

REKONDISI MULTI PUMP TEST RIG



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Penyelesaian Studi Diploma III pada Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Oleh :

Resky Agustinus
05 35 034

Rudi Arikande
05 35 038

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

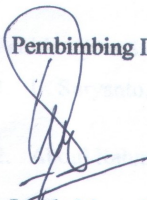
2008

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul : REKONDISI MULTI PUMP TEST RIG oleh Resky Agustinus, 05 35 034; Rudi Arikande, 05 35 038 telah diterima dan sahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar diploma tiga pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

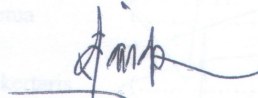
Makassar, Februari 2009

Pembimbing I



Ir. Laode Musa, MT.
Nip : 131 884 842

Pembimbing II



Ir. H. Chandra Buana, MT.
Nip : 131 964 666

Mengetahui

a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Mesin



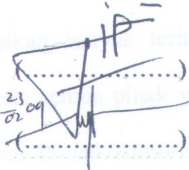
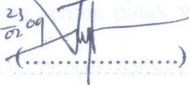




Muh. Tekad, S.T., MT.
Nip : 131 884 322

PENERIMAAN PANITIA UJIAN SIDANG

Pada hari ini, hari tanggal, panitia ujian sidang tugas akhir, telah menerima dengan baik hasil tugas akhir oleh Resky Agustinus, 05 35 034; Rudi Arikande, 05 35 038 dengan judul REKONDISI MULTI PUMP TEST RIG.

Makassar, Februari 2009

Panitia Ujian Sidang Tgas Akhir :

- | | | |
|------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ir. Suryanto, M.Sc. | Ketua |  |
| 2. Abdul Rahman, ST. | Sekretaris |  |
| 3. Ir. Abdi Wibowo, MT. | Anggota |  |
| 4. Ir. Firman, MT. | Anggota |  |
| 5. Ir. Laode Musa, MT. | Pembimbing I |  |
| 6. Ir. H. Chandra Buana, MT. | Pembimbing II |  |

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PENERIMAAN PANITIA UJIAN SIDANG	iv.
KATA PENGANTAR	iv.
DAFTAR ISI	iv.
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II : TEORI DASAR	4
2.1 Pengertian	4
2.2 Prinsip Kerja Pompa	4
2.3 Bagian-bagian Yang Terdapat Pada Pompa	5
2.4 Klasifikasi Pompa	6
2.5 Head	12
2.6 Daya Poros, Daya Air dan Efisiensi Pompa	19
2.7 Perawatan Pompa	21
2.8 Over Houl.....	23
2.9 Perbaikan Pompa.....	28
BAB III : METODE REKONDISI	33
3.1 Alat dan Bahan	33
3.2 Diagram Alir Rekondisi	34
3.3 Metode Rekondisi	35

3.3 Metode Pengambilan Data	60
BAB IV : ANALISA.....	67
4.1 Analisa Hasil Pengamatan	67
4.2 Pembahasan	75
BAB V : PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN I TABEL DATA DAN HASIL ANALISA SEBELUM REKONDISI
LAMPIRAN II TABEL DATA DAN HASIL ANALISA SETELAH REKONDISI
LAMPIRAN III KARAKTERISTIK POMPA SEBELUM REKONDISI
LAMPIRAN IV KARAKTERISTIK POMPA SESUDAH REKONDISI
LAMPIRAN V DIAGRAM MOODY DAN TABEL CP DAN RHO AIR



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala anugranya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir ini guna memenuhi salah satu program akademik di Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Tujuan utama teknik mesin adalah menyiapkan mahasiswa untuk mampu bekerja dengan kempuan dan keterampilan yang dimiliki oleh mahasiswa. Mengingat tujuan tersebut, laporan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan bekal keterampilan bagi mahasiswa.

Melalui kesempatan ini pula penulis menyampaikan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing serta semua pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini.

Walaupun penulisan ini telah kami rampungkan namun kami sadar bahwa laporan yang telah kami buat masih memerlukan perbaikan. Olehnya itu segala bentuk saran dan kritik yang sifanya membangun demi terbentuknya penulisan dan penyusunan ini dengan baik akan kami terima dengan lapang dada.

Makassar, September 2008

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu Pengetahuan dan teknologi yang semakin canggih sekarang ini diakibatkan oleh ilmu pengetahuan yang semakin maju. Dalam keadaan seperti ini timbul juga keahlian dibidang permesinan, dimana merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam sistem pembangkitan tenaga khususnya pada perusahaan yang bergerak dibidang industri. Selanjutnya, manusia terus berusaha melakukan berbagai penelitian untuk menghasilkan suatu sistem kerja yang efektif dan efisien. Salah satunya untuk bidang industri, yakni dengan terus mengupayakan peningkatan produktifitas pengaliran suatu fluida sebagai proses dari suatu mesin fluida.

Peningkatan produktivitas ini semakin diterapkan dalam persaingan global, terutama industri besar dan maju. Seiring dengan perkembangan teknologi tersebut, maka perkembangan mesin fluida juga ikut mengalami kemajuan. Dimana peralatan mesin fluida yang dikenal dengan mesin pompa.

Pompa banyak digunakan industri-industri, terutama yang berskala menengah keatas tertarik untuk meningkatkan system pengaliran suatu fluida pada industri mereka, khususnya untuk peningkatan system kerja yang efektif dan efisien pada suatu industri. Pompa merupakan salah satu bagian dari sistem mesin fluida yang sangat menarik untuk dipelajari.

Macam-macam pompa (multi pump) merupakan salah satu mesin yang dibutuhkan sebagai penunjang praktikum mesin konversi energi di program

studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin. Beberapa pompa yang digunakan dalam praktikum tersebut adalah :

- Pompa sentrifugal
- Pompa aksial
- Pompa turbin
- Pompa roda gigi

Politeknik Negeri Ujung Pandang secara umum dan Jurusan Teknik Mesin secara khusus banyak membutuhkan mesin pompa dalam Praktikum Multi Pump yang merupakan salah satu mata kuliah yang ada pada Program Studi Teknik Konversi Energi. Oleh karena itu diperlukan suatu mesin pompa yang memiliki kinerja baik serta efektif dan efisien, namun pada kenyataannya di laboratorium masih terdapat permasalahan mengenai perpomansi pompa pada saat praktikum akibat beberapa pompa yang digunakan pada praktikum multi pump yang ada pada Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah mengalami kerusakan oleh karena factor usia, sehingga sudah tidak efektif dan efisien lagi pada saat pengambilan data. Pada Proyek Akhir ini kami mengambil judul **Rekondisi Multi Pump Test Rig**

Dengan hasil rekondisi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan kualitas dan efisiensi alat pengujian multi pump pada Laboratorium Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya Laboratorium Mesin Konversi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diatas, maka didapatkan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan perbaikan pada pompa roda gigi, pompa axial, pompa sentrifugal, pompa turbin ?
2. Bagaimana melakukan evaluasi kinerja pompa roda gigi, pompa axial, pompa sentrifugal, pompa turbin ?
3. Bagaimana mengevaluasi efisiensi pompa roda gigi, pompa axial, pompa sentrifugal, pompa turbin ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk dapat melakukan perbaikan pada pompa roda gigi, pompa axial, pompa sentrifugal, pompa turbin.
2. Untuk dapat melakukan evaluasi kinerja pompa roda gigi, pompa axial, pompa sentrifugal, pompa turbin..
3. Untuk dapat mengevaluasi efisiensi pompa roda gigi, pompa axial, pompa sentrifugal, pompa turbin.

1.4 Batasan Masalah

Untuk lebih mempermudah rekondisi ini, maka penulis memberikan batasan permasalahan yaitu perbaikan pada pompa roda gigi, pompa axial, pompa sentrifugal, pompa turbin.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengertian

Mesin fluida yang sering juga disebut mesin hidrolik adalah mesin yang dibuat atau direncanakan untuk tujuan memindahkan energi baik dari fluida maupun ke fluida.

Apabila energi mekanik dari luar dipindahkan kesuatu fluida dimana fluida adalah cairan, maka alat itu disebut pompa sedangkan apabila fluida itu merupakan gas, maka alat itu disebut kompressor.

Bila energi fluida dimasukan ke dalam suatu system dan menghasilkan energi mekanik, maka mesin itu adalah motor hidrolika ataupun turbin (turbin gas ataupun cairan).

Pompa adalah suatu peralatan yang dapat memindahkan fluida cair dari suatu keadaan fluida yang diam menjadi energi kecepatan cairan atau dengan kata lain pompa bersifat paksaan.

2.2 Prinsip Kerja Pompa

Prinsip kerja dari pompa adalah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam hal ini adalah putaran poros yang kemudian diturunkan atau dikopel dengan impeler yang terdapat pada pompa, dimana impeler ini akan mengisap air dari sisi isap pompa dan kemudian menekannya keluar melalui sisi tekan pompa.

2.3 Bagian-Bagian Yang Terdapat Pada Pompa

Adapun bagian-bagian yang terdapat pada pompa adalah sebagai berikut :

a. Motor Listrik

Motor listrik merupakan alat untuk menggerakkan pompa, dimana motor listrik terjadi perubahan energi dimana energi listrik diubah menjadi energi mekanik.

b. Poros

Poros pada pompa pada umumnya adalah meneruskan daya bersama-sama dengan putaran yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa.

c. Bantalan

Bantalan merupakan alat yang digunakan sebagai tempat tumpuhan poros.

d. Impeler

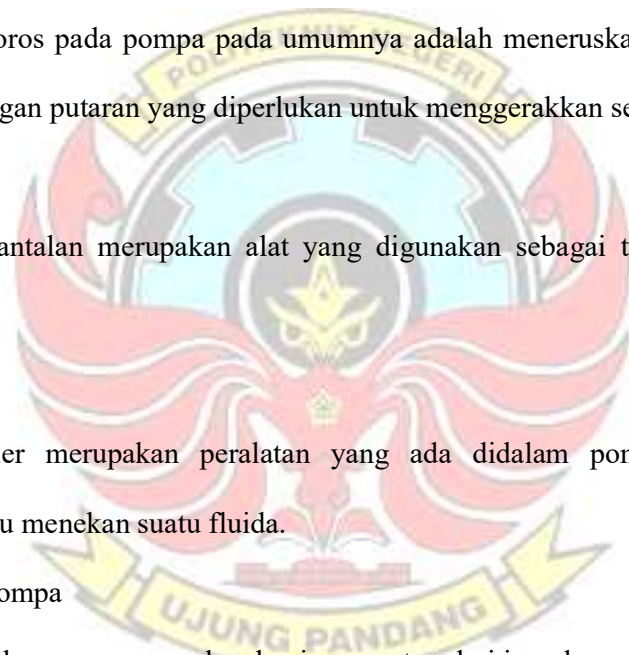
Impeler merupakan peralatan yang ada didalam pompa yang dapat mengisap atau menekan suatu fluida.

e. Rumah pompa

Rumah pompa merupakan bagian penutup dari impeler.

f. Pipa

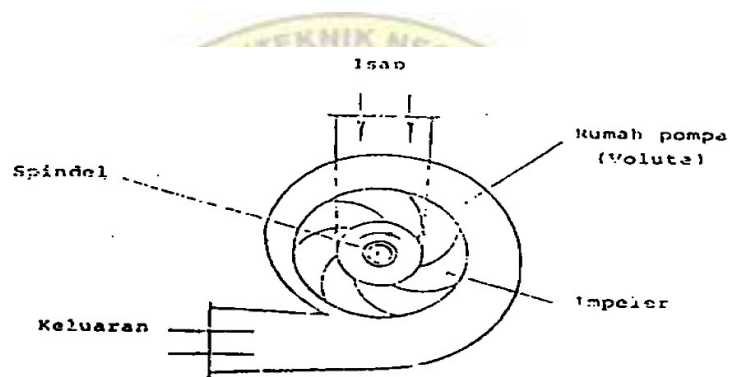
Pipa merupakan media atau tempat mengalirnya zat cair, baik zat cair yang diisap maupun zat cair yang ditekan.



2.4 Klasifikasi Pompa

2.4.1 Pompa sentrifugal

Pompa ini dioperasikan dengan bagian isap yang tergenang air. Impeler tunggal berputar di dalam rumah pompa, air masuk impeler arah aksial melalui lubang searah poros dan keluar mengelilingi keliling impeler ke rumah pompa. Pada waktu cairan melalui impeler, energi diberikan ke air melalui sudut yang melengkung pada impeler dengan tekanan dan kecepatan yang meningkat.



Gambar 1 Pompa sentrifugal. (Edwards, 1996; 6)

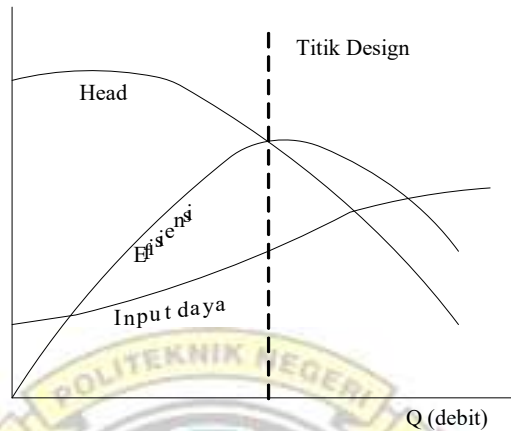
Pompa sentrifugal mampu memindahkan volume cairan yang besar tanpa tergantung pada katup atau ruang antara (*clearance*) yang halus dan pompa ini dapat bekerja pada katup keluaran tertutup tanpa meningkatkan tekanan yang sangat tinggi.

Kerugian pompa sentrifugal ialah:

- Tekanan keluaran terbatas.
- Tidak mampu memompa sendiri (*priming*).

Masalah ini dapat diatasi dengan membuat pompa dengan tingkat banyak pada poros yang sama selain itu, pemasangan alat dapat membantu

memompa sendiri (*priming*). Karakteristik pompa sentrifugal diperlihatkan pada Gambar 2.

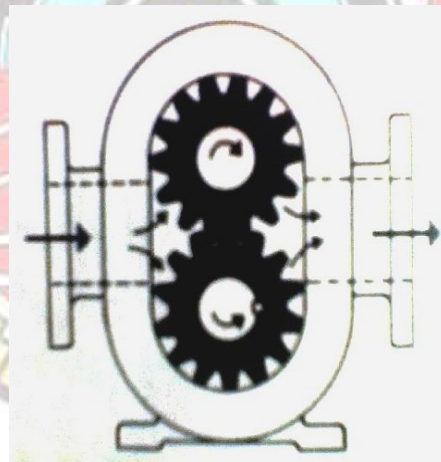


Gambar 2 Karakteristik pompa sentrifugal. (Edwards, 1996; 7)

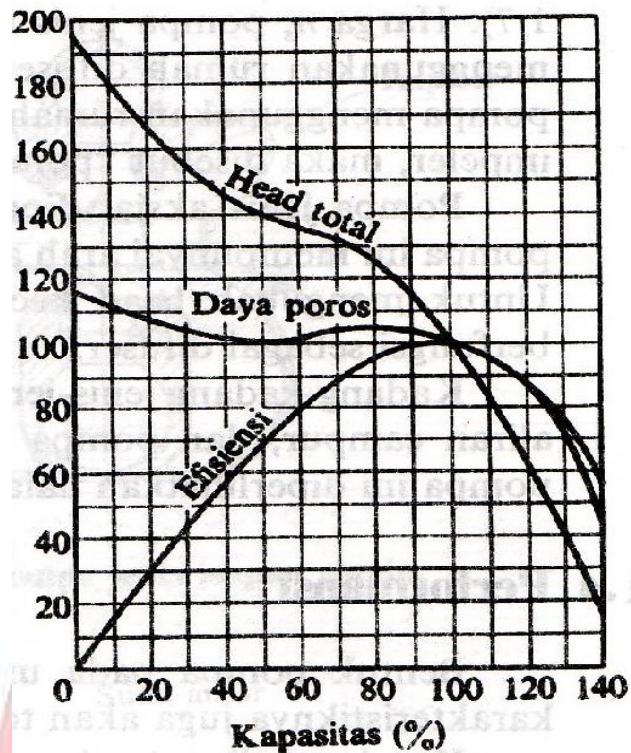
2.4.2 Pompa rotasi / roda gigi

Pompa roda gigi terdiri dari rumah pompa yang diam yang mempunyai roda gigi, baling-baling, piston, kam (*cam*), segmen, sekrup, dan lain-lain, yang beroperasi dalam ruang bebas (*clearance*) yang sempit. Sebagai ganti pelewatan cairan pada pompa sentrifugal, pompa roda gigi akan memerangkap cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup, hampir sama dengan piston pompa torak. Akan tetapi, tidak sama pompa torak, pompa roda gigi mengeluarkan cairan dengan aliran yang lancar (*smooth*). Sering dianggap sebagai pompa untuk cairan kental, pompa rotasi sekali-kali bukan terbatas hanya pada keperluan ini saja. Pompa ini akan mengalirkan setiap cairan yang tidak mengandung bahan-bahan padat yang keras. Dan bahan-bahan padat dapat saja terdapat di dalam cairan tersebut asalkan selimut uap yang menyelubungi rumah pompa dapat mempertahankan bahan padat tersebut dalam kondisi fluida.

Pompa ini merupakan jenis pompa rotasi yang paling sederhana. Apabila gerigi roda gigi berpisah pada sisi isap, cairan akan mengisi ruang yang ada diantara gerigi tersebut. Kemudian cairan ini akan di bawah berkeliling ditekan keluar apabila roda giginya bersatu kembali. Roda gigi itu dapat berubah gigi heliks-tunggal, heliks ganda atau gigi lurus. Beberapa desain mempunyai lubang fluida yang radial pada roda gigi bebas dari bagian atas dan akar gerigi sampai ke lubang dalam roda gigi. Ini akan memungkinkan cairan melakukan jalan pintas (By pass) dari satu gigi ke gigi lainnya, yaitu menghindarkan terjadinya tekanan berlebihan yang akan membebani bantalan secara berlebihan dan menimbulkan kebisingan.



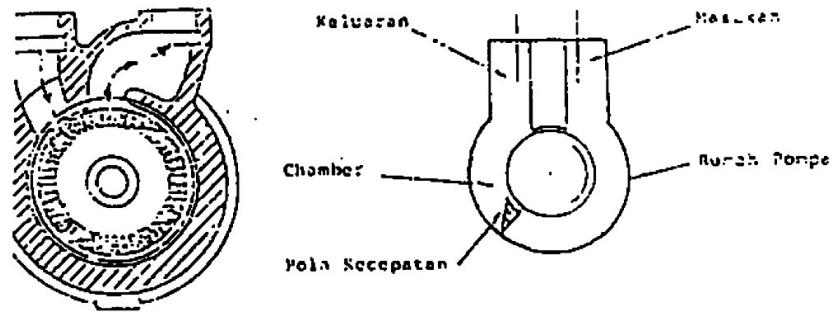
Gambar 3. Pompa rotasi roda gigi luar. (Edwards, 1996; 26)



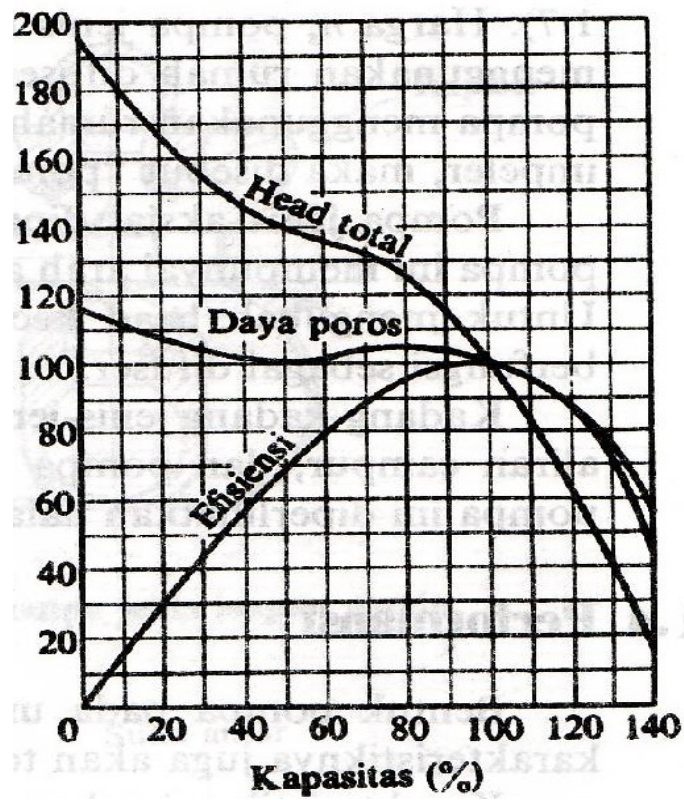
Gambar 4. Karakteristik pompa roda gigi. (Edwards, 1996; 30)

2.4.3 Pompa turbin

Pompa turbin dikenal juga sebagai pompa regeratif atau pompa periperal dengan sudut impeler lurus terletak di dalam rumah pompa. Pompa ini tak mampu priming sendiri dan dioperasikan dengan bagian sisi isap yang tergenang air. Jika rotor berputar, cairan terbawa mengelilingi ruang pada kecepatan yang bergerak dari nol pada permukaan rumah pompa sampai kecepatan maksimum pada permukaan rotor. Jika cairan tak begitu kental tak akan ada keluaran, sehingga pompa turbin dikelompokkan sebagai pompa cairan kental (*viskositas pump*).



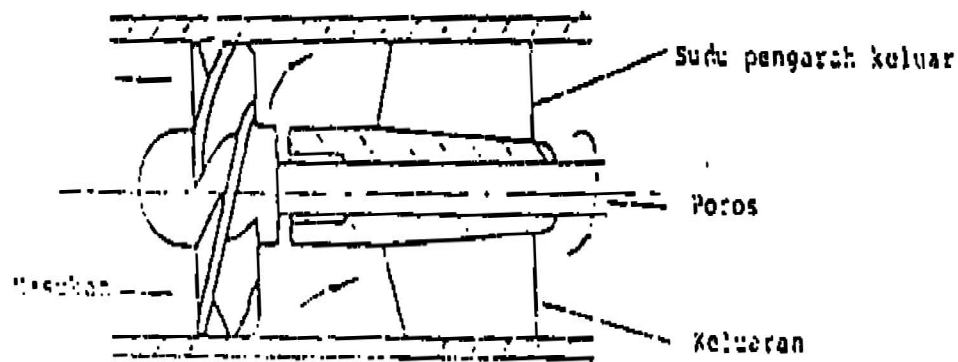
Gambar 5 Pompa turbin. (Edwards, 1996; 42)



Gambar 6 Karakteristik pompa turbin. (Edwards, 1996; 43)

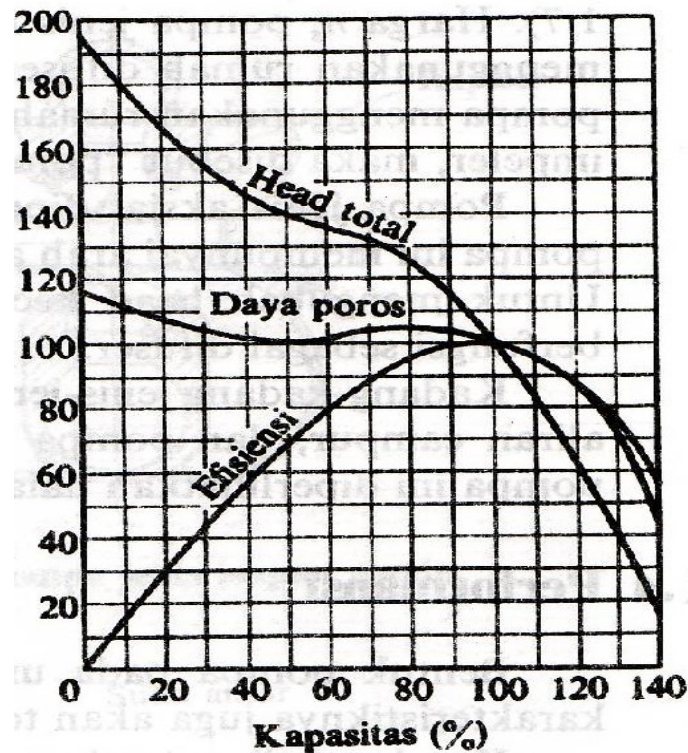
2.4.4 Pompa aksial

Pompa aksial mempunyai baling-baling gerak (*pitch propeller*) yang berputar didalam suatu rumah pompa dengan ruang antara (*clearance*) yang cukup halus antara baling-baling dan rumah pompa. Cairan masuk propeller pada arah aksial, melalui suatu cincin masukan sudu pengarah yang tetap. Pada waktu cairan melalui propeller, sudu-sudu memutar cairan sudu pengarah keluar akan mengubah cairan melalui pipa keluaran. Baling-baling (Propeller) pompa ini terpasang pada poros yang diperpanjang yang berputar pada suatu bantalan. Berdasarkan laju aliran yang cukup besar dibanding pompa lain, maka pada pengujian ini digunakan model bendungan untuk mengukur laju aliran air. Dengan demikian, tidak ada perubahan tinggi permukaan isap.



Gambar 7 Pompa aksial. (Edwards, 1996; 16)

Pompa aksial sangat cocok digunakan untuk kondisi laju aliran yang besar pada tinggi tekanan yang rendah, seperti untuk pembuangan air, irigasi. Makin tinggi kecepatan kerja, makin kecil dan murah pompa atau motor penggerak yang diperlukan. Karakteristik pompa aksial terlihat pada Gambar 8.



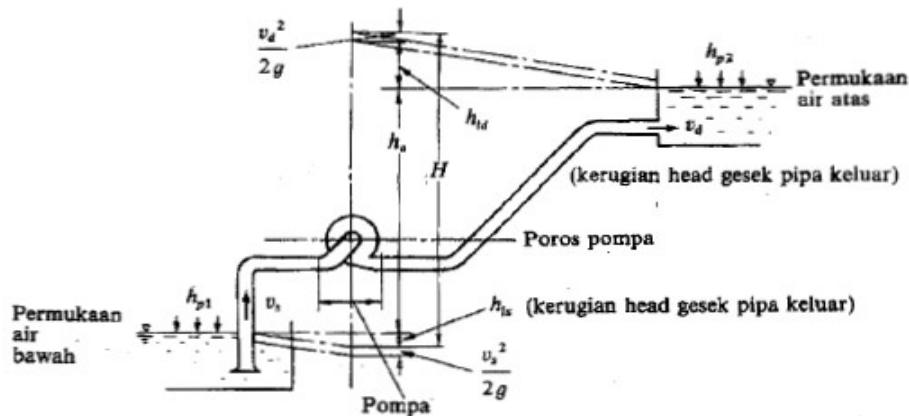
Gambar 8 Karakteristik pompa aksial. (Edwards, 1996; 17)

2.5 Head

2.5.1 Head total pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. Seperti yang diperlihatkan dalam gambar 9 di bawah ini, head total pompa dapat ditulis sebagai berikut :

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. Head total pompa dapat ditulis sebagai berikut :



Gambar 9 Head pompa .

Dari gambar di atas maka dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut : (Sularso, 1991;26)

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(2.1)$$

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 disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap.

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

g : Percepatan grafitasi (9,81 m/s²).

$v^2 / 2g$: Head kecepatan keluar (m).

2.5.2 Head kerugian

Head kerugian yaitu head untuk mengatasi kerugian-kerugian terdiri atas head kerugian gesek di dalam pipa-pipa dan head kerugian di dalam belokan-belokan, reduser, katup-katup, dsb.

a. Rumus Darcy - Wiesbach

Head kerugian gesek didalam pipa dipakai salah satu dari dua rumus berikut : (Sularso, 1991;28)

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(2.2)$$

- Dimana :
- V = kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)
 - λ = koefisien kerugian gesek
 - L = panjang pipa (m)
 - D = Diameter dalam pipa (m)

Selanjutnya untuk aliran yang laminar dan yang turbulen, terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen, dipakai bilangan Reynolds : (Sularso, 1991;28)

$$Re = \frac{vD}{\nu} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Dimana : Re : Bilangan Reynolds
- v : Kecepatan aliran di dalam pipa (m/s)
 - D : Diameter dalam pipa (m)
 - ν : Viskositas kinematik zat cair (m^2/s)

Pada $Re < 2300$, aliran bersifat laminar.

Pada $Re > 4000$, aliran bersifat turbulen.

Pada $Re = 2300 - 2400$ terdapat daerah transisi, dimana aliran dapat bersifat laminar atau turbulen tergantung pada kondisi pipa dan aliran.

(1) Aliran laminar

Dalam aliran laminar, koefisien kerugian gesek dalam pipa (f) dengan persamaan yang digunakan sebagai berikut : (Sularso, 1991;29)

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots(2.4)$$

(2) Aliran turbulen

Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa pada aliran turbulen dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

- Menentukan koefisien kerugian gesek

Untuk menentukan kerugian koefisien gesek (f) dapat dilihat pada diagram Moody yaitu hubungan antara $\frac{\epsilon}{D}$ dengan bilangan Reynold (Re) (Lampiran 5).

b. Kerugian head dalam jalur pipa

Dalam aliran melalui jalur pipa, kerugian juga akan terjadi apabila ukuran pipa, bentuk penampang, atau arah aliran berubah. Kerugian head ditempat-tempat transmisi yang demikian itu dapat dinyatakan secara umum dengan rumus :

Tabel 1. Koefisien kerugian belokan (*Sularso, 1991;34*).

Θ°		5	10	15	22,5	30	45	60	90
<i>f</i>	Halus	0,016	0,034	0,042	0,066	0,130	0,236	0,471	1,129
	Kasar	0,024	0,440	0,062	0,154	0,165	0,320	0,684	1,265

$$h_f = \frac{fv^2}{2g} \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana : *v* = kecepatan rata-rata didalam pipa (m/s)

f = koefisien kerugian, lihat Tabel 1

g = percepatan grafitasi (m/s²)

h_f = kerugian head (m)

Ada dua macam belokan pipa yaitu belokan lengkung dan belokan patah, untuk belokan lengkung sering dipakai rumus pada persamaan diatas.

c. Kerugian head di katup

Kerugian head pada katup dapat ditulis sebagai berikut : (*Karassik, Dkk, 2001;8.56*)

$$h_f = \frac{k v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.6)$$

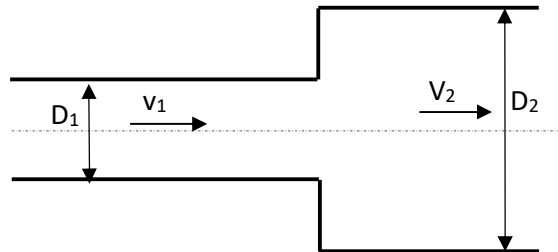
dimana :

v = kecepatan rata-rata di penampang masuk katup (m/s)

k = koefisien kerugian katup

h_f = kerugian head katup (m)

d. Pembesaran penampang pipa

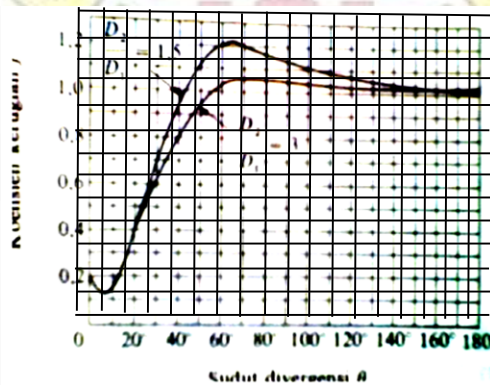


Gambar 10 Pembesaran penampang pipa secara mendadak.
(Karassik, Dkk, 2001; 8.56)

- Secara gradual



Gambar 11 Pembesaran penampang pipa secara gradual.
(Karassik, Dkk, 2001; 8.56)



Gambar 12 Koefisien kerugian pada pembesaran gradual (bentuk difuser).
(Karassik, Dkk, 2001; 8.64)

Kerugian head dapat dinyatakan dengan rumus :

$$H = k \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana : v_1 : kecepatan rata-rata di penampang yang kecil (m/s)

v_2 : kecepatan rata-rata di penampang yang besar (m/s)

k : koefisien kerugian

g : percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

h : kerugian head (m)

- Secara mendadak

Dalam hal ini kerugian head dinyatakan sebagai : (Sularso,1991;36)

$$h = k \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana : $k \approx 1$

e. Pengecilan penampang pipa secara mendadak



Gambar 13 Pembesaran penampang pipa secara mendadak.
(Karassik, Dkk, 2001;8.65)

Pengecilan penampang pipa secara mendadak dapat dinyatakan dengan rumus : (Sularso, 1991;36)

$$h = k \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana : harga k diberikan dalam Tabel 2.

Tabel.2 Koefisien kerugian bagian pipa dengan pengecilan penampang secara tiba-tiba. (Sularso, 1991;36).

(D1/D2)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
k	0,50	0,48	0,45	0,41	0,36	0,29	0,21	0,13	0,07	0,01	0

2.6 Daya Poros, Daya Air Dan Efisiensi Pompa

2.6.1 Daya air

Energi yang secara efektif yang diterima oleh air dari pompa persatuan waktu disebut daya air, yang dapat ditulis sebagai berikut : (Sularso, 1991;53)

$$P_w = \gamma Q H_t \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana : γ : berat jenis persatuan volume (N/m^3) = ρg

Q : kapasitas (m^3/s)

H_t : head total pompa (m)

P_w : daya air (kW)

Untuk menghitung kapasitas pompa digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = A . V \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana : Q = kapasitas (m^3/s)

A = luas penampang pipa (m^2)

V = kecepatan aliran (m/s)

Untuk Q = konstan, maka :

$$Q_1 = Q_2 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

2.6.2 Daya poros

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah :

(Edwards, 1996; 53)

$$P_p = \frac{2 \pi n T}{60} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana : n = putaran yang dihasilkan poros (rpm)

T = Torsi (J)

P_p = Daya poros (kW)

2.6.3 Efisiensi pompa

Efisiensi dari pompa sama dengan daya air dibagi dengan daya poros. (Dietzel, 1980; 250)

$$\eta_{mekanis} = \frac{P_w}{P_p} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\eta_{volumetris} = \frac{Q_{ideal}}{Q_{ideal} + Q_{bocor}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\eta_{hidrolis} = \frac{H_{ideal}}{H_{ideal} + H_{man}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\eta_{total} = \eta_{hidrolis} \times \eta_{volumetris} \times \eta_{mekanis} (\%) \dots\dots\dots(2.17)$$

2.6.4 Laju aliran air pada sistem bendungan segi empat

$$Q = \frac{2}{3} B \sqrt{2g} H^{3/2} \dots\dots\dots(2.18)$$

2.7 Perawatan Pompa

Perawatan pompa adalah suatu tindakan yang dilakukan dengan tujuan memperpanjang usia pakai, menjamin ketersediaan optimum dari peralatan, menjamin kesiapan operasional, dan menjamin keselamatan orang yang melaksanakan tugas perawatan. (*GAMBICA vol 2, 2001*).

Berdasarkan jenis kegiatan yang dilaksanakan, maka perawatan dibagi atas dua bagian, yaitu :

(a). Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*)

Perawatan pencegahan (*Preventiv Maintenance*) adalah kegiatan perawatan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang dapat mengakibatkan terhambatnya kegiatan produksi. Sebagai contoh : Kerusakan pada instalasi instalasi listrik, pompa-pompa, motor penggerak.

Adapun jenis perawatan pencegahan (*Preventiv Maintenance*) yang dilakukan untuk pompa adalah :

1. Perawatan harian

Perawatan harian adalah perawatan yang dilakukan setiap harinya.

Perawatan harian meliputi :

- Pengecekan tekanan minyak pada alat ukur tekanan (*Pressure gauge*).
- Pengecekan secara visual, tentang operasional pompa secara keseluruhan.
- Pemberian gemuk (*grease*) pada poros pompa atau pada bagian pompa yang bergerak.

- Pengecekan sistim perlistrikan pada pompa.
- Mencatat kegiatan perawatan harian pompa pada buku jurnal harian mesin.

2. Perawatan mingguan

Perawatan mingguan adalah perawatan yang dilakukan setiap minggunya.

Perawatan mingguan meliputi :

- Pengecekan oli seal rumah pompa dari adanya kebocoran.
- Mencatat kegiatan perawatan mingguan pompa pada buku jurnal harian mesin.

3. Perawatan berkala

- Perawatan berkala adalah perawatan yang dilakukan setiap satu tahun.
 - Perawatan berkala meliputi :
 - Pengecekan kebocoran rumah pompa yang disebabkan oleh karat, pada semua jenis pompa.
 - Penggantian oli seal rumah pompa.
 - Pengecekan kerapatan ulir I dan ulir II.
 - Penggantian ball bearing poros ulir yang menempel pada rumah pompa.
- Mencatat kegiatan perawatan buku jurnal harian mesin.

(b). Perawatan korektif (*corective maintenance*)

Perawatan korektif (*Corective Maintenance*) disebut juga dengan istilah reparasi (*repair*) yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan setelah terjadi kerusakan peralatan. Perawatan korektif meliputi : reparasi minor, terutama untuk rencana yang mungkin timbul diantara pemeriksaan, juga perbaikan (*overhaul*) terencana

2.8. Overhaul

1. Langkah awal pembongkaran

Tata cara pembongkara dan perakitan kembali pompa tidak sama antara satu dengan yang yang lain karena tergantung pada jenis dan konstruksinya. Namun pekerjaan dasar pada pembongkaran dan perakitan kembali berbagai pompa mempunyai kesamaan tertentu (*Sularso, 2004;137*).

Pekerjaan pemeriksaan menyeluruh untuk pompa dapat dilakukan dalam urutan berikut ini :

1. Persiapan pembongkaran
2. Menutup katup-katup sorong
3. Keluarkan air dari pompa
4. Melepaskan motor, dengan terlebih dahulu melepas pelindung kopling.

Tarik mundur.

2. Pembongkaran pompa

a. Melepas penyangga, dan tutup rumah dari rumah pompa.

Dalam hal pompa dengan konstruksi tarik mundur , jika diperlukan untuk mengeluarkan bagian yang berputar saja, maka pipa isap, pipa keluar, dan rumah tidak perlu dibongkar dari tempatnya. Namun jika cincin perapat akan diganti, maka sebaiknya rumah pompa dibongkar sebelum dikerjakan.

Adapun urutan pembongkaran pompa adalah sebagai berikut. Mula-mula buka baut penyangga atau penopang . Meskipun baut untuk tutup rumah telah dilepas, tutup ini sering tidak mudah lepas karena sambungannya berkarat. Jika ada flens tutup ini disediakan dua buah lubang berulir untuk menarik keluar plens,

maka pada lubang-lubang ini dapat disekrupkan baut yang sesuai secara bersama-sama sampai tutup tercabut dari pompa

b. Melepas impeler

Impeler dapat dilepas setelah mur dan cincin dibuka. Namun impeler tidak selalu mudah dicabut setelah pompa dipakai bertahun-tahun. Jika demikian, maka harus digunakan alat penarik atau trekel. Dapat juga ujung poros dekat impeler dipukul dengan hati-hati (tanpa merusak ujungnya) dan impeler dicongkel dengan dua buah obeng pada celah antara impeler dan tutup rumah. Pekerjaan ini harus dilakukan tanpa menggunakan gaya yang berlebihan sehingga poros menjadi bengkok dan bantalan bola menjadi rusak. Setelah impeler dilepas, keluarkan pasak. Jika alur pasak tergores atau mengembang pinggirnya, haluskan dengan kikir agar selubung dapat dikeluarkan.

c. Melepas selubung poros

Selubung poros yang melindungi poros terhadap gesekan dengan paking tekan dicabut hanya jika benar-benar perlu diganti. Selubung ini tidak dapat berputar terhadap poros karena ditahan oleh pasak impeler dan mudah dikeluarkan. Tetapi selubung poros yang dipasang dengan sambungan kerut pada poros harus lebih dahulu dipanaskan sebelum dapat dicabut. Perlu diketahui bahwa selubung biasanya terbuat dari perunggu yang mempunyai koefisien muai yang tinggi dari baja, maka jika dipanaskan akan mudah dilepas. Pemanasan tidak akan efektif jika selubung terbuat dari baja tahan karat atau sejenisnya. Dalam hal demikian selubung hanya dapat dilepas dengan jalan membelahnya dengan gurinda, tanpa merusak permukaan poros.

d. Melepas kopling

Ada dua macam kopling : kopling untuk daya kecil dan untuk daya sedang dan besar. Kopling untuk daya kecil mempunyai sambungan longgar dengan poros dimana gerakan aksial terhadap poros dicegah dengan sekrup penetap. Kemudian memukul keluar secara merata dengan palu kayu atau palu plastik. Kopling untuk daya yang besar dan sedang disambungkan dengan poros dengan sambungan kerut. Untuk melepas kopling ini tidak mudah. Untuk itu keliling luar naf (hub) kopling harus dipanaskan dengan nyala api dari pembakar dan dicabut dengan penarik. Sebelum memanaskan baut kopling harus di keluarkan agar bus karet tidak rusak kena panas. Bantalan bola harus dijaga agar tidak terkena panas secara berlebihan.

e. Melepas bantalan bola

bantalan bola dilepas hanya jika perlu diganti dengan yang baru. Untuk mencabut bantalan bola dapat digunakan penarik yang diikatkan pada cincin luar bantala. Bila akan dipakai cara pemanasan, cincin dalam bantalan dipanasi dalam waktu singkat dan langsung dipukul keluar poros pada cincin dalamnya, tanpa merusak poros.

3. Perakitan

a. Memasang selubung poros

sebelum selubung poros dipasang, poros harus diampelas halus. Untuk memasang secara kerut, sediakan minyak dalam wadah lalu panaskan hingga mencapai 140° sampai 160°. Celupkan selubung ke dalam minyak selama 6

sampai 8 menit agar memuai. Setelah itu keluarkan dari minyak dan segera pasangkan pada poros di tempat yang telah ditentukan.

b. Memasang bantalan bola

Sebelum bantalan bola dipasang, poros harus diampelas halus. Untuk memasang secara kerut, sediakan minyak dalam wadah lalu panaskan hingga mencapai 160° sampai 180°. Celupkan bantalan ke dalam minyak selama 6 sampai 10 menit agar memuai. Setelah itu keluarkan dari minyak dan segera pasangkan pada poros di tempat yang telah ditentukan. Jika bantalan bola yang dipakai adalah dari jenis yang berpelumas gemuk dan tertutup maka pemasangannya pada poros tidak boleh dipanaskan. Untuk ini bantalan harus dipaksa masuk pada poros dengan alat pres hidrolik.

c. Memasang impeler

Sebelum Impeler di pasang, periksalah terlebih dahulu ukuran impeler dan alur pasaknya, untuk meyakinkan bahwa pasak benar-benar pas dan tidak goyang. Jika alur pasak melebar ke arah ujungnya atau pasak terlalu tipis, maka dapat mengakibatkan kerusakan. Jika demikian, bukan hanya pasak tetapi poros juga harus diganti baru. Cincin harus selalu dipakai untuk menjamin mur impeler agar tetap kencang.

d. Memasang cincin perapat

Untuk dapat memasang cincin perapat rumah pompa harus dilepas dari landasan terlebih dahulu. Cincin perapat ini biasanya tipis sehingga untuk memasangnya cincin harus dimasukkan secara merata dan seimbang serta lurus. Untuk ini cincin dipukul dengan perantaraan bantalan papan kayu persegi.

Setelah terpasang, haluskan bibir dan permukaan cicin dan pasang kembali rumah pada landasan.

e. Memasang pada rumah

sebelum memasang, cuci bersih permukaan-permukaan yang akan saling menempel dan haluskan dari kekasaran bekas terkena goresan dan pikilan, lalu kerjakan pemasangan dengan lebih dahulu memasang paking karet pada tempatnya. Untuk ini digunakan paking baru dan jangan menggunakan kembali paking bekas. Paking bekas sudah berubah bentuknya sehingga tidak menjamin kerapatan.

f. Memasang paking tekan dan penekan paking

Memasukkan paking baru di kotak paking dalam jumlah yang diperlukan dan pasang penekan paking dengan tekanan ringan serta merata, sehingga poros dapat diputar dengan tangan.

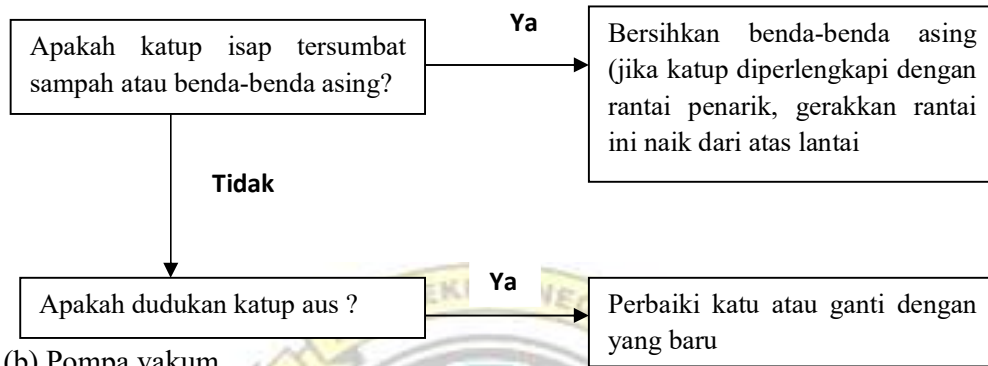
g. Memasang kopling

Haluskan bekas-bekas pukulan dan goresan pada tepi-tepi alur pasak dan ujung poros dimana kopling akan dipasang. Kemudian pasang kopling pada poros dengan memanaskannya terlebih dahulu di dalam minyak. Segera setelah kopling masuk keporos pada kedudukan yang tepat, didinginkan dengan air, jika tidak didinginkan dengan air debu karet atau gemuk cair dapat masuk dan mengurangi kekuatan sambungan.

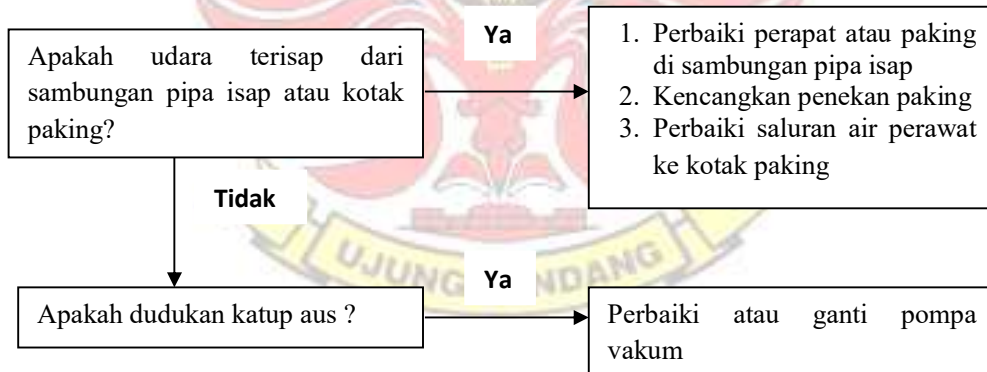
2.9 Perbaikan Pompa.

1. Pompa sukar di pancing

(a) Katup isap

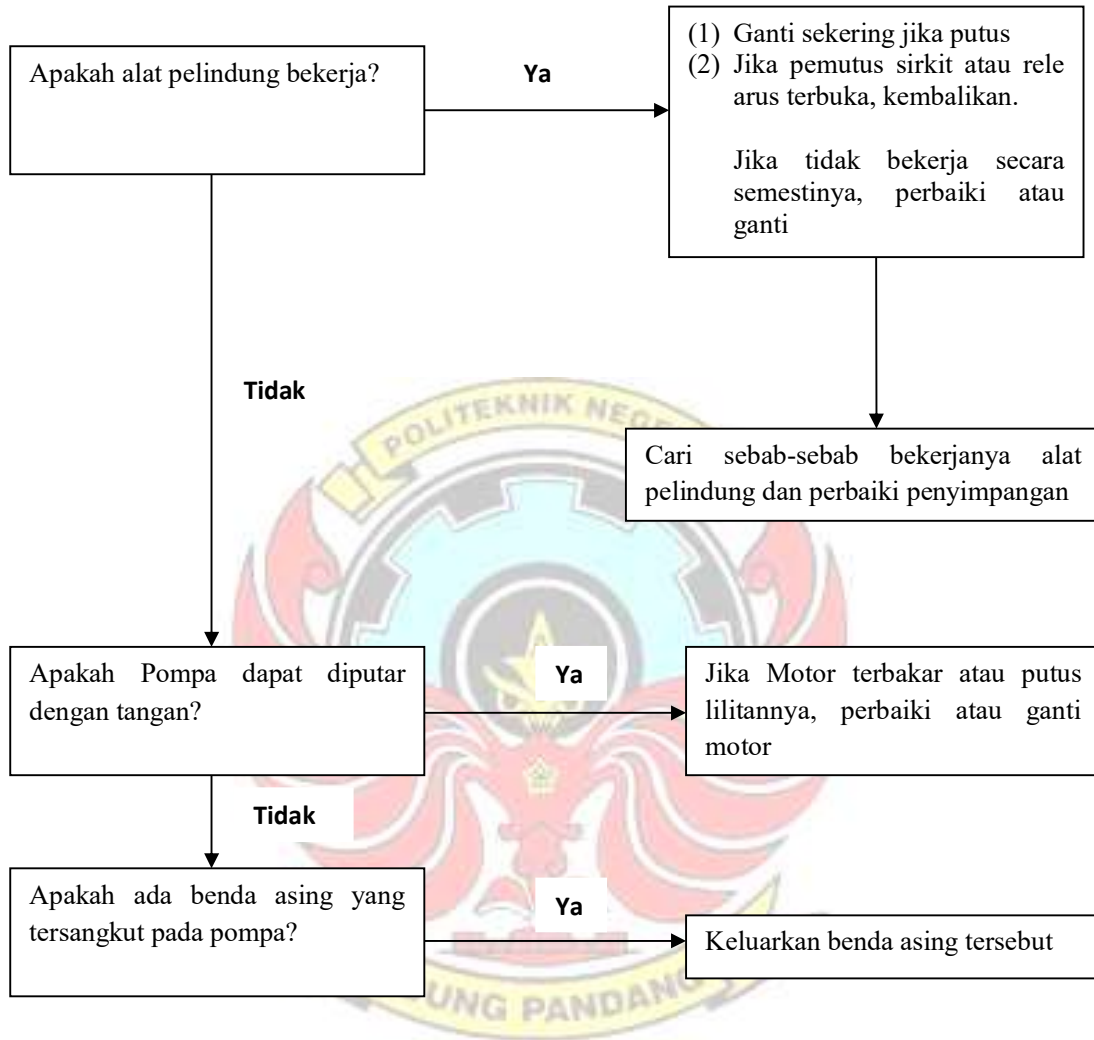


(b) Pompa vakum



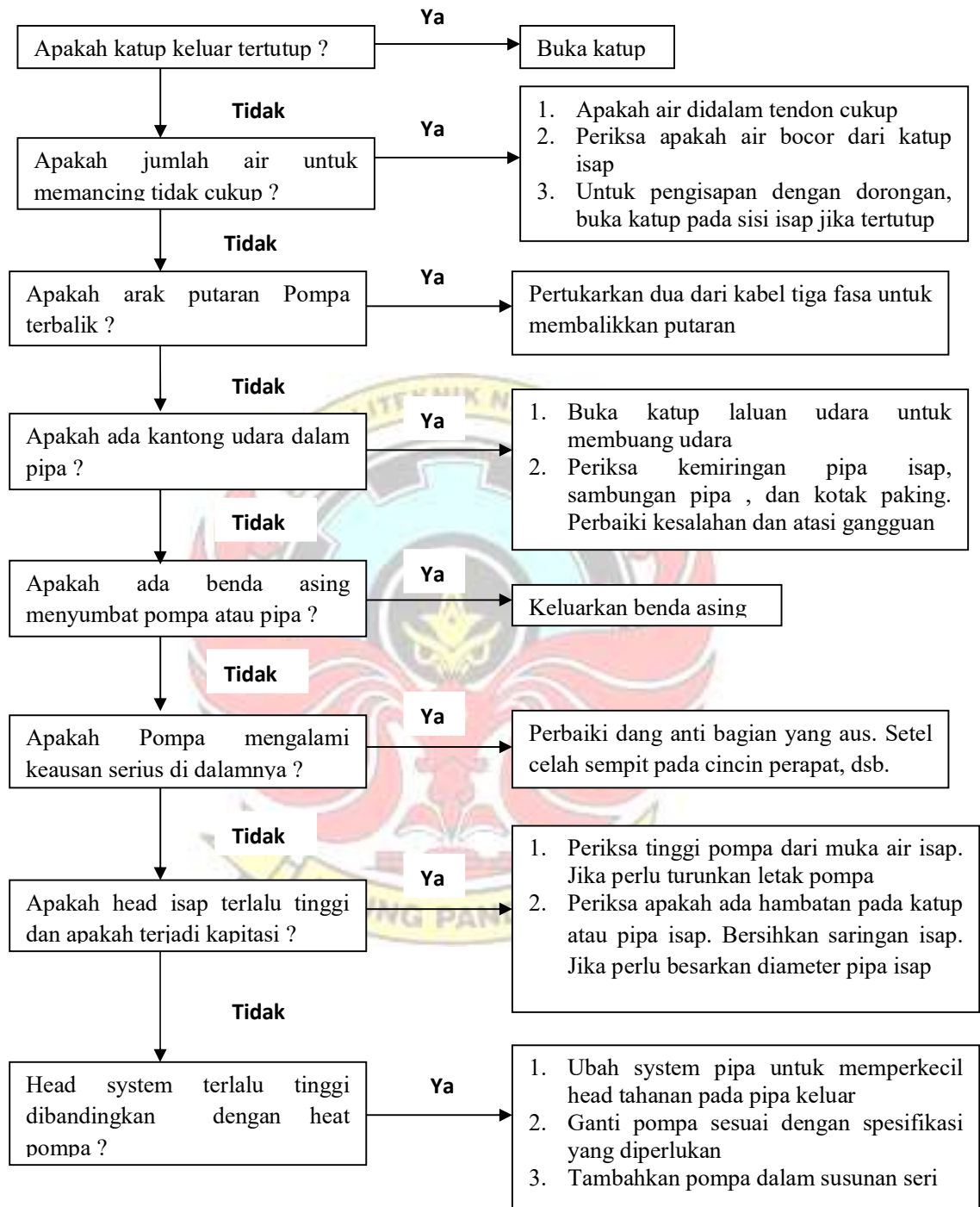
Gambar 14 Diagram alir perbaikan pompa yang sukar dipancing
(Sularso,1991;155).

2. Pompa tidak berputar setelah tombol ditekan

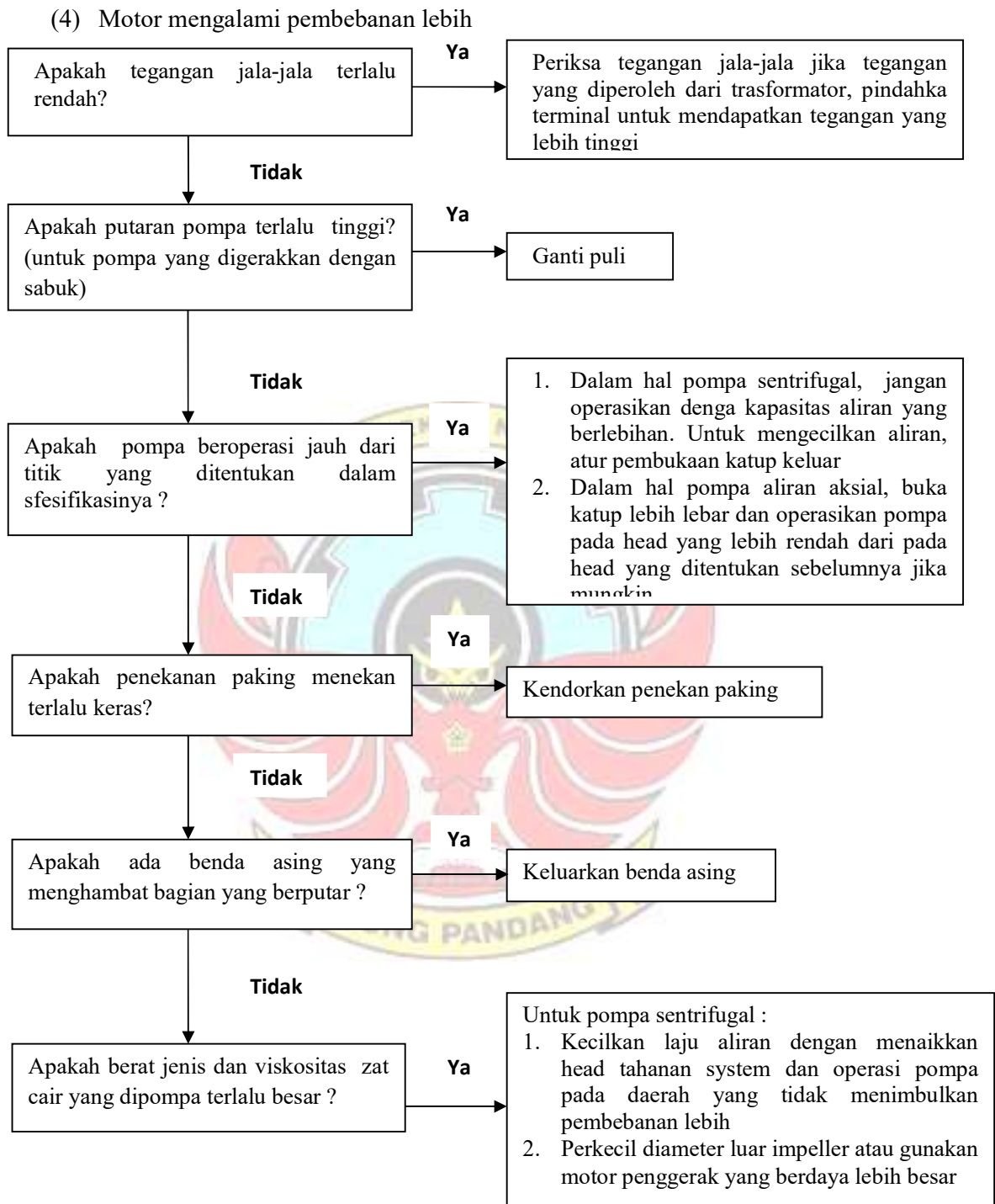


Gambar 15 Diagram alir perbaikan pompa tidak berputar setelah tombol ditekan
(Sularso, 1991;156).

(3) Pompa berputar tetapi air tidak mau keluar atau aliran kurang besar.

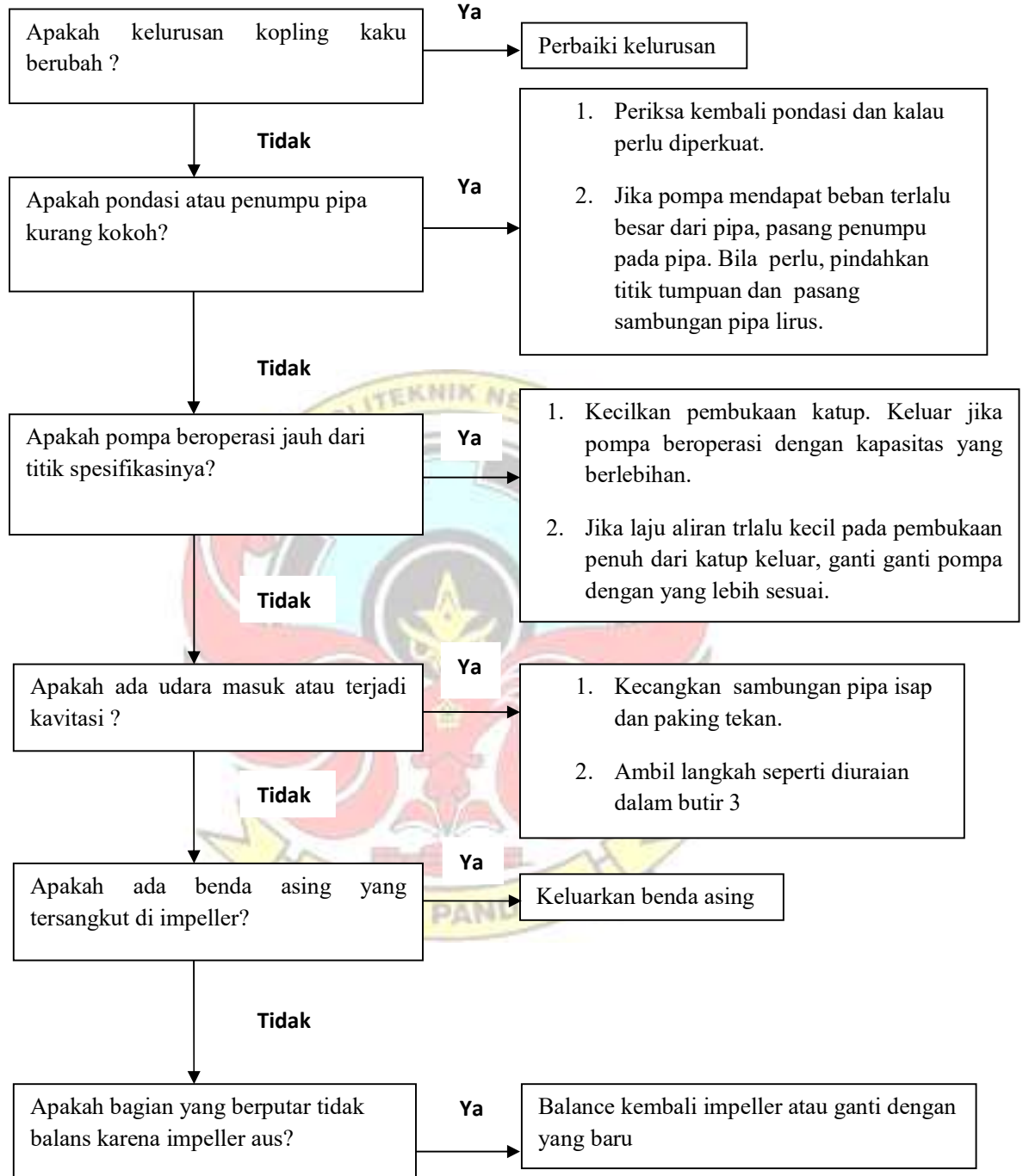


Gambar 16 Diagram alir perbaikan pompa yang berputar tetapi air tidak mau keluar (Sularso, 1991;157).



Gambar17 Diagram alir perbaikan motor yang mengalami pembebanan lebih (Sularso, 1991;158).

(5) Bunyi dan getaran terlalu berlebihan



Gambar 18 Diagram alir perbaikan motor yang mengalami Bunyi dan getaran terlalu berlebihan (Sularso, 1991;159).

BAB III

METODE REKONDISI

3.1 Alat Dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan telah tersedia dalam lab Teknik Konversi Energi.

a. Bahan

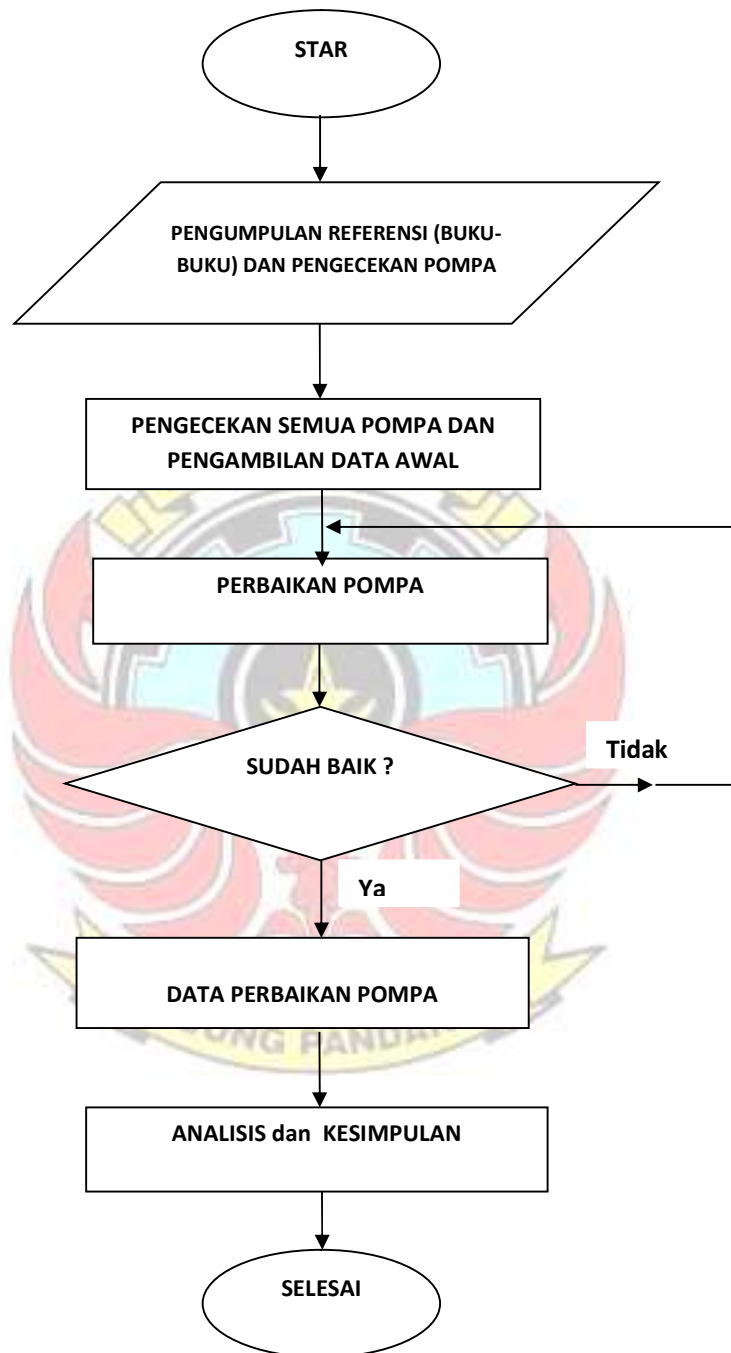
1. Pompa
2. Alat pengukur tekanan
3. Motor penggerak

b. Alat

1. Kunci inggris
2. Kunci pas
3. Kunci ring
4. Tang
5. Obeng (+), (-)
6. Gergaji besi
7. Kunci L
8. Bor listrik
9. Water pas
10. Penitik



3.2 Diagram Alir Rekondisi



Gambar 3.1 Diagram alir kegiatan rekondisi multi pump test rig

3.3 Metode Rekondisi

1. Pengambilan data awal.

Pengambilan data awal merupakan hal yang sangat penting sebelum melakukan rekondisi sekaligus untuk mengetahui keadaan dan perpormansi pompa sebelum rekondisi, dimana data awal dijadikan sebagai pembanding data setelah perbaikan. Setelah mendapatkan data pembanding maka kita dapat mengetahui peningkatan atau penurunan perpormansi dari pompa yang telah direkondisi.

2. Pembongkaran

2.1 Pompa roda gigi

1. Membuka pengikat yang ada pada jalur pipa sisi isap pompa gear.
2. Melonggarkan drat pada sisi tekan pompa.
3. Membuka baut penahan pompa yang terdiri dari dua baut.
4. Membuka puli yang ada pada poros pompa dengan cara melepas spi yang terdapat diantara poros dan puli.
5. Melepas baut penahan atau baut pada bodi pompa yang terdiri dari empat baut L.
6. Melepas bodi belakang pompa.
7. Melepas gear kecil pompa.
8. Melepas poros pompa dari bodi depan pompa.
9. Melepas oli seal pompa.

2.2 Pompa aksial

1. Melepas pengikat yang ada pada jalur pipa isap dan tekan pompa aksial.
2. Melepas baut penahan atau stan kaki pada pompa aksial yang terdiri dari enam baut.
3. Melepas tabung yang ada sisi isap pompa.
4. Melepas impeler dari poros pompa, dengan cara memutar impeler searah dengan jarum jam.
5. Melepas spi dari poros pompa
6. Membuka atau melepas puli dari poros pompa
7. Melepas bantalan dari poros pompa

2.3 Pompa sentrifugal

1. Membuka pengikat yang ada pada jalur pipa isap pompa Sentrifugal.
2. Melonggarkan drat pada sisi tekan pompa.
3. Membuka baut penahan pompa atau stan kaki pompa yang terdiri dari empat baut.
4. Melepas spi dari puli pompa.
5. Membuka puli yang ada pada poros pompa
6. Melepas baut penahan atau baut pada bodi pompa yang terdiri dari empat baut ring .
7. Memisahkan poros dari bantalan.
8. Melepas bodi belakang pompa.
9. Memisahkan impeler dari bodi pompa.

2.4 Pompa turbin

1. Membuka pengikat yang ada pada jalur pipa isap pompa turbin.
2. Melonggarkan drat pada sisi tekan pompa.
3. Membuka baut penahan pompa atau stan kaki pompa yang terdiri dari empat baut.
4. Melepas spi yang terdapat diantara poros dan puli pompa.
5. Membuka puli yang ada pada poros pompa
6. Melepas bodi belakang pompa yang terdiri dari empat baut.
7. Melepas baut penahan atau baut pada bodi pompa yang terdiri dari tujuh baut ring.
8. Memisahkan poros dari bantalan.
9. Memisahkan oli seal dari bantalan.
10. Melepaskan impeler dari poros pompa

3. Pengecekan kerusakan

3.1 Kerusakan pada Pompa

3.1.1 Pompa roda gigi

Kerusakan-kerusakan komponen yaitu :

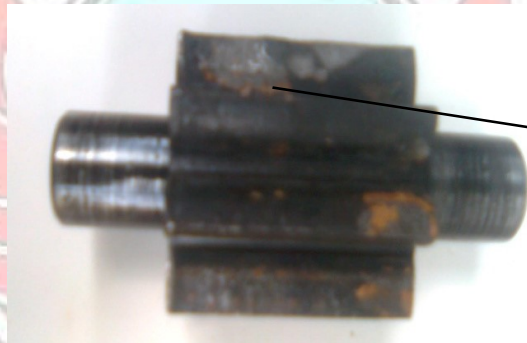
- Poros tidak dapat berputar akibat timbulnya karat pada bagian poros dan gigi pompa akibat tidak adanya pelumasan. dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Karat

Gambar 3.2 Poros, gir pompa dan rumah pompa bagian depan.

- Roda gigi mengalami kebocoran-kebocoran serta timbulnya karat bagian tersebut. dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Karat

Gambar 3.3 Poros dan gear pompa

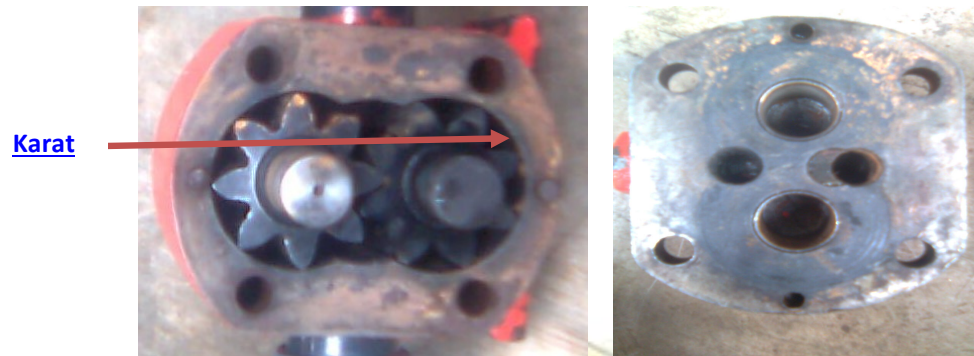
- Oil seal rusak.



Tidak rata

Gambar 3.4 Gambar oli seal

- Timbulnya karat pada bagian bodi pompa . dapat dilihat pada gambar dibawah ini



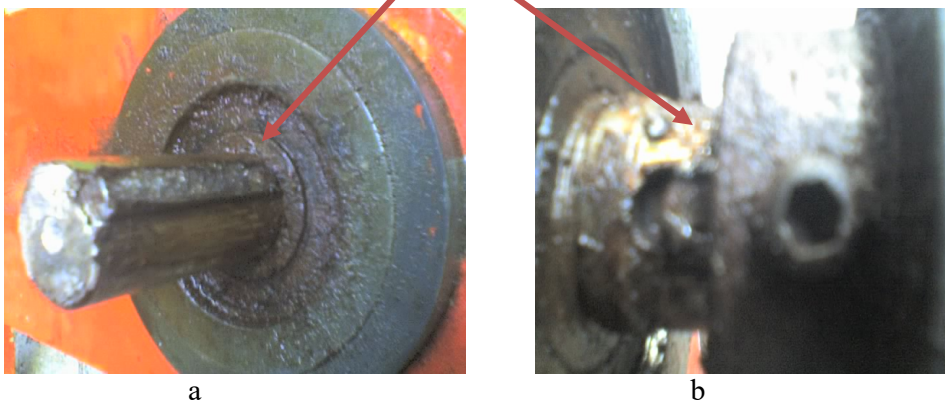
Gambar 3.5 a) Rumah bagian tengah pompa beserta gearnya.
b) Rumah pompa bagian belakang.

- Timbulnya kebocoran akibat poros pompa sudah mengalami pengecilan diameter.

3.1.2 Pompa aksial

- Poros tidak dapat berputar akibat timbulnya karat pada bagian poros pompa akibat tidak adanya pelumasan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

[Karat](#)



Gambar 3.6 a) Poros pompa dan bering dari sisi depan. b) Poros pompa dan bering dari sisi belakang.

- Bantalan mengalami kerusakan dapat dilihat pada gambar dibawah

[Bantalan mengalami kerusakan](#)



Gambar 3.7 a) Bantalan dan poros. b) Bantalan pompa

- Terdapat lumut pada bagian bodi pompa dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Lumut dan kotoran

Gambar 3.8 Bodi pompa.

3.1.3 Pompa sentrifugal

- Timbulnya karat pada bagian poros pompa akibat tidak adanya pelumasan dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Karat

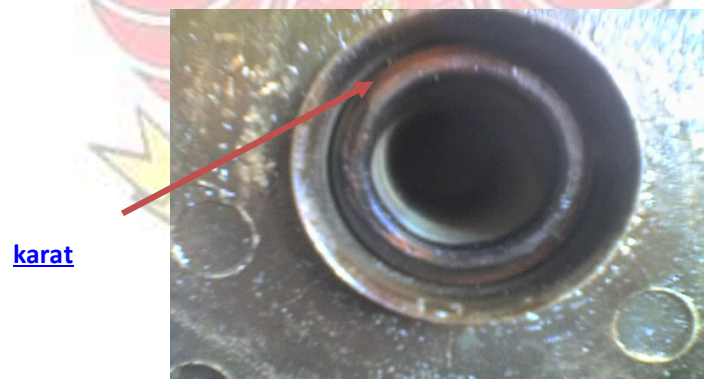
Gambar 3.9 Poros pompa dan impeler.

- Timbulnya terak pada impeler dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



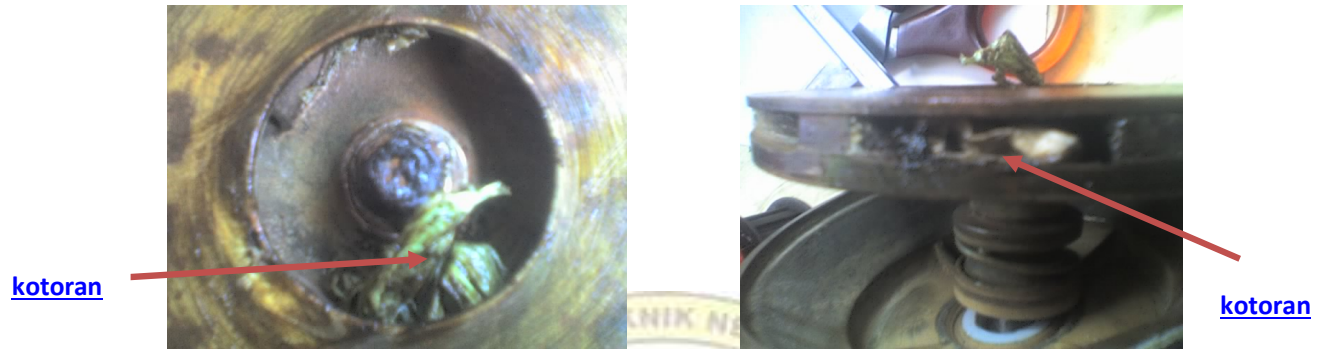
Gambar 3.10 Impeler pompa sentrifugal.

- Timbulnya karat pada bagian rumah pompa dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.11 Rumah pompa bagian depan.

- Terjadi penyumbatan aliran air pada impeler karena adanya sampah plastik pada bagian tersebut, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.12 a) Impeler terlihat dari sisi depan. b) Impeler terlihat dari sisi samping.

- Baut mengalami perkaratan sehingga diperlukan penggantian



Gambar 3.13 Baut pompa.

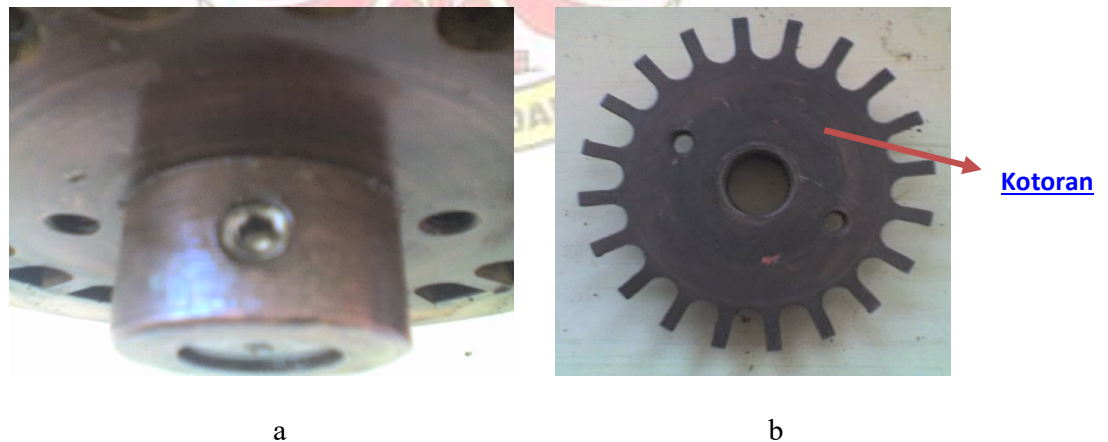
3.1.4 Pompa turbin

- Timbulnya karat pada bagian poros pompa akibat tidak adanya pelumasan, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



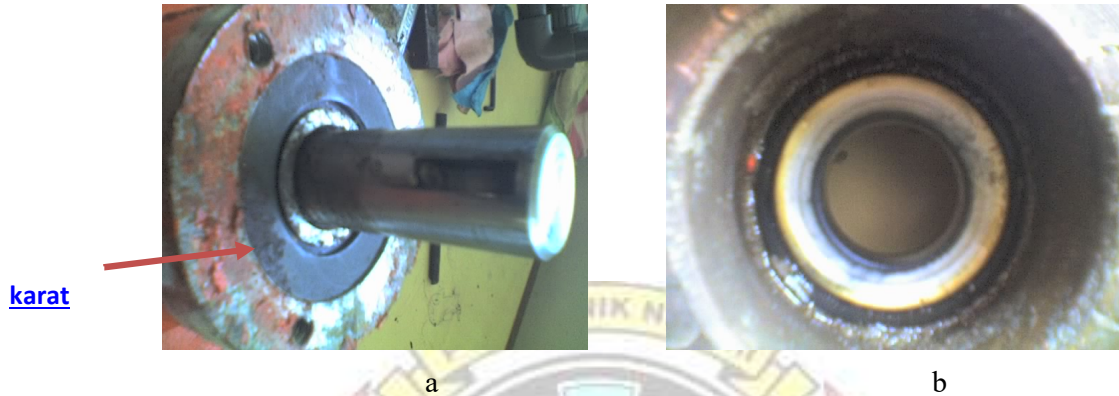
Gambar 3.14 a) Poros terlihat dari sisi samping. b) Poros terlihat dari sisi atas.

- Timbulnya terak pada impeler. dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



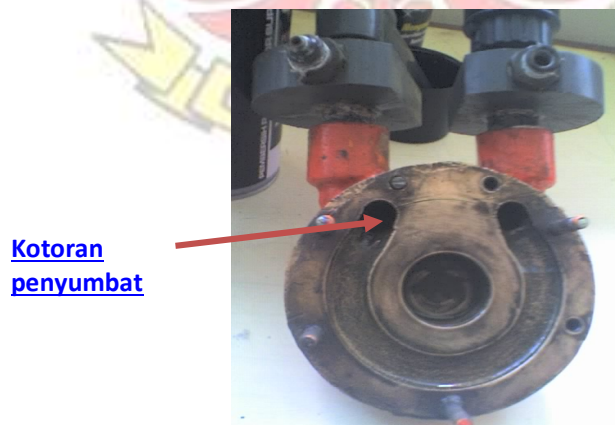
Gambar 3.15 a) Impeler terlihat dari sisi atas. b) Impeler terlihat dari sisi depan.

- Timbulnya karat pada bagian rumah pompa dapat dilihat pada gambar dibawah ini .



Gambar 3.16 a) Rumah pompa bagian depan. b) Rumah pompa bagian belakang.

- Terjadi penyumbatan aliran air pada sisi isap (bagian kiri rumah pompa) karena adanya kerak yang menumpuk. dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3.17 Rumah pompa bagian belakang.

- Baut mengalami perkaratan sehingga diperlukan penggantian

4. Perbaiki pompa.

4.1 Pompa roda gigi

- Melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak yang melekat pada poros pompa.
- Membersihkan terak yang melekat pada bodi pompa dengan cara mengamplasnya.
- Akibat kerusakan total pada oli seal maka dilakukan penggantian .
- Melakukan pembersihan karat pada bagian gir dengan cara mengamplas bagian tersebut.

4.2 Pompa aksial

- Melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak dan kotoran yang melekat pada poros pompa.
- Membersihkan lumut yang melekat pada bodi pompa
- Akibat kerusakan total pada bantalan maka dilakukan penggantian .

4.3 Pompa sentrifugal

- Melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak yang melekat pada poros pompa.
- Membersihkan terak yang melekat pada bodi pompa dengan cara mengamplasnya.
- Membersihkan kotoran yang melekat pada bagian impeler pompa.

- Melakukan pembersihan terak yang melekat pada bagian impeler dengan cara mengamplas bagian tersebut dengan amplas yang halus.
- Melakukan penggantian baut.

4.4 Pompa turbin

- Melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak yang melekat pada poros pompa.
- Membersihkan terak yang melekat pada bodi pompa dengan cara mengamplasnya.
- Melakukan pembersihan terak yang melekat pada bagian impeler dengan cara mengamplas bagian tersebut dengan amplas yang halus.
- Melakukan penggantian baut.

5. Pengecekan pompa.

Pengecekan pompa merupakan salah satu hal penting yang harus dilakukan untuk dapat mengetahui apakah bagian pompa yang telah mendapat perbaikan tidak mengalami masalah atau kebocoran pada saat melakukan pengambilan data.

5.1 Kerusakan pada alat ukur

a. *Kerusakan pada alat ukur Putaran motor.*

Kerusakan pada rpm yaitu penunjukan jarum pada alat ukur tidak sesuai dengan kecepatan motor yang sebenarnya dimana penunjukannya kurang dari kecepatan motor yang sebenarnya. Kerusakan pada alat ukur putaran menyebabkan pengoperasian motor tidak efisien.

b. Kerusakan pada alat ukur H_s dan H_d pada pompa roda gigi

1. Kerusakan

Timbulnya kerak pada bagian pipa yang menyebabkan penyumbatan sehingga alat ukur tidak dapat berfungsi dengan baik. Selain itu jarum penunjuk tidak berada pada angka nol pada saat pompa tidak beroperasi.

2. Penyebab kerusakan

- Penyumbatan sisi tekan sehingga alat ukur tidak dapat berfungsi dengan baik.
- Penunjukan jarum tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

3. Cara perbaikan

- Pembersihan terak pada bagian pipa dengan cara memberikan udara bertekanan dari compressor

c. Kerusakan pada alat ukur H_d pada pompa turbin

1. Kerusakan

Timbulnya terak pada bagian pipa yang menyebabkan penyumbatan sehingga alat ukur tidak dapat berfungsi dengan baik. Selain itu jarum penunjuk tidak berada pada angka nol pada saat pompa tidak beroperasi.

2. Penyebab kerusakan

- Penyumbatan sisi tekan sehingga alat ukur tidak dapat berfungsi dengan baik.
- Penunjukan jarum tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

3. Cara perbaikan

- Pembersihan terak pada bagian pipa dengan cara memberikan udara bertekanan dari kompressor.

d. Kerusakan pada alat ukur H_d pada pompa roda gigi

1. Kerusakan

- Timbulnya terak pada bagian pipa.
- Jarum penunjuk tidak berada pada angka nol pada saat pompa tidak beroperasi.

2. Penyebab kerusakan

- Penyumbatan sisi tekan sehingga alat ukur tidak dapat berfungsi dengan baik.
- Penunjukan jarum tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

3. Cara perbaikan

- Pembersihan terak pada bagian pipa dengan cara memberikan udara bertekanan dari kompressor.
- Men set ulang penunjukan jarum pada alat ukur dengan cara membuka alat ukur dan memutar pengaturan jarum hingga jarum menunjuk angka nol.

e. Kerusakan alat ukur H_d pada pompa sentriugal

1. Kerusakan

Timbulnya terak pada bagian pipa yang menyebabkan penyumbatan sehingga alat ukur tidak dapat berfungsi dengan baik. Selain

itu jarum penunjuk tidak berada pada angka nol pada saat pompa tidak beroperasi.

2. Penyebab kerusakan

- Penyumbatan sisi tekan sehingga alat ukur tidak dapat berfungsi dengan baik.
- Penunjukan jarum tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

3. Cara perbaikan

- Pembersihan terak pada bagian pipa dengan cara memberikan udara bertekanan dari kompressor.

5.2 Kerusakan pada bak penampung

1. Kerusakan

Timbulnya kebocoran pada bak akibat penutup sudah rusak.



a



Gambar 3.16 a) Bak penampungan air, b) pengait penutup bak volumetrik, c) Penutup bak volumetric.

2. Penyebab kerusakan

Penyebab yang ditimbulkan adalah waktu untuk pengisian bak mengalami peningkatan sehingga menyebabkan penurunan efisiensi pompa.

3. Perbaikan

Akibat dari kerusakan yang sangat parah pada bagian penutup bak maka kami tidak menggunakan atau memperbaiki bagian tersebut tetapi menggantinya dengan stop cran.

6. Kerusakan pada landasan Motor dan dinding Peralatan Multi Pump.

1. Kerusakan

- Timbulnya karat pada landasan motor dapat dilihat pada gambar dibawah ini

karat



a



karat

b

Gambar 3.17 a) Landasan multi pump secara keseluruhan.
b) Landasan motor penggerak.

- Timbulnya karat pada bagian dinding peralatan Multi pump dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Karat

Gambar 3.18 Dinding pengaman multi pump.

2. Cara perbaikan

- Mengamplas bagian yang berkarat
- Mengecat bagian yang telah diamplas

7. Kondisi setelah rekondisi

7.1 Pompa sentrifugal



a



b

Gambar 3.19 a. Pompa sentrifugal tampak dari samping, b. Pompa sentrifugal dan pipa sisi isap serta sisi tekan.

7.2 Pompa roda gigi



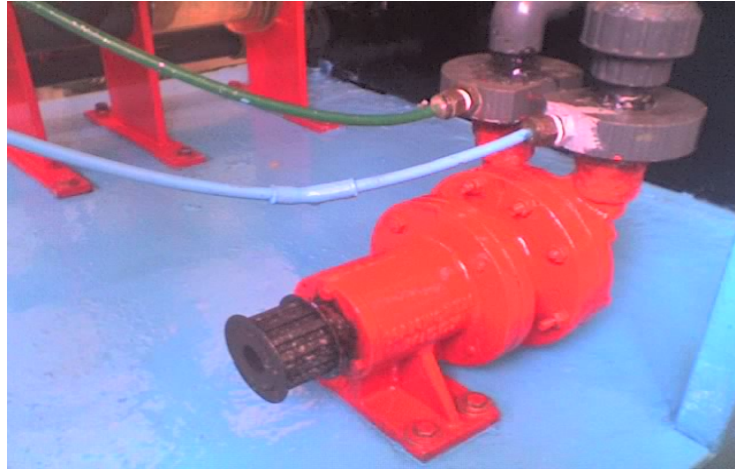
a



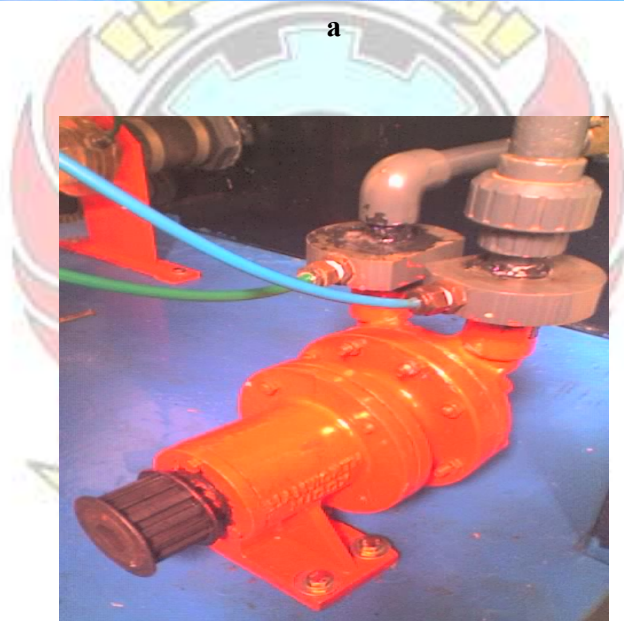
b

Gambar 3.20 a. Pompa roda gigi tampak dari samping, b. Pompa roda gigi dan pipa sisi isap serta sisi tekan.

7.3 Pompa turbin



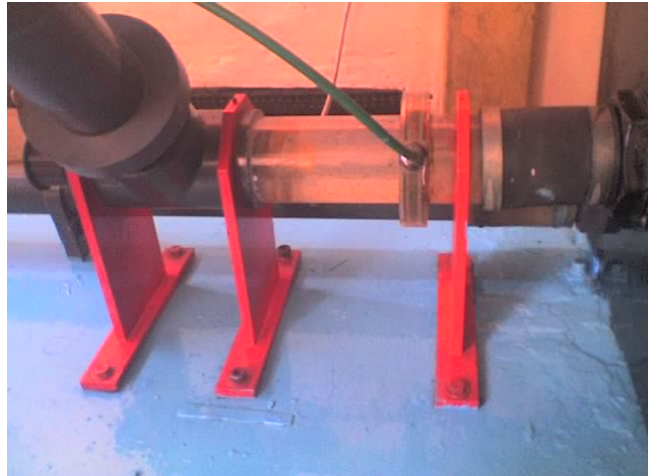
a



b

Gambar 3.21 a. Pompa turbin tampak dari samping, b. Pompa turbin dan pipa sisi isap serta sisi tekan.

7.4 Pompa aksial



a



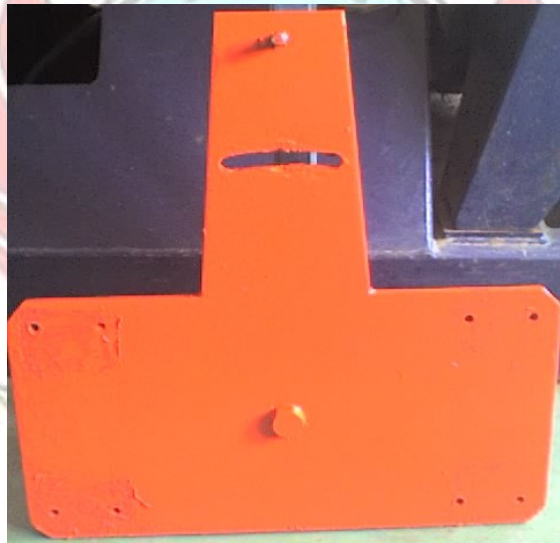
b

Gambar 3.22 a. Pompa aksial tampak dari depan, b. Pompa aksial tampak dari belakang dan pipa sisi isap serta sisi tekan.

7.5 Motor dan landasan motor



a



b

Gambar 3.23 a. Motor penggerak, b. Landasan Motor.

7.6 Bak penampungan



Gambar 3.24. Bak penampung dan bak volumetrik bagian atas.



7.7 Stop kran pada bak penampungan



a



b

Gambar 3.25 a. Sambungan bak volumetrik dengan stop kran, b. Stop kran.

3.4 Metode Pengambilan Data

1. Persiapan

1.1 Pengecekan Pribadi dan lingkungan

- a) Memastikan peserta pengambilan data telah dilengkapi dengan APD (alat Pelindung Diri) seperti sepatu safety, dan mengenakan baju lab.
- b) Melakukan pengecekan terhadap kondisi mesin dan lingkungan sekitar mesin terhadap potensi bahaya yang bisa timbul.
- c) Memastikan bahwa tidak ada orang yang bekerja disekitar mesin, khususnya pada unit pompa, dan meja panel control.
- d) Memastikan bahwa tidak ada benda-benda asing yang dapat menghalangi poros pompa dan memeriksa level air tangki pada level air maksimum.
- e) Memastikan bahwa tidak ada baut-baut atau mur yang kendur serta sabuk terpasang dengan baik pada unit pompa yang akan di uji.
- f) Memastikan bahwa semua pelindung dan tutup pengaman sudah terpasang dengan baik.

2. Prosedure Pengoperasian Multi Pump (proses pengujian)

2.1 Proses pengujian secara umum

1. Meng-ON kan saklar utama untuk unit multi pump pada panel control utama.
2. Melakukan kalibrasi pada meter torsi.
3. Mengisi tangki dengan air bersih.
4. Memasang sabuk penghantar daya ke pompa yang dikehendaki.
5. Menghubungkan instalasi pompa dengan suplai listrik 220/240 volt, 50/60 Hz dengan kabel yang tersedia.
6. Mengoperasikan pompa dengan menekan tombol ON
7. Mengatur putaran motor sesuai dengan petunjuk pembimbing.
8. Melakukan pengambilan data untuk jenis pompa tertentu.
9. Mengulangi langkah percobaan I untuk kondisi putaran yang berbeda.
10. Setelah pengambilan data untuk jenis pompa tertentu, maka menurunkan putaran dan meng-off kan saklar utama pada panel.
11. Memindahkan sabuk penghantar daya ke jenis pompa yang lain.
12. Melakukan kembali pengujian sesuai langkah percobaan.
13. Jika percobaan telah selesai untuk semua jenis pompa, maka memastikan saklar utama dalam keadaan posisi “OFF”.

2.2. Proses pengujian secara khusus

2.2.1 Detail prosedur pengujian jenis pompa sentrifugal.

- a) Menghubungkan sabuk gigi antara puli dynamometer motor dan pompa sentrifugal.
- b) Membuka stop cran pada tangki volumetrik.
- c) Menutup katup kontrol aliran
- d) Membuka katup pengatur isap.
- e) Menekan saklar “ON” motor, putar pengatur kecepatan searah jarum jam untuk memberikan putaran (rpm).
- f) Membuka katup pengatur aliran dan mengatur pula katup pengatur isap untuk memberikan laju aliran yang dibutuhkan.

Proses mematikan pompa sentrifugal dikerjakan dengan kebalikan urutan langkah di atas.

2.2.2 Detail prosedur pengujian jenis pompa roda gigi

- a) Menghubungkan sabuk gigi antara puli dynamometer motor dan pompa Roda gigi.
- b) Membuka stop cran pada tangki volumetrik.
- c) Meyakinkan karet sumbat masukan pompa aliran aksial dibawah tangki volumetric pada posisinya.
- d) Membuka katup seleksi pompa roda gigi
- e) Membuka katup kendali aliran
- f) Menekan saklar “ON” motor, putar pengatur kecepatan searah jarum jam untuk memberikan putaran (rpm).

- g) Membuka katup pengatur aliran dan mengatur pula katup pengatur isap untuk memberikan laju aliran yang dibutuhkan.

Proses mematikan pompa roda gigi dikerjakan dengan kebalikan urutan langkah di atas.

2.2.3 Detail prosedur pengujian jenis pompa turbin.

- a) Menghubungkan sabuk gigi antara puli dynamometer motor dan pompa Turbin.
- b) Membuka stop cran pada tangki volumetrik.
- c) Membuka katup seleksi pompa roda turbin
- d) Membuka katup kendali aliran
- e) Menekan saklar “ON” motor, putar pengatur kecepatan searah jarum jam untuk memberikan putaran (rpm).
- f) Membuka katup pengatur aliran dan mengatur pula katup pengatur isap untuk memberikan laju aliran yang dibutuhkan.

Proses mematikan/ pompa turbin dikerjakan dengan kebalikan urutan langkah di atas.

2.2.4 Detail prosedur pengujian jenis pompa aksial.

Pompa aksial membutuhkan kepala Statis lebih tinggi dari pompa yang lain, maka dari itu air harus di pasok dari tangki volumetrik

- a) Menghubungkan sabuk gigi antara puli dynamometer motor dan pompa Aksial.
- b) Menutup stop cran.

- c) Mengoperasikan salah satu pompa roda gigi, pompa turbin atau pompa sentrifugal untuk mengisi tangki volumetrik pada tinggi permukaan sampai air akan mulai tumpah ke tangki penampung.
- d) Mematikan penggunaan pompa tersebut dan yakinkan bahwa katup kendali aliran tertutup.
- e) Mengatur penunjukan jarum pada Nol yang sejajar dengan tinggi bendungan.
- f) Menekan saklar “ON” motor, putar pengatur kecepatan searah jarum jam untuk memberikan putaran (rpm).
- g) Membaca tekanan untuk pompa aksial.
- h) Membaca penunjukan tinggi air
- i) Membaca meter vakum untuk pompa aksial dengan membuka katup selector vakum.

Proses mematikan pompa aksial dikerjakan dengan kebalikan urutan langkah di atas, perlu diperhatikan karena pompa aksial mengisap air dari tangki volumetric, maka pengukuran aliran dapat dilakukan dengan metode bendungan.

2.3 Perbandingan kecepatan pompa

Meter kecepatan pada panel menunjukkan kecepatan motor dalam putaran per menit. Untuk menghitung putaran pompa sesungguhnya maka :

Kecepatan Pompa = kecepatan motor x (jumlah gigi pada motor (Puli) / jumlah gigi pada pompa (Puli)).

Jenis Pompa	Resiko gigi transmisi pompa/motor	Kecepatan pompa pada kecepatan motor maksimum 1450 rpm	Tekanan (mH ₂ O)
Pompa Sentrifugal	23 : 17	1960	0 s/d 10
Pompa Aksial	27 : 14	2700	0 s/d 25
Pompa Roda Gigi	23 : 32	1040	0 s/d 75
Pompa Turbin	27 : 14	2800	0 s/d 40

(instruction manual)

2.4 Kalibrasi Meter Torsi

- a) Membuka pintu pada Multi Pump Test Rig, lepaskan sabuk penggerak antara motor dan pompa.
- b) Menutup kembali pintu sangkar pompa jika sabuk bebas dari motor dan pompa.
- c) Mengatur kendali kecepatan pompa pada posisi nol dan menyalakan motor.
- d) Mengatur putaran mencapai 1000 rpm, dengan menggunakan regulator, tunggu sampai kondisi stabil.
- e) Melepaskan beban penyeimbang yang besar pada torsi lengan, menggerakkan beban torsi pada skala nol.
- f) Atur beban penyeimbang sehingga lengan torsi pada kedudukan mendatar (ujung lengan berimpit dengan celah yang tersedia). Ini merupakan posisi seimbang dan siap digunakan.
- g) Mematikan motor.

- h) Membuka pintu sangkar pompa dan pasang sabuk pada motor dan pompa yang akan diuji.
- i) Menutup kembali pintu sangkar pompa.
- j) Pengujian pompa lain dapat dilakukan dengan cara yang sama.



BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hasil Pengamatan

1. Analisa hasil pengamatan untuk pompa sentrifugal

Sebagai contoh diambil data nomor 1 pada Tabel 13 setelah rekondisi, sebagai berikut :

Tanggal 01/08/2008 (Pukul 09.00)

$$P_{\text{atm}} = 95,8 \text{ kPa}, T = 28^{\circ} \text{ C, maka } \rho = 996.3 \text{ kg/m}^3$$

$$h_s = - 0,6 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$h_d = 3,7 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$V = 5 \text{ liter} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$t = 5,9 \text{ detik}$$

$$N_m = 1700 \text{ rpm}$$

$$T = 0,98 \text{ Nm}$$

- Menghitung H_t total

$$H_t = h_{\text{suction}} + h_{\text{dischart}}$$

$$= - 0,6 + 3,7$$

$$= 3,1 \text{ mH}_2\text{O}$$

- Menghitung Laju Aliran Air (Debit)

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

$$= \frac{5 \times 10^{-3}}{5,9}$$

$$= 0,00085 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Menghitung Daya Air

$$\begin{aligned} P_h &= \rho g Q H_t \\ &= 996,3 \times 9,81 \times 0,00085 \times 3,1 \\ &= 25,6767 \text{ W} \end{aligned}$$

- Menghitung Putaran Poros Pompa

$$N_p = N_m \times \frac{23}{17}$$

Dimana N_m = Putaran motor

$$\begin{aligned} &= 1200 \times \frac{23}{17} \\ &= 1623,53 \text{ rpm} \end{aligned}$$

- Menghitung Daya Poros

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{2\pi NT}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 1623,53 \times 0,98}{60} \\ &= 235,9187 \text{ W} \end{aligned}$$

- Menghitung Efisiensi Pompa

$$\begin{aligned} \eta_{\text{mekanis}} &= \frac{P_h}{P_s} \times 100 \% \\ &= \frac{25,6767}{235,9187} \times 100 \% \\ &= 10,88 \% \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, hasil analisa sebelum rekondisi pada putaran 1000 rpm sampai 1200 rpm dapat dilihat pada Tabel 7 sampai Tabel 9 dan setelah rekondisi dapat dilihat pada Tabel 24, begitu pula untuk putaran motor 1800 rpm dan 1900 rpm dapat dilihat pada Tabel 25 dan Tabel 26.

2. Analisa hasil pengamatan untuk pompa turbin

Sebagai contoh diambil data nomor 1 pada Tabel 16 setelah rekondisi , sebagai berikut :

Tanggal 02/08/2008 (Pukul 09.10)

$$P_{\text{atm}} = 95,8 \text{ kPa}, T = 28^\circ \text{ C, maka } \rho = 996,3 \text{ kg/m}^3$$

$$h_s = -0,5 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$h_d = 1,8 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$V = 5 \text{ liter} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$t = 9,3 \text{ detik}$$

$$N_m = 1700 \text{ rpm}$$

$$T = 1,8 \text{ Nm}$$

- Menghitung H_t total

$$H_t = h_{\text{suction}} + h_{\text{dischart}}$$

$$= -0,5 + 1,8$$

$$= 1,3 \text{ mH}_2\text{O}$$

- Menghitung Laju Aliran Air (Debit)

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

$$= \frac{5 \times 10^{-3}}{9,3}$$

$$= 0,000538 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Menghitung Daya Air

$$P_h = \rho g Q H_t$$

$$= 996,3 \times 9,81 \times 0,000538 \times 1,3$$

$$= 6,8311 \text{ W}$$

- Menghitung Putaran Poros Pompa

$$N_p = N_m \times \frac{27}{14}$$

$$= 1200 \times \frac{27}{14}$$

$$= 1971,43 \text{ rpm}$$

- Menghitung Daya Poros

$$P_s = \frac{2\pi NT}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 1971,43 \times 1,8}{60}$$

$$= 526,1743 \text{ W}$$

- Menghitung Efisiensi Pompa

$$\eta_{\text{mekanis}} = \frac{P_h}{P_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{6,811}{526,1743} \times 100 \%$$

$$= 1,57 \%$$

Dengan menggunakan cara yang sama, hasil analisa sebelum rekondisi pada putaran 1000 rpm sampai 1200 rpm dapat dilihat pada Tabel 10 sampai Tabel 12 dan setelah rekondisi dapat dilihat pada Tabel 27, begitu pula untuk putaran motor 1800 rpm dan 1900 rpm dapat dilihat pada Tabel 28 dan Tabel 29.

3. Analisa hasil pengamatan untuk pompa aksial

Sebagai contoh diambil data nomor 1 pada Tabel 37 setelah rekondisi, sebagai berikut :

Tanggal 03/08/2008 (Pukul 09.05)

$$P_{\text{atm}} = 95,8 \text{ kPa}, T = 28^\circ \text{ C, maka } \rho = 996,3 \text{ kg/m}^3$$

$$h_s = -0,07 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$h_d = 0,325 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$H = 46,5 \text{ mm}$$

$$B = 50 \text{ mm}$$

$$N_m = 1100 \text{ rpm}$$

$$T = 0,36 \text{ Nm}$$

- Menghitung H_t total

$$H_t = h_{\text{suction}} + h_{\text{dischart}}$$

$$= -0,07 + 0,325$$

$$= 0,255 \text{ mH}_2\text{O}$$

- Menghitung Laju Aliran Air (debit)

$$Q = \frac{2}{3} B \sqrt{2gH}^{\frac{2}{3}}$$

Dimana : H = Tinggi permukaan air pada bendungan (m).

B = lebar celah bendungan (m).

$$= \frac{2}{3} \times 50 \times 10^{-3} \sqrt{2 \times 9,81 \times (46,5 \times 10^{-3})^2}$$

$$= 0,00148 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Menghitung Daya Air

$$P_h = \rho g Q H_t$$

$$= 996,3 \times 9,81 \times 0,00148 \times 0,225$$

$$= 3,7035 \text{ W}$$

- Menghitung Putaran Poros Pompa

$$N_p = N_m \times \frac{27}{14}$$

$$= 1100 \times \frac{27}{14}$$

$$= 1807,14 \text{ rpm}$$

- Menghitung Daya Poros

$$P_s = \frac{2\pi NT}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 1807,14 \times 0,360}{60}$$

$$= 68,0931 \text{ W}$$

- Menghitung Efisiensi Pompa

$$\eta_{\text{mekanis}} = \frac{P_h}{P_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{3,7035}{68,0931} \times 100 \%$$

$$= 5,44 \%$$

Dengan menggunakan cara yang sama, hasil analisa yang lain dapat dilihat pada Tabel 30, begitu pula untuk putaran 1200 rpm, 1300 rpm dan 1400 rpm dapat dilihat pada Tabel 31 sampai Tabel 33.

4. Analisa hasil pengamatan untuk pompa goda gigi

Sebagai contoh diambil data nomor 1 pada Tabel 23 setelah rekondisi, sebagai berikut :

Tanggal 04/08/2008 (Pukul 09.20)

$$P_{\text{atm}} = 95,8 \text{ kPa}, T = 28^\circ \text{ C}, \text{ maka } \rho = 996.3 \text{ kg/m}^3$$

$$h_s = -0,0 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$h_d = 1,25 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$V = 5 \text{ liter} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$t = 8,9 \text{ detik}$$

$$N_m = 1900 \text{ rpm}$$

$$T = 0,80 \text{ Nm}$$

- Menghitung H_t total

$$H_t = h_{\text{suction}} + h_{\text{dischart}}$$

$$= -0.0 + 1,25$$

$$= 1,25 \text{ mH}_2\text{O}$$

- Menghitung Laju Aliran Air (Debit)

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

$$= \frac{5 \times 10^{-3}}{8,9}$$

$$= 0,000562 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Menghitung Daya Air

$$\begin{aligned} P_h &= \rho g Q H_t \\ &= 996,3 \times 9,81 \times 0,000562 \times 1,25 \\ &= 6,8636 \text{ W} \end{aligned}$$

- Menghitung Putaran Poros Pompa

$$\begin{aligned} N_p &= N_m \times \frac{23}{32} \\ &= 1100 \times \frac{23}{32} \\ &= 862,5 \text{ rpm} \end{aligned}$$

- Menghitung Daya Poros

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{2\pi NT}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 862,5 \times 0,92}{60} \\ &= 108,33 \text{ W} \end{aligned}$$

- Menghitung Efisiensi Pompa

$$\begin{aligned} \eta_{\text{mekanis}} &= \frac{P_h}{P_s} \times 100 \% \\ &= \frac{1,2328}{108,33} \times 100 \% \\ &= 1,14 \% \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, hasil analisa yang lain dapat dilihat pada Tabel 34.

4.2 Pembahasan

Dari hasil rekondisi dan hasil analisa maka dapat didapatkan bahwa keadaan awal dari setiap pompa pada alat multi Pump yaitu :

- Pompa aksial = Rusak total
- Pompa roda gigi = Rusak total
- Pompa sentrifugal = Rusak dan masih dapat berputar
- Pompa turbin = Rusak dan masih dapat berputar

Metode-metode perbaikan yang dilakukan pada pompa roda gigi yaitu membuka pengikat yang ada pada jalur pipa isap pompa roda gigi. melonggarkan drat pada sisi tekan pompa, membuka baut penahan pompa yang terdiri dari dua baut atau stan kaki pompa, membuka puli yang ada pada poros pompa dengan cara melepas spi yang terdapat di antara poros dan puli, melepas baut penahan atau baut pada bodi pompa yang terdiri dari empat baut L, melepas bodi belakang pompa, melepas gear kecil pompa, melepas poros pompa dari bodi depan pompa, melepas oli seal pompa. Setelah melakukan pembongkaran maka langkah selanjutnya yaitu mengecek kerusakan. Kerusakan yang terdapat pada pompa roda gigi yaitu poros tidak dapat berputar akibat timbulnya karat pada bagian poros dan roda gigi pompa akibat tidak adanya pelumasan, roda gigi mengalami kebocoran-kebocoran serta timbulnya karat bagian tersebut, oli seal rusak, timbulnya karat pada bagian bodi pompa. Sebagai metode perbaikan yang dilakukan yaitu melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak yang melekat pada poros pompa, membersihkan terak yang melekat pada bodi pompa dengan cara mengamplasnya, akibat kerusakan total pada oli

seal maka dilakukan penggantian, melakukan pembersihan karat pada bagian gir dengan cara mengamplas bagian tersebut. Akan tetapi masih terdapat permasalahan yang ditemukan pada pompa roda gigi, dimana pompa tersebut masih mengalami kebocoran pada bagian poros diakibatkan karena permukaan poros yang tidak rata dan poros pompa mengalami pengecilan.

Metode-metode perbaikan yang dilakukan pada pompa aksial yaitu melepas pengikat yang ada pada jalur pipa isap dan tekan pompa aksial, melepas baut penahan atau stan kaki pada pompa aksial yang terdiri dari enam baut, melepas tabung yang ada sisi isap pompa, melepas impeler dari poros pompa, dengan cara memutar impeler searah dengan jarum jam, melepas spi dari poros pompa, membuka atau melepas puli dari poros pompa, melepas bantalan dari poros pompa. Setelah melakukan pembongkaran maka langkah selanjutnya yaitu mengecek kerusakan. Kerusakan yang terdapat pada pompa aksial yaitu poros tidak dapat berputar akibat timbulnya karat pada bagian poros pompa akibat tidak adanya pelumasan, bantalan mengalami kerusakan, terdapat lumut pada bagian bodi pompa. sebagai metode perbaikan yang dilakukan yaitu melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak dan kotoran yang melekat pada poros pompa, membersihkan lumut yang melekat pada bodi pompa, akibat kerusakan total pada bering maka dilakukan penggantian.

Metode-metode perbaikan yang dilakukan pada pompa sentrifugal yaitu membuka pengikat yang ada pada jalur pipa isap pompa sentrifugal, melonggarkan drat pada sisi tekan pompa, membuka baut penahan pompa yang

terdiri dari empat baut atau stan kaki pompa, melepas spi dari puli pompa, membuka puli yang ada pada poros pompa, melepas baut penahan atau baut pada bodi pompa yang terdiri dari empat baut, memisahkan poros dari bantalan, melepas bodi belakang pompa, memisahkan impeler dari bodi pompa. Setelah melakukan pembongkaran maka langkah selanjutnya yaitu mengecek kerusakan. Kerusakan yang terdapat pada pompa sentrifugal yaitu timbulnya karat pada bagian poros pompa akibat tidak adanya pelumasan, timbulnya terak pada impeler, timbulnya karat pada bagian rumah pompa, terjadi penyumbatan aliran air pada impeler karena adanya kotoran plastik pada bagian tersebut, baut mengalami perkaratan sehingga diperlukan penggantian. Sebagai metode perbaikan yang dilakukan yaitu melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak yang melekat pada poros pompa, membersihkan terak yang melekat pada bodi pompa dengan cara mengamplasnya, membersihkan sampah yang melekat pada bagian impeler pompa, melakukan pembersihan terak yang melekat pada bagian impeler dengan cara mengamplas bagian tersebut dengan amplas yang halus, melakukan penggantian baut.

Metode-metode perbaikan yang dilakukan pada pompa turbin yaitu membuka pengikat yang ada pada jalur pipa isap pompa turbin, melonggarkan drat pada sisi tekan pompa, membuka baut penahan pompa yang terdiri dari empat baut, melepas spi yang terdapat diantara poros dan puli pompa, membuka puli yang ada pada poros pompa, melepas bodi belakang pompa yang terdiri dari empat baut, melepas baut penahan atau baut pada bodi pompa yang terdiri dari tujuh baut, memisahkan poros dari bantalan, memisahkan oli seal dari bantalan,

melepaskan impeler dari poros pompa. Setelah melakukan pembongkaran maka langkah selanjutnya yaitu mengecek kerusakan. Kerusakan yang terdapat pada pompa turbin yaitu timbulnya karat pada bagian poros pompa akibat tidak adanya pelumasan, timbulnya terak pada impeler, timbulnya karat pada bagian rumah pompa, terjadi penyumbatan aliran air pada sisi isap karena adanya terak yang menumpuk, baut mengalami perkaratan sehingga diperlukan penggantian. Sebagai metode perbaikan yang dilakukan yaitu melakukan pengamplasan pada bagian poros pompa untuk menghilangkan karat serta terak yang melekat pada poros pompa, membersihkan terak yang melekat pada bodi pompa dengan cara mengamplasnya, melakukan pembersihan terak yang melekat pada bagian impeler dengan cara mengamplass bagian tersebut dengan amplas yang halus, melakukan penggantian baut yang patah maupun yang sudah berkarat.

Sedangkan kondisi setelah perbaikan (Rekondisi) adalah

- Pompa Aksial = Baik (dapat memompa air)
- Pompa roda gigi = Baik (dapat memompa air)
- Pompa Sentrifugal = Baik (mengalami peningkatan efisiensi dari 9,96 % menjadi 14,63 % pada putaran maksimum)
- Pompa turbin = Baik (mengalami peningkatan efisiensi dari 3,12 % menjadi 4,01 % pada putaran maksimum)

Untuk setiap pengujian pompa dilakukan dengan cara yang sama, akan tetapi pada pompa aksial kita melakukan pengujian yang berbeda yaitu pengujian dengan menggunakan system bendungan, karena sisi isap pompa aksial berada pada bak volumetrik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil sebelum dan sesudah rekondisi maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pompa axial dan pompa roda gigi mengalami kerusakan yang total, pompa sentrifugal dan turbin rusak dan masih dapat berputar. Penyebab kerusakan karena adanya karat, terak dan kotoran pada bagian poros, impeler, rumah pompa, roda gigi. Perbaikan dengan mengamplas dan mengeluarkan kotoran dan mengganti bagian yang rusak. Setelah rekondisi, semua pompa dapat beroperasi dengan baik.
2. Kinerja pompa aksial dan pompa roda gigi sebelum rekondisi tidak dapat dihitung karena rusak total dan pada pompa sentrifugal pada putaran 1200 rpm daya hidrolis 33.4432 watt, daya mekanis 335.6106 watt. Untuk pompa turbin pada putaran 1200 daya hidrolis 19.7328 watt, daya mekanis 632.2166 watt, Setelah rekondisi untuk pompa sentrifugal pada putaran 1200 rpm daya hidrolis 46.2649 watt, daya mekanis 316.1395 watt, Pompa turbin pada putaran 1200 rpm daya hidrolis 31.8708 watt, daya mekanis 795.5377 watt, untuk pompa roda gigi pada putaran 1400 rpm daya hidrolis 13,7174 watt, daya mekanis 135.8639 watt, dan untuk pompa aksial pada putaran 1400 rpm daya hidrolis 6.4168 watt, daya mekanis 115.5520 watt.

3. Efisiensi pompa aksial dan pompa roda gigi sebelum rekondisi tidak dapat dihitung karena rusak total dan pada pompa sentrifugal pada putaran 1200 rpm efisiensi 9.96 %, untuk pompa turbin pada putaran 1200 rpm efisiensi 3.12 %, Setelah rekondisi untuk pompa sentrifugal pada putaran 1200 rpm efisiensi 14.63 %, Pompa turbin pada putaran 1200 rpm efisiensi 4.01 %, untuk pompa roda gigi pada putaran 1400 rpm efisiensi 10,10 %, dan untuk pompa aksial pada putaran 1400 rpm efisiensi 5.55 %.

5.2 Saran

1. Sebaiknya melakukan pengecekan dan perawatan pada alat Multi Pump test rig baik itu :
 - Perawatan mingguan
 - Perawatan bulanan
 - Perawatan 3 bulanan
 - Perawatan tahunan
2. Sebaiknya peserta Praktikum mengecek kondisi air sebelum melakukan Praktikum, apakah air dan bak penampungan sudah kotor atau sudah berlumut, dan apabila kondisi tersebut terjadi maka sebaiknya melakukan pembersihan bak dan penggantian air.
3. Setelah melakukan praktikum, sebaiknya peserta praktikum melakukan pembersihan pada alat multi pump test rig dan mengeringkan bagian yang basah utamanya pada bagian pompa dan motor. Hal ini dilakukan agar mencegah atau memperlambat timbulnya karat.

4. Sebaiknya melakukan pemberian pembersih karat pada bagian puli pompa dan motor sebelum melakukan praktikum. Ini dilakukan agar putaran motor dan pompa bisa lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

1. Sularso, 1991. *Pompa dan Kompresor*, PT. Pradnya Pramita, Jakarta.
2. Hicks Edwards, 1996. *Teknologi pemakaian pompa*. Erlangga, Jakarta.
3. Dietzel frit, 1980 *Turbin Pompa dan compressor*.Erlangga, Jakarta.
4. Karassik J Igor Dkk, 2001. *Pump Hand Book Third Edition*. McGraw-Hill Companies.
5. GAMBICA Association, BPMA. *Variable Speed Driven Pumps, Best Practice Guide*.www.gambica.org.uk/pdfs/VSD_Pumps.pdf September 2008.



LAMPIRAN



DATA DAN HASIL ANALISA POMPA SEBELUM REKONDISI

Tabel 1. Data pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1000.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-2.5	3.1	5	4.8	1.675	1000
2	-2.5	3.5	5	5.1	1.625	1000
3	-2.5	4.0	5	5.6	1.600	1000
4	-2.4	4.5	5	6.5	1.570	1000
5	-2.4	5.0	5	7.4	1.550	1000
6	-2.4	5.5	5	10.1	1.490	1000
7	-2.4	6.0	5	12.7	1.470	1000
8	-2.3	6.5	5	15.8	1.425	1000
9	-2.3	7.0	5	20.4	1.400	1000
10	-2.1	7.5	5	26.1	1.375	1000
11	-2.0	8.0	5	34.7	1.350	1000
12	-2.0	8.5	5	0.0	1.315	1000

Tabel 2. Data pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1100.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-2.75	3.4	5	4.1	1.850	1100
2	-2.71	3.5	5	4.6	1.800	1100
3	-2.55	4.0	5	5.8	1.725	1100
4	-2.43	4.5	5	7.2	1.700	1100
5	-2.35	5.0	5	8.6	1.635	1100
6	-2.30	5.5	5	10.1	1.620	1100
7	-2.30	6.0	5	12.1	1.610	1100
8	-2.20	6.5	5	14.3	1.600	1100
9	-2.05	7.0	5	16.7	1.585	1100
10	-2.05	7.5	5	19.5	1.575	1100
11	-2.05	8.0	5	23.4	1.520	1100
12	-1.93	8.5	5	27.5	1.500	1100
13	-1.90	9.0	5	32.2	1.475	1100
14	-1.90	9.5	5	37.6	1.450	1100
15	-1.90	10.0	5	0.0	1.425	1100

Tabel 3. Data pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1200.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-3.10	4.20	5	3.5	2.075	1200
2	-3.10	4.50	5	3.8	2.025	1200
3	-3.05	5.00	5	3.9	2.000	1200
4	-3.00	5.50	5	4.1	1.980	1200
5	-3.00	6.00	5	4.4	1.975	1200
6	-3.00	6.50	5	5.2	1.950	1200
7	-2.90	7.00	5	8.5	1.825	1200
8	-2.90	7.50	5	10.7	1.750	1200
9	-2.85	8.00	5	12.9	1.600	1200
10	-2.80	8.50	5	15.4	1.575	1200
11	-2.75	9.00	5	18.7	1.525	1200
12	-2.75	9.50	5	23.3	1.475	1200
13	-2.75	10.00	5	29.8	1.400	1200

Tabel 4. Data pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1000.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-2.25	2.5	5	11.2	1.750	1000
2	-2.25	3.0	5	11.8	1.750	1000
3	-2.25	3.5	5	12.9	1.850	1000
4	-2.25	4.0	5	14.2	2.180	1000
5	-2.25	4.5	5	15.6	2.200	1000
6	-2.10	5.0	5	17.2	2.275	1000
7	-2.10	5.5	5	19.3	2.350	1000
8	-2.10	6.0	5	21.5	2.500	1000
9	-2.00	6.5	5	25.9	2.570	1000
10	-2.00	7.0	5	30.3	2.600	1000
11	-1.90	7.5	5	34.6	2.615	1000
12	-1.80	8.0	5	39.2	2.620	1000
13	-1.80	8.5	5	44.7	2.750	1000
14	-1.80	9.0	5	0.0	2.770	1000

Tabel 5. Data pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1100.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-2.55	3.0	5	9.1	2.180	1100
2	-2.50	3.5	5	9.6	2.200	1100
3	-2.35	4.0	5	10.8	2.250	1100
4	-2.20	4.5	5	12.2	2.250	1100
5	-2.15	5.0	5	13.6	2.260	1100
6	-2.10	5.5	5	15.1	2.300	1100
7	-2.10	6.0	5	17.1	2.325	1100
8	-2.10	6.5	5	19.3	2.350	1100
9	-2.10	7.0	5	21.7	2.375	1100
10	-2.10	7.5	5	23.9	2.550	1100
11	-2.10	8.0	5	28.4	2.600	1100
12	-2.00	8.5	5	32.5	2.630	1100
13	-2.00	9.0	5	37.2	2.680	1100
14	-2.00	9.5	5	42.6	2.780	1100
15	-2.00	10.0	5	0.0	2.800	1100

Tabel 6. Data pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1200.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-2.95	3.7	5	4.7	2.480	1200
2	-2.91	4.0	5	5.1	2.500	1200
3	-2.75	4.5	5	5.8	2.550	1200
4	-2.63	5.0	5	6.6	2.570	1200
5	-2.55	5.5	5	7.5	2.570	1200
6	-2.50	6.0	5	8.7	2.610	1200
7	-2.50	6.5	5	10.2	2.625	1200
8	-2.40	7.0	5	12.3	2.650	1200
9	-2.25	7.5	5	14.5	2.675	1200
10	-2.25	8.0	5	16.4	2.850	1200
11	-2.25	8.5	5	20.7	2.910	1200
12	-2.13	9.0	5	25.3	2.930	1200
13	-2.10	9.5	5	31.8	2.980	1200
14	-2.10	10.0	5	38.2	3.050	1200
15	-2.10	10.5	5	0.0	3.120	1200

Tabel 7. Hasil analisa pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1000.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	1352.94	0.60	0.001042	6.1313	237.1931	2.58
2	1352.94	1.00	0.000980	9.6176	230.1127	4.18
3	1352.94	1.50	0.000893	13.1384	226.5725	5.80
4	1352.94	2.10	0.000769	15.8469	222.3243	7.13
5	1352.94	2.60	0.000676	17.2338	219.4922	7.85
6	1352.94	3.10	0.000495	15.0550	210.9957	7.14
7	1352.94	3.60	0.000394	13.9039	208.1635	6.68
8	1352.94	4.20	0.000316	13.0386	201.7912	6.46
9	1352.94	4.70	0.000245	11.3007	198.2510	5.70
10	1352.94	5.40	0.000192	10.1483	194.7108	5.21
11	1352.94	6.00	0.000144	8.4813	191.1706	4.44
12	1352.94	6.50	0.000000	0.0000	186.2143	0.00

Tabel 8. Hasil analisa pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1100.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	1488.23	0.65	0.001220	7.7762	288.1720	2.70
2	1488.23	0.79	0.001087	8.4238	280.3835	3.00
3	1488.23	1.45	0.000862	12.2625	268.7009	4.56
4	1488.23	2.07	0.000694	14.1019	264.8067	5.33
5	1488.23	2.65	0.000581	15.1142	254.6817	5.93
6	1488.23	3.20	0.000495	15.5406	252.3452	6.16
7	1488.23	3.70	0.000413	14.9988	250.7875	5.98
8	1488.23	4.30	0.000350	14.7493	249.2298	5.92
9	1488.23	4.95	0.000299	14.5388	246.8933	5.89
10	1488.23	5.45	0.000256	13.7088	245.3356	5.59
11	1488.23	5.95	0.000214	12.4721	236.7683	5.27
12	1488.23	6.57	0.000182	11.7185	233.6529	5.02
13	1488.23	7.10	0.000155	10.8154	229.7587	4.71
14	1488.23	7.60	0.000133	9.9144	225.8645	4.39
15	1488.23	8.10	0.000000	0.0000	221.9703	0.00

Tabel 9. Hasil analisa pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1200.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	1623.53	1.10	0.001429	15.4157	352.6035	4.37
2	1623.53	1.40	0.001316	18.0711	344.1071	5.25
3	1623.53	1.95	0.001282	24.5250	339.8588	7.22
4	1623.53	2.50	0.001220	29.9085	336.4602	8.89
5	1623.53	3.00	0.001136	33.4432	335.6106	9.96
6	1623.53	3.50	0.000962	33.0144	331.3624	9.96
7	1623.53	4.10	0.000588	23.6594	310.1212	7.63
8	1623.53	4.60	0.000467	21.0869	297.3765	7.09
9	1623.53	5.15	0.000388	19.5820	271.8871	7.20
10	1623.53	5.70	0.000325	18.1549	267.6388	6.78
11	1623.53	6.25	0.000267	16.3937	259.1424	6.33
12	1623.53	6.75	0.000215	14.2098	250.6459	5.67
13	1623.53	7.25	0.000168	11.9333	237.9012	5.02

Tabel 10. Hasil analisa pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1000.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	1928.57	0.25	0.000446	1.0949	353.2500	0.31
2	1928.57	0.75	0.000424	3.1176	353.2500	0.88
3	1928.57	1.25	0.000388	4.7529	373.4357	1.27
4	1928.57	1.75	0.000352	6.0449	440.0486	1.37
5	1928.57	2.25	0.000321	7.0745	444.0857	1.59
6	1928.57	2.90	0.000291	8.2701	459.2250	1.80
7	1928.57	3.40	0.000259	8.6409	474.3643	1.82
8	1928.57	3.90	0.000233	8.8974	504.6429	1.76
9	1928.57	4.50	0.000193	8.5222	518.7729	1.64
10	1928.57	5.00	0.000165	8.0941	524.8286	1.54
11	1928.57	5.60	0.000145	7.9387	527.8564	1.50
12	1928.57	6.20	0.000128	7.7579	528.8657	1.47
13	1928.57	6.70	0.000112	7.3520	555.1071	1.32
14	1928.57	7.20	0.000000	0.0000	559.1443	0.00

Tabel 11. Hasil analisa pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1100.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2121.43	0.45	0.000549	2.4255	484.0534	0.50
2	2121.43	1.00	0.000521	5.1094	488.4943	1.05
3	2121.43	1.65	0.000463	7.4938	499.5964	1.50
4	2121.43	2.30	0.000410	9.2471	499.5964	1.85
5	2121.43	2.85	0.000368	10.2789	501.8169	2.05
6	2121.43	3.40	0.000331	11.0444	510.6986	2.16
7	2121.43	3.90	0.000292	11.1868	516.2496	2.17
8	2121.43	4.40	0.000259	11.1824	521.8007	2.14
9	2121.43	4.90	0.000230	11.0758	527.3518	2.10
10	2121.43	5.40	0.000209	11.0824	566.2093	1.96
11	2121.43	5.90	0.000176	10.1900	577.3114	1.77
12	2121.43	6.50	0.000154	9.8100	583.9727	1.68
13	2121.43	7.00	0.000134	9.2298	595.0749	1.55
14	2121.43	7.50	0.000117	8.6356	617.2791	1.40
15	2121.43	8.00	0.000000	0.0000	621.7200	0.00

Tabel 12. Hasil analisa pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1200.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2314.29	0.75	0.001064	7.8271	600.7269	1.30
2	2314.29	1.09	0.000980	10.4832	605.5714	1.73
3	2314.29	1.75	0.000862	14.7996	617.6829	2.40
4	2314.29	2.37	0.000758	17.6134	622.5274	2.83
5	2314.29	2.95	0.000667	19.2930	622.5274	3.10
6	2314.29	3.50	0.000575	19.7328	632.2166	3.12
7	2314.29	4.00	0.000490	19.2353	635.8500	3.03
8	2314.29	4.60	0.000407	18.3439	641.9057	2.86
9	2314.29	5.25	0.000345	17.7595	647.9614	2.74
10	2314.29	5.75	0.000305	17.1974	690.3514	2.49
11	2314.29	6.25	0.000242	14.8098	704.8851	2.10
12	2314.29	6.87	0.000198	13.3191	709.7297	1.88
13	2314.29	7.40	0.000157	11.4142	721.8411	1.58
14	2314.29	7.90	0.000131	10.1438	738.7971	1.37
15	2314.29	8.40	0.000000	0.0000	755.7531	0.00

LAMPIRAN

III

DATA DAN HASIL ANALISA POMPA SETELAH REKONDISI



Tabel 13. Data pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1700.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.600	3.700	5	5.9	0.980	1700
2	-0.600	3.875	5	6.2	0.965	1700
3	-0.600	4.000	5	6.4	0.950	1700
4	-0.600	4.125	5	6.6	0.935	1700
5	-0.600	4.250	5	6.9	0.920	1700
6	-0.600	4.375	5	7.2	0.905	1700
7	-0.600	4.500	5	7.3	0.890	1700
8	-0.600	4.625	5	7.4	0.875	1700
9	-0.600	4.750	5	7.6	0.865	1700
10	-0.600	4.875	5	7.8	0.860	1700
11	-0.600	5.000	5	8.1	0.850	1700
12	-0.600	5.125	5	8.3	0.845	1700
13	-0.600	5.250	5	8.6	0.840	1700
14	-0.600	5.375	5	8.9	0.835	1700
15	-0.600	5.500	5	9.3	0.830	1700
16	-0.600	5.625	5	9.8	0.820	1700
17	-0.600	5.750	5	10.4	0.810	1700
18	-0.600	5.875	5	10.9	0.800	1700
19	-0.600	6.000	5	11.5	0.790	1700
20	-0.600	6.125	5	12.4	0.780	1700
21	-0.600	6.250	5	13.3	0.770	1700
22	-0.600	6.375	5	14.7	0.760	1700
23	-0.600	6.500	5	16.1	0.750	1700
24	-0.600	6.625	5	17.5	0.735	1700
25	-0.600	6.750	5	18.9	0.720	1700
26	-0.600	6.875	5	20.8	0.705	1700
27	-0.600	7.000	5	22.7	0.690	1700
28	-0.600	7.125	5	25.6	0.675	1700
29	-0.600	7.250	5	28.5	0.660	1700
30	-0.600	7.375	5	31.4	0.645	1700
31	-0.600	7.500	5	34.3	0.630	1700
32	-0.600	7.625	5	38.2	0.615	1700
33	-0.600	7.750	5	42.1	0.600	1700
34	-0.600	7.875	5	47.9	0.585	1700
35	-0.600	8.000	5	51.9	0.570	1700
36	-0.600	8.125	5	57.8	0.555	1700
37	-0.600	8.250	5	68.7	0.540	1700

38	-0.600	8.375	5	79.6	0.525	1700
39	-0.600	8.500	5	96.5	0.510	1700
40	-0.600	8.625	5	113.4	0.495	1700
41	-0.600	8.750	5	134.3	0.480	1700
42	-0.600	8.875	5	165.2	0.465	1700
43	-0.600	9.000	5	0	0.450	1700

Tabel 14. Data pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1800.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.600	4.050	5	5.1	1.160	1800
2	-0.600	4.125	5	5.3	1.140	1800
3	-0.600	4.250	5	5.4	1.135	1800
4	-0.600	4.375	5	5.5	1.125	1800
5	-0.600	4.500	5	5.6	1.120	1800
6	-0.600	4.625	5	5.7	1.110	1800
7	-0.600	4.750	5	5.8	1.105	1800
8	-0.600	4.875	5	5.9	1.100	1800
9	-0.600	5.000	5	6.1	1.090	1800
10	-0.600	5.125	5	6.3	1.075	1800
11	-0.600	5.250	5	6.4	1.060	1800
12	-0.600	5.375	5	6.5	1.050	1800
13	-0.600	5.500	5	6.7	1.045	1800
14	-0.600	5.625	5	6.9	1.035	1800
15	-0.600	5.750	5	7.1	1.025	1800
16	-0.600	5.875	5	7.4	1.005	1800
17	-0.600	6.000	5	7.6	1.000	1800
18	-0.600	6.125	5	7.9	0.990	1800
19	-0.600	6.250	5	8.6	0.975	1800
20	-0.600	6.375	5	9.4	0.960	1800
21	-0.600	6.500	5	10.5	0.945	1800
22	-0.600	6.625	5	11.9	0.930	1800
23	-0.600	6.750	5	12.8	0.915	1800
24	-0.600	6.875	5	13.6	0.900	1800
25	-0.600	7.000	5	15.2	0.885	1800
26	-0.600	7.125	5	16.1	0.870	1800
27	-0.600	7.250	5	17	0.855	1800
28	-0.600	7.375	5	18.2	0.840	1800
29	-0.600	7.500	5	18.9	0.825	1800
30	-0.600	7.625	5	19.7	0.810	1800

31	-0.600	7.750	5	21.9	0.795	1800
32	-0.600	7.875	5	23.4	0.780	1800
33	-0.600	8.000	5	24.5	0.765	1800
34	-0.600	8.125	5	25.7	0.750	1800
35	-0.600	8.250	5	26.9	0.735	1800
36	-0.600	8.375	5	28.5	0.720	1800
37	-0.600	8.500	5	29.8	0.705	1800
38	-0.600	8.625	5	31.2	0.690	1800
39	-0.600	8.750	5	33.4	0.675	1800
40	-0.600	8.875	5	36.7	0.660	1800
41	-0.600	9.000	5	40	0.645	1800
42	-0.600	9.125	5	43.3	0.630	1800
43	-0.600	9.250	5	46.6	0.615	1800
44	-0.600	9.375	5	49.9	0.600	1800
45	-0.600	9.500	5	55.4	0.585	1800
46	-0.600	9.625	5	64.9	0.570	1800
47	-0.600	9.750	5	72.6	0.555	1800
48	-0.600	9.875	5	99.7	0.540	1800
49	-0.600	10.000	5	156.9	0.525	1800

Tabel 15. Data pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1900.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.600	4.875	5	4.5	1.35	1900
2	-0.600	5.000	5	4.7	1.31	1900
3	-0.600	5.125	5	4.8	1.3	1900
4	-0.600	5.250	5	4.9	1.29	1900
5	-0.600	5.375	5	5	1.275	1900
6	-0.600	5.500	5	5.1	1.26	1900
7	-0.600	5.625	5	5.2	1.245	1900
8	-0.600	5.750	5	5.3	1.24	1900
9	-0.600	5.875	5	5.4	1.235	1900
10	-0.600	6.000	5	5.6	1.215	1900
11	-0.600	6.125	5	5.7	1.205	1900
12	-0.600	6.250	5	5.9	1.19	1900
13	-0.600	6.375	5	6.1	1.175	1900
14	-0.600	6.500	5	6.4	1.155	1900
15	-0.600	6.625	5	6.6	1.145	1900
16	-0.600	6.750	5	6.9	1.13	1900
17	-0.600	6.875	5	7.2	1.115	1900

18	-0.600	7.000	5	7.9	1.095	1900
19	-0.600	7.125	5	8.6	1.085	1900
20	-0.600	7.250	5	9.4	1.07	1900
21	-0.600	7.375	5	10.5	1.055	1900
22	-0.600	7.500	5	11.6	1.04	1900
23	-0.600	7.625	5	12.2	1.025	1900
24	-0.600	7.750	5	12.9	1.01	1900
25	-0.600	7.875	5	13.7	0.995	1900
26	-0.600	8.000	5	14.8	0.98	1900
27	-0.600	8.125	5	15.4	0.965	1900
28	-0.600	8.250	5	16.1	0.95	1900
29	-0.600	8.375	5	17	0.935	1900
30	-0.600	8.500	5	18.2	0.92	1900
31	-0.600	8.625	5	18.9	0.905	1900
32	-0.600	8.750	5	19.7	0.895	1900
33	-0.600	8.875	5	21.9	0.87	1900
34	-0.600	9.000	5	23.4	0.85	1900
35	-0.600	9.125	5	24.5	0.83	1900
36	-0.600	9.250	5	25.6	0.81	1901
37	-0.600	9.375	5	26.7	0.79	1902
38	-0.600	9.500	5	28.1	0.765	1903
39	-0.600	9.625	5	29.8	0.75	1904
40	-0.600	9.750	5	31.2	0.73	1905
41	-0.600	9.875	5	33.4	0.71	1906
42	-0.600	10.000	5	35.6	0.69	1907

Tabel 16. Data pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1700.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.500	1.80	5	9.30	1.800	1700
2	-0.500	2.50	5	9.80	1.820	1700
3	-0.500	3.00	5	10.20	1.840	1700
4	-0.500	3.50	5	10.50	1.880	1700
5	-0.500	4.00	5	11.10	1.910	1700
6	-0.500	4.50	5	11.50	1.920	1700
7	-0.500	5.00	5	11.90	1.940	1700
8	-0.500	5.50	5	12.40	1.960	1700
9	-0.500	6.00	5	12.80	1.980	1700
10	-0.500	6.50	5	13.30	1.990	1700
11	-0.500	7.00	5	13.90	2.000	1700
12	-0.500	7.50	5	14.70	2.010	1700

13	-0.500	8.00	5	15.70	2.020	1700
14	-0.500	8.50	5	16.80	2.030	1700
15	-0.500	9.00	5	18.60	2.040	1700
16	-0.500	9.50	5	21.10	2.050	1700
17	-0.500	10.00	5	24.60	2.060	1700
18	-0.500	10.50	5	29.50	2.070	1700
19	-0.500	11.00	5	36.20	2.080	1700
20	-0.500	11.50	5	47.30	2.100	1700
21	-0.500	12.00	5	65.00	2.120	1700
22	-0.500	12.50	5	~	2.200	1700

Tabel 17. Data pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1800.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.500	2.00	5	9.1	2.000	1800
2	-0.500	2.50	5	9.5	2.015	1800
3	-0.500	3.00	5	9.9	2.030	1800
4	-0.500	3.50	5	10.1	2.045	1800
5	-0.500	4.00	5	10.2	2.060	1800
6	-0.500	4.50	5	11.3	2.075	1800
7	-0.500	5.00	5	11.5	2.095	1800
8	-0.500	5.50	5	11.6	2.105	1800
9	-0.500	6.00	5	11.7	2.120	1800
10	-0.500	6.50	5	11.9	2.135	1800
11	-0.500	7.00	5	12.2	2.150	1800
12	-0.500	7.50	5	12.7	2.160	1800
13	-0.500	8.00	5	13.5	2.170	1800
14	-0.500	8.50	5	14.4	2.185	1800
15	-0.500	9.00	5	15.2	2.200	1800
16	-0.500	9.50	5	17.1	2.210	1800
17	-0.500	10.00	5	19.6	2.220	1800
18	-0.500	10.50	5	22.1	2.235	1800
19	-0.500	11.00	5	24.8	2.250	1800
20	-0.500	11.50	5	26.9	2.275	1800
21	-0.500	12.00	5	29.7	2.300	1800
22	-0.500	12.50	5	32.6	2.315	1800
23	-0.500	13.00	5	38.5	2.325	1800
24	-0.500	13.50	5	63.8	2.340	1800
25	-0.500	14.00	5	97.3	2.350	1800
26	-0.500	14.50	5	285.9	2.375	1800
27	-0.500	15.00	5	~	2.400	1800

Tabel 18. Data pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1900.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.500	2.10	5	9.0	2.150	1900
2	-0.500	2.50	5	9.1	2.205	1900
3	-0.500	3.00	5	9.2	2.220	1900
4	-0.500	3.50	5	9.3	2.235	1900
5	-0.500	4.00	5	9.5	2.250	1900
6	-0.500	4.50	5	9.7	2.265	1900
7	-0.500	5.00	5	10.2	2.280	1900
8	-0.500	5.50	5	10.1	2.300	1900
9	-0.500	6.00	5	10.4	2.330	1900
10	-0.500	6.50	5	10.8	2.345	1900
11	-0.500	7.00	5	11.3	2.360	1900
12	-0.500	7.50	5	11.7	2.375	1900
13	-0.500	8.00	5	12.2	2.400	1900
14	-0.500	8.50	5	12.6	2.410	1900
15	-0.500	9.00	5	13.1	2.425	1900
16	-0.500	9.50	5	13.8	2.435	1900
17	-0.500	10.00	5	14.6	2.450	1900
18	-0.500	10.50	5	15.4	2.465	1900
19	-0.500	11.00	5	16.8	2.480	1900
20	-0.500	11.50	5	18.1	2.490	1900
21	-0.500	12.00	5	19.5	2.500	1900
22	-0.500	12.50	5	21.3	2.520	1900
23	-0.500	13.00	5	24.1	2.550	1900
24	-0.500	13.50	5	26.4	2.560	1900
25	-0.500	14.00	5	29.6	2.580	1900
26	-0.500	14.50	5	35.2	2.595	1900
27	-0.500	15.00	5	43.6	2.610	1900
28	-0.500	15.50	5	76.9	2.650	1900
29	-0.500	16.00	5	~	2.700	1900

Tabel 19. Data pengujian pompa aksial pada putaran 1100.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	H (mm)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.07	0.325	46.5	0.360	1100
2	-0.07	0.350	45.8	0.365	1100
3	-0.07	0.375	45	0.370	1100
4	-0.07	0.400	43.2	0.375	1100
5	-0.07	0.425	41.6	0.380	1100
6	-0.05	0.450	39.3	0.385	1100
7	-0.05	0.475	37	0.390	1100
8	-0.05	0.500	34.6	0.395	1100
9	-0.05	0.525	32.6	0.400	1100
10	-0.05	0.550	29.7	0.405	1100
11	-0.05	0.575	26.8	0.410	1100
12	-0.05	0.600	23.7	0.415	1100
13	-0.05	0.625	21.5	0.420	1100
14	-0.05	0.650	19	0.425	1100
15	-0.05	0.675	16	0.430	1100
16	-0.05	0.700	0	0.435	1100

Tabel 20. Data pengujian pompa aksial pada putaran 1200.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	H (mm)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.08	0.325	51.0	0.385	1200
2	-0.08	0.350	50.4	0.390	1200
3	-0.07	0.375	49.7	0.395	1200
4	-0.07	0.400	48.4	0.400	1200
5	-0.07	0.425	47.0	0.405	1200
6	-0.07	0.450	45.9	0.410	1200
7	-0.05	0.475	44.8	0.415	1200
8	-0.05	0.500	43.1	0.420	1200
9	-0.05	0.525	41.8	0.425	1200
10	-0.05	0.550	39	0.430	1200
11	-0.05	0.575	38.4	0.435	1200
12	-0.05	0.600	36.9	0.440	1200
13	-0.05	0.625	35.3	0.445	1200
14	-0.05	0.650	32	0.450	1200
15	-0.05	0.675	30.2	0.455	1200
16	-0.05	0.700	28.7	0.460	1200
17	-0.05	0.725	25.9	0.465	1200

18	-0.05	0.750	23.6	0.470	1200
19	-0.04	0.775	20.3	0.475	1200
20	-0.04	0.800	0	0.480	1200

Tabel 21. Data pengujian pompa aksial pada putaran 1300.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	H (mm)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.1	0.150	57.0	0.440	1300
2	-0.1	0.200	55.0	0.445	1300
3	-0.08	0.250	52.8	0.450	1300
4	-0.08	0.300	50.0	0.455	1300
5	-0.08	0.350	47.5	0.458	1300
6	-0.06	0.400	45.2	0.461	1300
7	-0.06	0.450	42.8	0.464	1300
8	-0.06	0.500	38.6	0.470	1300
9	-0.06	0.550	35.1	0.475	1300
10	-0.05	0.600	32.5	0.478	1300
11	-0.05	0.650	30	0.480	1300
12	-0.05	0.700	26	0.485	1300
13	-0.05	0.750	23	0.491	1300
14	-0.05	0.800	20.3	0.495	1300
15	-0.05	0.850	18.5	0.501	1300
16	-0.05	0.900	14.4	0.510	1300
17	-0.04	0.950	10.4	0.511	1300
18	-0.04	1.000	6.5	0.525	1300
19	-0.04	1.050	4.4	0.530	1300
20	-0.04	1.100	0	0.540	1300

Tabel 22. Data pengujian pompa aksial pada putaran 1400.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	H (mm)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	-0.12	0.175	62.1	0.450	1400
2	-0.12	0.200	61.0	0.455	1400
3	-0.12	0.250	57.5	0.457	1400
4	-0.1	0.300	55.6	0.460	1400
5	-0.1	0.350	53.5	0.465	1400
6	-0.1	0.400	51.8	0.470	1400
7	-0.1	0.450	49.3	0.472	1400
8	-0.07	0.500	45.7	0.476	1400
9	-0.07	0.550	44.0	0.480	1400

10	-0.07	0.600	40.6	0.485	1400
11	-0.07	0.650	37.8	0.495	1400
12	-0.07	0.700	35.0	0.500	1400
13	-0.05	0.750	32.5	0.505	1400
14	-0.05	0.800	29.7	0.510	1400
15	-0.05	0.850	25.5	0.515	1400
16	-0.05	0.900	24.5	0.521	1400
17	-0.04	0.950	22.0	0.528	1400
18	-0.04	1.000	20.0	0.532	1400
19	-0.04	1.050	17.5	0.542	1400
20	-0.04	1.100	13.7	0.550	1400
21	-0.01	1.150	10.0	0.560	1400
22	-0.01	1.200	8.0	0.565	1400
23	-0.01	1.250	6.5	0.570	1400
24	-0.01	1.300	3.6	0.575	1400
25	-0.01	1.350	0.0	0.580	1400

Tabel 23. Data pengujian pompa roda gigi untuk volume 5 liter pada putaran 1900.

No.	H _s (mH ₂ O)	H _d (mH ₂ O)	Vol (Liter)	t (s)	T (Nm)	N _m (rpm)
1	0.00	1.25	5	8.90	0.92	1900
2	0.00	1.50	5	9.10	0.94	1900
3	0.00	2.00	5	9.50	0.95	1900
4	0.00	2.50	5	9.80	0.97	1900
5	0.00	3.00	5	10.30	0.99	1900
6	0.00	3.50	5	11.20	1.01	1900
7	0.00	4.00	5	11.70	1.03	1900
8	0.00	4.50	5	12.3	1.06	1900
9	0.00	5.00	5	12.9	1.19	1900
10	0.00	5.50	5	13.4	1.21	1900
11	0.00	6.00	5	14.9	1.23	1900
12	0.00	6.50	5	16.1	1.25	1900
13	0.00	7.00	5	16.9	1.27	1900
14	0.00	7.50	5	19.7	1.28	1900
15	0.00	8.00	5	24.2	1.29	1900
16	0.00	8.50	5	25.6	1.30	1900
17	0.00	9.00	5	29.1	1.31	1900
18	0.00	9.50	5	32.40	1.33	1900
19	0.00	10.00	5	35.80	1.38	1900
20	0.00	10.50	5	37.20	1.50	1900

21	0.00	11.00	5	41.10	1.60	1900
22	0.00	11.50	5	45.50	1.61	1900
23	0.00	12.00	5	53.70	1.62	1900
24	0.00	12.50	5	67.40	1.63	1900
25	0.00	13.00	5	92.30	1.64	1900
26	0.00	13.50	5	148.50	1.65	1900
27	0.00	14.00	5	~	1.66	1900



Tabel 24. Hasil analisa pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1700.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2300	3.100	0.00085	25.6767	235.9187	10.88
2	2300	3.275	0.00081	25.8136	232.3077	11.11
3	2300	3.400	0.00078	25.9614	228.6967	11.35
4	2300	3.525	0.00076	26.1002	225.0857	11.60
5	2300	3.650	0.00072	25.8507	221.4747	11.67
6	2300	3.775	0.00069	25.6220	217.8637	11.76
7	2300	3.900	0.00068	26.1078	214.2527	12.19
8	2300	4.025	0.00068	26.5805	210.6417	12.62
9	2300	4.150	0.00066	26.6848	208.2343	12.81
10	2300	4.275	0.00064	26.7837	207.0307	12.94
11	2300	4.400	0.00062	26.5459	204.6233	12.97
12	2300	4.525	0.00060	26.6422	203.4197	13.10
13	2300	4.650	0.00058	26.4231	202.2160	13.07
14	2300	4.775	0.00056	26.2188	201.0123	13.04
15	2300	4.900	0.00054	25.7479	199.8087	12.89
16	2300	5.025	0.00051	25.0576	197.4013	12.69
17	2300	5.150	0.00048	24.1993	194.9940	12.41
18	2300	5.275	0.00046	23.6497	192.5867	12.28
19	2300	5.400	0.00043	22.9470	190.1793	12.07
20	2300	5.525	0.00040	21.7741	187.7720	11.60
21	2300	5.650	0.00038	20.7599	185.3647	11.20
22	2300	5.775	0.00034	19.1983	182.9573	10.49
23	2300	5.900	0.00031	17.9083	180.5500	9.92
24	2300	6.025	0.00029	16.8247	176.9390	9.51
25	2300	6.150	0.00026	15.9017	173.3280	9.17
26	2300	6.275	0.00024	14.7428	169.7170	8.69
27	2300	6.400	0.00022	13.7779	166.1060	8.29
28	2300	6.525	0.00020	12.4557	162.4950	7.67
29	2300	6.650	0.00018	11.4027	158.8840	7.18
30	2300	6.775	0.00016	10.5441	155.2730	6.79
31	2300	6.900	0.00015	9.8307	151.6620	6.48
32	2300	7.025	0.00013	8.9869	148.0510	6.07
33	2300	7.150	0.00012	8.2995	144.4400	5.75
34	2300	7.275	0.00010	7.4221	140.8290	5.27
35	2300	7.400	0.00010	6.9678	137.2180	5.08
36	2300	7.525	0.00009	6.3622	133.6070	4.76
37	2300	7.650	0.00007	5.4417	129.9960	4.19

38	2300	7.775	0.00006	4.7733	126.3850	3.78
39	2300	7.900	0.00005	4.0006	122.7740	3.26
40	2300	8.025	0.00004	3.4583	119.1630	2.90
41	2300	8.150	0.00004	2.9656	115.5520	2.57
42	2300	8.275	0.00003	2.4479	111.9410	2.19
43	2300	8.400	0.00000	0.0000	108.3300	0.00

Tabel 25. Hasil analisa pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1800.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2435.294	3.450	0.00098	33.0581	295.6772	11.18
2	2435.294	3.525	0.00094	32.5022	290.5793	11.19
3	2435.294	3.650	0.00093	33.0315	289.3048	11.42
4	2435.294	3.775	0.00091	33.5416	286.7559	11.70
5	2435.294	3.900	0.00089	34.0334	285.4814	11.92
6	2435.294	4.025	0.00088	34.5080	282.9325	12.20
7	2435.294	4.150	0.00086	34.9663	281.6580	12.41
8	2435.294	4.275	0.00085	35.4090	280.3835	12.63
9	2435.294	4.400	0.00082	35.2494	277.8346	12.69
10	2435.294	4.525	0.00079	35.1000	274.0112	12.81
11	2435.294	4.650	0.00078	35.5060	270.1878	13.14
12	2435.294	4.775	0.00077	35.8996	267.6388	13.41
13	2435.294	4.900	0.00075	35.7397	266.3644	13.42
14	2435.294	5.025	0.00072	35.5890	263.8154	13.49
15	2435.294	5.150	0.00070	35.4469	261.2665	13.57
16	2435.294	5.275	0.00068	34.8353	256.1686	13.60
17	2435.294	5.400	0.00066	34.7224	254.8941	13.62
18	2435.294	5.525	0.00063	34.1770	252.3452	13.54
19	2435.294	5.650	0.00058	32.1055	248.5218	12.92
20	2435.294	5.775	0.00053	30.0229	244.6984	12.27
21	2435.294	5.900	0.00048	27.4595	240.8749	11.40
22	2435.294	6.025	0.00042	24.7423	237.0515	10.44
23	2435.294	6.150	0.00039	23.4798	233.2281	10.07
24	2435.294	6.275	0.00037	22.5478	229.4047	9.83
25	2435.294	6.400	0.00033	20.5762	225.5813	9.12
26	2435.294	6.525	0.00031	19.8054	221.7579	8.93
27	2435.294	6.650	0.00029	19.1162	217.9345	8.77
28	2435.294	6.775	0.00027	18.1914	214.1111	8.50
29	2435.294	6.900	0.00026	17.8409	210.2876	8.48
30	2435.294	7.025	0.00025	17.4265	206.4642	8.44

31	2435.294	7.150	0.00023	15.9548	202.6408	7.87
32	2435.294	7.275	0.00021	15.1931	198.8174	7.64
33	2435.294	7.400	0.00020	14.7603	194.9940	7.57
34	2435.294	7.525	0.00019	14.3088	191.1706	7.48
35	2435.294	7.650	0.00019	13.8976	187.3472	7.42
36	2435.294	7.775	0.00018	13.3317	183.5238	7.26
37	2435.294	7.900	0.00017	12.9551	179.7004	7.21
38	2435.294	8.025	0.00016	12.5695	175.8769	7.15
39	2435.294	8.150	0.00015	11.9245	172.0535	6.93
40	2435.294	8.275	0.00014	11.0187	168.2301	6.55
41	2435.294	8.400	0.00013	10.2624	164.4067	6.24
42	2435.294	8.525	0.00012	9.6213	160.5833	5.99
43	2435.294	8.650	0.00011	9.0711	156.7599	5.79
44	2435.294	8.775	0.00010	8.5936	152.9365	5.62
45	2435.294	8.900	0.00009	7.8507	149.1131	5.26
46	2435.294	9.025	0.00008	6.7957	145.2896	4.68
47	2435.294	9.150	0.00007	6.1590	141.4662	4.35
48	2435.294	9.275	0.00005	4.5462	137.6428	3.30
49	2435.294	9.400	0.00003	2.9278	133.8194	2.19

Tabel 26. Hasil analisa pengujian pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1900.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2570.588	4.275	0.00111	46.4251	363.2241	12.78
2	2570.588	4.400	0.00106	45.7492	352.4619	12.98
3	2570.588	4.525	0.00104	46.0688	349.7714	13.17
4	2570.588	4.650	0.00102	46.3752	347.0808	13.36
5	2570.588	4.775	0.00100	46.6694	343.0450	13.60
6	2570.588	4.900	0.00098	46.9521	339.0092	13.85
7	2570.588	5.025	0.00096	47.2239	334.9734	14.10
8	2570.588	5.150	0.00094	47.4854	333.6281	14.23
9	2570.588	5.275	0.00093	47.7373	332.2828	14.37
10	2570.588	5.400	0.00089	47.1232	326.9017	14.42
11	2570.588	5.525	0.00088	47.3682	324.2112	14.61
12	2570.588	5.650	0.00085	46.7978	320.1753	14.62
13	2570.588	5.775	0.00082	46.2649	316.1395	14.63
14	2570.588	5.900	0.00078	45.0507	310.7584	14.50
15	2570.588	6.025	0.00076	44.6110	308.0679	14.48
16	2570.588	6.150	0.00072	43.5567	304.0320	14.33
17	2570.588	6.275	0.00069	42.5903	299.9962	14.20

18	2570.588	6.400	0.00063	39.5897	294.6151	13.44
19	2570.588	6.525	0.00058	37.0776	291.9246	12.70
20	2570.588	6.650	0.00053	34.5719	287.8887	12.01
21	2570.588	6.775	0.00048	31.5318	283.8529	11.11
22	2570.588	6.900	0.00043	29.0683	279.8171	10.39
23	2570.588	7.025	0.00041	28.1395	275.7813	10.20
24	2570.588	7.150	0.00039	27.0860	271.7455	9.97
25	2570.588	7.275	0.00036	25.9503	267.7096	9.69
26	2570.588	7.400	0.00034	24.4343	263.6738	9.27
27	2570.588	7.525	0.00032	23.8789	259.6380	9.20
28	2570.588	7.650	0.00031	23.2201	255.6022	9.08
29	2570.588	7.775	0.00029	22.3502	251.5663	8.88
30	2570.588	7.900	0.00027	21.2122	247.5305	8.57
31	2570.588	8.025	0.00026	20.7497	243.4947	8.52
32	2570.588	8.150	0.00025	20.2172	240.8041	8.40
33	2570.588	8.275	0.00023	18.4652	234.0778	7.89
34	2570.588	8.400	0.00021	17.5425	228.6967	7.67
35	2570.588	8.525	0.00020	17.0042	223.3156	7.61
36	2571.941	8.650	0.00020	16.5122	218.0492	7.57
37	2573.294	8.775	0.00019	16.0607	212.7771	7.55
38	2574.647	8.900	0.00018	15.4779	206.1520	7.51
39	2576	9.025	0.00017	14.7999	202.2160	7.32
40	2577.353	9.150	0.00016	14.3316	196.9269	7.28
41	2578.706	9.275	0.00015	13.5705	191.6322	7.08
42	2580.059	9.400	0.00014	12.9035	186.3318	6.93

Tabel 27. Hasil analisa pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1700.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2792.857	1.3	0.000538	6.8311	526.1743	1.30
2	2792.857	2.0	0.000510	9.9732	532.0207	1.87
3	2792.857	2.5	0.000490	11.9776	537.8670	2.23
4	2792.857	3.0	0.000476	13.9624	549.5598	2.54
5	2792.857	3.5	0.000450	15.4090	558.3294	2.76
6	2792.857	4.0	0.000435	16.9977	561.2526	3.03
7	2792.857	4.5	0.000420	18.4797	567.0990	3.26
8	2792.857	5.0	0.000403	19.7050	572.9453	3.44
9	2792.857	5.5	0.000391	20.9982	578.7917	3.63
10	2792.857	6.0	0.000376	22.0459	581.7149	3.79
11	2792.857	6.5	0.000360	22.8522	584.6381	3.91

12	2792.857	7.0	0.000340	23.2707	587.5613	3.96
13	2792.857	7.5	0.000318	23.3448	590.4845	3.95
14	2792.857	8.0	0.000298	23.2707	593.4077	3.92
15	2792.857	8.5	0.000269	22.3324	596.3309	3.74
16	2792.857	9.0	0.000237	20.8444	599.2540	3.48
17	2792.857	9.5	0.000203	18.8720	602.1772	3.13
18	2792.857	10.0	0.000169	16.5656	605.1004	2.74
19	2792.857	10.5	0.000138	14.1746	608.0236	2.33
20	2792.857	11.0	0.000106	11.3648	613.8700	1.85
21	2792.857	11.5	0.000077	8.6460	619.7164	1.40
22	2792.857	12.0	0.000000	0.0000	643.1019	0.00

Tabel 28. Hasil analisa pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1800.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2957.143	1.50	0.000549	8.0552	619.0286	1.30
2	2957.143	2.00	0.000526	10.2881	623.6713	1.65
3	2957.143	2.50	0.000505	12.3405	628.3140	1.96
4	2957.143	3.00	0.000495	14.5154	632.9567	2.29
5	2957.143	3.50	0.000490	16.7686	637.5994	2.63
6	2957.143	4.00	0.000442	17.2986	642.2421	2.69
7	2957.143	4.50	0.000435	19.1225	648.4324	2.95
8	2957.143	5.00	0.000431	21.0640	651.5276	3.23
9	2957.143	5.50	0.000427	22.9724	656.1703	3.50
10	2957.143	6.00	0.000420	24.6396	660.8130	3.73
11	2957.143	6.50	0.000410	26.0365	665.4557	3.91
12	2957.143	7.00	0.000394	26.9354	668.5509	4.03
13	2957.143	7.50	0.000370	27.1492	671.6460	4.04
14	2957.143	8.00	0.000347	27.1492	676.2887	4.01
15	2957.143	8.50	0.000329	27.3278	680.9314	4.01
16	2957.143	9.00	0.000292	25.7203	684.0266	3.76
17	2957.143	9.50	0.000255	23.6863	687.1217	3.45
18	2957.143	10.00	0.000226	22.1125	691.7644	3.20
19	2957.143	10.50	0.000202	20.6903	696.4071	2.97
20	2957.143	11.00	0.000186	19.9834	704.1450	2.84
21	2957.143	11.50	0.000168	18.9222	711.8829	2.66
22	2957.143	12.00	0.000153	17.9884	716.5256	2.51
23	2957.143	12.50	0.000130	15.8664	719.6207	2.20
24	2957.143	13.00	0.000078	9.9575	724.2634	1.37
25	2957.143	13.50	0.000051	6.7803	727.3586	0.93

26	2957.143	14.00	0.000017	2.3930	735.0964	0.33
27	2957.143	14.50	0.000000	0.0000	742.8343	0.00

Tabel 29. Hasil analisa pengujian pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1900.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	3121.429	1.60	0.000556	8.6877	702.4255	1.24
2	3121.429	2.00	0.000549	10.7403	720.3945	1.49
3	3121.429	2.50	0.000543	13.2795	725.2951	1.83
4	3121.429	3.00	0.000538	15.7640	730.1958	2.16
5	3121.429	3.50	0.000526	18.0042	735.0964	2.45
6	3121.429	4.00	0.000515	20.1520	739.9971	2.72
7	3121.429	4.50	0.000490	21.5596	744.8977	2.89
8	3121.429	5.00	0.000495	24.1923	751.4319	3.22
9	3121.429	5.50	0.000481	25.8439	761.2332	3.40
10	3121.429	6.00	0.000463	27.1492	766.1338	3.54
11	3121.429	6.50	0.000442	28.1102	771.0345	3.65
12	3121.429	7.00	0.000427	29.2376	775.9351	3.77
13	3121.429	7.50	0.000410	30.0421	784.1029	3.83
14	3121.429	8.00	0.000397	31.0276	787.3700	3.94
15	3121.429	8.50	0.000382	31.7086	792.2706	4.00
16	3121.429	9.00	0.000362	31.8708	795.5377	4.01
17	3121.429	9.50	0.000342	31.7980	800.4383	3.97
18	3121.429	10.00	0.000325	31.7328	805.3390	3.94
19	3121.429	10.50	0.000298	30.5428	810.2396	3.77
20	3121.429	11.00	0.000276	29.6991	813.5067	3.65
21	3121.429	11.50	0.000256	28.8199	816.7738	3.53
22	3121.429	12.00	0.000235	27.5316	823.3080	3.34
23	3121.429	12.50	0.000207	25.3467	833.1093	3.04
24	3121.429	13.00	0.000189	24.0640	836.3764	2.88
25	3121.429	13.50	0.000169	22.2880	842.9106	2.64
26	3121.429	14.00	0.000142	19.4363	847.8112	2.29
27	3121.429	14.50	0.000115	16.2521	852.7119	1.91
28	3121.429	15.00	0.000065	9.5322	865.7802	1.10
29	3121.429	15.50	0.000000	0.0000	882.1157	0.00

Tabel 30. Hasil analisa pengujian pompa aksial pada putaran 1100.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	1807.14	0.255	0.00148	3.7035	68.0931	5.44
2	1807.14	0.280	0.00145	3.9751	69.0389	5.76
3	1807.14	0.305	0.00141	4.2171	69.9846	6.03
4	1807.14	0.330	0.00133	4.2918	70.9304	6.05
5	1807.14	0.355	0.00125	4.3628	71.8761	6.07
6	1807.14	0.400	0.00115	4.5138	72.8218	6.20
7	1807.14	0.425	0.00105	4.3812	73.7676	5.94
8	1807.14	0.450	0.00095	4.1949	74.7133	5.61
9	1807.14	0.475	0.00087	4.0496	75.6590	5.35
10	1807.14	0.500	0.00076	3.7068	76.6048	4.84
11	1807.14	0.525	0.00065	3.3363	77.5505	4.30
12	1807.14	0.550	0.00054	2.9066	78.4963	3.70
13	1807.14	0.575	0.00047	2.6256	79.4420	3.31
14	1807.14	0.600	0.00039	2.2760	80.3877	2.83
15	1807.14	0.625	0.00030	1.8321	81.3335	2.25
16	1807.14	0.650	0.00027	1.7296	82.2792	2.10
17	1807.14	0.675	0.00000	0.0000	83.2250	0.00

Tabel 31. Hasil analisa pengujian pompa aksial pada putaran 1200.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	1971.43	0.245	0.001701	4.0871	79.4420	5.14
2	1971.43	0.270	0.001671	4.4249	80.4737	5.50
3	1971.43	0.305	0.001636	4.8948	81.5054	6.01
4	1971.43	0.330	0.001572	5.0895	82.5371	6.17
5	1971.43	0.355	0.001504	5.2393	83.5689	6.27
6	1971.43	0.380	0.001452	5.4125	84.6006	6.40
7	1971.43	0.425	0.001400	5.8372	85.6323	6.82
8	1971.43	0.450	0.001321	5.8321	86.6640	6.73
9	1971.43	0.475	0.001262	5.8797	87.6957	6.70
10	1971.43	0.500	0.001137	5.5778	88.7274	6.29
11	1971.43	0.525	0.001111	5.7221	89.7591	6.37
12	1971.43	0.550	0.001047	5.6468	90.7909	6.22
13	1971.43	0.575	0.000979	5.5237	91.8226	6.02
14	1971.43	0.600	0.000845	4.9748	92.8543	5.36
15	1971.43	0.625	0.000775	4.7510	93.8860	5.06
16	1971.43	0.650	0.000718	4.5776	94.9177	4.82

17	1971.43	0.675	0.000615	4.0752	95.9494	4.25
18	1971.43	0.700	0.000535	3.6759	96.9811	3.79
19	1971.43	0.735	0.000427	3.0791	98.0129	3.14
20	1971.43	0.760	0.000000	0.0000	99.0446	0.00

Tabel 32. Hasil analisa pengujian pompa aksial pada putaran 1300.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2135.71	0.050	0.002009	0.9856	98.3568	1.00
2	2135.71	0.100	0.001904	1.8683	99.4745	1.88
3	2135.71	0.170	0.001791	2.9874	100.5921	2.97
4	2135.71	0.220	0.001651	3.5627	101.7098	3.50
5	2135.71	0.270	0.001529	4.0486	102.3804	3.95
6	2135.71	0.340	0.001419	4.7324	103.0511	4.59
7	2135.71	0.390	0.001307	5.0018	103.7217	4.82
8	2135.71	0.440	0.001120	4.8332	105.0629	4.60
9	2135.71	0.490	0.000971	4.6672	106.1806	4.40
10	2135.71	0.550	0.000865	4.6675	106.8512	4.37
11	2135.71	0.600	0.000767	4.5158	107.2983	4.21
12	2135.71	0.650	0.000619	3.9470	108.4160	3.64
13	2135.71	0.700	0.000515	3.5366	109.7572	3.22
14	2135.71	0.750	0.000427	3.1420	110.6514	2.84
15	2135.71	0.800	0.000372	2.9157	111.9926	2.60
16	2135.71	0.850	0.000255	2.1275	114.0044	1.87
17	2135.71	0.910	0.000157	1.3979	114.2280	1.22
18	2135.71	0.960	0.000077	0.7287	117.3575	0.62
19	2135.71	1.010	0.000043	0.4270	118.4752	0.36
20	2135.71	1.060	0.000000	0.0000	120.7106	0.00

Tabel 33. Hasil analisa pengujian pompa aksial pada putaran 1400.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	2300	0.055	0.002285	1.2328	108.3300	1.14
2	2300	0.080	0.002224	1.7457	109.5337	1.59
3	2300	0.130	0.002036	2.5962	110.0151	2.36
4	2300	0.200	0.001936	3.7979	110.7373	3.43
5	2300	0.250	0.001827	4.4809	111.9410	4.00
6	2300	0.300	0.001741	5.1229	113.1447	4.53
7	2300	0.350	0.001616	5.5493	113.6261	4.88
8	2300	0.430	0.001442	6.0847	114.5891	5.31

9	2300	0.480	0.001363	6.4168	115.5520	5.55
10	2300	0.530	0.001208	6.2800	116.7557	5.38
11	2300	0.580	0.001085	6.1739	119.1630	5.18
12	2300	0.630	0.000967	5.9750	120.3667	4.96
13	2300	0.700	0.000865	5.9405	121.5703	4.89
14	2300	0.750	0.000756	5.5602	122.7740	4.53
15	2300	0.800	0.000601	4.7184	123.9777	3.81
16	2300	0.850	0.000566	4.7213	125.4221	3.76
17	2300	0.910	0.000482	4.3010	127.1072	3.38
18	2300	0.960	0.000418	3.9329	128.0701	3.07
19	2300	1.010	0.000342	3.3867	130.4775	2.60
20	2300	1.060	0.000237	2.4620	132.4033	1.86
21	2300	1.140	0.000148	1.6512	134.8107	1.22
22	2300	1.190	0.000106	1.2333	136.0143	0.91
23	2300	1.240	0.000077	0.9412	137.2180	0.69
24	2300	1.290	0.000032	0.4036	138.4217	0.29
25	2300	1.340	0.000000	0.0000	139.6253	0.00

Tabel 34. Hasil analisa pengujian pompa roda gigi untuk volume 5 liter pada putaran 1900.

No.	N_p (rpm)	H_t (mH ₂ O)	Q (m ³ /s)	P_h (watt)	P_s (watt)	$\eta_{mekanis}$ (%)
1	1365.625	1.25	0.000562	6.8636	131.5006	5.22
2	1365.625	1.50	0.000549	8.0552	134.3593	6.00
3	1365.625	2.00	0.000526	10.2881	135.7886	7.58
4	1365.625	2.50	0.000510	12.4665	138.6474	8.99
5	1365.625	3.00	0.000485	14.2335	141.5061	10.06
6	1365.625	3.50	0.000446	15.2714	144.3648	10.58
7	1365.625	4.00	0.000427	16.7072	147.2235	11.35
8	1365.625	4.50	0.000407	17.8787	151.5115	11.80
9	1365.625	5.00	0.000388	18.9413	170.0931	11.14
10	1365.625	5.50	0.000373	20.0580	172.9519	11.60
11	1365.625	6.00	0.000336	19.6786	175.8106	11.19
12	1365.625	6.50	0.000311	19.7295	178.6693	11.04
13	1365.625	7.00	0.000296	20.2414	181.5280	11.15
14	1365.625	7.50	0.000254	18.6048	182.9573	10.17
15	1365.625	8.00	0.000207	16.1549	184.3867	8.76
16	1365.625	8.50	0.000195	16.2259	185.8160	8.73
17	1365.625	9.00	0.000172	15.1140	187.2454	8.07
18	1365.625	9.50	0.000154	14.3287	190.1041	7.54
19	1365.625	10.00	0.000140	13.6504	197.2509	6.92

20	1365.625	10.50	0.000134	13.7935	214.4031	6.43
21	1365.625	11.00	0.000122	13.0792	228.6967	5.72
22	1365.625	11.50	0.000110	12.3514	230.1260	5.37
23	1365.625	12.00	0.000093	10.9203	231.5554	4.72
24	1365.625	12.50	0.000074	9.0632	232.9847	3.89
25	1365.625	13.00	0.000054	6.8829	234.4141	2.94
26	1365.625	13.50	0.000034	4.4426	235.8434	1.88
27	1365.625	14.00	0	0	237.2728	0



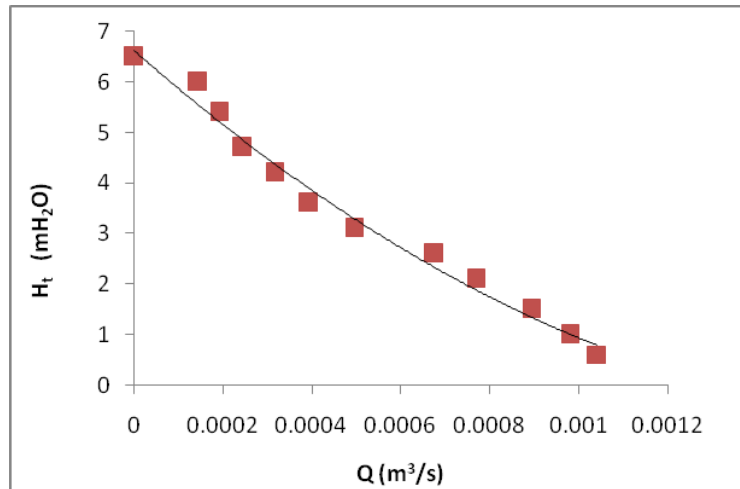
LAMPIRAN

III

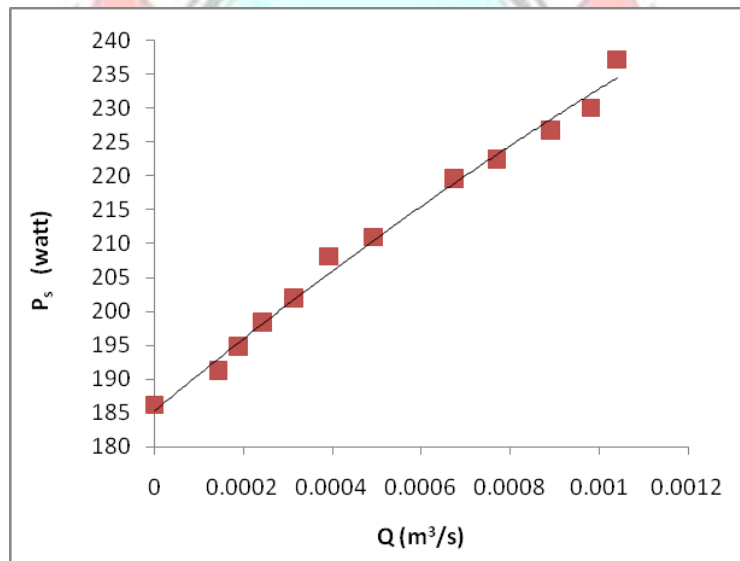
KARAKTERISTIK POMPA SEBELUM REKONDISI



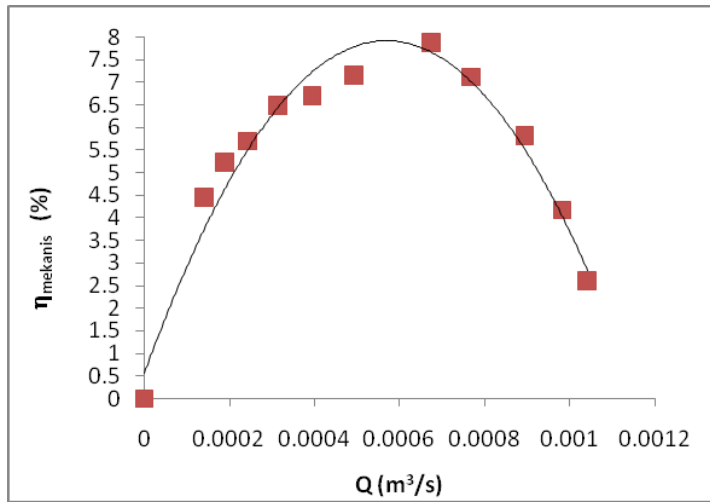
Karakteristik pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1000 rpm



(a)



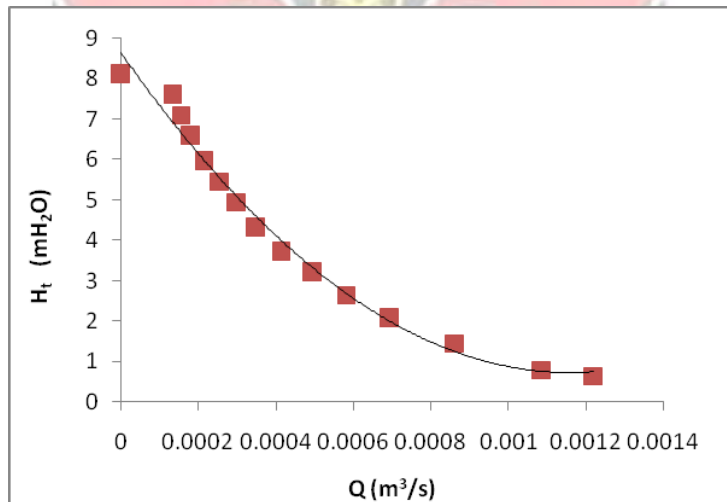
(b)



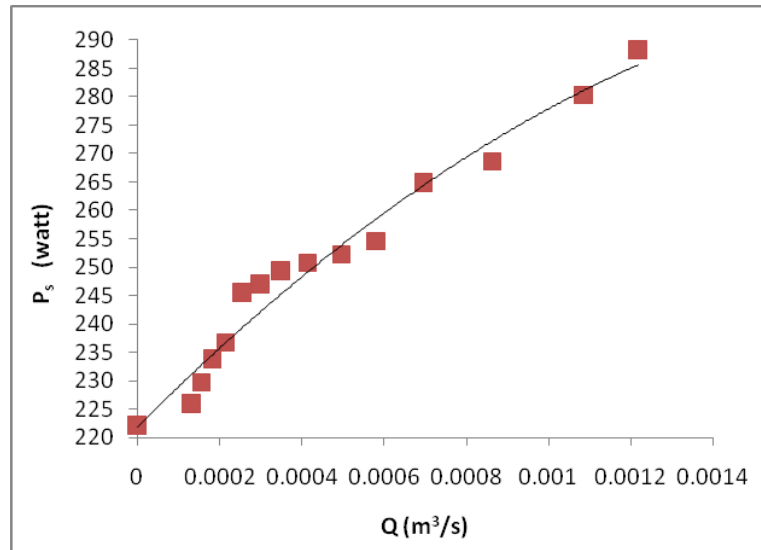
(c)

Gambar 1. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

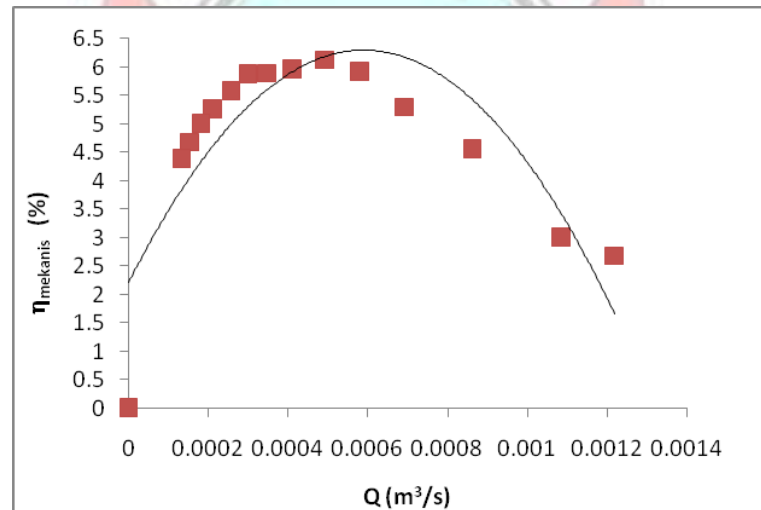
Karakteristik pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1100 rpm



(a)



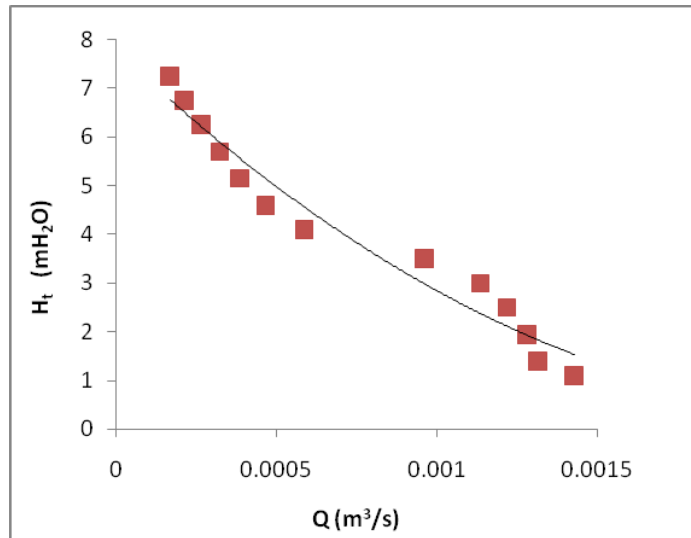
(b)



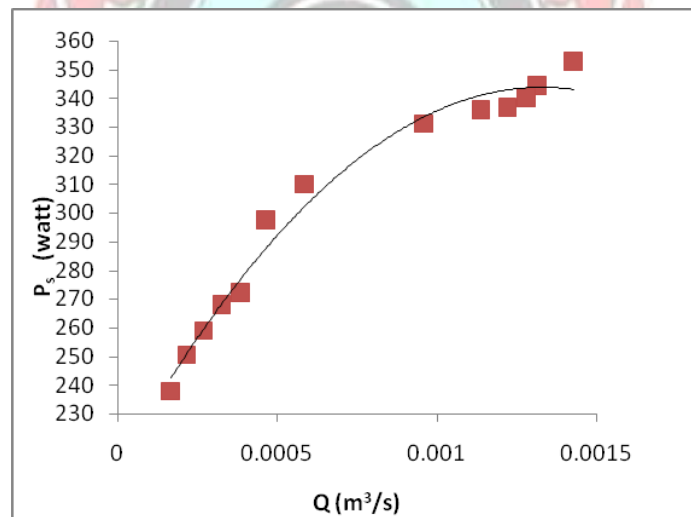
(c)

Gambar 2. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

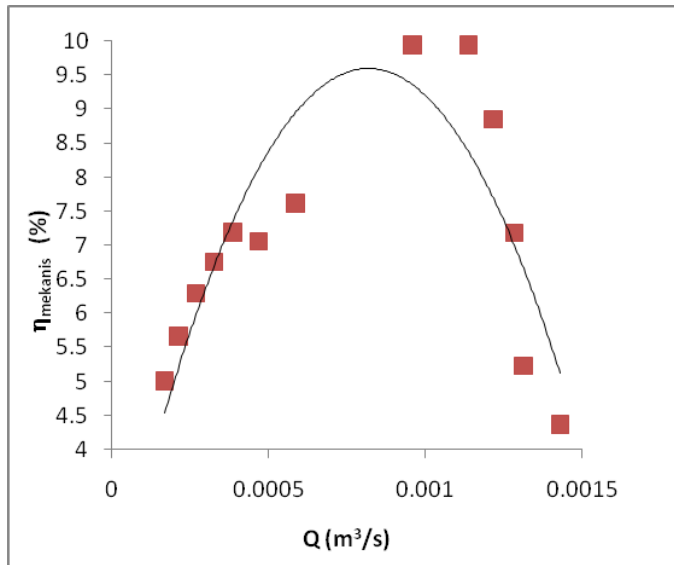
Karakteristik pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1200 rpm



(a)



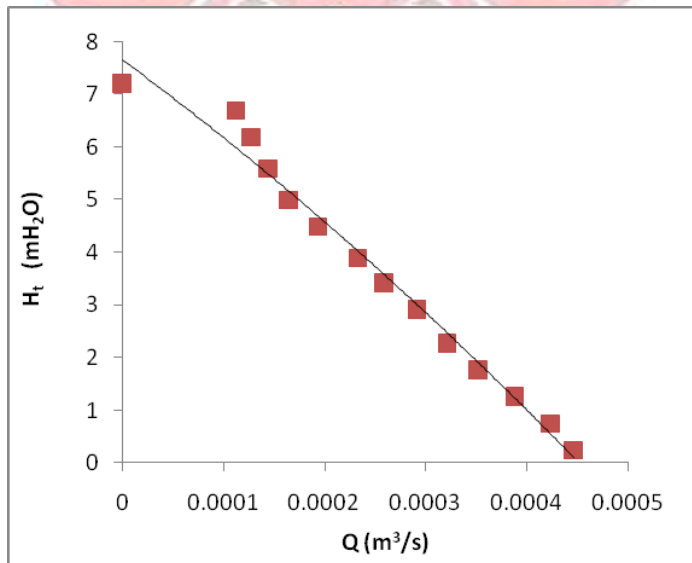
(b)



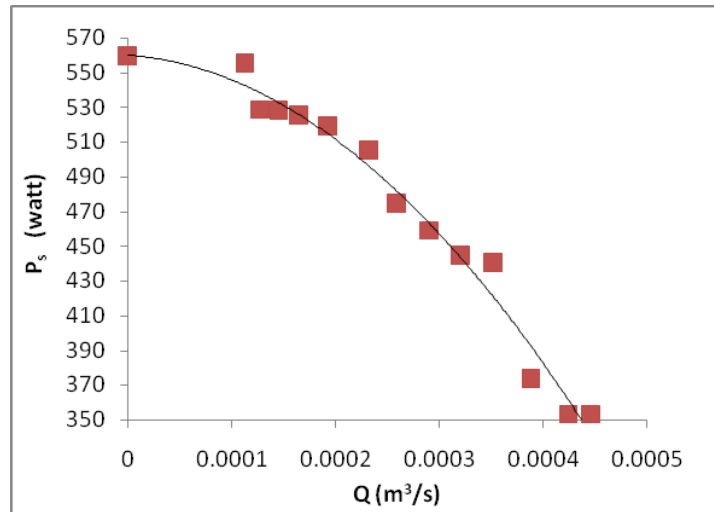
(c)

Gambar 3. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

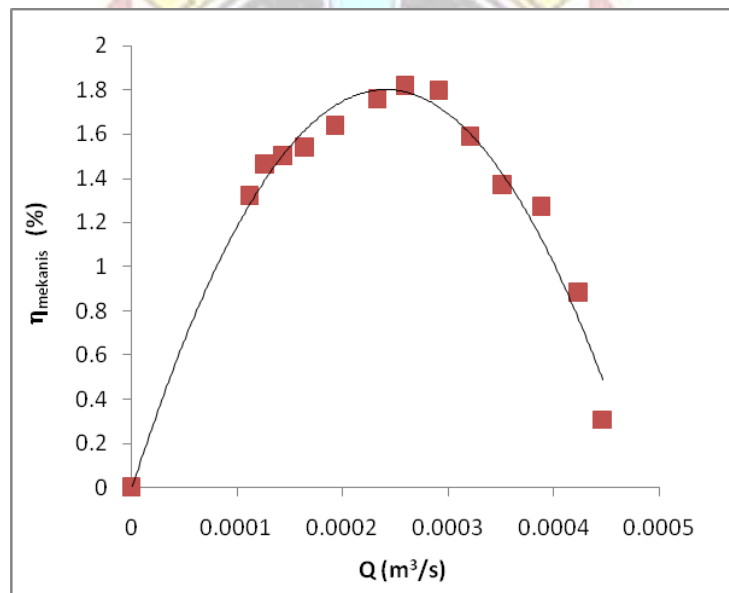
Karakteristik pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1000 rpm



(a)

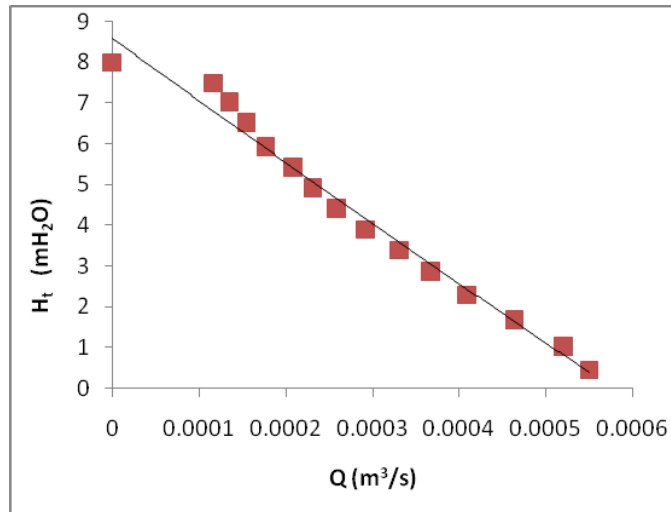


(b)

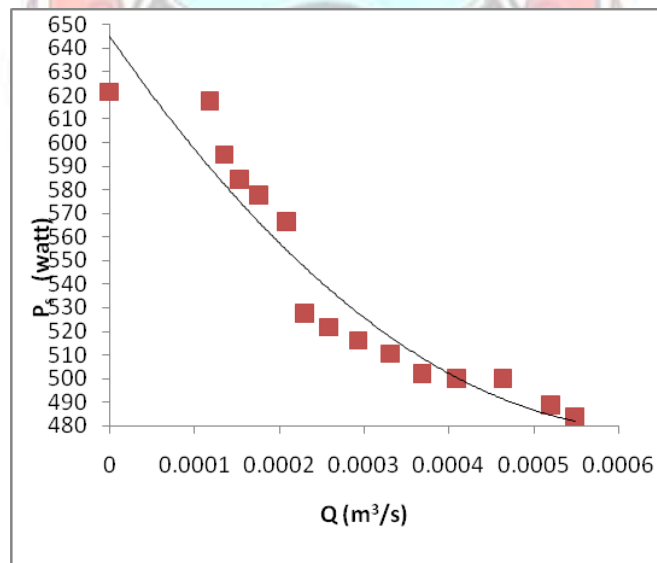


Gambar 4. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

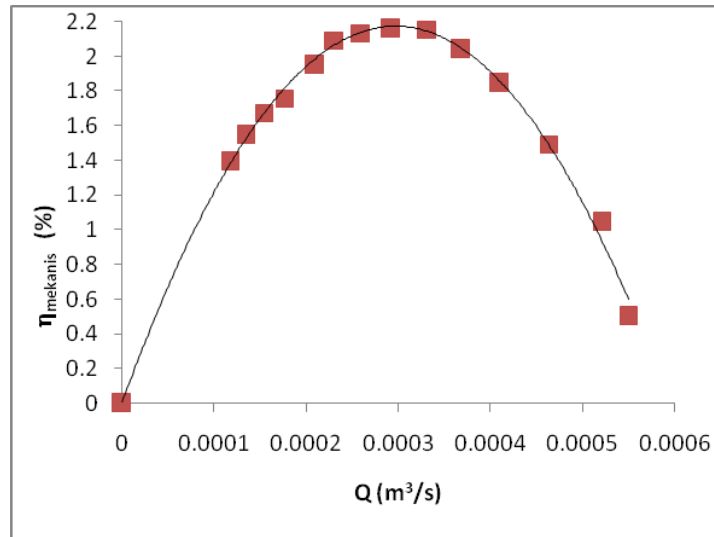
Karakteristik pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1100 rpm



(a)



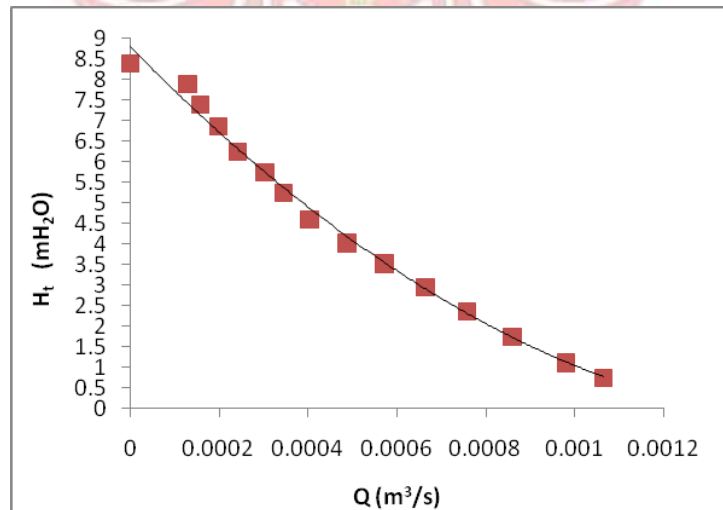
(b)



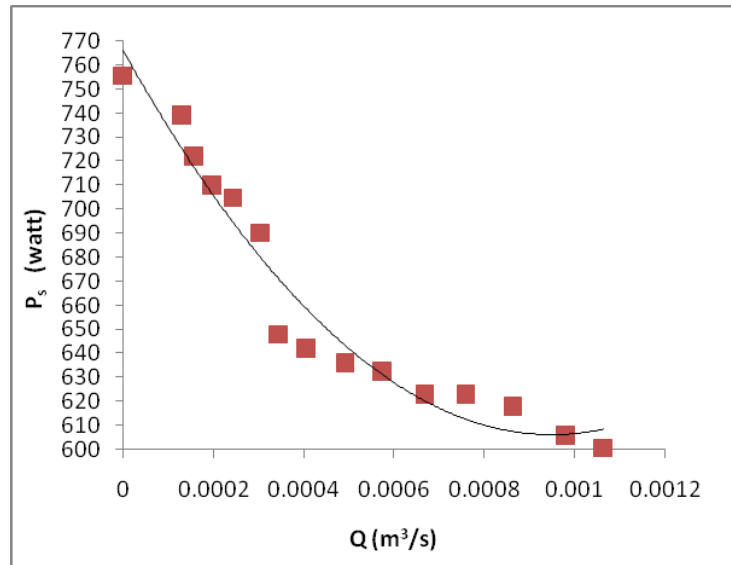
(c)

Gambar 5. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

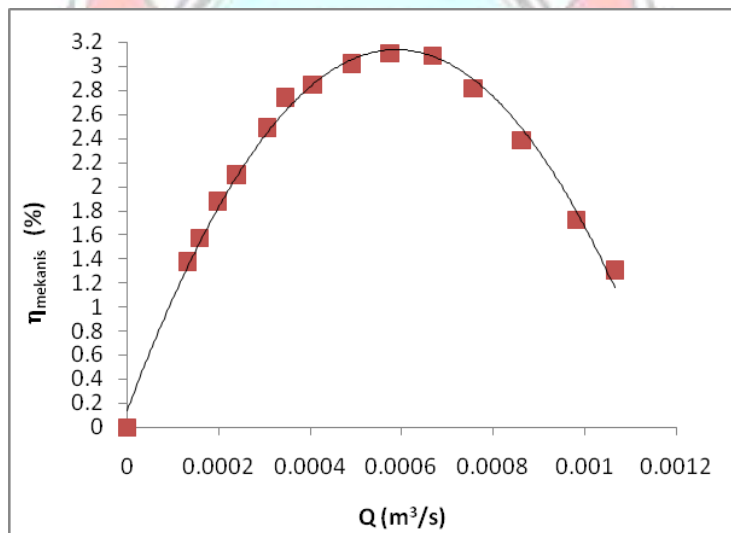
Karakteristik pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1200 rpm



(a)



(b)



(c)

Gambar 6. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

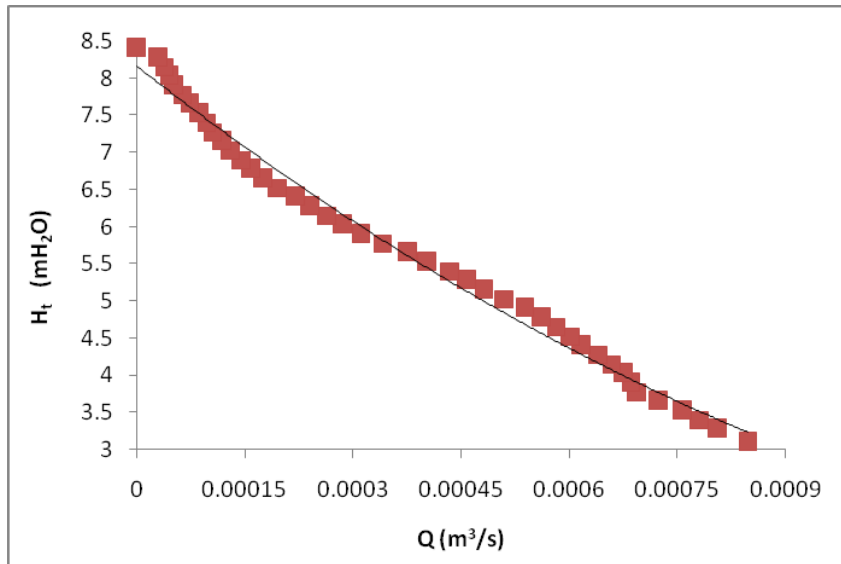
LAMPIRAN



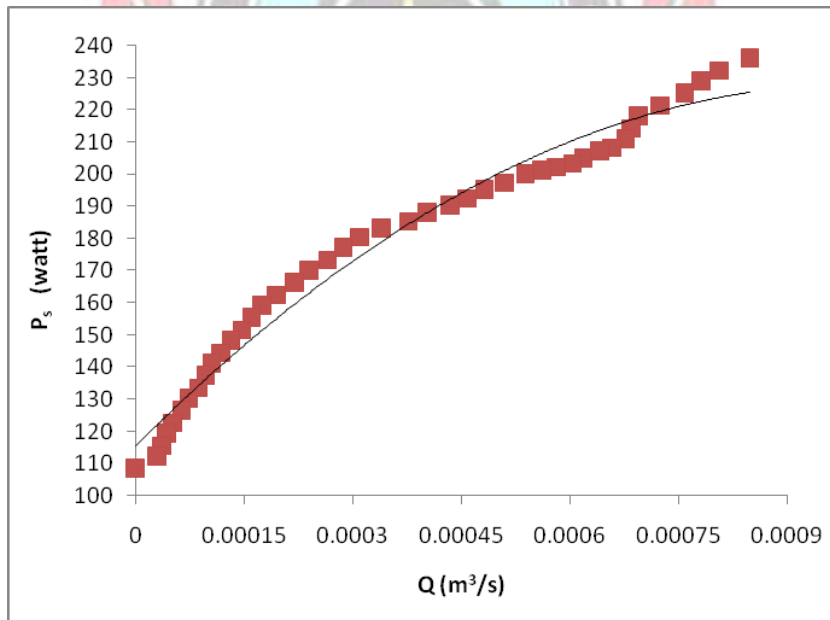
IV

KARAKTERISTIK POMPA SETELAH REKONDISI

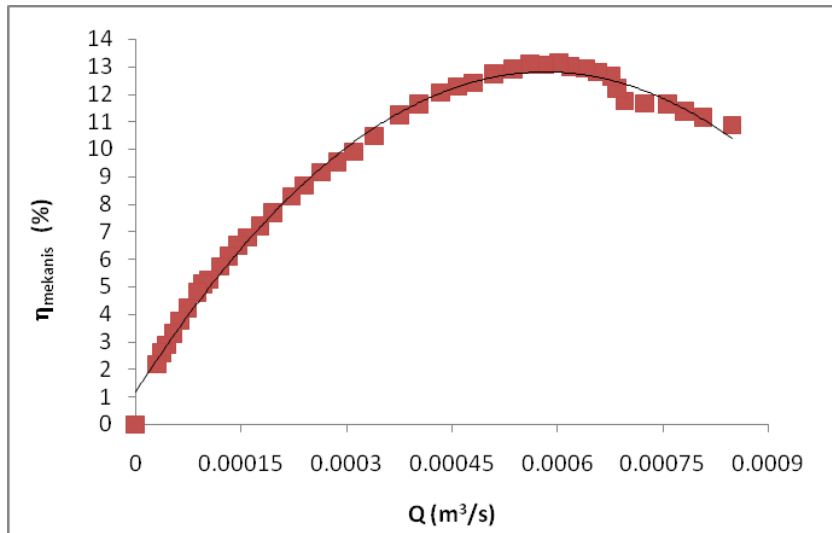
Karakteristik pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1700 rpm



(a)



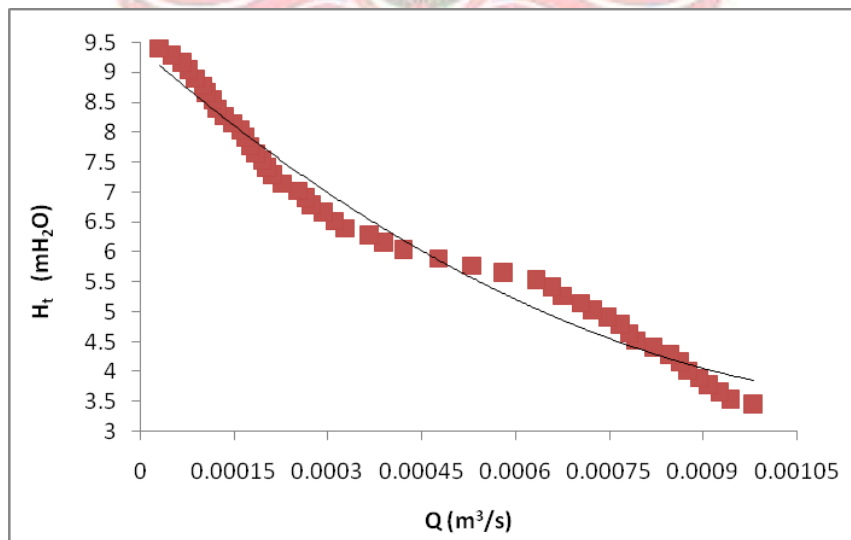
(b)



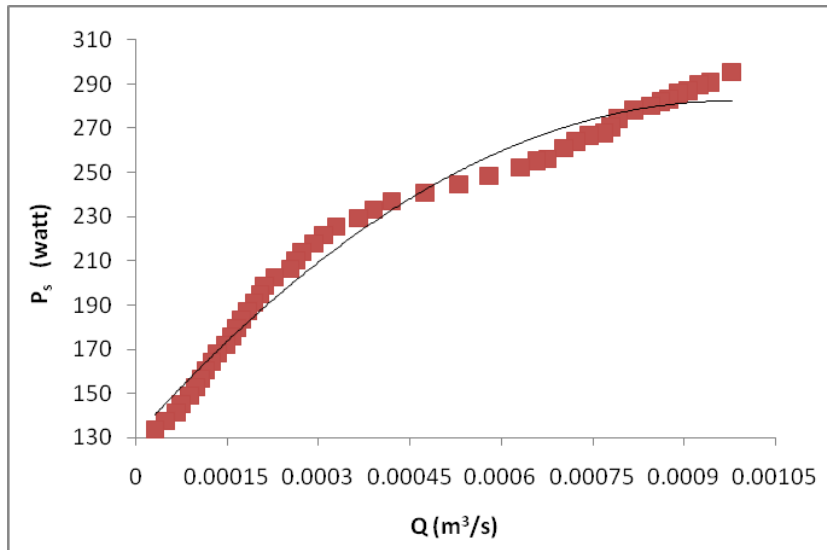
(c)

Gambar 7. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

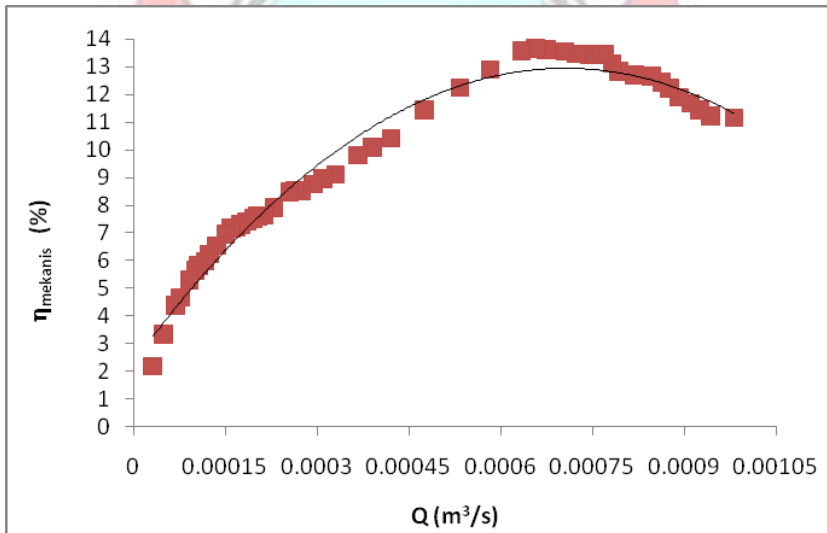
Karakteristik pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1800 rpm



(a)



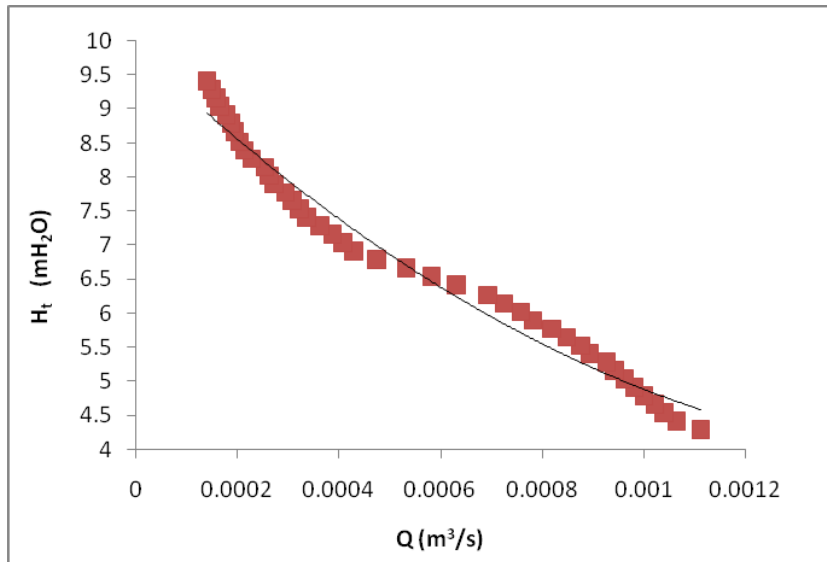
(b)



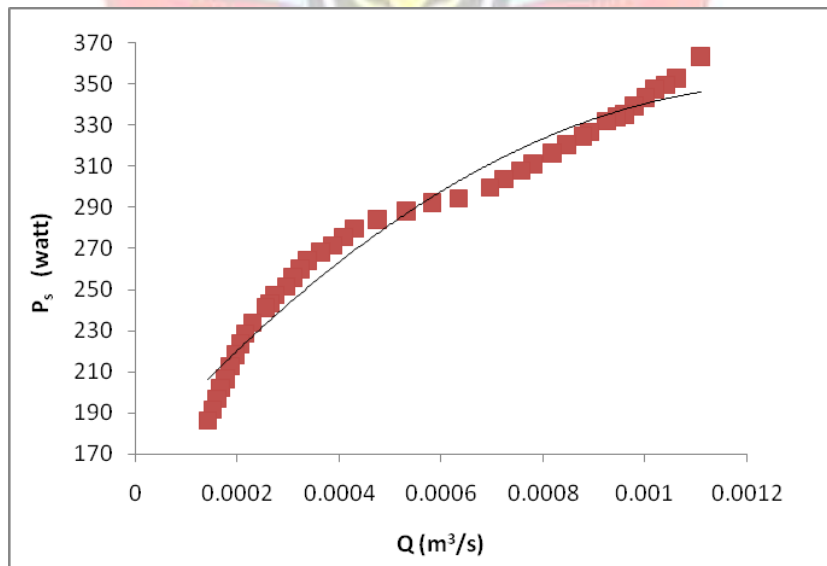
(c)

Gambar 8. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

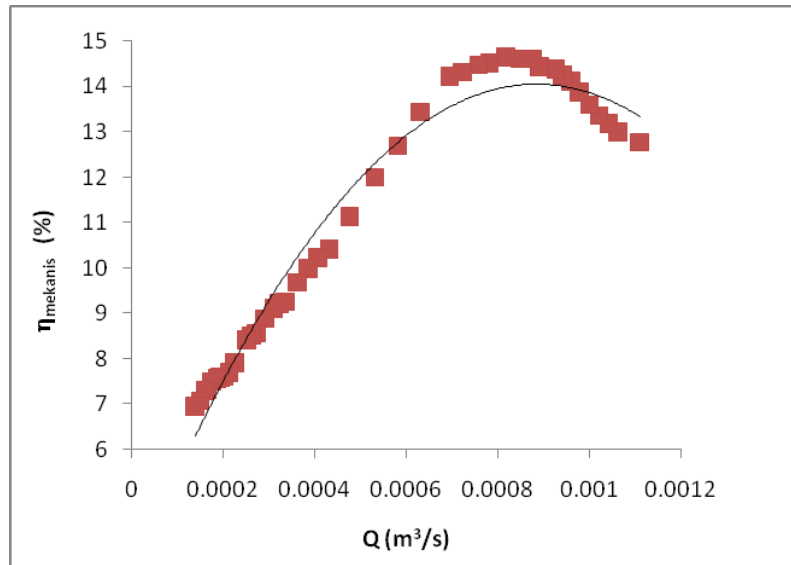
Karakteristik pompa sentrifugal untuk volume 5 liter pada putaran 1900 rpm



(a)



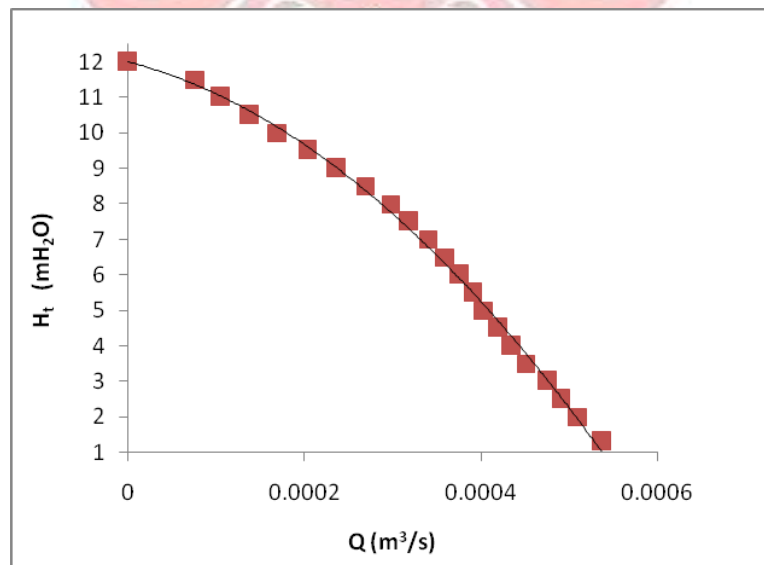
(b)



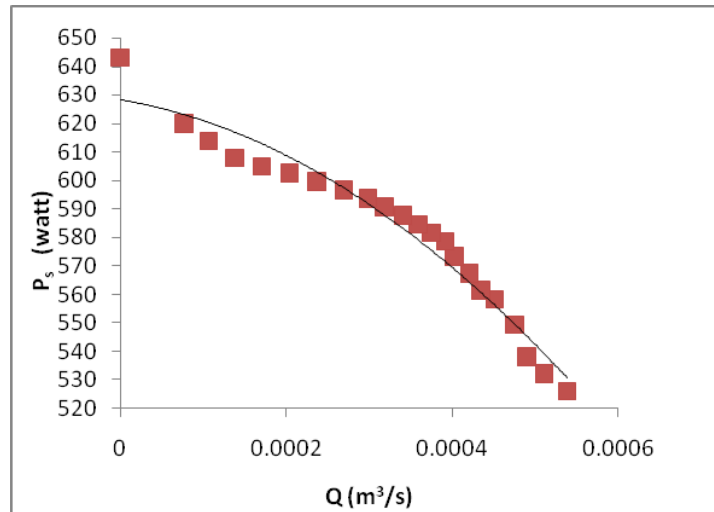
(c)

Gambar 9. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

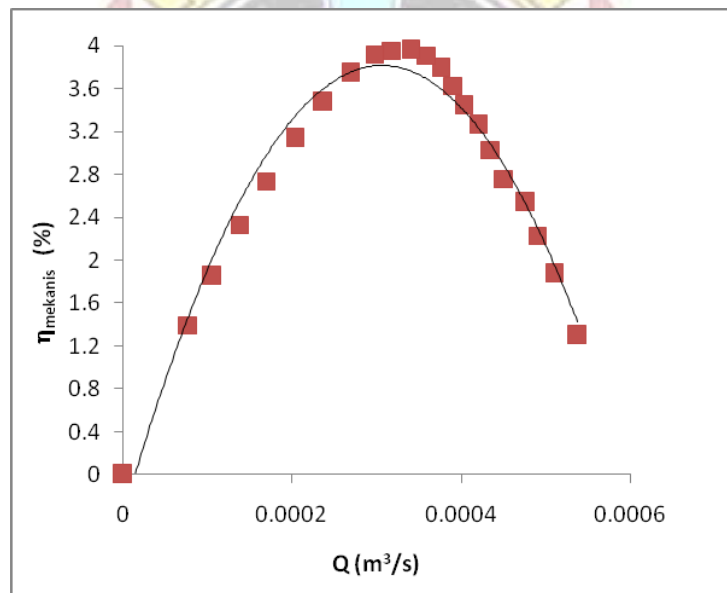
Karakteristik pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1700 rpm



(a)

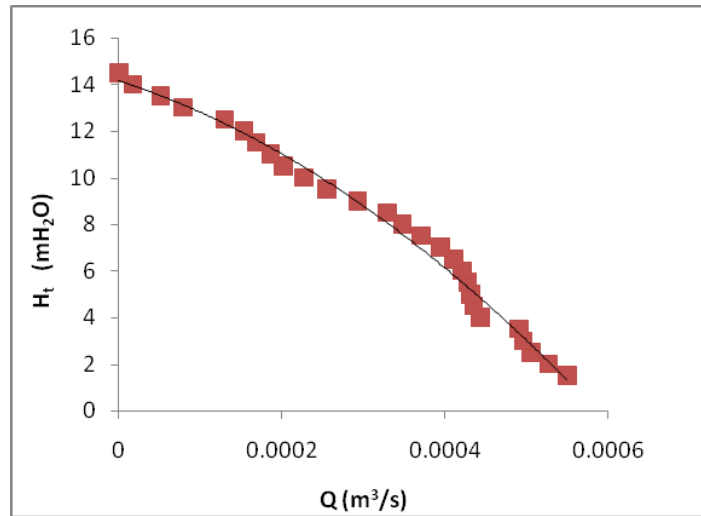


(b)

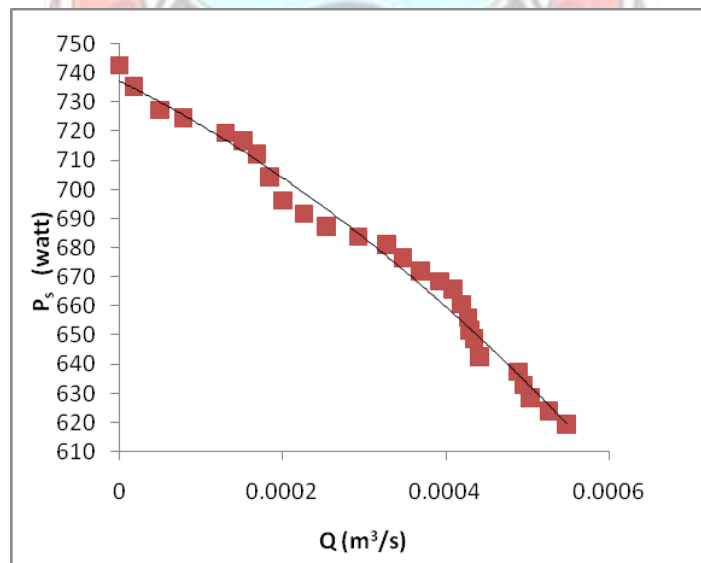


Gambar 10. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

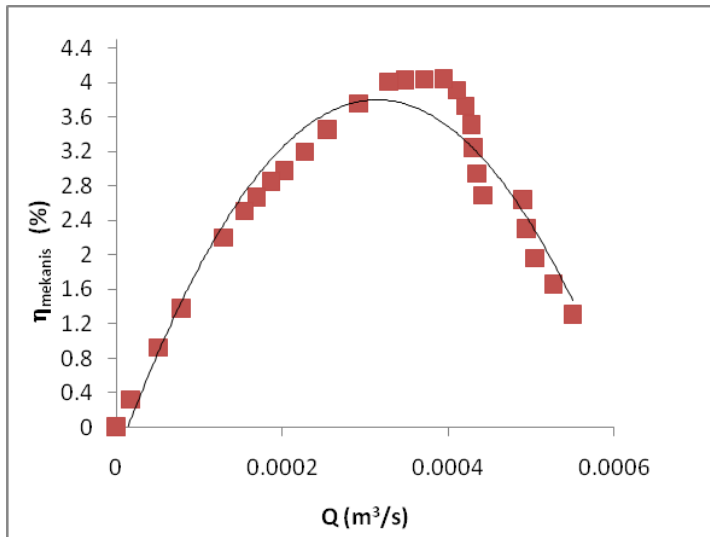
Karakteristik pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1800 rpm



(a)



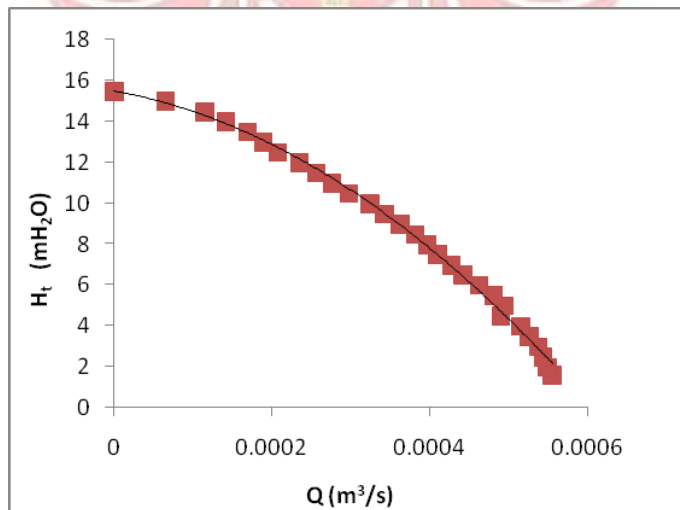
(b)



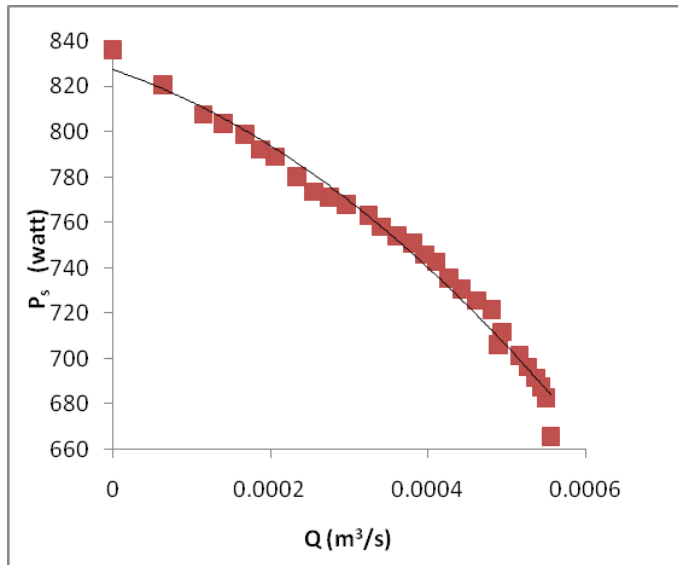
(c)

Gambar 11. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

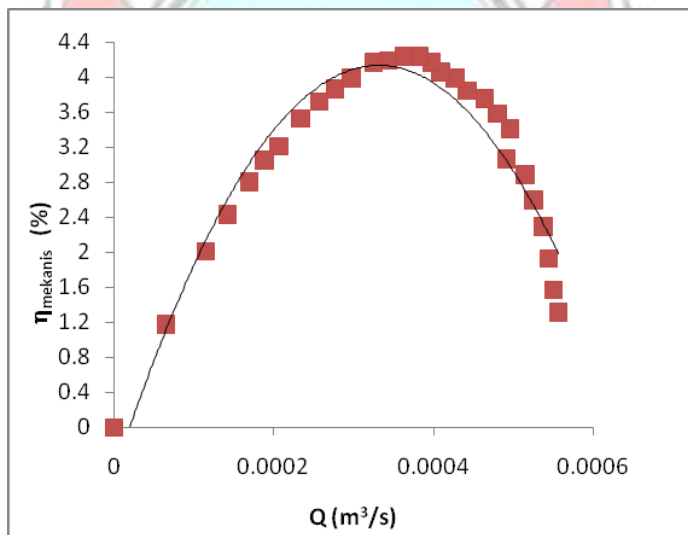
Karakteristik pompa turbin untuk volume 5 liter pada putaran 1900 rpm



(a)



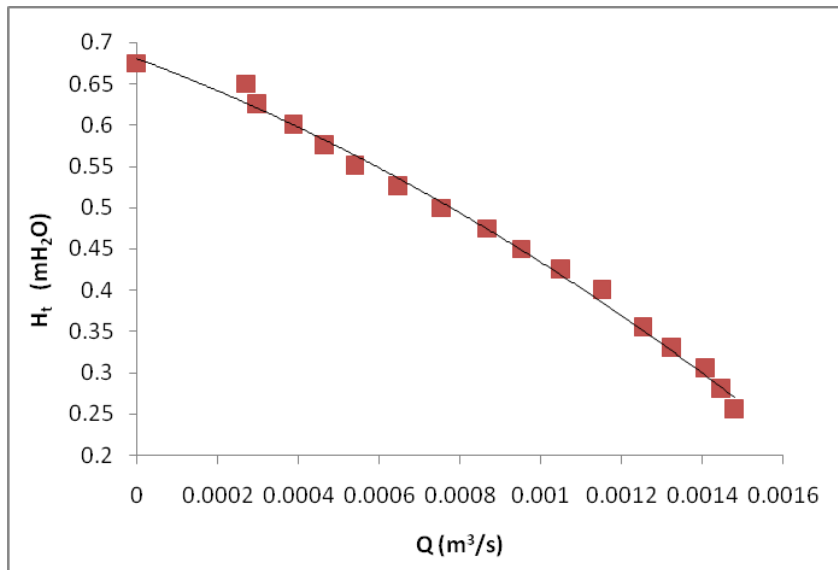
(b)



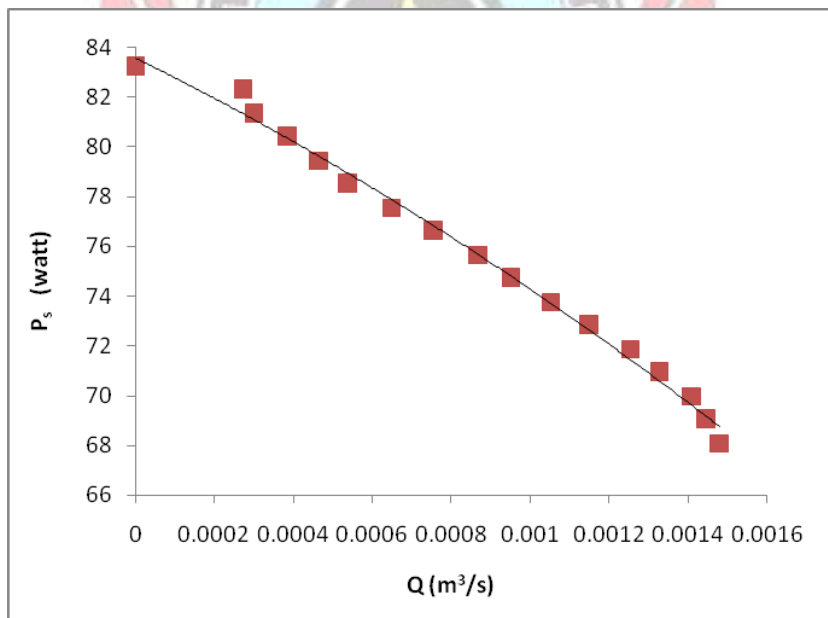
(c)

Gambar 12. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

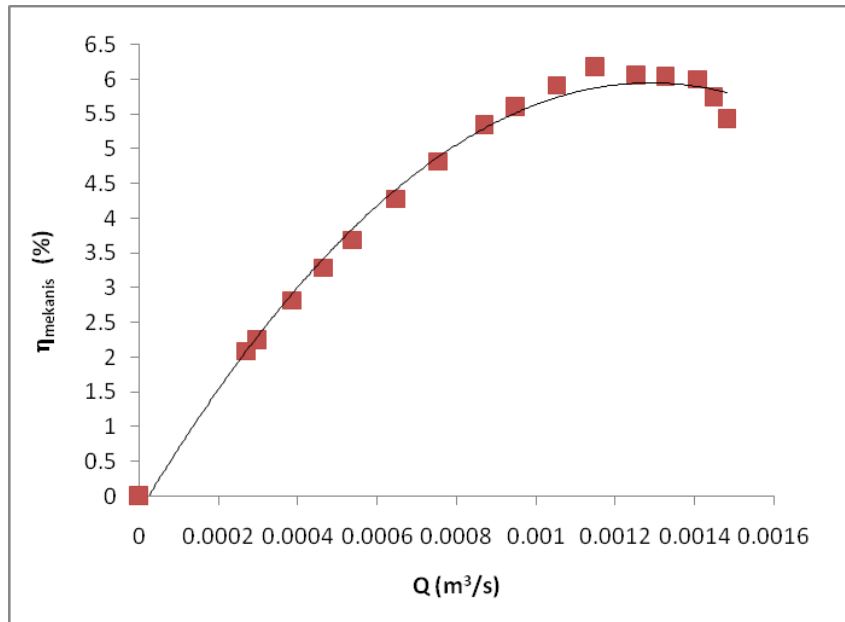
Karakteristik pompa aksial pada putaran 1100 rpm



(a)



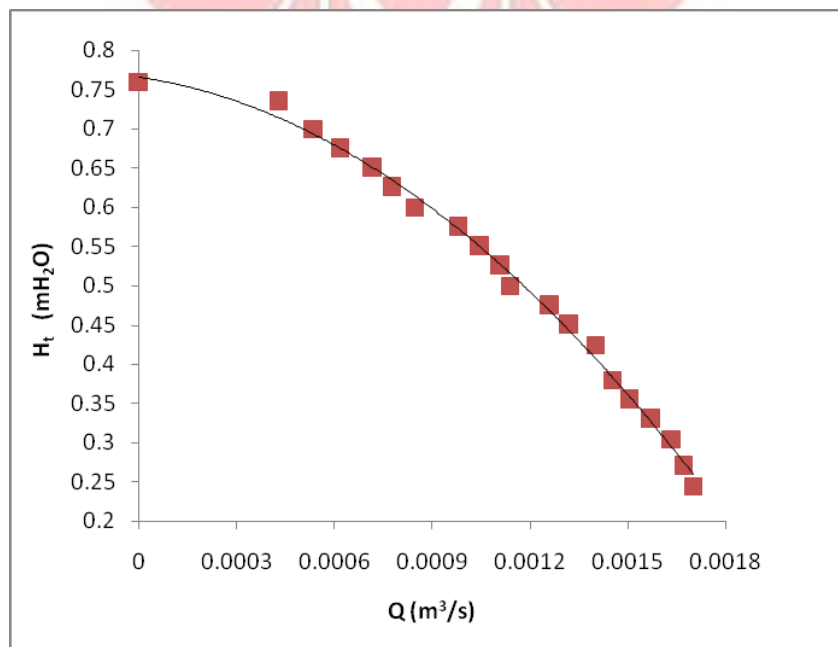
(b)



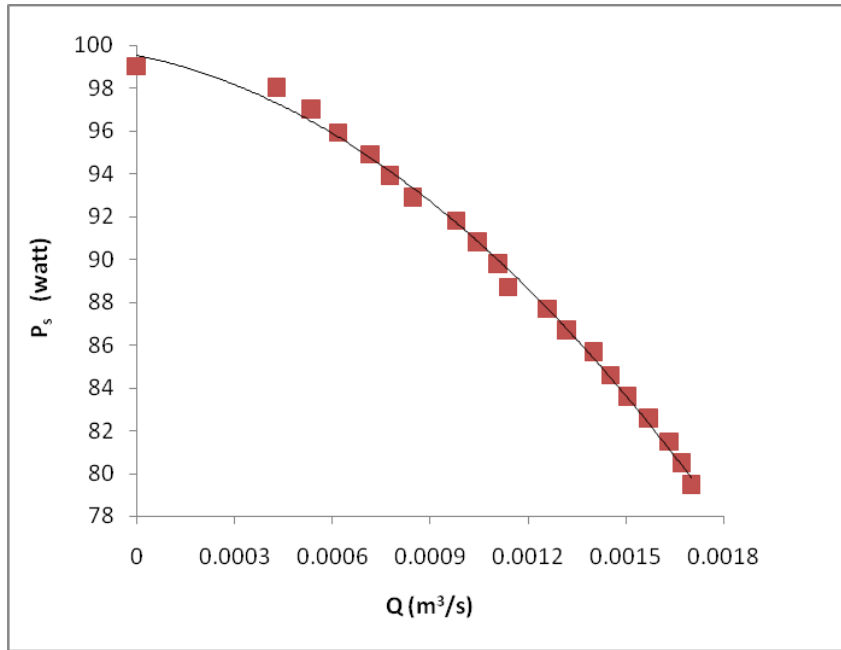
(c)

Gambar 13. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

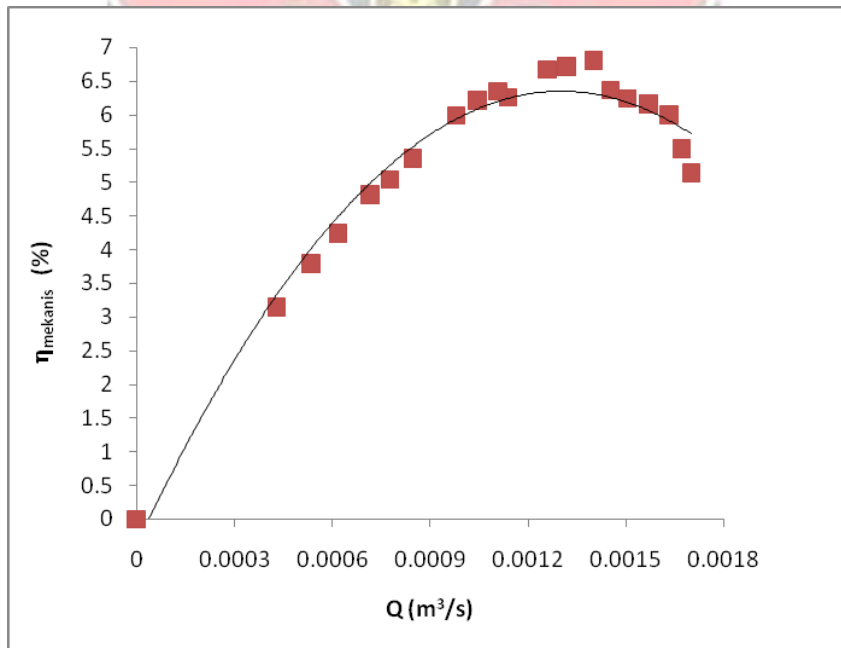
Karakteristik pompa aksial pada putaran 1200 rpm



(a)



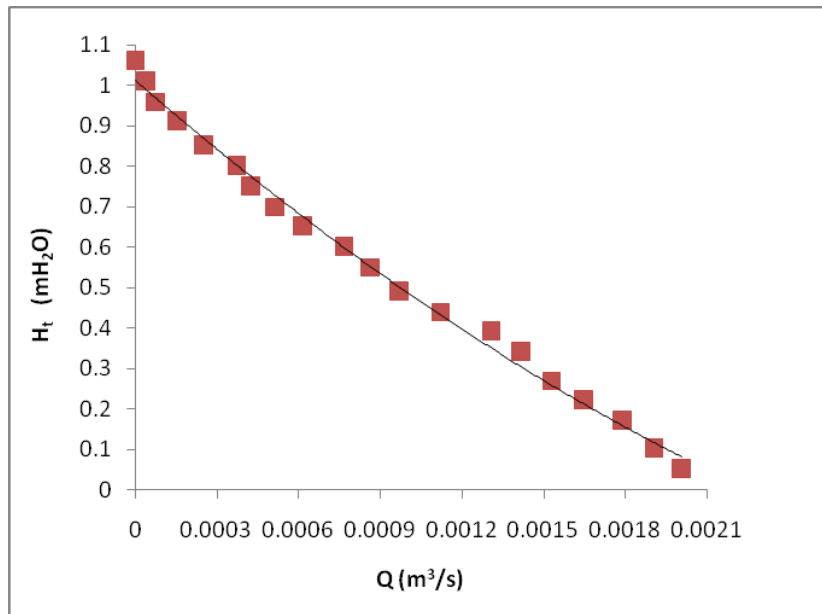
(b)



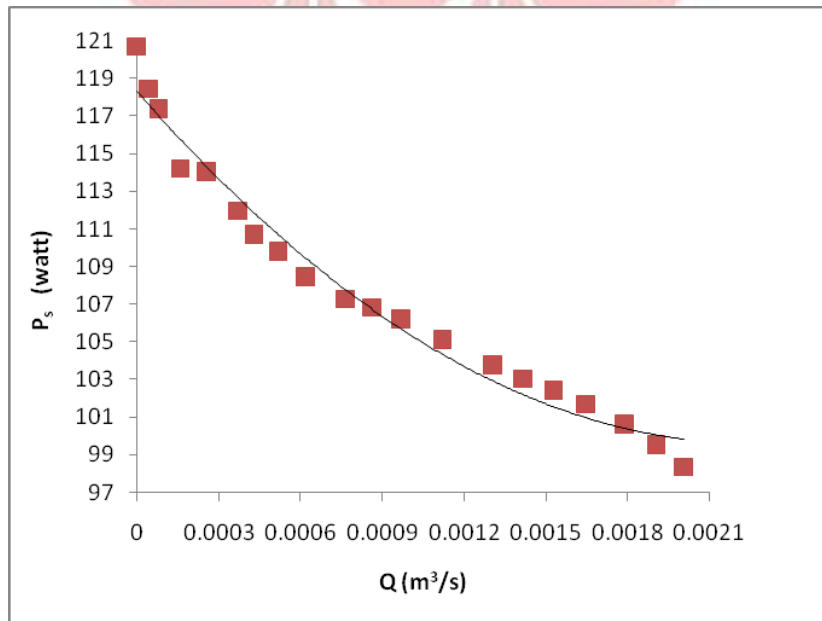
(c)

Gambar 14. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

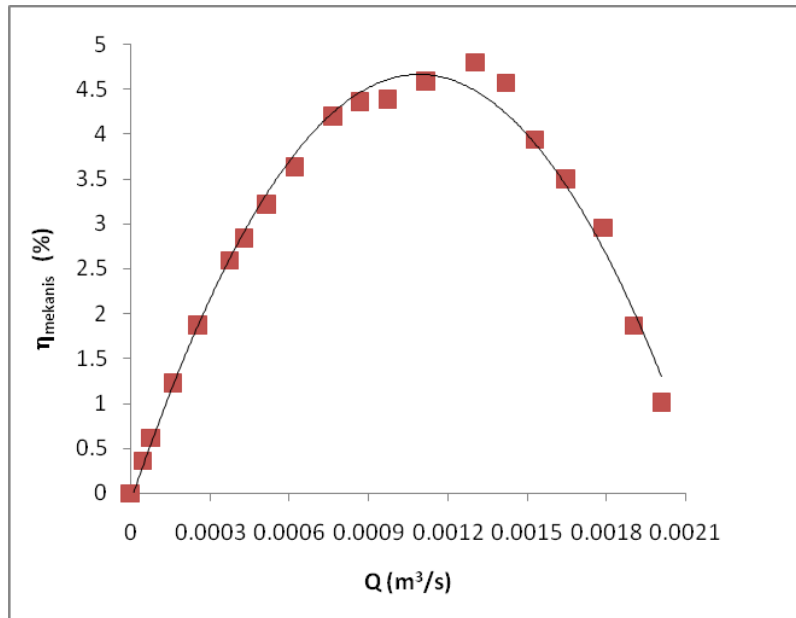
Karakteristik pompa aksial pada putaran 1300 rpm



(a)



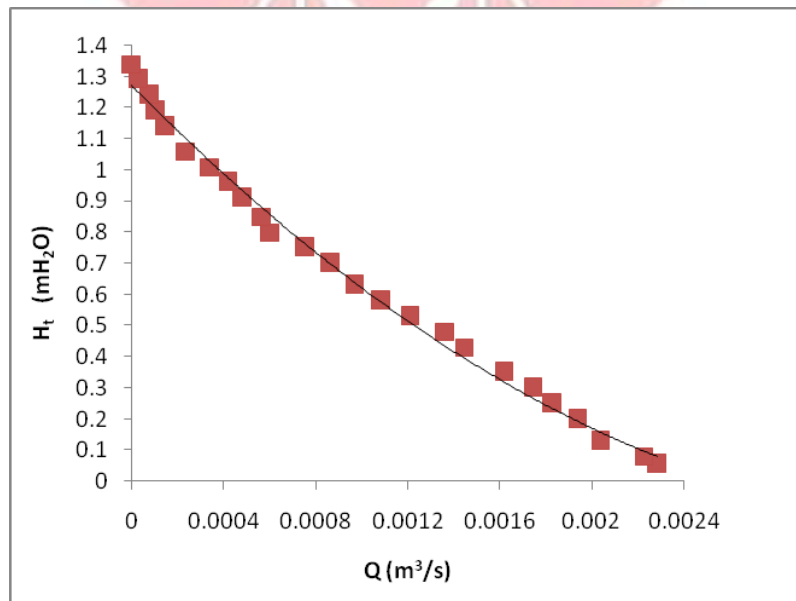
(b)



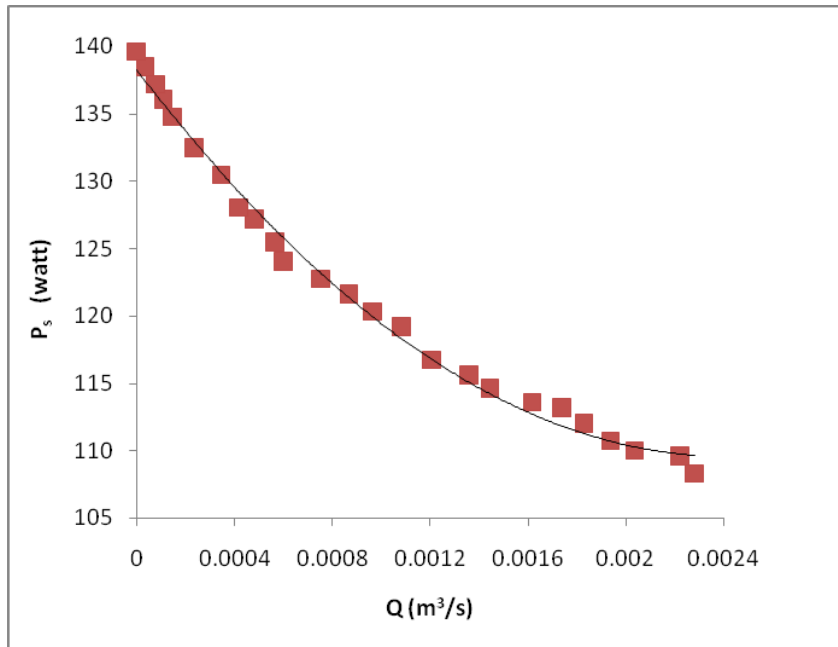
(c)

Gambar 15. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

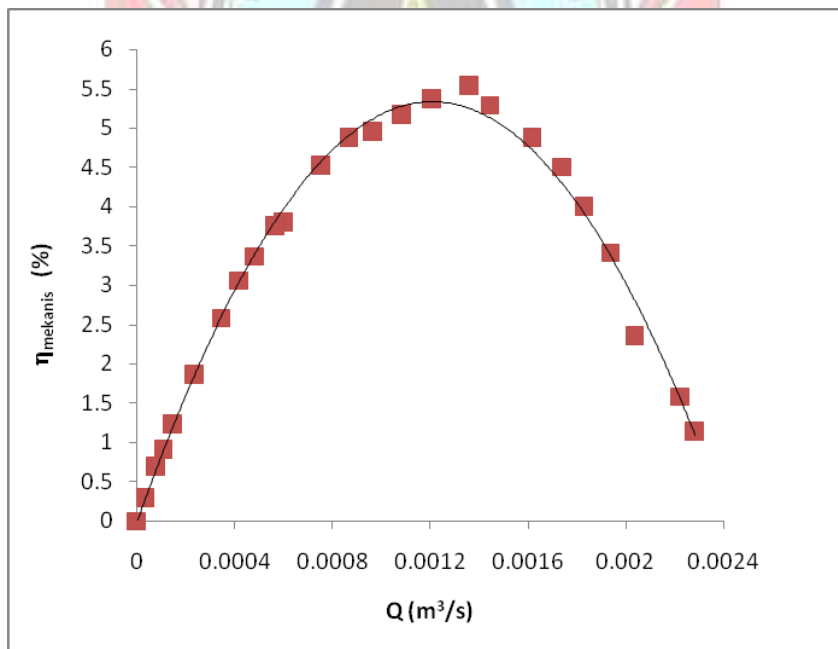
Karakteristik pompa aksial pada putaran 1400 rpm



(a)



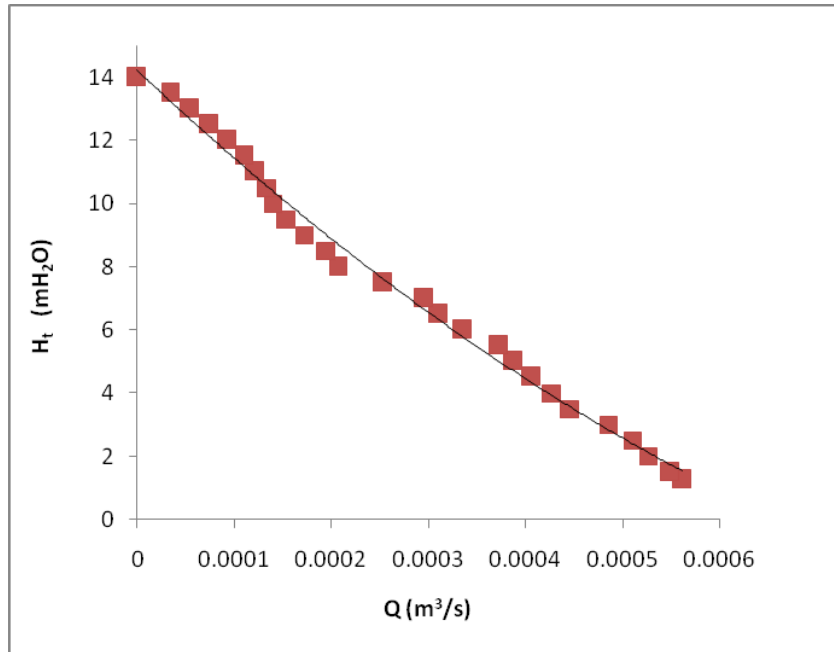
(b)



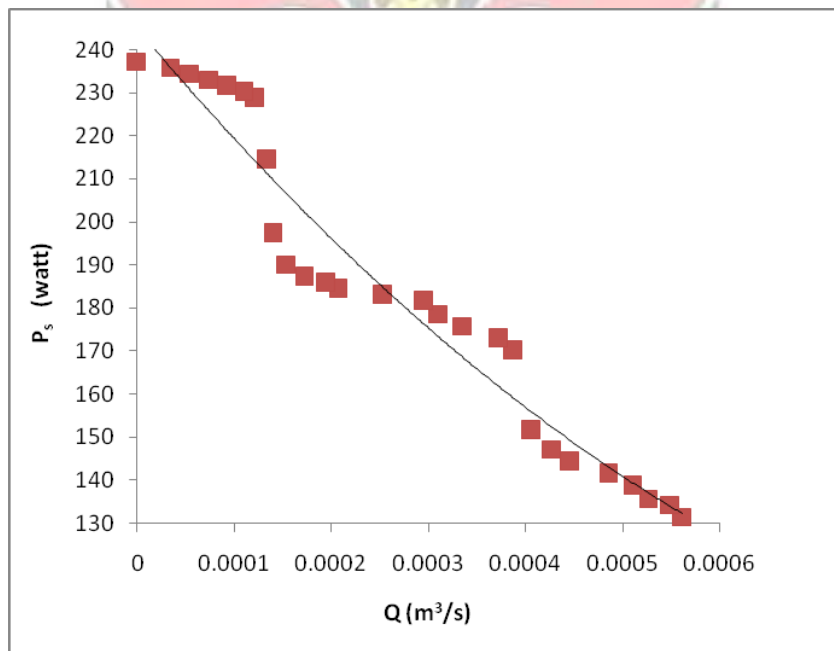
(c)

Gambar 16. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).

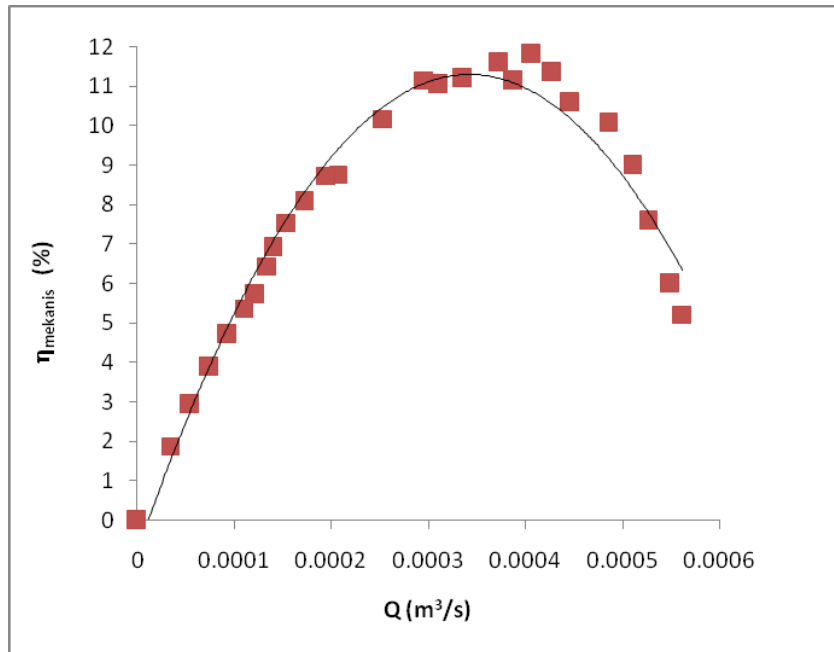
Karakteristik pompa roda gigi untuk volume 5 liter pada putaran 1900 rpm



(a)

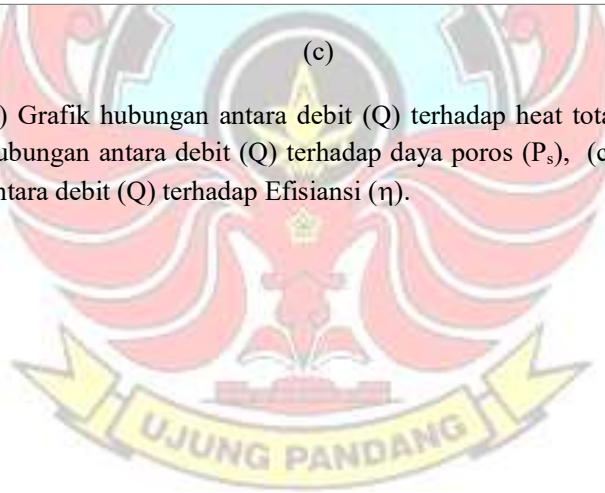


(b)



(c)

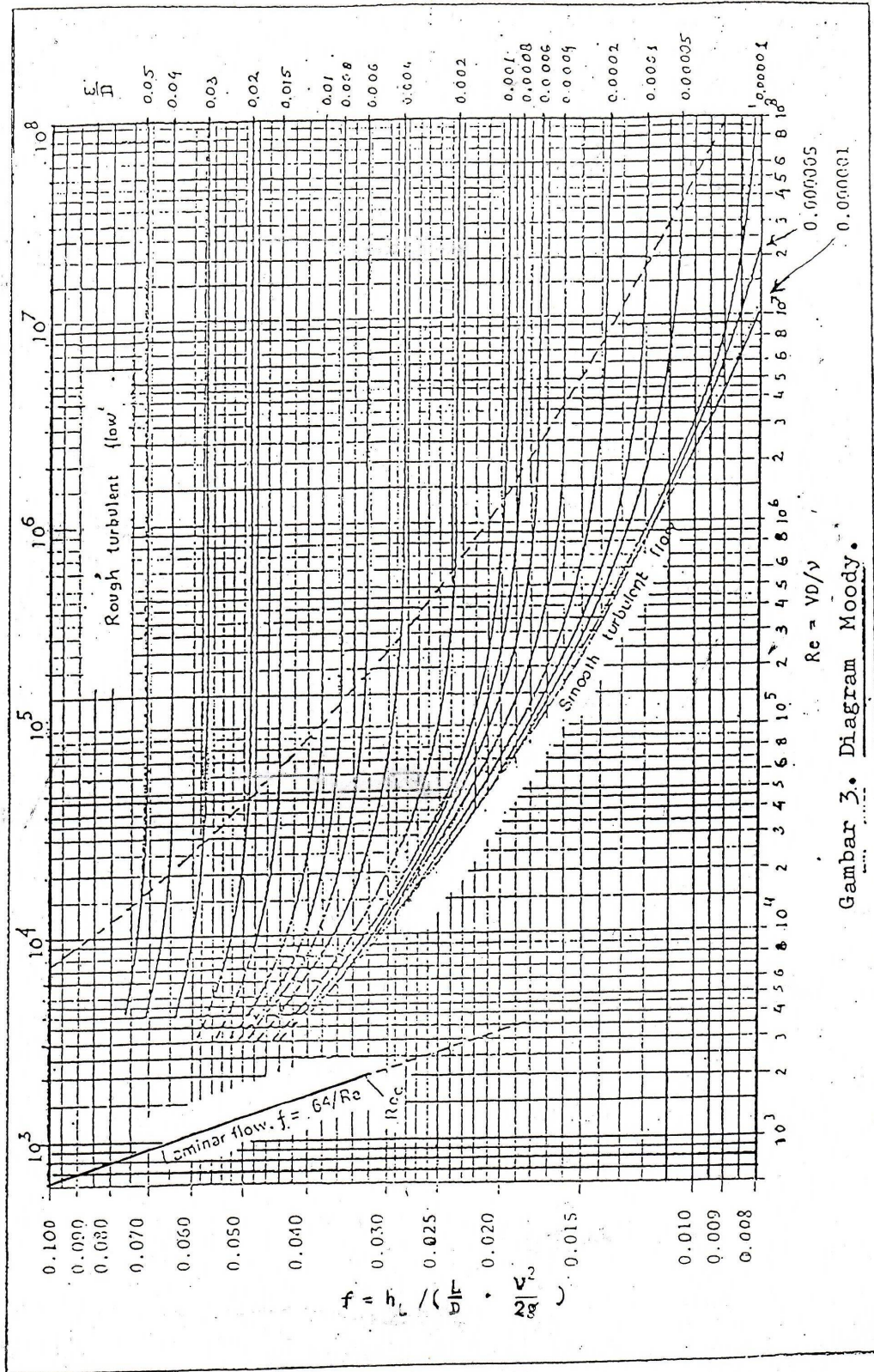
Gambar 17. (a) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap heat total (H_t), (b) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap daya poros (P_s), (c) Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap Efisiensi (η).



LAMPIRAN



DIAGRAM MOODY DAN TABEL CP DAN RHO AIR



Gambar 3. Diagram Moody.

Tabel 35. Tabel C_p dan ρ air

No	T	ρ	C_p
	($^{\circ}\text{C}$)	(kg/m^3)	($\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{K}$)
1	0	999.9	4,217
2	5	1,000.0	4,202
3	10	999.7	4,192
4	15	999.1	4,186
5	20	998.2	4,182
6	25	997.1	4,179
7	30	995.7	4,178
8	35	994.1	4,178
9	40	992.3	4,178
10	50	988.1	4,180
11	60	983.2	4,184
12	70	977.8	4,189
13	80	971.8	4,196
14	90	965.3	4,205
15	100	958.4	4,216

Sumer : Heat Transfer, (Bejan, 1993)

