

ANALISIS KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL DENGAN SISTEM SERI DAN PARALEL

Rachmat Subagyo¹, Muchsin², Rezky Aulia³

^{1,3}Prodi Teknik Mesin Universitas Lambungmangkurat Kalimantan Selatan

²Prodi Teknik Mesin Universitas Tadulako Sulawesi Tengah

Masuk: 19 September 2012, revisi masuk: 4 Januari 2013, diterima: 23 Januari 2013

ABSTACT

The pump is a device for providing mechanical energy to the fluid. At the pump, the fluid density is constant and large. The pump is intended for the transport fluid (horizontal and vertical), raising the pressure and increase speed. The main weakness of the centrifugal pump is located on the limitation of the pressure blower (delivery pressure) and not able to provoke their own. For that use multi-level which is usually the same wheelbase and driven by the motor. Various circuits can be used to satisfy a certain condition. Namely series and parallel systems, where a parallel system to increase the pump head and the series system to increase the flow rate. To overcome these problems the research conducted on the characteristics of the pump between the pump with series and parallel systems. To find out the advantages of each characteristic. In this activity, carried out research using the dependent variable valve opening, the load and the volume of water comprising: valve openings $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ and 1 and for loading performed at a load 0.25 kg, 0.5 kg, 0.75 kg and 1kg and to use as much water 5 litre, while independent variables are used, namely engine speed of 2980 rpm most of the worth of the smallest worth up to 2945 rpm, the pressure at the pump in and out and the time spent to reach the volume of water by 5 litre. From the test results shows that the comparison between series and parallel pumps each have advantages, further increase in the pump head series and parallel pump further improve the discharge, the pump power and highest efficiency in parallel with 112.79 worth of watts and 65% and the power series highest pump valued at 113.00 watts and the highest efficiency of 53%.

Keywords: piping systems, pump series, parallel pump, centrifugal pump characteristics.

INTISARI

Pompa adalah alat untuk memberikan energi mekanis kepada cairan. Pada pompa, densitas fluida konstan dan besar. Pompa ini bertujuan sebagai alat transportasi fluida (horizontal maupun vertikal), menaikkan tekanan dan menaikkan kecepatan. Kelemahan utama pompa sentrifugal ini terletak pada terbatasnya tekanan penghembus (delivery pressure) serta tidak mampu memancing sendiri. Untuk itu digunakan multi tingkat yang biasanya bersumbu sama serta digerakkan oleh motor. Berbagai rangkaian dapat digunakan untuk memenuhi suatu keadaan tertentu. Yaitu sistem seri dan paralel, dimana sistem paralel pompa untuk meningkatkan head dan sistem seri untuk meningkatkan debit aliran. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diadakan penelitian mengenai karakteristik pompa antara pompa dengan sistem seri dan paralel. Untuk mengetahui keunggulan dari masing-masing karakteristik. Pada kegiatan ini, dilakukan penelitian dengan menggunakan variabel terikat bukaan katub, beban dan volume air yang terdiri dari: bukaan katub $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan 1 dan untuk pembebanan dilakukan pada beban 0,25kg, 0,5kg, 0,75kg dan 1kg dan untuk air dipakai sebanyak 5l, sedangkan variabel bebas yang digunakan yaitu putaran mesin dari paling besar senilai 2980 rpm sampai dengan yang terkecil senilai 2945 rpm, tekanan masuk dan keluar pada pompa serta waktu yang digunakan untuk mencapai volume air sebanyak 5l. Dari hasil pengujian terlihat bahwa perbandingan antara pompa seri dan paralel masing-masing memiliki keunggulan, pada pompa seri lebih meningkatkan head dan pompa paralel lebih meningkatkan debit, dengan daya pompa dan efisiensi tertinggi pada paralel dengan

senilai 112,79 watt dan 65% dan seri daya pompa paling tinggi senilai 113,00 watt dan efisiensi tertinggi 53%.

Kata kunci : sistem perpipaan, pompa seri, pompa paralel, karakteristik pompa sentrifugal.

PENDAHULUAN

Pada dasarnya prinsip kerja pompa adalah membuat tekanan rendah pada isap, sehingga fluida akan terhisap masuk dan mengeluarkannya pada sisi tekan atau sisi keluar dengan tekanan yang lebih tinggi, semua itu dilakukan dengan menggunakan elemen pompa penggerak yaitu impeler, plunger atau piston. Untuk bekerja pompa membutuhkan energi yang diperoleh dari luar yang biasa diperoleh dari motor listrik atau motor bakar.

Pompa sentrifugal adalah suatu pompa dimana energi mekanis diubah menjadi energi hidrolis dengan cara memberikan gaya sentrifugal pada fluida yang dipindahkan. Gaya sentrifugal ini ditimbulkan oleh sejumlah sudu yang berputar dan berada di rumah pompa. Cairan masuk melalui sebuah saluran masuk kemudian menuju casing yang di dalam casing tersebut fluida diputar oleh sudu (*impeller*) pompa, sehingga menghasilkan gaya tekan keluar dari pompa.

Performa kerja dari pompa ditentukan oleh efisiensinya, semakin tinggi efisiensi sebuah pompa maka akan semakin baik performanya. Penurunan nilai efisiensi dari berbagai jenis merk pompa adalah tidak sama yaitu untuk pompa jenis Nijhuis (1983) adalah 0,17 per tahun dan pompa jenis Torishima (2004) sebesar 1,24 per tahun. Penurunan nilai efisiensi dipengaruhi oleh kualitas material pompa, perawatan selama operasi dan pemasangan instalasi (*Puji Saksono, 2005*)

Perubahan kecepatan aliran air, debit dan kerugian pada pompa sentrifugal sangat dipengaruhi oleh perubahan putaran motor dan variasi bukaan katup yang dilakukan. Oleh sebab itu dalam perencanaan kedua faktor diatas harus diperhatikan dan dijadikan sebagai acuan untuk mendapatkan performance pompa optimal (*RM. Bagus Irawan, 2005*)

Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan pompa adalah terjadinya kavitasi. Kavitasi akan menimbulkan penurunan performa dari pompa itu sendiri. Kavitasi sebagai ancaman terbesar dalam operasional pompa sentrifugal, sangat dianjurkan untuk dicegah dan dikenali secara dini. Turunnya performansi pompa secara tiba-tiba, suara berisik dan getaran, serta kerusakan pada impeler merupakan beberapa indikasi pompa telah mengalami kavitasi. Secara teoritis, pemeriksaan pompa dari kavitasi dapat dilakukan dengan perhitungan besarnya NPSH, di mana berlaku $NPSH_{tersedia} > NPSH_{diperlukan}$ bila tidak dikehendaki terjadi kavitasi. Secara praktis, beberapa cara dapat dilakukan terhadap faktor penunjang operasional pompa, seperti koreksi pada posisi pompa, saluran pipa, hingga injeksi fluida pendingin pada sisi isap (*Theodorus B. H., 2000*).

Pemilihan jenis pompa yang sesuai dengan penggunaan dan kondisi kerja akan berpengaruh terhadap financial dan kapasitas yang dihasilkan. Penggunaan pompa submersible tipe SP 95-5 berkapasitas 15 lt/det memberikan biaya produksi air bersih lebih murah 1,2% dibandingkan dengan menggunakan pompa sentrifugal tipe CR 60-80 berkapasitas 15 lt/dt. Berdasarkan analisis financial kedua jenis pompa layak digunakan pada proyek ini, tapi pompa Submersible tipe SP 95-5 berkapasitas 15 lt/dt lebih menguntungkan. (*I Gede Nyoman Sangka, 2011*).

Pada sistem instalasi perpipaan dan pompa kadang bisa di susun seri atau paralel, dimana sistem paralel pompa digunakan untuk meningkatkan *head* dan sistem seri untuk meningkatkan debit aliran. Pada umumnya pompa digunakan untuk menaikan fluida sebuah reservoir, pengairan pengisi katel, dan sebagainya. Dalam hal ini pelaksanaan operasionalnya dapat bekerja secara tunggal, seri, dan paralel yang

kesemuannya tergantung pada kebutuhan serta yang peralatan yang ada. Berikut adalah definisi dari istilah-istilah yang di gunakan pada pompa:

Head (H), head adalah energi angkat atau dapat digunakan sebagai perbandingan antara suatu energi pompa per satuan berat fluida. Pengukuran dilakukan dengan mengukur beda tekanan antara pipa isap dengan pipa tekan, satuannya adalah meter.

Kapasitas (Q), satuannya adalah m^3/s . Kapasitas adalah jumlah fluida yang dialirkan persatuan waktu.

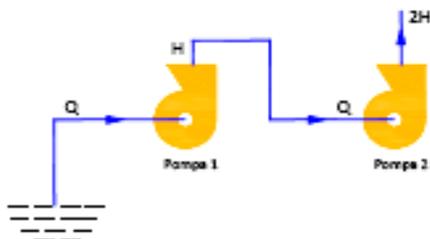
Putaran (n), satuan rpm putaran adalah dinyatakan dalam rpm dan diukur dengan tachometer.

Daya (P), satuan Watt, daya dibedakan atas 2 macam, yaitu daya dengan poros yang diberikan motor listrik dan daya air yang dihasilkan pompa.

Momen Puntir (T), satuan N/m. Momen puntir diukur dengan memakai motor listrik arus searah, dilengkapi dengan pengukur momen.

Efisiensi (η), satuan %, efisiensi pompa adalah perbandingan antara daya air yang dihasilkan pompa dengan daya poros dari motor listrik.

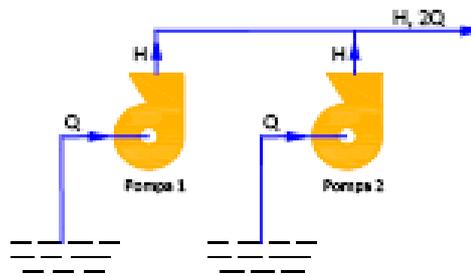
Pompa seri, bila head yang diperlukan besar dan tidak dapat dilayani oleh satu pompa, maka dapat digunakan lebih dari satu pompa yang disusun secara seri. Penyusunan pompa secara seri dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Sistem pompa seri

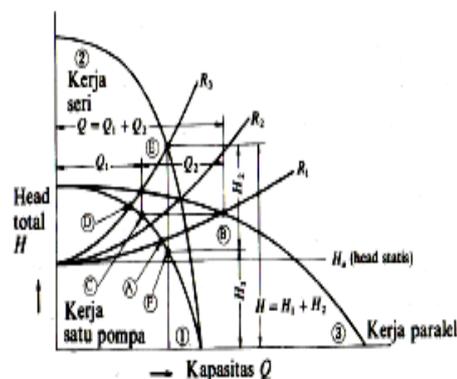
Dalam operasi pompa secara seri, pompa 1 dan pompa 2 akan menghasilkan head H_{1+2} dengan penjumlahan headnya. Pada waktu menjalankan pompa pertama harus dijalankan lebih dahulu sampai mencapai tekanan dan tekanan yang cukup, kalau tidak terjadi

masalah pada kavitasi. Sebaliknya pada waktu mematikan pompa, urutan sebaliknya yang harus di lakukan. Sebaiknya lebih baik dipakai pompa dengan im-peler jamak jika masih memungkinkan karena akan lebih murah dan lebih efisien serta baik secara teknisnya (Sumber: [www. Sandaipump.com](http://www.Sandaipump.com)). Pompa paralel, susunan paralel dapat digunakan bila diperlukan kapasitas yang besar yang tidak dapat dihandle oleh satu pompa saja, atau bila diperlukan pompa cadangan yang akan dipergunakan bila pompa utama rusak/diperbaiki. Penyusunan pompa secara paralel dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. Sistem pompa paralel

Pemasangan paralel ini sering dilakukan karena meninjau beberapa faktor yang sangat penting antara lain penghematan energi pada penggerak mula, dan lainnya sehingga tercapai pengoperasian yang optimum. Karakteristik Pompa Sentrifugal, berbagai rangkaian dapat digunakan memenuhi suatu keadaan tertentu. Yaitu sistem paralel dan seri.



Gambar 3. Operasi seri dan paralel dari pompa karakteristik sama

Pada umumnya pada pemasangan pompa secara paralel dipergunakan dua atau lebih pompa yang tipe, jenis ukuran dan data teknis yang sama. Contoh yang sering di temukan adalah: Pemasangan pompa paralel dengan kapasitas paruh, dan penambahan satu unit pompa untuk menambah kapasitas karena peningkatan kebutuhan akan cairan. (Sumber: sandaipump.com).

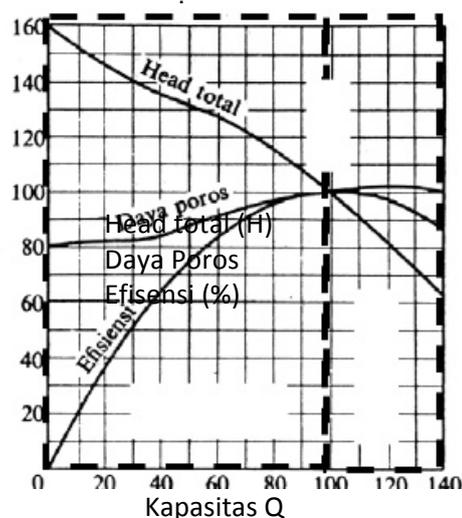
Gambar 3. menunjukkan kurva head kapasitas dari pompa-pompa yang mempunyai karakteristik yang sama yang di pasang secara paralel atau seri. Dalam Gambar 3 ini kurva untuk pompa tunggal diberi tanda (1) dan untuk susunan seri yang terdiri dari dua buah pompa diberi tanda (2). Harga head kurva (2) diperoleh dari harga head kurva (1) dikalikan (2) untuk kapasitas (Q) yang sama. Kurva untuk susunan paralel yang terdiri dari dua buah pompa, diberi tanda (3). Harga kapasitas (Q) kurva (3) ini diperoleh dari harga kapasitas pada kurva (1) dikalikan (2) untuk head yang sama. Dalam gambar ditunjukkan tiga buah kurva head-kapasitas sistem, yaitu R1, R2, dan R3. Kurva R3 menunjukkan tahanan yang lebih tinggi dibanding dengan R2 dan R1.

Jika sistem mempunyai kurva head-kapasitas R3, maka titik kerja pompa 1 akan terletak di (D). Jika pompa ini disusun seri sehingga menghasilkan kurva (2) maka titik kerja akan pindah ke (E). Disini terlihat bahwa head titik (E) tidak sama dengan dua kali lipat head (D), karena ada perubahan (berupa kenaikan) kapasitas.

Sekarang jika sistem mempunyai kurva head-kapasitas R1 maka titik kerja pompa (1) akan terletak di (A). Jika pompa ini disusun paralel sehingga menghasilkan kurva (3) maka titik kerjanya akan berpindah ke (B). Disini terlihat bahwa kapasitas dititik (B) tidak sama dengan dua kali lipat kapasitas dititik (A), karena ada perubahan (kenaikan) head sistem.

Jika sistem mempunyai kurva karakteristik seperti R2 maka laju aliran akan sama untuk susunan seri maupun paralel. Namun jika karakteristik sistem adalah seperti R1 dan R3 maka akan di-

perlukan pompa dalam susunan paralel atau seri. Susunan paralel pada umumnya untuk laju aliran besar, dan susunan seri untuk head yang tinggi pada operasi. Untuk susunan seri, karena pompa kedua menghisap zat cair bertekanan dari pertama, maka perlu perhatian khusus dalam hal kekuatan konstruksi dan kerapatan terhadap kebocoran dari rumah pompa. (Sularso, Tahara. Pompa dan kompresor. 1991. hal 96). Kinerja Pompa Sentrifugal, operasi instalasi pompa dengan melayani head tertentu akan berjalan normal dan mencapai harga efisiensi maksimum pada kapasitas aliran mencapai harga normal atau pada kapasitas penuh, pada grafik pompa yang beroperasi pada kapasitas tidak penuh atau berlebih, efisiensi operasinya rendah. seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kapasitas head dengan variasi operasi pompa

Rumus Perhitungan Head (H), selisih energi per satuan berat atau head total zat cair antara flens isap dan flens keluar pompa disebut head total pompa.

$$H = \left[\frac{(p_1 - p_2)}{\rho g} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2g} + (z_1 - z_2) \right] \dots (1)$$

dimana:

H = Head pompa (m)

p_1 = tekanan permukaan fluida₁ (N/m²)

p_2 = tekanan permukaan fluida₂ (N/m²)

v_1 = kecepatan pada aliran $_1$ (m/s)
 v_2 = kecepatan pada aliran $_2$ (m/s)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)
 Z_1 = Tinggi aliran pada titik $_1$

Atau dengan menggunakan rumus

$$H(A) = \frac{P_d - P_s}{\rho \cdot g} = \rho \cdot g \dots\dots\dots (2)$$

dimana: P_d = Discharge (pa), P_s = Suction (pa), ρ = Massa jenis, g = gravitasi (m/s)

Kapasitas (Q), jumlah fluida yang dialirkan dalam waktu yang bersamaan

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (3)$$

dimana : Q = kapasitas debit (m^3/s)
 V = Volume (l), t = waktu (s)

Putaran, diukur dengan menggunakan tachmeter digital dengan satuan rpm. Torsi (T), diukur dengan menggunakan dynamometer untuk menentukan nilai gaya F dengan lengan pengukur momen dengan satuan Nm

$$T = F \cdot l \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

F = Gaya pembebanan (N), l = lengan momen (m)

$$\text{Daya (W1)} = F \times \frac{n \cdot C \cdot D}{R} \dots\dots\dots (5)$$

dimana : K = Konstanta Brake, n = Putaran (m/s).

$$\text{Daya Air (W2)} = (P_d - P_s) \cdot Q \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Efisiensi } \eta = \frac{W2_{\text{total}}}{W1_{\text{total}}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

METODE

Variabel yang diambil dari perangkat percobaan yang digunakan terdapat beberapa variabel yang diamati terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel terkontrol: a). bukaan katub, b). Pembeban, c). volume air. Variabel bebas terdiri dari : a). tekanan masuk pada pompa, b). Tekanan keluar pada pompa, c). waktu air mencapai volume 5 l, d). putaran poros dengan menggunakan tachometer

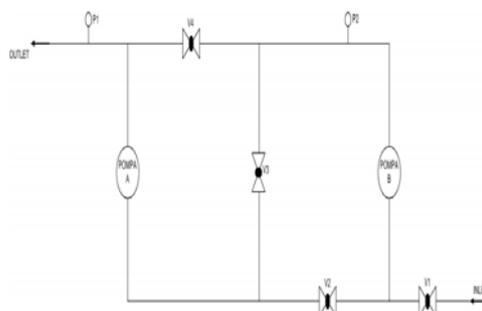
Variabel terikat terdiri dari: a). head b). Kapasitas, c). Gaya, d). daya poros, e). daya air, f). Torsi, g). efisiensi

Pada penelitian diperlukan peralatan dan bahan-bahan pendukung antara lain untuk alat dan bahan adalah Alat: Dua buah pompa sentrifugal Merk: Panasonic model No. GP-129 JXVIPXS, Putaran: 2500rpm; Konsumsi Listrik: 220V -50Hz; Daya: 125W; Capacity max: 30 Liter/min; Total head: 30inchi; Suction pipe: 1 inchi; Discharge pipe: 1 inchi, 1 buah Bak penampung bawah, 1 buah Bak penampung atas, Pipa, 4 buah Control Valve, 6 buah Tee Connector

Alat ukur menggunakan Manometer untuk mengukur tekanan, Stopwatch menghitung waktu (s), Tachometer untuk mengukur putaran poros (rpm) dan Neraca pegas untuk mengukur berat beban. Bahan yang digunakan adalah air.

Penelitian Pompa Seri: Mengatur posisi katup-katup sebagai berikut:

V_1 = buka; V_2 = tutup' V_3 = buka; V_4 = tutup



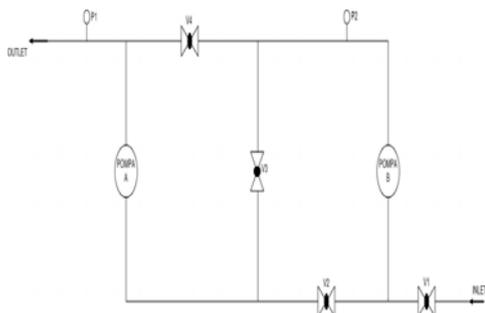
Gambar 5. Instalasi Pompa Seri

Hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaannya adalah: 1). Periksa kedudukan alat ukur agar tidak menyimpang. 2). Pastikan tangki terisi air 3). Pastikan dynamometer dalam keadaan setimbang. 4). Pompa dihidupkan. 5). Besaran putaran dilihat pada tachometer digital 6). Catat semua data saat air mengalir dalam jangka waktu volume air sebanyak 5 liter. 7). Ulang langkah dengan memutar katub buang 180 derajat untuk tiap pengambilan data penuh. 8). Untuk mengakhiri pengujian, putar perlahan pengatur kecepatan agar kecepatan melambat, katub buang

ditutup kembali, matikan mesin.9). Pengambilan data selesai.

Penelitian Pompa Paralel, mengatur posisi katup-katup sebagai berikut: $V_1 = \text{buka}$; $V_2 = \text{buka}$; $V_3 = \text{tutup}$; $V_4 = \text{buka}$

Hal yang perlu diperhatikan di dalam pelaksanaannya adalah:1). Periksa kedudukan alat ukur agar tidak menyimpang. 2). Pastikan tangki terisi air. 3).Pastikan dynamometer dalam keadaan setimbang. 4).Pompa dihidupkan. 5). Besaran putaran dilihat pada tachometer digital. 6). Catat semua data saat air mengalir dalam jangka waktu volume air sebanyak 5 liter. 7). Ulang langkah dengan memutar katub buang 180 derajat untuk tiap pengambilan data penuh. 8).Untuk mengakhiri pengujian, putar perlahan pengatur kecepatan agar kecepatan melambat, katub buang ditutup kembali, matikan mesin. 9). Pengambilan data selesai.



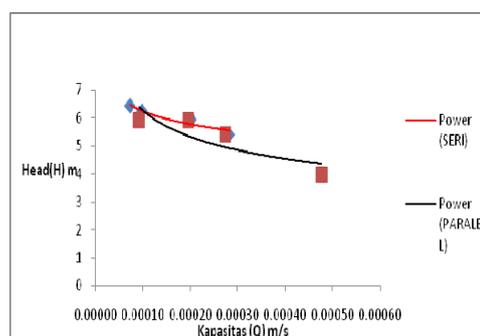
Gambar 6. Instalasi Pompa Paralel



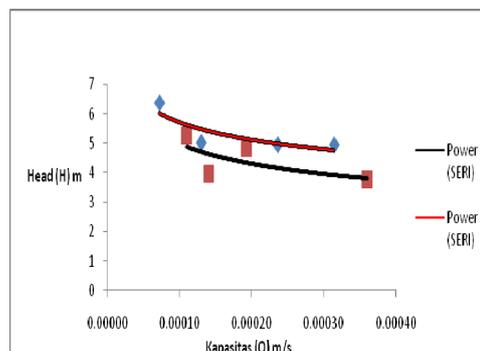
Gambar 7. Instalasi Penelitian

Pada penelitian Analisa Perbandingan Karakteristik Pompa Sentrifugal Dengan Sistem Seri dan Paralel ini, dilakukan penelitian dengan menggunakan variabel terikat bukaan katub, beban

dan volume air yang terdiri dari: bukaan katub $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan 1 dan untuk pembebanan dilakukan pada beban 0,25kg, 0,5kg, 0,75kg dan 1kg dan untuk air dipakai sebanyak 5l, sedangkan variabel bebas yang digunakan yaitu putaran mesin dari paling besar senilai 2980 rpm sampai dengan yang terkecil senilai 2945rpm, tekanan masuk dan keluar pada pompa serta waktu yang digunakan untuk mencapai volume air sebanyak 5l. Berikut hasil penelitian:



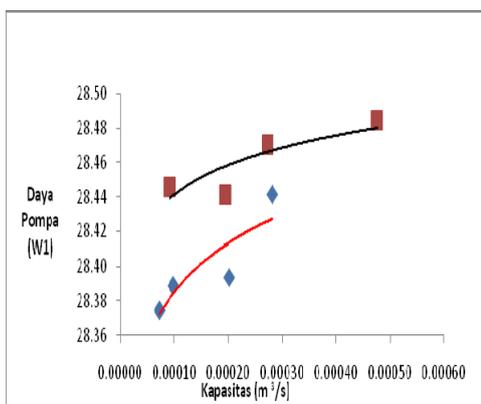
Gambar 8. Grafik hubungan antara kapasitas (Q) dengan Head (H) pada pompa susun seri dan paralel dengan beban 0,25 kg



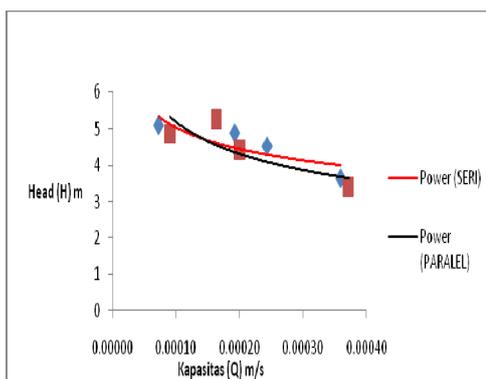
Gambar 9. Grafik hubungan antara kapasitas (Q) dengan Head (H) pada pompa susun seri dan paralel dengan beban 0,5 kg

Hasil grafik yang disajikan pada grafik hubungan antara kapasitas (Q) dengan head (H) terlihat bahwa head pompa seri lebih besar dari pada pengujian pompa paralel ini disebabkan karena pada pompa pengujian pompa seri kita menggunakan dua alat uji pompa dengan satu isapan, jadi head pompa A

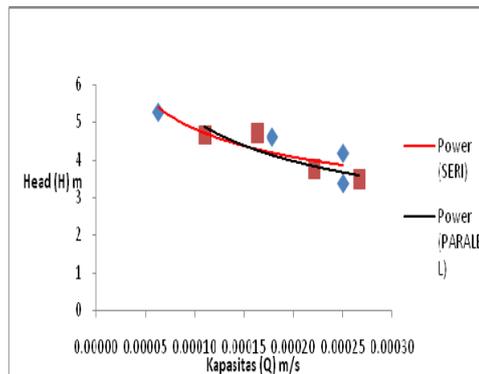
diteruskan oleh pompa B untuk ditekan keluar di bak penampung. Sedangkan untuk kapasitas atau debit aliran (Q) terlihat bahwa debit pompa paralel lebih besar dari pada pengujian pompa seri dan itu disebabkan karena pengujian pada pompa paralel menggunakan dua alat uji pompa dengan dua isapan, jadi pompa A dan pompa B sama-sama mengisap air dan diteruskan ke bak penampung.



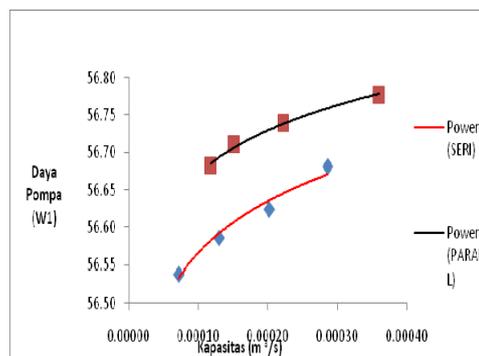
Gambar 10. Grafik hubungan antara kapasitas (Q) dengan Head (H) pada pompa susun seri dan paralel dengan pembebanan 0,75 kg



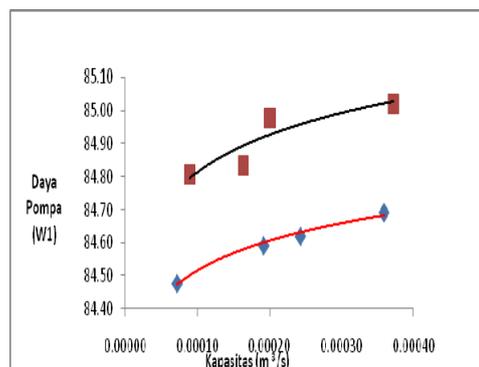
Gambar 11. Grafik hubungan antara kapasitas (Q) dengan Head (H) pada pompa susun seri dan paralel dengan pembebanan 1 kg



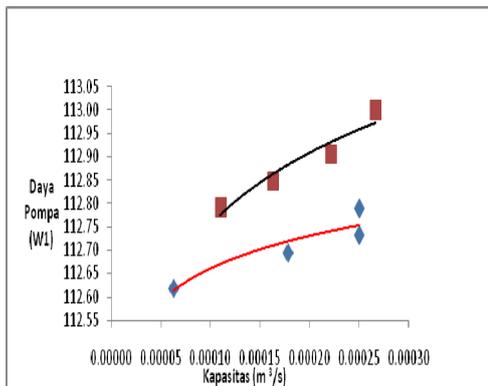
Gambar 12. Grafik hubungan antara Kapasitas (Q) terhadap daya pompa (W1) pada susun seri dan paralel beban 0,25kg



Gambar 13. Grafik hubungan antara kapasitas (Q) terhadap daya pompa (W1) pada pompa susun seri dan paralel pada beban 0,5 kg



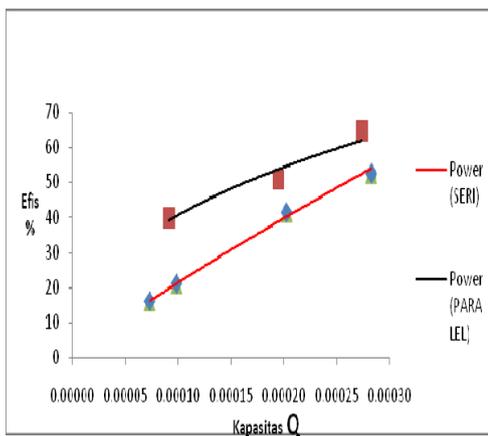
Gambar 14. Grafik hubungan antara kapasitas (Q) terhadap daya pompa (W1) pada pompa susun seri dan paralel pada pembebanan 0,75 kg



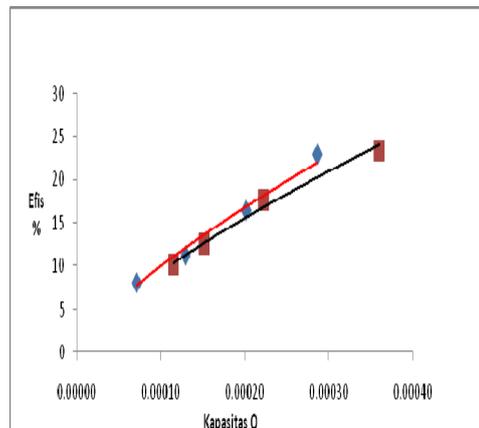
Gambar 15. Grafik hubungan antara kapasitas (Q) terhadap daya pompa (W_1) pada pompa susun seri dan paralel pembebanan 1 kg.

Pada grafik hubungan antara daya pompa (W_1) dengan kapasitas (Q) terlihat bahwa daya poros yang lebih besar terjadi pada pengujian pompa paralel dari pada pompa seri.

Pada grafik hubungan antara kapasitas (Q) dengan daya pompa (W_1) nilai keduanya berbanding lurus, semakin besar debit yang masuk maka semakin besar daya poros pompa yang diperlukan.

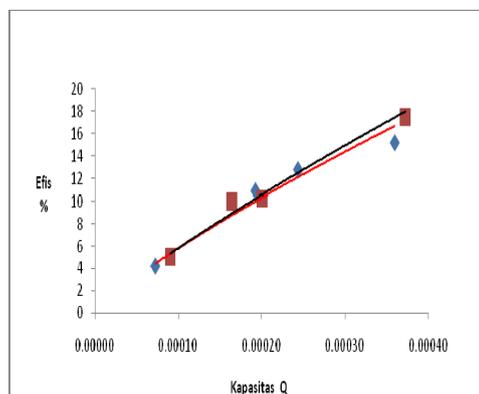


Gambar 16. Grafik hubungan antara kapasitas dengan Efisiensi pada pompa susun seri dan paralel pembebanan 0,25 kg

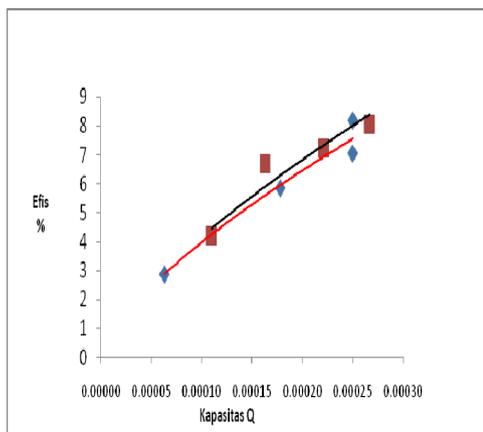


Gamabr 17. Grafik hubungan antara kapasitas dengan Efisiensi pada pompa susun seri dan paralel pembebanan 0,5 kg

Dilihat dari grafik ini hubungan antara Kapastas(Q) dengan efesiensi pompa.(η) terlihat bahwa nilai efesiensi paling besar terjadi pada pengujian pompa seri dari pada pompa paralel, ini disebabkan karena efesiensi pompa dipengaruhi oleh perbandingan antara nilai daya air (W_2) dengan nilai daya poros (W_1).



Gambar 18. Grafik hubungan antara kapasitas dengan Efisiensi pada pompa susun seri dan paralel pembebanan 0,75 kg



Gambar 19. Grafik hubungan antara kapasitas dengan Efisiensi pada pompa susun seri dan paralel pembebanan 1 kg

Seiring dengan meningkatnya *flowrate*, *efficiency* mengalami kenaikan hingga mencapai nilai maksimumnya, kemudian mengalami penurunan karena efisiensi kehilangan tenaga mekaniknya sehingga tenaga yang dikeluarkan oleh turbin menjadi rendah, tapi pada pengujian berikut ini grafik tidak terlihat menurun karena nilai yang dicapai belum pada batas maksimum.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat dari pengujian ini adalah sebagai berikut: Hubungan debit aliran (Q) dengan *head* berbanding terbalik semakin besar debit maka akan semakin kecil nilai *head*.

Pompa dengan sistem seri memiliki *head* terbesar karena fluida mengalami dua kali kerja. *Head* tekanan pada saluran buang pompa A mendapat tambahan *head* pompa B sehingga *head* total menjadi besar.

Untuk nilai kapasitas pompa ini paralel memiliki nilai yang lebih tinggi karena disebabkan karena pengujian pada pompa paralel menggunakan dua pompa dengan dua isapan

Hubungan antara nilai debit aliran (Q) dan daya pompa (W_1) berbanding lurus semakin tinggi debit maka akan semakin besar pula daya pompa yang diperlukan.

Pompa seri memiliki nilai daya pompa (W_1) yang lebih rendah dari pa-

da pompa paralel karena daya pompa berhubungan dengan nilai debit aliran (Q)

Pompa seri memiliki nilai daya air yang lebih rendah dari pada pompa paralel karena nilai W_2 dipengaruhi oleh debit aliran.

Hubungan antara nilai debit aliran (Q) dan efisiensi (%) berbanding lurus, semakin besar debit aliran maka akan semakin besar pula nilai efisiensi.

Efisiensi pompa seri lebih rendah dari pada pompa paralel karena dipengaruhi oleh perbandingan antara nilai W_1 dan W_2 .

Untuk mengetahui tingkat efisiensi maksimal pada saat melakukan pengujian perlu dilakukan secara berulang-ulang dengan variable yang lebih banyak agar data lebih akurat.

Lebih memahami terlebih dahulu dasar-dasar pengetahuan tentang fluida dan pompa maupun hal yang berhubungan dengan penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- I Gde Nyoman Sangka dan I Gusti Putu Arka, 2011, "Analisis Ekonomis Penggunaan Pompa Sentrifugal dan Pompa Submersible Satu Daya PLN Terhadap Penentuan Biaya Produksi Air Bersih", Jurnal Logic, Vol. 11, No. 1. Maret 2011.
- Puji Saksono, 2005, "Analisis Efisiensi Pompa Centrifugal Pada Instalasi Pengolahan Air Kampung Damai Balikpapan", Prodi Teknik Mesin, FT Unisba.
- RM. Bagus Irawan dan Suratman, 2005, "Pengujian Pompa Sentrifugal Untuk Mengetahui Perubahan Kecepatan, Debit dan Kerugian pada Diameter Pipa $\frac{3}{4}$ " Untuk Berbagai Variasi Bukaannya Katup", Jurusan Teknik Mesin UNIMUS.
- Tahara, Haruo dan sularso, 2000, "Pompa dan Kompresor". Penerbit Pradya Paramita, Jakarta.
- Theodorus Bayu Hanandoko, 2000, "Deteksi Instalasi Pompa Sentrifugal terhadap Gejala Kavitas" Jurnal Teknologi Industri, Vol. IV No. 1 Januari 2000, Hal 15-22.

Wahyu Djalmono Putro, 2010, "*Pengujian Kinerja Pompa Sentrifugal Menggunakan Kontrol Inverter*"
Jurnal Ilmiah Semesta Tek-nika,
Vol.13,No.1,hal21-30,bulan Mei.