



SNIRT KE II TAHUN 2013

# SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 2013

INOVASI DAN REKAYASA TEKNOLOGI

## Menggali Potensi Energi Baru dan Terbarukan Di Daerah

# PROCEEDING



7 Agustus 1945 Cirebon - Indonesia

22 Oktober 2013

AN STUDI TEKNIK MESIN

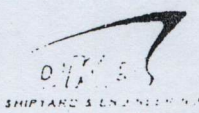
### ULTAS TEKNIK

17 AGUSTUS 1945 CIREBON

Jalan No. 17 Cirebon



CIREBON  
ELECTRIC POWER



**PERTAMINA**



ISSN : 2339-1146  
PROCEEDING

Seminar Nasional Inovasi dan Rekayasa Teknologi (SNIRT) ke-II  
Tahun 2013

Tema:

*Menggali Potensi Energi Baru dan terbarukan di Daerah*

Auditorium Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon Indonesia  
Selasa , 22 Oktober 2013

**Keynote Speaker;**

Ir.H. Eddy J. Danu.,MM  
(Wakil Direktur PT. Cirebon Electric Power )

Dr.Eng Agus Purwanto,ST.,MT  
(Akademisi UNS Surakarta )

**Reviewer :**

Dr. Ir. H. DEDI LAZUARDI, DEA (UNTAG Cirebon)  
Ir. Bambang Setiono .,MSc ( UNTAG Cirebon )  
Ir. Endang Achdi .,MT ( Universitas Pasundan )  
Ir. Hery Sonawan .,MT. (Universitas Pasundan )

*Hosted By;*

Department of Mechanical Engineering  
17 Agustus 1945 University of Cirebon

ISSN : 2339-1146



Diorganisasikan oleh;



Program Studi TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknik, UNTAG Cirebon  
Tahun 2013

## **Seminar Nasional Inovasi dan Rekayasa Teknologi ( SNIRT-II )**

Hak cipta © 2013 oleh Program Studi Teknik Mesin

**Honorary Committee ;**

Prof.Dr.A. DJALIL IDRIS SAPUTRA,Drs., MM.  
Dr. Hj. Erna, Dra., M.Si  
Dr. Ir. H. DEDI LAZUARDI,DEA

**Technical Program Committee;**

W. Djoko Yudisworo, ST.,MT  
Ir. Hery Sonawan., MT  
Junial Heri, ST.,MT  
Erfan Subiyanta, ST.,M.Eng  
Wasiran,ST, MT.  
Ir. Bambang Hermani, MT  
Endang Prihastuty, ST.,MT.  
Agus Siswanto ST.,MT  
Vidya Ikawati S.Si.,MT  
Muhammad Soleh,-ST-,MT



Kata Pengantar Panitia dari Panitia

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.*

Nahmaduhu Wanusholli Wanussalimu „Ala Rasulihil Karim.

Puji syukur alhamdulillah kita haturkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan anugerah berupa kemudahan dan kelancaran, sehingga hajat besar Fakultas Teknik UNTAG Cirebon untuk menyelenggarakan Seminar Nasional Inovasi dan Rekayasa Teknologi ke-II (SNIRT 2013) bidang IPTEK bagi Peneliti Akademisi, Praktisi dan Industri dapat terselenggara dan mendapatkan respon yang cukup menggembirakan, baik dari kampus, lembaga penelitian maupun dari lembaga pemerintah.

Seminar Nasional ini merupakan kegiatan ilmiah yang bertujuan untuk saling berbagi informasi dan pengalaman, ajang pertemuan menyambung silaturahmi antar Dosen di bidang Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Informatika, Teknik Industri dan bidang Teknik lain. Tema Seminar Nasional kali ini adalah : **"Menggali Potensi Energi Baru dan Terbarukan Di Daerah "** Perlu diketahui bahwa jumlah makalah yang masuk ke Panitia pada kegiatan Seminar Nasional ini meliputi beberapa bidang, diantaranya bidang mesin Konversi, Teknologi material, Energi alternative, manufacture industri, Kelistrikan dan informatika. Tentunya setelah melalui proses review dari Tim reviewer yang kompeten di bidang masing-masing, maka makalah tersebut cukup layak dipresentasikan dan akan dipublikasikan dalam bentuk prosiding.

Demikian sedikit prakata kami selaku Ketua Seminar Nasional Inovasi dan Rekayasa Teknologi ke-II Tahun 2013, tidak lupa disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh anggota panitia Seminar Nasional atas waktu dan tenaganya, dan juga Pimpinan Universitas dan Fakultas serta semua pihak maupun sponsor yang telah membantu suksesnya penyelenggaraan acara ini, semoga Allah Ta'ala memberikan balasan yang lebih baik lagi.

Akhir kata dengan penuh kerendahan hati, saya atas nama seluruh panitia meminta maaf untuk segala kekurangan yang mungkin membuat kurang nyaman para peserta seminar dan semoga seminar ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi perkembangan iptek di masa yang akan datang.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.*

Cirebon, 22 Oktober 2012

Ketua Panitia,

W.Djoko Yudisworo, ST., MT

Sambutan Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.*

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmatnya, sehingga proceeding SNIRT II 2013 Fakultas Teknik ini dapat terbit. Tidak lupa disampaikan ucapan terima kasih kepada Rektor UNTAG 1945 Cirebon yang memberi dukungan baik materil maupun pemikiran pada pelaksanaan SNIRT. Demikian juga untuk panitia, mahasiswa, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berpartisipasi sehingga seminar ini dapat berlangsung.

Proceeding ini merupakan kumpulan makalah dari SNIRT II 2013, yang disumbangkan tidak kurang oleh 38 orang penulis dari 25 perguruan tinggi baik negeri maupun swasta.

Adapun kegiatan SNIRT II 2013 ini merupakan seminar nasional kedua yang diadakan oleh Fakultas Teknik UNTAG 1945, yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin, yang diharapkan dapat menjadi wadah untuk pertukaran informasi, kerja sama, sekaligus silaturahmi bagi dosen maupun peneliti di tingkat nasional. Pada seminar yang ke dua ini mengambil tema: **'Menggali Potensi Energi Baru dan Terbarukan Di Daerah'** yang diharapkan dapat mewadahi isu kekinian yang berguna bagi pengembangan maupun penerapan IPTEK di tanah air.

Akhir kata Kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh peserta SNIRT II 2013, yang telah berpartisipasi dalam menyumbangkan hasil pemikiran dan hasil penelitiannya serta presentasinya di seminar paralel. Semoga kehadiran proceeding SNIRT II 2013 ini dapat menambah keragaman sarana untuk menuangkan hasil pemikiran dan penelitian di Indonesia, serta dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.*

Cirebon, Oktober 2013

**DR. Ir. H. Dedi Lazuardi, DEA.**  
Dekan FT UNTAG 1945 Cirebon.

## AUDIT ENERGI PADA POMPA SENTRIFUGAL

Hery Sonawan<sup>1)</sup>, Irvan Amirulloh

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung  
Jl. Setiabudi No. 193, Bandung 40153  
Phone: 62-22-2019352, Fax: 62-22-2019349  
E-mail : [hsonawan@gmail.com](mailto:hsonawan@gmail.com)<sup>1)</sup>

### ABSTRAK

*Penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit. Pada bidang industri energi listrik, salah satu hal yang dapat dilakukan untuk menghemat energi adalah dengan meningkatkan efisiensi. Pompa adalah salah satu komponen penting pada sistem pembangkit listrik tenaga air, uap atau panas bumi (PLTA, PLTU dan PLTP). Jenis pompa yang digunakan di ketiga pembangkit listrik tersebut adalah pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mensirkulasikan dan menaikkan tekanan fluida di dalam sistem.*

*Kinerja pompa dipengaruhi beberapa faktor yaitu Head (H), debit (Q), kecepatan putar impeler (n), daya poros (P), dan efisiensi ( $\eta$ ). Setelah pompa dioperasikan dalam jangka waktu tertentu, kinerja pompa menurun hingga batas tertentu. Hal ini tentu saja akan menurunkan efisiensi sistem pembangkit secara keseluruhan. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka perlu dilakukan audit energi pada pompa sentrifugal dan motor listrik agar dapat diketahui kinerja pompa tersebut dalam kondisi sesaat. Sebagai bahan latihan, pompa sentrifugal yang akan diaudit adalah pompa sentrifugal yang ada di laboratorium Uji Prestasi Mesin Program Studi Teknik Mesin UNPAS Bandung. Sebagai pembandingan hasil audit dibutuhkan data-data komisioning atau data-data spesifikasi pompa dalam kondisi baru. Akan tetapi informasi tersebut tidak tersedia sehingga harus dilakukan uji prestasi untuk mendapatkan kurva karakteristiknya.*

*Dari hasil pembahasan data uji diketahui bahwa pompa dan motor listrik masih berada pada tingkat efisiensi yang tinggi yaitu 91,5% dan 92,7%. Motor listrik terpasang diketahui memiliki daya berlebih dibandingkan dengan daya hidrolik pompa, hal ini terlihat pada kondisi debit maksimum daya input motor listrik hanya 2,84 kW, padahal daya input motor maksimum adalah 8,05 kW atau hanya 35% dari beban maksimum yang dapat diterima motor listrik.*

*Kata kunci: audit energi, pompa, head, debit, daya, efisiensi*

### 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan suatu faktor penunjang yang sangat penting bagi perkembangan suatu bangsa secara menyeluruh. Di Indonesia, dengan semakin meningkatnya kegiatan industri dan jumlah penduduknya, maka kebutuhan energi listrik juga mengalami peningkatan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan listrik di Indonesia, antara lain ketersediaan sumber energi, harga bahan bakar, teknologi dan budaya masyarakat. Ketersediaan sumber energi yang terbatas menjadi pangkal utama permasalahan penyediaan energi listrik. Berdasarkan hal itu muncullah isu tentang penghematan energi atau konservasi energi. Konservasi energi adalah tindakan mengurangi jumlah penggunaan energi. Penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. Penghematan energi dapat menyebabkan berkurangnya

biaya, serta meningkatnya nilai lingkungan, keamanan negara, keamanan pribadi serta kenyamanan. Organisasi-organisasi serta perseorangan dapat menghemat biaya dengan melakukan penghematan energi, sedangkan penggunaan komersial dan industri dapat meningkatkan efisiensi dan keuntungan dengan melakukan penghematan energi.

Pada bidang industri energi listrik, salah satu hal yang dapat dilakukan untuk menghemat energi adalah dengan meningkatkan efisiensi. Untuk mengetahui nilai efisiensi, dapat dilakukan dengan audit energi pada mesin konversi energi. Pompa adalah salah satu mesin konversi energi penting baik yang digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga air, uap, atau panas bumi. Jenis pompa yang digunakan di ketiga sistem pembangkit tenaga listrik tersebut adalah pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mensirkulasikan fluida pada sistem.

Kinerja pompa dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu head, debit, putaran impeler, daya poros, momen puntir dan efisiensi. Setelah pompa dioperasikan dalam jangka waktu tertentu, kinerja pompa akan turun. Hal

ini mengakibatkan penurunan efisiensi sistem pembangkit secara keseluruhan, karena dengan konsumsi energi yang tetap tetapi daya yang dihasilkan berkurang. Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan audit energi pada pompa sentrifugal agar diketahui kondisi operasional pompa tersebut apakah masih bekerja pada efisiensi terbaik. Penelitian ini ditujukan untuk menilai kinerja sebuah pompa sentrifugal pada kondisi sesaat dengan melakukan audit energi. Pompa sentrifugal yang menjadi objek penelitian adalah pompa yang berada di Laboratorium Uji Prestasi Mesin Universitas Pasundan. Pompa ini dijadikan sebuah bahan latihan dalam melakukan audit energi. Prosedur dan hasil yang diperoleh nantinya dapat dijadikan sebagai panduan dalam melakukan audit energi yang nyata di industri.

## 2. Metodologi

Audit pada pompa sentrifugal dan motor listrik dilakukan dalam dua tahap yaitu audit awal dan audit rinci. Audit awal merupakan langkah awal sebelum menentukan tindakan apa saja yang perlu dilakukan pada tahap selanjutnya.

Dalam audit awal, data-data spesifikasi motor listrik dan pompa sentrifugal dicatat yang nantinya dipakai sebagai data pembanding hasil audit. Apabila data-data ini tidak tersedia maka perlu dilakukan uji prestasi pompa. Dalam uji prestasi pompa, pengaturan beban motor listrik dan pompa perlu dilakukan, yaitu dengan pengaturan laju aliran air melalui katup. Perubahan beban melalui pengaturan laju aliran ini, dilakukan dengan membagi bukaan katup menjadi 31 bagian. Setiap bukaan katup membuka sebesar 3,2% dan dilakukan secara bertahap setiap kelipatannya hingga mencapai bukaan penuh (100%). Selanjutnya dalam sekali pengaturan laju aliran, pengukuran variabel pada motor listrik dan pompa sentrifugal harus dilakukan. Variabel yang harus diukur pada motor listrik antara lain tegangan listrik input, arus listrik input, dan faktor daya ( $\cos \phi$ ) di masing-masing fasa. Motor listrik yang menjadi objek dalam audit ini adalah motor listrik AC 3 fasa berdaya 10 hp. Sedangkan variabel yang diukur pada pompa sentrifugal adalah debit, head isap dan head keluar pompa sentrifugal.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan audit awal ditemukan fakta-fakta lapangan sebagai berikut:

- Pompa sentrifugal yang ada tidak memiliki data spesifikasi yang lengkap sehingga perlu dilakukan uji prestasi pada pompa tersebut.
- Pada sisi isap pompa tidak terdapat alat ukur tekanan sehingga diperlukan metode lain untuk mengukur tekanan isap.
- Pada *nameplate* motor listrik tidak terdapat data efisiensi dan faktor daya (*power factor*), sehingga untuk mendapatkan daya input harus dilakukan pengukuran tegangan, arus dan faktor daya secara

langsung.

Audit awal pada rangkaian motor listrik - pompa sentrifugal menghasilkan data-data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Motor Listrik

Kutub motor:	4 pole	
Daya (HP/kW):	10 / 7,5	
Connection:	Y	$\Delta$
Voltage ( $V_s$ , Volt):	220	380
Current ( $I_s$ , Amp):	26,4	15,2
Rotation (rpm):	1430	
Frequency (Hz):	50	

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pompa sentrifugal yang ada di Laboratorium Uji Prestasi tidak memiliki data spesifikasi maka untuk dapat melakukan audit energi pada pompa itu diperlukan uji prestasi pompa terlebih dahulu. Karena pompa dipakai tidak secara terus menerus dalam waktu yang lama maka audit energi dalam hal ini tidak dapat dilakukan sehingga digantikan dengan uji prestasi pompa. Prosedur yang digunakan baik untuk melakukan audit energi pompa maupun uji prestasi tidak begitu berbeda. Hanya saja jumlah data yang dihasilkan dalam uji prestasi lebih banyak karena harus dilakukan dengan pembebanan berbeda-beda.

Audit tidak hanya dilakukan pada pompa tetapi juga pada motor listrik karena pompa digerakkan oleh sebuah motor listrik. Pengukuran variabel pada motor listrik dan pompa sentrifugal menghasilkan data-data yang ditampilkan dalam tabel 2, 3, 4, 5 dan 6.

Tabel 2. Data Pengukuran Tegangan Motor Listrik.

NO	BUKAAN KATUP (%)	TEGANGAN (Volt)			RATA <sup>2</sup> (Volt)
		FASA U	FASA V	FASA W	
1	0	231	226	228	228,33
2	3,2	230	226	228	228,00
3	6,4	231	227	228	228,67
4	9,6	231	228	227	228,67
5	12,9	230	227	228	228,33
6	16,1	229	228	229	228,67
7	19,3	230	226	228	228,00
8	22,6	231	227	227	228,33
9	25,8	231	226	228	228,33
10	29	230	227	228	228,33

Tabel 3. Data Pengukuran Arus Motor Listrik.

NO	BUKAAN KATUP (%)	ARUS (Ampere)			RATA <sup>2</sup> (Amp)
		FASA U	FASA V	FASA W	
1	0	8,28	7,15	7,33	7,59
2	3,2	8,35	7,18	7,39	7,64
3	6,4	8,44	7,15	7,49	7,69
4	9,6	8,48	7,10	7,58	7,72
5	12,9	8,53	7,22	7,77	7,84
6	16,1	8,76	7,40	7,90	8,02
7	19,3	9,20	7,72	8,40	8,44
8	22,6	9,70	8,21	8,93	8,95
9	25,8	9,71	8,24	8,94	8,96
10	29	9,75	8,27	8,95	8,99



Tabel 4. Data Pengukuran Faktor Daya Motor Listrik.

NO	BUKAAN KATUP (%)	Cos φ			RATA <sup>2</sup>
		FASA U	FASA V	FASA W	
1	0	0,68	0,68	0,68	0,68
2	3,2	0,68	0,68	0,68	0,68
3	6,4	0,68	0,68	0,68	0,68
4	9,6	0,69	0,69	0,69	0,69
5	12,9	0,70	0,70	0,70	0,70
6	16,1	0,71	0,71	0,71	0,71
7	19,3	0,74	0,74	0,74	0,74
8	22,6	0,78	0,78	0,78	0,78
9	25,8	0,79	0,79	0,79	0,79
10	29	0,80	0,80	0,80	0,80

Pengukuran sebenarnya dilakukan hingga bukaan katup terbuka penuh, tetapi setelah bukaan katup 29% data tegangan, arus dan faktor daya cenderung tidak berubah. Dengan demikian ketiga data tersebut setelah bukaan 29% tidak ditampilkan. Hal itu menandakan bahwa beban motor listrik setelah bukaan katup 29% tidak berubah. Pengukuran juga dilakukan terhadap pompa sentrifugal dan menghasilkan data-data seperti dalam tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Data Pengukuran Debit Pompa Sentrifugal.

NO	BUKAAN KATUP (%)	DEBIT (Q, ltr/detik)
1	0	0,00
2	3,2	0,10
3	6,4	0,38
4	9,6	2,80
5	12,9	6,16
6	16,1	9,50
7	19,3	13,23
8	22,6	16,18
9	25,8	19,78
10	29	24,59

Tabel 6. Data Pengukuran Head Pompa Sentrifugal.

NO	BUKAAN KATUP (%)	Head Keluar (bar)	Head Masuk (m)	Head Total (t.H. m)
1	0	1,5	0,700	15,70
2	3,2	1,50	0,705	15,70
3	6,4	1,50	0,715	15,71
4	9,6	1,45	0,750	15,25
5	12,9	1,40	0,770	14,77
6	16,1	1,35	0,785	14,28
7	19,3	1,30	0,855	13,85
8	22,6	1,20	0,945	12,94
9	25,8	1,00	1,045	11,04
10	29	0,90	1,060	10,06

Data-data hasil pengukuran baik pada motor listrik maupun pompa sentrifugal kemudian diolah lebih lanjut untuk memperoleh parameter prestasinya dan ditunjukkan dalam tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Prestasi Motor Listrik.

NO	BUKAAN KATUP (%)	DAYA TERUKUR (P <sub>r</sub> , kW)	LOAD (%)	η <sub>motor</sub> (%)
1	0	0	0	0
2	3,2	2,05	25,49	92,66
3	6,4	2,07	25,66	92,66
4	9,6	2,10	26,14	92,66
5	12,9	2,17	26,93	92,66
6	16,1	2,25	27,94	92,66
7	19,3	2,47	30,65	92,66
8	22,6	2,76	34,24	92,66
9	25,8	2,80	34,73	92,66
10	29	2,84	35,29	92,66

Tabel 8. Prestasi Pompa Sentrifugal.

NO	BUKAAN KATUP (%)	DAYA POROS (BHP, kW)	DAYA HIDROLIK (WHP, kW)	η <sub>pompa</sub> (%)
1	0	0	0	0
2	3,2	1,90	0,02	0,80
3	6,4	1,91	0,06	3,04
4	9,6	1,95	0,42	21,37
5	12,9	2,01	0,89	44,11
6	16,1	2,08	1,32	63,45
7	19,3	2,29	1,79	78,14
8	22,6	2,55	2,04	79,92
9	25,8	2,59	2,13	82,16
10	29	2,63	2,41	91,58

Data-data prestasi motor listrik dan pompa sentrifugal yang ada dalam tabel 7 dan 8 dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut ini:

1. Daya input motor pada beban maksimum (P<sub>r</sub>, kW).

$$P_r = \frac{V_r \cdot I_r \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}}{1000} \quad \dots(1)$$

2. Daya input motor listrik (P<sub>i</sub>, kW).

$$P_i = \frac{V \cdot I \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}}{1000} \quad \dots(2)$$

3. Beban motor listrik (Load, %).

$$Load = \frac{P_r}{P_i} \cdot 100\% \quad \dots(3)$$

4. Efisiensi motor listrik (η<sub>motor</sub>, %).

$$\eta_{motor} = \frac{0,7457 \cdot BHP \cdot Load}{P} \times 100\%$$

5. Daya poros motor listrik (BHP, kW).

$$BHP = \eta_{motor} \times P \quad \dots(5)$$

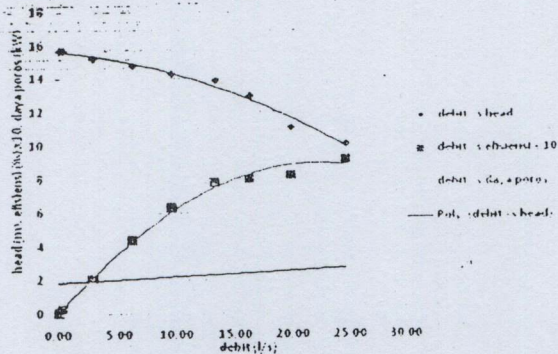
6. Daya hidrolik pompa (WHP, kW).

$$WHP = \frac{\rho g Q H}{1000} \quad \dots (6)$$

7. Efisiensi pompa sentrifugal (%).

$$\eta_{pompa} = \frac{WHP}{BHP} \times 100\% \quad \dots (7)$$

Kurva karakteristik pompa berdasarkan data-data uji prestasi adalah sebagai berikut:



Data hasil pengukuran menunjukkan prestasi motor listrik dan pompa sentrifugal masih berada dalam kondisi baik. Efisiensi motor listrik dan pompa sentrifugal masih berada dalam nilai tertinggi karena motor listrik dan pompa ini tidak dipakai secara terus menerus. Efisiensi motor listrik 92,7% dan pompa sentrifugal sebesar 91,6%. Berdasarkan pada angka-angka itu, secara teknik motor dan pompa masih dapat beroperasi dengan sangat baik untuk waktu yang panjang.

Motor listrik yang merupakan penggerak mula bagi pompa sentrifugal terlihat kelebihan daya. Data-data prestasi motor listrik (tabel 7) memperlihatkan pada pengaturan beban bukaan katup lebih dari 29%, tidak terjadi peningkatan daya motor listrik. Pada bukaan katup 29% itu daya motor listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan pompa hanya sebesar 2,84 kW padahal daya motor listrik yang tersedia maksimum 8,05 kW (dihitung dengan menggunakan persamaan 2). Beban motor listrik pada bukaan katup 29% itu hanya 35% dari beban maksimum yang tersedia pada motor listrik. Agar beroperasi pada kondisi lebih ekonomis, motor listrik berdaya 5 hp dapat dipilih. Selain itu motor listrik sebaiknya dioperasikan pada 50% - 100% dari beban maksimum, dan untuk kinerja optimal disarankan untuk beroperasi pada 60% - 80% dari beban maksimum [8].

Kegiatan audit energi pada pompa sentrifugal ini juga menghadapi berbagai kendala terutama terkait dengan kelengkapan alat-alat ukur. Pengukuran tekanan isap pompa dan debit aliran air dilakukan secara darurat dengan mengandalkan peralatan secukupnya. Hal ini dapat mengakibatkan kesalahan dalam perhitungan prestasi pompa sentrifugal.

#### 4. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari kegiatan audit energi pompa sentrifugal antara lain:

1. Pompa sentrifugal dan motor listrik masih berada pada tingkat efisiensi yang tinggi yaitu 91,6% dan 92,7%.
2. Motor listrik yang terpasang pada pompa sentrifugal kelebihan daya. Motor listrik berdaya 5 HP dapat dipilih sebagai alternatif untuk operasi yang lebih ekonomis.
3. Alat ukur yang terpasang pada instalasi pompa sentrifugal untuk mengukur parameter-parameter performansi pompa terbatas, sehingga harus dilengkapi.

#### Daftar Pustaka

1. Dietzel, Fritz. Sniyoko, Dakso. Turbin Pompa dan Kompresor, Erlangga, Jakarta, 1992.
2. Sularso, Tahara., Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
3. Mokhtar, Ali., Laporan Penelitian: Pengaruh Sistem Kerja Pompa Tunggal, Pompa Seri dan Pompa Paralel Terhadap Unjuk Kerja Pompa, Jurusan Mesin Universitas Muhammadiyah Malang, 2000.
4. Rudianto, Rohmad, Laporan Praktikum: Prestasi Mesin-mesin Konversi Energi, Teknik Mesin Universitas Brawijaya, 2009.
5. Santoso, Ilham Budi., Presentasi: Pengantar Untuk Pump Technology, Migas Indonesia.
6. United Nations Environment Programme (UNEP), Peralatan Energi Listrik, Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri di Asia, 2006.
7. Inco-Sumitomo, Modul Pompa, Technical Training Center.
8. US Department of Energy (US DOE), Fact Sheet: Determining Motor Load and Efficiency. Developed as part of: Motor Challenge, a Program of US DOE.