

EVALUASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK OPTIMALISASI PELAYANAN AIR BERSIH WILAYAH RESERVOIR JAN PDAM KOTA TERNATE

Alfajar Yahya¹⁾, Triyono²⁾, Basuki³⁾

^{1) 2) 3)} Institut Teknologi Yogyakarta
email: alfajaryahya@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Kebutuhan air minum akan terus meningkat maka diperlukan sarana dan prasarana penyediaan air yang memadai. Reservoir Jan I PDAM Kota Ternate wilayah pelayanan Jati Perumnas sering terjadi permasalahan di sistem jaringan distribusi, seperti kehilangan air dan di wilayah ketinggian sering tidak dialiri air. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui ketersediaan air menggunakan neraca air dan mengevaluasi jaringan distribusi menggunakan program Epanet 2.0. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil data primer seperti jaringan distribusi, debit air, proyeksi pertumbuhan penduduk, dan data sekunder seperti data rekening ditagih dan kebutuhan air. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air di wilayah pelayanan Jati Perumnas, pada tahun 2030 memiliki kebutuhan air berjumlah 10,71 l/detik, distribusi berjumlah 6,46l/detik. Agar dapat memenuhi kebutuhan air 10 tahun kedepan diperlukan penambahan kapasitas distribusi sebesar 4,25 l/detik. Hasil Evaluasi jaringan distribusi didapatkan permasalahan aliran air dalam pipa yang kurang dari kriteria desain dan tekanan melebihi kriteria desain. Maka diperlukan pemasangan tangki air dan mengganti ukuran pipa ke diameter yang lebih kecil.] Abstrak ditulis identik dengan tulisan ini, ukuran font 10, times new rowman, line spacing 1, justify.

Kata kunci: Kebutuhan air, Evaluasi, Jaringan Distribusi, Epanet 2.0

ABSTRACT

[Drinking water needs will continue to increase, therefore adequate water supply facilities and infrastructure are needed. Reservoir Jan I PDAM Ternate Jati Perumnas service area often occurs problems in the distribution network system, such as water loss and in the altitude area is often not watered. The purpose of this study is to determine the availability of water using the water balance and evaluate the distribution network using the Epanet 2.0 program. From the study obtained the results of primary data such as distribution network, water discharge, population growth projection, and secondary data such as billed account data and water needs. Based on the results of the calculation of projected water needs in the jati perumnas service area, in 2030 has a water need of 10.71 l / s, distribution amounted to 6.46l / s. In order to meet the water needs of the next 10 years, it is necessary to increase the distribution capacity by 4.25 l / s. Evaluation results of distribution network obtained water flow problems in pipes that are less than the design criteria and pressure exceeds the design criteria. Then it is necessary to install the water tank and change the pipe size to a smaller diameter.] Abstrak ditulis identik dengan tulisan ini, ukuran font 10, times new rowman, italic, line spacing 1, justify.

Kata kunci: Water Requirement, Evaluation, Distribution Network, Epanet 2.0

PENDAHULUAN

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau keperluan sehari-hari. Menurut peraturan menteri kesehatan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila dimasak. Kebutuhan manusia akan air sangat terasa dimana-mana, baik untuk keperluan pertanian, industri, rumah tangga dan kesehatan. Kelangkaan air bagi suatu kawasan dampaknya sangat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia, baik aspek sosial, ekonomi, budaya dan sebagainya (Salilama, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa air bersih merupakan kebutuhan utama bagi setiap individu untuk melakukan berbagai aktifitas sehari-hari maupun untuk dikonsumsi.

Kebutuhan air bersih akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi masyarakat, kebutuhan air juga mengalami peningkatan baik dari sisi jumlah maupun mutu (Suprihatin & Suparno, 2013). Sedangkan kualitas air semakin menurun akibat dari berbagai aktivitas manusia yang dapat mencemari sumber-sumber air tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu proses pengolahan yang tepat sebelum air tersebut dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh manusia. Pengolahan tersebut bertujuan untuk mendapatkan air bersih dan sehat yang memenuhi standar baku mutu sehingga aman untuk digunakan.

Air bersih untuk keperluan publik umumnya dipasok oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Hingga saat ini, baru sebagian dari penduduk dapat memperoleh layanan PDAM tersebut akibat dari keterbatasan kemampuan perusahaan daerah tersebut. Untuk meningkatkan pelayanan, di beberapa kota besar penyediaan air bersih dikelola oleh perusahaan swasta atau kerjasama antara PDAM dan perusahaan swasta (Suprihatin & Suparno, 2013). PDAM Kota Ternate merupakan Perusahaan Daerah Air Minum sebagai penyedia pelayanan air bersih bagi masyarakat yang menjadi konsumen atau pelanggan. Permasalahan pada Reservoir Jan I PDAM Kota Ternate umumnya disebabkan adanya kebocoran pipa dan wilayah yang berada di ketinggian sering tidak mendapatkan pasokan air. Kebocoran pipa sering terjadi akibat tekanan air yang tinggi, semakin tinggi tekanan air, maka semakin besar pula tekanan pada dinding pipa. Dan juga beberapa penyebab kebocoran pipa seperti proses korosi pada pipa dan kualitas pipa. Kebocoran air dan kekurangan air menjadi permasalahan sehingga dilakukan sistem bergilir dalam pendistribusian air bersih, yang mengakibatkan menurunnya tingkat pelayanan PDAM terhadap konsumen.

Dalam rangka meningkatkan pelayanan distribusi air bersih, Reservoir Jan PDAM Kota Ternate menjadi objek penelitian yang nantinya akan di evaluasi kinerja jaringan distribusinya. Dalam proses pendistribusian air bersih ke pelanggan sering terjadi kehilangan air dan bahkan di wilayah pelayanan yang berada di ketinggian tidak mendapatkan air. Kehilangan air ini menyebabkan jumlah air yang diterima pelanggan semakin berkurang dari jumlah air yang disediakan di reservoir. Maka diperlukan evaluasi jaringan distribusi Reservoir Jan PDAM Kota Ternate.

METODOLOGI PENELITIAN

Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah kebutuhan air dan kondisi sistem Jaringan distribusi di Reservoir Jan I PDAM Kota Ternate.

Teknik Pengumpulan Data

Untuk dapat mengetahui dan menyelesaikan suatu permasalahan, dibutuhkan data yang mendukung sehingga dapat menghasilkan suatu hasil pemecahan dengan baik dan tepat. Adapun proses pengumpulan data dapat dilakukan dengan proses pengamatan langsung di lapangan dan pengambilan data dari instansi terkait, dalam hal ini adalah PDAM Kota Ternate dan BPS Kota Ternate.

Pengolahan Data

1. Jumlah penduduk

Data jumlah penduduk didapat dari BPS Kota Ternate, Data Monografi Kelurahan. Kemudian dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk daerah pelayanan Reservoir Jan I untuk analisis neraca air.

2. Peta jaringan

Peta jaringan didapat dari bagian distribusi dimana yang didalamnya berisi diameter pipa, panjang pipa dan kekasaran pipa. Kemudian dapat digunakan sebagai bahan analisis jaringan dengan program Epanet 2.0.

3. Data rekening ditagih

Data rekening ditagih yang didapat dari hubungan langganan kemudian diolah untuk dicari rata-rata per tiga bulan dalam satuan liter/detik yang kemudian hasilnya untuk menghitung demand atau kebutuhan air di seluruh jaringan yaitu dengan cara rata-rata data rekening tagihan per tiga bulan dibagi dengan jumlah SR. Setelah menghitung demand untuk menghitung nilai base demand atau kebutuhan air di setiap nodenya yaitu dengan cara hasil demand dikali dengan jumlah SR tiap node. Hasil olahan tersebut untuk analisa jaringan dengan program Epanet 2.0.

4. Debit air

Data yang sudah didapat dari pemantauan debit air selama 24 jam kemudian dihitung rata-rata debit air tersebut. Hasilnya digunakan untuk menghitung flow factor atau pola penggunaan air pelanggan dalam satu hari dengan cara debit pada saat jam tertentu dibagi dengan debit rata-rata. Hasil olahan tersebut untuk analisa kebutuhan air dan analisa jaringan dengan program Epanet 2.0.

5. Tekanan air

Untuk pengukuran tekanan air menurut Permen PU No 18 Tahun 2007. Pemantauan tekanan dan kontinuitas aliran air di pipa distribusi terjauh. Alat yang digunakan yaitu manometer. Untuk pengukuran di lapangan digunakan sebagai data kalibrasi. Sedangkan data tekanan yang diperoleh dari PDAM digunakan untuk analisa jaringan dengan program Epanet 2.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air Pelanggan

Kebutuhan air diproyeksikan selama 10 tahun saat ini hingga pada tahun 2030 bertujuan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air masyarakat mengalami defisit atau surplus. Jika mengalami defisit maka perlu penambahan debit air distribusi sehingga mencukupi kebutuhan daerah terlayani. Pada perhitungan proyeksi kebutuhan air diperoleh data sekunder dari PDAM yaitu nilai persentase cakupan wilayah pelayanan sebesar 94,32% dengan penduduk kondisi eksisting pada tahun 2020.

Dari hasil perhitungan diperoleh kebutuhan air pelanggan di tahun 2020 sebanyak 9,76 L/detik, tahun 2025 sebanyak 10,21 L/detik dan dan tahun 2030 sebanyak 10,71 L/detik dengan kapasitas distribusi adalah 6,46 L/detik.

Neraca Air

Perhitungan neraca air pelayanan jati perumnas juga dilakukan analisis demand supply ratio dimana ketersediaan air dibagi kebutuhan air pelanggan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui distribusi air PDAM yang ada akan dilakukan penambahan kapasitas debit yang memiliki pelayanan mencukupi atau tidak dapat dilihat dari hasil rasio jika nilai rasio > 1 maka dapat diartikan bahwa suatu daerah tersebut memiliki sistem pelayanan yang mencukupi. Jika nilai rasio < 1 maka perlunya penambahan debit distribusi PDAM. Hasil analisis Demand Supply Ratio dapat dilihat pada Tabel berikut.

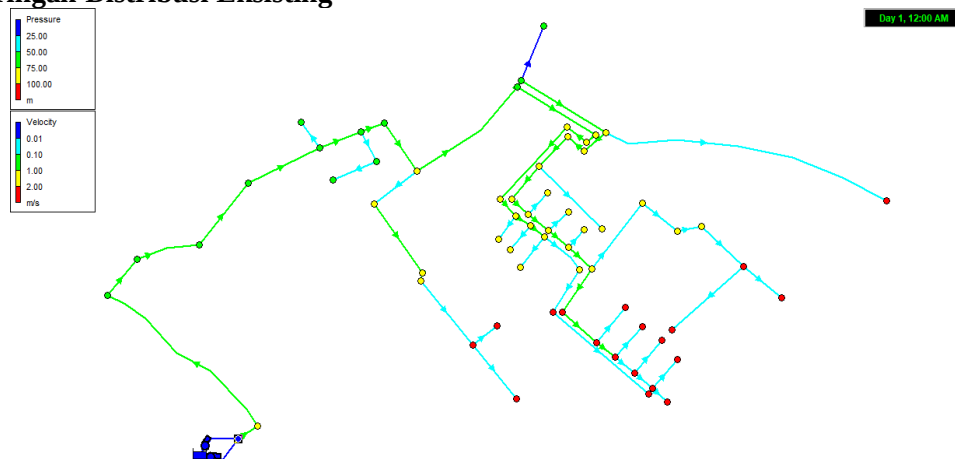
Tabel 1. Analisis *Demand Supply Ratio*

Tahun	Supply (l/detik)	Kebutuhan (l/detik)	Ratio
2020	6,46	9,76	0,66
2025	6,46	10,21	0,63
2030	6,46	10,71	0,60

(Sumber: Pengolahan penulis, 2021)

Pada Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa pada tahun 2020 hingga tahun 2030 nilai ratio < 1 yang berarti pelayanan PDAM tidak mencukupi kebutuhan air pelanggan sehingga perlunya penambahan kapasitas debit distribusi sebesar 4,25 l/detik dari sumur dalam untuk mencukupi kebutuhan air minum wilayah pelayanan jati perumnas hingga 10 tahun kedepan.

Kondisi Jaringan Distribusi Eksisting



Gambar 1. Hasil Output pada Pipa dan Node

Perbedaan warna pada gambar output node dan pipa didasarkan pada perbedaan hasil output masing-masing komponen. Berikut merupakan hasil output node dan pipa berupa tabel.

Tabel 2. Hasil Output Node

Node	Demand (l/detik)	Head (m)	Pressure (m)
1	0	178.94	98.94
2	0	178.93	98.93
3	0	178.65	64.65
4	0	178.59	63.59
5	0	178.5	67.5
6	0.08	178.39	66.39

Node	Demand (l/detik)	Head (m)	Pressure (m)
7	0.09	178.29	69.29
8	0.13	178.29	65.29
9	0.07	178.24	69.24
10	0.1	178.23	73.23
11	0.1	178.22	74.22
12	0.11	178.2	69.2
13	0.23	178.14	78.14
14	0.18	178.14	80.14
15	0	178.08	92.08
16	0.07	178.08	93.08
17	0.08	178.04	104.04
18	0.09	178.04	103.04
19	0.1	178.03	114.03
20	0.09	178.03	74.03
21	0.16	178.03	74.03
22	0.15	178.03	74.03
23	0.01	177.67	83.67
24	0.02	177.62	84.62
25	0.14	177.53	81.53
26	0.02	177.27	86.27
27	0.03	177.21	88.21
28	0.08	177.21	90.21
29	0.07	177.18	90.18
30	0.09	177.18	91.18
31	0.11	177.16	92.16
32	0.09	177.16	94.16
33	0.08	177.14	99.14
34	0.08	177.13	103.13
35	0.09	177.13	120.13
36	0.53	177.32	84.32
37	0.17	177.31	119.31
38	0.02	177.2	85.2
39	0.05	177.09	82.09
40	0.07	176.91	83.91
41	0.1	176.9	93.9
42	0.02	176.74	85.74
43	0.06	176.65	88.65
44	0.09	176.65	86.65
45	0.08	176.56	90.56
46	0.09	176.56	89.56
47	0.07	176.49	94.49
48	0.09	176.48	92.48
49	0.24	176.41	98.41
50	0.08	176.38	102.38
51	0.07	176.35	109.35
52	0.09	176.34	105.34
53	0.09	176.34	112.34
54	0.09	176.33	109.33
55	0.09	176.33	115.33
56	0.09	176.33	111.33
57	0.09	176.33	118.33
58	0.09	176.33	114.33
59	0.09	176.33	120.33
60	0.11	176.37	91.37
61	0.05	176.37	97.37
62	0.1	176.36	97.36
63	0.11	176.35	103.35
64	0.09	176.35	110.35
65	0.11	176.35	111.35

(Sumber : Analisis Epanet 2.0, 2021)

Tabel 3. Hasil Output Pipa

Pipa	Debit (l/detik)	Kecepatan (m/detik)	Unit Headloss (m/km)
1	5.89	0.32	1.02
2	5.89	0.32	1.02
3	5.89	0.32	1.02
4	5.89	0.32	1.02
5	5.89	0.32	1.02
6	5.81	0.31	0.99
7	0.13	0.04	0.08
8	5.59	0.3	0.93
9	0.2	0.07	0.19
10	0.1	0.04	0.05
11	5.32	0.29	0.84
12	5.21	0.28	0.81
13	0.52	0.03	0.01
14	0.34	0.12	0.49
15	0.34	0.12	0.49
16	0.27	0.09	0.32
17	0.09	0.03	0.04
18	0.1	0.04	0.05
19	4.46	0.24	0.61
20	3.44	0.19	0.38
21	0.15	0.01	0
22	0.92	0.31	2.89
23	0.91	0.31	2.83
24	0.89	0.3	2.7
25	0.75	0.25	1.98
26	0.73	0.25	1.87
27	0.08	0.03	0.03
28	0.61	0.21	1.37
29	0.09	0.03	0.04
30	0.45	0.15	0.78
31	0.09	0.03	0.04
32	0.25	0.08	0.26
33	0.17	0.06	0.13
34	0.09	0.03	0.04
35	3.14	0.53	5.23
36	0.17	0.03	0.02
37	2.43	0.41	3.27
38	2.41	0.41	3.21
39	2.36	0.4	3.1
40	0.1	0.03	0.05
41	2.19	0.37	2.7
42	2.17	0.37	2.65
43	0.09	0.03	0.04
44	2.02	0.34	2.32
45	0.09	0.03	0.04
46	1.85	0.32	1.97
47	0.09	0.03	0.04
48	1.69	0.29	1.67
49	0.88	0.15	0.49
50	0.8	0.14	0.41
51	0.09	0.03	0.04
52	0.64	0.11	0.27
53	0.09	0.03	0.04
54	0.45	0.08	0.15
55	0.09	0.03	0.04
56	0.27	0.05	0.06

Pipa	Debit (l/detik)	Kecepatan (m/detik)	Unit Headloss (m/km)
57	0.09	0.03	0.04
58	0.09	0.02	0.01
59	0.58	0.1	0.23
60	0.47	0.08	0.15
61	0.42	0.07	0.13
62	0.32	0.05	0.08
63	0.09	0.03	0.04
64	0.11	0.02	0.01

(Sumber : Analisis Epanet 2.0, 2021)

Dapat dilihat pada gambar ataupun pada tabel tekanan pada tiap node/junction sebagian besar belum memenuhi kriteria desain yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 18 tahun 2007 yaitu antara 5,16 - 80 m. Terdapat 14 node yang memiliki tekanan sesuai kriteria desain. Tekanan tertinggi yang terlihat pada tabel dan gambar dengan nilai berkisar sekitar 80,14 – 120,33 m. Untuk kecepatan alirannya terdapat 18 pipa yang memenuhi ketentuan dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 18 tahun 2007. Pada gambar juga dapat terlihat pipa-pipa yang kecepatan alirannya belum memenuhi kriteria desain. Pipa-pipa yang kecepatan alirannya belum memenuhi kriteria desain dapat dilihat pada gambar, pipa tersebut berwarna biru, biru muda dan untuk yang berwarna hijau sebagian telah memenuhi kriteria desain yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 18 tahun 2007. Persyaratan kecepatan aliran pada pipa tersebut ditetapkan 0.3 m/detik – 4,5 m/detik. Kurangnya kecepatan tersebut menyebabkan kecilnya aliran yang diterima oleh pelanggan.

Kalibrasi Data

Kalibrasi data dilakukan untuk mengetahui selisih data yang didapat antara program EPANET 2.0 dan kondisi data lapang. Data yang dikalibrasi adalah data tekanan, karena pengambilan data yang paling memungkinkan untuk diukur secara langsung adalah data tekanan. Alat yang digunakan yaitu manometer. Sedangkan titik junction/node yang data tekanannya diambil yaitu node 7, node 14 dan node 37. Jadi total data tekanan yang diambil yaitu ada 3 titik.

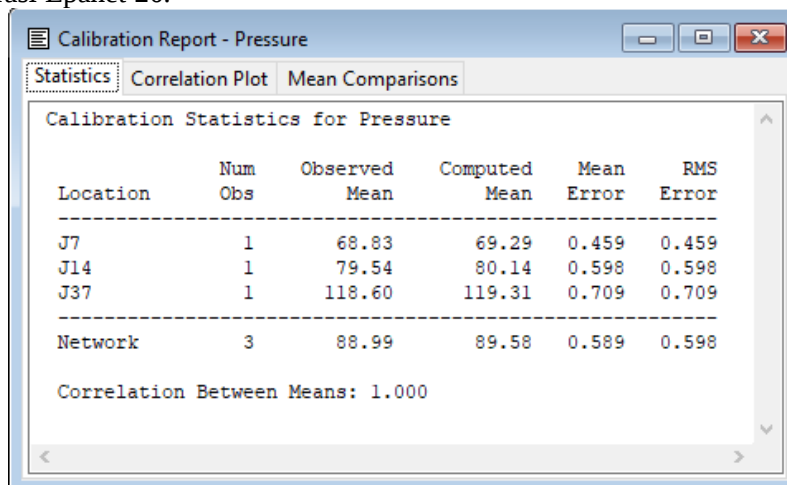
Berikut merupakan tabel perbandingan hasil data tekanan antara pengukuran dilapangan dengan simulasi program Epanet 2.0.

Tabel 4. Perbandingan tekanan antara observasi dan simulasi EPANET 2.0

Data Observasi		Data Simulasi	
Node	Tekanan (m)	Node	Tekanan (m)
7	68,83	7	69,29
14	79,54	14	80,14
37	118,60	37	119,31

(Sumber: Pengolahan Penulis, 2021)

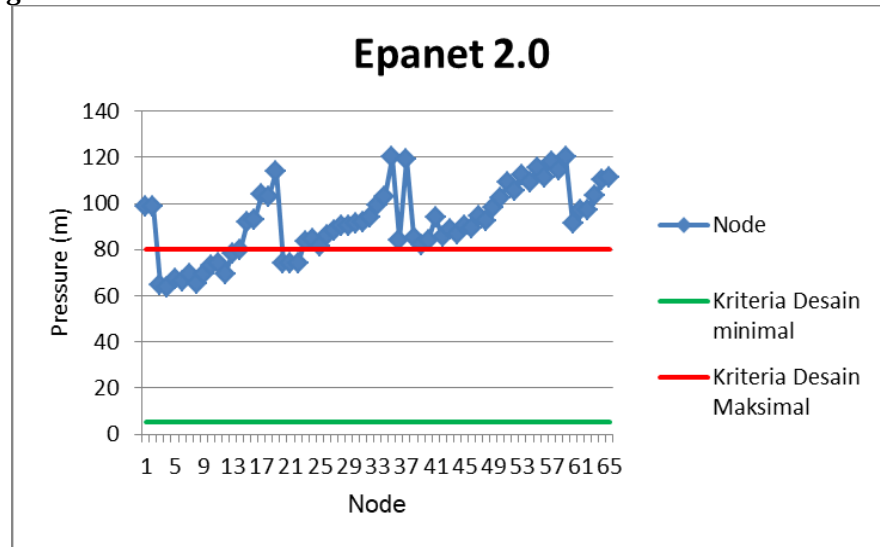
Metode kalibrasi yang digunakan dalam penelitian yaitu RMSE (Root Mean Square Error). Metode Root Mean Square Error (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Berikut merupakan gambar hasil kalibrasi Epanet 20.



Gambar 2. Hasil Kalibrasi Data Tekanan Epanet 2.0

Berdasarkan perhitungan kalibrasi data tekanan oleh EPANET 2.0 menunjukkan bahwa nilai Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0,598. Sedangkan nilai korelasinya nilai 1. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan nilai hasil observasi dengan hasil simulasi tidak jauh berbeda sehingga tingkat keakuratan yang dimiliki cukup tinggi.

Evaluasi Jaringan Distribusi



Gambar 3. Grafik Tekanan Tiap Node

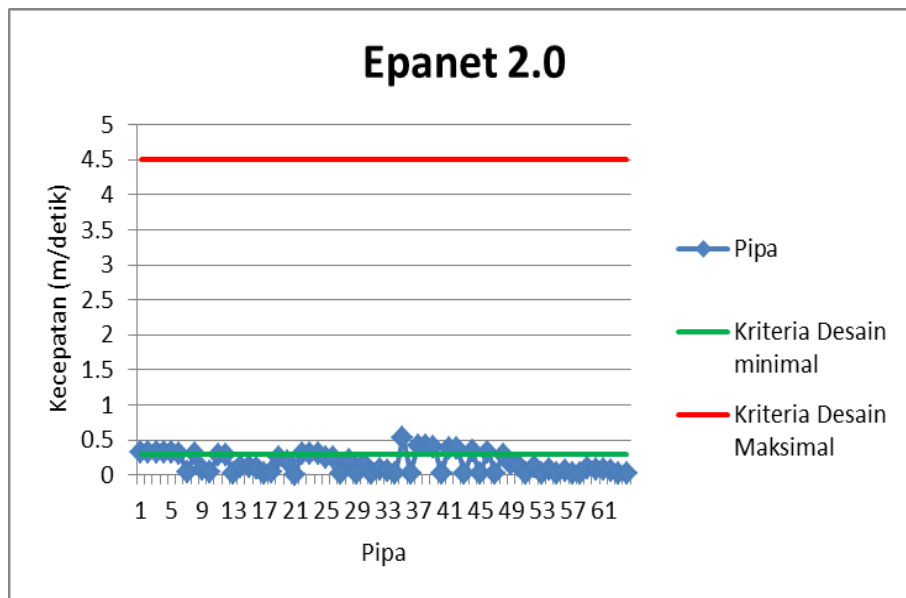
Dari gambar grafik tersebut dapat dilihat, terdapat node-node yang tekanannya melebihi kriteria desain. Pada jaringan distribusi pelayanan jati perumnas, banyak node yang tekanannya melebihi kriteria desain. Node-node yang tekanannya melebihi kriteria desain berjumlah 51 node. Berikut merupakan daftar node yang tidak memenuhi kriteria desain menurut perhitungan program epanet 2.0 :

Tabel 5. Node dengan Tinggi Tekanan Melebihi Kriteria Desain

Node	Elevasi (m)	Pressure (m)	Node	Elevasi (m)	Pressure (m)
1	80	98.94	41	83	93.9
2	80	98.93	42	91	85.74
14	98	80.14	43	88	88.65
15	86	92.08	44	90	86.65
16	85	93.08	45	86	90.56
17	74	104.04	46	87	89.56
18	75	103.04	47	82	94.49
19	64	114.03	48	84	92.48
23	94	83.67	49	78	98.41
24	93	84.62	50	74	102.38
25	96	81.53	51	67	109.35
26	91	86.27	52	71	105.34
27	89	88.21	53	64	112.34
28	87	90.21	54	67	109.33
29	87	90.18	55	61	115.33
30	86	91.18	56	65	111.33
31	85	92.16	57	58	118.33
32	83	94.16	58	62	114.33
33	78	99.14	59	56	120.33
34	74	103.13	60	85	91.37
35	57	120.13	61	79	97.37
36	93	84.32	62	79	97.36

Node	Elevasi (m)	Pressure (m)	Node	Elevasi (m)	Pressure (m)
37	58	119.31	63	73	103.35
38	92	85.2	64	66	110.35
39	95	82.09	65	65	111.35
40	93	83.91			

(Sumber : Analisis Epanet 2.0, 2021)



Gambar 4. Grafik Kecepatan Aliran Tiap Pipa

Dari gambar 4 dapat dilihat, terdapat pipa-pipa yang kecepatan aliran lebih kecil dari kriteria desain. Pipa yang kecepatan alirannya kecil dari kriteria desain berjumlah 46 pipa. Berikut merupakan daftar pipa yang tidak memenuhi kriteria desain menurut perhitungan program epanet 2.0:

Tabel 6. Pipa dengan Kecepatan di Bawah Kriteria Desain

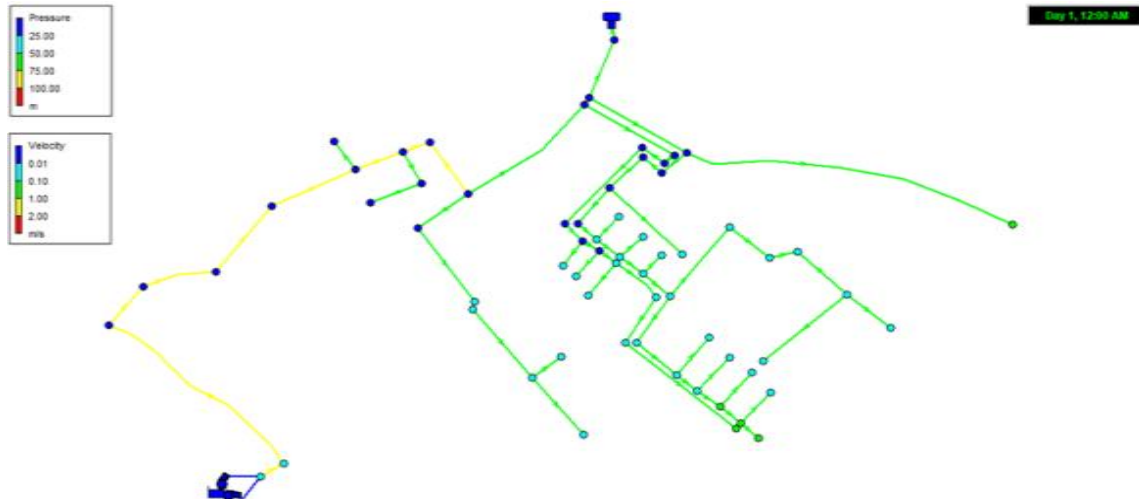
Pipa	Diameter Luar (mm)	Diameter Dalam (mm)	Debit (l/detik)	Kecepatan (m/detik)
7	63	60.6	0.13	0.04
9	63	60.6	0.2	0.07
10	63	60.6	0.1	0.04
11	160	153.8	5.32	0.29
12	160	153.8	5.21	0.28
13	160	153.8	0.52	0.03
14	63	60.6	0.34	0.12
15	63	60.6	0.34	0.12
16	63	60.6	0.27	0.09
17	63	60.6	0.09	0.03
18	63	60.6	0.1	0.04
19	160	153.8	4.46	0.24
20	160	153.8	3.44	0.19
21	160	153.8	0.15	0.01
25	63	61.3	0.75	0.25
26	63	61.3	0.73	0.25
27	63	61.3	0.08	0.03
28	63	61.3	0.61	0.21

Pipa	Diameter Luar (mm)	Diameter Dalam (mm)	Debit (l/detik)	Kecepatan (m/detik)
29	63	61.3	0.09	0.03
30	63	61.3	0.45	0.15
31	63	61.3	0.09	0.03
32	63	61.3	0.25	0.08
33	63	61.3	0.17	0.06
34	63	61.3	0.09	0.03
36	90	86.5	0.17	0.03
40	63	61.3	0.1	0.03
43	63	61.3	0.09	0.03
45	63	61.3	0.09	0.03
47	63	61.3	0.09	0.03
48	90	86.5	1.69	0.29
49	90	86.5	0.88	0.15
50	90	86.5	0.8	0.14
51	63	61.3	0.09	0.03
52	90	86.5	0.64	0.11
53	63	61.3	0.09	0.03
54	90	86.5	0.45	0.08
55	63	61.3	0.09	0.03
56	90	86.5	0.27	0.05
57	63	61.3	0.09	0.03
58	90	86.5	0.09	0.02
59	90	86.5	0.58	0.1
60	90	86.5	0.47	0.08
61	90	86.5	0.42	0.07
62	90	86.5	0.32	0.05
63	63	60.6	0.09	0.03
64	90	86.5	0.11	0.02

(Sumber : Analisis Epanet 2.0, 2021)

Pipa-pipa yang kecepatannya tidak sesuai kriteria desain yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 18 tahun 2007 ini dapat disesuaikan kecepatannya. Dikarenakan kecepatan airnya kecil, untuk menambah kecepatan air maka perlu diperkecil diameter pipa. Selain itu, untuk mempercepat kecepatan air bisa juga dengan memperkasar material pipa. Memperbesar kekasaran material pipa mungkin tidak cukup efektif untuk mempercepat aliran air. Oleh karena itu, solusi yang perlu dilakukan yaitu memperkecil diameter pipa.

Tekanan pada tiap node dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 5 sebelumnya, sebagian besar melebihi kriteria desain. Untuk mengurangi tinggi tekanan pada tiap node agar sesuai kriteria desain, dapat juga dengan memperkecil diameter pipa atau pemasangan valve. Memperkecil diameter pipa dan pemasangan valve tidak cukup efektif karena tekanan yang dihasilkan pada node yang elevasinya rendah sangat besar. Sehingga untuk mengurangi tekanan yang tinggi dilakukan pemasangan tangki air. Pemasangan tangki air di wilayah ketinggian tidak hanya untuk mengurangi tekanan tapi juga untuk mengatasi permasalahan kurangnya aliran air di wilayah ketinggian.



Gambar 5. Jaringan Distribusi dengan Diameter Pipa Diperkecil dan Penambahan Tangki Air
Dapat dilihat dari gambar 5 sudah tidak ada pipa yang berwarna biru dan biru muda. Ini menunjukkan bahwa sudah tidak ada pipa yang kecepatannya kurang dari 0,3 m/detik dan kecepatan pipa-pipa pada jaringan tersebut telah sesuai dengan kriteria desain. Sedangkan untuk nodenya, tidak ada yang nilai tekanannya melebihi 80 m. Dapat dilihat dengan tidak adanya node yang berwarna kuning dan merah. Berikut merupakan hasil output pipa dan node dari perhitungan program epanet 2.0 :

Tabel 7. Hasil Output Pipa Setelah Dievaluasi

Pipa	Debit (l/detik)	Kecepatan (m/detik)	Unit Headloss (m/km)
1	19.88	1.07	9.69
2	19.88	1.07	9.69
3	19.88	1.07	9.69
4	19.88	1.07	9.69
5	19.88	1.07	9.69
6	19.8	1.07	9.62
7	0.13	0.43	20.47
8	19.58	1.05	9.42
9	0.2	0.45	17.19
10	0.1	0.35	14.12
11	19.31	1.04	9.18
12	19.19	1.03	9.08
13	0.52	0.45	9.9
14	0.34	0.46	13.34
15	0.34	0.46	13.34
16	0.27	0.6	29.29
17	0.09	0.31	11.35
18	0.1	0.35	14.12
19	18.44	0.99	8.43
20	17.42	0.94	7.59
21	14.12	0.76	5.15
22	0.93	0.52	9.74
23	0.92	0.51	9.52
24	0.9	0.5	9.09
25	0.76	0.42	6.7
26	0.74	1	55.87
27	0.09	0.31	11.35

Pipa	Debit (l/detik)	Kecepatan (m/detik)	Unit Headloss (m/km)
28	0.61	0.83	39.63
29	0.09	0.31	11.35
30	0.45	0.61	22.73
31	0.09	0.31	11.35
32	0.25	0.34	7.51
33	0.17	0.38	12.26
34	0.09	0.31	11.35
35	3.14	0.53	5.23
36	0.17	0.38	12.26
37	2.43	0.41	3.27
38	2.41	0.41	3.21
39	2.36	0.4	3.1
40	0.1	0.35	14.12
41	2.19	0.37	2.7
42	2.17	0.37	2.65
43	0.09	0.31	11.35
44	2.02	0.34	2.32
45	0.09	0.31	11.35
46	1.85	0.32	1.97
47	0.09	0.31	11.35
48	1.69	0.41	4.06
49	0.88	0.48	8.67
50	0.8	0.44	7.27
51	0.09	0.31	11.35
52	0.64	0.86	42.39
53	0.09	0.31	11.35
54	0.45	0.61	22.73
55	0.09	0.31	11.35
56	0.27	0.37	8.83
57	0.09	0.31	11.35
58	0.09	0.31	11.35
59	0.58	0.32	4.04
60	0.47	0.63	23.8
61	0.42	0.57	19.68
62	0.32	0.43	11.74
63	0.09	0.31	11.35
64	0.11	0.39	17.16

(Sumber : Analisis Epanet 2.0, 2021)

Tabel 8. Hasil Output Node Setelah Dievaluasi

Node	Debit (l/detik)	Head (m)	Pressure (m)
1	0	126.39	46.39
2	0	126.28	46.28
3	0	123.63	9.63

Node	Debit (l/detik)	Head (m)	Pressure (m)
4	0	122.99	7.99
5	0	122.16	11.16
6	0.08	121.12	9.12
7	0.09	120.14	11.14
8	0.13	119.36	6.36
9	0.07	119.59	10.59
10	0.1	118.85	13.85
11	0.1	117.87	13.87
12	0.11	119.26	10.26
13	0.23	118.52	18.52
14	0.18	118.16	20.16
15	0	116.57	30.57
16	0.07	116.45	31.45
17	0.08	112.97	38.97
18	0.09	112.47	37.47
19	0.1	111.5	47.5
20	0.09	117	13
21	0.16	116.94	12.94
22	0.15	116.5	12.5
23	0.01	115.79	21.79
24	0.02	115.63	22.63
25	0.14	115.33	19.33
26	0.02	114.43	23.43
27	0.03	112.79	23.79
28	0.09	112.31	25.31
29	0.07	111.83	24.83
30	0.09	111.33	25.33
31	0.11	111.24	26.24
32	0.09	110.63	27.63
33	0.08	110.7	32.7
34	0.08	109.85	35.85
35	0.09	107.78	50.78
36	0.53	116.23	23.23
37	0.17	111.05	53.05
38	0.02	116.11	24.11
39	0.05	116	21
40	0.07	115.82	22.82
41	0.1	114.08	31.08
42	0.02	115.65	24.65
43	0.06	115.56	27.56
44	0.09	115.1	25.1
45	0.08	115.47	29.47
46	0.09	115.01	28.01
47	0.07	115.4	33.4

Node	Debit (l/detik)	Head (m)	Pressure (m)
48	0.09	114.98	30.98
49	0.24	115.22	37.22
50	0.08	114.6	40.6
51	0.07	114.1	47.1
52	0.09	113.31	42.31
53	0.09	112.57	48.57
54	0.09	111.87	44.87
55	0.09	111.73	50.73
56	0.09	111.02	46.02
57	0.09	111.4	53.4
58	0.09	110.76	48.76
59	0.09	111.09	55.09
60	0.11	114.59	29.59
61	0.05	113.08	34.08
62	0.1	112.38	33.38
63	0.11	111.39	38.39
64	0.09	109.87	43.87
65	0.11	110.1	45.1

(Sumber : Analisis Epanet 2.0, 2021)

Dapat dilihat dari tabel kecepatan pada pipa dan tekanan pada node setelah dilakukan evaluasi berupa perubahan diameter pipa dan penambahan tangki air. Output yang dihasilkan telah memenuhi kriteria desain dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 18 tahun 2007 dengan nilai kecepatan aliran sebesar 0,3 – 4,5 m/detik dan nilai tekanan 5,16 – 80 m.

Berikut merupakan hasil perbandingan perubahan pipa-pipa sebelum dan setelah dievaluasi.

Tabel 9. Diameter Pipa Sebelum dan Setelah Dievaluasi

Pipa	Diameter pipa (mm)		Pipa	Diameter pipa (mm)	
	Eksisting	Evaluasi		Eksisting	Evaluasi
1	160	160	33	63	25
2	160	160	34	63	20
3	160	160	35	90	90
4	160	160	36	90	25
5	160	160	37	90	90
6	160	160	38	90	90
7	63	20	39	90	90
8	160	160	40	63	20
9	63	25	41	90	90
10	63	20	42	90	90
11	160	160	43	63	20
12	160	160	44	90	90
13	160	40	45	63	20
14	63	32	46	90	90
15	63	32	47	63	20
16	63	25	48	90	75
17	63	20	49	90	50

Pipa	Diameter pipa (mm)		Pipa	Diameter pipa (mm)	
	Eksisting	Evaluasi		Eksisting	Evaluasi
18	63	20	50	90	50
19	160	160	51	63	20
20	160	160	52	90	32
21	160	160	53	63	20
22	63	50	54	90	32
23	63	50	55	63	20
24	63	50	56	90	32
25	63	50	57	63	20
26	63	32	58	90	20
27	63	20	59	90	50
28	63	32	60	90	32
29	63	20	61	90	32
30	63	32	62	90	32
31	63	20	63	63	20
32	63	32	64	90	20

(Sumber: Pengolahan Penulis, 2021)

Pada tabel 9 tersebut dapat dilihat perubahan pada diameter pipa-pipa yang diberi angka berwarna merah. Pada evaluasi jaringan distribusi ini pipa-pipa dengan aliran airnya kecil diubah diameternya ke diameter yang lebih kecil. Perubahan pada pipa-pipa yang diameternya diperkecil agar kecepatan air pada pipa meningkat terdapat di pipa-pipa yang angkanya berwarna merah. Selain itu, pipa yang kecepatan airnya terlalu rendah dapat menyebabkan pengendapan kotoran sehingga kurang baik dari segi perawatan. Berikut merupakan panjang pipa yang diubah ke diameter yang lebih kecil.

Tabel 10. Panjang Pipa yang Diameter diperkecil

Diameter Pipa (mm)	Panjang Pipa (m)
20	1.303,5
25	654,2
32	571,93
40	37
50	603
75	45,2

(Sumber : Pengolahan Penulis, 2021)

KESIMPULAN DAN SARAN

Proyeksi kebutuhan air PDAM Kota Ternate wilayah pelayanan Jati Perumnas di rencanakan sepuluh tahun kedepan hingga tahun 2030. Total kebutuhan air pada tahun 2020 sebesar 9,76 l/detik dengan supply sebesar 6,46 l/detik. Total kebutuhan air pada tahun 2025 sebesar 10,21 l/detik dengan supply sebesar 6,46 l/detik. Total kebutuhan air pada tahun 2030 sebesar 10,71 l/detik dengan supply sebesar 6,46 l/detik.

Neraca air PDAM Kota Ternate wilayah pelayanan Jati Perumnas sepuluh tahun kedepan di mana, distribusi air yang ada tidak mencukupi kebutuhan air pelanggan sepuluh tahun kedepan. Sehingga, perlu adanya penambahan kapasitas distribusi sebesar 4,25 l/detik dari sumur dalam untuk mencukupi kebutuhan air minum wilayah pelayanan jati perumnas hingga 10 tahun kedepan.

Permasalahan yang terjadi pada jaringan distribusi air minum PDAM Kota Ternate wilayah pelayanan Jati Perumnas adalah kehilangan air dan di sebagian wilayah yang berada di ketinggian aliran airnya kecil. Setelah dilakukan evaluasi pada jaringan distribusi air minum ini diketahui penyebab permasalahan tersebut. Kehilangan air ini dapat disebabkan oleh pipa yang mengalami kebocoran akibat tekanan dalam pipa yang tidak memenuhi kriteria desain. Dan di sebagian wilayah ketinggian tidak mendapatkan air akibat dari kecepatan alirannya kurang dari kriteria desain yang didasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 18 tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan

sistem penyediaan air minum. Permasalahan yang ada dalam jaringan distribusi ini perlu ditangani dengan solusi yang tepat. Solusi yang tepat untuk mempercepat kecepatan aliran di wilayah ketinggian dan mengurangi tinggi tekanan adalah dengan mengganti pipa yang diameternya lebih kecil dan pemasangan tangki air. Dalam jaringan distribusi air minum ini total panjang pipa yang diganti dengan diameter yang lebih kecil adalah 3214.83 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, M. (2012). Analisis Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Unit Bukit Pariaman Kecamatan Tenggarong Seberang Kutai Kartanegara. *eJournal Teknik Sipil*, 1(1), 83-99.
- Ardiansyah, Juwono, P., & Ismoyo, M. J. (2012). Analisis Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih pada PDAM di Kota Ternate. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2), 211–220.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (1998). Kriteria Perencanaan Air Bersih.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). Panduan Pendampingan Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan Berbasis Masyarakat.
- Lamba, A. A., & Hartono, D. M. (2015). Optimalisasi Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Tirta Kahuripan Cabang Pelayanan 2 Kota Depok. 1-19.
- Peraturan Menteri Kesehatan No 416. (1990). Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18. (2007). Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27. (2016). Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Pemerintah No 122. (2015). Sistem Penyediaan Air Minum.
- Rivai, Y., Masduki, A., & Marsono, B. D. (2006). Evaluasi Sistem Distribusi Dan Rencana Peningkatan Pelayanan Air Bersih PDAM Kota Gorontalo. *Jurnal SMARTek*, 4(2), 126-134.
- Rossmann, L. A. (2000). *Buku Manual Program Epanet Versi Bahasa Indonesia*. Ekamitra Engineering.
- Salilama, A. (2018). Analisis Kebutuhan Air Bersih (PDAM) di Wilayah Kota Gorontalo. *RADIAL Jurnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 6(2), 102-114.
- Suprihatin, & Suparno, O. (2013). *Teknologi Proses Pengolahan Air untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri*. PT Penerbit IPB Press.
- Triatmadja, R. (2019). *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan*. UGM PRESS.
- Tumanan, Y. K., Binilang, A., & Mangangka, I. R. (2017). Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Uuwan Kecamatan Dumoga Barat Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Sipil Statik*, 225-235.
- Wikandani, W. (2020). *Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Unit Mondokan PDAM Tirta Negoro Kabupaten Sragen*. Skripsi: Institut Teknologi Yogyakarta.