



Terbit online pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

Sainstek
 (e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Analisa Kapasitas Aliran Dan Tekanan Pompa Sentrifugal Rangkaian Paralel Dengan Suction Head Positif

Nazaruddin^a, Mahmud Akhyar^b, Siswo Pranoto^c

^{a,b,c}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Jl. Dirgantara No.4, Pekanbaru, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 24 Mei 2023

Revisi Akhir: 30 Juni 2023

Diterbitkan Online: 30 Juni 2023

KATA KUNCI

Kapasitas

Tekanan

Pompa

Rangkaian Paralel

KORESPONDENSI

E-mail: nazaruddin@sttp-yds.ac.id

ABSTRACT

Karakteristik dan prestasi pompa sangat diperlukan dalam memindahkan fluida cair dengan debit, head dan tekanan tertentu. Proses tersebut tercapai dengan cara menaikkan energi pada fluida sehingga fluida dapat mengatasi hambatan hidrolis dan ketinggian. Dalam hal perpompaan, apabila hanya tersedia beberapa pompa dengan kapasitas kecil padahal fluida yang akan dipindahkan jumlahnya banyak maka diperlukan sebuah konfigurasi dari pompa – pompa kecil tersebut untuk dapat memenuhi kebutuhan yang diminta. Untuk menghasilkan kapasitas yang lebih besar, pompa dapat dirangkai sesuai kebutuhan. diperlukan sebuah rangkaian pompa paralel.

Pengujian pompa harus pada kondisi yang mendekati kondisi sebenarnya dilapangan untuk memperoleh hasil yang maksimal. Rangkaian pompa akan diuji pada suatu instalasi sederhana untuk menganalisa kapasitas aliran dan tekanan dua buah pompa sentrifugal yang dirangkai secara paralel dengan sisi isap positif. Pompa diuji secara individual kemudian dilanjutkan dengan menguji kedua pompa secara paralel. Untuk variasi tekanan dan kapasitas, dilakukan throttling pada discharge header. Selanjutnya hasil yang didapatkan akan dianalisa dan dibuat grafik untuk masing – masing pengujian. Pada hasil pengujian rangkaian paralel, kapasitas total yang didapat bukan merupakan hasil penjumlahan kapasitas 2 pompa tetapi lebih kecil. Demikian juga untuk tekanan total yang didapat tidak sama dengan pompa tunggal, melainkan lebih besar. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah tingginya head gesekan dari sistem pemipaan. Hal ini berdasarkan dari teori bahwa semakin tinggi head gesekan maka tekanan akan semakin besar dan kapasitas akan berkurang.

1. PENDAHULUAN

Pengujian pompa didalam suatu rangkaian merupakan salah satu cara untuk mengetahui karakteristik dan prestasi pompa yang sebenarnya. Untuk pengujian dipilih suatu alat peraga dengan memanfaatkan pompa Sentrifugal yang dapat digunakan untuk mendapatkan karakteristik dan

prestasi dari satu ataupun beberapa pompa yang dirangkai dengan sistem seri maupun paralel.

Rangkaian dapat dibuat seri A-D, dengan sisi isap positif, seri C-D dengan sisi isap negatif, paralel C-D dengan sisi isap negatif, paralel A-B dengan sisi isap positif.



Gambar 1. Alat uji

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya Kapasitas aliran dan tekanan pompa rangkaian parallel dengan sisi isap negatif (Nazaruddin, 2010). Kapasitas aliran dan tekanan pompa rangkaian seri dengan sisi isap negatif (Nazaruddin, 2015). Pengujian menghasilkan gabungan kurva head sistem dan head-capacity pompa akan mendapatkan titik operasi dari pompa tunggal maupun rangkaian parallel. Titik ini menjadi salah satu target penting dalam mendesain sistem pemipaan karena harus sama atau mendekati BEP pompa. Berikutnya pengujian yang akan dilakukan, Kapasitas aliran dan tekanan pompa rangkaian parallel A-B dengan sisi isap positif. Pengujian pompa harus pada kondisi yang mendekati kondisi sebenarnya di lapangan untuk memperoleh hasil yang maksimal. Pada pengujian ini, rangkaian yang ada pada pompa akan diuji pada suatu instalasi dan diamati tekanan pada keluarannya. Hasil yang diperoleh dalam pengujian ini adalah kurva karakteristik dari pompa serta rangkaiannya.

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Membandingkan kapasitas aliran pompa secara individu dengan kapasitas rangkaian pompa secara parallel.
2. Membandingkan perhitungan head secara teoritis dan alat percobaan.
3. Membuat kurva karakteristik pompa rangkaian parallel.

Artikel pada Jurnal Sainstek STT Pekanbaru sepanjang 8-15 halaman dan diunggah dalam format MS Word. Maksimal sebanyak 10 (sepuluh) kata dipergunakan sebagai judul artikel.

Artikel dibagi berdasarkan kategori; (1) artikel penelitian, (2) artikel teknis, (3) artikel konseptual, (4) studi kasus, (5) tinjauan kepustakaan, dan (5) ulasan umum. Artikel ditulis dengan susunan yang terdiri dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan Saran, Daftar Pustaka dan

Lampiran (bila diperlukan). Cara penulisan judul bab mengikuti template ini dengan memilih style yang tersedia yaitu Heading 1.

Penulis harus memastikan bahwa tulisannya tidak mengandung unsur plagiarisme. Artikel yang sudah terbit sebagai prosiding, tidak diterima untuk terbit di SAINSTEK tanpa melalui proses lebih lanjut untuk melengkapi tulisan dan data hasil akhir penelitian.

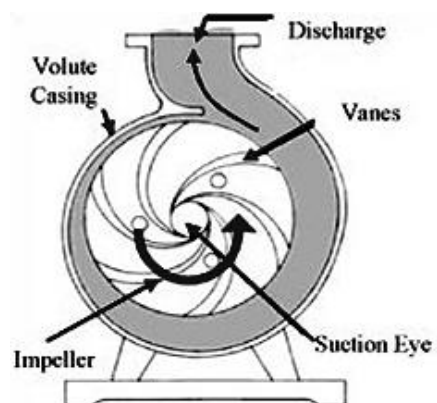
Gunakan template ini dengan memanfaatkan *style* atau secara *copy and paste* untuk kemudahan proses penulisan artikel anda. Penulisan istilah yang sangat spesifik khususnya dalam Bahasa Inggris menggunakan huruf *italics*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal memanfaatkan energi kinetik dari fluida untuk dirubah menjadi energi kecepatan dan tekanan.

Prinsip kerja



Gambar 1. Prinsip kerja pompa sentrifugal (Sularso & Haruo Tahara, 1983)

Putaran *impeller* akan menghasilkan gaya sentrifugal dan melempar fluida ke sisi luar sehingga kecepatan meningkat. Kecepatan tersebut kemudian diarahkan oleh casing pompa (*volute* atau *difuser*) menjadi tekanan, keluar melalui *discharge*.

a. Kapasitas pompa

Kapasitas dipakai untuk menentukan pompa yang akan digunakan sesuai kebutuhan. Untuk menghitung kapasitas pompa dipakai rumus (Sularso, 1983) :

$$Q = V A \dots\dots\dots (1)$$

b. Head pompa

Untuk mengetahui head total, semua head yang ada di sistem pompa tersebut harus diperhitungkan.

$$H_{tot} = h_s + \Delta h_p + h_f + \frac{v_d^2}{2g} \dots\dots\dots (2)$$

c. Head Tekanan

Pada kondisi dimana ada vakum atau tekanan, diperlukan konversi ke elevasi dalam satuan panjang (Michael W. Volk, 2005)

$$P = \rho gh \dots\dots\dots (4)$$

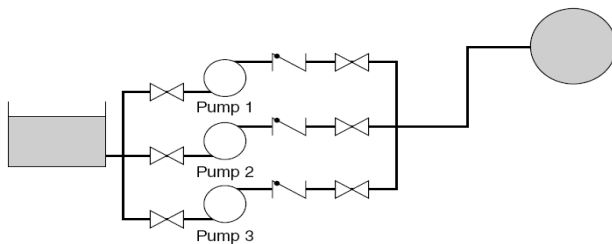
d. Head sistem

Untuk menggambar kurva *head* sistem, *head* total pada sistem dihitung untuk beberapa variasi debit sehingga akan didapat garis parabolik X. Rumus yang dipakai (Karassik, 2001)

$$Head \text{ sistem} = h_s + \left(\frac{Q_x}{Q_d}\right)^2 h_f \dots\dots\dots (5)$$

1.2 Rangkaian Paralel

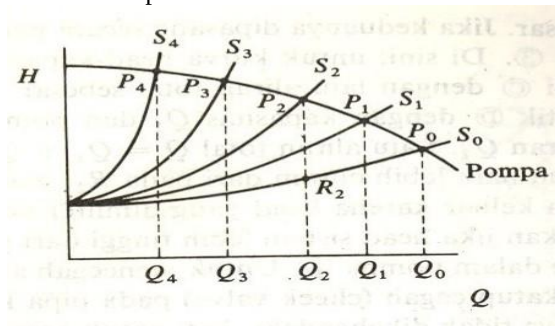
Tujuan utama merangkai pompa secara paralel ini adalah untuk mendapatkan rentang debit yang lebar dibandingkan pompa tunggal.



Gambar 2. Rangkaian pompa paralel

1.3 Pengaturan Buka-tutup Katup

Cara pengaturan ini menggunakan katup pengatur yang dipasang di pipa keluar pompa. Aliran diatur dengan jalan menghambat aliran dengan merubah-ubah pembukaan katup ini.



Gambar 3. Kurva H – Q dengan variasi bukaan katup

3. METODOLOGI

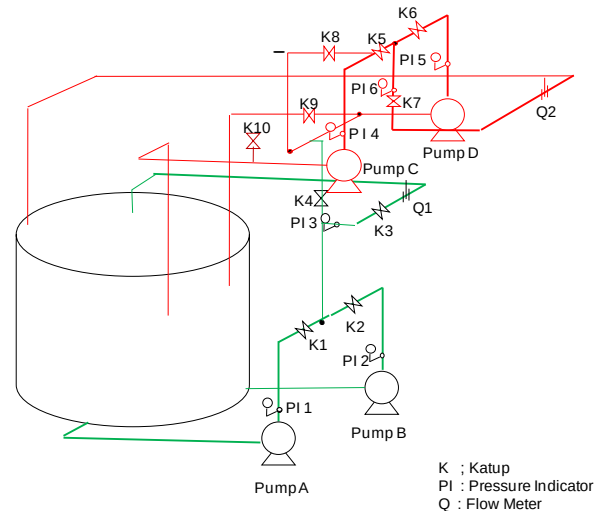
Pada penelitian ini penulis menganalisa kapasitas aliran dan tekanan dua buah pompa sentrifugal yang dirangkai secara paralel dengan sisi isap positif. Pompa diuji secara individual kemudian dilanjutkan dengan menguji kedua pompa secara paralel. Untuk variasi tekanan dan kapasitas, dilakukan *throttling* pada *discharge header*. Selanjutnya hasil yang didapatkan akan dianalisa dan dibuat grafik untuk masing – masing pengujian. Fluida yang digunakan dalam penelitian ini adalah air.

3.1 Alat Uji

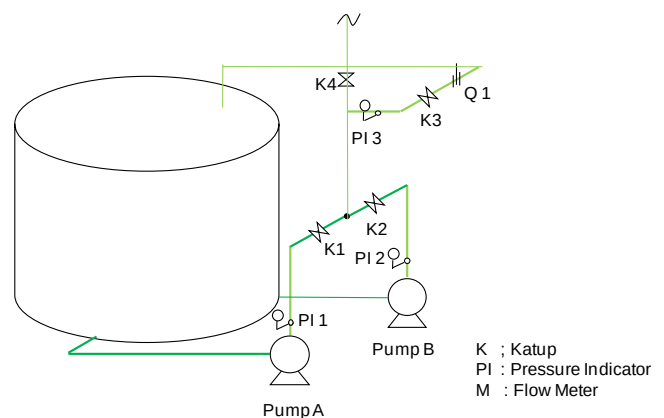
Alat uji yang digunakan adalah sebuah rangkaian 4 buah pompa sentrifugal yang bisa di tes secara tunggal maupun secara rangkaian 2 pompa. Saluran isap pompa masing – masing dihubungkan ke tangki air, 2 pompa

berada di atas level air dan 2 pompa lagi di bawah level air dalam tangki.

Pompa yang berada di atas level air tangki, mempunyai *suction lift* atau yang disebut *suction* negatif. Sedangkan 2 pompa di bawah level air tangki mempunyai *suction* positif. Pompa atas dan bawah masing – masing mempunyai saluran tekan terpadu (*discharge header*) yang dilengkapi dengan *pressure gauge* dan *flowmeter*. Skema alat uji yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Alat uji yang digunakan



Gambar 5. Rangkaian pompa paralel dengan suction positif

4. HASIL DAN PEMBAHASAN**4.1. Pengujian Pompa**

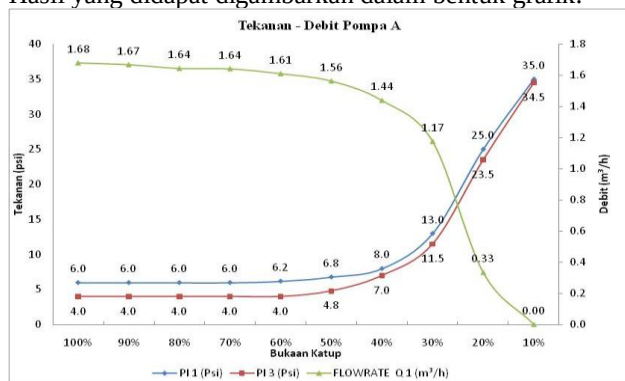
Pengujian pompa dilakukan dalam 2 tahap yaitu pompa tunggal dan pompa rangkaian. Data yang didapatkan adalah tekanan (psi) dan debit (m³/j).

1. Pompa A

Tabel 1. Hasil pengujian pompa A tunggal

NO	BUKAAN	PI 1 (Psi)	PI 3 (psi)	FLOWRATE (m ³ /h)
1	100%	6.0	4.0	1.6788
2	90%	6.0	4.0	1.6674
3	80%	6.0	4.0	1.6434
4	70%	6.0	4.0	1.6410
5	60%	6.2	4.0	1.6098
6	50%	6.8	4.8	1.5624
7	40%	8.0	7.0	1.4376
8	30%	13.0	11.5	1.1748
9	20%	25.0	23.5	0.3336
10	10%	35.0	34.5	0.0000

Hasil yang didapat digambarkan dalam bentuk grafik.



Gambar 6. Grafik Tekanan – Kapasitas pompa A

Dari gambar 6. menunjukkan tekanan pompa A yang terbaca pada posisi bukaan katup K₃ mulai berubah pada bukaan 50% sampai 10%. Mulai di titik inilah proses *throttling* berlangsung. Antara P₁ dan P₃ terjadi perbedaan tekanan 0.5 - 2 psi pada setiap posisi bukaan katup K₃. Artinya tekanan pada saluran tekan pompa sebelum *check valve* berbeda dengan tekanan pada *header*. Laju aliran atau debit mulai berubah di titik bukaan katup K₃ pada posisi 60%. Hal ini sejalan dengan perubahan tekanan pada setiap bukaan katup K₃. Kapasitas maksimum yang terbaca pada *flowmeter* adalah 1.6788 m³/h. Sedangkan tekanan maksimum yang dicapai adalah 34.5 psi pada bukaan katup K₃ 10%. Saat bukaan katup 10% tidak ada aliran air yang terbaca.

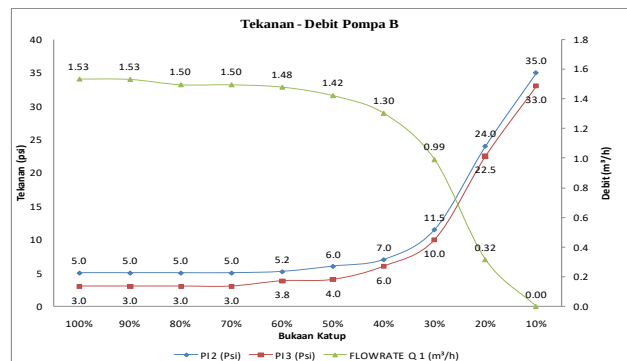
2. Pompa B

Tabel 2. Hasil pengujian pompa B tunggal

NO	BUKAAN	PI 2 (psi)	PI 3 (psi)	FLOWRATE (m ³ /h)
1	100%	5.0	3.0	1.5348
2	90%	5.0	3.0	1.5324
3	80%	5.0	3.0	1.4964
4	70%	5.0	3.0	1.4958
5	60%	5.2	3.8	1.4802

6	50%	6.0	4.0	1.4226
7	40%	7.0	6.0	1.3038
8	30%	11.5	10.0	0.9906
9	20%	24.0	22.5	0.3162
10	10%	35.0	33.0	0.0000

Hasil digambarkan dalam bentuk grafik berikut:



Gambar 7. Grafik Tekanan – Kapasitas pompa B

Seperti terlihat pada gambar 7, tekanan pompa B yang terbaca pada posisi bukaan katup K₃ mulai berubah pada bukaan 50% sampai 10%. Mulai di titik inilah proses *throttling* berlangsung. Antara PI 2 dan PI 3 terjadi sedikit perbedaan tekanan 1.5 – 2 psi pada setiap posisi bukaan katup K₃. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan pada saluran tekan pompa sebelum *check valve* berbeda dengan tekanan pada *header*.

Laju aliran atau debit mulai berubah di titik bukaan katup K₃ pada posisi 60%. Hal ini sejalan dengan perubahan tekanan pada setiap bukaan katup K₃.

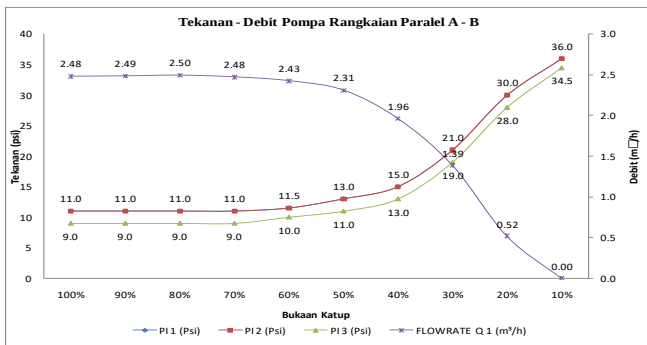
Kapasitas maksimum yang terbaca pada *flowmeter* adalah 1.5348 m³/h. Sedangkan tekanan maksimum yang dicapai adalah 33 psi pada bukaan katup K₃ 10%. Saat bukaan katup 10% tidak ada aliran air yang terbaca.

3. Pompa Rangkaian Paralel

Tabel 3. Hasil pengujian pompa rangkaian paralel A-B

NO	POMPA	BUKAAN	PI 1 (psi)	PI 2 (psi)	PI 3 (psi)	FLOWRATE (m ³ /h)
1	Pompa-A + B	100%	11.0	11.0	9.0	2.4828
2	Pompa-A + B	90%	11.0	11.0	9.0	2.4870
3	Pompa-A + B	80%	11.0	11.0	9.0	2.4960
4	Pompa-A + B	70%	11.0	11.0	9.0	2.4750
5	Pompa-A + B	60%	11.5	11.5	10.0	2.4276
6	Pompa-A + B	50%	13.0	13.0	11.0	2.3124
7	Pompa-A + B	40%	15.0	15.0	13.0	1.9626
8	Pompa-A + B	30%	21.0	21.0	19.0	1.3884
9	Pompa-A + B	20%	30.0	30.0	28.0	0.5178
10	Pompa-A + B	10%	36.0	36.0	34.5	0.0000

Hasil yang didapat tersebut apabila digambarkan dalam bentuk grafik.



Gambar 8. Grafik Tekanan, debit rangkaian paralel pompa A dan B

Pada rangkaian paralel pompa A dan B, tekanan yang terjadi meningkat dibandingkan dengan pompa tunggal A maupun B. Peningkatan terjadi pada masing – masing pompa dan *header*. Tekanan pompa A dan B pada P1 dan P2 nilainya sama sehingga pada grafik terlihat menumpuk. Perbedaan tekanan antara P1, P2 dengan P3 hampir merata pada semua posisi bukaan katup K₃ sebesar 2 psi. Hal ini hampir serupa dengan pengujian pompa tunggal. Debit pada rangkaian ini juga mengalami peningkatan dibanding dengan pompa tunggal. Debit mulai berkurang pada titik bukaan katup K₃ 60%. Teori yang ada mengatakan bahwa pada dua buah pompa yang dirangkai paralel, kapasitas total adalah penjumlahan 2 pompa tersebut pada kondisi *head* yang sama. Kapasitas pompa A dan B aktual adalah maksimum 1,8 m³/h. Kapasitas rangkaian pompa paralel A-B adalah 2.4960 m³/h.

4.2 Data Perhitungan

Perhitungan dimulai dengan menghitung *head* statis total dari sistem pemipaan yang ada, dengan. Kapasitas pompa A dan B diketahui sehingga akan kecepatan (*v*) setiap pompa dan rangkaian dapat dihitung. Untuk rangkaian paralel penulis mengasumsikan bahwa kapasitas rangkaian paralel adalah penjumlahan kapasitas pompa A dan B. Untuk sistem isap positif, *head* statis merupakan penjumlahan ketinggian dari permukaan air pada tangki (*suction lift*) dengan ketinggian maksimum dari sistem pemipaan. Alat uji yang dipakai menggunakan tangki penampung air jenis terbuka dimana air tersebut akan bersirkulasi sehingga tidak ada perbedaan tekanan antara tangki isap dengan tangki tekan. Dari data spesifikasi pompa dan sistem pemipaan, jenis aliran dalam pipa dapat diketahui dengan menghitung bilangan Reynolds. Untuk air dengan suhu 30° C maka dapat ditentukan bahwa harga kinematic viscosity (ν) = 0.801×10^{-6} . *V* ditentukan dengan rata-rata kecepatan pada pompa A dan B maka didapatkan $Re = 31088$. Karena $Re > 4000$ maka masuk dalam kategori aliran turbulen. Selanjutnya adalah menghitung kerugian gesekan pada sistem pemipaan yang terdiri dari kerugian gesek pada pipa (*mayor*) dan *fitting* (*minor*). Pipa PVC mempunyai harga kekasaran permukaan $\epsilon = 0,0000043$. Apabila dimasukkan dalam Diagram Moody akan didapatkan harga $\lambda = 0.0245$. Panjang pipa diukur untuk masing-masing pompa dan pompa rangkaian untuk menghitung kerugian gesek digunakan persamaan 2. Kerugian gesek akibat *fitting* dihitung dengan harga *k* yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Jenis dan jumlah *fitting* yang digunakan di data sesuai dengan nilai *k*. Perhitungan

dilakukan dengan posisi katup pengatur (*throttle valve*) K₃ pada berbagai posisi bukaan 100%, 80%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20% dan 10%. Harga faktor gesekan (*k*) pada K₃ diasumsikan linier dengan metode interpolasi.

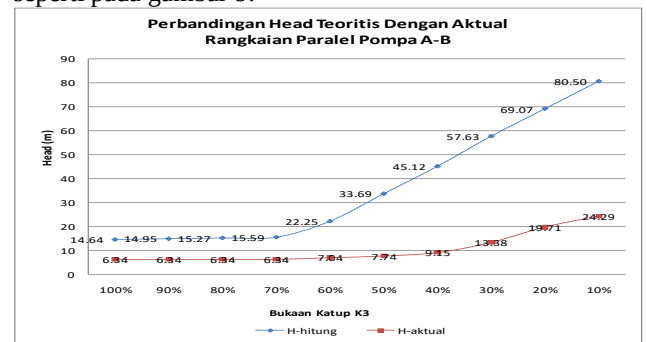
4.3 Perbandingan Data Pengujian Dengan Perhitungan

Data pengujian yang didapatkan adalah data tekanan dan debit. Untuk mengkonversi tekanan menjadi *head* dalam satuan meter penulis menggunakan Persamaan (3) Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada table dibawah

Tabel 4. *Head* pengujian dan perhitungan

[illegible]

Hasil pengujian dan perhitungan *head* untuk pompa rangkaian paralel A-B dibandingkan dalam sebuah grafik seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan *head* secara teoritis dengan aktual pompa rangkaian paralel A-B

Pada gambar 9. posisi bukaan katup K₃ 20% nilai *head* teoritisnya melebihi 3.5 kali lipat dari *head* aktual. *Head* maksimum yang tercapai pada posisi katup K₃ 20% adalah 69.07, lebih tinggi 49.35 psi dibanding *head* aktualnya.

4.4 Menggambar Kurva Head - Kapasitas

Setelah melakukan pengujian dan perhitungan pompa baik tunggal maupun paralel, maka parameter tekanan, kapasitas, *head* total dan kerugian gesek dapat diketahui. Dari data-data tersebut maka dapat digambar kurva *head* sistem pada sistem tersebut. Dalam hal ini penulis hanya akan menggambar kurva *head* sistem untuk pompa rangkaian paralel.

Dalam membuat variasi debit (Q_x) pada Persamaan 5, penulis mengisikan dengan nilai 3 – 35 m³/h. Penulis mengasumsikan bahwa pada saat katup K_3 ditutup penuh, debit pompa sama dengan nol dan tekanan sama dengan bukaan 20%. Nilai kerugian gesek yang dipakai adalah kerugian gesekan pada rangkaian paralel.

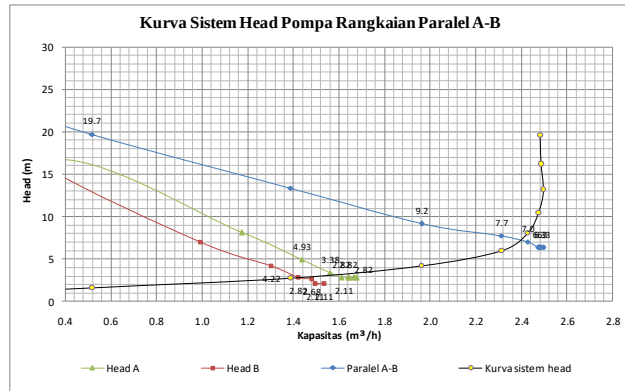
Tabel 5. Head sistem rangkaian paralel (m)

hs	Paralel										
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Qx	6,36	12,73	19,09	25,45	31,82	38,18	44,55	50,91	57,27	63,64	70,00
Qy	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Inf	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24
Hsistem	0,36	0,84	1,54	2,76	4,21	5,97	8,05	10,45	13,18	16,22	19,59

Data yang sudah dihitung tersebut kemudian disajikan dalam sebuah grafik seperti pada Gambar 10. Sumbu x

menunjukkan debit dan sumbu y menunjukkan *head* pompa.

Kurva sistem *head* ditunjukkan oleh garis yang memotong kurva paralel A-B. Kurva tersebut menggambarkan besarnya *head* dan gesekan yang melawan pompa yang merupakan penjumlahan *head* statis (h_s) dan kerugian gesekan (h_f).



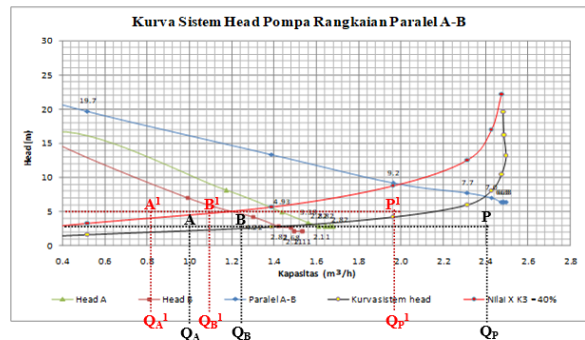
Gambar 10. Kurva *Head* – Kapasitas pompa rangkaian paralel A-B

Titik potong pada kurva pompa kemudian ditarik garis ke bawah sampai pada sumbu x sehingga akan menunjukkan besarnya kapasitas pompa A (Q_A), B (Q_B) dan paralel A-B (Q_P). Titik-titik tersebut adalah titik dimana *head* sistem yang dapat dipenuhi oleh *head* pompa. Atau dengan kata lain titik ini mendekati *Best Efficiency Point* (BEP) pompa. Ditarik garis dari titik P ke kiri sampai memotong kurva pompa *Head A* dan *Head B* pada titik A dan B. Titik A dan B tersebut merefleksikan kontribusi pompa A dan B pada saat dioperasikan paralel. Pada Gambar 4.9 titik Q_B menunjukkan kapasitas pompa B sebesar 1,28 m^3/h . Titik Q_A untuk pompa A sebesar 1,0 m^3/h dan Q_P untuk pompa rangkaian paralel A-B sebesar 2,4 m^3/h . Artinya, penjumlahan kapasitas pompa A dan B mendekati kapasitas rangkaian paralel pompa A-B pada *head* yang sama yaitu H_1 7 meter. Hal di atas juga dapat dipakai untuk menjelaskan fenomena pada pompa yang diparalelkan yaitu kapasitas pompa paralel A-B aktual tidak sama dengan penjumlahan kapasitas kedua pompa pada pengujian tunggal.

4.5 Analisa

Pada hasil pengujian rangkaian paralel, kapasitas total yang didapat bukan merupakan hasil penjumlahan kapasitas 2 pompa tetapi lebih kecil. Demikian juga untuk tekanan total yang didapat tidak sama dengan pompa tunggal, melainkan lebih besar. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah tingginya *head* gesekan dari sistem pemipaan. Hal ini berdasarkan dari teori bahwa semakin tinggi *head* gesekan maka tekanan akan semakin besar dan kapasitas akan berkurang (Michael W. Volk, 2005). Kondisi tersebut digambarkan dalam Gambar 110.

Sewaktu katup K_3 ditutup 40% maka kerugian gesekan bertambah besar dan kurva *head* sistem juga berubah. Gambar 11. menunjukkan naiknya kurva *head* sistem mengakibatkan titik Q_A , Q_B dan Q_P bergeser ke kiri. Artinya kapasitas akan menurun dan *head* semakin besar.



Gambar 11. Kurva *Head*-Kapasitas rangkaian pompa paralel A-B pada posisi K_3 40%.

Sewaktu katup K_3 ditutup 40% maka kerugian gesekan bertambah besar dan kurva *head* sistem juga berubah. Gambar10. menunjukkan naiknya kurva *head* sistem mengakibatkan titik A, B dan P bergeser ke kiri. Berturut-turut, $Q_A^1 = 0.8 m^3/h$, $Q_B^1 = 1.27 m^3/h$ dan $Q_P^1 = 1.96 m^3/h$ pada *head* yang sama yaitu $H_1 = 9$ meter.

Kurva *head* sistem tersebut akan terus berubah bila katup K_3 dibuka dengan berbagai variasi sejalan dengan naiknya kerugian gesekan. Dalam aplikasinya, cara ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengatur kapasitas pompa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisa data dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Kapasitas rangkaian pompa paralel A-B tidak sama dengan penjumlahan kapasitas pompa A dan B. Kapasitas maksimum pompa A dan B jika di paralelkan adalah 3.6 m^3/h sementara hasil pengujian hanya mencapai 2.4960 m^3/h .
2. Hasil perhitungan secara teoritis *head* pada pompa A, B dan paralel A-B lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengujian yang dilakukan.
3. *Head* sistem akan berubah sejalan dengan berubahnya kerugian gesek pada sistem. Dalam hal ini bukaan katup K_3 50% sampai 20% berpengaruh naiknya *head* sistem.
4. Gabungan kurva *head* sistem dan *head*-capacity pompa akan mendapatkan titik operasi dari pompa tunggal maupun rangkaian paralel dengan berbagai variasi bukaan katup.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sularso & Haruo Tahara, *Pompa & Kompresor*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1983.
2. Michael Volk, *Pump Characteristics & Applications*, Second Edition, Taylor & Francis, 2005.
3. Igor Karassik, *Pump Handbook*, Third Edition, McGraw-Hill, New York, 2001.

4. Goulds Pump, *TECH-I*, Inc., ITT Industries, Seneca Falls, NY.
5. Larry Bachus and Angel Custodio, *Know and understand Centrifugal Pumps*, Elsevier Advanced Technology, UK, 2003.
6. Nazaruddin, Analisa Kapasitas Aliran dan Tekanan Pompa Sentrifugal Rangkaian Paralel dengan Sisi Isap Negatif, *Journal Ilmiah Ekotrans* Vol 10, no. 1 Januari 2010.
7. Nazaruddin, Analisa Kapasitas Aliran dan Tekanan Pompa Sentrifugal Rangkaian Seri dengan Sisi Isap Negatif, *Journal Sainstek* Vol 3, no. 2 Desember 2015.
8. Hydraulic Institute, Parsippany, NJ www.pumps.org
9. R.S. Luhman, *Convert It! Pro 3.0b*, SMI Corporation, 1991-1994.
10. Rudi Rubiandini, *Konversi Rel 1.1*, ITB.