi penduduk sehingga kebutuhan air pun juga meningkat.

2. Belum adanya perencanaan sistem distribusi air bersih di area perumahan Athara Residence.
3. Kurangnya informasi teknis mengenai debit, tekanan, head losses, dan efisiensi aliran dalam sistem jaringan pipa eksisting atau rencana, yang seharusnya dapat disimulasikan menggunakan software seperti WaterCAD V8i.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa kebutuhan air bersih di Perumahan Athara Residence berdasarkan jumlah penduduk dan standar konsumsi air?
2. Bagaimana desain jaringan distribusi air bersih yang tepat untuk memenuhi kebutuhan air di Perumahan Athara Residence?

1.4 Batasan Masalah

1. Studi perencanaan dilakukan di Perumahan Athara Residence, Desa Torongrejo, Kec. Junrejo, Kota Batu
2. Skema jaringan air bersih dan air kotor mengacu pada rencana lokasi perumahan Athara Residence.
3. Tidak merencanakan konstruksi saluran drainase
4. Menggunakan air sumur bor perumahan dengan debit rencana sebesar 10 liter/detik
5. Tidak memperhitungkan pertumbuhan lahan untuk perluasan areal perumahan
6. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya
7. Perencanaan jaringan pipa distribusi menggunakan software Watercad V8i

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem penyediaan air bersih merupakan sistem penyaluran air bersih menuju daerah yang dilayani dan terhubung langsung kepada konsumen. Dalam penyediaan air bersih meliputi sistem hidran kebakaran, system perpipaan serta pompa (bila dibutuhkan) [4]. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) No.122 Tahun 2015, mengenai sistem pengembangan air minum (SPAM) diciptakan sebagai penjamin kepastian pada kualitas dan kuantitas air minum yang dihasilkan, serta menyediakan pasokan air bersih yang

berkelanjutan. Sistem penyediaan air minum mencakup: segmen air baku, produksi, distribusi, dan pelayanan [5].

Menurut dirjen cipta karya sumber air, gaya hidup, jumlah penduduk, kondisi social ekonomi dan data topografi digunakan untuk menentukan kebutuhan air suatu kawasan tersebut. Dua jenis layanan air yang paling umum adalah sambungan rumah dan keran. Sambungan rumah untuk perumahan biasanya dikelola oleh PDAM atau Unit WTP setempat yang menentukan jumlah penggunaan sambungan rumah [6]. Sambungan rumah tidak dapat digunakan untuk pelayanan di daerah yang padat dan berpenghasilan rendah. Karena itu, sambungan umum, yaitu keran yang bisa dimanfaatkan secara komunal dimana titik akses langsung untuk penggunaan sehari-hari. [7].

WaterCAD V8i SS6 adalah perangkat lunak yang dapat membantu insinyur untuk menganalisis sistem perpipaan. WaterCAD V8i SS6 dapat membantu insinyur dalam memahami jaringan perpipaan, memungkinkan mereka untuk merancang jaringan perpipaan dengan aman dan ekonomis. WaterCAD V8i SS6 didasarkan pada teknologi yang dibuat oleh GENIVAR [8].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

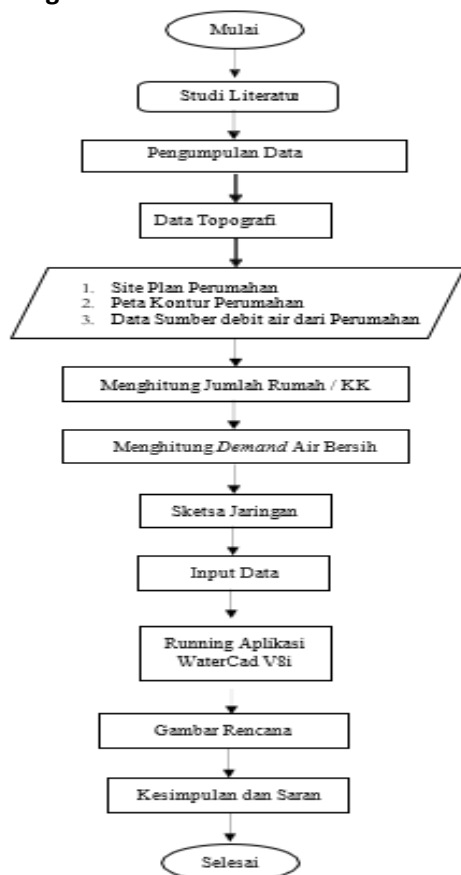
Perumahan Athara Residence berada di Desa Torongrejo yang merupakan salah satu dari 24 Desa dan Kelurahan di Kota Batu, dan memiliki luas Wilayah 4.106 Km. Secara topografis terletak pada ketinggian 500 meter di atas permukaan air laut.



Gambar 1. Peta Lokasi Perencanaan
Sumber : Google Earth

Posisi Desa Torongrejo yang terletak pada bagian selatan Kota Batu berbatasan langsung dengan, sebelah barat Kelurahan Temas, sebelah timur berbatasan dengan Desa Pendem Kecamatan Junrejo Kota Batu dan Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, sebelah Utara Desa Pandarejo dan Desa Giripurno, serta sebelah selatan Desa Torongrejo dan Desa Mojorejo. Lahan di Desa sebagian besar merupakan Tanah Kering 36 % dan Tanah sawah sebesar 64 %.

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian
Sumber : Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Daerah

Perumahan Athara Residence berada di Desa Torongrejo yang merupakan salah satu dari 24 Desa dan Kelurahan di Kota Batu, dan memiliki luas Wilayah 4.106 Km. Secara topopografis terletak pada ketinggian 500 meter di atas permukaan air laut. Posisi Desa Torongrejo yang terletak pada bagian selatan

Kota Batu berbatasan langsung dengan, sebelah barat Kelurahan Temas, sebelah timur berbatasan dengan Desa Pendem Kecamatan Junrejo Kota Batu dan Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, sebelah Utara Desa Pandarejo dan Desa Giripurno, serta sebelah selatan Desa Torongrejo dan Desa Mojorejo.

4.2. Analisa Kebutuhan Air Bersih

Menurut kebutuhannya, air terbagi menjadi 3, yakni:

1. Kebutuhan rata-rata harian, dihitung berdasarkan kebutuhan akan air rata-rata per hari per orang dari perhitungan penggunaan air bersih per jam selama 24 jam
2. Kebutuhan air maksimum, yaitu kebutuhan air bersih x 1.15
3. Kebutuhan pada jam puncak, yaitu kebutuhan air bersih x 1.5 (Departemen PU Direktorat Jenderal Cipta Karya tentang Kriteria)

Perencanaan Air Bersih, mengasumsikan 1 rumah terdiri dari 5 jiwa.

Tabel 1. Rincian Kavling Perumahan Athara Residence

Nomer	Blok	Jumlah unit	Jumlah Jiwa
1	A1	19	95
2	A2	8	40
3	B1	33	165
4	B2	13	65
5	B3	8	40
6	B4	24	120
7	B5	14	70
8	B6	5	25
9	B7	13	65
10	C1	27	135
11	C2	16	80
12	C3	23	115
13	C4	20	100
14	C5	6	30
15	D1	16	80
16	D2	42	210
17	D3	26	130
18	D4	37	185
19	D5	28	140
20	D6	16	80
21	D7	5	25
TOTAL		399	1995

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 3. Layout Perumahan Athara Residence

Sumber : Hasil Penggambaran

4.3. Kebutuhan Air Domestik

Perhitungan Pada perencanaan unit kebutuhan air pada Perumahan Athara Residence dengan jumlah penduduk pada wilayah Kota Batu sebanyak 121.714 jiwa berada dalam kategori besar maka berdasarkan kriteria SNI tahun 1997 perencanaan air bersih yaitu 130 l/jiwa/hari. Hasil perhitungan dapat diperhatikan pada tabel dibawah.

Tabel 2. Kebutuhan Air Domestik

Jumlah Penghuni (orang)	Tingkat Pelayanan (jiwa)	Jumlah Terlayani (jiwa)	Konsumsi Air Rata-rata (l/jiwa/hari)	Jumlah Pemakaian (l/jiwa/hari)	Jumlah Kebutuhan (l/detik)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1.995	100	1.995	130	259.350	3,00

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

(a) = Jumlah Penduduk

(b) = Direncanakan full development

(c) = (a) x (b)

(d) = Konsumsi air rata-rata (kategori kecil) menurut Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen PU tentang Kriteria Perencanaan Air Bersih SNI tahun 1997

(e) = (c) x (d)

(f) = (e) / (24 x 60 x 60)

4.4. Kebutuhan Air Non Domestik

Analisa jaringan distribusi air bersih dapat dimulai apabila semua data yang dibutuhkan terkumpul dan kemudian dianalisa menggunakan aplikasi EPANET 2.2. Data yang diperlukan dalam analisa di aplikasi Epanet antara lain data dimensi pipa, kekasaran pipa, data demand dari node

layanan pada jaringan air bersih, serta data pompa [9].

Tabel 3. Kebutuhan Air Non Domestik

Jumlah Penghuni (orang)	Tingkat Pelayanan (jiwa)	Jumlah Terlayani (jiwa)	Konsumsi Air Rata-rata (l/jiwa/hari)	Jumlah Pemakaian (l/jiwa/hari)	Jumlah Kebutuhan (l/detik)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1.995	20	399	20	7.980	0,09

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

(a) = Jumlah penduduk

(b) = (20%) menurut SNI tahun 1997 Departemen PU Direktorat Jendral Cipta Karya tentang Kriteria Perencanaan Air Bersih

(c) = (a) x (b)

(d) = 20% x 100 menurut Kriteria Perencanaan Air bersih Kepdirjen Cipta Karya SNI tahun 1997

(e) = (c) x (d)

(f) = (e) / (24 x 60 x 60)

4.5. Perhitungan Kehilangan Air

Tabel 4. Kehilangan Air

Kebutuhan Air Domestik (l/hari)	Kebutuhan Air Non Domestik (l/hari)	Kebutuhan Air Total per Hari (l/hari)	Persentase Kehilangan Air (%)	Jumlah Kehilangan Air (l/hari)	Jumlah Kehilangan Air (l/detik)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
259.350	7.980	267.330	20	53.466	0,62

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan :

(a) = Jumlah pemakaian air domestik

(b) = Jumlah pemakaian air non domestik

(c) = (a) + (b)

(d) = 20% menurut Kriteria Perencanaan Air bersih Kepdirjen Cipta Karya SNI tahun 1997

(e) = (c) x (d)

(f) = (e) / (24 x 60 x 60)

4.6. Fluktuasi Kebutuhan Air

Tabel 5. Kebutuhan Air Bersih

No	Kebutuhan Air Total per Hari (l/hari)	Jumlah Kehilangan Air (l/hari)	Kebutuhan Air Total (l/hari)	Kebutuhan Air Total (l/detik)	Kebutuhan Air Maksimum per Hari (l/hari)	Kebutuhan Air Maksimum per Hari (l/detik)	Kebutuhan Air pada Jam Puncak (l/hari)	Kebutuhan Air pada Jam Puncak (l/detik)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
1	267.330	53.466	320.796	3.71	368.915	4,26	481.194	5,56

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan:

(a) = Nomor urut

(b) = Jumlah kebutuhan air per hari

(c) = Jumlah kehilangan air per hari

(d) = (b) + (c)

(e) = (d) / (24 x 60 x 60)

(f) = (d) x 1,15

(g) = (f) / (24 x 60 x 60)

(h) = (d) x 1,5

(i) = (h) / (24 x 60 x 60)

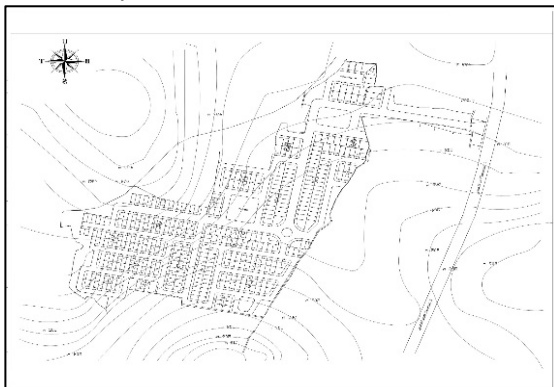
4.7. Perencanaan Distribusi Air Bersih

Dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih, dibutuhkan perhitungan kebutuhan air bersih. Dari perhitungan analisa kebutuhan air bersih maka didapat nilai sebagai berikut:

1. Kebutuhan air sektor domestik
= 3,00 liter / detik
2. Kebutuhan air sektor non domestic
= 0,09 liter / detik
3. Kehilangan air
= 0,62 liter / detik
4. Kebutuhan air maksimum per hari
= 4,26 liter / detik
5. Kebutuhan air saat jam puncak
= 5,56 liter / detik

4.8. Skema Jaringan

Gambar di bawah ini menunjukkan site plan dan skema jaringan yang digunakan untuk Perumahan Athara Residence, yang dibuat untuk mengetahui letak sumber dan konsumen yang dilayani. Skema jaringan dibuat berdasarkan topografi perumahan atau wilayah.



Gambar 4. Site Plan Perumahan Athara Residence

Sumber: Hasil Aplikasi Watercad V8i

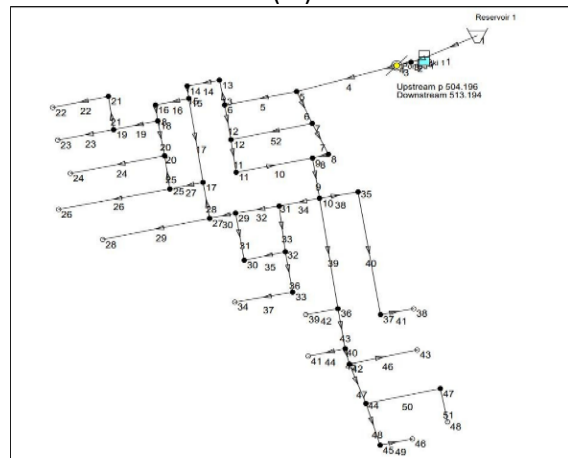
4.9. Program WaterCAD V8i

Dalam analisis program WaterCad V8i ini data jaringan pipa yang diinput adalah:

1. Nomor Titik / Nodal
2. Panjang Tiap Pipa (m)
3. Diameter Tiap Pipa (m)
4. Debit pada Sumber air / Reservoir (l/s)
5. Debit kebutuhan tiap Nodal (l/s)

Sebaliknya untuk data output jaringan pipanya adalah

1. Debit yang Melalui Jaringan Pipa
2. HF (kehilangan energi)
3. Sisa Tekanan (m)

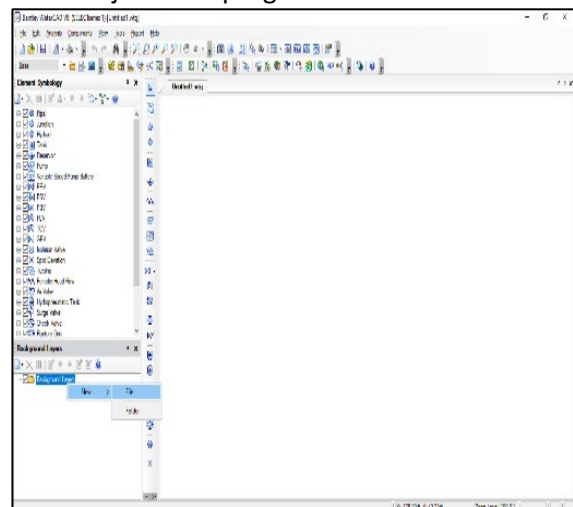


Gambar 5. Skena Jaringan Air Perumahan Athara Residence

Sumber: Hasil Aplikasi WaterCad V8i

4.10. Mekanisme Menjalankan Program WaterCAD v8i

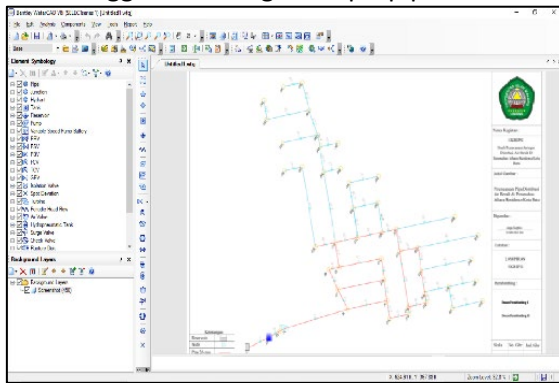
1. Menjalankan program Watercad V8i



Gambar 6. Tampilan kerja pada Software Watercad V8i

Sumber : Watercad V8i

2. Menggambar rangkaian perpipaannya

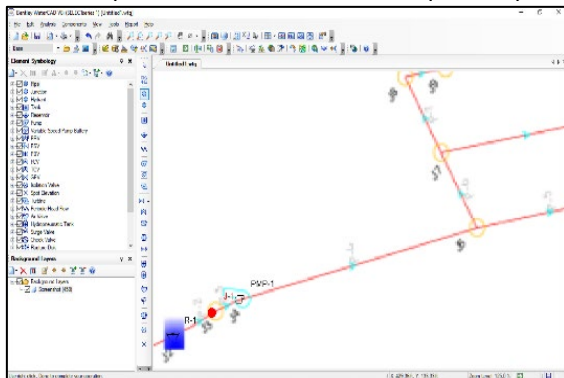


Gambar 7. Tampilan kerja pada Software Watercad V8i

Sumber : Watercad V8i

3. Memasukan data

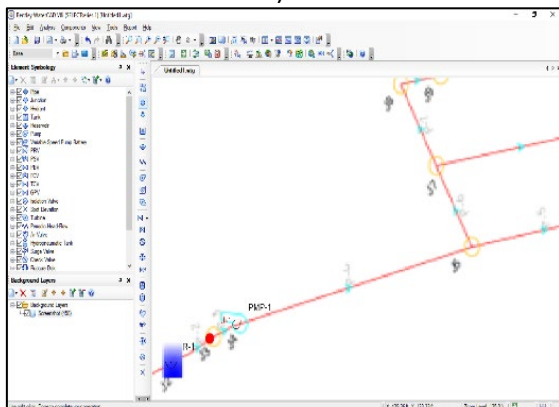
- Klik Icon Reservoir pada Tool Bar (Masukan Data Reservoir (Elevasi))



Gambar 8. Tampilan kerja pada Software Watercad V8i

Sumber : Watercad V8i

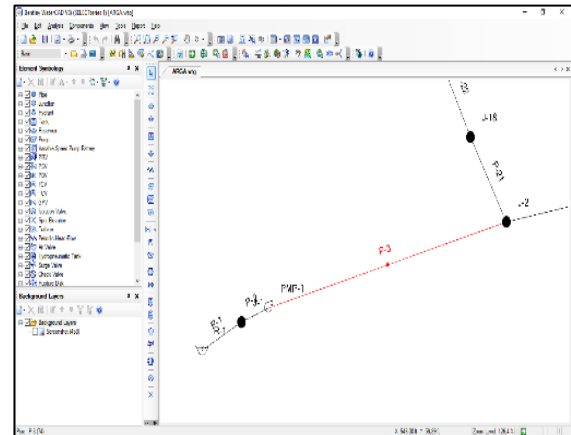
- Klik Icon Junction pada Tool Bar (Masukan Data Junction (Elevasi, Base Demand))



Gambar 9. Data Masukan yang Dibutuhkan untuk Junction

Sumber : Watercad V8i

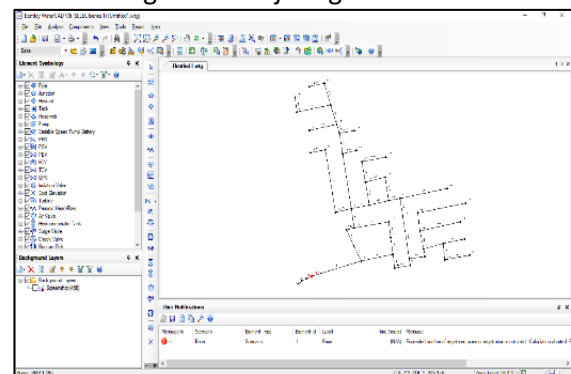
- Klik ilcon pipe pada Tool Bar (Masukan Data Junction (Elevasi, Base Demand))



Gambar 6. Masukan Data yang Dibutuhkan Untuk Pipa

Sumber : Watercad V8i

4. Running Simulasi jaringan Watercad V8i



Gambar 7. Running untuk menyelesaikan simulasi perencanaan

Sumber : Watercad V8i

5. Mengavaluasi repot sebelum dijadikan hasil laporan

4.11. Output WaterCAD V8i

Perencanaan skema jaringan ini disimulasikan dengan menggunakan program Watercad V8i. Dalam jaringan ini sumber air berasal dari saluran distribusi Perumdam Among Tirto Kota Batu dengan debit 36 liter/detik menggunakan satu pompa dan satu tangki, direncanakan dengan jumlah node 48 dan 52 pipa. Jaringan ini menggunakan pipa PVC tipe AW diameter 0.022 m untuk pipa sambungan rumah dan diameter 0.026 m untuk pipa sambungan utama.

Tabel 6. Energi Absolut dan Energi Relatif

No. Node	E. Dasar (m)	Energi Absolut (m)	Energi Relatif (m)	Konsumsi (l/s)	Notasi
1	504,30	504,30	0,000	-	
2	504,00	504,20	0,200	-	
3	504,10	504,20	0,100	-	
4	504,30	504,20	0,100	0,000	Hulu
		513,28			Hilir
5	505,76	513,19	7,430	0,220	
6	505,50	512,30	7,690	0,080	
7	504,33	512,10	8,860	0,250	
8	503,70	513,01	9,490	0,000	
9	503,60	513,11	9,590	0,310	
10	503,60	512,90	10,590	0,000	
11	502,60	512,62	9,050	0,000	
12	504,14	512,78	6,690	0,000	
13	506,50	512,10	7,410	0,000	
14	505,78	513,56	7,820	0,290	
15	505,37	513,12	9,090	0,280	
16	504,10	513,19	9,090	0,000	
17	501,00	513,02	12,190	0,000	
18	503,22	513,16	9,970	0,000	
19	500,60	513,1	12,590	0,050	
20	501,00	513,01	12,590	0,000	
21	502,00	512,95	11,190	0,000	
22	499,00	512,22	14,190	0,170	
23	498,00	512,64	15,190	0,300	
24	497,70	512,13	15,490	0,400	
25	498,60	512,74	14,590	0,000	
26	496,40	512,23	16,790	0,460	
27	499,10	511,71	14,090	0,000	
28	495,00	511,95	18,190	0,170	
29	500,40	512,22	12,790	0,050	
30	499,30	512,95	13,890	0,270	
31	502,40	512,12	10,790	0,000	
32	501,60	512,64	11,590	0,000	
33	501,20	512,13	11,990	0,000	
34	498,00	511,90	15,190	0,150	
35	502,60	511,20	10,590	0,360	
36	501,65	510,77	11,540	0,260	
37	501,83	512,95	11,360	0,000	
38	502,20	512,22	10,990	0,140	
39	500,90	512,64	12,290	0,000	
40	500,10	512,13	13,090	0,000	
41	500,10	511,90	13,090	0,090	
42	500,30	511,20	12,890	0,000	
43	501,34	510,77	11,850	0,090	
44	499,60	512,19	13,590	0,070	
45	499,10	512,19	14,090	0,000	
46	499,60	510,32	13,590	0,160	
47	500,50	510,75	12,670	0,000	
48	500,00	510,98	13,190	0,000	

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada hasil running program Watercad V8i didapat energi relatif maksimum sebesar 18.19 m dan energi relatif minimum sebesar 0.10 m.

4. 12 Tanki

Volume tangki yang direncanakan untuk iperencanaan sistem distribusi air bersih pada perumahan Athara Residence sebagai berikut:

- Elevasi maksimum = + 508 m
- Elevasi iminimum = i+ i504 im
- Elevasi idasar = i+ i504 im
- Luas itangki = i32 **im²**

- Tinggi tangki = 4 m

Dari idata tangki yang ada dapat dilakukan perhitungan volume tangki seperti berikut:

- Volume = $P \times L \times T$
 $= (32 \text{ m}) \times 4 \text{ m}$
 $= 128 \text{ m}^3$

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada studi yang telah dilakukan untuk merencanakan jaringan distribusi air bersih di kawasan Perumahan Athara Residence berada di Desa Torongrejo, Kota Batu, Jawa Timur. Kesimpulan dari analisa perencanaan dan perhitungan sebagai berikut

- 1 Kebutuhan air bersih untuk perumahan Athara Residence sebesar 3,09 liter per detik, dengan kehilangan air sebanyak 0,62 liter per detik, dan kebutuhan air bersih maksimum hari sebanyak 4,26 liter per detik serta pada jam puncak untuk kebutuhan air bersih sebanyak 5,56 liter per detik.
- 2 Skema jaringan air bersih di Perumahan Athara Residence memiliki 53 node, 47 pipa, satu tangki dan satu pompa dengan sumber air yang berasal dari PDAM Tirta Sukapura. Untuk pipa menggunakan jenis PVC tipe AW dengan ukuran $\frac{3}{4}$ inc dan 1 inc. untuk pompa digunakan pompa tipe Grundfos NS 130–18M. Dari hasil running program WatercadV8i didapatkan energi relatif terkecil 6,69 m dan energi relatif terbesar 18,19 m

5.2 Saran

- 1 Sebaiknya dilakukan kajian perluasan sistem jaringan untuk mengantisipasi pertumbuhan jumlah penghuni di masa depan, termasuk evaluasi kapasitas sumur bor dan kemungkinan integrasi dengan sumber air alternatif jika kapasitas eksisting tidak lagi mencukupi.
- 2 Agar sistem distribusi air bersih berjalan optimal dan berkelanjutan, sebaiknya dilengkapi sistem drainase dan pengolahan air limbah, sehingga tidak hanya fokus pada suplai air bersih, tapi juga aspek sanitasi

dan lingkungan.

- 3 Untuk penelitian selanjutnya dapat merencanakan menggunakan aplikasi lain seperti Waternet atau Pipe Flow

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. M. Sukartini dan S. Saleh, "Akses Air Bersih di Indonesia," *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, vol. 9, no. 2, hlm. 89–98, 2016.
- [2] A. K. Bura, "Evaluasi Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Komodo Kabupaten Manggarai Barat Nusa Tenggara Timur," 2023.
- [3] C. D. Saputra, E. Noerhayati, dan A. Rokhmawati, "Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Desa Plalangan Kecamatan Jenangan Kabupaten Ponorogo," *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, vol. 13, no. 2, 2023.
- [4] K. F. L. T. Al Azroq, E. Noerhayati, dan A. Rahmawati, "Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Desa Wonorejo Kecamatan Lawang Kabupaten Malang," *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, vol. 13, no. 2, 2023.
- [5] H. Arrosyid, "Studi Evaluasi Distribusi Air Bersih Desa Lamondape Kecamatan Polinggona Sulawesi Tenggara dengan Software Epanet 2.2.," 2023.
- [6] R. A. Suryateja, E. Noerhayati, dan B. Suprpto, "Studi Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Distrik Aimas Kabupaten Sorong menggunakan Software Epanet 2.0," *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, vol. 10, no. 1, hlm. 69–83, 2021.
- [7] R. Triarmadja, *Teknik penyediaan air minum perpipaan*. Ugm Press, 2019.
- [8] K. Asmadi dan H. S. Kasjono, "Teknologi pengolahan air minum," *Yogyakarta: Gosyen Publishing*, vol. 11, 2011.
- [9] M. Silalahi, E. B. Walujo, J. Supriatna, dan W. Mangunwardoyo, "The local knowledge of medicinal plants trader and diversity of medicinal plants in the Kabanjahe traditional market, North Sumatra, Indonesia," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 175, hlm. 432–443, 2015.