



## PERBANDINGAN KINERJA POMPA REKONDISI TIPE VERTIKAL API 610 OH-4 MODEL 3900L DI PT.Y DENGAN CAE

**Fatkur Rachman**

Program Studi Teknik Mesin Politeknik Enjinering Indorama

E-mail: fatkur.rachman@pei.ac.id

E-mail: fatkur.rachman@gmail.com

### INFO ARTIKEL

Diterima : 24 Maret 2016

Direvisi : 18 May 2016

Disetujui : 29 Juli 2016

Kata Kunci :

Perbandingan

Kinerja

Pompa

Rekondisi

Vertikal

API

### ABSTRAK

Kinerja pompa sentrifugal dapat dilakukan dengan menghubungkan pompa dengan pipa sehingga fluida yang dipompakan akan mengalami perjalanan hingga mencapai bak penampung fluida yang dituju, ataupun berupa sirkulasi saja. Aliran fluida pada sistem perpipaan akan mengalami penurunan tekanan (*pressure drop*), hal ini disebabkan karena beberapa hal, diantaranya adalah aliran fluida yang mengalir di dalam pipa akan mengalami gesekan di sepanjang permukaan pipa. Fluida akan melewati beberapa sambungan pipa, belokan, katup, pembesaran, pengecilan pipa dan beberapa komponen lainnya yang terpasang pada sistem perpipaan. Pengujian aktual pompa rekondisi berupa pompa sentrifugal tipe vertikal dengan Standar API 610 Tipe OH-8 model 3900L milik pelanggan dari PT. Y menggunakan fluida air menghasilkan grafik kinerja pompa. Analisis perbandingan antara daya hidrolis dan daya motor listrik adalah merupakan efisiensi pompa berkisar 0.50 - 0.53. Grafik kinerja pompa juga dapat dibuat dengan Simulasi CAE *software impeller* dan seleksi pompa dengan *software* pipa secara pendekatan aliran. Simulasi analisis dengan *Pipe Flow Expert* akan menganalisis faktor gesekan dan *delta pressure* yang terjadi pada sistem perpipaan. Nilai faktor gesekan pada pipa 1 dan 2 yaitu sebesar 1.7 dan kemudian *delta pressure* (perbedaan tekanan) terbesar adalah pada pipa 1 sebesar 0.4111 bar.g dan nilai *delta pressure* terkecil adalah pada pipa 6 yaitu 0.02 bar.g.

### I. PENDAHULUAN

Pompa dapat digunakan untuk memindahkan minyak mentah/bumi (*crude oil*) dari satu dengan menggunakan pompa API 610 ke tangki timbun. Pipa-pipa tersebut mutlak diperlukan sebagai alat untuk mengalirkan minyak mentah yang akan diolah. Dalam pengoperasiannya pompa akan mengalami keausan /kerusakan terutama pada komponen putar dan bagian diam maka diperlukan perbaikan. Setelah perbaikan pompa perlu diuji untuk mengetahui kriteria hasil perbaikan tersebut/kinerja inisialnya atau perlu perbaikan yang lebih lanjut. Suatu sistem pengujian untuk pompa distribusi minyak bumi menggunakan air sebagai fluida, aliran fluida di dalam pipa mengalami penurunan tekanan (*pressure drop*) seiring dengan panjang pipa dan beberapa fittings yang dilalui fluida tersebut. Menurut teori dalam mekanika fluida, penurunan tekanan tersebut disebabkan karena fluida yang mengalir mengalami gesekan di sepanjang aliran fluida seperti panjang pipa, diameter pipa, kekasaran permukaan dan viskositas dari fluida tersebut. Adapun viskositas ini menyebabkan timbulnya gaya geser yang sifatnya menghambat. Untuk melawan gaya gesek tersebut diperlukan energi sehingga mengakibatkan adanya energi yang hilang pada aliran fluida, energi yang hilang ini

mengakibatkan penurunan tekanan aliran fluida atau disebut juga kerugian tekanan (*head loses*). Kerugian tekanan (*head loses*) ini dibagi menjadi 2 jenis, yaitu kerugian besar dan kerugian kecil. Kerugian besar adalah kerugian tekanan yang diakibatkan oleh adanya gesekan di sepanjang aliran pipa, sedangkan kerugian kecil adalah kerugian tekanan yang terjadi dalam sistem pipa dikarenakan berbagai fittings seperti *bends* (belokan), *elbows* (siku-siku), *joints* (sambungan- sambungan), valves (katup) dan sistem lainnya dimana menyebabkan luas penampang saluran tidak konstan. Efisiensi dari suatu sistem aliran akan tercapai maksimal apabila desain atau perancangan sistem salurannya dilakukan dengan cermat dan tepat. Perancangan ini meliputi penentuan diameter pipa, posisi pipa, penggunaan sambungan- sambungan dan penggunaan belokan (*elbow*). Adanya penggunaan pipa, sistem aliran, sulit dihindari adanya fittings. Adanya fittings dalam suatu saluran akan menyebabkan terjadinya kerugian tekanan pada aliran. Hal tersebut dikarenakan oleh perubahan arah aliran fluida yang melalui saluran tersebut. Sistem fluida mengalir pada pipa tertutup (*closed conduit flow*) dan memiliki beberapa masalah utama yang terjadi antara lain :

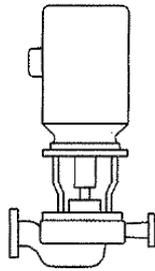
1. Terjadinya gesekan di sepanjang dinding pipa.
2. Terjadinya kerugian tekanan.

3. Terbentuknya turbulensi akibat gerakan relatif dalam molekul fluida yang dipengaruhi viskositas fluida [1].

Adapun sistem pompa dan pemipaan yang dianalisis adalah sistem pengujian pompa dengan pemipaan menggunakan pipa aliran sirkulasi.

#### A. Tinjauan Pustaka

Pompa adalah suatu alat pemindah cairan dari dataran rendah ke dataran yang lebih tinggi. Dalam pengujian ini dipakai pompa sentrifugal hasil perbaikan / rekondisi tipe vertikal standar API 610 OH-4 Model 3900L



Gambar 1. Pompa api 610 oh-4 [2]

Zat dikenal dalam 3 bentuk yaitu; padat, cair atau gas. Apabila benda berada dalam bentuk cair atau gas, benda tersebut dikenal sebagai fluida. Sifat-sifat umum dari semua fluida ialah bahwa ia harus dibatasi dengan dinding kedap supaya tetap dalam bentuknya yang semula.

Mekanika fluida merupakan ilmu yang mempelajari keseimbangan dan gerakan zat cair maupun gas, serta gaya tarik dengan benda-benda disekitarnya atau yang dilalui saat mengalir.

Menurut rumus Bernoulli adalah sebagai berikut [3]:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_l \quad (1)$$

Kerugian head besar/mayor :

Kerugian head akibat gesekan dapat dihitung dengan menggunakan salah satu dari dua rumus berikut, yaitu:

1. Persamaan Darcy – Weisbach, [3] yaitu :

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

Dimana:

$h_L$  = kerugian head karena gesekan (m)

$f$  = faktor gesekan (diperoleh dari diagram Moody)

$D$  = diameter pipa (m)

$L$  = panjang pipa (m)

$v$  = kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi

Diagram Moody telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan aliran fluida di dalam pipa dengan menggunakan faktor gesekan pipa ( $f$ ) dari rumus Darcy – Weisbach. Untuk aliran laminar dimana bilangan Reynold kurang dari 2000, faktor gesekan dihubungkan dengan bilangan Reynold, dinyatakan dengan rumus [3]:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (3)$$

Kerugian Besar

Selain kerugian yang disebabkan oleh gesekan, pada suatu jalur pipa juga terjadi kerugian karena kelengkapan pipa seperti belokan, siku, sambungan, katup dan sebagainya yang disebut dengan kerugian kecil [3].

$$h_L = K_L \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

dimana:  $g$  = gravitasi

$V$  = kecepatan aliran fluida dalam pipa

$K_L$  = koefisien kerugian (dari lampiran koefisien kecil / *minor losses* peralatan pipa)

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, di mana gaya  $F$  dipahami bekerja tegak lurus terhadap permukaan  $A$  [3].

$$P = \frac{F}{A} \quad (5)$$

Dimana :

$P$  = Tekanan (N/m<sup>2</sup>)

$F$  = Gaya (Newton)

$A$  = Luas Permukaan (m<sup>2</sup>)

Pemakaian daya listrik oleh motor dapat dirumuskan sebagai berikut [4] :

$$P_L = V_{teg} I \cos \phi \sqrt{3} \quad (6)$$

Dimana :

$V_{teg}$  = Tegangan listrik nyata (Volt)

$I$  = arus listrik (Amper) pada salah satu fasa (R/S/T)

$t$  = waktu (detik)

Daya pompa merupakan daya yang dibutuhkan untuk memindahkan fluida didalam pompa [4].

$$P = \frac{QH}{102} \eta_p \quad (7)$$

Dimana :

$P$  = Daya Pompa (kW)

$Q$  = Debit/kapasitas air yang dipompakan (l/detik)

$H$  = Head total pompa (m)

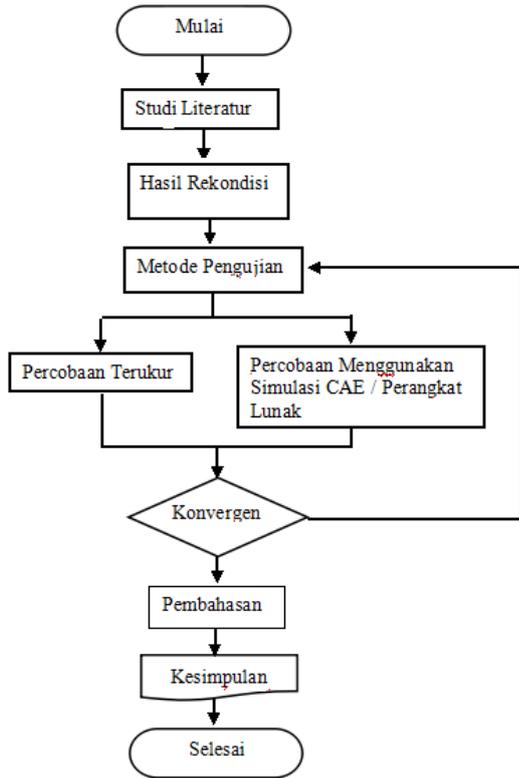
$\gamma$  = Gravitasi Spesifik (untuk air suhu normal = 1 g/cm<sup>3</sup>)

$\eta_p$  = efisiensi pompa (desimal)

*Computational Aided Engineering (CAE)* untuk pompa sangatlah membantu untuk proses pengujian pompa yaitu dengan bantuan komputer maka *impeller* pompa, rumah dan bagian lainnya dapat dibentuk untuk mendapatkan simulasi yang mendekati aktual.

II. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alur



Gambar 1. Diagram alur penelitian

B. Waktu , tempat , metode

Dilakukan pengujian lapangan *test bench* pada tahun 2008 di PT. Y Pengujian secara langsung dibandingkan dengan simulasi menggunakan perhitungan dan bantuan komputer .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Pemasangan pompa uji dengan sisi isap positif

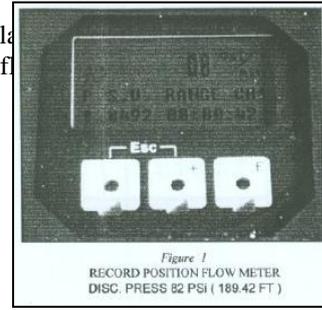
A. Hasil Penelitian Manual

Analisis dan perhitungannya menggunakan *software* dan data masukan diambil dari pengujian lapangan / (*pump test bend*) adalah sebagai berikut :

Data Input Debit (Q) = 300 GPM = 68,13 m<sup>3</sup>/h = 0.018925 m<sup>3</sup>/det, pada ketinggian / *head* (H) = 170,94 ft = 52,1 m, Putaran pompa (n<sub>p</sub>) = 1478 rpm

[5].

Pengambilan data dengan flow meter



kapasitas aliran

Gambar 3. Gambar tampilan flow meter EH+ Prosonic 90

Dan pressure gauge :



Gambar 4. Tipikal pressure gauge analog

Dari hasil pengamatan di test bench, maka didapat suatu data sebagai berikut :

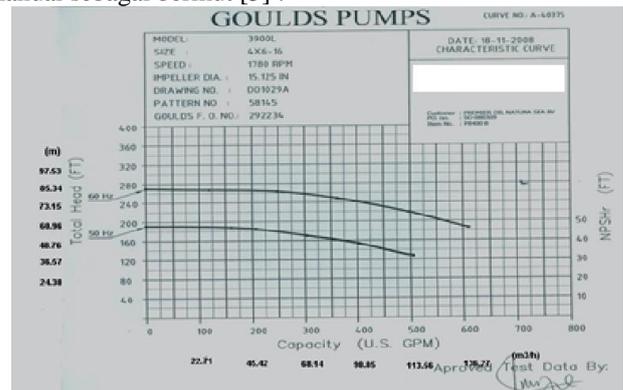
TABEL 1. DATA HASIL PENGAMATAN DI LAPANGAN UJI

MODEL : GOULDS PUMP 3900 L  
 MANUFACTURED : USA  
 CAPACITY : 480 GPM  
 PUMP HEAD : 222 FT  
 MOTOR RPM : 1780 FREQUENCY : 60Hz

Test Data Pada Frekwensi Tenaga Listrik 50 J

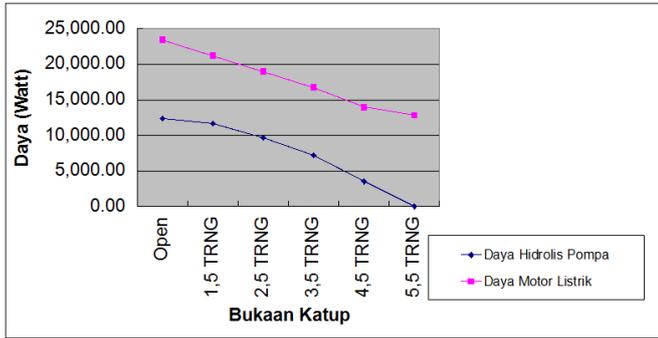
| No | Bukaan Katup | Tekanan Keluar | Head FT | Kapasitas (GPM) | Putaran (RPM) |
|----|--------------|----------------|---------|-----------------|---------------|
| 1  | Open         | 56             | 129,36  | 508,28          | 1472          |
| 2  | 1,5 TRNG     | 66             | 152,46  | 406,24          | 1475          |
| 3  | 2,5 TRNG     | 74             | 170,94  | 300,70          | 1477          |
| 4  | 3,5 TRNG     | 80             | 184,80  | 207,37          | 1480          |
| 5  | 4,5 TRNG     | 81             | 187,11  | 100,56          | 1482          |
| 6  | 5,5 TRNG     | 82             | 189,42  | 0               | 1487          |

Dari gambar tersebut, maka dapat dibuat grafik secara manual sebagai berikut [5] :



Gambar 5. Kinerja pompa aktual di lapangan uji

Grafik daya listrik yang digunakan oleh motor listrik dibandingkan dengan daya hidrolis pompa sebagai berikut :

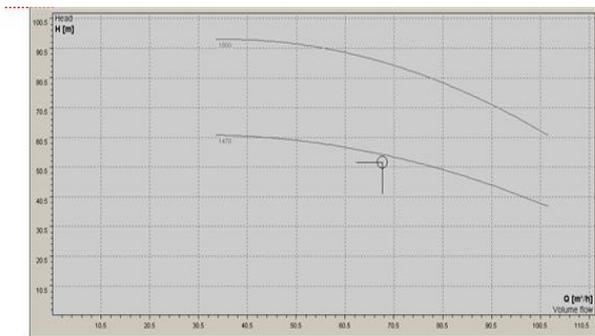


Gambar 6. Grafik daya listrik dan daya hidrolis vs bukaun Katup

Selisih antara daya pompa dan daya motor listrik adalah merupakan efisiensi pompa, sehingga efisiensi pompa berkisar 0.50 - 0.53.

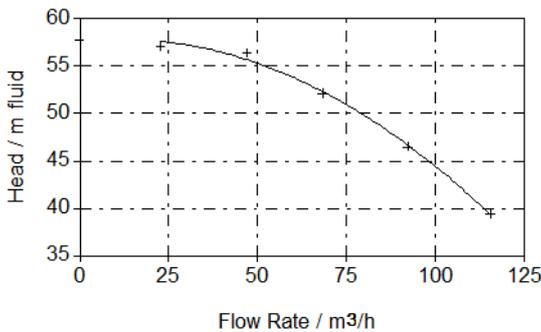
B. Perhitungan dan simulasi

Kurva prestasi pompa yang dihasilkan oleh perangkat lunak CAE adalah sebagai berikut :



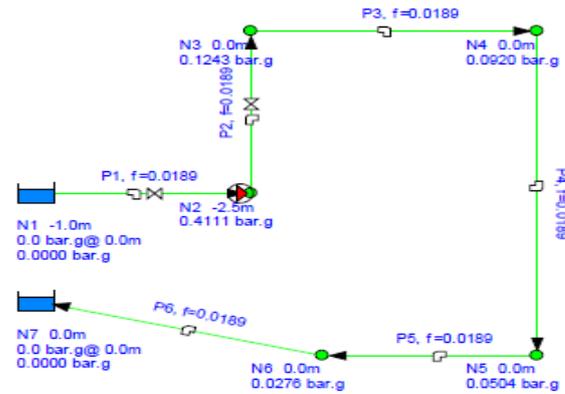
Gambar 7. Kurva prestasi hasil perhitungan software CAE impeller pada Q= 68.13 m³/jam dan H = 52.1m, n = 1478 rpm, frekuensi motor listrik 50Hz)

Dari tabel 1, dilakukan pemilihan pompa menggunakan software pompa sehingga menjadi sebagai berikut :



Gambar 7. Kurva kinerja pompa simulasi 3900L

Jaringan pipa pada pengujian pompa ini dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pipeflo expert yang dapat ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 8. Jaringan pipa pada pengujian dengan pipeflo expert

TABEL 2. HASIL SIMULASI PIPEFLO EXPERT

| Pipe Id | Pipe Name and Notes | Material                | Inner Diameter mm | Roughness mm | Length m |
|---------|---------------------|-------------------------|-------------------|--------------|----------|
| 1       | P1                  | 6" Steel (ANSI) Sch. 40 | 154.051           | 0.046        | 2.000    |
| 2       | P2                  | 4" Steel Sch. 40        | 102.260           | 0.046        | 3.000    |
| 3       | P3                  | 4" Steel Sch. 40        | 102.260           | 0.046        | 4.000    |
| 4       | P4                  | 4" Steel Sch. 40        | 102.260           | 0.046        | 6.000    |
| 5       | P5                  | 4" Steel Sch. 40        | 102.260           | 0.046        | 2.000    |
| 6       | P6                  | 4" Steel Sch. 40        | 102.260           | 0.046        | 3.000    |

| Total K | Mass Flow kg/sec | Flow m³/sec | Velocity m/sec | Entry Pressure bar.g | Exit Pressure bar.g |
|---------|------------------|-------------|----------------|----------------------|---------------------|
| 1.0700  | 18.8682          | 0.0189      | 1.015          | 0.0000               | 0.4111              |
| 1.0700  | 18.8682          | 0.0189      | 2.304          | 0.4111               | 0.1243              |
| 0.5100  | 18.8682          | 0.0189      | 2.304          | 0.1243               | 0.0920              |
| 0.5100  | 18.8682          | 0.0189      | 2.304          | 0.0920               | 0.0504              |
| 0.5100  | 18.8682          | 0.0189      | 2.304          | 0.0504               | 0.0276              |
| 0.5100  | 18.8682          | 0.0189      | 2.304          | 0.0276               | 0.0000              |

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan penelitian pada pompa rekondisi model 3900L dengan menggunakan uji lapangan dan software CAE Impeller, maka terlihat hasil perhitungan dengan menggunakan software adalah mendekati sama dengan pengujian di lapangan uji. Efisiensi pompa rekondisi menurut perhitungan adalah 53 % dibawah efisiensi inisial aktual pompa saat kondisi baru yaitu sebesar 59%. Perbedaan ini karena belum dimasukkan nilai efisiensi mekanis/rugi-rugi mekanis pompa. Perbedaan kurva kinerja antara aktual dan simulasi dengan komputer karena rugi-rugi (loss) pada pengujian sesungguhnya / di lapangan uji, baik itu adanya kebocoran, rugi-rugi belokan, pipa, katup, ataupun rugi aliran balik impeler keluar dari impeler masuk kembali ke sisi isap / side loses/ recirculation. Didapat daya pemakaian listrik yang besar saat katup dibuka penuh (full open) seiring daya hidrolis pompa. Pada pengujian menggunakan software didapat aliran didalam pipa mengalami laminar kecuali disetiap fitting yaitu belokan dan katup terjadi pergolakan / turbulen kecil terutama pada saat katup kondisi setengah terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Malau, Jauhari., Sitepu, Tekad., Analisa pressre drop pada sistem perpipaan fuel oil boiler pada PT. PLN Pembangkitan Sumatera Bagian Utara Sicanang - Belawan dengan menggunakan pipe-flo expert, volume 3, no.3, Jurnal e-Dinamis, Medan, 2012.

- [2] API, *Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and Natural Gas Industries ANSI/API 610 std*, 11<sup>th</sup> Ed, API publishing services, Washington, 2010.
- [3] Dietzel, Fritz, *Turbin Pompa Kompresor*, Edisi ke 3 , Erlangga, Jakarta, 1980.
- [4] Gould pump, *GPM Gould pump selection manual* , Goulds Pump publisher, New York, 2006.
- [5] TCS, (2008). *Final Inspection Report for Premier Oil WO 0460908*, TCS, Bandung, 2008.