

ANALISA PENGARUH BENTUK IMPELLER TERHADAP PERFORMA POMPA SENTRIFUGAL DOUBLE SUCTION TYPE VENUS 1-900.1000

Rifqi Firmansyah¹, Bobie Suhendra²

¹Program Strata Satu Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi

²Tim Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi

Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113

E-mail Penulis: rifqi140789@gmail.com

Abstrak

Roda impeller merupakan komponen penting pada pompa sentrifugal, yang perlu mendapatkan perhatian penting mulai dari perancangan dan permodelan bentuk impeller. Hal ini sangat berpengaruh pada performa kerja pompa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model impeller yang tepat dalam pemasangan secara paralel dan untuk menjaga keseimbangan operasi kerja pompa terhadap waktu. Metode yang digunakan adalah sistem komparasi terhadap model impeller pompa guna meningkatkan performa kerja pompa secara optimum. Dari hasil penelitian ini bahwa pompa dengan debit 3,1 m³/s diperoleh hasil optimum dengan head pompa sebesar 281 meter dan efisiensi sebesar 88% serta dimensi lebar sudu 22,5 cm untuk jenis pompa isapan ganda (double suction).

Kata kunci: roda impeller, saluran isap (suction), celah roda impeller terhadap rumah pompa.

Abstract

The impeller wheel is an important component of centrifugal pumps, which need to get important attention starting from designing and modeling impeller shapes. This is very influential on the performance of the pump. This study aims to determine the exact model of the impeller in the installer in parallel and to maintain the balance of the pump working operation with time. The method used is a comparative system of pump impeller models in order to improve pump performance optimally. From the results of this study that the pump with a discharge of 3.1 m³/s obtained optimum results with a pump head of 281 meters and an efficiency of 88% and dimensions of the blade width of 22.5 cm for the double suction pump type.

Keywords: impeller wheel, suction, impeller wheel gap on the pump house.

PENDAHULUAN

Air merupakan sarana yang sangat vital bagi kelangsungan hidup, baik itu manusia, binatang maupun tumbuhan. Kebutuhan akan pengairan tidak hanya untuk irigasi melainkan pula untuk menyediakan air baku, air bersih, air industri, tenaga listrik, penggelontoran kota, perkebunan dan usaha kegiatan lainnya yang memerlukan air. Dengan bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan kebutuhan akan air juga bertambah. Sehingga pompa sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia diberbagai bidang. Salah satunya dalam rumah tangga pompa banyak digunakan untuk memompakan air untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari, dalam penyediaan air minum untuk masyarakat, pompa digunakan untuk mendistribusikan air kerumah-rumah penduduk. Pompa merupakan alat yang mempermudah pekerjaan manusia sehari-hari dan masih banyak lagi kegunaan pompa diberbagai bidang yang lain.

Perusahaan Umum Jasa Tirta II adalah perusahaan yang menyelenggarakan kegiatan usahanya di bidang pengelolaan dan penyaluran air baku untuk selanjutnya diolah oleh Perusahaan Air Minum (PAM). Perusahaan tersebut mempunyai ruang pompa yang dipasang 4 (empat) buah pompa utama. Tiga pompa beroperasi secara paralel dan mampu memenuhi kebutuhan air maksimum sebesar 6,2 m³/detik. Pompa ke empat adalah pompa cadangan dalam hal salah satu pompa tidak beroperasi, untuk maksud pemeliharaan atau karena rusak. Berdasarkan hal tersebut, untuk memenuhi kebutuhan air di masa yang akan datang serta menjaga keseimbangan jam kerja satu pompa dengan pompa lainnya dan mencegah kerusakan bagian dalam pompa akibat terlalu lamanya waktu pengoperasian pompa maka peneliti akan menganalisa pengaruh bentuk impeller terhadap performa pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000 untuk meningkatkan kapasitas pompa lebih besar dari kondisi saat ini sebesar 2,07 m³/detik atau 2070 liter/detik untuk satu buah pompa.

Tujuan penelitian dari Analisa Pengaruh Bentuk Impeller Terhadap Performa Pompa Sentrifugal Double Suction Type Venus I-900.1000 yaitu mendapatkan bentuk impeller (lebar sudu) yang dapat meningkatkan kapasitas pompa sentrifugal double suction untuk memenuhi kebutuhan air maksimum saat ini sebesar 6,2 m³/detik dan mendapatkan nilai head pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000 serta mendapatkan nilai efisiensi pompa sentrifugal double

suction type venus I-900.1000 yang dihasilkan dengan kapasitas satu pompa sebesar 3,1m3/detik. Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah mengetahui cara meningkatkan kapasitas pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000 dan membantu dalam menganalisa pengaruh bentuk impeller (lebar sudu) terhadap performa pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000 serta mengetahui keuntungan dan kekurangan yang terjadi dari menganalisa pengaruh bentuk impeller terhadap performa pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000.

METODE

Langkah awal dari penelitian ini adalah studi literatur dan survei kelokasi penelitian terhadap topik yang akan dilakukan penelitian agar tidak terjadi kekeliruan pada saat proses penelitian, dengan wawancara kepada operator pompa, maintenance serta tenaga ahli untuk mendapat pengetahuan yang lebih mendalam tentang sistem pengoperasian pompa dan observasi untuk mengamati proses agar mendapatkan data-data yang diperlukan dilokasi penelitian. Selanjutnya data tersebut diolah dalam perhitungan dengan menggunakan rumus sehingga mendapatkan nilai dari bentuk impeller, head total yang diperlukan pompa, dan efisiensi yang dihasilkan pompa, setelah melakukan pengujian dan perbandingan antara sebelum dan setelah. Tahap selanjutnya yaitu menganalisa pengaruh bentuk impeller terhadap performa pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000. Hasil tersebut kemudian diambil keputusan untuk kesimpulan terhadap pengujian yang telah dilakukan.

Impeller yang dapat dilihat pada Gambar 1. berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada fluida yang dipompakan secara kontinyu, sehingga fluida pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari fluida yang masuk sebelumnya. Khusus dalam penelitian ini objek penelitian dengan menekankan pada bentuk impeller pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000.



Gambar 1. Impeller

Penelitian ini dilakukan langsung di Kantor Seksi Operasi Dan Pemeliharaan Pompa yang berlokasi di Jl. Inspeksi Tarum Barat No. 12 Jakarta Timur. Analisa data yaitu dengan pemilihan spesifikasi pompa berdasarkan fungsi dan cara kerja pompa serta perancangan impeller berdasarkan bentuk pompa yang telah ditentukan fungsi dan cara kerjanya.

Kecepatan Spesifik

Kecepatan spesifik didefinisikan sebagai kecepatan dalam putaran per menit, dimana porsi impeller akan beroperasi secara bersamaan, umumnya apabila diperkecil akan dapat memberikan kapasitas teruji yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 berikut.

$$n_s = n \frac{Q^{0,5}}{H^{0,75}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana ; Q = kapasitas aliran, (m³/s); H = head total pompa, (m); n = putaran pompa, (rpm)

Kecepatan spesifik yang didefinisikan dalam persamaan tersebut adalah sama untuk pompa yang sebangun atau sama bentuk impellernya, meskipun ukuran dan putarannya berbeda. Jadi harga ns suatu pompa bisa dipakai sebagai parameter untuk menyatakan jenis pompa, maka bentuk impeller pompa tersebut sudah tertentu pula. Dalam menghitung ns untuk pompa sentrifugal jenis isapan ganda (double suction) harus dipakai harga Q/2 sebagai ganti Q dalam pers. (1) karena kapasitas aliran yang melalui sebelah impeller adalah setengah dari kapasitas aliran keseluruhan (Sularso dan Haruo Tahara,2000).

Head Pompa

Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang umumnya

Rifqi Firmansyah, Bobie Suhendra, "Analisis Pengaruh Bentuk Impeller terhadap Performa Pompa Sentrifugal....."
 Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol.6, No.2 Agustus 2018 Universitas Islam 45 Bekasi, <http://ejournal.unismabekasi.ac.id>

dinyatakan dalam satuan panjang. Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi yang akan dilayani oleh pompa. Head pompa dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2. berikut:

$$H = h_a + h_l + \frac{v_d^2}{2g} \dots\dots\dots(2)$$

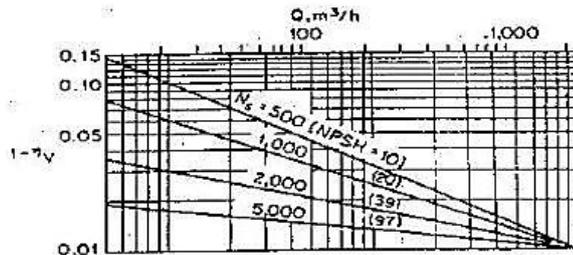
Dimana ; H = head total pompa, (m); h_a = head statis total, (m); Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan di sisi isap; tanda positif (+) dipakai apabila muka air di sisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap. h_l = berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll, (m); v_d = kecepatan aliran pipa, (m/s); g = percepatan gravitasi, (9,81 m/s²).

Efisiensi Pompa

Pompa tidak dapat mengubah seluruh energi kinetik menjadi energi tekanan karena ada sebagian energi kinetik yang hilang dalam bentuk losis. Spesifikasi pompa yang digunakan untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Efisiensi pompa adalah suatu faktor yang dipergunakan untuk menghitung losis ini. Efisiensi pompa dapat dilihat dari Gambar 2 sampai Gambar 4 terdiri dari:

1) Efisiensi Volumetris

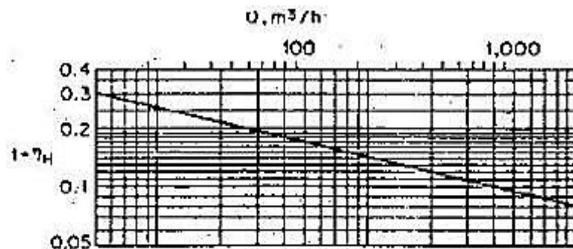
Efisiensi volumetris merupakan ukuran kebocoran volume yang terjadi untuk memperhitungkan losis akibat resirkulasi pada ring, bush, dll.



Gambar 2. Grafik efisiensi volumetris terhadap n_s dan Q

2) Efisiensi Hidrolis

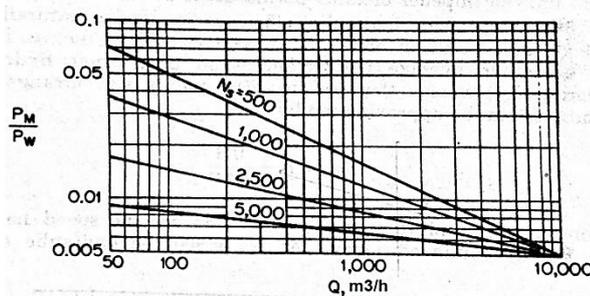
Efisiensi Hidrolis yaitu rasio antara tinggi tekan aktual yang dihasilkan terhadap tinggi tekan ideal untuk jumlah sudu tak berhingga.



Gambar 3. Grafik efisiensi hidrolis terhadap Q

3) Efisiensi Mekanis

Efisiensi mekanis yaitu rasio antara daya yang diberikan sudu kepada fluida terhadap daya penggerak pompa.

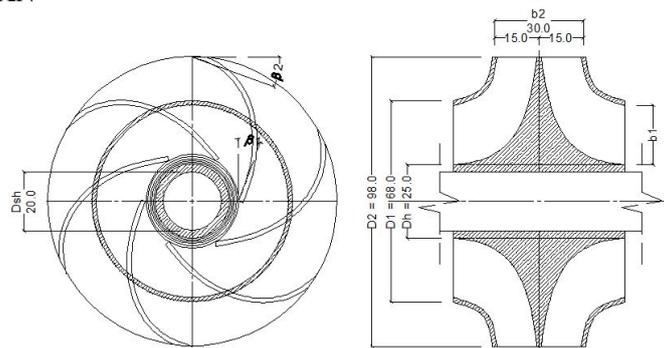


Gambar 4. Grafik efisiensi volumetris terhadap n_s dan Q

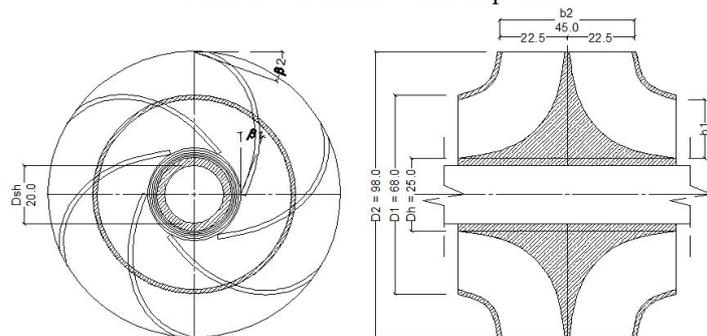
Tabel 1. Spesifikasi pompa sentrifugal double suction type venus 1-900.1000.

No.	Parameter	Satuan	Pompa			
			1	2	3	4
1	Merk	-	NIJHUIS Pompen B.V.			
2	Type	-	Venus 1-900.1000			
3	Capasitas	m ³ /h	7452	7452	7452	7452
4	Head	m	128	128	128	128
5	Pumpspeed	rpm	422	422	422	422
6	Shaft power	kW	406	406	406	406
7	Motor power	kW	416	416	416	416
8	Suction	mm	1200	1200	1200	1200
9	Discharge	mm	900	900	900	900
10	Efficiency	%	88	88	88	88
11	Jenis fluida	-	Air	Air	Air	Air
12	Suhu fluida	°C	20	20	20	20
13	Berat jenis fluida	kN/m ³	9.789	9.789	9.789	9.789
14	Massa jenis fluida	kg/m ³	998,2	998,2	998,2	998,2

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5. Dimensi utama impeller



Gambar 6. Dimensi utama impeller yang direncanakan

Data Masukan Yang Diperlukan

1. Kapasitas air yang dipompa, $Q = 3,1$ (m³/s); $Q/2 = 1,55$ (m³/s)
2. Head total yang diperlukan, $H = 281$ (m)
3. Putaran motor penggerak, $n = 422$ (rpm)
4. Tebal sudu impeller, $s = 10$ (mm) = 0,01 (m)
5. Jumlah sudu, (6)
6. Daya air, $P_w = 406$ kW = 544,04 HP
7. Daya poros, $P_m = 416$ kW = 557,44 HP
8. Diameter poros impeller, $d_{sh} = 20$ (cm) = 0,2 (m)
9. Diameter hub impeller, $D_h = 25$ (cm) = 0,25 (m)
10. Diameter dalam impeller, $D_1 = 68$ (cm) = 0,68 (m)
11. Diameter luar impeller, $D_2 = 98$ (cm) = 0,98 (m)
12. Lebar sudu keluar, $b_2 = 45$ (cm); $b_2/2 = 22,5$ (cm) = 0,225 (m)

Berdasarkan nilai dari n_s maka ditentukan jenis impeller yaitu *low speed impeller* dengan isapan ganda dan pompa satu tingkat.

Efisiensi Pompa

1) Efisiensi mekanis, $\eta_p \approx 0,97$

2) Efisiensi volumetris, $\eta_v \approx 0,99$

3) Efisiensi hidrolis, $\eta_h \approx 0,92$

Sehingga efisiensi operasional pompa : $\eta_{op} \approx 0,97 \times 0,99 \times 0,92 = 0,88 \times 100\% = 88\%$

Perbandingan Impeller

Tabel 2. Perbandingan dimensi impeller

No.	Parameter	Satuan	Debit efektif, (Q_{ep})	
			2,07 m ³ /s	3,1 m ³ /s
1.	Head pompa, (H)	m	128	281
2.	Kecepatan spesifik, (n_s)	-	11,28	7,65
3.	Putaran pompa, (n)	rpm	422	422
4.	Daya air, (P_w)	kW	406	406
5.	Daya motor, (P_m)	kW	416	416
6.	Diameter poros impeller, (d_{sh})	cm	20	20
7.	Diameter hub impeller, (D_h)	cm	25	25
8.	Diameter dalam impeller, (D_1)	cm	68	68
9.	Diameter luar impeller, (D_2)	cm	98	98
10.	Lebar sisi masuk impeller, (b_1)	cm	11,47	12,78
11.	Lebar sisi keluar impeller, (b_2)	cm	15	22,5
12.	Sudut sudu masuk, (β_1)	°	19,4	25,4
13.	Sudut sudu keluar, (β_2)	°	25	32
14.	Kecepatan aliran masuk, (V_{r1})	m/s	5,28	7,1
15.	Luas penampang keluar, (A_2)	m ²	0,027	0,034
16.	Kecepatan absolut sisi keluar, (v_2')	m/s	30,9	48,56

Berdasarkan Gambar 5 dan 6 di dapatkan hasil seperti di Tabel 2. Analisis dan pengolahan data didapatkan bahwa nilai n_s sangat mempengaruhi bentuk dari impeller seperti sudut sudu dan efisiensi. Karena itu sebelum merancang dan menentukan bentuk impeller maka cari nilai dari n_s terlebih dahulu. Pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekanan, head kecepatan, dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu (Sularso dan Haruo Tahara,2000)

Pengaruh bentuk sudu dari suatu impeller akan mempengaruhi head teoritis pompa yang dihasilkan. Bentuk impeller mempunyai pengaruh yang besar terhadap head suatu pompa, khususnya untuk sudut keluar impeller yang merupakan sudut yang terbentuk dari garis kecepatan relatif fluida terhadap impeller dan perpanjangan garis kecepatan keliling dari sisi keluaran (Kennie A. Lempoy,2010).

Mengubah profil impeller agar efisiensi meningkat dan mendapatkan impeller yang lebih efektif dengan bantuan perangkat lunak CAD (Computer Aided Design/Drafting). Hasil optimalisasi didapat kinerja pompa meningkat dari 59% menjadi 61%. Sudut masuk fluida pada sudut sudu impeller dan sudut keluar impeller diusahakan diatas 10° (Fatkur Rachmanu,2016).

Pompa aksial yang dilengkapi dengan sudu impeller yang sudutnya dapat diubah-ubah. Salah satu untuk memperbaiki prestasi pompa aksial adalah dengan memvariasikan sudut sudu impeller. Dengan 5 variasi sudut sudu impeller dan kapasitas pompa divariasikan dari 0 l/s, 20 l/s, 30 l/s, 40 l/s, 50 l/s, 60 l/s dan 70 l/s untuk setiap sudut sudu impeller diperoleh efisiensi maksimum terjadi pada sudut sudu impeller 9°, kapasitas 60 l/s dan head efektif 8m adalah 36,46% (Abdi Hanra. S., dan Nisfan Bahri,2010).

PENUTUP

Simpulan

1. Pompa sentrifugal double suction type venus I-900.1000 yang digunakan, dimana dengan lebar sudu (b_2) impeller 15 cm untuk satu sisi diperoleh debit (Q) sebesar 2,07 m³/s, desain lebar sudu (b_2) impeller diperbesar menjadi 22,5 cm untuk satu sisi diperoleh debit (Q) sebesar 3,1 m³/s untuk satu buah pompa.
2. Dengan debit (Q) sebesar 2,07 m³/s didapat nilai head (H) sebesar 128 m dan debit (Q) sebesar 3,1 m³/s dan nilai head (H) sebesar 281 m.

3. Lebar sudu impeller 15 cm untuk satu sisi diperoleh efisiensi sebesar 87% sedangkan desain lebar sudu impeller diperbesar menjadi 22,5 cm untuk satu sisi diperoleh efisiensi sebesar 88%.

Saran

1. Bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian tentang analisa perancangan pompa diharapkan untuk melakukan simulasi aliran sebelum mengaplikasikannya dilapangan.
2. Untuk merancang dan menentukan tipe impeller harus diketahui dahulu nilai putaran spesifik (n_s) dari pompa tersebut.
3. Memperbaiki keseimbangan impeller karena dapat menghemat energi.
4. Untuk kedepannya pompa dengan desain impeller 45 cm dapat digunakan pada rumah pompa di kantor seksi operasi dan pemeliharaan pompa di jakarta sebagai solusi distribusi air untuk memenuhi kebutuhan air maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. "Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Citarum Raw Water Supply Project For Pejompongan Raw Water Pipeline". Manual Book. PT. VIRAMA KARYA. Jakarta.
- Gunadi,Wukir S. 2014. "Analisis Performa Pompa Merk Panasonic Tipe GP-129JXX Berbagai Jenis Fluida". LAPORAN. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam 45 Bekasi.
- Hanra. S.,Abdi, dan Bahri,Nisfan. 2010. "Pengaruh Sudut Sudu Impeller Terhadap Prestasi Pompa Aksial". (22 Agustus 2017). [polmed.ac.id/jurnal/index.php/POLIMEDIA/article/view/14].
- Karassik,Igor J.,et al. 1976. "Pump Handbook". McGraw-Hill, Inc.
- Lempoy,Kennie A. 2010. "Desain Bentuk Sudut Sudu Arah Radial Pada Pompa Sentrifugal". JURNAL TEKNIK MESIN. Vol.08.
- Rudianto,Rohmad. 2009. "Gesekan Pada Aliran Fluida". Katalog FENOMENA DASAR MESIN. Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Malang.
- Sularso, dan Tahara,Haruo. 2000. "Pompa dan Kompresor : Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan". Cetakan ke-7. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wahyudi,Ilham. 2013. "Analisis Perancangan Pompa Guna Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih PDAM Kota Probolinggo". LAPORAN. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Winarno,Uji. 2007. "Perencanaan Impeller Dan Casing Volute Pompa Sentrifugal Aliran Radial Untuk Kebutuhan Rumah Tangga". TUGAS AKHIR. Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana.
- Yanto,Tri. 2016. "Perencanaan Impeller Pompa Sentrifugal Dengan Kapasitas 58 Liter/Detik Head 70m Dengan Putaran 2950rpm Penggerak Motor Listrik". PUBLIKASI ILMIAH. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.