

PENGARUH *ELEVATED RESERVOIR* DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DI PDAM BANDARMASIH KOTA BANJARMASIN

I Made Whidi Artha¹, Adhi Yuniarto¹, Agus Ahyar²

¹ Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, Indonesia,

² Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Jakarta, Indonesia
Email: madewhidiartha@gmail.com, adhy@its.ac.id

Abstrak

Beban rata-rata energi nasional PDAM adalah Rp. 345/m³, dengan persentase 50%-80% beban energi berasal dari pompa distribusi. PDAM Bandarmasih memiliki beban energi sebesar Rp. 570/m³, nilai tersebut masih melebihi beban energi rata-rata nasional, sehingga perlu adanya peningkatan efisiensi energi. Salah satu upaya dalam meningkatkan efisiensi energi adalah dengan mengurangi jam operasi pompa distribusi dengan menerapkan *elevated reservoir* saat waktu beban puncak (WBP) PLN (17.00-22.00) atau saat jam puncak konsumsi (05.00-08.00 dan 17.00-22.00). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh sistem pengaliran *elevated reservoir* dalam meningkatkan efisiensi energi listrik yang diproyeksikan sampai 20 tahun. Metode yang digunakan adalah dengan simulasi hidrolis dan energi menggunakan *software* Epanet 2.2. Hasil penelitian diketahui bahwa penerapan *elevated reservoir* dapat meningkatkan efisiensi energi dengan meminimalkan jam operasi pompa. Sistem *elevated reservoir* yang beroperasi saat jam puncak konsumsi memiliki keuntungan dibandingkan saat WBP PLN dengan biaya penghematan sebesar Rp. 155.571.516 pertahun, tekanan rata-rata 24,81 meter di jam 03.00 dan 19,34 meter di jam 07.00. Terdapat kecepatan aliran kurang dari 3 m/s, dengan persentase jumlah pipa 49% di jam 03.00 dan 37% di jam 07.00, sehingga perlu peningkatan debit dengan cara penambahan pelanggan yang semula 16.536 SR menjadi 48.035 SR. Volume reservoir lebih kecil sehingga biaya investasi lebih rendah. Penghematan jam operasi pompa di awal periode adalah 6 jam dan di akhir periode (2041) adalah 4,62 jam.

Kata kunci: efisiensi energi; *elevated reservoir*; PDAM Bandarmasih

Abstract

*The PDAM's average national energy expense is Rp. 345/m³, with a proportion of 50% -80% of the energy load coming from the distribution pump. PDAM Bandarmasih has an energy load of Rp. 570/m³, this value still exceeds the national average energy load, so it is necessary to increase energy efficiency. One way to reduce the electrical expenses is to reduce the operating hours of the distribution pump by implementing *elevated reservoir* at electricity peak hours (17.00-22.00) or water consumption during peak hours (05.00-08.00 and 17.00-22.00). The purpose of this study was to determine the effect of the *elevated reservoir* in increasing electrical energy efficiency which is projected up to 20*

years. The method used is to perform hydraulic simulations and electrical energy using the Epanet 2.2 software. The results of this study indicate that a water distribution system with an elevated reservoir can increase energy efficiency by minimizing pump operating hours. An elevated reservoir that operates at water consumption during peak hours has an advantage over others with a cost savings of Rp. 155,571,516 per year, the average pressure is 24.81 meters at 03.00 and 19.34 meters at 07.00. There is a flow velocity less than 3 m/s, with a percentage of 49% pipe at 03.00 and 37% at 07.00, so it is necessary to increase the flow by adding customers to 48,035. The reservoir volume is smaller so the investment costs are lower. The saving in pump operating hours for at the beginning of the period is 6 hours and at the end of the period (2041) is 4.62 hours.

Keyword: energy efficiency; elevated reservoir; PDAM Bandarmasih

Pendahuluan

Berdasarkan Buku Penilaian Kinerja BPPSPAM tahun 2019 ([BPPSPAM, 2019](#)), beban rata-rata energi Nasional PDAM sebesar Rp.345/m³. Konsumsi energi listrik tertinggi bersumber dari pompa distribusi sekitar 50-80% ([Kementerian PUPR, 2014](#)). Selain itu PDAM merupakan pelanggan listrik dengan golongan Industri 3 (I3) dimana perhitungan tarif listrik berdasarkan waktu beban puncak (WBP) dan luar waktu beban puncak (LWBP) ditambah adanya denda jika terdapat pemakaian daya reaktif yang melebihi dari kontrak pelanggan ([Kementerian ESDM, 2016](#)).

PDAM Bandarmasih merupakan perusahaan daerah air minum yang memberikan pelayanan air minum di Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan. Berdasarkan Buku Kinerja BUMD Penyelenggara SPAM 2020 ([BPPSPAM, 2020](#)), kinerja PDAM Bandarmasih termasuk ke dalam kategori Sehat. PDAM mendistribusikan air ke pelanggan dengan sistem pengaliran pemompaan penuh selama 24 jam. Beban energi PDAM Bandarmasih adalah Rp. 570/m³, nilai tersebut masih melebihi beban energi rata-rata nasional yaitu Rp. 345/m³.

Dalam mencapai rata-rata beban energi Nasional PDAM, maka diperlukan upaya peningkatan efisiensi energi. Salah satu alternatif adalah dengan pemanfaatan sistem pengaliran *elevated reservoir*. Sistem ini dapat meminimalkan operasi pompa saat tarif listrik tinggi dan memaksimalkan operasi pompa saat tarif listrik rendah ([Chang, Choi, Kim, & Byeon, 2018](#)). Konsumsi energi juga dapat dihemat dengan menyimpan kelebihan air di dalam reservoir saat jam konsumsi minimum dan mengalirkannya saat *peak hour* ([Feldman, 2009](#)). Dalam perencanaan jaringan air minum khususnya untuk mencapai biaya minimum, analisis hidrolis bukanlah pertimbangan satu-satunya, terdapat juga pertimbangan lain seperti sistem pemompaan dan bahan pipa ([Saad & Saad, 2018](#)).

Berdasarkan studi dari kegiatan magang PDAM Bandarmasih memiliki unit booster S. Parman yang mendistribusikan air ke tujuh DMA (*District Meter Area*). Pembentukan DMA adalah sebagai upaya dalam pengendalian NRW dan memudahkan pemantauan distribusi air minum ke wilayah pelayanan berdasarkan jaringan perpipaan ([Rizki, 2016](#)). Selain itu jaringan perpipaan yang cukup baik dan sudah didigitalisasi memudahkan dalam melakukan pemodelan sistem pengaliran, sehingga wilayah pelayanan unit booster S. Parman menjadi pilihan yang tepat untuk diterapkan perencanaan sistem pengaliran air dengan *elevated reservoir*.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan kajian secara teknis berdasarkan sistem pengaliran air pemompaan penuh dan sistem pengaliran air dengan *elevated reservoir* yang berlokasi di wilayah pelayanan unit booster S. Parman. Sehingga hasil kajian ini dapat menjadi pertimbangan PDAM Bandarmasih selanjutnya dalam merencanakan program peningkatan efisiensi energi.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini diawali dengan pengumpulan data primer berupa hasil pengukuran debit air menggunakan *data logger* pada DMA wilayah pelayanan booster S. Parman. Sedangkan data sekunder didapat dari internal PDAM Bandarmasih antara lain data rekening ditagih, peta jaringan perpipaan, spesifikasi pompa dan buku evaluasi kinerja PDAM tahun 2016-2019.

Desain jaringan perpipaan yang terbangun dievaluasi berdasarkan sistem pengaliran air antara lain sistem pengaliran eksisting dengan pemompaan penuh (Sistem 1) yang merupakan sistem eksisting, *elevated reservoir* yang beroperasi saat WBP PLN saat jam 17.00-22.00 (Sistem 2) (Mulyono, 2020) dan *elevated reservoir* yang beroperasi saat jam puncak konsumsi saat jam 05.00-08.00 dan 17.00-22.00 (Sistem 3). Analisis teknis dilakukan berdasarkan hasil simulasi jaringan distribusi air minum di *software* Epanet 2.2 dengan parameter hidrolis (kecepatan aliran dan tekanan) dan parameter energi listrik pada masing-masing sistem pengaliran. Dari kedua sistem *elevated reservoir* selanjutnya dipilih sistem yang efektif dan efisien diterapkan di wilayah pelayanan booster S. Parman.

Hasil dan Pembahasan

A. Kondisi Eksisting Wilayah Studi

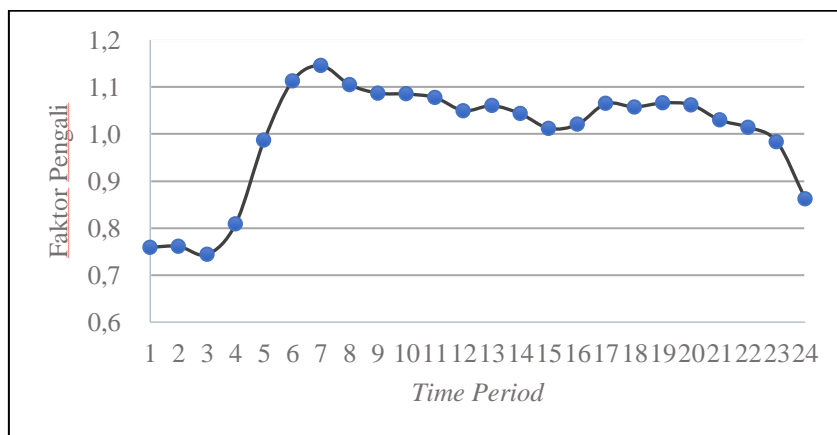
Pengolahan data rekening ditagih (DRD) selama 3 bulan terakhir pada masing-masing DMA adalah untuk mengetahui jumlah SR aktif dan rata-rata konsumsi air perbulan, sehingga bisa diketahui kebutuhan air per SR. Hasil pengolahan data DRD seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1
Data Pelanggan dan Konsumsi Air Masing-Masing DMA

DMA	Jumlah SR	M3/bln	M3/hari	M3/Jam	LPS/SR
404	885	18394,45	593,37	24,72	0,0080
407	2873	46230,75	1491,31	60,20	0,0062
408	2667	50011,1	1613,26	67,22	0,0072
411	2487	37479,13	1209,00	48,80	0,0058
413	3381	42976,94	1386,35	55,96	0,0049
417	2781	40205,77	1296,96	54,04	0,0056
420	1462	31283,1	1009,13	42,04	0,0083
Total	16.536	266.581,24	8.471,55	352,98	0,05

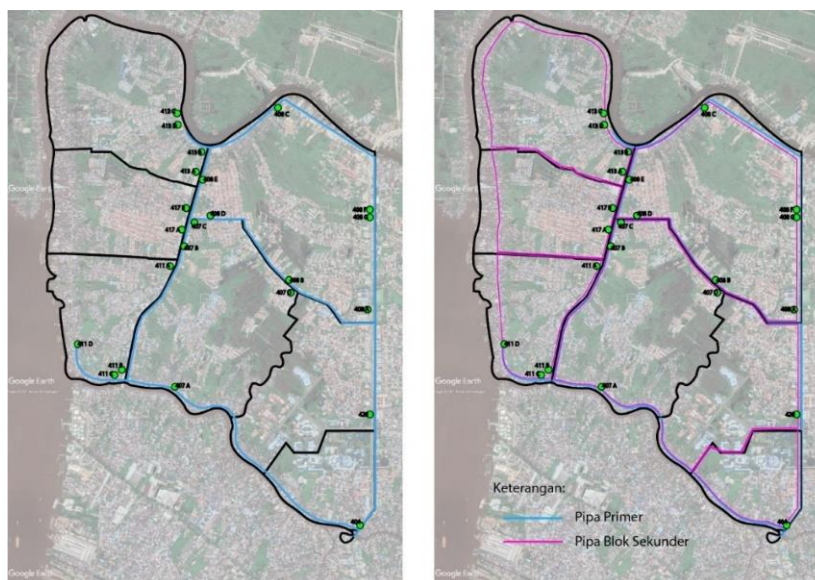
Pengukuran debit di input DMA menggunakan *data logger* adalah untuk mengetahui debit pemakaian air per jam dan perhari. Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut maka dapat ditentukan faktor pengali pola konsumsi air minum dimana terdapat nilai jam puncak dalam waktu 24 jam (Syahputra, 2021). Faktor pengali pola konsumsi air minum disajikan kedalam bentuk grafik selama 24 jam seperti pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat diketahui faktor pengali tertinggi berada pada *time period* ke-7 yaitu pada jam 06.00-07.00 (jam puncak) sedangkan faktor pengali terendah berada pada *time period* ke-3 yaitu pada jam 02.00-03.00. Faktor pengali pola konsumsi air pada Gambar 1 sekaligus sebagai *time pattern* untuk *base demand* yang diperlukan di *software* Epanet.



Gambar 1 Faktor Pengali Pola Konsumsi Air Minum

Pada penelitian ini jaringan perpipaan yang dievaluasi adalah jaringan pipa primer dan jaringan pipa blok sekunder seperti pada Gambar 2. Pipa primer memiliki diameter yang bervariasi dimulai dari 500 mm, 400 mm, 300 mm, 250 mm, dan 200 mm. Sedangkan pipa blok sekunder (pipa pembagi) memiliki diameter 110 mm dan 160 mm.



Gambar 2 Jaringan Pipa Primer (kiri) dan Pipa Sekunder (kanan)

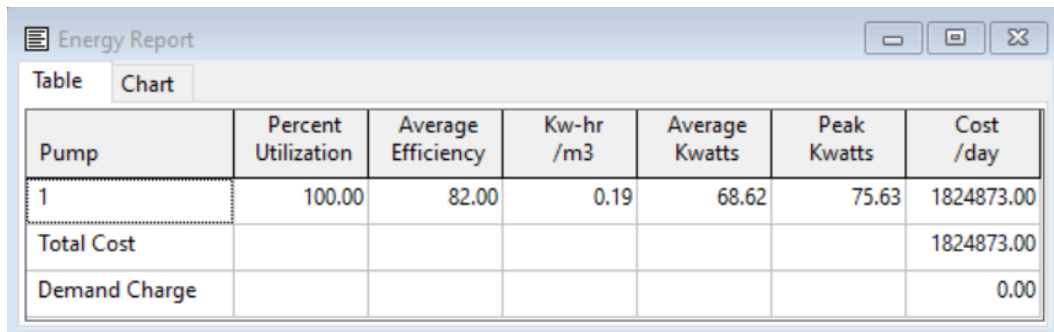
Berdasarkan Gambar 2 di atas, terdapat beberapa node yang mewakili titik pengambilan air. Kebutuhan air seluruh SR di dalam suatu DMA akan dibebankan ke masing-masing node di DMA tersebut. Dalam mendistribusikan air terdapat pompa dengan spesifikasi jenis pompa *Horizontal Split Case* dengan Debit (Q) 500 m³/jam dan Head (H) 50 meter. Nilai Q dan H pompa merupakan nilai untuk menentukan kurva pompa di *software* Epanet ([Rossman, 2000](#)). Dalam mensimulasikan biaya energi

diperlukan nilai tarif listrik PDAM yaitu Rp.1000/kWH pada LWBP dan 1500/kWh saat WBP. Perbandingan tarif tersebut dimasukkan kedalam bentuk *price pattern* di *software* Epanet.

B. Pembahasan

1. Sistem Pengaliran Air Pemompaan Penuh

Berdasarkan hasil simulasi Epanet untuk parameter energi dimana beban listrik/hari (*cost/day*) dampak dari operasi pompa selama 24 jam adalah sebesar Rp.1.824.873 seperti pada Gambar 3.



Pump	Percent Utilization	Average Efficiency	Kw-hr /m3	Average Kwatts	Peak Kwatts	Cost /day
1	100.00	82.00	0.19	68.62	75.63	1824873.00
Total Cost						1824873.00
Demand Charge						0.00

Gambar 3 Hasil Simulasi Parameter Energi Sistem 1

Sedangkan parameter tekanan seperti pada Tabel 2. Tekanan rata-rata di node adalah 57,59 meter di jam 03.00 dan 49,49 di jam 07.00. Nilai ini sudah melebihi standar tekanan air minimum di jaringan pipa pembagi yaitu 11 meter berdasarkan SNI 7509:2011 ([Badan Standarisasi Nasional, 2011](#)).

Tabel 2
Hasil Simulasi Parameter Tekanan Sistem 1

Jam	Negative Pressure		Jumlah Node		Jumlah Node		P Rata-rata m
	P<0	%	0<P<11	%	P>11	%	
03.00	0	0	0	0	71	100	57,59
07.00	0	0	0	0	71	100	49,49

Berdasarkan hasil simulasi nilai parameter kecepatan aliran Sistem 1 pada Tabel 3 masih terdapat pipa dengan kecepatan kurang dari 0,3 m/s yang merupakan standar kecepatan aliran air minimum sesuai dengan Permen PUPR No.27 Tahun 2016 ([Kementerian PUPR, 2016](#)). Rendahnya nilai tersebut disebabkan debit air yang kecil dan diameter pipa yang besar.

Tabel 3
Hasil Simulasi Parameter Kecepatan Aliran Sistem 1

Jam	Hasil Simulasi Parameter Kecepatan Aliran (03.00)					
	Tdk ada aliran		Jumlah Pipa		Jumlah Pipa	
	v = 0 m/s	%	v<0,3 m/s	%	v>0,3 m/s	%
03.00	0	0	61	82	13	18
07.00	0	0	47	64	27	36

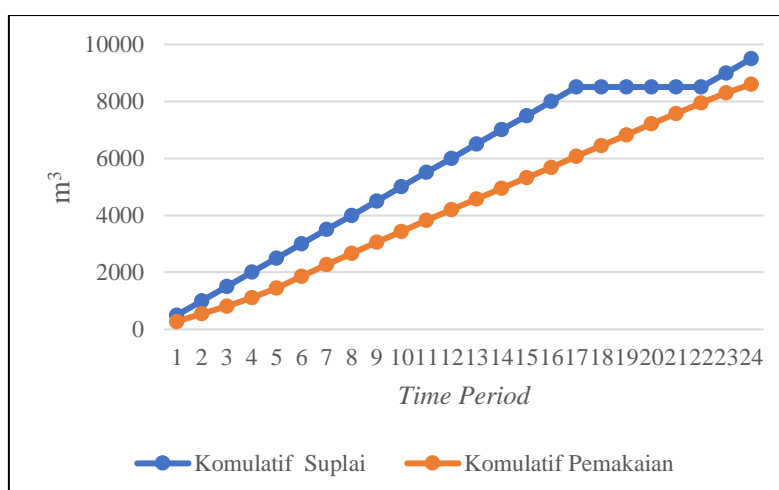
Untuk dapat meningkatkan kecepatan aliran air sesuai dengan persamaan kontinuitas dimana kecepatan aliran sama dengan debit dibagi luas penampang pipa (Wasposito, 2017), maka debit air perlu ditingkatkan dengan menambah pelanggan. Pada Tabel 4 diketahui jumlah pelanggan yang dibutuhkan masing-masing DMA, dimana total pelanggan pada wilayah pelayanan sebesar 48.035 SR.

Tabel 4
Jumlah SR Untuk Meningkatkan Aliran Air Minimal 0,3 m/s

DMA	Diameter Pipa (m)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)	SR
404	0,11	0,3	172,8	6099
407	0,16	0,3	172,8	7975
408	0,16	0,3	172,8	6799
411	0,16	0,3	172,8	8464
413	0,16	0,3	172,8	9874
420	0,16	0,3	172,8	8824
Total SR				48035

2. Sistem Pengaliran dengan *Elevated Reservoir* Saat WBP (Sistem 2)

Distribusi air ke pelanggan melalui *elevated reservoir* saat WBP adalah pada jam 17.00-22.00. Sistem dimulai dengan operasi pompa mengalirkan air ke pelanggan sekaligus mengisi reservoir, saat jam 17.00 maka pompa dimatikan, selanjutnya distribusi air melalui reservoir sampai jam 22.00, setelah itu pompa kembali beroperasi untuk mendistribusikan air ke pelanggan dan mengisi reservoir. Pada Gambar 4 merupakan grafik antara debit komulatif suplai dengan debit komulatif pemakaian, terdapat selisih volume air per jam yang bisa ditampung di reservoir (Oktavia, 2018).



Gambar 4 Grafik Debit Komulatif Suplai dengan Debit Komulatif Pelanggan Sistem 2

Volume reservoir pada Sistem 2 adalah jumlah volume air saat jam 17.00-22.00. Tinggi tangki (*maximum level*) diasumsikan 5 meter, maka diameter tangki dapat ditentukan dengan rumus volume silinder. Selanjutnya elevasi reservoir diasumsikan 20 meter, sehingga dimensi reservoir seperti pada Tabel 5.

Tabel 5
Dimensi Reservoir Epanet Sistem 2

DMA	Volume (m ³)	Properti Tank Epanet		
		Diameter (m)	Tinggi (m)	Elevasi (m)
404	129,31	6	5	20
407	325	9	5	20
408	351,6	9,5	5	20
411	263,5	8,1	5	20
413	302,1	8,6	5	20
417	282,6	8,5	5	20
420	219,9	9,5	5	20

Desain Sistem 2 ditambahkan *Pressure Reducing Valve* (PRV) di setiap input DMA yang diatur 25 meter. Tujuan pemasangan PRV adalah mengurangi tekanan berlebih yang tidak diperlukan dan mengurangi kebocoran saat pemakaian air minimum ([Signoreti, Camargo, Canno, Pires, & Ribeiro, 2016](#)).

Hasil simulasi Epanet untuk parameter energi listrik seperti yang terlihat pada Gambar 5. Beban listrik/hari (*cost/day*) sebesar Rp.1.385.947 dengan operasi pompa selama 19 jam per hari.

Pump	Percent Utilization	Average Efficiency	Kw-hr /m3	Average Kwatts	Peak Kwatts	Cost /day
1	79.17	82.00	0.16	72.94	85.18	1385947.00
Total Cost						1385947.00
Demand Charge						0.00

Gambar 5 Hasil Simulasi Parameter Energi Listrik Sistem 2

Sedangkan hasil parameter tekanan seperti pada Tabel 6. Tekanan rata-rata di node adalah 24,81 meter di jam 03.00 dan 24,49 meter di jam 07.00. Nilai ini sudah melebihi standar tekanan air minimum di jaringan pipa pembagi yaitu 11 meter berdasarkan SNI 7509:2011 ([Badan Standarisasi Nasional, 2011](#)).

Tabel 6
Hasil Simulasi Parameter Tekanan Sistem 2

Jam	Negative Pressure		Jumlah Node		Jumlah Node		P Rata-rata m
	P<0	%	0< P<11	%	P>11	%	
03.00	0	0	0	0	86	100	24,81
07.00	0	0	0	0	86	100	24,49

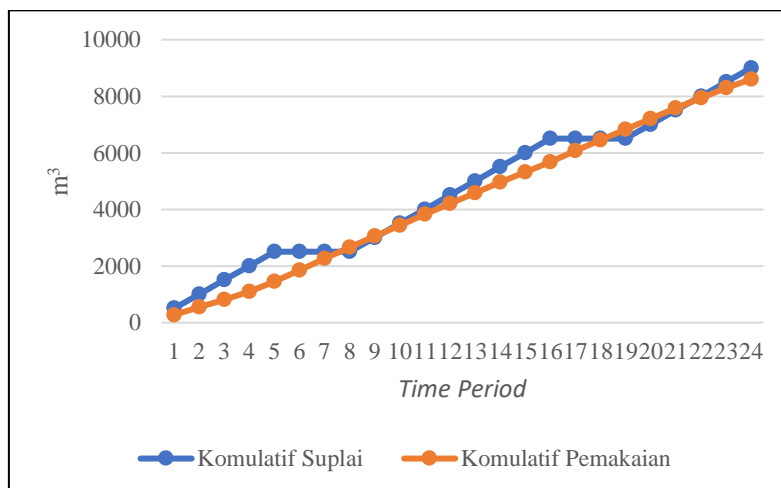
Berdasarkan hasil simulasi nilai parameter kecepatan aliran Sistem 2 pada Tabel 7 masih terdapat pipa dengan kecepatan kurang dari 0,3 m/s atau lebih rendah dari standar kecepatan aliran air minimum sesuai dengan Permen PUPR No.27 Tahun 2016 ([Kementerian PUPR, 2016](#)). Untuk dapat meningkatkan kecepatan aliran air maka debit air perlu ditingkatkan dengan menambah pelanggan sesuai pada Tabel 4. Selain itu terdapat beberapa pipa dengan kecepatan 0 m/s yang merupakan pipa *output* reservoir yang belum beroperasi saat jam 03.00.

Tabel 7
Hasil Simulasi Parameter Kecepatan Aliran Sistem 2

Jam	Parameter Kecepatan Aliran					
	Tdak ada aliran		Jumlah Pipa		Jumlah Pipa	
	v = 0 m/s	%	v<0,3 m/s	%	v>0,3 m/s	%
03.00	16	15	51	52	38	33
07.00	0	0	47	64	27	36

3. Sistem Pengaliran dengan *Elevated Reservoir* Saat *Peak Hours* (Sistem 3)

Distribusi air ke pelanggan melalui *elevated reservoir* saat *peak hours* adalah pada jam 05.00-08.00 dan 17.00-20.00. Sistem dimulai dari operasi pompa mendistribusikan air ke pelanggan sekaligus mengisi reservoir, saat jam 05.00 pompa dimatikan, selanjutnya distribusi air melalui reservoir sampai jam 08.00. Pompa beroperasi kembali mengalirkan air ke pelanggan dan mengisi reservoir, saat jam 17.00 pompa dimatikan, selanjutnya distribusi air ke pelanggan melalui reservoir sampai jam 20.00, setelah itu pompa dihidupkan kembali dan mendistribusikan air ke pelanggan. Pada Gambar 6 merupakan grafik antara debit komulatif suplai dengan debit komulatif pemakaian, terdapat selisih volume air per jam yang bisa ditampung di reservoir ([Oktavia, 2018](#)).



Gambar 6 Grafik Debit Komulatif Suplai dengan Debit Komulatif Pelanggan Sistem 3

Penentuan dimensi reservoir masing-masing DMA dihitung berdasarkan faktor pengali pada Gambar 1 dikalikan debit rata-rata (m³/jam) pada Tabel 1 masing-masing DMA selama 24 jam. Volume reservoir pada Sistem 3 dipilih volume air terbesar antara periode saat jam 05.00-08.00 atau saat jam 17.00-20.00. Tinggi tangki (*maximum level*)

air diasumsikan 5 meter, maka diameter tangki dapat ditentukan dengan rumus volume silinder. Selanjutnya elevasi reservoir diasumsikan 20 meter, sehingga kebutuhan dimensi reservoir seperti pada Tabel 8.

Tabel 8
Dimensi Reservoir Epanet Sistem 3

DMA	Volume (m ³)	Properti Tank Epanet		
		Diameter (m)	Tinggi (m)	Elevasi (m)
404	83,16	5,3	5	20
407	202,47	7,4	5	20
408	224,35	7,7	5	20
411	164,14	6,5	5	20
413	188,22	7,3	5	20
417	181,76	7	5	20
420	141,41	6	5	20

Hasil simulasi Epanet untuk parameter energi listrik seperti yang terlihat pada Gambar 7. Beban listrik/hari (*cost/day*) untuk Sistem 3 sebesar Rp.1.385.947 dengan operasi pompa selama 18 jam per hari.

Pump	Percent Utilization	Average Efficiency	Kw-hr /m3	Average Kwatts	Peak Kwatts	Cost /day
1	71.66	82.00	0.15	72.09	85.21	1320386.00
Total Cost						1320386.00
Demand Charge						0.00

Gambar 7 Hasil Simulasi Parameter Energi Listrik Sistem 3

Sedangkan hasil parameter tekanan seperti pada Tabel 9. Tekanan rata-rata di node adalah 24,81 meter di jam 03.00 dan 19,34 meter di jam 07.00. Nilai ini sudah melebihi standar tekanan air minimum di jaringan pipa pembagi yaitu 11 meter berdasarkan SNI 7509:2011 ([Badan Standarisasi Nasional, 2011](#)).

Tabel 9
Hasil Simulasi Parameter Tekanan Sistem 3

Jam	Negative Pressure		Jumlah Node		Jumlah Node		P Rata-rata m
	P<0	%	0< P<11	%	P>11	%	
03.00	0	0	0	0	86	100	24,81
07.00	0	0	0	0	86	100	19,34

Berdasarkan hasil simulasi nilai parameter kecepatan aliran Sistem 3 pada Tabel 10 masih terdapat pipa dengan kecepatan kurang dari 0,3 m/s atau kurang dari standar kecepatan aliran air minimum sesuai dengan Permen PUPR No.27 Tahun 2016 ([Kementerian PUPR, 2016](#)). Rendahnya nilai tersebut disebabkan debit air yang kecil

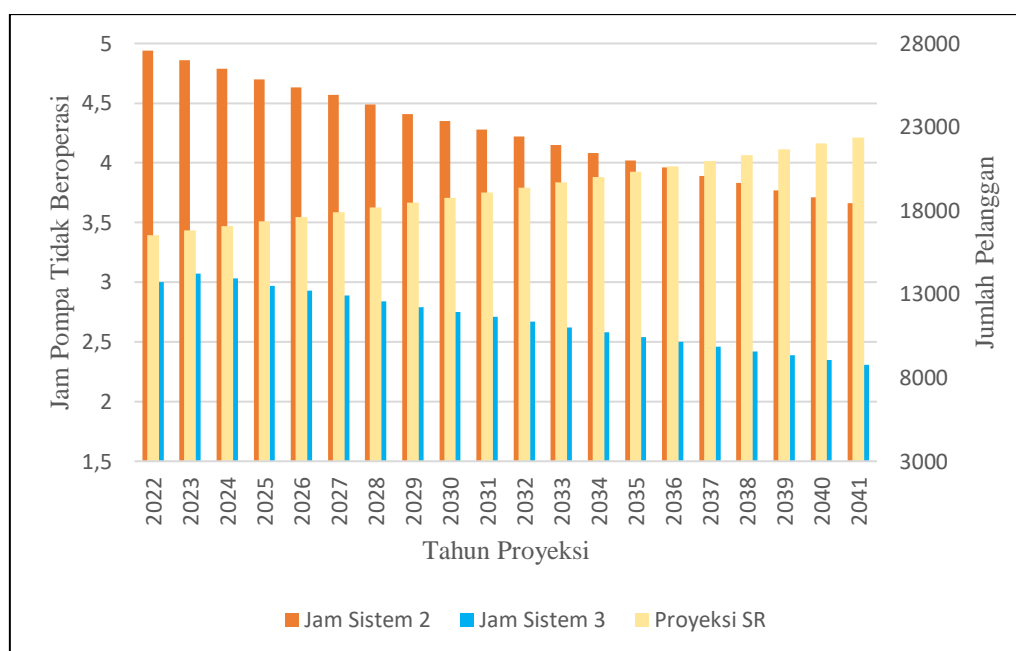
dan diameter pipa yang besar. Untuk dapat meningkatkan kecepatan aliran air maka debit air perlu ditingkatkan dengan menambah pelanggan sesuai pada Tabel 4. Selain itu terdapat beberapa pipa dengan kecepatan 0 m/s yang merupakan pipa *output* reservoir yang belum beroperasi (*closed*) di jam 03.00 sedangkan di jam 07.00 reservoir sudah beroperasi sehingga pipa *input* tidak beroperasi (*closed*) dan pipa primer tidak mengalirkan air karena pompa tidak beroperasi (*closed*).

Tabel 10
Hasil Simulasi Parameter Kecepatan Aliran Sistem 3

Jam	Parameter Kecepatan Aliran					
	Tdk ada aliran		Jumlah Pipa		Jumlah Pipa	
	v = 0 m/s	%	v < 0,3 m/s	%	v > 0,3 m/s	%
03.00	26	25	51	49	27	26
07.00	43	41	38	37	23	22

4. Penurunan Waktu Penghematan Operasi Pompa Proyeksi 20 Tahun

Peningkatan jumlah pelanggan yang diproyeksikan 20 tahun dengan metode aritmatika (Priyoaji, 2017) dimana rata-rata persentase pertumbuhan pelanggan adalah 2% pertahun berdasarkan data histori buku evaluasi BPKP maka diketahui penambahan pelanggan seperti Gambar 8. Peningkatan jumlah pelanggan akan mengurangi waktu distribusi air dari reservoir dengan kata lain akan mengurangi waktu penghematan pompa.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Penghematan Operasi Pompa Terhadap Proyeksi Pelanggan selama 20 Tahun

Berdasarkan Gambar 8 diketahui terjadi penurunan penghematan jam operasi pompa. Pada Sistem 2 pompa tidak beroperasi selama 5 jam di awal periode dengan terjadinya penambahan pelanggan maka di tahun 2041 pompa tidak beroperasi menjadi 3,39 jam. Pada Sistem 3 pompa tidak beroperasi selama 6 jam di awal periode dengan

terjadinya penambahan pelanggan maka di tahun 2041 pompa tidak beroperasi menjadi 4,62 jam.

Kesimpulan

Sistem pengaliran dengan *elevated reservoir* mampu meningkatkan efisiensi energi dengan meminimalkan jam operasi pompa. Sistem *elevated reservoir* yang beroperasi saat jam puncak konsumsi (Sistem 3) menjadi pilihan yang tepat jika diterapkan pada wilayah pelayanan booster S. Parman dengan biaya penghematan energi sebesar Rp. 155.571.516 pertahun. Tekanan rata-rata di node sebesar 24,81 meter di jam 03.00 dan 19,34 meter di jam 07.00 yang sudah melebihi standar tekanan minimum di jaringan pipa pembagi. Kecepatan aliran pada beberapa pipa terdapat nilai yang kurang dari 3 m/s, dimana persentase jumlah pipa dengan kecepatan rendah sebesar 49% di jam 03.00 dan 37% di jam 07.00, hal ini disebabkan oleh rendahnya debit dan besarnya diameter pipa. Untuk meningkatkan kecepatan aliran diperlukan peningkatan debit dengan cara penambahan pelanggan menjadi yang semula 16.536 SR menjadi 48.035 SR. Volume reservoir lebih kecil sehingga biaya investasi lebih rendah. Dilihat dari waktu penghematan jam operasi pompa sistem 3 untuk di awal periode adalah 6 jam (05.00-08.00 dan 17.00-20.00) dan di akhir periode (2041) adalah 4,62 jam.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada manajemen PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin atas segala data dan informasi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sebagai Instansi pemberi Beasiswa dan segenap Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember atas ilmu pengetahuan yang diberikan.

BIBLIOGRAFI

- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 7509:2011 Tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum. In *Standar Nasional Indonesia*. [Google Scholar](#)
- BPPSPAM. (2019). Buku Kinerja BUMD Penyelenggara SPAM. In *Kementrian PUPR*. [Google Scholar](#)
- BPPSPAM. (2020). *Buku Kinerja BUMD Penyelenggara SPAM Wilayah 3*. Kementerian PUPR. [Google Scholar](#)
- Chang, Yungyu, Choi, Gyewoon, Kim, Juhwan, & Byeon, Seongjoon. (2018). Energy cost optimization for water distribution networks using demand pattern and storage facilities. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/su10041118> [Google Scholar](#)
- Feldman, Mordecai. (2009). Aspects of energy efficiency in water supply systems. *Proceedings of the 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference*, (April), 85–89. Retrieved from [http://www.miyawater.com/user_files/Data_and_Research/miyas_experts_articles/08_Other aspects of NRW/01_Aspects of Energy Efficiency In Water Supply Systems.pdf](http://www.miyawater.com/user_files/Data_and_Research/miyas_experts_articles/08_Other_aspects_of_NRW/01_Aspects_of_Energy_Efficiency_In_Water_Supply_Systems.pdf) [Google Scholar](#)
- Kementerian ESDM. (2016). *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 tahun 2016*. [Google Scholar](#)
- Kementerian PUPR. (2014). *Pedoman Pelaksanaan Efisiensi Energi di PDAM*. [Google Scholar](#)
- Kementerian PUPR. (2016). *Permen PUPR No.27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. [Google Scholar](#)
- Mulyono. (2020). Implementasi Demand Side Management (DSM) Pada Instalasi Pengolahan Air PDAM Mulia Baru. *Energi & Kelistrikan*, 12(1), 43–52. <https://doi.org/10.33322/energi.v12i1.934> [Google Scholar](#)
- Oktavia, Siti Rahmi. (2018). Perencanaan Bak Pengendapan dan Penampungan Air yang Berasal Dari Mata Air di Kecamatan Lamala. *Jurnal Teknik Sipil*, (November). [Google Scholar](#)
- Priyoaji, D. M. (2017). *Evaluasi Pelayanan Air Minum Pada Daerah Pelayanan IPAM Babat, PDAM Lamongan*. Retrieved from <http://repository.its.ac.id/id/eprint/2819> [Google Scholar](#)
- Rizki, Muhammad Sya'bani. (2016). *Penerapan Jaringan Distribusi Sistem District Meter Area (DMA) dalam Optimalisasi Penurunan Kehilangan Air Fisik Ditinjau dari Aspek Teknis dan Finansial (Studi Kasus : Wilayah Layanan IPA Bengkuring*

PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda). 25714003. [Google Scholar](#)

Rossmann, Lewis A. (2000). *EPANET 2 User's Manual Cincinnati, U.S.A.* [Google Scholar](#)

Saad, Abdulhamid, & Saad, Idress. (2018). *Hydraulic analysis and cost optimization of water network by using the EPANET software.* (November). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36403.68646> [Google Scholar](#)

Signoretto, R. O. S., Camargo, R. Z., Canno, L. M., Pires, M. S. G., & Ribeiro, L. C. L. J. (2016). Importance of pressure reducing valves (PRVs) in water supply networks. *Journal of Physics: Conference Series*, 738(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/738/1/012026> [Google Scholar](#)

Syahputra, Benny. (2021). *Penentuan Faktor Jam Puncak dan Harian Maksimum Terhadap Pola Pemakaian Air DOMestik Di Kecamatan Kalasan, Sleman, Yogyakarta.* 1–15. [Google Scholar](#)

Waspodo, Waspodo. (2017). Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.29406/stek.v8i1.534> [Google Scholar](#)

Copyright holder:

I Made Whidi Artha, Adhi Yuniarta (2021)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

