

## OPTIMASI ENERGI POMPA

oleh \*) : Sonden Winarto

### ABSTRAK

*Mengapa kita harus berhemat terhadap ENERGI ? Perkembangan pembangunan industri dan gedung yang sangat drastis pada era globalisasi sekarang, menuntut penggunaan energi pada industri maupun gedung tersebut sangat tinggi.*

*Kenaikan Energi yang di gunakan pada industri maupun gedung bukanlah jumlah yang sedikit sementara perkembangan pasokan energi sangat lamban tidak berbanding lurus dengan perkembangan kebutuhan energi tersebut.*

*Alternatif penambahan pasokan energi sangatlah tidak mungkin terwujud dalam waktu dekat, maka diperlukan solusi dalam mengatasi kekurangan pasokan energi khususnya kebutuhan energi pada industri dan bangunan.*

*Menurut asosiasi pompa Inggris atau Britis Pump Manufacturers Association (BPMA) 20% energi dunia di gunakan oleh pompa dan 95% terpasang over sized. Salah satu solusi untuk mencukupi kebutuhan energi tersebut adalah dengan Optimalisasi energi, menjadi menarik bagi masyarakat khususnya industri dan bangunan komersil mengingat fraksi biaya energinya cukup tinggi dalam biaya operasi keseluruhan*

### I PENDAHULUAN

Menurut asosiasi pompa Inggris atau Britis Pump Manufacturers Association (BPMA) 20% energi dunia di gunakan oleh pompa dan 95% terpasang over size. Mengapa pemborosan penggunaan energi pada pompa bisa terjadi pemborosan yang luar biasa? Biasanya yang terjadi pada perencanaan pemasangan pompa terjadi kesalahan-kesalahan yang pada umumnya tidak di sadari oleh pengguna maupun operator pompa, nampun kesalahan ini tidak mutlak kesalahan pengguna, kesalahan ini biasanya di mualai oleh konsultan teknis yang memberikan *safety margin* yang kurang memperhitungkan Otimalisasi energi.

Pada pemasangan pompa 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*.

Kunci sukses dari optimalisasi energi adalah adanya pengelola energi yang bertanggungjawab atas pengelolaan energi dan menghubungkan semua masalah tentang energi yang terjadi di bagian

utilitas/teknik dengan biaya energi yang dibayar oleh perusahaan.

#### a. Tujuan Penulisan

Tulisan ini diharapkan bermanfaat bagi petugas energi atau operator yang ingin mamahami prinsip-prinsip optimasi energi pompa tentang :

- Efisiensi sistem Pompa
- Faktor – faktor yang mempengaruhi efisiensi Pompa
- Identifikasi potensi penghematan energi pada Pompa

#### b. Batasan Masalah

Penulisan akan di batasi permasalahan mengenai optimasi energi pada Pompa yang berdampak pada besarnya penggunaan energi.

## II OPTIMASI ENERGI PADA POMPA

### Klasifikasi Pompa

Pompa dapat diklasifikasikan dengan dasar aplikasi, material pompa, fluida yang dipindahkan, maupun orientasi tempat. Namun yang lebih mendasar dan sering digunakan adalah klasifikasi berdasarkan prinsip bagaimana energi ditambahkan ke dalam fluida.

Pompa secara tradisional dibagi atas tiga tipe yaitu : *radial flow*, *mixed flow*, dan *axial flow*. Pompa dengan tipe *radial flow impeller* menghasilkan tekanan dari prinsip gaya sentrifugal. Sedangkan pompa dengan tipe *axial flow* menaikkan tekanan pompa dari dorongan sudu propeller terhadap fluida.

Dan pompa dengan tipe mix flow adalah campuran antara kedua prinsip seperti diuraikan di atas.

## III LANGKAH OPTIMASI ENERGI PADA POMPA

### Pemeriksaan Sistem Pompa

Langkah awal konservasi energi sistem pompa adalah memeriksa data umum misalnya kebutuhan air untuk berbagai kebutuhan. Neraca air (*water balance*) sebaiknya dianalisis untuk menghindari kebutuhan air yang tidak perlu atau kemungkinan melakukan *recycle water*.

Mengurangi kebutuhan air yang tidak perlu adalah cara sederhana menghemat energi pada sistem pompa. Ada baiknya memeriksa peralatan yang *stand by* atau yang tidak dioperasikan, karena dalam prakteknya peralatan yang tidak beroperasi seperti ini masih tetap mengkonsumsi air.

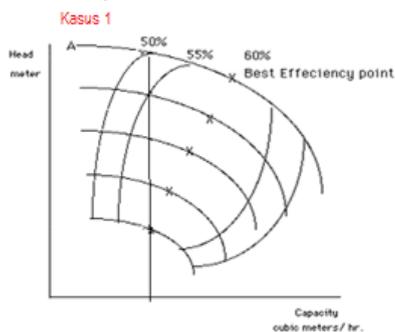
Perhatikan kemungkinan adanya pengoperasian unit pompa bertekanan tinggi misalnya kebutuhan tekanan tinggi hanya satu unit tetapi seluruh unit pompa yang ada beroperasi dengan tekanan tinggi yang sama. Kegiatan pemeriksaan selanjutnya adalah :

- Spesifikasi pompa (*tipe, debit, head, discharge pressure*)
- Kapasitas motor penggerak.
- Kondisi operasi (*operating point*).
- Parameter operasi.
  - Listrik (*tegangan, arus, cos ϕ*).
  - Laju alir aktua.
  - Tekanan discharge.
- Dapatkan *curva performance* dari manufaktur.
- Plot *operating point* dan *desain point* (*discharge pressure* dan *efisiensi*).
- Bandingkan *operating point* dan *disain point* (*discharge pressure* dan *efisiensi*).

Contoh :

### **Kasus 1**

*Aktual operating point* suatu pompa berbeda dengan *desain point*, *flow rate* rendah, *pressure* tinggi (grafik 1). Pada contoh ini pompa dioperasikan dengan kondisi operasi yang berbeda dengan *desain point*, kondisi ini tidak bagus karena efisiensi operasinya akan rendah/buruk. Apakah dimungkinkan melakukan perubahan atau perbaikan tanpa menimbulkan masalah terhadap fasilitas yang dilayani pompa ?



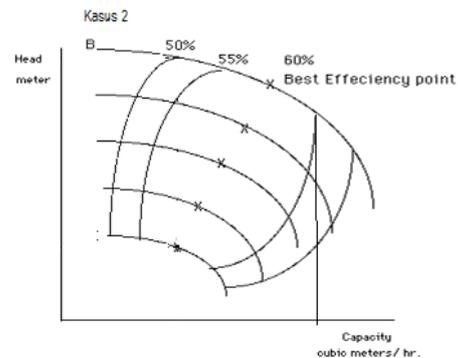
Grafik 1 : *flow rate* rendah, *pressure* tinggi

Dalam kasus seperti ini yang diperlukan adalah pemeriksaan dengan maksud untuk mencari tau apa penyebab tingginya tekanan pompa, apakah karena tahanan pada pipa saluran atau belokan terlalu banyak sehingga terjadi *pressure loss* yang tidak normal. Jika ya lakukan perbaikan dan tekanan operasi pompa akan berkurang dan dengan demikian daya pompa akan turun (ingat rumus daya :  $kW = Q \times H/360$ ).

### **Kasus 2**

*Aktual operating point* suatu pompa berbeda dengan *desain point*, *flow rate* tinggi, *pressure* rendah (Grafik 2). Pada contoh kasus ini pompa dioperasikan pada kondisi yang berbeda dengan *desain point*, kondisi ini juga tidak bagus karena efisiensi operasinya rendah.

Untuk kasus seperti ini yang perlu dilakukan adalah memeriksa secara cermat apakah ada pengaruh pengurangan laju alir (debet) pada fasilitas terkait yang dilayani pompa (misalnya pada menara air pendingin-apakah suhu air berubah *significant* jika aliran dikurangi).



Grafik 2 : *flow rate* tinggi, *pressure* rendah

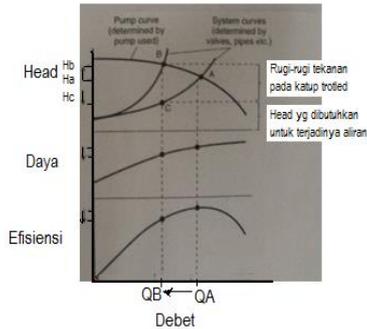
Jika pengurangan aliran tidak berpengaruh, maka sebaiknya sebagian katup *discharge* pompa ditutup agar kondisi *operating point* bergeser mendekati *desain point*. Dan dengan demikian daya pompa akan berkurang akibat laju alir turun dan efisiensi operasi pompa membaik mendekati best efisiensinya.

### **Kasus 3. Efek throttled (menutup katup).**

Throttling adalah penyesuaian laju alir dengan cara menutup katup. Cara ini tidak disarankan karena menimbulkan pemborosan energi. Secara ideal pompa harus dioperasikan pada *desain point* dimana efisiensinya maksimum. Akibat pompa *oversize*, maka kebanyakan pompa di *throttling* dan akibatnya efisiensi pompa menjadi tidak optimum.

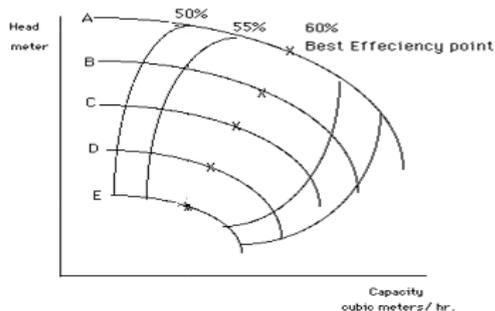
Daya yang dibutuhkan pompa pada kondisi *throttled* sedikit lebih rendah dari daya yang dibutuhkan jika beroperasi pada kapasitas desain, namun efisiensi pompa yang rendah

menjadikan sebagian energi hilang pada sistem pompa, terlihat pada grafik 3.



Grafik 3 : Efek throttling pada daya pompa.

Contoh berikut adalah suatu pompa untuk melayani kebutuhan kapasitas air 68 m<sup>3</sup>/jam dengan tinggi 47 m head. *Curva* karakteristik untuk sejumlah pompa (A...E) ditunjukkan pada grafik 4.



Grafik 4 : Karakteristik Pompa

Pompa harus dipilih agar beroperasi pada *best efficiency point*. Pompa yang *oversize* saat pemilihan awal membuat titik efisiensi bergeser dan menyebabkan pompa beroperasi dengan efisiensi rendah.

Selain itu pompa yang *oversize* dalam pengoperasiannya menghendaki *throttled* (menutup katup) untuk memperkecil laju alir sesuai kebutuhan akan menambah rugi-rugi dan menurunkan efisiensi pompa.

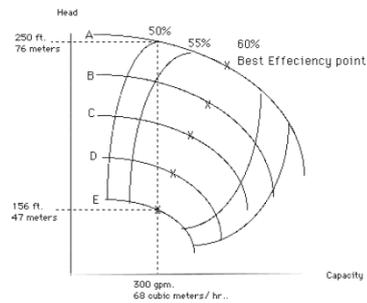
Dengan memilih pompa E, maka :

- Efisiensi pompa adalah 60 %.
- Daya hidrolik pompa adalah :

$$\begin{aligned} \text{Hydraulic Power} &= Q (\text{m}^3/\text{s}) \times \text{Total head, } h_d - h_s (\text{m}) \times \rho (\text{kg}/\text{m}^3) \times g (\text{m}/\text{s}^2) / 1000 \\ &= \frac{(68/3600) \times 47 \times 1000 \times 9.81}{1000} \\ &= 8.7 \text{ kW} \end{aligned}$$

- Daya poros pompa :  $8.7/0.6 = 14.5$  kW.
- Daya motor :  $14.5/0.9 = 16.1$  kW; 0.9 adalah efisiensi motor.

Jika kita memilih pompa A dan dioperasikan dengan laju alir 68 m<sup>3</sup> per jam, maka efisiensi pompa menjadi 50 % (lebih rendah dari dari best efisiensi 60 %).



Grafik 5 : head vs Capacity

Pompa jenis A ini jelas kebesaran jika digunakan dengan laju alir 68 m<sup>3</sup> per jam. Untuk mencapai laju alir yang dikehendaki katup *discharge* ditutup sebagian atau dilakukan *throttling*. Menutup katup pada contoh ini akan meningkatkan *head* menjadi 76 m (lihat grafik 5).

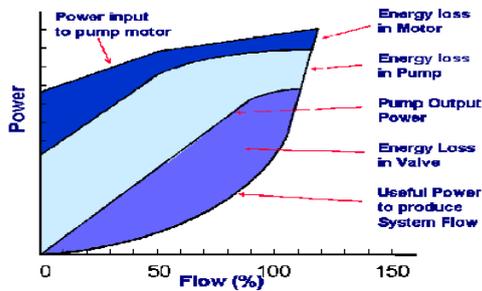
Dengan menggunakan formula di atas daya hidrolik pompa dihitung yaitu sebesar : 14.5 kW. Daya poros :  $14.5/0.5 = 29$  kW. Daya motor :  $29/0.9 = 32$  kW. Ini berarti menggunakan pompa A dibandingkan E mejadikan adanya penambahan daya motor sebesar :  $32 - 16.1 = 15.9$  kW. Dengan kata lain terjadi peningkatan daya pompa sebesar  $15.9/16.1 \times 100 \% = 98.7 \%$ .

**Kasus 4. Pemakaian Variabel Speed Drive**

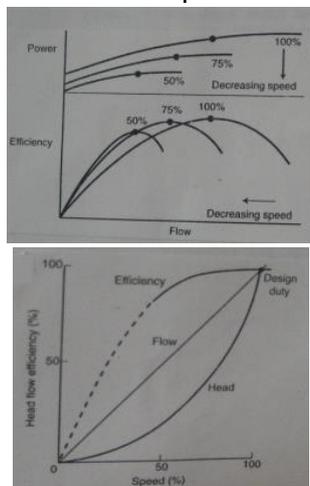
Jika putaran pompa dirubah, maka karakteristik pompa ikut berubah. Seperti tampak pada grafik 6 efisiensi pompa ternyata masih tetap tinggi pada laju alir antara 60-100 % dari kapasitas dan mulai turun setelah laju alir berada dibawah 60 % dari kapasitasnya. Perubahan head, laju alir dan efisiensi terhadap perubahan putaran pompa ditunjukkan pada grafik 7.

Perubahan performans pompa akibat dari perubahan putaran dinyatakan dengan formula berikut :

- Laju alir :  $Q = f(N)$ ; fungsi linier.
- Head :  $H = f(N)^2$ ; fungsi kwadrat.
- Daya :  $P = f(N)^3$  ; fungsi pangkat tiga.

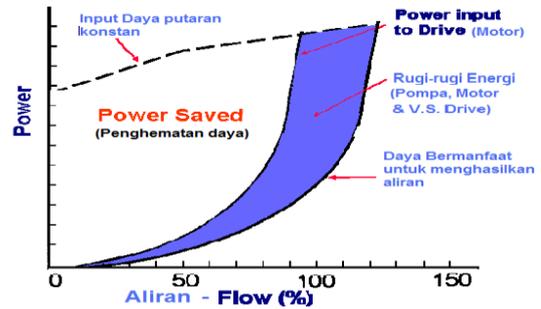


Grafik 6 : Konsumsi Daya pada Putaran Tetap



Grafik 7 : Pengaruh Perubahan Putaran pada Efisiensi Pompa

Berdasarkan formula di atas maka setiap perubahan 50 % putaran pompa akan menghasilkan perubahan head dan daya masing-masing menjadi sebesar 25 % dan 12.5 % Grafik 8.



Grafik 8 : Konsumsi Daya dengan VSD

**V. KESIMPULAN**

Menghemat energi menjadi menarik bagi masyarakat khususnya industri dan bangunan komersil mengingat fraksi biaya energinya cukup tinggi dalam biaya operasi keseluruhan. Potensi penghematan energi pada sebagian besar industri berkisar antara 10 - 20 %.

Sebagian besar potensi ini dapat dengan mudah diimplementasikan melalui perbaikan prosedur operasi dan pemeliharaan yang relatif tidak memerlukan investasi atau hanya dengan sedikit investasi. Penghematan energi yang lebih besar hingga 30 % dapat diperoleh jika dilakukan modifikasi namun memerlukan investasi dengan *payback* kurang dari 2 tahun.

Fakta di beberapa Indutri menunjukkan bahwa biaya energi tidak terkontrol dengan baik dan pasrah saja terhadap keadaan yang terjadi. Dari berbagai hasil survei diketahui bahwa umumnya bagian teknik yang sehari hari menangani masalah energi tidak mengetahui jumlah tagihan energi tiap bulannya, tagihan listrik dan energi dibayar oleh bagian keuangan dan disampaikan dalam laporan tahunan.

Ini adalah salah satu permasalahan mengapa kita belum berhasil dalam program penghematan energi. Kunci sukses dari management energi adalah adanya pengelola energi yang

bertanggungjawab atas pengelolaan energi dan menghubungkan semua masalah tentang energi yang terjadi di bagian utilitas/teknik dengan biaya energi yang dibayar oleh perusahaan.

### 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
- Tullo, C . J., P.E. Centrifugal Pump Priming, *Chief Engineer (Retired), Centrifugal Pump Engineering, Worthington Pump, Znc., Harrison, NJ*
- Lev Nelik, P.E., APICS and Jim Brennan 2005, Progressing Cavity Pumps, Downhole Pumps, And Mudmotors, Gulf Publishing Company, Houston, Texas.

---

\*) Widyaiswara Pusdiklat Migas