

Pengaruh *diffuser* pada flens isap dan *lock nut Impeller* berbentuk tirus terhadap karakteristik pompa sentrifugal

Bramantya, M. A.⁽¹⁾, Sugiyono⁽²⁾ dan Rama Doni⁽³⁾

^{(1),(2),(3)}Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,
Jln. Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia

Abstrak

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa yang mempunyai lingkup penggunaan yang sangat luas terkait dengan head dan kapasitas yang dihasilkan. Berbagai usaha dalam dunia perancangan telah dilakukan untuk menghasilkan 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 tirus. 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

Abstract

Centrifugal pump is a widely used pump in daily application related to its wide range of head and capacity. In recent years, a number of researches have done considerable work on the improvement of characteristic and performance of centrifugal pumps. This paper explained result of the experiment on the effect of diffuser and haggard lock nut impeller toward to characteristic and performance of the centrifugal pump. Type of the modified pump was GRUNDFOS NF 13-18 no. 9199756 with water 27°C as working fluids. The result showed that the total head and efficiency of the modified pumps was well improved.

Keywords: Centrifugal pump, diffuser, lock nut, head and efficiency

1. 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 telah berhasil meneliti, menemukan dan memproduksi alat-alat yang mampu mengurangi rugi-rugi pada instalasi dan konstruksi pompa sentrifugal.

Kosla dan Mutsakis [1] 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

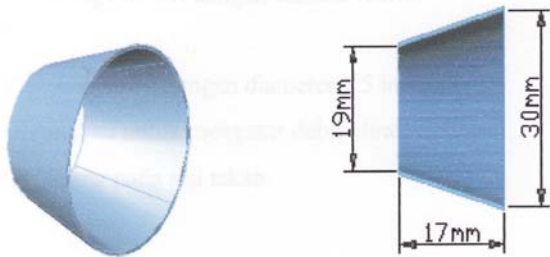
gal/min menjadi 1,135 gal/min, menurunkan daya input dari 43 HP menjadi 40 HP, dan menaikkan head pompa dari 81 ft menjadi 88 ft.

Cheng, dkk [2] 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 menghasilkan aliran yang lebih merata.

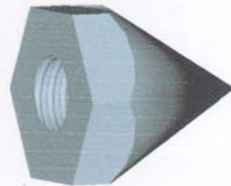
Dengan penggunaan CRV dan LAD yang dikombinasi ternyata dapat mengurangi rugi tekanan serta menaikkan efisiensi dan daya output. Penelitian tersebut dilakukan dengan mengurangi kehilangan tekanan sebesar 40 inchi kolom air dimana efisiensi turbin menjadi naik 5% dan daya output naik 6% dari harga normalnya.

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 dan menaikkan tekanan pada sisi isap ke level tekanan yang diperlukan. *Inducer* juga dapat mengurangi getaran yang terjadi pada pompa.

Pada flens isap pompa sentrifugal terdapat perbesaran pipa. Penambahan *diffuser* seperti disajikan pada Gambar 1 diharapkan dapat memperbaiki pola aliran fluida sebagaimana yang dihasilkan oleh LAD. Inducer diidentikkan dengan *lock nut impeller*. Modifikasi dari *lock nut impeller* konvensional yang rata kini diubah menjadi tirus seperti disajikan pada Gambar 2 diharapkan mengurangi separasi dan aliran balik. Kedua hal itulah yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diffuser



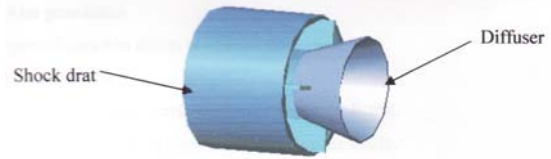
Gambar 2. Lock nut tirus

2. Metode Penelitian

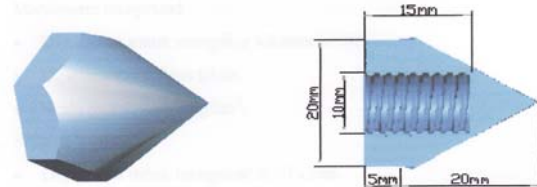
Penelitian ini menggunakan pompa sentrifugal aliran radial dengan *impeller* berjenis terbuka satu tingkat, isapan tunggal buatan Grundfos tipe NF 13-

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 18° seperti disajikan pada Gambar 3.

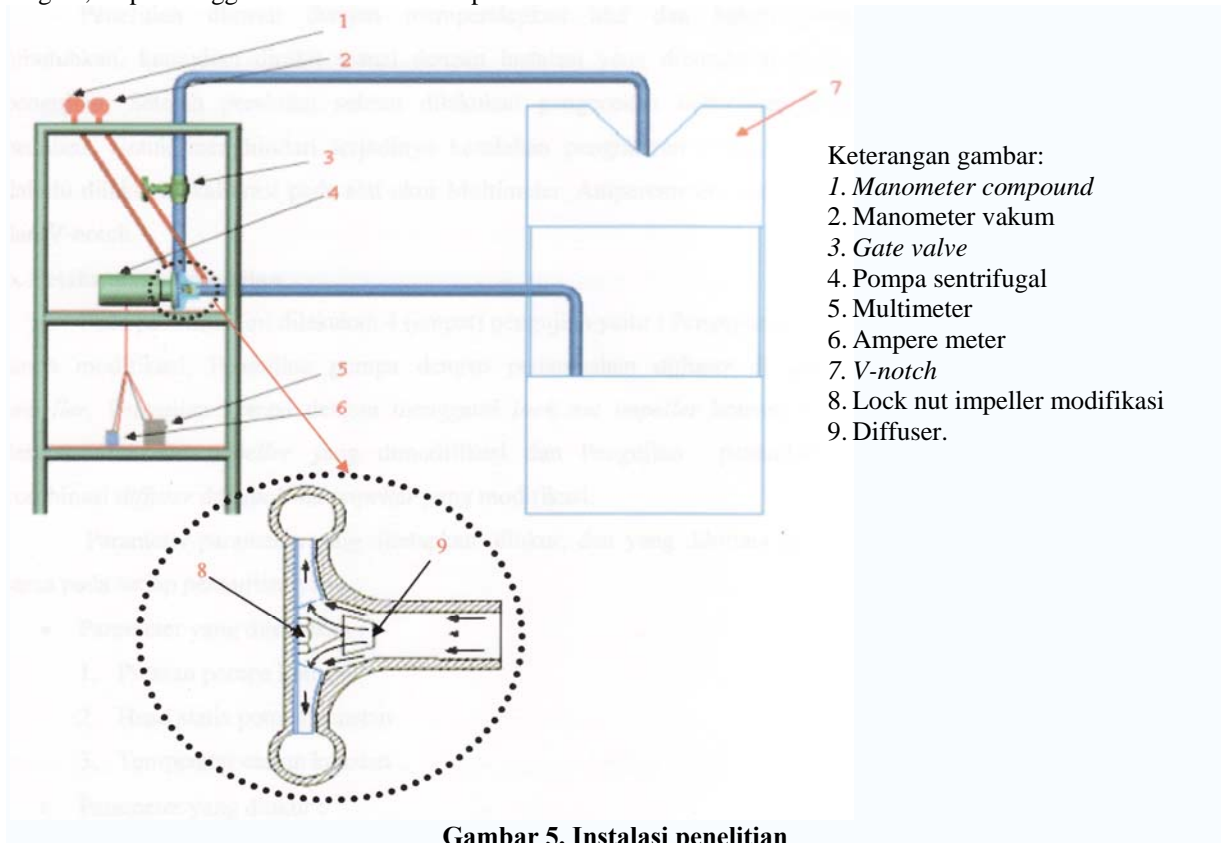
Lock nut impeller dimodifikasi dimana bagian depan berbentuk tirus dan bagian belakang berbentuk segi enam. Bentuk tirus dimaksudkan untuk mengarahkan aliran langsung ke *impeller* sehingga mengurangi separasi dan aliran balik. Bagian belakang berbentuk segi enam dimaksudkan untuk mempermudah penguncian nut seperti disajikan pada Gambar 4. Sedangkan instalasi penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Diffuser yang dilem ke shockdrat



Gambar 4. Lock Nut *impeller* yang telah dimodifikasi



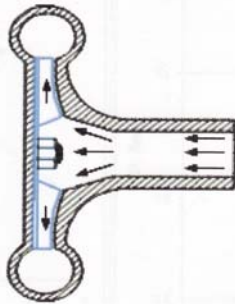
Gambar 5. Instalasi penelitian

Penelitian dilakukan dengan 4 macam pengujian, yaitu pengujian pompa tanpa modifikasi, pengujian pompa dengan penambahan *diffuser*, pengujian pompa dengan lock nut hasil modifikasi, dan pengujian pompa dengan penambahan *diffuser* sekaligus lock nut berbentuk tirus. 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 maka bisa diperoleh kurva dari karakteristik pompa.

3. Hasil dan Pembahasan

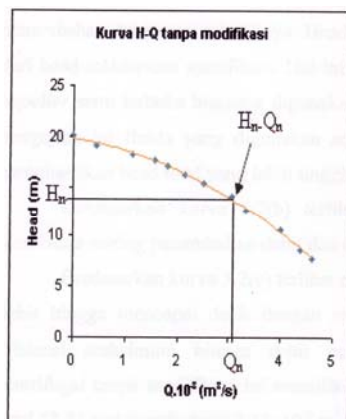
Hasil pengujian pompa tanpa modifikasi disajikan pada Gambar 6 dan disajikan dalam Tabel 1. Kemudian dari kurva karakteristik hasil pengujian itu dianalisa untuk mengetahui performansi dari pompa.



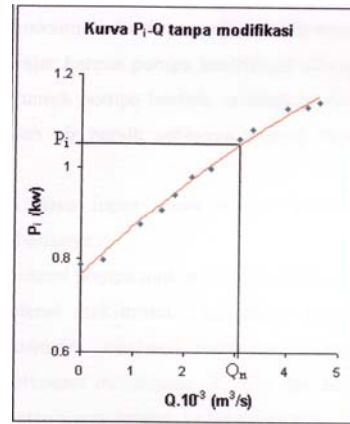
Gambar 6. Pompa sentrifugal tanpa modifikasi

Tabel 1. Hasil pengujian pompa tanpa modifikasi

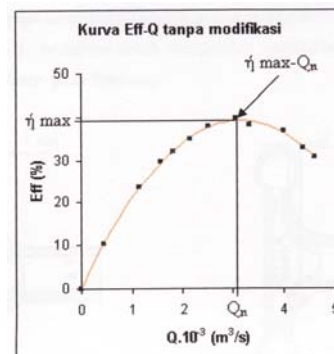
$Q_1 \times 10^{-3} (m^3/s)$	H(m)	Pi (KW)	Po (KW)	Efisiensi
4.608295	7.771	1.1414	0.350089	30.67189
4.385965	8.645	1.130425	0.370673	32.79062
4	10.582	1.1271	0.413799	36.71356
3.333333	12.662	1.0829	0.412612	38.10254
3.067485	14.031	1.0608	0.420758	39.6642
2.512563	15.383	0.99675	0.37785	37.90818
2.155172	16.233	0.979	0.342013	34.93488
1.805054	17.055	0.9408	0.300956	31.98938
1.567398	17.673	0.9072	0.270801	29.85023
1.149425	18.292	0.87555	0.205543	23.4759
0.438596	19.16	0.796975	0.082153	10.30807
0	20.0527	0.7875	0	0



Gambar 7.1. Kurva H-Q pompa tanpa modifikasi



Gambar 7.2. Kurva Pi-Q pompa tanpa modifikasi

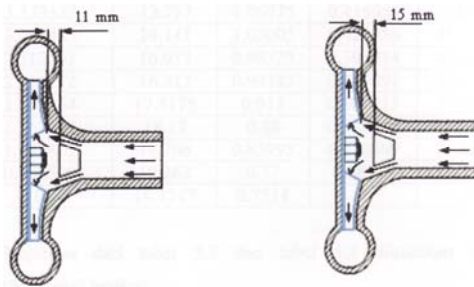


Gambar 7.3. Kurva η-Q pompa tanpa modifikasi
Gambar 7. Kurva hasil penelitian

Gambar 7.1 menunjukkan bahwa head pompa akan turun diikuti oleh 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 7.2 memperlihatkan daya input semu pompa semakin membesar seiring penambahan debit dan sebaliknya. Berdasar Gambar 7.3 terlihat bahwa efisiensi pompa naik seiring dengan penambahan debit hingga mencapai efisiensi maksimum, kemudian menurun kembali. Pompa sentrifugal tanpa modifikasi ini memiliki efisiensi maksimum 39.19% dan head total 13.51 meter pada debit 11,26 m³/jam.

Pompa uji dengan penambahan *diffuser* pada flens isap disajikan pada Gambar 8 dan disajikan dalam Tabel 2.1 dan 2.2. Kemudian dibuat kurva karakteristik sebagai bahan analisa seperti disajikan pada Gambar 9.



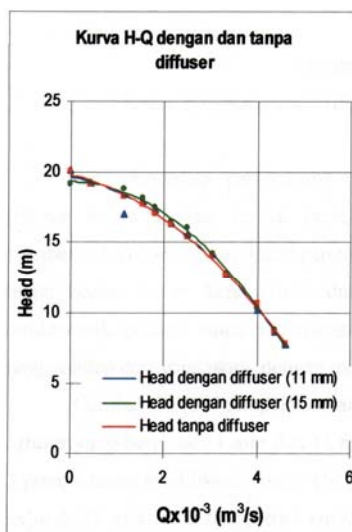
Gambar 8. Pompa uji dengan penambahan *diffuser*

Tabel 2.1. Hasil pengujian pompa dengan penambahan *diffuser* 11 mm

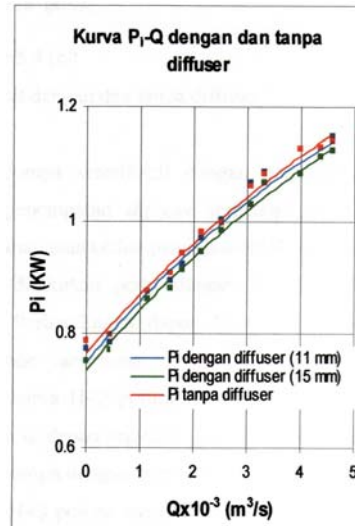
$Q_1 \times 10^{-3} (m^3/s)$	H (m)	Pi (KW)	Po (KW)	Efisiensi
4.608295	7.689	1.14745	0.346395	30.18822
4.385965	8.634	1.1124	0.370202	33.27955
4	10.157	1.0825	0.397179	36.69093
3.333333	12.768	1.085	0.416067	38.34715
3.067485	14.182	1.06575	0.425286	39.90485
2.512563	15.634	1.0005	0.384015	38.38231
2.155172	16.398	0.9701	0.345489	35.61374
1.805054	17.346	0.9219	0.306091	33.20221
1.567398	17.906	0.893025	0.274372	30.72384
1.149425	17.025	0.8619	0.191306	22.19587
0.438596	19.3005	0.78455	0.082755	10.5481
0	20.1612	0.7735	0	0

Tabel 2.2. Hasil pengujian pompa dengan penambahan *diffuser* 15 mm

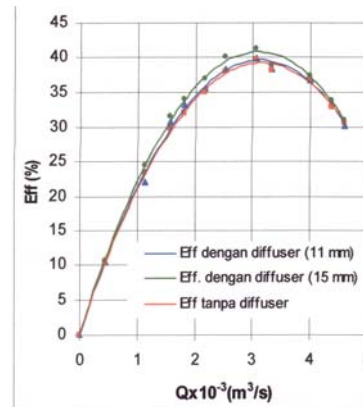
$Q_1 \times 10^{-3} (m^3/s)$	H (m)	Pi (KW)	Po (KW)	Efisiensi
4.608295	7.702	1.1232	0.34698	30.89213
4.385965	8.7755	1.1124	0.376269	33.82496
4	10.309	1.0825	0.403123	37.24001
3.333333	12.737	1.06575	0.415056	38.945
3.067485	14.141	1.03005	0.424056	41.16853
2.512563	16.037	0.98325	0.393914	40.06243
2.155172	16.512	0.94385	0.347891	36.85869
1.805054	17.5175	0.913	0.309117	33.85734
1.567398	18.17	0.88	0.278417	31.63827
1.149425	18.766	0.85995	0.210869	24.52113
0.438596	19.262	0.77	0.08259	10.72598
0	19.1247	0.7514	0	0



Gambar 9.1. Kurva H-Q pompa dengan penambahan *diffuser*



Gambar 9.2. Kurva Pi-Q pompa dengan penambahan *diffuser*

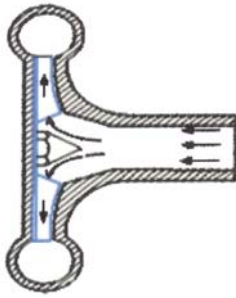


Gambar 9.3. Kurva η -Q pompa dengan penambahan *diffuser*

Gambar 9.1 memperlihatkan kurva H-Q pompa dengan penambahan *diffuser* berjarak 15 mm lebih tinggi daripada pompa tanpa *diffuser*, sedang head total pompa dengan penambahan *diffuser* berjarak 11 mm tidak mengalami banyak perubahan dibanding pompa tanpa *diffuser*.

Kurva Pi-Q diperlihatkan pada Gambar 9.2. Pompa dengan penambahan *diffuser* berjarak 15 mm menunjukkan kurva yang paling rendah. Dengan head lebih tinggi dan daya input rendah maka efisiensinya justru paling tinggi dengan nilai 40.8% seperti terlihat pada Gambar 9.3. Sehingga performansi pompa sentrifugal dengan penambahan *diffuser* pada perbesaran flens isap menjadi lebih baik. Jarak penempatan *diffuser* terhadap *impeller* sangat berpengaruh dan perlu diperhitungkan.

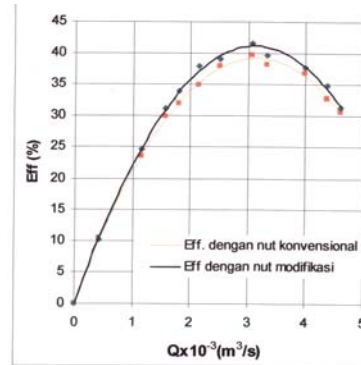
Pengujian pompa dengan lock nut *impeller* yang dimodifikasi disajikan pada Gambar 10. Kemudian dibuat kurva karakteristik sebagai bahan analisa dan hasilnya disajikan dalam Tabel 3.



Gambar 10. Pompa dengan lock nut tirus

Tabel 3. Hasil pengujian pompa dengan modifikasi lock nut *impeller*

$Q_1 \times 10^{-3} (m^3/s)$	H (m)	P_1 (KW)	P_o (KW)	Efisiensi
4.608295	8.0345	1.1556	0.36196	31.32224
4.385965	9.18	1.1286	0.393613	34.87619
4	10.8345	1.1232	0.423672	37.72011
3.333333	13.196	1.085	0.430014	39.63259
3.067485	14.4575	1.0416	0.433548	41.62323
2.512563	15.9465	1.0005	0.391691	39.14952
2.155172	16.9015	0.93955	0.356097	37.90082
1.805054	17.784	0.924	0.31382	33.96322
1.567398	18.212	0.893025	0.27906	31.24889
1.149425	18.958	0.85995	0.213027	24.77201
0.438596	19.536	0.8177	0.083765	10.24396
0	20.1787	0.7735	0	0

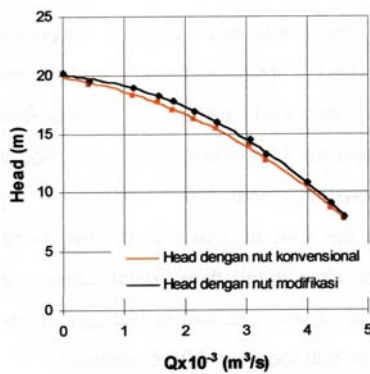


Gambar 11.3. Kurva η -Q pompa dengan lock nut konvensional dan modifikasi

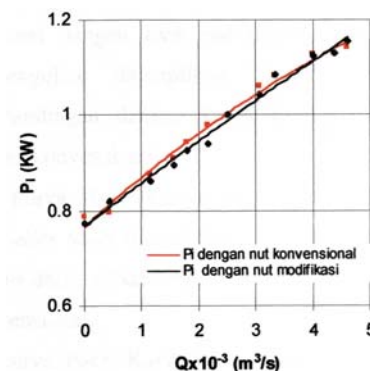
Gambar 11. Kurva pengujian pompa dengan lock nut *impeller*

Gambar 11.1 memperlihatkan head pompa modifikasi memiliki tren yang sama dengan tanpa modifikasi, namun lebih tinggi pada setiap debitnya. Gambar 11.2 menunjukkan daya input pompa modifikasi lebih rendah dibanding tanpa modifikasi, sehingga efisiensinya menjadi lebih tinggi. Efisiensi maksimum pompa modifikasi lock nut *impeller* adalah 41.12% seperti terlihat pada Gambar 11.3, sedang pompa tanpa modifikasi adalah 39.19%.

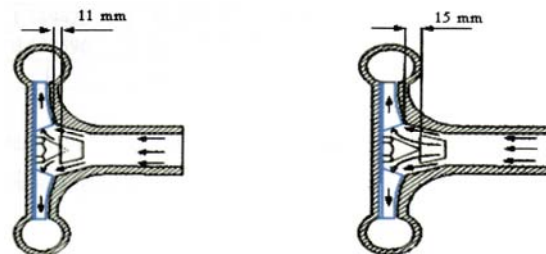
Pengujian pompa dengan penambahan *diffuser* pada flens isap sekaligus lock nut *impeller* yang dimodifikasi disajikan pada Gambar 12 dan hasilnya disajikan dalam Tabel 4. Kemudian dibuat kurva karakteristik sebagai bahan analisa.



Gambar 11.1. Kurva H-Q pompa dengan lock nut konvensional dan modifikasi



Gambar 11.2. Kurva P_i -Q pompa dengan lock nut konvensional dan modifikasi



Gambar 12. Pompa sentrifugal dengan lock nut tirus dan penambahan *diffuser* 11 mm (kombinasi A), 15 mm (kombinasi B)

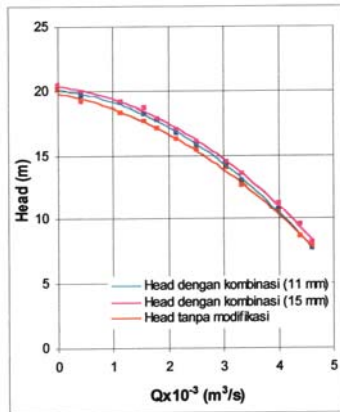
Tabel 4. Hasil pengujian kombinasi A dan B

$Q_1 \times 10^{-3} (m^3/s)$	H (m)	P_1 (KW)	P_o (KW)	Efisiensi
4.608295	7.7525	1.14745	0.349255	30.43753
4.385965	8.684	1.1258	0.372346	33.07386
4	10.742	1.105425	0.420055	37.99943
3.333333	12.967	1.07415	0.422551	39.3382
3.067485	14.3465	1.0464	0.430219	41.1142
2.512563	15.843	1.00625	0.389149	38.67316
2.155172	16.738	0.97455	0.352652	36.18617
1.805054	17.7205	0.933725	0.3127	33.48948
1.567398	18.246	0.882	0.279581	31.69856
1.149425	19.047	0.8619	0.214027	24.832
0.438596	19.5725	0.7974	0.083921	10.52438
0	20.1787	0.7735	0	0

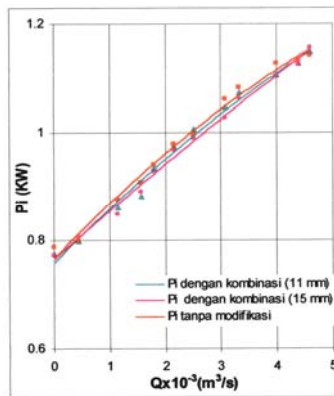
(Kombinasi A)

$Q_1 \times 10^{-3} (m^3/s)$	H (m)	P_i (KW)	P_o (KW)	Efisiensi
4.608295	7.7525	1.14745	0.349255	30.43753
4.385965	8.684	1.1258	0.372346	33.07386
4	10.742	1.105425	0.420055	37.99943
3.333333	12.967	1.07415	0.422551	39.3382
3.067485	14.3465	1.0464	0.430219	41.1142
2.512563	15.843	1.00625	0.389149	38.67316
2.155172	16.738	0.97455	0.352652	36.18617
1.805054	17.7205	0.933725	0.3127	33.48948
1.567398	18.246	0.882	0.279581	31.69856
1.149425	19.047	0.8619	0.214027	24.832
0.438596	19.5725	0.7974	0.083921	10.52438
0	20.1787	0.7735	0	0

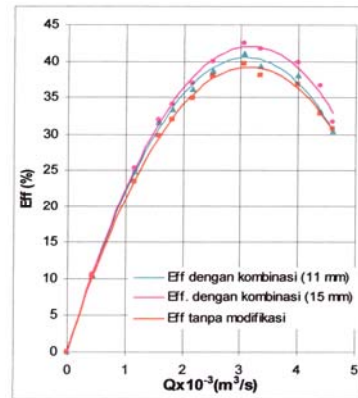
(Kombinasi B)



Gambar 13.1. Kurva H-Q pompa dengan dengan lock nut tirus dan penambahan *diffuser*



Gambar 13.2. Kurva P_i -Q pompa dengan dengan lock nut tirus dan penambahan *diffuser*



Gambar 13.3. Kurva η -Q pompa dengan dengan lock nut tirus dan penambahan *diffuser*

Gambar 13.1 memperlihatkan bahwa head total pompa dengan kombinasi B adalah yang tertinggi. Gambar 13.2 menunjukkan daya input pompa kombinasi B adalah paling rendah. Dengan head tinggi dan daya input rendah akan menghasilkan efisiensi yang tinggi. Hal ini terlihat pada Gambar 13.3 dimana efisiensi maksimum dicapai pada nilai 42%.

Performansi pompa sentrifugal dengan penambahan kombinasi *diffuser* dan lock nut *impeller* tirus menjadi lebih baik daripada pompa tanpa modifikasi. Hasil ini juga menunjukkan bahwa penempatan *diffuser* sangat mempengaruhi karakteristik dari pompa tersebut.

4. Kesimpulan

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

Pompa sentrifugal tanpa modifikasi mempunyai efisiensi maksimum 39.19%, pompa dengan penambahan *diffuser* berjarak 15 mm memiliki efisiensi maksimum 40.8%, pompa dengan lock nut *impeller* yang dimodifikasi mencapai efisiensi maksimum 41.2%, sedang kombinasi keduanya mencapai efisiensi maksimum 42%.

Modifikasi pompa dengan kombinasi *diffuser* berjarak 15 mm di depan *impeller* dan lock nut *impeller* tirus menunjukkan performansi yang paling baik.

Daftar Pustaka

- [1] Kosla, L. dan Mutsakis, M., 1992, *New in Pipe Conditioner Cuts Fluid Problem*, Chemical Engineering Magazine, September.
- [2] 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.

- [3] A. Church, 1944, *Centrifugal Pump and Blower*, John Wiley & Sons, New York, USA.
- [4] K. Holzenberger, 1990, *Centrifugal Pump Lexicon*, KSB, Jerman.
- [5] I. Karassik, 1975, *Pump Handbook*, McGraw Hill, USA.
- [6] S. Lazarkiewics, 1965, *Impeller Pump*, Pergamon Press, Rusia.