KONSERVASI ENERGI DENGAN KENDALI SISTEM PEMOMPAAN AIR MENGGUNAKAN VARIABLE FREQUENCY DRIVE

Sofyar[1)]

[1]Jurusan Teknologi Listrik Akademi Teknik Pembangunan Nasional (ATPN)
Banjarbaru, Kalimantan Selatan
h.sofyar@gmail.com

ABSTRACT

In some forms, energy is the basic input to life. Energy is equally important to improve the quality of life. Energy conservation can help reduce the demand for energy globally and indirectly improve the environment by reducing the use of fossil fuels. Pumps in drinking water companies are used for processing and distributing water to consumers. Variable frequency drives offer efficient control for the centrifugal pump, which can save the electrical energy required for its operation.

Keywords: energy conservation, centrifugal pump, variable frequency drive

PENDAHULUAN

Pada sebuah pembangkit, penggerak mula merupakan pengkonsumsi terbesar daya listrik. Di industri, pompa digunakan secara luas untuk pelayanan lubrikasi dan proses pendinginan, mentransfer fluida untuk suatu proses, dan pada sistem hidrolik digunakan untuk menyediakan gaya gerak. Sistem perpompaan sebanyak hampir 20% dari kebutuhan energi listrik dunia dan antara 25-50% dari energi yang digunakan dalam operasi industri Mr.Priyank Dave (2013). Pompa memiliki dua kegunaan utama: memindahkan cairan dari satu tempat ketempat yang lainnya (misalnya air dari aquifer bawah tanah ketangki penyimpanan air), dan mensirkulasikan cairan sekitar sistim (misalnya air pendingin atau pelumas yang melewati mesin-mesin dan peralatan) (UNEP, 2006). *Variable frequency drive* (VFD) menawarkan respon yang sangat baik pada sistem pemompaan. Penurunan aliran atau *flow* dengan VFD, dan daya yang digunakan motor sangat berkurang. Sehingga sejumlah daya yang signifikan dapat dihemat dengan bantuan VFD.

Energi adalah input dasar untuk hidup. Energi juga sama-sama penting untuk memperbaiki kualitas hidup. Perkembangan industri dan pertumbuhan penduduk menyebabkan kenaikan akan kebutuhan energi secara global.

Penurunan sejumlah energi yang dikonsumsi pada suatu proses atau sistem, atau oleh suatu organisasi atau masyarakat melalui cara-cara ekonomis dan eliminasi pemborosan disebut konservasi energi Neetha, dkk. (2013). Konservasi energi juga didefinisikan sebagai upaya sistemantis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya (BPPT, 2012). Upaya konservasi energi diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan, mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai dengan pemanfaatan akhir, dengan menggunakan teknologi yang efisien, dan membudayakan pola hidup hemat energi (Sasongko 2005). Konservasi energi bermanfaat bukan hanya untuk menekan konsumsi dan biaya konsumsi energi, namun juga memberikan dampak yang lebih baik terhadap lingkungan. Sebagai dimaklumi, sumber utama pemanasan global yang dikhawatirkan masyarakat planet bumi kini adalah pembakaran bahan bakar fosil, atau aktivitas manusia yang berkaitan dengan penggunaan energi (Hanan 2005)

Sistem pemompaan bertanggung jawab terhadap hampir 20% kebutuhan energi listrik dunia dan penggunaan energi dalam operasi pabrik industri tertentu 25-50% (Sanjay dan Asim, 2011).

Penggunaan motor induksi 3-fase untuk diaplikasi mesin-mesin telah banyak digunakan pada dunia industri karena mempunyai konstruksi yang sederhana sehingga mudah dalam perawatannya. Kelemahan utama motor induksi 3-fase adalah arus starting yang cukup tinggi dan torsi awal yang rendah (Yusnan, 2012).

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir atau flowchat penelitian selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.

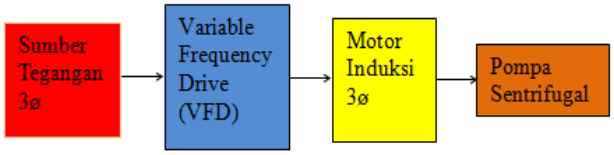


Gbr. 3. Diagram alir penelitian

B. Cara Analisis

Diagram blok pada gambar 4 memperlihatkan cara analisis yg dilakukan. Pada blok sumber tegangan 3-fase yaitu tegangan input AC yang berasal dari PLN dengan tegangan fase ke fase 380 V dan frekuensi sistem 50 Hz.

Pada blok *variable frequency drive* (VFD) terdiri dari sub bagian, penyearah (rectifier), DC link (bus DC), dan inverter. Pada penyearah tegangan input AC dari sumber tegangan disearahkan menjadi tegangan searah DC oleh penyearah gelombang penuh 3-fasa. Oleh filter tegangan searah tersebut ditapis atau di filter lagi menjadi tegangan DC yang lebih halus. Pada bagian inverter, tegangan searah dari DC link diinputkan ke dalam inverter yang terdiri dari 6 buah IGBT yang merupakan jantung dari inverter tersebut. Keluaran tegangan dari setiap sub bagian dari *variable frequency drive* akan ditanpilkan dan dianalisis apakah sudah sesuai dengan referensi.



Gambar. 4. Diagram blok analisis penelitian

Pada blok motor induksi yaitu motor asinkron atau motor induksi 3-fase yang akan menerima input dari keluaran inverter dan mengkonversinya menjadi energi mekanik, selanjutkan digunakan untuk menggerakan pompa sentrifugal. Motor induksi yang digunakan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel. 1.

Pada blok akhir yaitu blok pompa sentrifugal (spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 2). Sebagaimana diketahui konsumsi air bersih oleh konsumen selalu berubah-ubah, yang mana perubahan ini akan dikuti oleh kerja pompa sentrifugal yang mengikuti perubahannya, ini diindikasikan dengan perubahan tekanan air pada pipa dan kemudian diikuti oleh perubahan kecepatan putar motor induksi. Perubahan kecepatan putar motor induksi ini akan mempengaruhi daya yang dibutuhkan oleh motor tersebut (berdasarkan hukum afinitas) dan selajutnya hasil dari simulasi ini kemudian dibandingkan antara sistem yang dengan yang tanpa VFD.

C. Potensi Penghematan

Potensi penghematan dapat dilihat dari motor listrik yang digunakan, yaitu pada motor yang memungkinkan adanya perubahan kecepatan putaran motor, seperti motor yang digunakan untuk menyalurkan air dari reservoir ke konsumen/pelanggan, karena adanya perubahan kecepatan motor yang mengikuti besarnya perubahan konsumsi air oleh konsumen/pelanggan.

Dengan mempertimbangkan daya motor induksi (kW), operasi pompa pada kecepatan penuh selama 365 hari dalam setahun, dan 24 jam setiap harinya maka dengan menggunakan program simulasi potensi penghematan energi dengan pemasangan VFD dapat diketahui.

Tabel 1. Spesifikasi Motor Induksi

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tipe	MS 6000
2.	Frequency (Hz)	50
3.	Pole	2
4.	Output (kW)	11
5.	Output (HP)	15
6.	Speed (rpm)	2870
7.	FLC 380V (A)	24,8
8.	Motor Efficiency	82,5
9.	Power Factor 100%	0.83
10.	Diameter (mm)	139,5
11.	Panjang (m)	634
12.	Berat (kg)	45,5

Tabel 2. Spesifikasi Fompa Sentrifugal

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tipe	SP 77-3
2.	Kapasitas Q (m^3/H)	100
3.	Tekanan p (k Pa)	>250 p < 600
4.	Head H (m)	>22 H < 60
5.	Efisiensi (%)	78

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan data dari spesifikasi motor induksi dan pompa sentrifugal, serta mengisi nilai-nilai pada setiap parameter blok yang ada pada program simulasi diperoleh hasil keluaran seperti yangg diperlihatkan pada gambar 7.

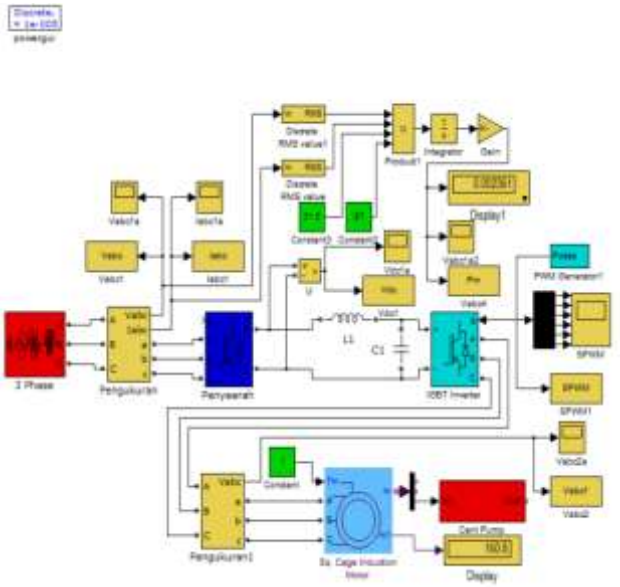
Dengan menggunakan VFD = 0.002361 kWh, berarti konsumsi energi rata- rata per hari (E1) = 0.002361 kWh × 24 = 0.056664 kWh

Tanpa VFD = 0.04768 kWh, berarti konsumsi energi rata-rata per hari (E2) = 0.04768 kWh × 24 = 1,14432 kWh

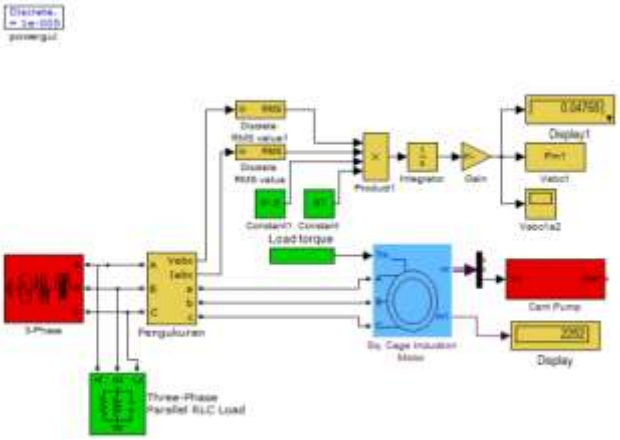
Penghematan energi per hari = E2 – E1 = 1,14432 kWh – 0.056664 kWh = 1,087656 kWh

Penghematan energi pe rtahun = 365 × (E2 – E1) = 365 × 1,087656 kWh = 396,99444 kWh

Hasil di atas kemudian dibandingkan dengan perhitungan secara manual untuk model simulasi tanpa *variable frequency drive.*



Gambar.5.. Model simulasi dan hasil perhitungan untuk sistem dengan *variable frequency drive*



Gambar.6. Model simulasi dan hasil perhitungan untuk sistem tanpa *variable frequency drive*

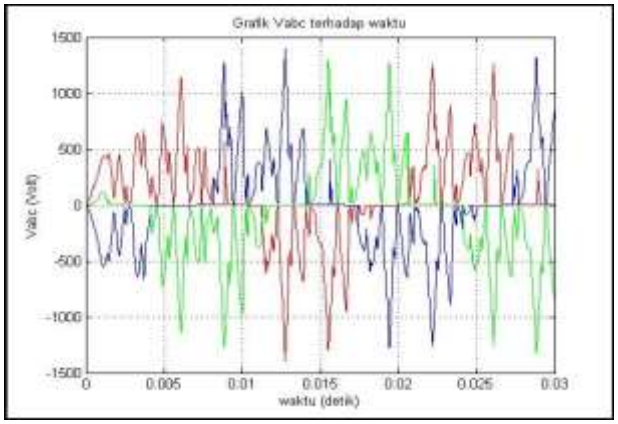
Dengan menggunakan VFD = 0.002361 kWh, berarti konsumsi energi rata- rata per hari (E1) = 0.002361 kWh × 24 = 0.056664 kWh.

Tanpa VFD = $\sqrt{3}$.V.I.Cosθ = $\sqrt{3}$. 380 . 24,8 . 0.83 = 13.547,962 W = 13,547962 kW, dengan time running 2 detik = $\frac{2}{3600}$ × 13,547962 kW = 0.0075266 kWh, berarti konsumsi energi rata-rata per hari (E2) = 0.0075266 kWh × 24 = 0.180638 kWh

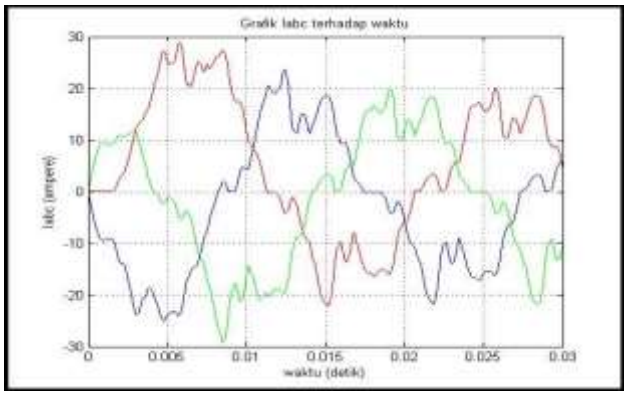
Penghematan energi per hari = E2 – E1 = 0.180638 kWh – 0.056664 kWh = 0.123974 kWh

Penghematan energi per tahun = 365 × 0.123974 kWh = 45,25051 kWh.

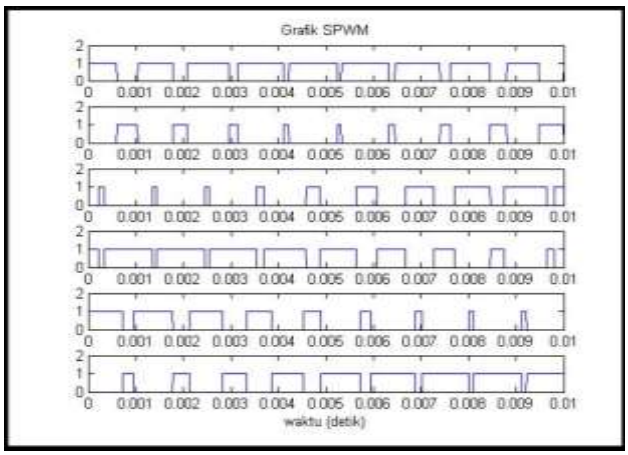
Bentuk gelombang tegangan, arus dan SPWM keluaran diperlihatkan pada gambar 7, 8 dan 9.



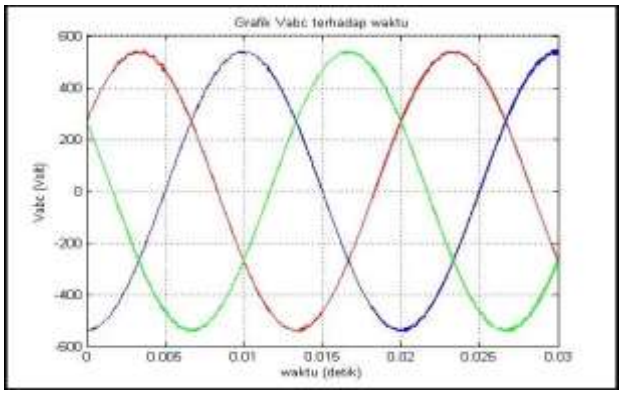
Gambar. 7. Bentuk gelombang keluaran tegangan sumber untuk sistem dengan *variable frequenvy drive*



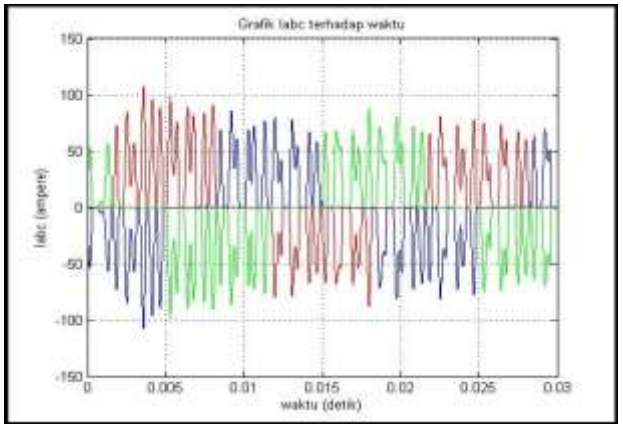
Gambar 8. Bentuk gelombang keluaran arus sumber untuk sistem dengan *variable frequency drive*



Gambar. 9. Bentuk gelombang keluaran spwm untuk sistem dengan *variable frequency drive*



Gambar 10. Bentuk gelombang keluaran tegangan sumber untuk sistem tanpa *variable frequenvy drive*



Gambar 11. Bentuk gelombang keluaran arus sumber untuk sistem tanpa *variable frequency drive*

KESIMPULAN

Besarnya potensi penghematan energi listrik yang dikonsumsi oleh motor listrik yang menggerakan pompa sentrifugal dapat ketahui dengan menggunakan model simulasi. Validasi model simulasi dilakukan dengan membandingkan output model simulasi dengan bentuk gelombang referensi.

DAFTAR PUSTAKA

Mr.Priyank Dave, Mr.Kashyap Mokariya, and Mr.Vijay Patel. 2013. “Energy Conservation in Centrifugal Pump with Variable Frequency Drive Including SCADA, PLC and HMI,” International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology., vol. 2, issue 5.

UNEP. 2006. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri, " Pompa dan Sistim Pemompaan," United Nations Environment Programme.

Neetha John, Mohandas R, and Suja C Rajappan. 2013 " Energy Saving Mechanism Using Variable Frequency Drives," International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering., volume 3, issue 3.

.

BPPT. 2012. Balai Besar Teknologi Energi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, " Perencanaan Efisiensi dan Elastisitas Energi 2012," Edisi Pertama.

.

Sasongko Pramonohadi. 2005. Seminar Nasional Penghematan Energi Listrik dan Pemanfaatan Energi Alternatif Yang Terbarukan, Pasca UGM. Yogyakarta.

Hanan Nugroho. 2005. "Konservasi Energi Sebagai Keharusan Yang Terlupakan Dalam Manajemen Energi Nasional Indonesia: Belajar Dari Jepang dan Muangthai.

Yusnan Badruzzaman. 2012. "Pengasutan Konvensional Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar Tupai," Jurnal JTET Vol. 1 No. 1

.

Sanjay Dabadgaonkar and Asim Kumar Sen. 2011. Controlling of Pump Onboard Ship using Variable Frequency Drive with Three-phase Inverter and Three Phase Induction Motor, MIT International Journal of Electrical and Instrumentation Engineering, Vol. 1, No. 2..