

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI ENERGI SISTEM DISTRIBUSI  
KERTONATAN PERUMDA AIR MINUM TIRTA MAKMUR  
KABUPATEN SUKOHARJO**

Oleh:

Dadang Arip Sujatmika <sup>1)</sup>

Ali Masduqi <sup>2)</sup>

Bustami <sup>3)</sup>

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya <sup>1,2)</sup>  
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat <sup>3)</sup>

E-mail:

[dadangsujatmika28@gmail.com](mailto:dadangsujatmika28@gmail.com) <sup>1)</sup>

[masduqi@its.ac.id](mailto:masduqi@its.ac.id) <sup>2)</sup>

**ABSTRACT**

*Energy costs at the Perumda Air Minum Tirta Makmur Sukoharjo Regency are still above the national average of 556 Rp/m<sup>3</sup>. The Kertonatan distribution system is one of the service areas in Perumda Tirta Makmur Drinking Water with the highest energy cost of IDR 680/m<sup>3</sup>. So it is necessary to analyze the performance of distribution pumps in the Kertonatan service area and provide options for increasing pump performance so that energy costs can be reduced. The method of increasing energy efficiency is carried out with the option of increasing the distribution pump station, where the existing distribution pump is 1 unit with a full 24-hour operational duration, increased by replacing 2 new pump units with a capacity according to the needs and alternating operating hours are arranged. From the results of an analysis of the existing Kertonatan distribution pumps, an efficiency value of 30.68% was obtained with an energy cost of IDR 27,591,127 per year, with the option to increase distribution pump stations, a pump efficiency value of 54.09% was obtained with an energy cost of IDR 17,650,849 per year.*

**Keywords:** *Energy Efficiency, Kertonatan Distribution Systems, Pumps*

**ABSTRAK**

Biaya energi pada Perumda Air Minum Tirta Makmur Kabupaten Sukoharjo masih diatas rata-rata nasional sebesar 556 Rp/m<sup>3</sup>. Sistem distribusi Kertonatan salah satu daerah pelayanan pada Perumda Air Minum Tirta Makmur dengan biaya energi tertinggi sebesar Rp 897/m<sup>3</sup>. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis kinerja pompa distribusi eksisting pelayanan Kertonatan dan memberikan opsi peningkatan kinerja pompa distribusi agar biaya energi dapat diturunkan. Upaya peningkatan efisiensi energi dilakukan dengan opsi peningkatan stasiun pompa distribusi, dimana pompa distribusi eksisting berjumlah 1 unit dengan durasi operasional selama 24 jam penuh, ditingkatkan dengan mengganti 2 unit pompa baru dengan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan serta dilakukan penjadwalan jam operasional secara bergantian. Dari hasil analisis terhadap pompa eksisting distribusi Kertonatan didapatkan nilai efisiensi sebesar 30,68 % dengan biaya energi Rp 27.591.127 per tahun, dengan opsi peningkatan stasiun pompa distribusi didapatkan nilai efisiensi pompa sebesar 54,09% dengan biaya energi Rp 17.650.849 per tahun.

**Kata Kunci:** *Efisiensi Energi, Sistem Distribusi Kertonatan, Pompa*

**1. PENDAHULUAN**

Perusahaan Daerah Air Minum yang memiliki wilayah pelayanan dengan

kontur yang relatif datar banyak menggunakan pompa dalam mendistribusikan air ke pelanggan

(Abdelsalam.,2021). Sistem distribusi dengan pompa akan mengakibatkan konsumsi energi listrik menjadi tinggi, oleh karena itu, sangat dipertimbangkan ketika membuat keputusan penghematan energi (Ngancha.,2018). Untuk dapat mengurangi konsumsi energi dapat dicapai dengan mengubah praktik operasi dan pemeliharaan, berinvestasi dalam teknologi yang lebih efisien, mengatur waktu kerja, dan mengubah energi. (Thollander dkk., 2020).

Optimasi sistem pemompaan yang sudah ada dapat dilakukan dengan cara menambah jumlah pompa yang beroperasi, modifikasi impeller atau melakukan penggantian dengan pompa yang baru. Namun setiap opsi tersebut harus dilakukan kajian dalam merencanakannya (Permen PUPR 27 Tahun 2016). Desain dan pengoperasian stasiun pompa yang optimal memerlukan kombinasi dari jumlah dan ukuran unit pompa ( Moredecai., 2009). Pengoperasian sistem pemompaan air yang lebih baik akan menghasilkan konsumsi energi yang lebih rendah (Ngancha.,2018).

Sistem distribusi air minum di Perumda Air Minum Tirta Makmur Kabupaten Sukoharjo hampir 98% menggunakan sistem pemompaan. Hal ini mengakibatkan biaya operasional menjadi besar terutama pada penggunaan energi listrik. Tahun 2021 biaya energi Perumda Air Minum

Tirta Makmur Kabupaten Sukoharjo masih diatas rata-rata nasional sebesar 556 Rp/m<sup>3</sup> (Kementerian PUPR.,2021). Sistem distribusi Kertonatan salah satu daerah pelayanan pada Perumda Air Minum Tirta Makmur dengan biaya energi tertinggi sebesar Rp 897/m<sup>3</sup>.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pemakaian energi dan performa pompa eksisting pada sistem distribusi Kertonatan dan menganalisis peningkatan efisiensi energi dengan opsi peningkatan stasiun pompa distribusi sehingga penurunan biaya energi dapat dilakukan.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan pengumpulan data primer dan data skunder. Data primer terdiri dari Data Parameter Kelistrikan Pompa : Alat yang digunakan Power Meter data yang diukur : Tegangan (V), Arus (I), untuk debit pompa menggunakan flow meter yang telah dilengkapi dengan data loger. Sedangkan tekanan pompa menggunakan pressure gauge yang telah terpasang dengan dilengkapi data loger. Data Skunder meliputi: peta jaringan perpipaan eksisting, data spesifikasi pompa (brosur), data pelanggan (SR), rekening listrik. Data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan analisis terhadap performa

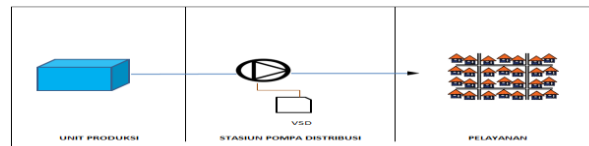
pompa distribusi pada sistem pelayanan dengan menggunakan software EPANET 2.2 yang selajutnya diberikan opsi peningkatan efisiensi dan penghematan energi terhadap pompa eksisting.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi eksisting pompa distribusi Kertonatan menggunakan pompa submersible dengan kapasitas 5,6 liter /detik , head 40 meter , daya 4,4 Kw

dengan frekuensi 50 Hz. Sumber listrik pada sistem ini berasal dari PLN dengan daya sebesar 66000 VA yang termasuk Golongan B2. Tarif yang berlaku pada golongan B2 ini tidak dikenakan perbedaan pada Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Tarif per kWh adalah sebesar Rp. 1577 Sekema pengaliran sistem distribusi Kertonatan dapat dilihat sesuai Gambar 1

**Gambar 1**  
**Skema sistem distribusi Kertonata**



Sistem distribusi Kertonatan memiliki pelanggan sebanyak 330 SR dari hasil pengukuran debit selama 24 jam

menggunakan flow meter yang dilengkapi dengan data loger mempunyai fluktuasi sesuai Tabel 1

**Tabel 1**

Pengukuran debit distribusi distribusi Kertonatan selama 24 jam.

Jam	Debit l/s	Jam	Debit l/s
00:00	1,353	12:00	2,592
01:00	1,324	13:00	2,296
02:00	1,362	14:00	2,342
03:00	1,528	15:00	3,111
04:00	2,120	16:00	4,462
05:00	3,754	17:00	4,083
06:00	4,162	18:00	3,389
07:00	3,817	19:00	2,491
08:00	3,405	20:00	2,123
09:00	2,966	21:00	1,801
10:00	2,611	22:00	1,729
11:00	2,500	23:00	1,487

Sesuai dengan data dari tabel 1 dalam periode waktu selama 24 jam didapatkan debit minimum sebesar 1,324 l/s terjadi pada jam 01:00 WIB, debit rata –rata sebesar 2,655 l/s sedangkan debit

maksimum sebesar 4,462 l/s terjadi pada jam 16:00 WIB.

Untuk melakukan analisis kinerja pompa distribusi dilakukan pengukuran daya dengan menggunakan alat power

meter selama 24 jam dengan hasil sesuai tabel 2.

**Tabel 2**  
**Pengukuran daya pompa distribusi Kertonatan selama 24 jam.**

Jam	Daya (kw)	Jam	Daya (kw)
00:00	1,106	12:00	1,413
01:00	1,140	13:00	1,223
02:00	1,088	14:00	1,362
03:00	1,102	15:00	1,915
04:00	1,172	16:00	3,389
05:00	1,925	17:00	2,668
06:00	2,716	18:00	1,991
07:00	2,423	19:00	1,252
08:00	2,535	20:00	1,165
09:00	2,242	21:00	1,089
10:00	1,637	22:00	1,112
11:00	1,493	23:00	1,156

Sesuai tabel 2 dapat diketahui pada saat jam minimal yaitu pukul 01:00 WIB daya yang terukur sebesar 1,140 Kw sedangkan daya rata – rata adalah sebesar 1,671 Kw dan daya yang terukur pada saat jam maksimum yaitu pada pukul 16:00 WIB sebesar 3,389 Kw.

Untuk mengetahui efisiensi pompa distribusi eksisting data dari tabel 1 dan tabel 2 di substitusikan kedalam persamaan (1) yaitu:

$$\eta \text{ pompa} = \frac{\text{Daya hidrolis}}{\text{Daya motor}} \quad (1)$$

Daya hidrolis merupakan energi yang digunakan pompa untuk mengalirkan air dari suatu lokasi ke lokasi yang lainnya yang dipengaruhi oleh *head loss* pada jaringan perpipaan sehingga akan terjadi head tekanan. Daya ini dalam menghitungnya dapat menggunakan rumus

(2) yaitu;

$$Ph = Q \times h \times g \times \rho \quad (2)$$

Dimana

- Daya hidrolis yang dinotasikan  $Ph$  dengan menggunakan satuan kW.
- Debit aliran air yang dinotasikan  $Q$  dengan satuan  $m^3/dt$ .
- Head dengan menggunakan notasi  $H$  dengan menggunakan satuan meter.
- Gravitasi yang dinotasikan  $g$  menggunakan satuan  $m/s^2$ .
- Masa jenis air yang dinotasikan  $\rho$  menggunakan satuan  $kg/l$ .

Daya motor merupakan daya yang digunakan motor untuk menggerakkan pompa distribusi didapatkan dari hasil pengukuran selama 24 jam sesuai dengan tabel 2. Perhitungan efisiensi pompa eksisting sistem distribusi Kertonatan dapat dilihat pada tabel 3 yaitu:

**Tabel 3**  
**Perhitungan efisiensi pompa distribusi eksisting**

Daya					
Waktu	(kW)	Distribusi Air (m <sup>3</sup> /s)	Total Head (m)	Daya hidrolis (kW) (γ.Q.H)	Efisiensi Pompa (%)
a	b	c	d	e	f
				(c x d x g x ρ)	(e / b)
00:00	1,106	0,0014	21,65	0,29	25,96
01:00	1,140	0,0013	21,78	0,28	24,79
02:00	1,088	0,0014	21,75	0,29	26,68
03:00	1,102	0,0015	21,65	0,32	29,42
04:00	1,172	0,0021	21,78	0,45	38,61
05:00	1,925	0,0038	21,58	0,79	41,24
06:00	2,716	0,0042	21,75	0,89	32,66
07:00	2,423	0,0038	21,78	0,81	33,62
08:00	2,535	0,0034	21,63	0,72	28,47
09:00	2,242	0,0030	21,4	0,62	27,74
10:00	1,637	0,0026	21,48	0,55	33,58
11:00	1,493	0,0025	21,45	0,53	35,20
12:00	1,413	0,0026	21,43	0,54	38,52
13:00	1,223	0,0023	21,53	0,48	39,61
14:00	1,362	0,0023	21,38	0,49	36,03
15:00	1,915	0,0031	21,30	0,65	33,91
16:00	3,389	0,0045	20,40	0,89	26,32
17:00	2,668	0,0041	21,48	0,86	32,21
18:00	1,991	0,0034	21,6	0,72	36,03
19:00	1,252	0,0025	21,65	0,53	42,21
20:00	1,165	0,0021	21,78	0,45	38,90
21:00	1,089	0,0018	21,73	0,38	35,22
22:00	1,112	0,0017	21,75	0,37	33,14
23:00	1,156	0,0015	21,75	0,32	27,42

Dengan simulasi menggunakan pompa, harga per Kwh menghasilkan software EPANET 2.2 serta melakukan parameter energi eksisting pompa input data meliputi; efisiensi pompa, daya distribusi Kertonatan sesuai gambar 2.

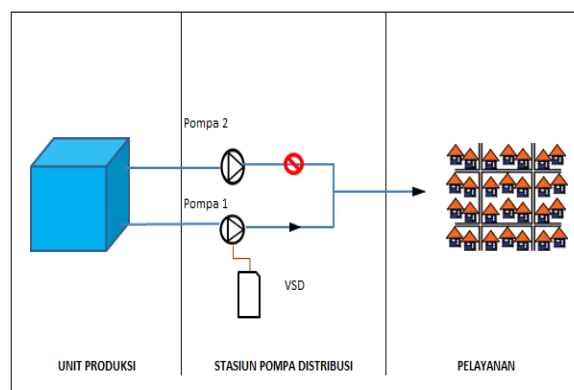
Pump	Percent Utilization	Average Efficiency	Kw-hr /m <sup>3</sup>	Average Kwatts	Peak Kwatts	Cost /day
5	100.00	30.74	0.19	2.00	3.28	75592.13
Total Cost						75592.13
Demand Charge						0.00

**Gambar 2**  
**Hasil simulasi parameter energi pompa eksisting dengan software EPANET 2.2.**

Dari menu *Energi Report* dengan menggunakan EPANET 2.2 didapatkan hasil kondisi pompa eksisting : Nilai efisiensi pompa eksisting sebesar 30,68%, nilai SEC 0,19. daya rata-rata sebesar 2,09 Kw, biaya konsumsi listrik per tahun Rp 27.591.127. Kondisi pompa distribusi eksisting dengan efisiensi dibawah < 50% direkomendasikan untuk perbaikan total atau dengan penggantian pompa yang baru (Pedoman EE., 2014)

Opsi peningkatan efisiensi dengan

peningkatan stasiun pompa distribusi yaitu dilakukan dengan mengganti pompa eksisting dengan 2 unit pompa baru jenis submersible dengan spesifikasi pompa 1 dengan kapasitas 4,7 l/s , head pompa 40 meter, daya sebesar 2,2 Kw. Sedangkan spesifikasi pompa 2 dengan kapasitas 3,7 l/s , head pompa 37 meter, daya sebesar 1,1 Kw. Dengan skema yang digunakan pada opsi ini dapat dilihat sesuai gambar 3 yaitu:



**Gambar 3**

**Skema pengaliran dengan peningkatan stasiun pompa distribusi**

Jadwal pengoperasian pompa ke 1 yaitu diatur dengan menggunakan kontrol waktu dengan durasi operasional selama 12 jam setiap harinya yang dimulai dari jam 06:00 hingga jam 18:00 sedangkan pompa ke 2

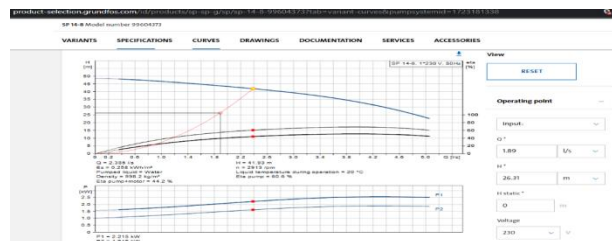
yaitu 18:00 hingga jam 06:00. Dengan melakukan input spesifikasi pompa 1 dan pompa 2 dan penjadwalan kedalam software EPANET 2.2 didapatkan debit dan head hasil simulasi sesuai tabel 4.

**Tabel 4**  
**Debit dan tekanan hasil simulasi EPANET 2.2.**

Waktu	Pompa 1 debit l/s	Pompa 2 debit l/s	Head (m)	Waktu	Pompa 1 debit l/s	Pompa 2 debit l/s	Head (m)
00:00		1,49	19,27	12:00	2,84		20,1
01:00	off	1,46	19,34	13:00	2,5	off	24,28
02:00		1,49	20,53	14:00	2,56		24,14
03:00		1,69	20,03	15:00	3,41		21,71

04:00		2,34	19,93	16:00	4,78	23,51
05:00		4,11	21,12	17:00	4,47	23,42
06:00	4,76		31,74	18:00		3,71
07:00	4,19		22,34	19:00		2,73
08:00	3,74		20,54	20:00	off	2,34
09:00	3,26	off	20,81	21:00	off	1,97
10:00	2,87		20,02	22:00		1,89
11:00	2,73		20,41	23:00		1,49
						19,27

Untuk mendapatkan efisiensi pompa 1 dan pompa 2 dilakukan simulasi pada website; Grundfos.com dengan melakukan input kapasitas dan head sesuai tabel 4, dengan melakukan input debit dan head pada setiap jam operasional pompa dapat dilihat sesuai gambar 4.



**Gambar 4**

**Simulasi efisiensi pompa menggunakan kurva karakteristik dari produsen.**

Nilai efisiensi pada pompa 1 dan pompa 2 yang didapatkan dari simulasi pada website Grundfos.com melalui kurva karakteristik sesuai jenis pompa yang digunakan dapat dilihat sesuai tabel 5.

**Tabel 5**  
**Efisiensi pompa 1 dan pompa 2**

Waktu	Pompa 1 debit l/s	Efisiensi %	Waktu	Pompa 2 debit l/s	Efisiensi %
06:00	4,76	54,4	18:00	3,71	50,8
07:00	4,19	53,7	19:00	2,73	50,1
08:00	3,74	54,7	20:00	2,34	48,0
09:00	3,26	55,9	21:00	1,97	45,0
10:00	2,87	55,9	22:00	1,89	44,2
11:00	2,73	55,6	23:00	1,49	42,7
12:00	2,84	55,9	00:00	1,49	42,7
13:00	2,5	53,8	01:00	1,46	42,3
14:00	2,56	54,1	02:00	1,49	42,1
15:00	3,41	55,8	03:00	1,69	44,6
16:00	4,78	51,7	04:00	2,34	49,4
17:00	4,47	53,0	05:00	4,11	48,6

Dengan simulasi menggunakan software EAPNET 2.2 serta melakukan input data meliputi; efisiensi pompa, daya pompa, harga per Kwh menghasilkan

parameter energi dengan opsi peningkatan stasiun pompa distribusi Kertonatan dapat

dilihat sesuai gambar 5.

Pump	Percent Utilization	Average Efficiency	Kw-hr /m3	Average Kwatts	Peak Kwatts	Cost /day
5	50.00	54.09	0.11	1.47	2.71	27810.62
1	50.00	46.29	0.13	1.09	2.41	20547.87
Total Cost						48358.49
Demand Charge						0.00

**Gambar 5**

**Hasil simulasi opsi peningkatan stasiun pompa distribusi dengan EPANET 2.2.**

Dari menu *Energi Report* dengan menggunakan EPANET 2.2 didapatkan hasil kinerja pompa dengan opsi peningkatan stasiun pompa distribusi yaitu efisiensi maksimum sebesar 54,09%, nilai SEC 0,19. biaya konsumsi listrik per tahun Rp Rp 17.650.849.

Networks. Heliyon, 7(8), e07820. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.1.e07820>.

David D.J. Meyer, J. Khari, Andrew J. Whittle, Alexander H. Slocum. (2021) Effects of hydraulically disconnecting consumer pumps in an intermittent water supply. Water Research X 12 (2021) 100107.

**4. SIMPULAN**

Pemakaian energi pada kondisi eksisting daya rata-rata sebesar 2,09 Kw, performa pompa eksisting mempunyai efisiensi sebesar 30,68%, nilai SEC 0,19, dan biaya konsumsi listrik per tahun sebesar Rp 27.591.127. Opsi peningkatan stasiun pompa distribusi potensi efisiensi pompa dapat ditingkatkan menjadi 54,09%, nilai SEC pompa sebesar 0,12, biaya konsumsi listrik per tahun sebesar Rp. 17.650.849.,

Direktorat Air Minum Kementerian PUPR. (2021). Buku Kinerja BUMD Air Minum.

Kementerian PUPR. (2014). Pedoman Pelaksanaan Efisiensi Energi di PDAM.

Kementerian PUPR. (2016). Permen PUPR No.27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

**5. DAFTAR PUSTAKA**

Abdelsalam, A. A., & Gabbar, H. A. (2021). Energy Saving and Management of Water Pumping

Moredecai. (2009). Aspects of Energy Efficiency in Water Supply Systems in : Proceeding of the 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference, South Africa, 2009.



P.B. Ngancha, K. Kusakana, E.D. Markus.  
(2021). Optimal pumping scheduling  
for municipal water storage systems.  
Energy Reports 8 (2022) 1126–1137.

Sularso, Haruo Tahara. (2000). Pompa dan  
Kompresor Pemilihan, Pemakaian  
dan Pemeleiharaan.