

Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum Kota Probolinggo

Ekadhana Chana Pratama dan Alfian Purnomo
Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: alfianpurnomo@gmail.com

Abstrak—Di Kota Probolinggo penggunaan sumur mendominasi dalam pemenuhan kebutuhan akan air bersih sehari-hari. Pada tahun 2015 cakupan pelayanan PDAM Kota Probolinggo tercatat sebesar 48,98%, angka ini masih jauh dari target pemerintah sebesar 80%. Salah satu upaya yang dapat dilakukan ialah melakukan pengembangan sistem distribusi air minum yang ada. Dalam perencanaan sistem distribusi ini, akan dilakukan analisis jaringan induk terlebih dahulu untuk mendapatkan analisis serta kajian-kajian awal. Dalam menentukan besaran persentase pelayanan waktu mendatang, akan disurvei sebanyak 20 KK dari masing-masing kecamatan yang menjadi daerah target pengembangan. Penyusunan skenario dari sistem ini menggunakan program EPANET v2.0 yang outputnya nanti berupa data-data mengenai diameter pipa, panjang pipa, headloss, kecepatan aliran dalam pipa, sisa tekan, debit aliran, serta informasi mengenai pompa dan spesifikasi yang dibutuhkan. Hasil analisis menyatakan bahwa pada jam pemakaian rata-rata terdapat 13 titik tapping yang memiliki nilai sisa tekan bernilai negatif serta terdapat 23 segmen pipa utama distribusi yang memiliki kecepatan dibawah 0,3 m/s. Perbaikan pipa-pipa eksisting yang bermasalah ini dilakukan dengan memasang pipa paralel terhadap pipa yang bermasalah sehingga debit yang melintas pada pipa tersebut dapat terbagi pada jalur yang lain.

Kata Kunci—Air Minum, Distribusi, EPANET, Kota Probolinggo, PDAM.

I. PENDAHULUAN

PROBOLINGGO merupakan salah satu kota pesisir yang sedang berkembang baik dari segi ekonomi dan infrastruktur dengan jumlah penduduk sebanyak 232.211 jiwa pada tahun 2017 [1]. Sebagai kota pesisir yang berbatasan langsung dengan pantai, ancaman terbesarnya adalah intrusi air laut yang setiap saat dapat terjadi dan masuk kedalam akuifer beserta sumber-sumber air yang berdekatan dengan garis pantai [2]. Intrusi air laut yang diperburuk oleh eksploitasi secara terus menerus mengancam akuifer pantai dalam skala besar dan lambat laun akan mengakibatkan kontaminasi. Pencampuran 2% air laut (salinitas 35000 ppm TDS) dengan air tawar membuat campuran air non-konsumsi (tidak layak minum) dan pencampuran 5% air laut dengan air tawar membuatnya tidak layak untuk irigasi [3]. Ditambah lagi, berdasarkan hasil survei EHRA (*Environmental Health Risk Assessment*) menunjukkan bahwa sumber air sumur mendominasi pemenuhan kebutuhan akan air bersih sehari-hari yaitu sekitar 78,04% rumah tangga [4].

Tingginya penggunaan air tanah (sumur) oleh masyarakat Kota Probolinggo, dengan memperhatikan angka penggunaan sumber air tersebut serta memperhatikan ancaman dari Intrusi

air laut perlu adanya sebuah peningkatan pelayanan dari PDAM Kota Probolinggo. Dalam mendukung peningkatan pelayanan tersebut, diperlukan rencana pengembangan sistem distribusi air minum di Kota Probolinggo yang meliputi analisis kondisi eksisting jaringan distribusi beserta skenario-skenario pengembangannya. Tujuan dari analisis terhadap jaringan eksisting adalah selain mengetahui kapasitas dukung serta kondisi pengaliran pada saat ini juga untuk mendapatkan gambaran tentang dasar pengembangan yang akan dilakukan nantinya.

II. METODOLOGI PERANCANGAN

Rangkaian kegiatan yang terdapat dalam kerangka perancangan ini dapat diuraikan sebagai berikut:

A. Ide studi

Ide penyusunan tugas akhir ini adalah menganalisis kondisi eksisting sistem distribusi air minum Kota Probolinggo serta rencana-rencana pengembangannya.

B. Studi literatur

Studi literatur ialah mengumpulkan informasi guna mendapatkan dasar yang dapat menunjang kegiatan analisis serta perencanaan pengembangan. Literatur yang dikaji meliputi dasar metode proyeksi penduduk dan kebutuhan air, hidrolika, sistem jaringan distribusi dan pengembangannya, sistem pompa, dan program EPANET v2.0.

C. Pengumpulan data

Data-data yang dikumpulkan untuk pelaksanaan perencanaan ini berupa data primer dan data sekunder.

1. Data Sekunder

Data sekunder ini didapat dari bantuan instansi-instansi terkait yang sekiranya dapat mendukung proses tugas akhir. Data-data yang dibutuhkan diantaranya:

- a. Peta RTRW Kota Probolinggo untuk menentukan arah daerah yang akan dikembangkan meliputi peta topografi, peta kepadatan penduduk, peta tataguna lahan, serta peta *Master Plan* rencana pengembangan air minum kota yang diperoleh dari Bappeda Kota Probolinggo.
- b. Data eksisting PDAM Kota Probolinggo yang meliputi persentase pelayanan, pipa jaringan distribusi, kebocoran dalam jaringan, dan catatan produksi air yang diperoleh dari PDAM Kota Probolinggo.
- c. Data pipa Eksisting PDAM Kota Probolinggo meliputi peta jaringan serta inventarisasi pipa.
- d. Data kependudukan meliputi jumlah penduduk, penyebaran, serta kepadatannya yang diperoleh dari

BPS Kota Probolinggo

- e. Data teknis PDAM Kota Probolinggo diantaranya tekanan air pada jaringan distribusi
2. Data Primer
Data primer yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain:
 - a. Kondisi jalan, pola atau kondisi pemukiman, jaringan pipa eksisting, dan juga elevasi kondisi wilayah perencanaan yang diperoleh melalui Observasi dan Pengamatan Lapangan.
 - b. Prosentase pelayanan, kebutuhan air dan fluktuasi pemakaian air yang didapatkan melalui pengumpulan data kuantitatif menggunakan kuesioner sejumlah 5 KK dari masing-masing kelurahan.

D. Analisis Jaringan dan Perencanaan Pengembangan

Analisis dan rencana pengembangan akan difokuskan pada jaringan primer sistem distribusi yang meliputi:

1. Analisis peningkatan jumlah kebutuhan air dari sektor domestik maupun non-domestik dengan memperhatikan proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas umum [5].
2. Analisis sisa tekanan pada titik tapping serta kecepatan aliran pada pengoperasian jam rata-rata dan jam puncak yang didasarkan pada Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Air Minum Kota [6].
3. Rencana pengembangan yang meliputi perbaikan jaringan dan perluasan wilayah pelayanan.
4. Strategi pemompaan yang sesuai dengan rencana pengembangan 10 tahun mendatang.
5. Pengerjaan permodelan ini akan menggunakan bantuan program EPANET 2.0. Langkah-langkah dalam membuat model jaringan meliputi pembuatan jaringan induk dengan memasang *Node*, reservoir dan pompa, pipa/link, dan aksesoris lain yang dibutuhkan. Selanjutnya memasukkan data *Node* yang meliputi debit air dan elevasinya. Memasukkan data pipa meliputi panjang, diameter dan kekasaran. Terakhir memasukkan data reservoir dan pompa yang meliputi elevasi reservoir serta spesifikasi accompanya (kapasitas dan head).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kebutuhan Air

Kebutuhan air suatu kota didasarkan pada kebutuhan air domestik, kebutuhan air non domestik, dan kebocoran yang terjadi pada jaringan pipa

1) Penentuan Kebutuhan Air

Untuk Kota Probolinggo sendiri, kebutuhan air domestik merupakan penyumbang terbesar dibanding sektor yang lainnya. Besarnya kebutuhan air domestik per orang per hari (l/org.hari) didapatkan dari rata-rata hasil survey terhadap masyarakat (*Real Demand Survey*) dengan data yang telah dicatat oleh pihak PDAM Kota Probolinggo (Golongan rumah tangga A dan B).

- Kebutuhan air hasil survey = 125 l/orang.hari
- Kebutuhan air rumah tangga A = 114,7 l/orang.hari
- Kebutuhan air rumah tangga B = 122,1 l/orang.hari
- Kebutuhan Domestik_{rata-rata} = $(125+114,7+122,1)/3$
= 120,4 l/orang.hari
~ 120 l/orang.hari

Sektor non-domestik juga memiliki peranan yang tidak kalah penting mengenai kuantitas kebutuhan air yang dibutuhkan perharinya. Untuk sektor ini jumlah dan besar kebutuhan air didapatkan dari pencatatan pihak PDAM yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Kebutuhan Air Sektor Non-Domestik Kota Probolinggo Tahun 2016

Golongan	Kebutuhan (l/unit.hari)
Sosial Umum	823
Sosial Khusus	1.688
Instansi	3.439
Niaga Kecil	622
Niaga Besar	2.312
Industri Kecil	1.719
Industri Besar	5.422
Khusus	12.632
Target Ind.Besar	56.414
Ind. Khusus	693.967

Sumber: Hasil Perhitungan

Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam menentukan besaran kebutuhan air sebuah kota adalah besarnya kebocoran yang terjadi pada jaringan. Kebocoran air pada jaringan distribusi PDAM Kota Probolinggo untuk tahun 2016 sebesar 23,70%, namun pada perencanaan ini persen kebocoran yang digunakan sebesar 25% demi alasan faktor keamanan.

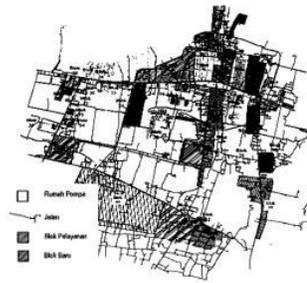
2) Perhitungan Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air dilakukan pada masing-masing blok yang telah ditentukan seperti yang tersaji pada Gambar 1. berikut. Direncanakan terdapat 48 blok pelayanan pada sistem distribusi Kota Probolinggo (3 buah blok baru) yang tersebar pada 5 Kecamatan yang ada. Berikut persentase pelayanan pada masing-masing kecamatan yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Persentase Pelayanan Jaringan Distribusi di Kota Probolinggo

Kecamatan	Persen Pelayanan Eksisting (2016) *	Persen Pelayanan Tahap 1 (2021) **	Persen Pelayanan Tahap 2 (2026) **
Kademangan	25,77	42	57
Kedopok	13,68	34	53
Wonoasih	17,27	26	34
Mayangan	100	100*	100*
Kanigaran	47,88	62	76

Sumber: *PDAM Kota Probolinggo **Hasil Survey



Gambar 1. Pembagian Blok Pelayanan Jaringan Distribusi Kota Probolinggo. Dengan memperhatikan luasan dan batas-batas blok pelayanan yang telah ditetapkan pada Gambar 1., sebagai contoh akan dilakukan perhitungan kebutuhan air Blok 1 pada tahun 2016.

Diketahui dari Gambar 1. bahwa blok 1 terdiri dari 35% luas wilayah Kelurahan Kanigaran. kebutuhan air dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

- a. Domestik
 - Jumlah penduduk Kelurahan Mayangan = 11.900 Jiwa
 - Jumlah penduduk terlayani = $11.900 \times 35\% = 4.165$ Jiwa
 - Jumlah penduduk persambungan = 6 orang
 - Jumlah Sambungan = 694 SR
 - Unit konsumsi = 120 liter /orang.hari
 - Pemakaian rata-rata = $4.165 \text{ jiwa} \times 120 \text{ liter/orang.hari} = 5.78 \text{ liter/detik}$
- b. Non Domestik (contoh: sosial umum)
 - Jumlah pelanggan = 25 Unit
 - Unit pemakaian = 823 liter/unit.hari
 - Pemakaian = $25 \text{ Unit} \times 35\% \times 823 \text{ liter/unit.hari} = 0,0833 \text{ liter/detik}$

Hasil perhitungan pemakaian air sektor non-domestik yang lain dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemakaian Air Sektor Non-Domestik Blok 1 Tahun 2016

Golongan	Pemakaian (l/s)
Sosial Umum	0,083
Sosial Khusus	0,075
Instansi	0,334
Niaga Kecil	0,091
Niaga Besar	0,028
Industri Kecil	0,041
Industri Besar	0,044
Khusus	0,102
Target Ind.Besar	- *
Ind. Khusus	- *

*Catatan: Pada unit Industri Khusus berlokasi pada blok 2 dan Target Industri Besar berlokasi pada blok 3.

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah didapatkan besarnya nilai pemakaian dari masing-masing domestik dan non-domestik, langkah selanjutnya yaitu menambahkan besarnya nilai kebocoran pada pipa yakni sebesar 25% (Kebocoran pada tahun 2017).

- Jumlah pemakaian air total blok 1 = Pemakaian air domestik + Pemakaian air non domestik = 6,58 liter/detik
- Total kebutuhan air = Pemakaian air + Kebocoran

$$= 6,58 + (25\% \times 6,58)$$

$$= 8,77 \text{ liter/detik.}$$

Pada praktiknya sistem pemenuhan air di Kota Probolinggo tidak hanya berasal dari satu pemompaan sumber air Ronggojalu, melainkan adanya pemompaan bantuan dari 3 titik berbeda yang dilakukan pada jam pemakaian puncak (05.00 – 07.00 dan 15.00 – 17.00). Faktor puncak berdasarkan pengoperasian eksisting sebesar 1,73. Berdasar pada pedoman/petunjuk teknik dan manual SPAM kota, besaran faktor jam puncak berkisar pada rentang 1,5 – 2,0. Berikut contoh perhitungan debit jam puncak untuk blok 1.

$$Q_{\text{puncak}} \text{ Blok 1} = Q_{\text{rata-rata}} \text{ Blok 1} \times \text{Faktor Puncak}$$

$$Q_{\text{puncak}} \text{ Blok 1} = 8,77 \text{ liter/detik} \times 1,73$$

$$Q_{\text{puncak}} \text{ Blok 1} = 15,19 \text{ liter/detik}$$

Dengan cara dan langkah yang sama dengan perhitungan pada blok 1, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk blok-blok lain yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

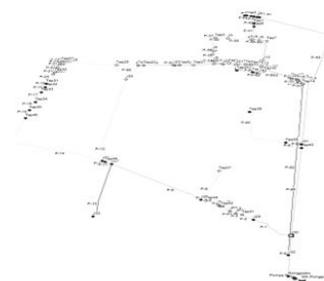
Tabel 4. Kebutuhan Jam Puncak Masing-masing Blok Pelayanan Tahun 2016

2016 (liter/detik)					
Blok 1	15,19	Blok 16	9,29	Blok 31	0,51
Blok 2	22,87	Blok 17	13,32	Blok 32	0,51
Blok 3	3,68	Blok 18	15,24	Blok 33	0,77
Blok 4	21,50	Blok 19	23,74	Blok 34	1,28
Blok 5	18,15	Blok 20	23,55	Blok 35	2,55
Blok 6	7,30	Blok 21	4,45	Blok 36	20,22
Blok 7	10,95	Blok 22	11,44	Blok 37	9,11
Blok 8	18,89	Blok 23	4,00	Blok 38	3,74
Blok 9	21,50	Blok 24	0,99	Blok 39	0,62
Blok 10	23,78	Blok 25	1,98	Blok 40	16,71
Blok 11	32,41	Blok 26	2,83	Blok 41	2,06
Blok 12	19,10	Blok 27	0,86	Blok 42	1,03
Blok 13	16,14	Blok 28	0,86	Blok 43	1,03
Blok 14	11,53	Blok 29	5,13	Blok 44	0,76
Blok 15	9,81	Blok 30	1,71	Blok 45	5,20
Jumlah					438,31

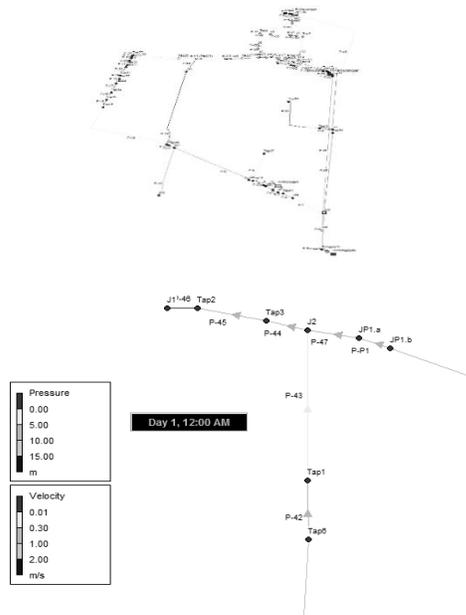
Sumber: Hasil Perhitungan

B. Hasil dan Analisis Running Jaringan Eksisting

Hasil *running* jaringan eksisting pada Jam rata-rata dan jam puncak secara berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 2. (a) dan (b). Dari hasil *running* pada Gambar 2. (a) menunjukkan ada 23 titik (*Tapping* dan *Junction*) memiliki tekanan yang bernilai negatif. Titik-titik tersebut berada pada kawasan di sepanjang Jalan Sukapura, sekitaran pertigaan Jalan Brantas dengan Jalan Prof. Dr. Hamka, sepanjang Jalan Pahlawan, dan di sepanjang Jalan Ikan Belanak Mayangan.



(a)



Gambar 3. Arah Aliran Air dalam Pipa sekitaran Jalan Ikan Belanak, Kelurahan Mayangan pada saat Jam Rata-rata.

Kekurangan tekanan pada titik ini terjadi akibat besarnya nilai *HeadLoss* atau kehilangan tekanan di sepanjang pipa. Pada daerah Jalan Ikan Belanak misalnya, *Head* (tekanan) mulai menghilang disepanjang pipa P-41, P-42, dst. Berikut ilustrasi arah aliran yang menyebabkan titik-titik di sekitaran Jalan Ikan Belanak bernilai negatif yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari gambar 3. dapat diketahui bahwa kehilangan tekanan disebabkan diameter pipa yang terpasang secara matematis tidak mampu lagi menahan debit air yang melintasi pipa P-41. Selain tekanan yang rendah (kurang dari 10 m dan bahkan bernilai negatif) terdapat pula pipa jaringan distribusi yang memiliki kecepatan pengaliran dibawah standar (<0,3m/s). Kondisi seperti ini berperan besar dalam terjadinya pengendapan material di permukaan pipa. Secara otomatis semakin berkurang luas penampang yang dilewati air maka nilai headloss / kehilangan tekanan juga semakin meningkat. Sehingga akan menimbulkan titik-titik baru yang memiliki nilai dibawah 10 m (1 atm) bahkan tekanan negatif.

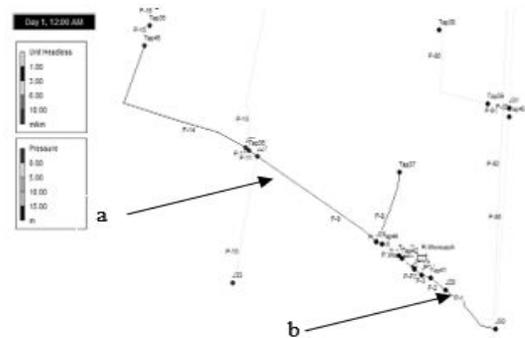
Jika dibandingkan antara Gambar 2. (a) dan Gambar 2. (b), permasalahan-permasalahan yang terjadi tidak sepenuhnya dapat teratasi dengan pengoperasian 3 pompa pembantu. Tapping Blok 31 misalnya (Jalan Sukapura), di titik tersebut pada saat pengoperasian jam rata-rata memiliki nilai tekanan -1,05 m namun pada saat pengoperasian jam beban puncak nilai tekanan semakin menurun menjadi -8,09 m.

Tekanan negatif yang terjadi di jalur pipa diakibatkan tingginya kehilangan tekanan pada jalur pipa sebelumnya. Misalnya tekanan negatif yan terjadi di Jalan Sukapura terjadi akibat tingginya kehilangan tekanan pada jalur pipa di sepanjang jalan Prof. Dr. Hamka dan Jalan Ir. Sutami. Seperti yang digambarkan pada Gambar 4. berikut.

C. Rencana Pengembangan

1) Gambaran Umum Rencana Pengembangan
Menurut rencana pengembangan BAPPEDA hingga

(b)
Gambar 2. Hasil Running EPANET Jaringan Eksisting pada (a) Jam Rata-rata;(b) Jam Puncak



Gambar 4. Detail Unit *Headloss* pada Jalur Pipa sepanjang Jalan Prof. Dr Hamka (a) dan Jalan Ir. Sutami (b).

tahun 2028 nanti, target wilayah pengembangan air minum difokuskan untuk Kota Probolinggo bagian selatan (Kecamatan Wonoasih dan Kecamatan Kedopok) serta daerah Probolinggo bagian barat daya (Kecamatan Kademangan yang berbatasan langsung dengan kabupaten Probolinggo). Berdasarkan hal ini, pelaksanaan pengembangan jaringan dibagi kedalam 2 tahap, tahap 1 (2016-2021) dan tahap 2 (2021-2026). Penentuan besarnya pelayanan didasarkan pada hasil survey terhadap masyarakat dengan memperhatikan target-target pengembangan yang telah dicanangkan oleh pemerintah kota sebesar 80% hingga tahun 2019 [4].

Perhitungan kebutuhan air dilakukan dengan metode yang sama pada perhitungan kebutuhan air sebelumnya. Namun besaran-besaran yang diperkirakan berubah dan bertambah tiap tahunnya diproyeksikan menggunakan metode proyeksi yang telah teruji validitasnya (metode aritmatik, geometric, dan *least square*) [5].

Pengembangan pelayanan pada tiap-tiap blok pelayanan dilakukan dalam beberapa strategi. Seperti perluasan daerah pelayanan, penambahan jumlah pelanggan, hingga pembentukan blok-blok baru yang dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor pengembangan di atas, besarnya kebutuhan air untuk masing-masing blok pelayanan pada tahap 1 dan tahap 2 dapat dilihat pada tabel 5. berikut.

Tabel 5.
Kebutuhan Air Kota Probolinggo Tahap 1 dan Tahap 2

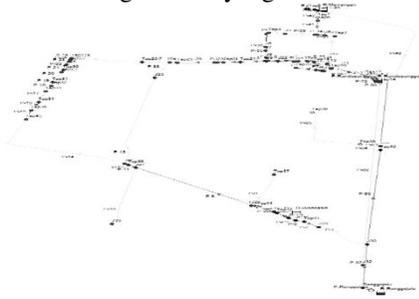
Tahap 1 (2021)		Tahap 2 (2026)	
Q rata-rata	Q jam Puncak	Q rata-rata	Q jam Puncak
293,31 l/s	507,53 l/s	329,46 l/s	570,08 l/s

Sumber: Hasil Perhitungan

2) Analisis dan Rencana Pengembangan Tahap 1
Untuk mengetahui apakah jaringan pipa yang ada saat ini

masih memadai didalam proses pengembangan maka perlu dilakukan sebuah pengujian. Hal ini dilakukan dengan mengalirkan kebutuhan air tahap 1 terhadap jaringan pipa eksisting. Berikut adalah gambar 5. yang menunjukkan model jaringan hasil pengujian.

Dari Gambar 5. diketahui bahwa jaringan eksisting tidak mampu menahan beban kebutuhan jam puncak pada pengembangan tahap 1. Hal ini ditandai dengan banyaknya titik yang tidak mencapai standar sisa tekan (10 m) yang ditandai dengan *node* yang berwarna merah, hijau, dan kuning.



Gambar 5. Hasil *Running* EPANET-Debit Tahap 1 terhadap Jaringan Eksisting.

Salah satu contoh pemasangan pipa disepanjang Jalan Prof. Dr. Hamka dan Ir. Sutami agar dapat menurunkan kehilangan tekanannya, yakni dengan memasang pipa secara paralel yang berdiameter 10 inchi (254 mm) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. dan detail sisa tekan pada Tabel 6.

Tabel 6. Detail Unit Headloss Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Kondisi	Unit HeadLoss (m/km)	HeadLoss (m)	Velocity (m/s)
Sebelum	3,38	9,45	0,6
Sesudah	1,86	5,2	0,44

Sumber: Hasil *Running* EPANET

Dengan langkah-langkah dan analisis yang sama seperti diatas, dilakukan perbaikan untuk seluruh pipa-pipa yang ada dengan tujuan agar menghasilkan sisa tekan yang cukup dan sesuai dengan kriteria perencanaan pada tiap-tiap titik tapping, *junction*, maupun daerah terendah dan tertinggi. Berikut pipa yang dibutuhkan untuk perbaikan jaringan pipa pada tahap 1 yang dapat dilihat pada Tabel 7.

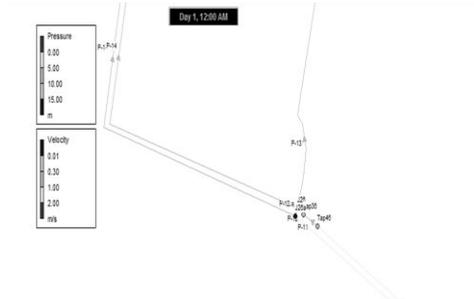
Tabel 7. Kebutuhan Pipa Baru untuk Pengembangan Tahap 1 (2021)

Nama Pipa	Panjang (m)	Diameter (inchi)	Lokasi
P-02a	578	10	Jl. Ir. Sutami
P-04a	539	16	Jl. Ir Sutami
P-07a	15	10	Jl. Prof. Dr. Hamka
P-11a	2796	12	Jl. Prof. Dr. Hamka
P-12a	15	10	Jl. Prof. Dr. Hamka
P-14a	2231	10	Jl. Sukapura – Jl. Prof. Dr. Hamka
P-67a	768	10	Jl. Pahlawan
P-87a	2763	20	Jl. Ronggojalu – Pertigaan Jorongan
P-P3a	15	16	Pipa Outlet Rumah Pompa Wonoasih

Sumber: Hasil *Running* EPANET

Kebutuhan air total Kota Probolinggo untuk pengembangan tahap 1 sebesar 293,31 l/s saat jam rata-rata dan 507,53 l/s saat

Dalam menyelesaikan permasalahan kekurangan tekanan ini, akan dilakukan rekayasa terhadap aliran air sehingga menghasilkan kehilangan tekanan yang lebih kecil dari sebelumnya. Hal ini dilakukan dengan memasang pipa paralel pada pipa yang memiliki nilai kehilangan tekanan yan besar. Selain lebih hemat dari segi biaya juga lebih mudah dalam hal pengerjaanya dibandingkan dengan mengganti pipa terpasang maupun pengadaan rumah pompa tambahan.



Gambar 6. Detail Pipa Paralel: Pipa sepanjang Jalan Prof. Dr. Hamka dan Ir. Sutami.

jam beban puncak. Selanjutnya, juga diketahui bahwa rumah pompa Ronggojalu memiliki 3 buah pompa dengan total debit pemompaan maksimal sebesar 360 l/s. Dengan demikian pemompaan dari rumah pompa Ronggojalu telah mampu memenuhi kebutuhan pada saat jam raata-rata. Sedangkan pada saat jam puncak, kebutuhan air naik menjadi 507,53 l/s. Dengan dioperasikannya rumah pompa pembantu pada saat jam puncak telah mampu memenuhi kebutuhan air Kota Probolinggo pada saat jam Puncak sekalipun.

3) Analisis dan Rencana Pengembangan Tahap 2

Selanjutnya adalah memastikan jaringan hasil perbaikan pada tahap 1 mampu menampung debit kebutuhan air pada tahap 2. Pengujian jaringan pipa dilakukan dengan mengalirkan debit kebutuhan pada tahap 2 terhadap jaringan pipa hasil pengembangan tahap 1. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan hasil *running* EPANET diketahui bahwa jaringan pipa hasil perbaikan tahap 1 tidak mampu menahan beban kebutuhan air pada tahap 2. Permasalahan banyak terjadi akibat tingginya headloss pada pipa. Strategi perbaikan yang sama dengan tahap 1 dilakukan untuk memperbaiki jaringan untuk tahap 2. Berikut pipa yang dibutuhkan untuk perbaikan jaringan pipa pada tahap 2 yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kebutuhan Pipa Baru untuk Pengembangan Tahap 2 (2026)

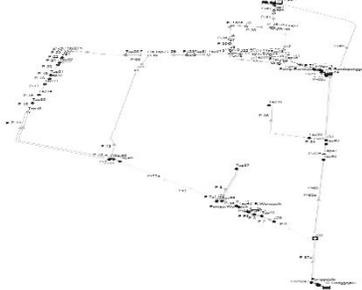
Nama Pipa	Panjang (m)	Diameter (inchi)	Lokasi
P-08aa	1194	5	Pertigaan Pasar Wonoasih – Jl. Mastrip
P-09aa	2568	12	Jl. Prof. Dr. Hamka
P-11aa	207	12	Pertigaan Jl. Brantas
P-12aa	10	10	Jl. Prof. Dr. Hamka (Pertigaan Jl. Brantas)
P-15aa	1437	8	Jl. Sukapura (Depan Terminal)
P-43aa	904	10	Jl. Ikan Belenak
P-69aa	1013	14	Jl. PB. Sudirman

Sumber: Hasil Running EPANET

Diketahui bahwa kebutuhan air rata-rata Kota Probolinggo pada tahap 2 sebesar 329,46 l/s dan 570,08 l/s pada saat jam beban puncak. Sistem pemompaan sebesar 360 l/s yang berasal dari rumah pompa Ronggojalu (jam rata-rata) dan 185 l/s berasal dari tiga rumah pompa pembantu (Mayangan, Randupangger, dan Wonoasih) tidak mampu memenuhi kebutuhan air walaupun hanya pada saat jam rata-rata. (kekurangan debit sebesar 32,46 l/s). Sehingga perlu menjadikan salah satu pompa cadangan 60l/s di Rumah Pompa Ronggojalu sebagai pompa aktif untuk menghemat pengeluaran.

KESIMPULAN

1. Pada tahun 2016, terdapat 13 titik *tapping* yang memiliki tekanan negatif serta 23 titik *tapping* lainnya dengan tekanan yang tidak memenuhi standar minimal dan pada jam puncak terdapat 26 titik *tapping* yang memiliki tekanan negatif serta 40 titik lainnya memiliki tekanan yang tidak memenuhi standar.



Gambar 7. Hasil Running EPANET Debit Jam Puncak Tahap 2 terhadap Jaringan Pipa Tahap 1.

2. Pada jaringan pipa distribusi yang ada saat ini terdapat 23 segmen pipa diperkirakan tidak mampu menahan bertambahnya jumlah debit air yang melintas dikarenakan dimensi yang kurang memadai baik pada pengembangan tahap 1 maupun tahap 2.
3. Berdasarkan strategi pengembangan tahap 1 dan tahap 2, perbaikan pipa-pipa distribusi Kota Probolinggo dilakukan dengan cara memasang pipa paralel untuk pipa yang memiliki kondisi dibawah kriteria perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Probolinggo Dalam Angka 2016," Probolinggo, 2016.
- [2] J. Jarsjo and G. Destouni, "Groundwater Discharge into the Aral Sea after 1960," *J. Mar. Syst.*, vol. 47, pp. 109–120, 2004.
- [3] Postel, L. Sandra, and D. G. C., "Human Appropriation of Renewable Fresh Water," *Science (80-.)*, vol. 271, no. 520, pp. 785–788, 1996.
- [4] Kelompok Kerja Sanitasi Kota Probolinggo, *Buku Putih Sanitasi Kota Probolinggo*. Probolinggo, 2010.
- [5] A. Supangat, *Statistik: Dalam Kajian Deskriptif, Inferensi, dan Nonparametrik*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2010.
- [6] T. Joko, *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.