

Karakteristik Pompa Sentrifugal dengan Modifikasi Diffuser dan Lock Nut Impeller Berbentuk Helical Inducer

Bramantya, M. A., Sugiyono, dan Rivani, P.

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,
Jln. Grafika No. 2, Yogyakarta 55281. Indonesia.
E-mail: bramantya_99@yahoo.com

Abstrak

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa yang penggunaan sangat luas dengan parameter head dan kapasitas yang dihasilkan. Berbagai usaha dalam perancangan telah dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja suatu pompa sentrifugal dengan karakteristik dan unjuk kerja yang maksimal. Tulisan ini akan memaparkan hasil penelitian tentang karakteristik dan unjuk kerja pompa sentrifugal setelah dilakukan modifikasi berupa penambahan diffuser pada flens isap dan lock nut impeller berbentuk helical inducer. Pompa yang dimodifikasi adalah GRUNDFOS tipe NF 13-18 no 9199756 dengan fluida kerja berupa air bersih bersuhu 27°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pompa modifikasi menghasilkan head total dan efisiensi lebih baik daripada pompa semula.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, Diffuser, Lock Nut, Head dan Efisiensi

Pendahuluan

Pompa sentrifugal merupakan pompa yang paling banyak digunakan karena daerah operasinya yang luas, dari tekanan rendah sampai tekanan tinggi dan dari kapasitas rendah sampai kapasitas tinggi. Selain itu pompa sentrifugal juga mempunyai bentuk yang sederhana dan harga yang relatif murah. Pada pengoperasian pompa sentrifugal terjadi rugi-rugi yang disebabkan oleh berbagai hal. Diantaranya adalah rugi-rugi karena instalasi atau sistem perpipaan dan konstruksi pompa. Belokan, perbesaran dan pengecilan pipa, sambungan, dan kekasaran permukaan dalam pipa adalah beberapa penyebab rugi-rugi karena instalasi. Sedangkan perancangan bentuk dan dimensi yang tidak sesuai akan menyebabkan aliran balik pada pompa.

Banyak penelitian telah dilakukan untuk meminimalisir rugi-rugi tersebut. Termasuk beberapa perusahaan besar dunia yang telah berhasil meneliti, menemukan dan memproduksi alat-alat yang mampu mengurangi rugi-rugi pada instalasi dan konstruksi pompa sentrifugal.

Lee Kosla dan Michael Mutsakis [5] melakukan penelitian pada DuPont Chemical's Beaumont Tex, terutama mengenai rugi hidrolis pada elbow. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi kecepatan aliran menggunakan CRV (Cheng Rotation Vane) lebih merata daripada tanpa CRV. Sehingga CRV dapat mengurangi getaran dan daya yang dibutuhkan pada pompa. CRV mampu menaikkan kapasitas dari 1,086 gal/min menjadi 1,135 gal/min, menurunkan daya input dari 43 HP menjadi 40 HP, dan menaikkan head pompa dari 81 ft menjadi 88 ft.

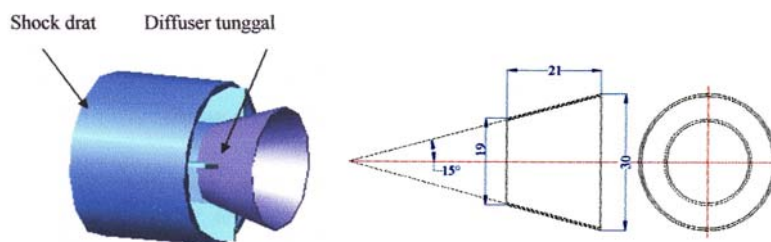
Dah Yu Cheng, dkk [1] meneliti penambahan alat berbentuk seperti diffuser bertingkat yang ditempatkan pada perbesaran pipa. Alat ini dikenal dengan nama Large Angle Diffuser (LAD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa LAD dapat menghilangkan terjadinya aliran separasi dan aliran balik pada perbesaran pipa. Sehingga turbulensi yang menyebabkan rugi hidrolis yang besar dapat dihindari.

LAD menghilangkan gradient kecepatan tinggi pada pusat aliran dan menggantinya dengan aliran yang lebih merata.

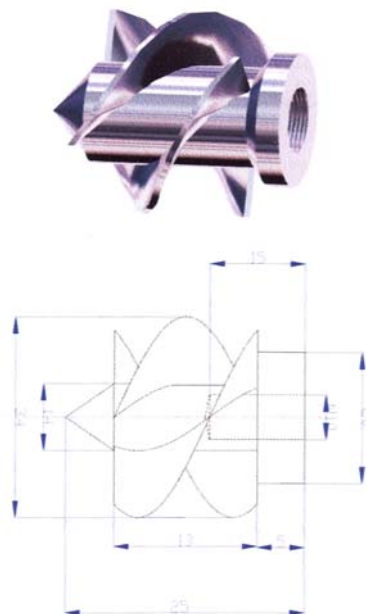
Dengan menggunakan CRV dan LAD yang dikombinasi dapat mengurangi rugi tekanan sehingga menaikkan efisiensi dan daya output. Pada penelitian tersebut, yang dilakukan dengan mengurangi kehilangan tekanan sebesar 40 inchi kolom air, maka efisiensi turbin naik 5% dan daya output naik 6%.

Alat berupa inducer juga mampu menaikkan head total pompa sebesar 5%. Inducer adalah semacam spiral terletak di depan impeller yang menyatu pada poros yang sama dengan impeller itu. Tujuannya adalah untuk menambah tenaga pada pompa, menaikkan tekanan pada sisi isap ke level tekanan yang diperlukan. Inducer juga dapat mengurangi getaran yang terjadi pada pompa.

Flens isap pada pompa sentrifugal terdapat perbesaran pipa. Penambahan difuser (gambar 1) pada bagian ini diharapkan dapat memperbaiki pola aliran fluidanya sebagaimana LAD. Inducer diidentikkan dengan lock nut impeller. Modifikasi dari lock nut impeller konvensional yang rata menjadi helical inducer (gambar 2) diharapkan mengurangi separasi dan aliran balik. Kedua hal itulah yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diffuser

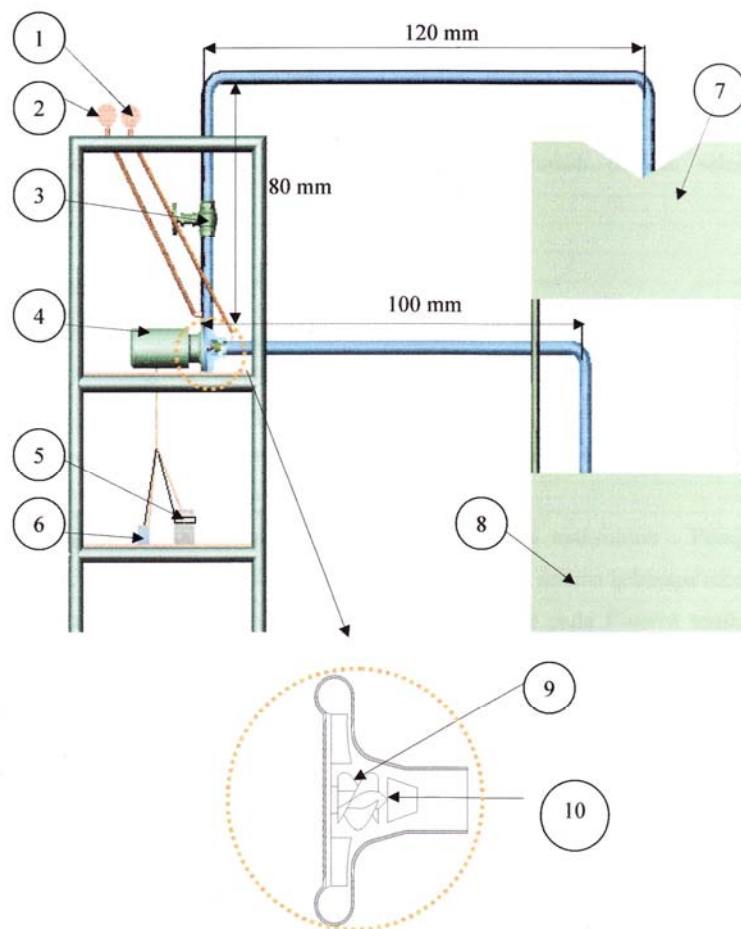


Gambar 2. Lock Nut Helical Inducer

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pompa sentrifugal aliran radial dengan impeller berjenis terbuka satu tingkat, isapan tunggal buatan Grunfos tipe NF 13-18 no 96199756. Fluida kerjanya adalah air bersih bersuhu 27°C . Benda uji berupa diffuser dan lock nut impeller yang dimodifikasi, keduanya terbuat dari besi ST 40 yang dikerjakan dengan mesin bubut. Sudut kemiringan diffuser ditentukan dari sudut kemiringan pembesaran yang terdapat pada rumah pompa yaitu 15° .

Lock nut impeller dimodifikasi bagian depan berbentuk helical inducer. Bentuk helical dimaksudkan untuk mengarahkan aliran langsung ke impeller dengan jalan memutar. Sedangkan instalasi penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.



Keterangan gambar :

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1. Manometer vakum | 6. Ampere meter |
| 2. Manometer compound | 7. V-notch |
| 3. Gate valve | 8. Reservoir |
| 4. Pompa sentrifugal | 9. Lock nut impeller modifikasi |
| 5. Multi meter | 10. Diffuser |

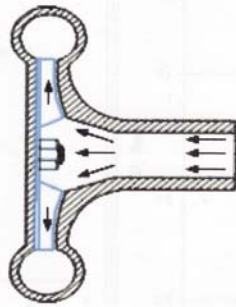
Gambar 3. Instalasi penelitian

Penelitian dilakukan dengan 3 macam pengujian yaitu: pengujian pompa tanpa modifikasi, pengujian pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer, dan pengujian pompa dengan penambahan diffuser sekaligus lock nut berbentuk helical inducer. Parameter yang diukur adalah tekanan pada sisi isap dan buang, debit aliran, tegangan listrik, dan arus listrik.

Dengan mengatur katup pada saluran tekan akan memperoleh data tekanan pada flens isap dan tekan, arus, serta tegangan listrik yang berbeda untuk debit aliran yang berbeda. Dengan penggunaan rumus yang ada bisa diperoleh kurva karakteristik pompa.

Hasil dan Pembahasan

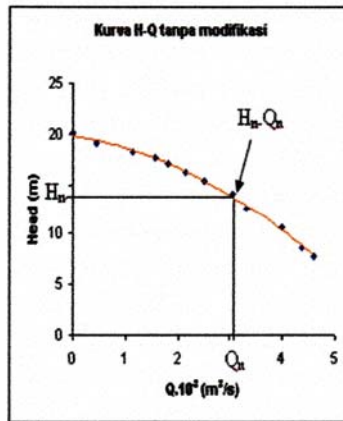
Hasil pengujian pompa tanpa modifikasi (gambar 4) ditabelkan dalam table 1. Kemudian dibuat kurva karakteristik dari pengujian itu sebagai bahan analisa.



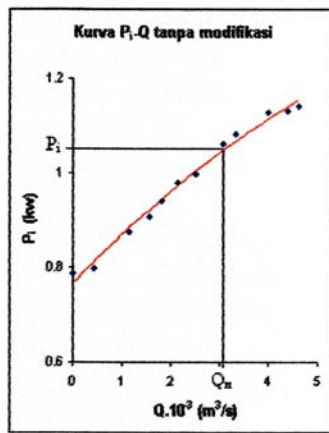
Gambar 4. Pompa sentrifugal tanpa modifikasi

Tabel 1. Hasil pengujian pompa tanpa modifikasi

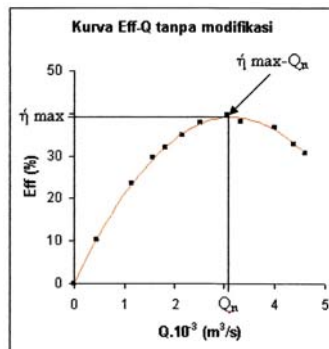
$Q_1 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$H_{T \text{ (m)}}$	$P_i \text{ (KW)}$	$P_o \text{ (KW)}$	Eff (%)
4.385964912	8.645	1.130425	0.370522	32.7772
4	10.582	1.1271	0.413629	36.69854
3.333333333	12.662	1.0829	0.412444	38.08695
3.067484663	14.031	1.0608	0.420586	39.64797
2.512562814	15.383	0.99675	0.377695	37.89267
2.155172414	16.233	0.979	0.341873	34.92059
1.805054152	17.055	0.9408	0.300833	31.97629
1.567398119	17.673	0.9072	0.270691	29.83802
1.149425287	18.292	0.87555	0.205459	23.46629
0.438596491	19.16	0.796975	0.082119	10.30385
0	20.0527	0.7875	0	0



Gambar 5. Kurva H-Q pompa tanpa modifikasi



Gambar 6. Kurva Pi-Q pompa tanpa modifikasi



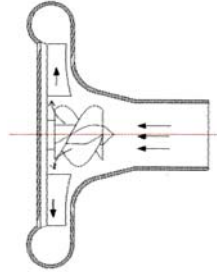
Gambar 7. Kurva η -Q pompa tanpa modifikasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa head pompa akan turun diikuti penambahan debit, demikian juga sebaliknya. Head maksimum hasil pengujian lebih tinggi dari head maksimum spesifikasinya. Hal ini terjadi karena pompa sentrifugal dengan impeller semi terbuka biasa dipakai untuk pompa limbah (cairan berviskositas tinggi), sedang pada pengujian ini digunakan fluida berupa air bersih.

Gambar 6 memperlihatkan daya input semu pompa semakin membesar seiring penambahan debit dan sebaliknya. Berdasar gambar 7 terlihat efisiensi pompa naik seiring penambahan debit

hingga mencapai efisiensi maksimum, kemudian menurun. Pompa sentrifugal tanpa modifikasi ini memiliki efisiensi maksimum 39.65% dan head total 14.03 meter pada debit 0.00313 m³/s.

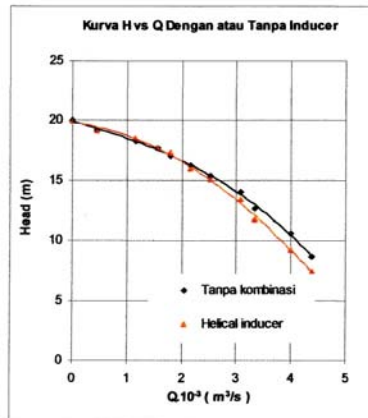
Hasil pengujian pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer (gambar 8) ditabelkan dalam table 2. Kemudian dibuat kurva karakteristik sebagai bahan analisa.



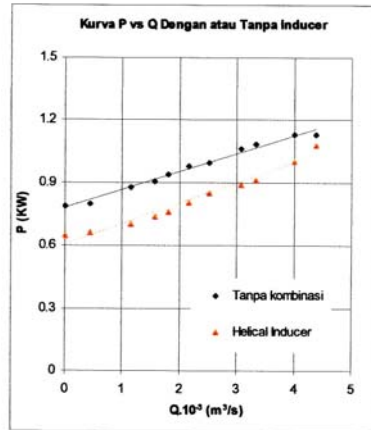
Gambar 8. Pompa sentrifugal dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer

Tabel 2. Hasil pengujian pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer.

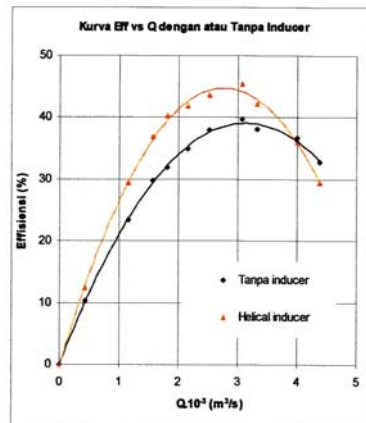
$Q_1 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$H_T \text{ (m)}$	$P_i \text{ (KW)}$	$P_o \text{ (KW)}$	Eff (%)
4.385964912	7.3912	1.0658125	0.316784	29.36416
4	9.198	0.9993375	0.359531	35.97698
3.333333333	11.7677	0.9120938	0.383313	42.02564
3.067484663	13.4256	0.8883	0.402439	45.30435
2.512562814	15.0443	0.846	0.369379	43.66184
2.155172414	15.9113	0.8012438	0.335097	41.82216
1.805054152	17.2792	0.7587938	0.304788	40.16739
1.567398119	17.6935	0.73485	0.271005	36.87889
1.149425287	18.493	0.70455	0.207717	29.48219
0.438596491	19.1715	0.6634	0.082168	12.38595
0	19.9577	0.6235	0	0



Gambar 9. Kurva H-Q pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer



Gambar 10. Kurva Pi-Q pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer

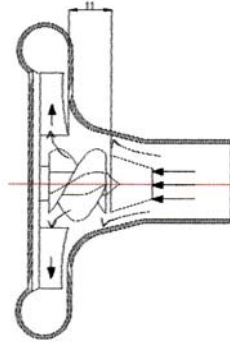


Gambar 11. Kurva η-Q pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer

Gambar 9 memperlihatkan kurva H-Q pompa dengan modifikasi lock nut impeller berbentuk helical inducer dan kurva pompa tanpa modifikasi. Kedua kurva menunjukkan tren yang hamper sama. Dalam kondisi shut-off terjadi penurunan head seiring kenaikan kapasitas. Pada modifikasi lock nut impeller, untuk debit kecil penurunan head hampir berhimpit tetapi pada debit besar penurunannya lebih besar bila dibandingkan dengan pompa tanpa modifikasi

Kurva Pi-Q diperlihatkan pada gambar 10. Pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer menunjukkan kurva yang lebih rendah. Pada semua debit, pompa hasil modifikasi menunjukkan daya input yang lebih rendah. Dengan head yang relative sama namun daya input yang lebih rendah maka efisiensinya akan meningkat. Hal ini terlihat pada gambar 11. dimana efisiensi pompa mengalami peningkatan dengan harga maksimum 45.30%. Sehingga performansi pompa sentrifugal dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer menjadi lebih baik.

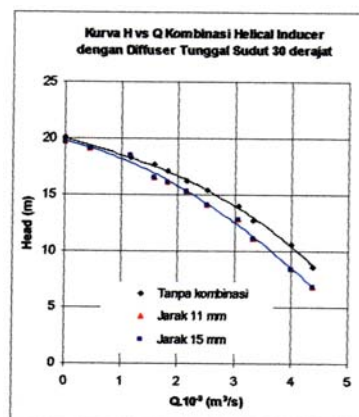
Hasil pengujian pompa dengan penambahan diffuser sekaligus lock nut berbentuk helical inducer (gambar 12) ditabelkan dalam table 3. Kemudian dibuat kurva karakteristik sebagai bahan analisa.



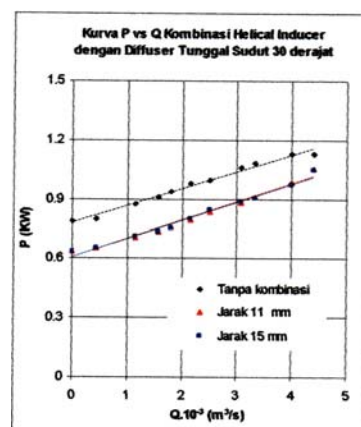
Gambar 12. Pompa dengan penambahan diffuser sekaligus lock nut berbentuk helical inducer.

Tabel 3. Hasil pengujian pompa dengan penambahan diffuser dan lock nut berbentuk helical inducer.

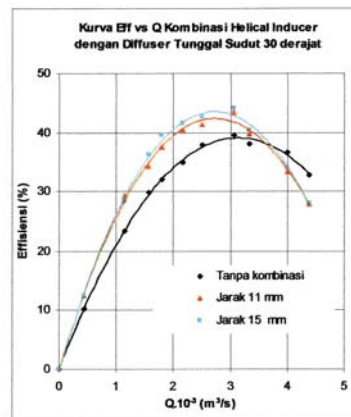
$Q_v \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$H_T \text{ (m)}$	$P_i \text{ (KW)}$	$P_o \text{ (KW)}$	Eff (%)
4.385964912	6.8344	1.0530625	0.292919986	27.81601
4	8.375	0.9828	0.327362	33.30912
3.333333333	11.107	0.91	0.361792013	39.75736
3.067484663	12.8126	0.883025	0.38406358	43.49408
2.512562814	14.099	0.836	0.346169417	41.40783
2.155172414	15.31	0.7961	0.322433879	40.50168
1.805054152	16.0543	0.756	0.283181624	37.45789
1.567398119	16.4822	0.73675	0.252451502	34.26556
1.149425287	18.4594	0.70685	0.207339376	29.33287
0.438596491	19.1445	0.6572	0.082052655	12.48519
0	19.876	0.63825	0	0



Gambar 13. Kurva H-Q pompa dengan penambahan diffuser dan lock nut berbentuk helical inducer



Gambar 14. Kurva P_i -Q pompa dengan penambahan diffuser dan lock nut berbentuk helical inducer



Gambar 15. Kurva η -Q pompa dengan penambahan diffuser dan lock nut berbentuk helical inducer

Gambar 13 memperlihatkan head pompa modifikasi memiliki tren yang lebih rendah daripada pompa tanpa modifikasi. Gambar 14 menunjukkan daya input pompa modifikasi lebih rendah dibanding tanpa modifikasi, sehingga efisiensinya menjadi lebih tinggi. Efisiensi maksimum pompa dengan penambahan diffuser dan lock nut berbentuk helical inducer adalah 43.49%, sedang pompa tanpa modifikasi adalah 39.65%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil modifikasi dapat menaikkan efisiensi sekitar 9.7% dari pompa semula

Kesimpulan

Dengan melakukan modifikasi didapat kurva-kurva karakteristik yang berbeda pada sebuah pompa sentrifugal. Bentuk kurva memiliki tren yang sama namun memiliki perbesaran nilai yang berbeda untuk tiap modifikasinya.

Pompa sentrifugal tanpa modifikasi mempunyai efisiensi maksimum 39.65%, pompa dengan modifikasi lock nut berbentuk helical inducer memiliki efisiensi maksimum 45.30%, sedang kombinasi antara penambahan diffuser dan modifikasi lock nut menghasilkan efisiensi maksimum 43.49%.

Daftar Pustaka

- [1] Cheng, Y.D., 2002, A New Tail Pipe Design GE Frame Type Gas Turbine to Substantially Lower Pressure Losses, *ASME Turbo Expo*, June 3-6 2002, Amsterdam, Netherland
- [2] Church, A., 1944, *Centrifugal Pump and Blower*, John Wiley & Sons, New York, USA.
- [3] Holzenberger, K., 1990, *Centrifugal Pump Lexicon*, KSB, Jerman.
- [4] Karassik, I., 1975, *Pump Handbook*, McGraw Hill, USA.
- [5] Kosla, L. dan Mutsakis, M., 1992, New in Pipe Conditioner Cuts Fluid Problem, *Chemical Engineering Magazine*, September.
- [6] Lazarkiewics, S., 1965, *Impeller Pump*, Pergamon Press, Warsawa, Rusia.