

Pengaruh Modifikasi Pompa dan *Impeller* Terhadap Unjuk Kerja Pompa Shimizu PS-128 BIT

Muhamad Taufik Hidayat¹

¹*Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri
Bandung, Bandung 40012E-mail :
muhamad.taufik.tken19@polban.ac.id*

ABSTRAK

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan suatu fluida dari satu tempat ke tempat lainnya. Parameter-parameter yang menentukan dari kinerja pompa sentrifugal diantaranya yaitu kapasitas debit keluaran air, kemudian sudut keluar dari sudu (bilah) *impeller*, banyaknya sudu (bilah) *impeller*, dan laju kecepatan aliran fluida. Parameter-parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap kinerja pompa sentrifugal. Kinerja pompa saat ini masih dapat ditingkatkan dengan cara memodifikasi pompa tersebut. Modifikasi yang dapat dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan unjuk kerja pompa standar yaitu dengan mengubah *impeller* berserta *volute chamber*nya. Pada penelitian kali ini dilakukan perhitungan berdasarkan pengujian instalasi pada pompa Shimizu ps-128 dengan data hasil dari pengukuran penelitian. Penelitian yang dilakukan yaitu dengan mengubah *impeller* standar yang semula berjenis radial menjadi *backward curve* dengan berbagai variasi jumlah sudu *impellernya* disertai dengan perubahan *volute chamber* (casing) dan variasi kondisi alirannya. Berdasarkan pengukuran pada data penelitian yang dilakukan didapat bahwa dalam kondisi *fully open*, nilai unjuk kerja pompa yang telah dimodifikasi lebih tinggi dari pada pompa standar. Modifikasi yang dilakukan yaitu mengganti *impeller* standar dan *volute chamber*nya dengan *impeller* tipe *backward curve* dengan sudu masing-masing yaitu 4,5, dan 10. Pada pompa standar kondisi *gate valvenya fully open* memiliki nilai unjuk kerja dengan *head efektif* 7.28 m, kapasitas 24.5 (Lit/min), Nshaft 212.2 (watt), Nh 29.07 (watt) dan efisiensi 13.76 %. Sedangkan untuk pompa modifikasi dalam kondisi *fully open head efektif* masing-masing adalah 11.07 m, 11.77 m, dan 12.57 m. Untuk kapasitas masing-masing adalah 21 lit/min, 25 lit/min, dan 30 lit/min. Untuk Nh masing masing adalah 37.86 (watt), 47.92 (watt) dan 61.42 (watt). Sedangkan efesinsi masing-masing adalah 17.35 %, 21.54 %, dan 27.26 %.

Kata Kunci

Modifikasi Pompa, Head, Kapasitas, Efisiensi

1. PENDAHULUAN

Di zaman modern ini, pompa sudah tidak asing lagi bagi masyarakat luas. Penerapan pompa sendiri sangat beragam, dari skala rumah tangga hingga industri besar. Bahkan dalam hal ini, karena ada banyak pompa di pasaran pemilihan pompa juga harus sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan teknis. Pada dasarnya pengertian pompa adalah suatu alat

yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lainnya melalui pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Prinsip dasar dari cara kerja pompa adalah dengan memanfaatkan perbedaan tekanan pada pipa hisap (*suction*) dan pipa tekan (*discharge*).

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa yang banyak penggunaannya khususnya dibidang

pengairan, industri kimia dan industri minyak serta industri makanan (Sularso, 2000). Pompa sentrifugal dengan pompa tipe turbin juga umum digunakan di rumah tangga. Pompa jenis ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga baik untuk kegiatan MCK maupun kebutuhan distribusi air sehari-hari. Dari segi kehandalan contohnya adalah pompa merk SHIMIZU PS 128 BIT. Pompa ini memiliki head total 23m, debit air 10-18 liter per menit, konsumsi daya 300W dan beratnya 7 Kg.

Pada tahun 2010, Manivannan melakukan percobaan dengan secara numerik dengan membuat 3 model impeller dengan sudut masuk dan keluar yang divariasikan yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan impeller existing dari pompa yang sudah ada.

Meskipun banyak penelitian yang sudah mengangkat tentang pompa sentrifugal. Nilai efisiensi dari pompa tersebut tentunya masih dapat ditingkatkan dengan merubah desain dari parameter-parameter pompa sentrifugal, salah satu parameter yang sangat berpengaruh dari pompa sentrifugal adalah impeller. Impeller pompa memegang peranan penting untuk meningkatkan head dan kapasitas pompa. Semakin tinggi head dan kapasitas pompa berpengaruh untuk meningkatkan efisiensi dari pompa sentrifugal sentrifugal tersebut. Hal itulah yang mendasari penulis mengangkat judul penelitian yang membahas tentang impeller yaitu pengaruh modifikasi pompa dan *impeller* terhadap unjuk kerja pompa Shimizu ps-128 bit. Tujuan dari penelitian menentukan unjuk kerja pompa pabrikan SHIMIZU PS-128 BIT. Menentukan unjuk kerja pompa SHIMIZU PS-128 BIT yang telah dimodifikasi. Dan mengidentifikasi pengaruh pergantian pompa dan impeller pada pompa shimizu terhadap performa dan efisiensi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fluida

Definisi dari fluida yaitu substansi yang terdefinisi secara kontinu jika dikenai tegangan geser. Secara umum fluida dibagi menjadi fluida compressible (mampu mampat) dan incompressible (tak mampu mampat). Karakteristik fluida bisa dijelaskan dengan properti fluida. Adapun property fluida yaitu temperatur, tekanan, masa, volume spesifik,

dan kerapatan masa (Anis Samsudin dan Karnowo, 2008).

2.2 Pompa

Pompa adalah mesin fluida yang mengkonversi energi mekanik menjadi energi fluida cair. Zat cair tersebut contohnya adalah air, oli, atau minyak pelumas, dan lain sebagainya. Pada dasarnya pompa bekerja berdasarkan perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Pada pompa terjadi perpindahan energi mekanik dari putaran motor ke aliran fluida. Ada umumnya klasifikasi pompa dikategorikan menjadi dua, yaitu dynamic dan displacement. Pompa dynamic adalah dimana energi secara terus menerus diberikan untuk menaikkan kecepatan fluida hingga lebih besar sisi discharge kemudian kecepatan fluida direduksi untuk menghasilkan kenaikan tekan. Sedangkan pompa displacement adalah dimana energi secara periodik diberikan ke fluida dengan memberikan gaya ke fluida pada volume tertentu sehingga menghasilkan kenaikan tekanan yang cukup tinggi untuk mengalirkan fluida melewati katup.

Pada umumnya klasifikasi pompa dikategorikan menjadi dua, yaitu dynamic dan displacement. Pompa dynamic adalah dimana energi secara terus menerus diberikan untuk menaikkan kecepatan fluida hingga lebih besar sisi discharge kemudian kecepatan fluida direduksi untuk menghasilkan kenaikan tekan. Sedangkan pompa displacement adalah dimana energi secara periodik diberikan ke fluida dengan memberikan gaya ke fluida pada volume tertentu sehingga menghasilkan kenaikan tekanan yang cukup tinggi untuk mengalirkan fluida melewati katup.

2.3 Pompa Sentrifugal

Pompa ini terdiri dari satu atau lebih impeller yang dilengkapi dengan sudu-sudu pada poros yang berputar yang diselubungi oleh casing. Fluida dihisap pompa melalui sisi hisap, akibat berputarnya impeller yang menghasilkan tekanan vakum, pada sisi hisap selanjutnya fluida tersebut terlempar ke luar impeller akibat gaya sentrifugal yang dimiliki oleh fluida. Pompa sentrifugal digunakan untuk memberikan atau menambah kecepatan pada cairan dan kemudian merubahnya menjadi energi tekan. Cairan dipaksa masuk ke sebuah

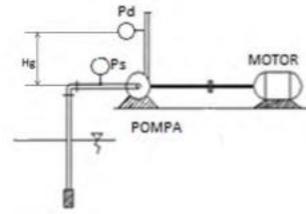
impeller. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang ada berada dalam cairan tadi. Apabila impeller berputar maka zat cair yang ada dalam impeller akan ikut berputar akibat dorongan sudu – sudu pada impeller. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller menuju keluar melalui saluran diantara sudu – sudu dengan kecepatan tinggi.

2.4 Impeller Pompa

Impeller adalah sebuah rotor yang mempunyai sudu dan dipasang pada poros pompa. Impeller mentransfer energi dari putaran motor menjadi pergerakan fluida. Putaran dari impeller ini akan menyebabkan aliran berputar dan gerakan aliran akan mengikuti impeller dan keluar dengan kecepatan yang besar. Pada impeller juga terjadi Head atau tekanan dan kecepatan aliran akan bertambah besar. Ada beberapa klasifikasi yang umum digunakan untuk membedakan impeller, yaitu berdasarkan arah sudunya, berdasarkan arah aliran yang melewati impeller. Klasifikasi berdasarkan arah aliran sudunya yaitu *Radial Flow Impeller*, *Mixed Flow Impeller*, dan *Azial Flow Impeller*. Jenis hisapan juga dapat menjadi klasifikasi karena ada jenis hisapan tunggal dan juga jenis hisapan ganda. Klasifikasi berdasarkan konstruksi impeller yaitu *Closed Impeller*, *Open Impeller* dan *Semi-open Impeller*.

2.5 Tinggi -Tekan (Head)

Head adalah suatu bentuk energi yang dinyatakan dalam satuan panjang (m) dalam SI (Anis Samsudin dan Karnowo, 2008). Head terdiri dari head ketinggian, head kecepatan, dan head tekanan. Head ketinggian menyatakan energi potensial yang dibutuhkan untuk mengangkat air setinggi (m) kolom air, head kecepatan menyatakan energi kinetik yang dibutuhkan untuk mengalirkan air setinggi (m) kolom air, sedangkan head tekanan adalah suatu energi aliran dari (m) kolom air yang memiliki berat sama dengan tekanan dari kolom (m) air tersebut.



Gambar 1 Instalasi pompa dengan manometer pengukur

Nilai Head efektif yang dibutuhkan pompa didapatkan dari persamaan energi yaitu:

$$H_{pump} = \frac{P_d - P_s}{\gamma} + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} + Hg + Hl$$

Dimana:

Ps: Tekanan suction (Pa)

Pd: Tekanan discharge (Pd)

Vs: Kecepatan suction (m/s)

Vd: Kecepatan discharge (m/s)

Hg: Beda ketinggian antara manometer (m)

Hl: Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan (m)

2.6 Persamaan – Persamaan yang Bekerja

- Debit

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dengan:

Q = Daya (*l/m*)

v = Volume air (*l*)

t = Waktu (m)

- Daya Hidraulik (Nh)

$$Nh = \rho Q H g$$

Dengan:

Nh = Daya Hidraulik (kW)

Q = Debit Aliran (m³ /det)

H = Head Total Pompa (m)

ρ = Berat Jenis (kg/m³)

- Daya Motor (P motor)

$$P_{motor} = V \times I \times \cos \theta$$

Dimana:

P = Daya Motor (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Kuat Arus (Ampere)
 $\cos \theta$ = Faktor daya (0,8)

- Daya Pompa (N_{shaft})

$$P_{motor} = \frac{N_{shaft}}{Efisiensi\ Motor}$$

$$N_{shaft} = P_{motor} \times efesiensi\ motor$$

Dimana:

N_{shaft} = Daya Poros Pompa (kW)

P_{motor} = Daya Motor (kW)

Efesiensi Motor = 80 %

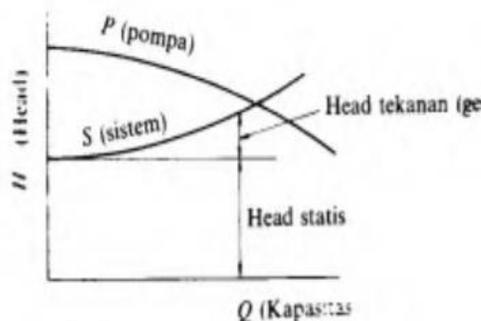
- Efesiensi Pompa

$$Efesiensi = \frac{Nh}{N_{shaft}} \times 100\%$$

2.8 Kurva Performa

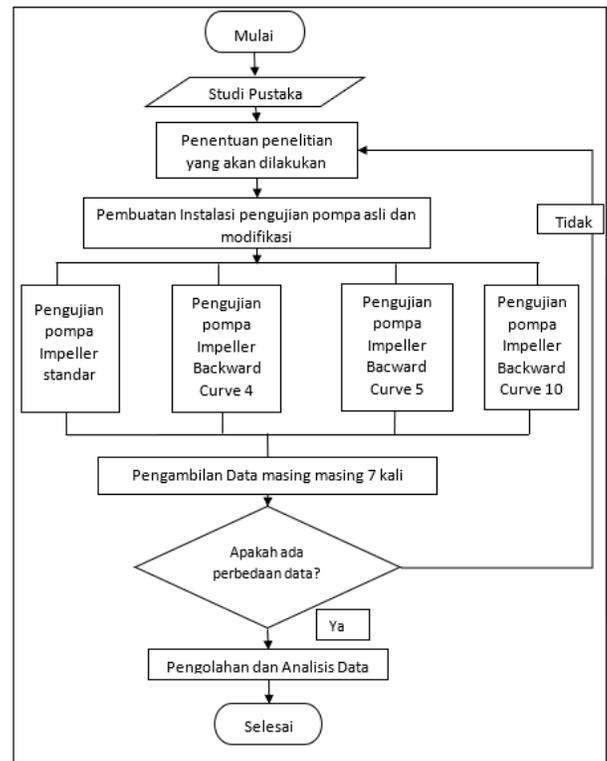
Kurva Performa yaitu kurva yang menyatakan kemampuan sebuah pompa untuk menentukan head H yang besarnya tergantung pada besarnya kapasitas atau laju aliran Q .

Jika pada sebuah pompa tertentu dijaga konstan putaran porosnya, maka kita dapat menggeser kurva performansinya dengan cara memvariasikan besar diameter atau bentuk impellernya.



Gambar 2 Kurva Head-Kapasitas pompa

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3 Diagram Alir Tahap Penelitian Tugas Akhir

Variabel Penelitian

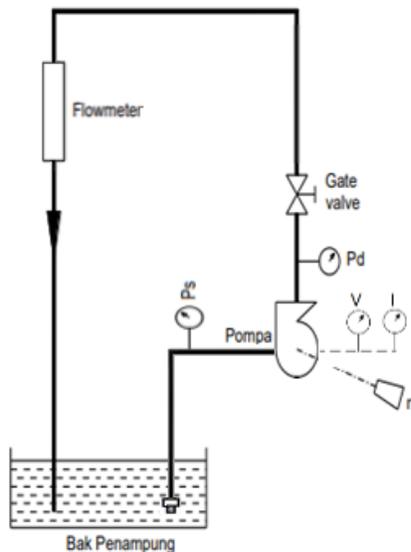
- Variabel Bebas
 Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi jumlah sudu pada impeler masing-masing 4, 5, 10. Data diambil dengan cara diuji satu per satu pada pompa yang sama yaitu tipe Shimizu PS-128 Bit.
- Variabel Terikat
 Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah Performa/ Daya Hidraulik . Efisiensi.

Alat dan Bahan yang Digunakan

- Pompa yang diuji (dengan impeller standar)
- Impeller Backward Curve
 - Impeller Backward Curve 4 sudu
 - Impeller Backward Curve 5 sudu
 - Impeller Backward Curve 10 sudu.
- Pressure Gauge (Manometer)
- Tachometer
- Gate valve
- Flowmeter
- Stopwatch

- Clamp meter
- Reservoir (Bak penampung)
- Pipa
- Fitting

Skema Perancangan Pompa Sentrifugal



Gambar 4 Skema peralatan pengujian pompa sentrifugal aliran campur

Prosedur Pengujian

- Persiapan awal
 1. Menyiapkan alat dan bahan untuk pembuatan instalasi.
 2. Menyiapkan Instrumen penelitian.
 3. Menyiapkan Impeller backward curve dengan jumlah sudu 4, 5, dan 10.
 4. Membuat rangkaian instalasi perpipaan dengan satu pompa (pompa tunggal), yang dirangkai sesederhana mungkin agar laju air tidak terlalu banyak mengalami hambatan, rangkaian dilengkapi dengan alat-alat ukur yang diperlukan untuk mengukur kecepatan aliran fluida.
 5. Menyiapkan lembar pengukuran pengambilan
 - Pengambilan data
 1. Melakukan Priming (mengisi pusran dengan air dari saluran hisap)
 2. Hubungkan pompa yang diuji ke kontak listrik dan tunggu hingga pompa stabil.

3. Membuka penuh gate valve.
4. Kemudian mengambil data pengujian yang meliputi tekanan discharge (P_d) dari manometer discharge, tekanan suction (P_s) dari manometer suction, kapasitas (Q) dari flowmeter, nilai tegangan dan kuat arus, serta mengukur jarak antara manometer discharge dan manometer suction.
5. Mengulangi langkah ke-4 dengan memvariasikan bukaan gate valve pada 7 tingkat kapasitas yang berbeda hingga pada kondisi gate valve tertutup penuh (fully close). Pada setiap tingkat variasi bukaan gate valve dilakukan pencatatan nilai P_d , P_s , tegangan (V), arus (i) dan nilai kapasitas (Q) yang terbaca pada flowmeter.
6. Setelah data sudah terkumpul semua, maka nonaktifkan pompa dengan mencabut kabel pada kontak listrik.
7. Setelah itu bongkar pompa tersebut untuk mengganti impellernya dengan impeller backward curve dan casingnya dengan berbagai variasi jumlah sudu. Kemudian membuat kembali rangkaian instalasi perpipaan dengan dilengkapi alat-alat ukur.
8. Dan lakukan kembali langkah-langkah diatas untuk mendapatkan data untuk impeller backward curve dengan variasi jumlah sudu 4, 5 dan 10.



Gambar 5 Set-up alat pengujian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan data yang diperoleh dari hasil eksperimen pengujian instalasi di lapangan. Adapun beberapa data-data yang diperoleh sebagai berikut:

- a. Data fluida
 - Jenis fluida : air
 - Temperature : 300 C
 - Percepatan gravitasi : 9,8 m/s²
- b. Data pipa
 - Diameter pipa : 19,05 mm
 - Jenis material : Pipa PVC

- Panjang pipa suction : 70 cm
- Panjang pipa discharge : 320 cm

TEKNIK ANALISI DATA

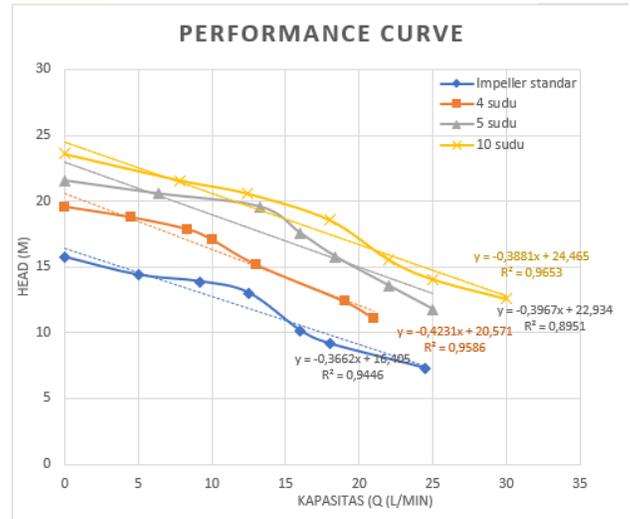
Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti.

PEMBAHASAN

Tabel 1 Tabel Hasil Data Perhitungan

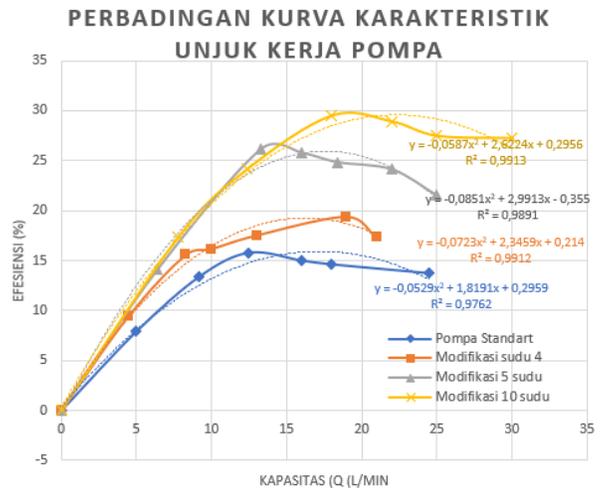
Impeller	Bukaan gate valve	Q (L/min)	Hpump (m)	Nh (watt)	Nshaft (watt)	efisiensi (%)
peller stan	1. (Fully open)	24,5	7,28633861	29,03212	211,2	13,74627
	2	18	9,1523362	26,79216	183,04	14,63733
	3	16	10,1533566	26,42001	176	15,01137
	4	12,5	13,0203746	26,46896	167,552	15,79746
	5	9,2	13,8853518	20,77534	154,88	13,41383
	6	5	14,385862	11,69794	147,84	7,912565
	7. (fully closed)	0	15,7513494	0	126,72	0
4 sudu	1. (Fully open)	21	11,0707143	37,80927	218,24	17,32463
	2	19	12,3720408	38,22947	197,12	19,39401
	3	13	15,174898	32,08281	183,04	17,52776
	4	10	17,0768367	27,77223	171,776	16,1677
	5	8,3	17,8776531	24,13192	154,88	15,58105
	6	4,5	18,7785714	13,7429	145,024	9,476294
	7. (fully closed)	0	19,5793878	0	137,984	0
5 sudu	1. (Fully open)	25	11,7714286	47,85998	222,464	21,51358
	2	22	13,5732653	48,56354	201,344	24,11969
	3	18,4	15,7755102	47,2068	190,08	24,83523
	4	16	17,5773469	45,73794	177,408	25,78122
	5	13,3	19,5793878	42,35006	161,92	26,15493
	6	6,4	20,5804082	21,42088	152,064	14,08675
	7. (fully closed)	0	21,5814286	0	143,616	0
10 sudu	1. (Fully open)	30	12,5722449	61,3391	225,28	27,22794
	2	25	14,0737755	57,2208	208,384	27,45931
	3	22	15,5753061	55,72661	192,896	28,88946
	4	18	18,5783673	54,38553	184,448	29,48556
	5	12,4	20,5804082	41,50295	171,776	24,16109
	6	7,8	21,5814286	27,37651	157,696	17,36031
	7. (fully closed)	0	23,5834694	0	147,84	0

Untuk mengetahui kinerja pompa dapat dilakukan dengan melihat kurva karakteristik pompa atau kurva performa. Kurva karakteristik pompa merupakan kurva yang menggambarkan hubungan antara kapasitas aliran dengan head, kapasitas dengan daya dan kapasitas dengan efisiensi pompa. Dari data hasil perhitungan, berikut adalah perbandingan kurva karakteristik dari beberapa pengujian modifikasi pompa yang dilakukan:



Gambar 7 Grafik perbandingan kurva performa pompa SHIMIZU PS-128 BIT standart dan Modifikasi

Berdasarkan gambar grafik 6 diatas diketahui modifikasi pompa berdampak pada kurva performa yakni modifikasi dengan mengganti impeller standart dengan impeller backward curve. Dapat dilihat dari grafik perbandingan kurva performa hubungan head dan kapasitas bahwa kurva performa impeller backward curve meningkat dari impeller standartnya begitu pula banyaknya sudu dalam impeller backward curve tersebut. Semakin banyak sudu yang ada diimpeller backward curve, maka kurva performanya juga semakin naik.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Kurva Karakteristik Unjuk Kerja Pompa Shimizu PS-128 BIT standart dan Modifikasi

Berdasarkan gambar grafik 7 diatas diketahui modifikasi pompa berdampak pada kurva karakteristik yakni modifikasi dengan mengganti impeller standart dengan impeller backward curve. Dapat dilihat dari grafik perbandingan kurva karakteristik unjuk kerja bahwa kurva karakteristik dari impeller backward curve lebih meningkat dari impeller standartnya begitu pula diikuti dengan banyaknya sudu dalam impeller backward curve tersebut. Semakin banyak sudu yang ada diimpeller backward curve, maka kurva karakteristiknya juga semakin naik.

Hasil yang disajikan diatas, yaitu kurva performa, daya hidraulik (Nh) dan Efisiensi. Semakin banyak jumlah sudu maka semakin naik kurva performannya. Dan semakin banyak jumlah sudu maka semakin besar daya hidraulik (Nh) karena nilai Nh dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu debit dan head. Pada hasil diatas disimpulkan nilai debit dan head semakin tinggi beriringan dengan jumlah sudu yang semakin bertambah. Begitu juga efisiensi, nilai efisiensi dipengaruhi oleh nilai daya hidraulik (Nh) dan daya pompa (Np), akan tetapi pada penelitian kali ini didapat nilai daya pompa (Nshaft) tidak mengalami kenaikan yang signifikan, maka nilai efisiensi hanya dipengaruhi oleh daya hidraulik (Nh) saja. Dari hasil diatas didapat semakin banyak jumlah sudu maka semakin tinggi nilai daya hidraulik (Nh) semakin tinggi. Jadi semakin tinggi daya hidraulik (Nh) maka semakin tinggi pula efisiensinya.

5. PENUTUP

Kesimpulan

1. Pompa SHIMIZU PS-1128 BIT standar dengan impeller tipe radial, pada kondisi gate valvenya fully open memiliki nilai unuk kerja dengan Head Efektif 7.28 m, kapasitas 24.5 (Lit/min), Nshaft 212.2 (watt), Nh 29.07 (watt) dan efisiensi 13.76 %
2. Setelah dilakukan pergantian impeller standar dengan impeller tipe backward curve dengan sudu masing-masing yaitu 4,5, dan 10. Unjuk kerja pompa modifikasi dalam kondisi fully open meningkat. Untuk Head Efektif masing-masing adalah 11.07 m, 11.77 m, dan 12.57 m. Untuk kapasitas masing-masing adalah 21 lit/min, 25 lit/min, dan 30 lit/min. Untuk Nh masing masing adalah 37.86 (watt), 47.92 (watt) dan 61.42 (watt). Sedangkan Efesinsi masing-masing adalah 17.35 %, 21.54 %, dan 27.26 %.

3. Pada pompa standart titik efesiensi tertinggi terjadi pada percobaan ke 4 dengan nilai 15.8 % sedangkan pada pompa yang telah dimofikasi efesiensi teringgi ada pada percobaan 2 (sudu 4), percobaan 5 (sudu 5) dan percobaan 4 (sudu 10).

Tabel 2 Perbandingan Unjuk Kerja pada Kondisi bukaan penuh

Pompa	Q (L/min)	Hpump (m)	Nh (watt)	Nshaft (watt)	effesiensi (%)
Impeller standar	0	15,75	0	126,72	0
backward curve 4 sudu	0	19,58	0	137,98	0
backward curve 5 sudu	0	21,58	0	143,62	0
backward curve 10 sudu	0	23,58	0	147,84	0

Tabel 3 Perbandingan Unjuk Kerja Pada Kondisi Efesiensi Tertinggi

Pompa	Q (L/min)	Hpump (m)	Nh (watt)	Nshaft (watt)	effesiensi (%)
Impeller standar	24,5	7,28	29,03	211,2	13,75
backward curve 4 sudu	21	11,07	37,81	218,24	17,32
backward curve 5 sudu	25	11,77	47,86	222,46	21,51
backward curve 10 sudu	30	12,57	61,34	225,28	27,23

Tabel 4 Perbandingan Unjuk Kerja pada Kondisi Tertutup Penuh

Pompa	Q (L/min)	Hpump (m)	Nh (watt)	Nshaft (watt)	effesiensi (%)
Impeller standar	12,5	13,02	26,47	167,55	15,8
backward curve 4 sudu	19	12,37	38,23	197,12	19,39
backward curve 5 sudu	13,3	19,85	42,35	161,92	26,15
backward curve 10 sudu	18	18,58	54,39	184,45	29,49

SARAN

Dilihat dari unjuk kerjanya, pompa modifikasi yang sudah diganti impellernya ini sesuai apabila digunakan untuk keperluan pemompaan yang membutuhkan kapasitas besar. Untuk penggunaan skala rumah tangga, umumnya pada instalasi pompa SHIMIZU PS-128 BIT standar ditambahkan *pressure switch*. Komponen ini bekerja berdasarkan tekanan dan akan menonaktifkan pompa secara otomatis saat kondisi fully close agar pompa tidak cepat rusak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak memperoleh bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT, tuhan semesta alam atas kehendaknya telah menghendaki atas terselesaikannya laporan ini.
2. Orang tua, terutama untuk ibu dan seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan secara moril dan materil
3. Bapak Bambang Puguh Manunggal, ST., M.Eng sebagai Ketua Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung.
4. Ibu Sri Utami, SST., MT sebagai Ketua Program Studi D-III Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung.
5. Bapak Drs.Maridjo, MT sebagai Dosen Pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, dan pengarahan, dalam penyusunan laporan tugas akhir.
6. Bapak Slameto, ST., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, dan pengarahan, dalam penyusunan laporan tugas akhir.
7. Dosen-dosen dan Staf Administrasi Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung.
8. Teman –teman kelas 3B D3 Teknik Konversi Energi yang selalu dirindukan.

Coimbatore, India.

Sularso; Tahara, Haruo. 2006. "Pompa dan Kompresor". Jakarta: PT Pradnya Paramita.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anis, S; Karnowo, 2008. "Buku Ajar Dasar Pompa". Semarang: Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Acosta, A.J. dan Bowerman R.D. 1957. "An Experimental Study of Centrifugal Pump Impeller". Transaction of the ASME.
- Igor Karassik, J. 2001. "Pump Handbook". 3th, McGraw Hill, New York
- Lubis, Gerald Faisal Ramadhan. 2015. "Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Masuk Impeller Backward 6 Sudu Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal FM 50." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia.
- Manivannan, A. 2010. "Computational Fluid Dynamic Analysis of a Mixed Flow Pump Impeller". PSG College of Technology