

## KAJIAN PENGHEMATAN ENERGI SISTEM POMPA DISTRIBUSI JALUR KAUM PANDAK KABUPATEN BOGOR

Astri Maharani<sup>1</sup>, Ade Syaiful Rachman<sup>2</sup>, Eddy Setiadi Soedjono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>2</sup>Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Email: astri.206014@mhs.its.ac.id, soedjono@enviro.its.ac.id,

### Abstrak

Berdasarkan penilaian kinerja BUMD Air Minum tahun 2020, Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor memiliki biaya energi di atas rata-rata nasional. Biaya energi terbesar dalam SPAM dialokasikan dalam sistem perpompaan. Salah satu pompa di Perumda Air Minum Tirta Kahuripan yang sudah bekerja cukup lama adalah pompa distribusi Jalur Kaum Pandak. Setelah dilakukan pengukuran selama tiga hari didapati bahwa pemakaian energi dan efisiensi kinerja pompa distribusi Jalur Kaum Pandak didapati bahwa nilai pemakaian energi untuk masing-masing pompa 1 dan 2 adalah 0,4 kWh/m<sup>3</sup> dan efisiensi kinerja masing-masing pompa berada di bawah 50%, yakni 44,38% untuk pompa 1 dan 43,02% untuk pompa 2. Dari hasil pengolahan data ini disusunlah sebuah rencana penghematan energi yang dilakukan yakni dengan melakukan penggantian pompa yang ternyata dapat menghemat 2.198,18 kWh per bulan atau senilai Rp2.498.301,36 selama satu bulan.

**Kata Kunci:** energi; pompa; sistem distribusi air minum

### Abstract

*Based on the performance assessment in 2020, Perumda Air Minum Tirta Kahuripan apparently has spent more energy costs compared to the average municipal waterworks in Indonesia. The largest energy cost in water supply and distribution system is commonly allocated for the pumping system. Among all the pumps at the Perumda Air Minum Tirta Kahuripan, the distribution pumps for Kaum Pandak line have been working for a long time - more than five years. After measuring for three days, it was found that the value of Specific Energy Consumption (SEC) for both pump 1 and 2 were 0.40 kWh/m<sup>3</sup> and the performance efficiency of both pumps were below 50%, which was 44.38% for pump 1 and 43.02% for pump 2. An energy saving plan was prepared by replacing the pumps which may save 2,198.18 kWh per month or worth Rp. 2,498,301,36 in one month.*

**Keywords:** pump; energy; water distribution

### Pendahuluan

Pemenuhan kebutuhan air bersih di Kabupaten Bogor dikelola oleh Perusahaan Umum Daerah (Perumda) Air Minum Tirta Kahuripan. Perumda Air Minum Tirta

Kahuripan saat ini memiliki cakupan pelayanan 30,56% dari jumlah penduduk di wilayah pelayanan (Direktorat Air Minum, 2020). Cakupan layanan ini masih jauh di bawah target akses air minum layak Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun (RPJMN) 2020-2024, yang tertuang dalam Peraturan Presiden nomor 18 tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024, yakni sebesar 100%.

Salah satu beban operasional penyelenggaraan air minum yang dapat dikurangi adalah biaya energi listrik. Pada umumnya biaya operasional yang terbesar untuk PDAM yang menggunakan sistem pemompaan untuk pengambilan air baku dan pendistribusian air minumnya adalah untuk biaya listrik perpompaan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014). Berdasarkan data penilaian kinerja BUMD Air Minum yang dilakukan oleh Direktorat Air Minum pada tahun 2020, Perumda Air Minum Tirta Kahuripan memiliki biaya energi sebesar Rp 526,00 per kubikasi meter, jauh lebih tinggi dari rata-rata biaya energi BUMD Air Minum Nasional, yakni sebesar Rp 352,16/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan upaya peningkatan efisiensi energi yang dapat dilakukan dengan melakukan penghematan energi di Perumda Air Minum Tirta Kahuripan.

Perumda Air Minum Tirta Kahuripan memiliki beberapa Instalasi Pengolahan Air (IPA) untuk memenuhi pelayanan air minum di Kabupaten Bogor. Pengoperasian IPA untuk memproduksi air dan pendistribusian air hasil produksi tersebut ke pelanggan membutuhkan energi yang cukup besar sehingga perlu dilakukan proses penghematan energi. Penghematan energi dalam SPAM dapat dilakukan dengan meningkatkan efisiensi operasi pompa (Abdelsalam & Gabbar, 2021; Luna dkk., 2019; Mutofan, 2017; Syahputra dkk., 2018), melakukan optimalisasi jaringan pipa dan aksesoris (Monsef dkk., 2018; Mulyono, 2020; Zanoli dkk., 2020), melakukan penggunaan sistem otomasi (Amaral Lopes dkk., 2020; Rödel dkk., 2016; Saravanan dkk., 2018), memindahkan atau menambahkan elevasi reservoir (Amaral Lopes dkk., 2020; Sarbu, 2016) memperbaiki instalasi listrik (BTAM, 2019; Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014; Mulyono, 2020), serta melakukan manajemen tekanan (Constantya, 2021; Latchoomun dkk., 2020).

Salah satu IPA yang menggunakan energi cukup besar di Perumda Air Minum Tirta Kahuripan adalah IPA Cibinong. Biaya pemakaian listrik pada tahun 2018 di IPA Cibinong mencapai Rp4.253.053.688,-. (Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor, 2018). IPA Cibinong merupakan unit produksi yang terdiri dua unit pengolahan yang masing-masing berkapasitas 300 liter/detik dan 280 liter/detik yang didistribusikan ke Jalur Kaum Pandak, BCE, Puspa, Pemda, Karadenan, Sentul, dan Metro. Pompa distribusi ke Jalur Kaum Pandak terdiri dari dua pompa yang telah beroperasi sejak tahun 2015. Dengan sudah lamanya pompa tersebut bekerja maka diperlukan analisis terkait pemakaian energi spesifik pompa tersebut serta efisiensi kinerja kedua pompa tersebut sehingga bisa diketahui penghematan energi yang dapat dilakukan dan berapa besaran energi serta biaya energi yang dapat diselamatkan.

## Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran pemakaian energi dan efisiensi kinerja terhadap pompa 1 dan 2 distribusi Jalur Kaum Pandak yang diukur selama masing-masing tiga hari dari pukul 20.00-04.00 dengan menggunakan *Power Quality Analyzer* Hioki 3197 untuk mendapat data parameter kelistrikan dan mencatat pemakaian debit serta tekanan di meter induk distribusi serta tekanan di *discharge* pompa. Kemudian membandingkan hasil pengukuran tersebut dengan ketentuan kriteria parameter untuk efisiensi energi (BTAM, 2019) seperti yang tertulis dalam **Tabel 1** dan selanjutnya menghitung penghematan energi dan biaya energi yang dapat dicapai per bulannya.

**Tabel 1**  
**Kriteria Parameter untuk Dapat Mencapai Efisiensi Energi**

Parameter	Kriteria Nilai
SEC	< 0,40 kWh/m <sup>3</sup>
Faktor daya	> 0,85
Efisiensi total sistem pompa	> 60%

## Hasil dan Pembahasan

Jalur Kaum Pandak melayani beberapa titik distribusi dengan data distribusi pada bulan Juli 2021 adalah sebesar 81.385 m<sup>3</sup> dan air yang terjual adalah sebesar 53.754 m<sup>3</sup> (Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor, 2021). Adanya selisih sebesar 27.631 m<sup>3</sup> air atau sebesar 33,95% dari volume air terdistribusi menunjukkan adanya air yang tak berekening yang dapat disebabkan oleh kehilangan air akibat kebocoran pipa, sistem perpipaan yang sudah tua, meter pelanggan yang sudah tidak akurat, tua, ataupun rusak (Pradypna dkk., 2020). Data rincian pemakaian sesuai data rekening bulan Juli 2021 dapat dilihat di **Tabel 2**.

**Tabel 2**  
**Pemakaian Air Titik Distribusi Jalur Kaum Pandak**

Titik Distribusi	Data Pemakaian Rekening (Liter/detik)	Jumlah Sambungan
Buana Asri	0,57	167
Taman Nusa Citra	0,20	56
Bogor Asri	3,84	932
Bogor Asri Kopasus	0,32	94
Permata Bintang	1,55	393
Griya Cibinong Indah	0,66	314
Adiwira Persada	0,79	186
Taman Cibinong Asri	1,35	355
Nuansa Alam	0,20	44
Permata Raden	0,11	28
Griya Karadenan Indah	0,17	71

Titik Distribusi	Data Pemakaian Rekening (Liter/detik)	Jumlah Sambungan
Graha Pandak	0,78	235
Al Azhar Green Garden	0,14	45
Villa Bogor Indah 6	2,90	618
Puri Karadenan Indah	0,70	252
Puskopad	6,45	518
<b>Total</b>	<b>20,73</b>	<b>4.308</b>

Berdasarkan data pencatatan meter induk distribusi Jalur Kaum Pandak pada saat pengukuran dilakukan didapati bahwa jam puncak jalur distribusi Kaum Pandak adalah dari pukul 06.00-08.00 dan pemakaian paling sedikit pada pukul 00.00-02.00. fluktuasi data pemakaian air ini dibutuhkan untuk dapat mengetahui kapasitas sistem yang dibutuhkan terutama saat jam puncak (Erianik dkk., 2020). Distribusi rata-rata di Jalur Kaum Pandak periode 10-15 Agustus 2021 dapat dilihat di **Tabel 3**.

**Tabel 3**  
**Pola Distribusi Air Jalur Kaum Pandak**

Jam	Rata-Rata Pemakaian (m <sup>3</sup> )	Faktor Pengali
00.00-02.00	164,00	0,57
02.00-04.00	179,17	0,63
04.00-06.00	328,33	1,15
06.00-08.00	387,83	1,36
08.00-10.00	351,50	1,23
10.00-12.00	342,00	1,20
12.00-14.00	290,83	1,02
14.00-16.00	300,67	1,05
16.00-18.00	364,67	1,27
18.00-20.00	348,00	1,22
20.00-22.00	181,50	0,63
22.00-00.00	195,50	0,68

Sistem perpompaan yang digunakan untuk mendistribusikan air ke Jalur Kaum Pandak menggunakan dua buah pompa sentrifugal yang dioperasikan dengan panel inverter Yaskawa A-1000 yang pengoperasiannya dilakukan secara manual.



**Gambar 1 Panel Inverter Yaskawa A-1000**

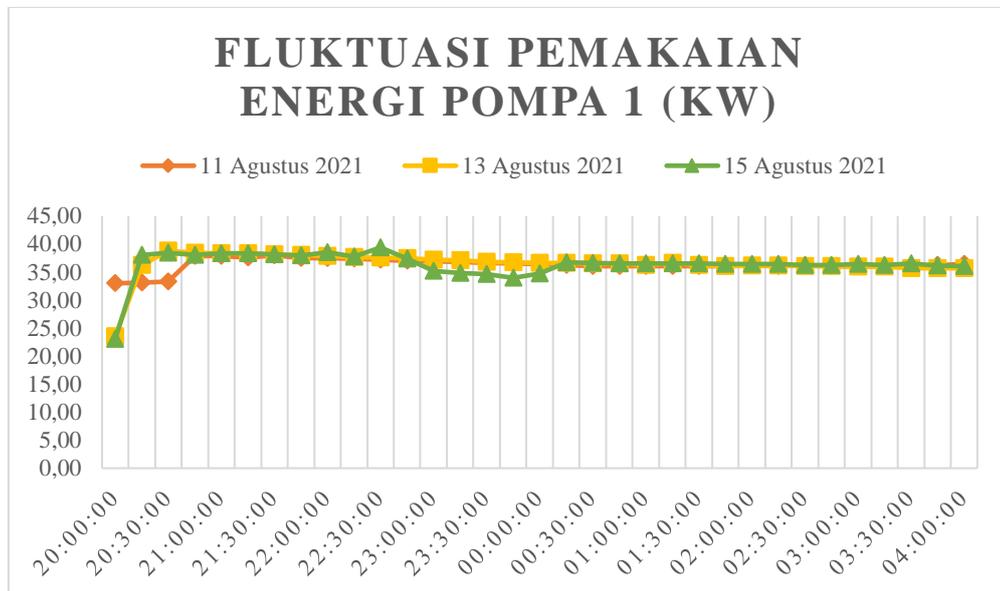
Kedua pompa distribusi tersebut dioperasikan secara paralel pada pukul 04.00-20.00 kemudian dioperasikan secara tunggal bergantian tiap harinya. Detail pompa distribusi Kaum Pandak dapat dilihat di **Tabel 4**.

**Tabel 4**  
**Data Sistem Pompa Distribusi Jalur Kaum Pandak**

Pompa	Tahun Operasi	Debit Desain (liter/detik)	Head Desain (m)	Daya Input Desain (kW)	Frekuensi (Hz)	Tegangan (V)	Arus (A)	Jam Operasi Eksisting	
								Paralel	Tunggal
Pompa 1	2015	50	100	66,243	50	380	138	04.00-	20.00-
Pompa 2	2015	50	100	66,243	50	380	138	20.00	04.00

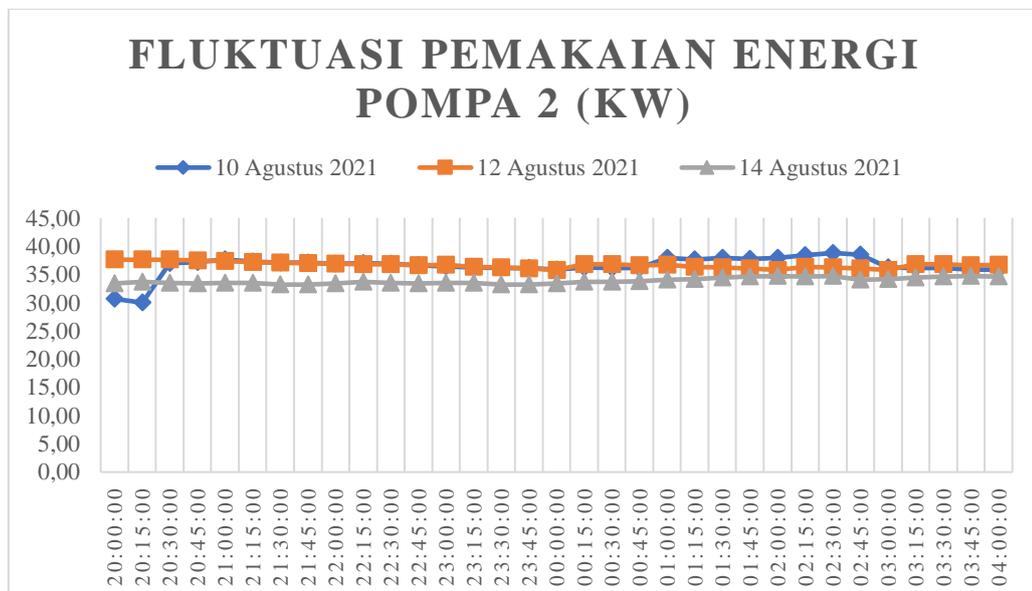
Berdasarkan **Tabel 1** dapat dilihat bahwa pompa distribusi jalur Kaum Pandak mulai beroperasi pada tahun 2015 dan kedua pompa memiliki desain kinerja yang identik. Pompa distribusi untuk Jalur Kaum Pandak dioperasikan bergantian setiap harinya dan apabila ada kebutuhan air yang tinggi seperti di jam puncak maka pompa akan dioperasikan secara paralel karena apabila pompa dioperasikan dengan frekuensi di atas 42 Hz maka pompa akan *trip*. Oleh karena itu untuk mengetahui pemakaian energi dan efisiensi kinerja Pompa 1 dan Pompa 2, pengukuran dilakukan selama 3 hari

untuk masing-masing pompa (10-16 Agustus 2021) dari pukul 20.00-04.00 ketika pompa dioperasikan secara individu. Pengoperasian pompa distribusi Kaum Pandak dilakukan dengan menggunakan panel inverter yang diatur dan dioperasikan secara manual. Untuk hasil pengukuran pemakaian energi pompa 1 dapat dilihat di **Gambar 2**.



**Gambar 2** Fluktuasi Pemakaian Energi Pompa 1 Kaum Pandak

Sedangkan untuk pompa 2 fluktuasi pemakaian energi yang diukur dengan interval 15 menit dari pukul 20.00-04.00 pada tanggal 10, 12, dan 14 Agustus 2021 dapat dilihat di **Gambar 3**.



**Gambar 3** Hasil Pengukuran Pompa 2 Kaum Pandak

Berdasarkan **Gambar 2** dan **Gambar 3** dapat dilihat bahwa pemakaian listrik pompa 1 dan 2 Jalur Kaum Pandak cenderung stabil. Hal ini dapat terjadi karena

penggunaan *inverter* untuk pengoperasian pompa yang menggunakan pengaturan frekuensi secara manual dan tetap.

Pengukuran debit pompa dilakukan dengan melakukan pembacaan terhadap electronic flow meter yang terpasang pada pipa *discharge*. *Electronic flow meter* yang digunakan adalah Siemens Sitrans FM Mag 5000 yang dapat dilihat di **Gambar 4**.



**Gambar 4** *Electronic Flow Meter* di Pipa *Discharge* Jalur Kaum Pandak

Kemudian data debit dan daya yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan persamaan (1), yaitu:

$$SEC = \frac{\text{Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Jumlah Air yang dihasilkan (m}^3\text{)}} \quad (1)$$

Setelah dilakukan perhitungan SEC sesuai dengan persamaan (1) untuk pompa distribusi Jalur Kaum Pandak maka didapatkan nilai SEC untuk pompa 1 dapat dilihat di **Tabel 5**.

**Tabel 5**  
**Konsumsi Energi Listrik dan Produksi Air Pompa 1**

Pompa	Tanggal Pengukuran	Waktu Pengukuran	Rata-Rata Konsumsi Energi (kW)	Rata-Rata Distribusi Air (m <sup>3</sup> /h)	SEC (kWh/m <sup>3</sup> )
1	11 Agustus		36,33	90,88	0,40
	13 Agustus	20.00-04.00	36,47	93,63	0,39
	15 Agustus		36,35	89,25	0,41
	Rata-Rata				0,40

Pengukuran yang dilakukan tersebut menunjukkan bahwa energi listrik yang dibutuhkan oleh pompa 1 untuk mendistribusikan air tidak terlalu berbeda setiap harinya. SEC dihitung dengan membagi jumlah daya energi listrik dengan distribusi air. Rata-rata yang didapat dari pengukuran tersebut adalah 0,40 kWh/m<sup>3</sup>. Dengan demikian

dapat diketahui bahwa untuk mendistribusikan 1 m<sup>3</sup> air pompa 1 membutuhkan 0,40 kWh. Hal ini menunjukkan bahwa nilai SEC pompa 1 berada di atas standar SEC yang dapat dikatakan memenuhi syarat efisiensi energi, yakni di bawah 0,40 kWh/m<sup>3</sup>. Untuk parameter kelistrikan rata-rata lainnya pada pompa 1 dapat dilihat di **Tabel 6**.

**Tabel 6**  
**Hasil Pengukuran Parameter Kelistrikan Pompa 1**

Parameter Kelistrikan	Hasil Pengukuran
Tegangan (V)	400,58 Volt
Arus (A)	59,39 A
Frekuensi (Hz)	40,00 Hz
Faktor Daya	0,883

Berdasarkan **Tabel 6** dapat dilihat bahwa tegangan rata-rata terukur sebesar 400,58 Volt, arus sebesar 59,39 A, frekuensi rata-rata sebesar 40 Hz, dan faktor daya sebesar 0,883. Parameter kelistrikan tersebut masih dalam batas nominal sesuai dengan data desain sehingga kendala pengoperasian pompa di mana terjadi trip bukan karena kendala dari kelistrikan pompa. Untuk perhitungan SEC pompa 2 dapat dilihat di **Tabel 7**.

**Tabel 7**  
**Konsumsi Energi Listrik dan Produksi Air Pompa 2**

Pompa	Tanggal Pengukuran	Waktu Pengukuran	Rata-Rata Konsumsi Energi (kW)	Rata-Rata Produksi Air (m <sup>3</sup> /h)	SEC (kWh/m <sup>3</sup> )
2	10 Agustus	20.00-04.00	36,47	90,38	0,40
	12 Agustus		36,65	89,25	0,41
	14 Agustus		33,84	86,75	0,39
Rata-Rata					0,40

Nilai SEC dihitung dengan membagi jumlah daya energi listrik dengan produksi air. Rata-rata yang didapat dari pengukuran tersebut adalah 0,40 kWh/m<sup>3</sup>. Dengan demikian dapat diketahui bahwa untuk mendistribusikan 1 m<sup>3</sup> air pompa 2 membutuhkan energi listrik sebesar 0,40 kWh. Hal ini menunjukkan bahwa nilai SEC pompa 2 berada di atas standar SEC yang dapat dikatakan memenuhi syarat efisiensi energi, yakni di bawah 0,40 kWh/m<sup>3</sup>. Untuk parameter kelistrikan rata-rata lainnya pada pompa 2 dapat dilihat di **Tabel 8**.

**Tabel 8**  
**Hasil Pengukuran Parameter Kelistrikan Pompa 2**

Parameter Kelistrikan	Hasil Pengukuran
Tegangan	398,72 Volt
Arus	57,00 A
Frekuensi	40,00 Hz
Faktor Daya	0,911

Berdasarkan Tabel 8, dapat dilihat bahwa untuk pompa 2, tegangan rata-rata terukur sebesar 398,72 Volt, arus sebesar 57,00 A, frekuensi rata-rata sebesar 40 Hz, dan faktor daya sebesar 0,911. Parameter kelistrikan tersebut masih dalam batas nominal sesuai dengan data desain sehingga kendala pengoperasian pompa di mana terjadi trip bukan karena kendala dari kelistrikan pompa 2.

Selanjutnya dilakukan juga perhitungan terhadap efisiensi kinerja pompa. Untuk mengukur efisiensi kinerja pompa maka dapat diketahui dengan persamaan berikut (BTAM, 2019).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (2)$$

di mana:

$\eta$  = efisiensi pompa

$P_{out}$  = daya yang dihasilkan, dalam hal ini daya hidrolis pompa (Watt)

$P_{in}$  = daya nyata (Watt)

Daya hidrolis diperoleh sesuai dengan persamaan (3), yaitu sebagai berikut.

$$P_w = H \times Q \times \rho \times g \quad (3)$$

di mana:

$P_w$  = daya hidrolis (watt)

$H$  = *head* total (m)

$Q$  = debit pompa ( $m^3/s$ )

$\rho$  = massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi bumi ( $m/detik^2$ )

Hasil pengukuran efisiensi kinerja pompa 1 dan 2 dapat dilihat di **Tabel 9** dan **Tabel 10**.

**Tabel 9**  
**Perhitungan Efisiensi Kinerja Pompa 1**

Tanggal Pengukuran	Waktu Pengukuran	Rata-Rata Konsumsi Energi (kW)	Rata-Rata Produksi Air ( $m^3/s$ )	Total Head (m)	$P_w$ (kw)	Efisiensi Kinerja
11 Agustus		36,33	0,025	64,37	15,94	43,87%
13 Agustus	20.00-04.00	36,47	0,026	67,49	17,22	47,21%
15 Agustus		36,35	0,025	62,84	15,28	42,05%
Rata-Rata						44,38%

**Tabel 10**  
**Perhitungan Efisiensi Kinerja Pompa 2**

Tanggal Pengukuran	Waktu Pengukuran	Rata-Rata Konsumsi Energi (kW)	Rata-Rata Produksi Air (m <sup>3</sup> /s)	Total Head (m)	Pw (kw)	Efisiensi Kinerja
10 Agustus	20.00-04.00	36,53	0,025	60,90	15,00	41,06%
12 Agustus		36,65	0,025	68,53	16,67	45,48%
14 Agustus		33,86	0,024	60,92	14,40	42,54%
Rata-Rata						43,02%

Berdasarkan data **Tabel 9** dan **Tabel 10** diketahui bahwa nilai efisiensi kinerja pompa 1 dan 2 adalah 44,38% dan 43,02%. Rendahnya nilai efisiensi kinerja pompa dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti desain sistem yang tidak optimal, adanya kavitasi, instalasi listrik yang tidak tepat, pola pengoperasian tidak tepat, turunnya kinerja peralatan listrik dan pompa, serta pemeliharaan pompa yang tidak sempurna (Hartono & Aziz, 2014). Nilai efisiensi kinerja kedua pompa distribusi Jalur Kaum Pandak berada di bawah nilai kriteria minimal efisiensi, yakni  $\geq 60\%$ , bahkan di bawah 50%. Rekomendasi tindakan perbaikan yang dapat dilakukan terkait efisiensi kinerja pompa beragam, tergantung dengan skala efisiensi terukur. Rincian rekomendasi tindakan tersebut dapat dilihat di **Tabel 11**.

**Tabel 11**  
**Rekomendasi Tindakan Terhadap Sistem Perpompaan yang Efisiensi Kinerjanya Menurun (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014)**

Kriteria Efisiensi Pompa	Tindakan
$\eta_t \geq 60\%$	Pompa masih baik tidak diperlukan tindakan apapun
$\eta_t = 55\% < 60\%$	Penyetelan kembali <i>impeller</i> dan/atau pembersihan
$\eta_t = 50\% < 55\%$	Rekondisi, perbaikan <i>impeller</i> , dan penyetelan kembali pompa
$\eta_t < 50\%$	Penggantian pompa secara keseluruhan/perbaikan total <i>impeller</i>

Berdasarkan hasil pengukuran pemakaian energi pompa eksisting diketahui bahwa sumber pemborosan energi di sistem distribusi Jalur Kaum Pandak terletak di sistem perpompaan karena kedua pompa memiliki nilai SEC sebesar 0,4 kWh/m<sup>3</sup> dan efisiensi pompa di bawah 50%, yakni pompa 1 memiliki efisiensi 44,38% dan pompa 2 efisiensi rata-rata sebesar 43,02%. Selain itu pompa juga sudah tidak dapat memenuhi nilai frekuensi sesuai desainnya. Untuk itu perlu dilakukan tindakan penggantian pompa (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014).

Dari hasil pengukuran pompa yang telah dilakukan maka dapat dikalkulasi energi listrik yang dibutuhkan oleh Perumda Air Minum Tirta Kahuripan untuk distribusi ke

Jalur Kaum Pandak selama satu bulan (dengan asumsi satu bulan terdiri dari 30 hari). Perhitungan tersebut dapat dilihat di **Tabel 12** dengan mempertimbangkan pemakaian pompa di Waktu Beban Puncak (WBP) yakni pada pukul 17.00-22.00 dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) yakni pukul 00.00-16.00 dan 23.00.

**Tabel 12**  
**Pemakaian Energi Listrik Eksisting Sistem Distribusi Kaum Pandak**

Pompa	Energi terpakai (kWh/bulan)		Total (kWh/bulan)
	WBP	LWBP	
Pompa 1	4.366,18	17.464,73	
Pompa 2	4.281,45	17.125,82	43.238,18
Jumlah	8.647,64	34.590,55	

Dari **Tabel 12** terlihat bahwa selama satu bulan dibutuhkan 8.647,64 kWh pada saat WBP dan 34.590,25 kWh selama LWBP yang berarti total pemakaian energinya adalah sebesar 43.238,18 kWh per bulan. Dengan data ini maka dapat dihitung biaya energi listrik yang dikeluarkan oleh Perumda Air Minum Tirta Kahuripan untuk distribusi ke Jalur Kaum Pandak selama satu bulan. Biaya energi listrik berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat dilihat di **Tabel 13**.

**Tabel 13**  
**Perhitungan Biaya Energi Listrik**

Pompa	Energi terpakai (kWh/bulan)		Tarif Listrik		Biaya Listrik (Rp/bulan)
	WBP	LWBP	WBP	LWBP	
Pompa 1	3.274,64	43.800,00			50.454.868,28
Pompa 2	3.211,09	42.620,00	1.553,67	1.035,78	49.133.919,21
Jumlah	6.485,73	86.420,00			99.588.787,49

Dari **Tabel 13** didapati bahwa Perumda Air Minum Tirta Kahuripan perlu mengeluarkan biaya Rp99.588.787,49 tiap bulannya untuk mendistribusikan air ke Jalur Kaum Pandak. Dikarenakan dari hasil perhitungan sebelumnya didapati bahwa kinerja pompa distribusi eksisting sudah tidak optimal maka untuk itu, sesuai yang tertulis dalam Tabel 2.2, penghematan energi yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti kedua pompa tersebut yang dapat mendukung penambahan pelanggan di Jalur Kaum Pandak, serta berpedoman pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor 27 tahun 2016 tentang SPAM bahwa digunakan pompa untuk kebutuhan puncak dan pompa kecil untuk kebutuhan minimum.

Dengan menggunakan data distribusi bulan Juli (81.385 m<sup>3</sup>/bulan atau 31,40 liter/detik) maka kebutuhan debit distribusi air di Jalur Kaum Pandak dapat dilihat di **Tabel 14**.

**Tabel 14**  
**Kebutuhan Distribusi Air**

Jam	Debit Distribusi Rata-Rata (liter/detik)	Faktor pengali	Kebutuhan Distribusi (liter/detik)
04.00-20.00	31,40	1,36	42,70
20.00-04.00		0,68	21,35

Untuk itu maka digunakan pompa dengan debit 50 liter/detik pada jam pemakaian besar (04.00-20.00) dan pompa 25 liter/detik pada jam pemakaian rendah (20.00-04.00) sehingga tidak ada pompa yang beroperasi selama 24 jam terus menerus. Spesifikasi rencana pompa yang akan digunakan dapat dilihat di **Error! Reference source not found.** Untuk itu maka digunakan pompa dengan debit 50 liter/detik pada jam pemakaian besar (04.00-20.00) dan pompa 25 liter/detik pada jam pemakaian rendah (20.00-04.00) sehingga tidak ada pompa yang beroperasi selama 24 jam terus menerus. Spesifikasi rencana pompa yang akan digunakan berasal dari data vendor pompa yang dapat dilihat di **Tabel 15**.

**Tabel 15**  
**Spesifikasi Rencana Pompa**

Parameter	Pompa 1	Pompa 2
Debit (l/detik)	50	25
Head (m)	100	100
Daya (kW)	68	35

Berdasarkan data tersebut maka dapat dihitung pemakaian energi dengan rencana pompa tersebut sehingga didapat perhitungan seperti yang dapat dilihat di **Tabel 16**.

**Tabel 16**  
**Perhitungan Pemakaian Energi Pompa Baru**

Pompa	Jam Operasional pada WBP	Jumlah hari Operasional	Jam Operasional pada LWBP	Jumlah Hari Operasional	Energi terpakai (kWh/bulan)		Total (kWh/bulan)
					WBP	LWBP	
Pompa Baru 1	3	30	13	30	6.120	26.520	32.640
Pompa Baru 2	2	30	6	30	2.100	6.300	8.400
Jumlah					8.220	32.820	41.040

Berdasarkan perhitungan yang termuat dalam **Tabel 15**, terlihat bahwa dengan menggunakan pompa baru maka total pemakaian energi listrik per bulannya berkurang dari pemakaian energi eksisting, yang semula 43.238,18 kWh menjadi 41.040,00 kWh per bulannya. Berarti terjadi penghematan energi sebesar 2.198,18 kWh tiap bulannya.

Dengan berkurangnya pemakaian listrik maka biaya energi listrik yang akan dikeluarkan juga akan berkurang. Perhitungannya dapat dilihat di **Tabel 17**.

**Tabel 17**  
**Perhitungan Biaya Energi Setelah Pompa Diganti**

Pompa	Total (kWh/bulan)	Tarif Listrik		Biaya Listrik (Rp/bulan)
		WBP	LWBP	
Pompa Baru 1	32.640,00			36.977.346
Pompa Baru 2	8.400,00	1.553,67	1.035,78	9.788.121
Jumlah	41.040,00			46.765.467

Dengan adanya penggantian pompa maka Perumda Air Minum Tirta Kahuripan dapat melakukan penghematan biaya energi listrik, yang semula sebesar Rp49.263.768,36 per bulan menjadi hanya Rp46.765.467,00 per bulannya. Hal ini menunjukkan bahwa dengan mengganti pompa dan memperbaiki pola operasi pompa dapat mengurangi pengeluaran Perumda Air Minum Tirta Kahuripan sebesar Rp2.498.301,36- tiap bulannya.

Selain itu, dengan menggunakan pompa baru tersebut maka dapat menurunkan nilai SEC dan meningkatkan efisiensi kinerja pompa. Perbandingan nilai SEC dan efisiensi pompa semula dan usulan dapat dilihat di **Tabel 18**.

**Tabel 18**  
**Perbandingan SEC, Efisiensi Pompa Eksisting, Pemakaian Energi, dan Biaya Energi per Bulan setelah Modifikasi Pompa**

Parameter	Eksisting	Modifikasi Pompa
SEC (kWh/m <sup>3</sup> )	0,40	0,38
	0,40	0,39
Efisiensi Pompa	44,38%	72,13%
	43,02%	70,07%
Pemakaian energi listrik (kWh/bulan)	43.238,18	41.040,00
Biaya energi listrik (Rp per bulan)	49.263.768,36	46.765.467,00

### Kesimpulan

Kondisi sistem perpompaan distribusi Jalur Kaum Pandak eksisting membutuhkan perbaikan. Nilai SEC yang didapat untuk pompa 1 dan 2 adalah 0,40 kWh/m<sup>3</sup> dan dengan efisiensi kinerja pompa 1 adalah 44,38% dan pompa 2 adalah 43,02%, sehingga dibutuhkan perbaikan di sistem perpompaan distribusi Jalur Kaum Pandak.

Modifikasi yang dapat dilakukan terhadap pompa distribusi Jalur Kaum Pandak untuk penghematan energi adalah dengan melakukan penggantian pompa sehingga dapat menghemat energi 2.198,18 kWh/bulan atau senilai Rp2.498.4301,36 selama satu bulan.

## BIBLIOGRAFI

- Abdelsalam, A. A., & Gabbar, H. A. (2021). Energy Saving and Management of Water Pumping Networks. *Heliyon*, 7(8), e07820. [Google Scholar](#)
- Amaral Lopes, R., Grønberg Junker, R., Martins, J., Murta-Pina, J., Reynders, G., & Madsen, H. (2020). Characterisation and Use of Energy Flexibility in Water Pumping and Storage Systems. *Applied Energy*, 277(March). [Google Scholar](#)
- BTAM. (2019). *Efisiensi Energi*. Balai Teknik Air Minum Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. [Google Scholar](#)
- Constantya, Q. (2021). Energy Efficiency in the Distribution System. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 10(1), 1317–1321. [Google Scholar](#)
- Erianik, D., Marsono, B. D., & Soedjono, E. S. (2020). Evaluation of Zona Air Minum Prima (ZAMP) Program in Ngagel Tirto Surabaya. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 506(1). [Google Scholar](#)
- Hartono, A. M., & Aziz, A. (2014). *Evaluasi Efisiensi Pompa Sentrifugal pada Unit Pengolahan Air Minum Pusat Distribusi Cilincing*. 1–10. [Google Scholar](#)
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2014). *Pedoman Pelaksanaan Efisiensi Energi di PDAM*. 82. [Google Scholar](#)
- Latchoomun, L., Ah King, R. T. F., Busawon, K. K., & Ginoux, J. M. (2020). Harmonic Oscillator Tank: A New Method for Leakage and Energy Reduction in a Water Distribution Network with Pressure Driven Demand. *Energy*, 201, 117657. [Google Scholar](#)
- Luna, T., Ribau, J., Figueiredo, D., & Alves, R. (2019). Improving Energy Efficiency in Water Supply Systems with Pump Scheduling Optimization. *Journal of Cleaner Production*, 213, 342–356. [Google Scholar](#)
- Monsef, H., Naghashzadegan, M., Farmani, R., & Jamali, A. (2018). Pressure management in water distribution systems in order to reduce energy consumption and background leakage. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 67(4), 397–403. [Google Scholar](#)
- Mulyono, M. (2020). Implementasi Demand Side Management (DSM) pada Instalasi Pengolahan Air PDAM Mulia Baru. *Energi & Kelistrikan*, 12(1), 43–52. [Google Scholar](#)
- Mutofan, E. A. (2017). Manajemen Pemanfaatan Energi Listrik pada pompa PDAM Tirta Moedal Produksi II Kota Semarang Melalui Audit Energi Listrik. *Universitas Diponegoro. Semarang*. [Google Scholar](#)

Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor. (2018). *Laporan PDAM Kabupaten Bogor tahun 2018*. [Google Scholar](#)

Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor. (2021). *Laporan Teknis Bulan Juli 2021 Cabang Cibinong*. Perumda Air Minum Tirta Kahuripan. [Google Scholar](#)

Pradypna, F. F., Marsono, B. D., & Soedjono, E. S. (2020). A Study of Drinking Water Supply and Demand in Surabaya in the Year 2039. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 506(1). [Google Scholar](#)

Rödel, S., Krätzig, T., & Meyer, L. (2016). Testing and Developing Energy Harvester Systems for Operation of Energy-Self-Sufficient Measurement and Control Units in Drinking Water Supply. *Water Science and Technology: Water Supply*, 16(2), 263–273. [Google Scholar](#)

Saravanan, K., Anusuya, E., Kumar, R., & Son, L. H. (2018). Real-time Water Quality Monitoring using Internet of Things in SCADA. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(9). [Google Scholar](#)

Sarbu, I. (2016). A Study of Energy Optimisation of Urban Water Distribution Systems using Potential Elements. *Water (Switzerland)*, 8(12). [Google Scholar](#)

Syahputra, L. R., Budiarto, R., & Wilopo, W. (2018). Energy Saving Potency And Maintenance Costs Reduction In Water Treatment Plant (WTP) Pengok PDAM Tirtamarta Yogyakarta. *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST)*, 1–6. [Google Scholar](#)

Zanoli, S. M., Astolfi, G., Orlietti, L., Frisinghelli, M., & Pepe, C. (2020). Water Distribution Networks Optimization: A Real Case Study. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 16644–16650. [Google Scholar](#)

---

**Copyright holder:**

Astri Maharani, Ade Syaiful Rachman, Eddy Setiadi Soedjono, 2021

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

