

Optimalisasi Energi pada Pompa Kali Solo I

Sonden Winarto¹

¹PPSDM MIGAS, Cepu

Email : sonden.winarto@esdm.go.id

Abstrak

Kenaikan harga energi dan tarif listrik akhir-akhir ini mengakibatkan biaya operasi meningkat dan menurunnya sumber pemasukan bagi Konsumen. Karena itu mencari alternatif dengan Optimalisasi energi menjadi kebutuhan tindakan/langkah/keputusan bijak yang mendesak untuk dilakukan. Optimalisasi energi menjadi menarik bagi konsumen khususnya industri dan bangunan komersil mengingat fraksi biaya energinya cukup tinggi dalam biaya operasi keseluruhan. Potensi Optimalisasi energi pada sebagian besar industri berkisar antara 20 - 40 %. Sebagian besar potensi ini dapat dengan mudah diimplementasikan melalui perbaikan kinerja, prosedur operasi dan pemeliharaan yang relatif tidak memerlukan investasi atau hanya dengan sedikit investasi. Pada perhitungan atau analisa yang di lakukan pada pompa kali solo I terjadi pemborosan sekitar 13.4 kW atau Rp. 146.016.000,- pertahun dari energi yang seharusnya di gunakan. Jika pompa tersebut di lakukan Optimalisasi atau perbaikan kinerja maka dengan kata lain akan di peroleh Penghematan 37% energi yang di gunakan.

Kata Kunci : Pompa, Energi, Optimalisasi

Abstract

Recent increases in energy prices and electricity tariffs have resulted in increased operating costs and lower sources of income for consumers. Therefore looking for alternatives with energy optimization is an wise action/step/decision that is urgent to be done. Energy optimization is attractive to for the public, especially in industries and commercial buildings, considering that the fraction of energy costs is quite high in the overall operating costs. The potential for energy optimization in most industries ranges from 20 - 40%. Most of this potential can be easily implemented through performance improvements, operating and maintenance procedures do not require investment or with little investment. In the calculation or analysis performed on Pumps of Kali Solo I there is a waste of around 13.4 kW or Rp. 146,016,000, - per year of energy that should be used. If the pump is optimized or improved, then in other words it will get a savings of 37% of the energy used.

Keywords: Pumps, Energy, Optimization

Pendahuluan

Pada gedung perkantoran, Industri, imalisasi rumah tangga, termasuk nuklir, pompa merupakan komponen yang sangat vital dalam menjaga kesinambungan operasi.

Kegagalan komponen pompa akan berakibat fatal karena dapat menyebabkan terhentinya suatu proses.

Bristish Pump Manufactures Assosiation (BPMA) mengatakan bahwa 20% energi di dunia habis dikonsumsi oleh pompa dan 95 % terpasang dengan kondisi *Over size*.

Umumnya yang terjadi di lapangan adalah :

- Dengan alasan *safety margins*, Q&H sengaja ditambahkan pada perkiraan awal sistem pompa.
- Kemudian karena banyak orang terlibat dalam pengambilan keputusan pembelian pompa dan masing-masing merekomendasikan tambahan kapasitas.
- Mengantisipasi keperluan yang lebih besar dimasa mendatang sehingga membeli pompa yang lebih besar daripada yang diperlukan sekarang.
- Karena ukuran pompa yang ada di dealer tidak persis sama dengan yang diinginkan, maka ukuran yang besar tidak dapat dihindari.
- Ukuran pompa (spare parts inventory) terbatas. Biaya pembelian tidak ada, maka tidak ada pilihan kecuali menggunakan cadangan yang tersedia.
- Pembelian/penggantian dilakukan dengan mengikuti ukuran pompa yang lama yang sebenarnya adalah juga *over sized*.

Tinjauan Pustaka

A. Energi Pada Pompa

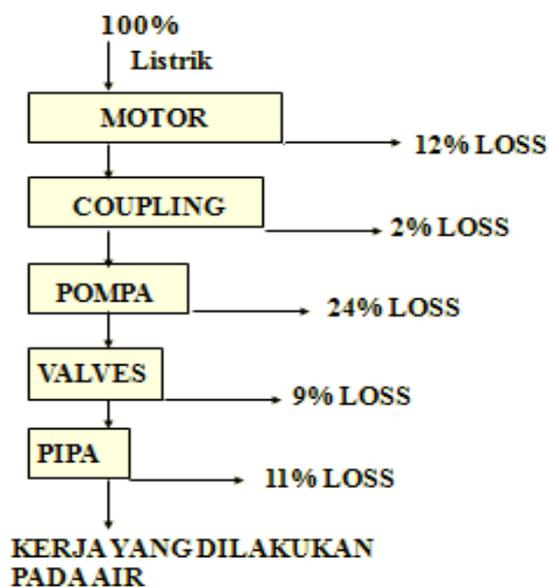
Pompa sering ditemukan pada berbagai keper-

luan di bangunan gedung, industri maupun rumah tangga. Pompa umumnya digerakkan oleh motor listrik secara terus menerus maupun periodik sehingga konsumsi energinya cukup besar dalam periode setahun.

A.1. Sistem Pompa

Mesin pompa adalah salah satu komponen utama sistem pompa, komponen lain adalah motor, transmisi katup dan pipa. Kurang dari separoh dari energi listrik yang diinputkan ke sistem pompa dikonversikan menjadi energi aliran *fluida* yang bermanfaat.

Sisanya merupakan rugi-rugi energi pada berbagai komponen sistem pompa seperti tertera pada neraca energi berikut.



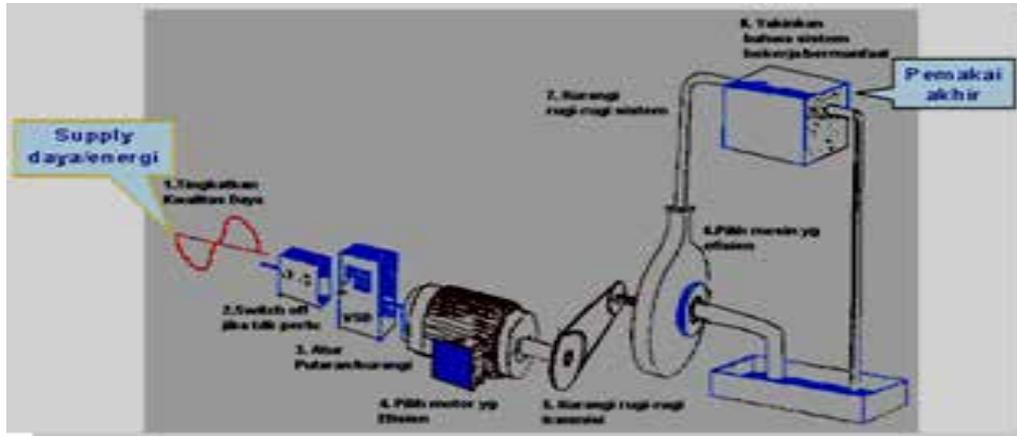
Gambar 1. Neraca Energi Pompa

Rugi-rugi energi tersebut akan lebih besar lagi jika pompa dioperasikan diluar disain *operating point* (uraian lebih rinci akan disampaikan pada bab selanjutnya). Ini berarti bahwa potensi penghematan pada pompa dapat direalisasikan dengan cara perbaikan efisiensi dan desain sistem yang lebih baik pada masing-

masing komponen sistem pompa.

Peluang hemat energi lainnya sistem pompa adalah yang berkaitan dengan kualitas daya

listrik sebagaimana diperlihatkan dalam gambar berikut.



Gambar 2. Sistem Pompa

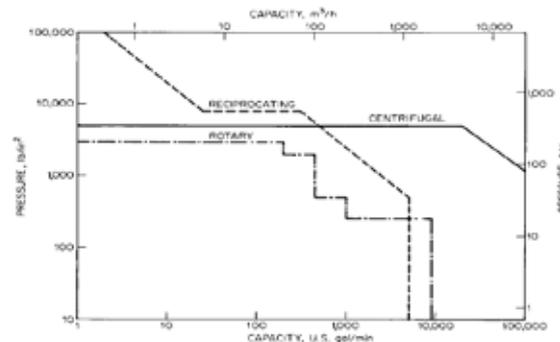
A.2. Aplikasi Pompa

Pompa bervariasi berdasarkan ukuran dan aplikasi. Dalam aplikasinya pompa sentrifugal sering digunakan, sedangkan pompa *reciprocating* banyak digunakan untuk keperluan tekanan tinggi. Secara prinsip semua jenis *fluida* dapat dilayani dengan berbagai desain pompa.

Meskipun secara prinsip semua jenis pompa dapat digunakan namun pompa sentrifugal adalah yang paling ekonomis disusul oleh pompa *rotary* dan *reciprocating*. Informasi yang diperlukan dalam aplikasi pompa adalah sbb:

- *Flowrate*
- *Static suction head*
- *Static discharge head*
- Diameter dalam pipa *Suction*
- Panjang pipa *suction* & material
- Diameter dalam pipa *discharge*
- Panjang pipa *discharge* & material
- *Temperature*

- Material Pompa
- Ketinggian di atas muka laut .
- Detail penggunaan jika *fluida* bukan air: *full liquid description, specific gravity, viscosity* dan pH.
- 1gallon = 0.003785 m³



Grafik 1. Aplikasi Pompa

Pompa *positive displacement* secara umum lebih efisien dari pompa sentrifugal, tetapi karena biaya pemeliharaannya relatif tinggi, maka pompa sentrifugal secara keseluruhan masih lebih menarik. Dan oleh karena itu pembahasan dalam tulisan ini difokuskan pada pompa sentrifugal.

A.3. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah suatu rotating machine dimana aliran dan tekanan fluida dibangkitkan secara dinamik. Pompa ini memindahkan energi ke fluida melalui perubahan kecepatan aliran fluida didalam *impeller* dan rumah pompa sebagai laluan tetap.

Pompa sentrifugal – *volute* merupakan jenis pompa mayoritas yang digunakan di industri dan bangunan gedung.

B. Langkah Optimalisasi Atau Penghematan Energi Pada Pompa.

Potensi penghematan energi pada pompa umumnya cukup besar dan tidak bisa lepas dari perbaikan kinerja dari pompa tersebut. Potensi tersebut dapat direalisasikan melalui langkah langkah : pemilihan, pengoperasian dan pemeliharaan pompa yang tepat sebagai berikut.

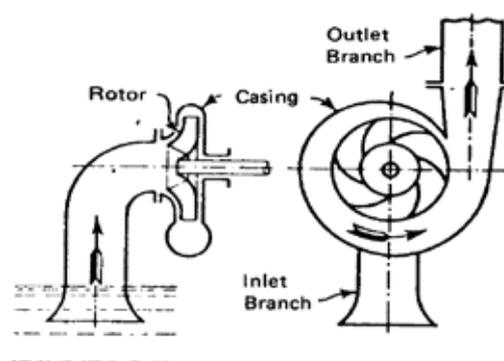
- Memilih tipe dan ukuran pompa yang sesuai.
- Mengoperasikan pompa pada kondisi operating point dimana tingkat efisiensi pompa maksimum (*best efficiency point - B.E.P*)
- Menghindari throttling (penggunaan katup untuk mengurangi laju aliran).
- Mengontrol putaran pompa.
- Menjaga tekanan-debet aliran selalu pada kondisi operasi yang benar sesuai kebutuhan.
- Mengatur jumlah pompa yang beroperasi sesuai dengan debit alir dan kinerja pompa yang sesuai.

Langkah penghematan energi pada pompa sebagaimana dijelaskan di atas perlu dipahami oleh petugas energi mengingat biaya energi dalam biaya keseluruhan pompa selama life time pompa tersebut relatif sangat tinggi.

B.2.1. Contoh : Biaya Listrik Pompa

1. Berdasarkan Aktual kebutuh Air di lapangan daya pompa dapat di tentukan dengan melihat kebutuhan kapasitas Pompa, Head Pompa dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

Suatu pompa kapasitas 200 m³/jam, head 95.35 m dan efisiensi pompa : 77.69 %, digunakan untuk memompa air ke Utility. Pompa digerakkan oleh motor listrik dengan efisiensi : 89 %. Tarif listrik industri adalah : Rp. 1.300,- /kWh (rerata).



Gambar 3. Pompa Sentrifugal

Kapasitas pompa 200 m³/jam = 55.55 liter/second.

Power yang dibutuhkan pompa :

$$P = \frac{v \cdot g \cdot H \cdot \rho}{\eta \cdot 1000} \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

Dimana :

- v = Volume
- g = Gravitasi
- η = Efisiensi
- H = Head
- ρ = Massa Jenis

$$P = \frac{55,55 * 9,81 * 95,35 * 1}{0,6977 * 1000}$$

$$P = 66,88 \text{ kW}$$

- Power input motor : $66.88 / 0.8 = 83.6$ kW
- Biaya operasi per tahun :
 $= 83.6 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 360 \text{ hari} \times 1.300 \text{ Rp/kWh}$
 $= \text{Rp. } 938.995.200,-$ per tahun.

Jika life time pompa adalah 10 tahun, maka pemborosan biaya operasi/energi selama umur operasi pompa lebih dari 9 milyar rupiah. Suatu jumlah yang cukup besar dibandingkan dengan biaya pembelian pompa sekitar 200-an juta rupiah.

2. Berdasarkan *Amper* pada *nameplate* pompa dapat di hitung penggunaan biaya energinya : misal pompa 3 *phasa* dengan *Ampere* 100 A dan *Voltase* 360 dan *cosphi* 0,8 maka dapat di hitung penggunaan energinya dengan menggunakan rumus :

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \phi$$

.....Persamaan 2

Dimana :

P = Daya

V = Voltase

I = Tegangan

$$P = \sqrt{3} * 380 * 100 * 0,8$$

$$P = 52,654$$

$$P = 52 \text{ kW (pembulatan)}$$

Berdasarkan daya yang terpakai pada pompa tersebut maka biaya energi pada pompa tersebut adalah :

$$52 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 360 \text{ hari} \times 1.300,- \text{ Rp/kWh}$$

$$= \text{Rp. } 584.064.000,- \text{ Tahun.}$$

Jika *life time* pompa adalah 10 tahun, maka pemborosan biaya operasi/energi selama umur operasi pompa lebih dari 5 milyar rupiah. Suatu jumlah yang cukup besar dibandingkan dengan biaya pembelian pompa sekitar 200-an juta rupiah.

Jadi penggunaan energi pada pompa selama umur operasi asumsi 10 tahun maka biaya penggunaan energi lebih besaer di bandingkan dengan pembelian pompa.

3. Penyimpangan penggunaan energi bisa saja terjadi pada setiap pompa apalagi jika pompa tersebut sudah mengalami *rewinding* atau penggulangan ulang pada kelistrikananya, penyimpangan energi bisa di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyimpangan Biaya Energi} = P_2 - P_1$$

.....persamaan 3

Dimana : P1 adalah daya Namplate dan P2 adalah daya Aktual di lapangan

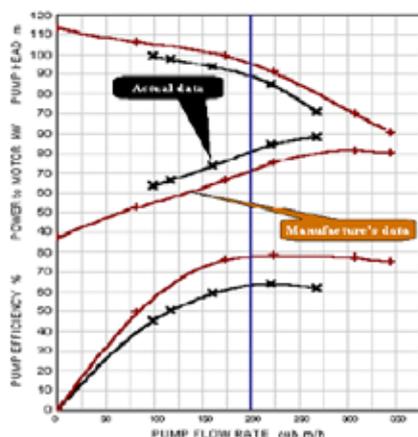
B.2. Penurunan Kinerja Pompa

Kinerja pompa akan menurun akibat faktor waktu, oleh karena itu perawatan/pemeliharaan pompa diperlukan. Meskipun perawatan telah dilakukan dengan baik efisiensi pompa seperti semula (baru) tidak mungkin diperoleh. Dengan kata lain selalu ada penurunan efisiensi pompa akibat perjalanan waktu (lihat grafik 3).



Grafik 2. Penurunan Kinerja Pompa terhadap Waktu

Jika tidak dilakukan monitoring efisiensi pompa, maka operator tidak pernah tau bahwa dalam operasinya pompa umumnya telah mengalami penurunan efisiensi dan daya pompa meningkat rata-rata sekitar 13.2 % sebagaimana ditunjukkan dalam gambar dan tabel berikut.



Grafik 2. Perubahan Kinerja Operasi Pompa Terjadi tanpa Disadari

Tabel 1. Perubahan Kinerja Operasi Pompa

	Manuf. data	Actual data	Perbedaan
Head	95.35 m	88.78 m	-6.89 %
Efficiency	77.67 %	63.31 %	-14.8 %
Konsumsi Energy	71.04 kW	80.93 kW	+13.2 %
Flow	200 m ³ /h	200 m ³ /h	

Dengan contoh sebagaimana diuraikan di atas tanpa disadari biaya energi yang cukup besar hingga puluhan juta rupiah per bulan dapat terjadi karena perubahan efisiensi operasi dan menimbulkan pemborosan pada pompa.

B.3. Efisiensi Pompa

Efisiensi adalah penting dalam pemasaran maupun dalam pengoperasian suatu sistem pompa. Informasi dalam brosur penjualan berbagai produk pompa sering mengaitkan antara harga dan efisiensi.

Sayangnya informasi efisiensi dalam brosur itu tidak selalu akurat, apa saja yang termasuk dalam informasi tersebut, apa asumsinya dan apa yang kurang atau yang tidak dimasukkan dalam informasi tersebut tidak selalu dijelaskan misalnya :

- Apakah data dalam brosur diperoleh dengan putaran motor konstan.
- Apakah nantinya pompa beroperasi sama dengan putaran di brosur. Daya (kW) pompa berubah secara cubic (pangkat tiga) terhadap putaran sehingga perubahan sedikit saja terjadi pada putaran pengaruhnya sangat besar terhadap daya pompa.
- Apakah penggerak pompa motor induksi dengan slip 2-5 % atau tidak.
- Daya (kW) dalam brosur diuji dengan menggunakan jenis seal dan sistem transmisi apa? Seal atau paking serta sistem transmisi daya sangat berpengaruh terhadap konsumsi daya pompa.
- Faktor lain yang penting adalah efisiensi motor penggerak dan efisiensi motor listrik tergantung pada kualitas daya, beban, dan faktor daya (cos phi).

Pemilihan pompa saat awal penting untuk menghindari kerugian energi akibat efisiensi operasi pompa yang rendah dikemudian hari.

Toleransi keamanan yang terlalu besar yang diberikan pada saat pengadaan membuat pompa *oversize* baik kapasitas maupun *head*, dan akibatnya dalam operasi aktual pompa tersebut akan boros. Oleh karena itu dari sejak penentuan pompa hal-hal berikut sudah harus diperhatikan.

- Kapasitas dan *head* system agar diestimasi seakurat mungkin.
- Tidak perlu menambah "*margin for safety*" pada *head* system.

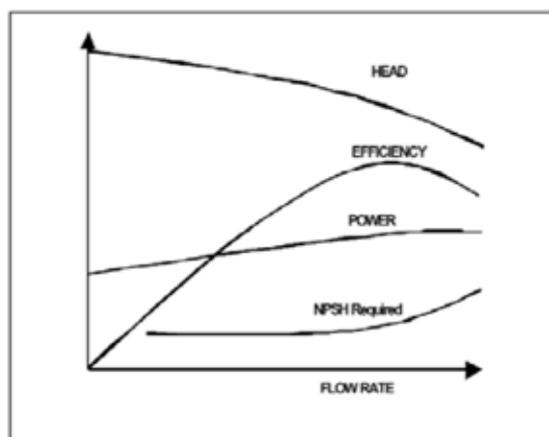
Dengan alasan *safety margins* yang sengaja ditambahkan pada perkiraan awal sistem pompa dan karena banyak orang terlibat dalam pengambilan keputusan pembelian pompa dan masing-masing merekomendasikan tambahan kapasitas sebagai kompensasi kekhawatirannya atas pompa yang terlalu kecil untuk pekerjaan dimaksud.

Mengantisipasi keperluan yang lebih besar dimasa mendatang sering digunakan sebagai alasan untuk memasang pompa dengan kapasitas besar dengan pertimbangan lebih baik membeli pompa dengan ukuran lebih besar daripada nanti saat kapasitas produksi naik harus mengganti pompa lagi.

Ukuran pompa yang ada di dealer tidak ada yang sama dengan yang diinginkan, dalam kasus seperti ini ukuran pompa yang besar tidak dapat dihindari. Pembelian/penggantian dilakukan dengan mengikuti ukuran pompa yang lama yang sebenarnya adalah juga *oversized*.

Kurva performance pompa dapat dilihat pada gambar berikut. Pada sumbu *horizontal* ditunjukkan laju alir (debet) pompa sedangkan pada sumbu vertikal digambarkan ber turut-turut *head*, efisiensi, daya dan *NPSH* pompa.

Dalam hal ini tekanan pompa digambarkan dengan *head* yang dinyatakan dengan ketinggian kolom air dalam meter.



Grafik 3. Performance Pompa

B.4. Specific speed (N_s) Mempengaruhi Efisiensi Pompa

Hasil survei pompa menunjukkan bahwa efisiensi pompa berkisar antara 15 – 90 %.

Pertanyaannya adalah apakah range efisiensi yang cukup besar tersebut akibat dari pemilihan pompa yang keliru, desain pompa jelek atau ada faktor lain yang berpengaruh terhadap kinerja pompa. Perlu diketahui bahwa efisiensi pompa berkaitan langsung dengan "*the specific speed number*" (N_s).

Efisiensi pompa akan turun secara drastis jika N_s kurang dari 1000 . Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa pompa dengan desain kapasitas kecil menunjukkan efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan pompa kapasitas besar.

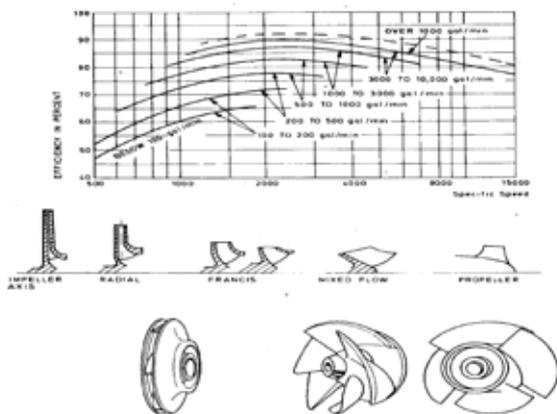
Berdasarkan uraian di atas kita sudah memahami bahwa efisiensi pompa berkaitan dengan bentuk *impeller*, dan perlu diketahui bahwa bentuk *impeller* dapat dipengaruhi oleh kondisi operasi.

Specific speed (N_s) adalah istilah yang diberikan untuk menjelaskan bentuk geometri *impeller* pompa.

Specific speed diartikan sebagai "kecepatan pompa ideal secara *geometris* mirip dengan

pompa yang sebenarnya, yang ketika berjalan pada kecepatan ini akan menaikkan satuan volume, dalam satuan waktu”.

Namun *specific speed number* (Ns) dapat digunakan untuk menentukan aplikasi pompa yang tepat.



Grafik 4. Specific speed (Ns)

Petugas yang bertanggung jawab atas pemilihan dan penggunaan pompa dapat menggunakan informasi Ns ini sebagai dasar pertimbangan :

- Memilih bentuk *curva* pompa.
- Menentukan efisiensi pompa.
- Memilih pompa yang paling murah biaya operasi penggunaannya.
- Memperkirakan N.P.S.H yang diperlukan.
- Anticipate masalah *overloading* motor.

Kinerja suatu pompa sentrifugal dinyatakan dalam : putaran (pump speed), total head, dan debit atau laju alir. Informasi ini disediakan oleh manufaktur pompa. *Specific speed* dihitung dari formula berikut (data diambil dari curve pompa pada *best efficiency point* - B.E.P.):

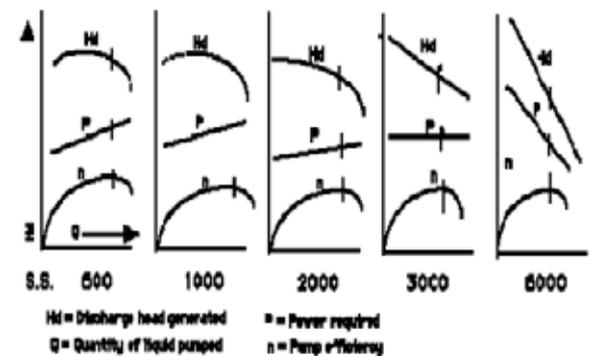
$$\text{Specific speed: } n_s = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

Dengan :

- n = Putaran pompa dalam (rpm)
- Q = The flow rate (debit) dalam liters per menit (single/double suction impellers)
- H = Total dynamic head dalam (meter)

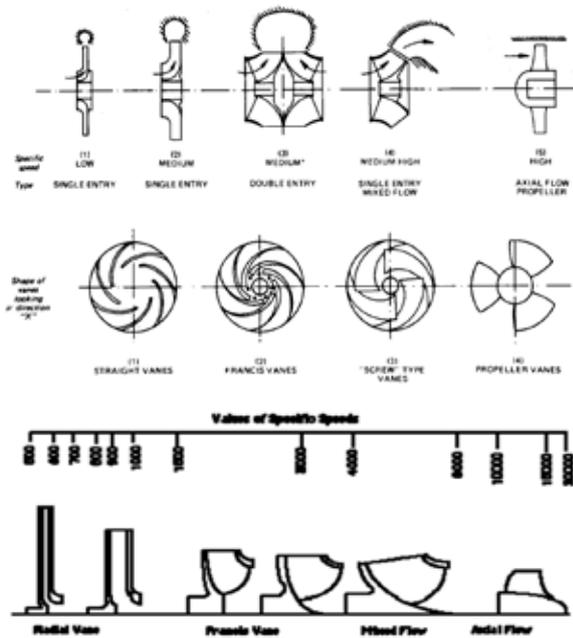
Pada tipe pompa dengan Ns rendah, konsumsi energi minimum terjadi saat laju aliran ditutup dan meningkat sejalan dengan meningkatnya aliran/debit. Ini berarti motor dapat *over load* pada saat beban pompa yang tinggi kecuali hal ini sudah diantisipasi saat pembelian pompa. *Specific speed range* untuk *double suction impeller* dan *single suction impellers* berkisar antar 1000 – 6000.

Tipe pompa dengan nilai Ns sedang : Daya maksimum pompa terjadi pada sekitar efisiensi desain (BEP). Ini berarti motor pompa akan aman (tdk overload) beroperasi disekitar area disain *point* dengan putaran yang diperlukan.



Grafik 5. Curva spesifik speed typical

Pada tipe pompa dengan nilai Ns tinggi daya pompa maksimum terjadi pada laju aliran/debit minimum, ini berarti menghidupkan (start) pompa dengan kondisi katup discharge tertutup dapat membuat motor overload-terbakar. Jika *throttling* diperlukan pada operasi pompa, maka motor harus dipasang dengan daya besar.



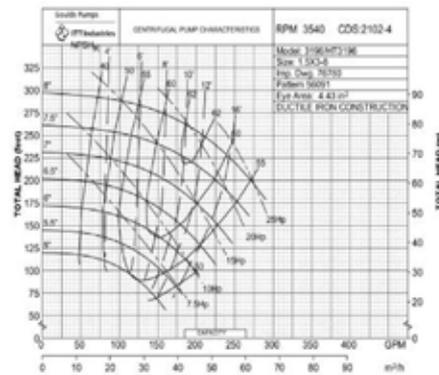
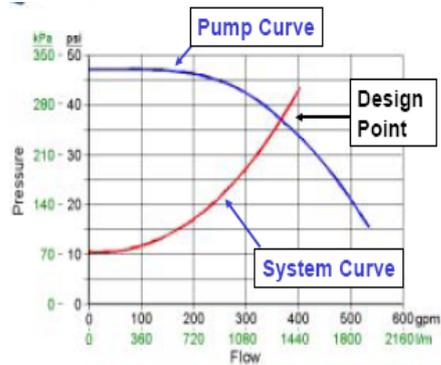
Gambar 4. Bentuk Impeler dan Hubungannya terhadap N_s

Pada gambar dan grafik berikut ditunjukkan tipe dan posisi rugi-rugi daya pada dan rugi-rugi head suatu pompa sentrifugal.

B.5. Mengoperasikan Pompa Pada Best Efficiency Point.

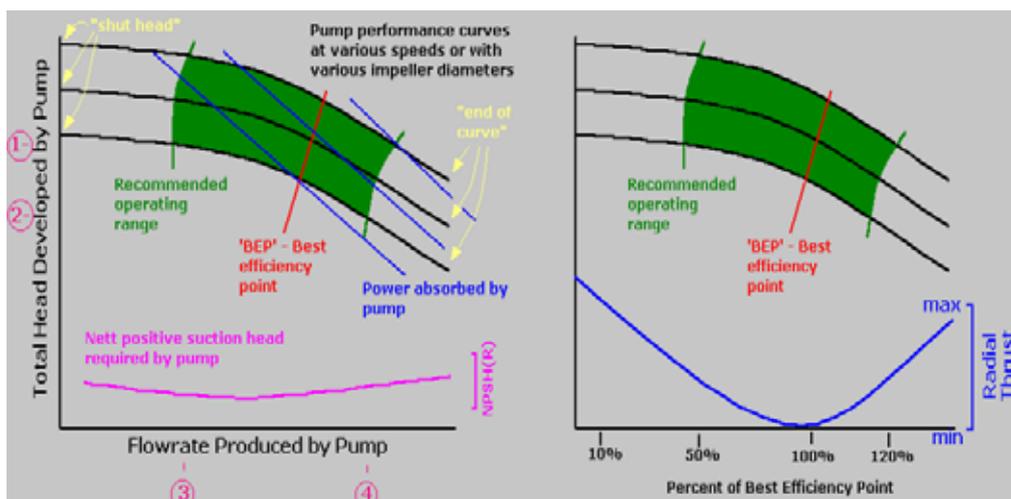
Jika pompa dipasang dalam suatu instalasi, sistem operasi pompa dapat digambarkan secara grafik antara karakteristik pompa dengan *curva system*. Perpotongan antara *curva system* dan *curva pompa* (*curva total head vs flow*) disebut dengan *operating point*. Setiap pom-

pa memiliki karakteristik sendiri sebagaimana gambar berikut (contoh karakteristik pompa sentrifugal).



Grafik 6. Karakteristik Pompa

“BEP”- *Best efficiency point* (lihat gambar berikut) adalah titik *operating point* dengan efisiensi pompa tertinggi, dan juga titik dimana kecepatan aliran dan tekanan *fluida* di dalam *impeller* dan rumah pompa (*volute*) adalah sama.



Grafik 7. Best Efficiency Point

Jika *operating point* bergeser dari *Best Efficiency Point*, maka kecepatan alir fluida berubah, dan menimbulkan perubahan tekanan pada satu sisi impeller.

Hal ini akan menimbulkan gaya - *radial thrust* yang dapat menimbulkan *defleksi* pada poros pompa, *excess load* pada *bearings*, *excess deflection* pada *mechanical seal*, keausan yang tak lajim pada *gland packing* atau poros/ *sleeve*.

Kerusakan dapat juga menimbulkan berkurangnya umur pakai *bearing*, *seal* atau poros.

B.6. Head Pompa

Head pompa sentrifugal terdiri atas discharge head (head pipa tekan) dan suction head (head pada pipa isap).

Discharge head ada tiga macam yaitu :

- *Statik head*: adalah tinggi permukaan air yang akan dipompa, atau tinggi *discharge piping outlet* dimana tangki air diisi dari atas. Jika pengisian dilakukan dari bawah, maka *statik head* akan berubah-ubah karena permukaan air akan naik selama pengisian.

- *Pressure head* : yaitu jika pemompaan dilakukan pada tengki bertekanan misalnya *boiler*. Dalam hal ini satuan tekanan (bar atau psi) harus dikonversi menjadi satuan head (meter kolom air).
- *Dinamik atau sistem head* : yaitu disebabkan tahanan atau gesekan pipa, katup dan sistem komponen.

Demikian juga *suction head* ditentukan dengan cara yang sama.

- Jika permukaan air yang akan dipompa berada di atas pusat poros pompa, maka disebut suction head positif.
- Jika level air yang akan dipompakan berada di bawah poros pompa disebut suction head negatif.
- Jika fluida dipompa dari tangki bertekanan, maka unit tekanan tersebut dikonversikan menjadi *positip suction head* dan sebaliknya jika vakum dikonversikan menjadi *negatip suction head*.
- Gesekan pipa, katup dan sistem lainnya adalah *suction head negatip*.

Total discharge head (H) adalah : *Suction head negatip* ditambahkan dengan *discharge head* atau *positip suction head* dikurangkan dari *discharge head*.

Perlu diketahui bahwa daya *hidrolis* pompa adalah pada *fluida* bukan pada motor penggerak.

Motor umumnya memiliki efisiensi sekitar 85 %, dan jika motor tersebut menggerakkan pompa dengan efisiensi 76 %, maka efisiensi keseluruhan pompa dan motor adalah = $0.85 \times 0.76 = 65 \%$.

Oleh karena itu harus hati-hati kondisi operasi yang dapat mempengaruhi efisiensi pompa antara lain.

- Keausan *rings* dan *impeller clearances* adalah *critical*. Apapun yang menyebabkan keausan *tolerances* akan berakibat terjadinya sirkulasi internal akan memboroskan energi akibat *fluida* yang kembali / balik ke suction pompa.
- Jaringan *bypass* yang dipasang dari *discharge* ke pipa *suction*. Panas yang dihasilkan dari resirkulasi kadang dapat menimbulkan kapitasi karena menaikkan suhu *fluida* masuk.
- Pompa desain saluran *discharge* ganda menurunkan efisiensi keseluruhan.
- Menjalankan pompa dengan katup pencekik pada *discharge*
- Bagian internal pompa yang terkelupas atau terkorosi akan menyebabkan *turbulensi* pada cairan.
- Pelumasan yang berlebih atau beban yang berlebih pada bantalan
- *Misalignment* pada pompa dan penggerak.
- *Imbalance* pada *Impeller*
- Bengkok pada *shaft*.
- *Kavitasi*.
- Getaran harmonis.
- Rakitan bantalan, segel, cincin aus, pengepakan, segel bibir, dll.
- *Ekspansi* termal pada berbagai komponen dalam aplikasi suhu tinggi.

Hasil Pengukuran Lapangan

A. Pengambilan Data Lapangan

Hasil Tinjau ke lokasi Pompa kali Solo I, pompa yang di jalankan adalah pompa Nomor 2 dan nomor 3, pada pompa tersebut banyak mengalami masalah, terutama pompa nomor 3.

Hasil data penghitungan di lapangan bahwa pompa mempunyai suhu 31- 32 °C sesuai suhu udara saat pagi, siang, malam.

Dari tinjauan lapangan ke pompa kali Solo I tidak ada Standar Operasi Prosedur (SOP) untuk menyalakan dan mematikan pompa tersebut. Pompa nomor 2 dan 3 mempunyai merek Motor : MEZ Model 14 BG 4AA90 Z 250M (gambar 7), mempunyai Aliran listrik 380 Volt, Ampere 106, Power 55 kW, Merek Pompa Torishima, tipe CNA 100-40, total Head 45 m, speed 1470, rated Flow 250 m³/h MEZ Model 14 BG 4AA90 Z 250M (gambar 6).

Pengamatan pompa tersebut dilapangan terjadi tumpahan atau kebocoran pada *Seal* pompa tersebut terlihat di bawah pompa, aliran listrik tertata baik / terbungkus, bunyi pompa dari pompa 3 terdengar berisik (perlu pengukuran lebih lanjut), dan dari pengamatan visual terdapat getaran yang cukup besar pada pompa tersebut (perlu pengukuran lebih lanjut).



Gambar 5. Pompa Kali Solo I



Gambar 6. Name plate Pompa



Gambar 8. Voltase Pompa 2



Gambar 7. Name Plate Motor

Dari data diatas (gambar 8) Terukur *voltase* pada motor pompa 2 adalah 80 A (Aktual), di bawah *spesifikasi* yang ada di *name plate* yaitu 106A, dapat di hitung penggunaan energinya dengan persamaan 2 sebagai berikut :

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \phi$$

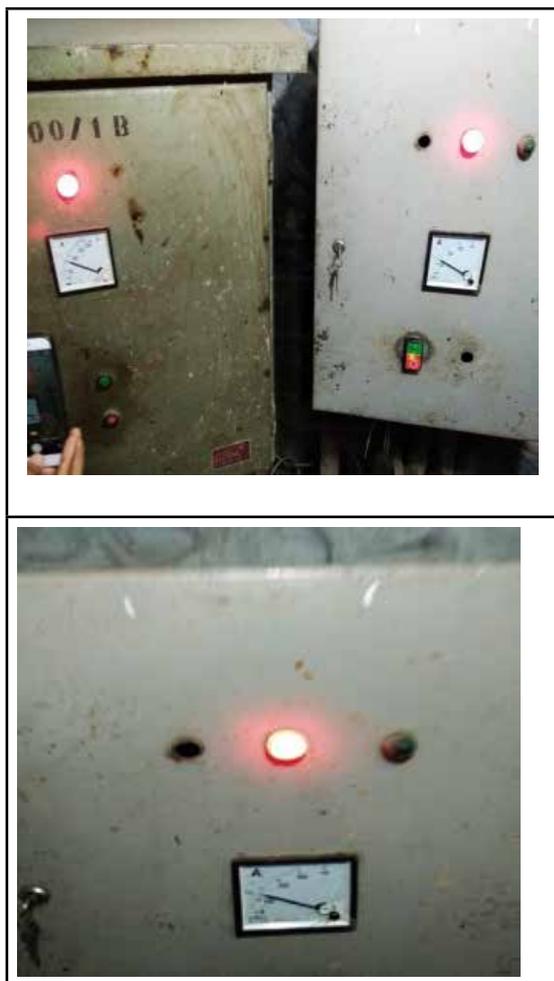
$$P = \sqrt{3} * 380 * 80 * 0,8$$

$$P = 42 \text{ kW}$$

Dari perhitungan diatas di dapat penggunaan energi pada Motor nomer 2 yaitu 42 kW di bawah spesifikasi yang ada di *name plate* yaitu 55 kW, maka pada Motor nomer 2 tidak terjadi pemborosan.

B. Analisa Data

Dari Pengamatan Lapangan di peroleh Data penggunaan energi pada pompa nomor 2 dan Nomor 3 sebagai berikut :



Gambar 9. Voltase Pompa 3

Dari data diatas (gambar 9) Terukur *voltase* pada motor pompa nomor 3 adalah 130 A **diatas** spesifikasi yang ada di *name plate* yaitu 106A, dapat di hitung penggunaan energinya dengan persamaan 2 sebagai berikut :

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \phi$$

$$P = \sqrt{3} * 380 * 130 * 0,8$$

$$P = 68,4 \text{ kW}$$

Dari perhitungan diatas di dapat penggunaan energi pada Motor nomor 3 yaitu 68.4 kW di atas *spesifikasi* yang ada di *name plate* yaitu 55 kW, maka pada Motor nomer 3 terjadi pemborosan.

Dengan Persamaan 3 maka pemborosan pada pompa nomer 3 dapat di hitung sebagai berikut :

$$\text{Penyimpangan Biaya Energi} = P_2 - P_1$$

$$= 68.4 \text{ kW} - 55 \text{ kW}$$

$$= 13.4 \text{ kW}$$

Dengan perhitungan di atas maka pemborosan yang terjadi pada pompa nomer 3 adalah sebagai berikut :

$$13.4 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 360 \text{ hari} \times 1300 \text{ Rp/kWh}$$

$$= \text{Rp. } 146.016.000,- \text{ Tahun}$$

Jika *life time* pompa adalah 10 tahun, maka pemborosan biaya operasi/energi selama umur operasi pompa lebih dari 1,4 milyar rupiah. Suatu jumlah yang cukup besar dibandingkan dengan biaya pembelian pompa sekitar 500-an juta rupiah.

C. Kebocoran

Pada pengamatan di Rumah pompa kali solo I, terdapat kebocoran yang melebihi *standard* yang di tentukan (maksimal kebocoran yang di ijinakan adalah 0.5 cm³/s).



Gambar 10. Kebocoran Pompa Kali Solo I

Dari hasil pengamatan di lapangan terdapat kebocoran pada pompa melalui *seal* melebihi standard yang berlaku, belum ada SOP yang tertempel pada rumah Pompa kali solo I, Alat Ukur yang ada sudah rusak sehingga tidak bisa di periksa operasional pompanya.

Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Salah satu permasalahan mengapa kita belum berhasil dalam program penghematan energi. Kunci sukses dari management energi adalah adanya pengelola energi yang bertanggung-jawab atas pengelolaan energi dan menghubungkan semua masalah tentang energi yang terjadi di bagian utilitas/teknik dengan biaya energi yang dibayar oleh perusahaan.

Potensi penghematan energi pada sebagian besar industri berkisar antara 20 - 40 %. Sebagian besar potensi ini dapat dengan mudah diimplementasikan melalui perbaikan kinerja, prosedur operasi dan pemeliharaan yang relatif tidak memerlukan investasi atau hanya dengan sedikit investasi.

Penghematan energi yang lebih besar dapat diperoleh jika dilakukan modifikasi namun memerlukan *investasi* dengan *payback* kurang dari 2 tahun.

B. Saran

1. Hindari gulung ulang atau *rewinding* pada Motor penggerak Pompa Kali Solo I, karena akan menyebabkan peningkatan pemakaian energi pada Motor sehingga menurunkan *effisiensi*.
2. Perlu penggantian kopleng pada pompa nomor 2 dan nomor 3, dari pengamatan di lapangan kopleng sudah aus.
3. Perlu di lakukan *Alignment* pada Pompa Kalo Solo I
4. Perlu di lakukan uji getaran pada Pompa Kali Solo I, dari pengamatan di lapangan terjadi getaran yang tinggi.
5. Utamakan Penggunaan pompa *Submersible*.
6. Perlu perbaikan atau pengantian pada *seal* pompa kali solo I, dari pengamatan lapangan terjadi kebocoran dia atas *standard* yang di ijinakan.

Daftar Pustaka

- Able, Stephen D., B.S. (M.E.), MBA, M.S. (Eng), P.E. Diaphrag pump Mps, Late Principal Engineer, Ingersoll-Rand Fluid Products, Bryan, Oh
- Addie, Graeme, B.S. (M.E.) Application and Construction of Centrifugal, Solids handling pump, Vice President, Engineering And R&D, GIW Industries, Inc., Grovetown, GA
- Lev Nelik, P.E., APICS and Jim Brennan 2005, Progressing Cavity Pumps, Downhole Pumps, And Mudmotors, Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- Tim, 2011, Inspeksi Data Spesifikasi Pompa, Kompresor Dan Turbin, Pusdiklat Migas, Cepu.
- Tullo, C . J., P.E. Centrifugal Pump Priming, Chief Engineer (Retired), Centrifugal Pump Engineering, Worthington Pump, Znc., Harrison, NJ