

## Efisiensi Biaya Energi Listrik *Reverse Osmosis System* Menggunakan Metode *Load Shifting Management*

### *Reverse Osmosis System Electrical Energy Cost Efficiency Using Load Shifting Management Method*

Muhamad Fahmi Amrillah<sup>1\*</sup>, Irwan<sup>2</sup>, Fadjrin Wira Perdana<sup>3</sup>, Dimas Pratama Yuda<sup>4</sup>, Desti Yuvita Sari<sup>5</sup>, Yulia Puspita Sari<sup>6</sup>, Febriyanti Hilmatul Ulya<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyebrangan

Palembang, Indonesia

muhamadfahmiamrillah@poltektranssdp-palembang.ac.id<sup>1\*</sup>

**Abstrak** – Energi listrik merupakan energi primer yang sangat diperlukan oleh kalangan industri untuk menggerakkan mesin-mesin produksi dan mesin-mesin pendukung untuk kelancaran proses produksi. Salah satu mesin pendukung yang mengkonsumsi energi listrik adalah reverse osmosis system untuk menghasilkan air minum yang digunakan sebagai bahan baku produksi. Penggunaan energi listrik memiliki tarif yang berbeda pada setiap waktunya, dimana biaya di waktu beban puncak memiliki tarif lebih mahal 45% dibandingkan dengan tarif diluar waktu beban puncak. Pada penelitian ini akan membahas efisiensi biaya energi listrik dengan menggunakan metode load shifting management, dimana metode tersebut dilakukan dengan pengaturan jam nyala mesin reverse osmosis system dengan menggunakan timer. Cara kerja yang dari daily timer tersebut adalah dengan cara memindahkan jam nyala yang seharusnya di waktu beban puncak menjadi menyala di waktu luar beban puncak. Dari hasil pengaturan jam nyala mesin reverse osmosis system dengan metode load shifting management menggunakan bantuan timer didapatkan hasil bahwa mesin menyala hanya diluar waktu beban puncak dan mengurangi biaya energi listrik yang dikonsumsi sebesar 32%.

**Kata Kunci:** daily timer, load shifting management, reverse osmosis system, waktu beban puncak.

**Abstract** – Electrical energy is the primary energy that is needed by industry to drive production machines and supporting machines for the smooth production process. One of the supporting machines that consume electrical energy is a reverse osmosis system to produce drinking water which is used as raw material for production. The use of electrical energy has a different tariff at any time, where the cost at peak load is 45% more expensive than the tariff outside the peak load time. In this study, we will discuss the efficiency of electrical energy costs by using the load shifting management method, where the method is carried out by setting the reverse osmosis system engine ignition using a timer. The way the daily timer works is by moving the clock that should be at the peak load time to turn on at the time outside the peak load. From the results of setting the reverse osmosis system engine start time with the load shifting management method using the help of a timer, it is found that the engine is running only outside the peak load time and reduces the cost of electrical energy consumed by 32%.

**Keywords:** daily timer, load shifting management, reverse osmosis system, peak load time.

### 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi primer yang sangat diperlukan oleh sektor industri karena untuk menggerakkan mesin-mesin produksi untuk menghasilkan produk tepat guna untuk kebutuhan masyarakat. Kebutuhan energi listrik tersebut akan berbanding lurus dengan biaya yang harus dibayarkan oleh industri kepada perusahaan penyedia energi listrik[1]. Biaya energi listrik yang harus dibayarkan sangatlah bervariasi tergantung dengan jenis golongan yang diambil.

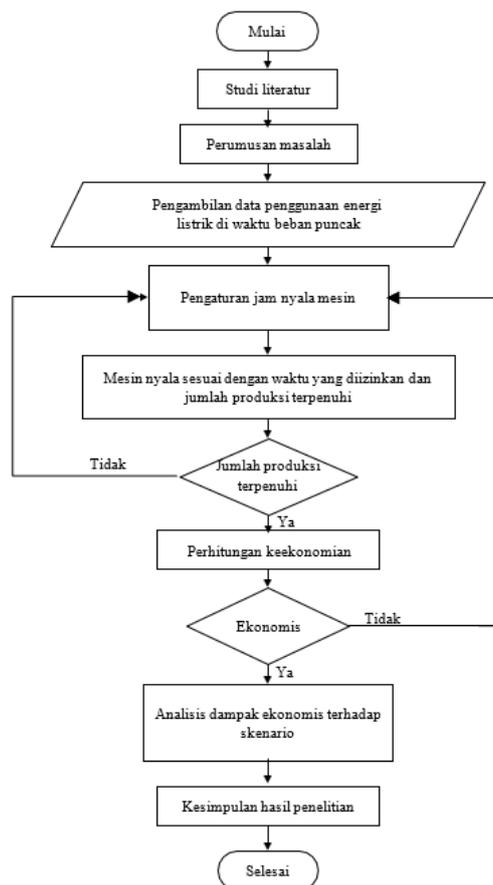
Selain dari jenis golongan pelanggan yang diambil, biaya atau tarif energi listrik juga terbagi kedalam dua waktu, yaitu ketika waktu beban puncak dan waktu diluar beban puncak. Waktu beban puncak memiliki tarif yang lebih mahal sekitar 40% dibandingkan tarif diluar waktu beban puncak. Perbedaan tarif yang signifikan antara waktu beban puncak dan waktu diluar beban puncak tersebut menjadi perhatian serius dari kalangan industri. Salah satu industri yang menaruh perhatian serius terhadap perbedaan tarif tersebut adalah perusahaan makanan dengan produksi kecap di daerah Kota Bekasi.

Strategi kreatif sangat diperlukan untuk menyiasati perbedaan tarif tersebut. Salah satu strategi yang diterapkan oleh penulis dan diaplikasikan di salah satu perusahaan kecap adalah dengan menggunakan metode *load shifting management*. Metode tersebut digunakan dengan cara memindahkan beban energi listrik pada waktu beban puncak menuju luar waktu beban puncak. Dalam penelitian ini akan dibahas terkait dengan penerapan metode *load shifting management* untuk melakukan efisiensi biaya energi listrik dengan pengujian kepada mesin *reverse osmosis system* tanpa mengurangi produktivitas mesin tersebut.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Flowchart Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



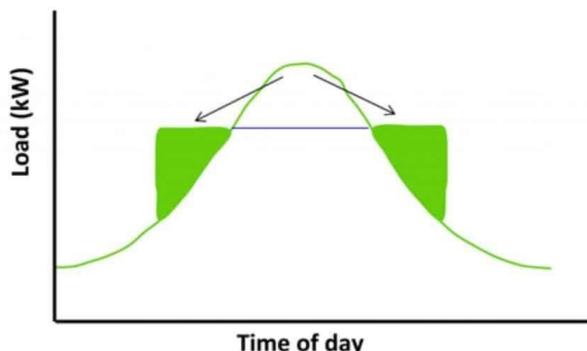
Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian

### 2.2. Demand Side Management

*Demand Side Management* (DSM) merupakan suatu metode dalam pengelolaan penggunaan energi listrik. Konsep DSM awalnya diperkenalkan untuk mengurangi permintaan energi listrik pada beban puncak sehingga perusahaan penyedia energi listrik dapat mengatur permbangkit

listrik lebih efisien dan mengelola investasi pembangunan pembangkit baru agar lebih terukur[2]. Metode DSM umumnya terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, dan pemantauan kegiatan penggunaan energi listrik dimasing-masing beban yang bertujuan untuk mengubah pola penggunaan energi listrik pada beban.

Penerapan DSM dapat dilakukan dengan beberapa metode yakni : *peak clipping*, *valley filling*, *load shifting*, *strategic conservation*, *strategic load growth* dan *flexible load shape* [3]. Dari beberapa metode DSM yang dapat diterapkan, metode *load shifting* dapat digunakan untuk menekan biaya penggunaan energi listrik paling efektif. Hal tersebut disebabkan karena penerapan *load shifting* merupakan pemindahan beban pada periode beban puncak ke diluar waktu bebabn puncak tanpa mengurangi kegiatan sehari-hari.



Gambar 2. *Curva load shifting*

### 2.3. Profil Tarif Energi Listrik

Industri merupakan salah satu beban yang mengkonsumsi energi listrik terbesar setelah rumah tangga. Dalam proses operasionalnya, industri sangat memerlukan energi listrik untuk menghasilkan suatu prodak yang bermanfaat bagi masyarakat. Salah satu komponen industri yang mengkonsumsi energi listrik terbesar adalah jenis industri food and baverage.

Industri kecap merupakan salah satu bagian dari jenis insustri food and baverage, dalam proses produksinya, industri tersebut menggunakan energi listrik untuk menggerakkan motor-motor listrik, mesin-mesin produksi dan kebutuhan lainnya yang mendukung proses produksi kecap. Dalam memenuhi kebutuhan energi listrik, industri tersebut menjadi pelanggan tetap PT PLN dan mengalokasikan biaya tagihan energi listrik sebagai variable cost. Tarif konsumsi energi listrik yang dibebankan oleh PT PLN kepada industri tersebut masuk kedalam golongan tarif bisnis 3 dengan rincian tarif seperti pada tabel 1.

**Tabel 1.** Tarif energi listrik

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| Tarif / Daya | B3 / 1,110,000 VA |
| LWBP         | Rp. 1,035.78      |
| WBP          | Rp. 1,553.67      |
| kVarh        | Rp. 1,114.74      |

Jenis langganan energi listrik kepada PT PLN menggunakan tegangan menengah 20 kV sehingga dilakukan proses penurunan tegangan dengan trafo step down kapasitas 2,200,000 VA menjadi 380 Volt sehingga sesuai dengan kebutuhan motor dan mesin-mesin industry yang digunakan. Pembagian konsumsi beban industri kecap dibagi kedalam tiga kataegori utama, yaitu beban mesin-mesin proses produksi sebesar 26% dari total konsumsi, mesin-mesin utility yang mendukung proses produksi 47 % dari total konsumsi, dan support penerangan refrigasi mengkonsumsi 27% dari total konsumsi.

Penggunaan energi listrik untuk menjalankan mesin-mesin produksi sangatlah besar, hal tersebut dapat terlihat pada tabe 2. Secara jumlah energi listrik akan sangat sulit untuk dilakukan efisiensi karena terkait dengan target produksi, namun demikian secara tarif masih dapat dikontrol dengan menggunakan metode *load shifting* menggunakan pengaturan jam nyala mesin sehingga mesin dapan dimaksimalkan menyala pada luar waktu beban puncak tanpa mengurangi kapasitas produksi.

**Tabel 2.** Penggunaan energi listrik dan biaya energi listrik

| Bulan    | Pemakaian Kwh |        | Total   | Biaya Pemakaian |            |
|----------|---------------|--------|---------|-----------------|------------|
|          | LWBP          | WBP    |         | LWBP            | WBP        |
| Januari  | 247,328       | 50,384 | 297,712 | 256,177,396     | 78,280,109 |
| Februari | 220,240       | 44,240 | 264,480 | 228,120,187     | 68,734,361 |
| Maret    | 223,120       | 46,368 | 269,488 | 231,103,234     | 72,040,571 |
| April    | 211,856       | 44,944 | 256,800 | 219,436,208     | 69,828,144 |
| Mei      | 223,472       | 45,776 | 269,248 | 231,467,828     | 71,120,798 |
| Juni     | 182,480       | 37,680 | 220,160 | 189,009,134     | 58,542,286 |
| Juli     | 242,544       | 50,560 | 293,104 | 251,222,224     | 78,553,555 |

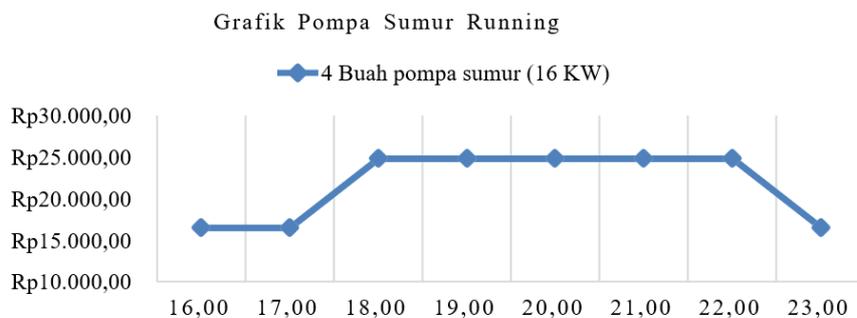
**2.4. Konsumsi Listrik Reverse Osmosis System**

*Reverse osmosis system* merupakan sistem untuk melakukan pengolahan air minum untuk bahan baku produksi. Sumber air baku atau *feed water* yang diolah berasal dari sumur bor dengan kedalaman 120-150 m dibawah permukaan tanah. Pengolahan tersebut diperlukan untuk memastikan bahan baku air sesuai dengan standar air minum. Untuk memenuhi kebutuhan pabrik, mesin harus menyala selama waktu yang telah ditentukan sesuai dengan kapasitas mesin. Detail dari profil kapasitas dan jam nyala mesin tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

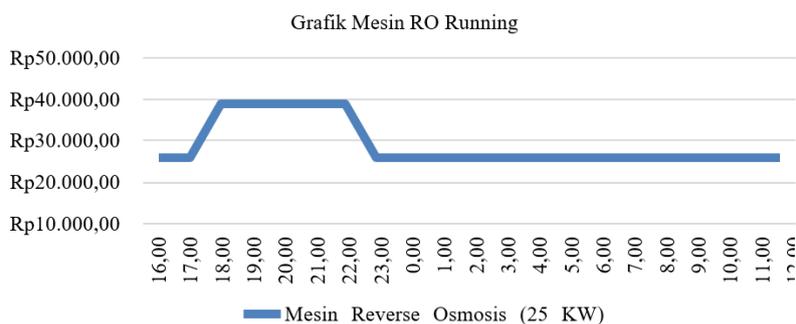
**Tabel 3 .** Kapasitas dan jam nyala mesin

| Plant       | Kapasitas | Kebutuhan   | Jam Nyala |
|-------------|-----------|-------------|-----------|
| Mesin Ro    | 10 m3/jam | 200 m3/hari | 20 Jam    |
| Pompa Sumur | 36 m3/jam | 300 m3/hari | 8 - 9 Jam |

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata jam nyala dari *reverse osmosis system* tersebut adalah kurang dari 24 jam, sehingga minimal ada 4 jam untuk menghindari waktu beban puncak. Kegiatan untuk menghindari waktu beban puncak penting dilakukan untuk menekan biaya tarif energi listrik yang digunakan. Jika disimulasikan *reverse osmosis system* tersebut menyala di waktu beban puncak dan luar waktu beban puncak, akan sangat terlihat biaya yang signifikan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Grafik tarif energi listrik pompa sumur



Gambar 4. Grafik tarif energi listrik mesin RO

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, diterapkan metode *load shifting management* dengan menggunakan timer sebagai pengatur jam nyala dan mati untuk mesin *reverse osmosis system* sehingga waktu mengkonsumsi beban energi listriknya dapat dipilih diluar waktu beban puncak dengan tanpa mengurangi produktivitas mesin tersebut. Skenario nyala dan mati *reverse osmosis system* tersebut dijelaskan dalam tabel 4.

**Tabel 4.** Skenario jam nyala *reverse osmosis system*

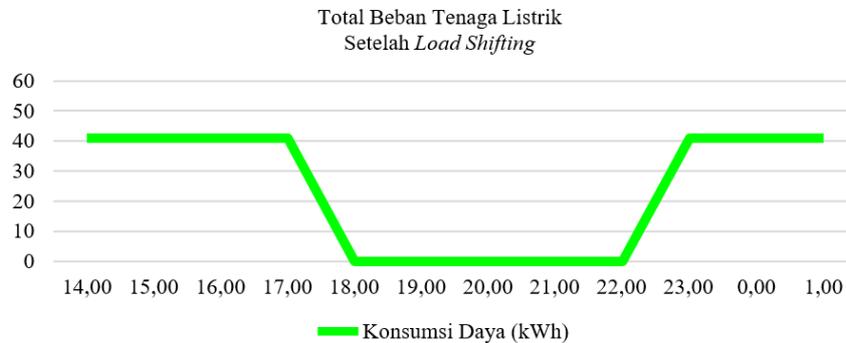
| No | Waktu | Status     | No | Waktu | Status     |
|----|-------|------------|----|-------|------------|
| 1  | 00.00 | Standby ON | 13 | 12.00 | Standby ON |
| 2  | 01.00 | Standby ON | 14 | 13.00 | Standby ON |
| 3  | 02.00 | Standby ON | 15 | 14.00 | Standby ON |
| 4  | 03.00 | Standby ON | 16 | 15.00 | Standby ON |
| 5  | 04.00 | Standby ON | 17 | 16.00 | Standby ON |
| 6  | 05.00 | Standby ON | 18 | 17.00 | OFF        |
| 7  | 06.00 | Standby ON | 19 | 18.00 | OFF        |
| 8  | 07.00 | Standby ON | 20 | 19.00 | OFF        |
| 9  | 08.00 | Standby ON | 21 | 20.00 | OFF        |
| 10 | 09.00 | Standby ON | 22 | 21.00 | OFF        |
| 11 | 10.00 | Standby ON | 23 | 22.00 | OFF        |
| 12 | 11.00 | Standby ON | 24 | 23.00 | Standby ON |

Penggunaan timer bertujuan untuk memastikan skenario jam nyala dan mati *reverse osmosis system* dapat berjalan sesuai dengan rencana yang sudah dibuat. Hal tersebut dilakukan guna menghindari *reverse osmosis system* tersebut nyala pada waktu beban puncak. Timer yang digunakan untuk mengatur jam dan nyala *reverse osmosis system* menggunakan timer Omron tipe theben SUL181D dan logika NO/NC dengan bantuan relay MY4N. Penggunaan timer dan relay tersebut dibuat menjadi satu rangkaian sistem yang akan disambungkan dengan sensor dan kontaktor motor *reverse osmosis system*.



Gambar 5. Rangkaian pengatur waktu nyala dan mati *reverse osmosis system*

Setelah dilakukan pengujian rangkaian dengan skenario yang telah ditentukan, rangkaian pengatur waktu tersebut dapat berfungsi sesuai dengan rencana yang sudah dibuat. Pada jam beban puncak, *reverse osmosis system* tidak dapat menyala dan mengkonsumsi energi listrik. Hasil pengujian tersebut disampaikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik beban setelah penerapan *load shifting management*

Penggunaan pengatur waktu mengakibatkan pada jam waktu beban puncak *reverse osmosis system* tidak dapat menyala dan mengkonsumsi energi listrik. Hal tersebut berimplikasi pada tarif energi listrik dapat ditekan karena terhindar dari waktu beban puncak yang memiliki tarif lebih dari 40% lebih tinggi dibandingkan diluar waktu beban puncak. Penurunan tarif tersebut dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik tarif setelah penerapan *load shifting management*

Total tarif energi listrik pada waktu beban puncak sesuai dengan beban listrik yang digunakan adalah sebesar Rp. 63.714/jam WBP. Sementara itu, setelah dilakukan pengaturan jam nyala *reverse osmosis system* diluar waktu beban puncak yang memiliki tarif Rp. 42.476/jam LWBP sesuai dengan jumlah nilai beban, sehingga dapat dilakukan penghematan yang sangat signifikan sebesar Rp. 21.238/jam selama waktu beban puncak atau sama dengan 32.%.

Penghematan yang terdapat pada *plant reverse osmosis system* dapat berpengaruh kepada tagihan total pabrik, sehingga pada total tagihan antara sebelum penerapan dan setelah penerapan *load shifting management* terjadi penurunan yang cukup baik khususnya pada tagihan energi listrik diwaktu beban puncak.

| WBP      |            |            |
|----------|------------|------------|
| Pemk kWh | Biaya Pemk | Sub Total  |
| 50,384   | 1,553.67   | 78,280,109 |
|          |            |            |
|          |            |            |

| WBP      |            |            |
|----------|------------|------------|
| Pemk kWh | Biaya Pemk | Sub Total  |
| 46,176   | 1,553.67   | 71,742,266 |
|          |            |            |
|          |            |            |

Gambar 8. Total tagihan tarif penggunaan energi listrik

#### 4. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dari penerapan metode *load shifting management* untuk melakukan efisiensi biaya energi listrik, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan sistem pengatur waktu dengan bantuan *daily timer* dapat melakukan pengaturan jam nyala dan mati *reverse osmosis system* untuk menghindari penggunaan energi listrik pada saat waktu beban puncak
2. Penerapan metode *load shifting management* dengan cara menggeser penggunaan energi listrik pada waktu beban puncak menuju luar waktu beban puncak dapat menghemat biaya akibat penggunaan energi listrik sebesar 32% tanpa mempengaruhi produktivitas dari *reverse osmosis system*.

#### Referensi

[1] Edy Hilmawan, “Energy efficiency standard and labelling in Indonesia”. International Cooperation for Energy Efficiency Standard and Labelling Policy. Tokyo. Japan, 2009.

[2] Vashishtha, S. and Ramachandran, M, “Multicriteria evaluation of Demand Side Management (DSM) Implementation strategies in the Indian power sector”. Energy 31pp. 2210-2225, 2006.

[3] Mulyono, “Implementasi Demand Side Management (DSM) pada Instalasi Pengolahan Air PDAM Mulia Baru”. Jurnal Ilmiah Energi dan Kelistrikan Vol. 12, No.1, Januari –Juni 2020, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042, 2020.