

Perhitungan Efisiensi Pompa reciprocating Gardner Danver Type-200-001 di Salah Satu Perusahaan Gas dan Minyak di Kalimantan Timur

Muhammad Andre Safardiansyah¹, Anis Siti Nurrohkayati^{2*}
Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Program Studi S1 Teknik Mesin

DOI: andresafardiansyah16@gmail.com

*Correspondensi: Anis Siti Nurrohkayati

Email: asn826@umkt.ac.id

Published: Januari, 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Pompa reciprocating adalah jenis pompa yang menggunakan gerakan bolak-balik piston atau plunger untuk menghasilkan aliran fluida. Pompa ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk industri minyak dan gas, industri kimia, industri makanan dan minuman, serta industri farmasi. Abstrak ini akan membahas prinsip kerja pompa reciprocating, komponen utama yang terlibat, dan beberapa keuntungan dan kelemahan dari penggunaan pompa ini. Prinsip kerja pompa reciprocating didasarkan pada gerakan bolak-balik piston atau plunger. Ketika piston bergerak ke arah luar, ruang di dalam silinder membesar dan menyebabkan tekanan rendah. Fluida di dalam tangki atau saluran masuk kemudian mengalir ke dalam ruang yang lebih rendah tekanannya. Ketika piston bergerak ke arah dalam, ruang di dalam silinder menyusut dan menyebabkan tekanan tinggi. Tekanan tinggi ini mendorong fluida keluar melalui saluran keluar. Komponen utama pompa reciprocating meliputi silinder, piston atau plunger, katup masuk, katup keluar, dan mekanisme penggerak. Silinder adalah tempat di mana piston atau plunger bergerak bolak-balik. Katup masuk dan katup keluar mengatur aliran fluida ke dalam dan keluar dari silinder. Mekanisme penggerak, seperti motor listrik atau mesin pembakaran dalam, memberikan gerakan bolak-balik pada piston atau plunger. Keuntungan penggunaan pompa reciprocating termasuk kemampuan untuk menghasilkan tekanan tinggi, kemampuan untuk mengatasi viskositas tinggi dan partikel padat dalam fluida, serta kemampuan untuk mengatur aliran dengan presisi tinggi. Pompa ini juga dapat dioperasikan dalam berbagai kondisi operasional, termasuk suhu dan tekanan yang ekstrem. Namun,

ada beberapa kelemahan dalam penggunaan pompa reciprocating. Salah satunya adalah efisiensi yang relatif rendah dibandingkan dengan jenis pompa lainnya. Pompa ini juga membutuhkan perawatan dan pemeliharaan yang lebih intensif karena gerakan bolak-balik yang berulang dapat menyebabkan keausan pada komponen. Selain itu, pompa reciprocating juga cenderung menghasilkan getaran dan suara yang tinggi. Dalam kesimpulan, pompa reciprocating adalah jenis pompa yang menggunakan gerakan bolak-balik piston atau plunger untuk menghasilkan aliran fluida. Meskipun memiliki beberapa kelemahan, pompa ini tetap menjadi pilihan yang populer dalam berbagai industri karena kemampuannya untuk mengatasi tekanan tinggi dan viskositas tinggi dalam fluida..

Keywords: Efisiensi Pompa Reciprocating

PENDAHULUAN

Tingginya tingkat produktivitas akan menjamin ketersediaan energi nasional tetap aman, alhasil krisis energi dapat dihindari. performa selain perbaikan, perawatan berkala, dan pemeliharaan adalah dengan melakukan studi kasus, pengkajian atau penelitian. Studi kasus guna meningkatkan efisiensi menjadi penting dilakukan karena data hasil pengujian dapat digunakan sebagai tolak ukur dan referensi dalam menunjang proses kegiatan produksi. Salah satu fasilitas dan peralatan produksi yang penting untuk dilakukan studi kasus dan pengkajian adalah Pompa, yang beroperasi di wilayah salah satu perusahaan minyak dan gas yang ada di Kaltim

Pada industri proses, termasuk industri pemrosesan migas alam seperti salah satu perusahaan di Kaltim ini, sering dijumpai adanya kebutuhan untuk mengalirkan minyak dan air proses menuju tempat alau storage dari minyak dan air. Usaha mengalirkan minyak dan air tersebut dapat dicapai menggunakan pompa. Pompa adalah suatu peralatan mekanik yang digcrakkan oleh tenaga mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain, dimana fluida tersebut hanya mengalir apabila terjadi perbedaan tekanan. Industri proses seperti GS (Guestion Station) VI Sangatta memiliki beberapa pompa yang berfungsi untuk mengalirkan minyak dan air menuju tempat penyimpanan. Salah satu pompa yang dijumpai dalam Industri ini adalah pompa reciprocating jenis pompa piston

Pompa piston merupakan pompa yang memanfaatkan gerakan maju dan mundurnya piston sebagai masuk keluarnya fluida. Fluida masuk melalui katup isap (stuction valve) dan kemudian ditekan oleh piston, sehingga tekanan statis fluida naik dan sanggup mengalirkan fluida keluar melalui katup Iekan (discharge valve).

Pompa yang dibahas pada jurnal ini adalah pompa Pompa Reciprocating jenis pompa piston merk Gardner-Denver model FXX-200-001 yang mampu memompa air dan minyak sebesar 0,688 m³/s dari GS VI menuju Terminal Loading Teluk Lombok sangatta. Pompa piston tersebut bekerja 3 jam dalam sehari. Untuk kebutuhan operasi pompa piston, terdapat beberapa parameter yang harus dijaga kualitasnya di

samping jumlah minyak dan air yang dialirkan. Beberapa parameter tersebut diantaranya, putaran rpm gas engine, putaran rpm pompa, tekanan pompa dan efisiensi pompa. Efisiensi adalah suatu tingkatan kemampuan kerja dari suatu alat. Sedangkan efisiensi pompa adalah prestasi kerja atau perlormasi tingkat untuk kerja pompa yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja di dalam pompa dengan masukan energi kimia dari bahan bakar gas engine.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama pelaksanaan Praktek Kerja Nyata di sebuah Perusahaan Minyak dan gas di Kalimantan Timur. Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung di lapangan dengan melakukan survey langsung ke pompa guna memperoleh pemahaman yang mendalam. Metode ini melibatkan pengujian langsung pompa reciprocating di lapangan. Pompa dapat dioperasikan dalam berbagai kondisi dan parameter dapat diukur secara langsung, seperti tekanan, aliran, efisiensi dan keausan komponen. Data yang diperoleh ini digunakan untuk menganalisis kinerja pompa. Dengan menghitung efisiensi rugi mayor, minor, bilangan Reynold, head pompa, output power, dan input power.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identitas Produk

Produk name : Pompa reciprocating

Produk Application Area : General Oil Supply

2. *Technical Description*

Diameter Piston : 5 inch

Panjang Lebar Piston : 8 inch

Putaran *Engine max* : 1800 rpm

Massa jenis *crude oil* : 900 kg/m^3 Dari hasil pengamatan pada pompa terdapat data yang diketahui secara visual, yaitu sebagai berikut :

Tabel. 1

Putaran engine	Massa jenis (<i>crude oil</i>)	Kapasitas pompa	<i>Pressure Discharge</i>	Putaran Pompa
960 rpm	900 kg/m^3	$0,688 \text{ m}^3/\text{s}$	80 psi	79 rpm

Keterangan jarak, pipa dan ukuran :

L1 = 40,83 Elbow 90° (*suction*) = 5

L2 = 1,605 m Elbow 45° (*suction*) = 9

Gate valve (*suction*) = 2 Elbow 90° (*discharge*) = 2

Gate Valve (discharge) = 2 Elbow 45° (discharge) = 2

Diameter pipa (suction) = 6 inch Strainer (suction) = 1

Diameter Pipa (discharge) = 4 inch

Hasil Perhitungan:

1. Debit Aliran Fluida

$$Q = 0,688 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2. Kecepatan Pada Pipa Isap V_s = (suction)

$$V_s = \frac{Q}{A_s} \quad \text{dimana} \quad A_s = \frac{\pi \times d_1^2}{4}$$

$$V_s = \frac{0,688 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,152 \text{ m})^2} = 37,802 \text{ m/s}$$

Keterangan:

Dari hasil perhitungan ini, dengan menggantikan nilai laju aliran Q dan luas penampang A_s yang di berikan ke dalam rumus kita dapat menghitung kecepatan aliran fluida v_s adalah sebesar $37,802 \text{ m/s}$ ini menunjukkan seberapa besar cepat fluida mengalir melalui saluran pada saat itu.

3. Kecepatan Pada Pipa Isap V_d (discharge)

$$V_d = \frac{Q}{A_s} \quad \text{dimana} \quad A_s = \frac{\pi \times d_1^2}{4}$$

$$V_d = \frac{0,688 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,101 \text{ m})^2} = 0,0795 \text{ m/s}$$

4. Perhitungan Bilangan Reynolds (suction)

ν = Viskositas kinematik (pada T : 40°C)

$$\nu = 5,1711 \times 10^{-6}$$

Diketahui :

$$V_s = 37,802 \text{ m/s}$$

$$d_s = 0,152 \text{ m/s}$$

Bilangan Reynolds (R_e)

$$R_e = \frac{(37,80 \text{ m/s} \times 0,152 \text{ m})}{5,1771 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 1,112,600$$

Dengan $Re > 4000$, maka sifat aliran fluidanya adalah Turbulen. Dari lampiran 1 koefisien kekasaran pipa licin dengan material besi tuang (commercial/welded steel). Pada lampiran koefisien kekasaran untuk pipa licin dengan material besi tuang (commercial/welded steel) di peroleh harga besi tuang $\varepsilon : 0,045 \text{ mm}$

$$f_2 = \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,045 \text{ mm}}{152 \text{ m}} = 10^{-3}$$

Maka, koefisien gesekan pada lampiran diagram moody $f_2 = 0,016$

5. Perhitungan Rugi Mayor Pada Pipa suction (h_{ms})

$$f_1 = 0,016$$

$$L_1 = 40,83 \text{ m}$$

$$d_1 = 0,152 \text{ m/s}$$

$$V_s = 37,802 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h_{ms} = \frac{L_1}{d_1} \times \frac{V_s^2}{2g}$$

$$h_{ms} = 0,016 \times \frac{40,83}{0,152} \times \frac{(37,80 \text{ m/s})^2}{2 \times (9,81 \text{ m/s}^2)} = 1243,18 \text{ m}$$

6. Perhitungan Rugi Minor Pada Pipa Isap (suction)

Untuk rugi minor pada pipa isap terdapat 3 *gate valve*, 1 *strainer*, 2 belokan arah (90°)

dan 2 belokan arah (45°)

$$\Sigma k = 3,6$$

$$V_s = 3,802 \text{ m/s}$$

$$h_{fs} = \Sigma k \times \frac{V_s^2}{2g}$$

$$h_{fs} = 3,1 \times \frac{(37,802 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 2,2796 \text{ m}$$

Setelah menghitung, kita mendapatkan $h_{fs} = 2,2796 \text{ m}$. Ini berarti tinggi energi kehilangan gesekan dalam pipa adalah 2,2796 meter. Pada koefisien kekasaran untuk pipa licin dengan material besi tuang (commercial/welded steel) di peroleh harga besi tuang $\varepsilon = 0,045$

$$f_2 = \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,045 \text{ mm}}{101 \text{ m}} = 10^3$$

7. Perhitungan Bilangan Reynold (*discharge*)

ν = Viskositas kinematik (pada T : 40°C)

$$\nu = 5,1711 \times 10^{-6}$$

Diketahui:

$$V_d = 0,0795 \text{ m/s}$$

$$d_d = 0,101 \text{ m}$$

$$\text{Bilangan Reynold } (R_e) = \frac{v \times d}{\nu}$$

$$R_e = \frac{(0,0795 \text{ m/s}) \times (0,101 \text{ m})}{5,1711 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 1557.8$$

8. Perhitungan Rugi Mayor Pada Pipa *discharge* (h_{md})

$$f_2 = 0,015$$

$$L_2 = 1,605$$

$$V_d = 37,802 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h_{md} = 0,015 \times \frac{1,605 \text{ m}}{0,101 \text{ m}} \times \frac{(0,0795)^2}{2 \times (9,81 \text{ m/s}^2)} = 0,0769 \text{ m}$$

9. Perhitungan Rugi Minor pada Pipa *discharge*

Untuk rugi minor pada pipa keluar terdapat 3 *gate valve*, 9 elbow 45°, 6 elbow 90° dan 1 *check valve* dan 2 belokan arah (45°)

$$\Sigma k = 10,1$$

$$V_d = 0,0795 \text{ m/s}$$

$$h_{fd} = \Sigma k \times \frac{V_d^2}{2g}$$

$$h_{fd} = 10,1 \times \frac{(0,0795 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,32 \text{ m}$$

10. Perhitungan Head Pompa

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{V^2}{2g}$$

$$H = 15 \text{ m} + 4 \text{ m} + 15 \text{ m} + \frac{0,190133 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 34,184 \text{ m}$$

11. Output Power

$$P_{out} = \frac{w Q H}{75}$$

$$w = \rho g$$

$$P_{out} = \frac{900 \times 9,81 \times 0,688 \times 34,184}{75} = 27,68 \text{ HP}$$

12. Out power



Gambar. 1

Out Power adalah daya yang digunakan engine untuk menggerakkan pompa. *Input power* didapatkan dari spesifikasi *dyinamo engine* dinamo Siemens Schucker. Type OR 1192-6. Didapatkan dari spesifikasi yang ada dalam gambar di atas mendapatkan daya nya melalui interpolasi. Untuk putaran engine sebesar 960 rpm didapatkan 29 HP.

13. Efisiensi Pompa

$$n_{pump} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$\eta_{pump} = \frac{27,68 \text{ HP}}{29 \text{ HP}} \times 100\% = 95,45\%$$

KESIMPULAN

1. Dalam pengkajian pompa reciprocating dilakukan analisis pada kerugian aliran pipa dan kemampuan pompa mengalirkan *crude oil* dari GS IV kilo 4 Sangatta ke Terminal Loading teluk Lombok Sangatta. Salah satunya dengan menghitung kerugian (*headloss*) mayor dan minor dengan memperhatikan koefisien gesek komponen (*gate valve*, elbow, dan sambungan *tee branch*) pada instalasi pipa. Juga dilakukan analisis efisiensi pompa yang didapatkan dari perbandingan daya hidrolik dan daya poros.
2. *headllos* pada pipa isap *suction* maka didapat nilai viskositas kinematik (pada suhu 40°C) v adalah $5,1771 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ sehingga didapat bilangan reynold adalah 1,112,600 dengan hasil rugi mayor h_{ms} adalah 1243,18 m dan rugi minor untuk h_{fs} adalah 2,2796 m sedangkan hasil pipa keluar *discharge* untuk viskositas kinematik $5,1711 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ dan bilangan reynold adalah 1557.8 dengan hasil rugi mayor h_{md} 0,0769 m dan rugi minor untuk h_{fd} 0,32 m. Diperoleh *head* (h_p) pada Pompa reciprocating gardner-denver type fxx-200-001 adalah sebesar 34,18 dengan efisiensi pompa sebesar 95,45%. Dengan demikian Pompa reciprocating gardner-denver type fxx-200-001 masih ideal digunakan karena head pompa lebih besar dari *head loss* yang terjadi, sehingga pompa mampu untuk memompakan minyak dari GS IV Sangatta field sampai terminal loading Sangatta field.
3. Dengan demikian Pompa reciprocating gardner-denver type fxx-200-001 masih ideal digunakan karena head pompa lebih besar dari *head loss* yang terjadi, sehingga pompa mampu untuk memompakan minyak dari GS IV Sangatta field sampai terminal loading Sangatta field. Untuk efisiensi Pompa reciprocating gardner-denver type fxx-200-001 sebesar 95,45%, sedangkan pompa reciprocating pada umumnya memiliki efisiensi pompa $\geq 84\%$ (ASME 2009 *Fluids enginerring*)

DAFTAR PUSTAKA

- Herbert et all . 2008. *Positive Displacment Recciprocating Pump Fundamentals Power and Direct Acting Types* Penistone : Sheffield.
- K. Roul. 2015. *Raboratory manual on reciprocating pump test rig*. Gabdhi Institute for Technologi Advancement : Bhubsaneswar
- Rahmanda dkk. 2014. *Piston Pump*. Institut Teknologi Sepuluh November :Surabaya.

Ravivarman and Iqbal. 2016. *Modelling and Performance Evaluation of a Duplex Reciprocating Pump*. SRM University : India.

Suarda, Made. 2015. *Pompa dan Kompresor*. Universitas Udayana : Denpasar .Xie et all .2009. *Research on Improving Efficiency of High Pressure Pump in Seawater Reverse Osmosis Desalination*. ASME : Colorado