

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK POMPA
SENTRIFUGAL TIPE 1DB-35 DENGAN
PENGATURAN KAPASITAS METODE *THROTTLING*
DAN VARIASI PUTARAN**



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

HIKMAHNUL AR ROYYAN

21050110060016

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2013

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Hikmahnul Ar Royyan
NIM : 21050110060016
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Karakteristik Pompa Sentrifugal
Tipe 1DB-35 dengan Pengaturan Kapasitas
Metode *Throttling* dan Variasi Putaran

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahlimadya (Amd) pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Sri Utami Handayani ST, MT ()
Penguji I : Ir. Senen, MT ()
Penguji II : Seno Darmanto ST, MT ()

Semarang, 2013
PSD III Teknik Mesin
Ketua,

Ir. Sutomo, M.Si
NIP. 195203211987031001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Hikmahnul Ar Royyan

NIM : 21050110060016

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 Agustus 2013

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hikmahnul Ar Royyan
NIM : 21050110060016
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “Perbandingan Karakteristik Pompa Sentrifugal Tipe 1DB-35 dengan Pengaturan Kapasitas Metode *Throttling* dan Variasi Putaran” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada tanggal : 20 Agustus 2013

Yang menyatakan

Hikmahnul Ar Royyan
NIM 21050110060016

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“...kaki yang akan berjalan lebih jauh, tangan yang akan berbuat lebih banyak, mata yang akan menatap lebih lama, leher yang akan lebih sering melihat ke atas, lapisan tekad yang seribu kali lebih keras dari baja, dan hati yang akan bekerja lebih keras, serta mulut yang akan selalu berdoa...” - 5 cm.

“...karena setelah hujan terbitlah pelangi...” - Hikmahnul Ar Royyan

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, kupersembahkan karya kecilku ini untuk orang-orang yang kusayangi :

1. Ibu, Bapak dan Kakak, terima kasih untuk kesabaran dan doa yang tak pernah putus, semua pengorbanan serta kasih sayang yang tak kan mungkin tergantikan.
2. Teman-teman saya GEAR 2010 (Teknik Mesin 2010), teman-teman kos, teman-teman seangkatan, adik-adik kelas maupun kakak-kakak kelas saya di DIII Teknik mesin, Fakultas Teknik maupun teman-teman Universitas lain yang telah memberi masukan dan arahan. Terima kasih atas segala bantuan baik materi dan spiritualnya yang telah mengisi hari-hari kuliah maupun hari-hari begadang hingga pada akhirnya terselesaikan tugas akhir ini.

THANKS.

3. Jahrul Aulia, Agus Yuli Setiawan dan Shandy Arysenna Samudera, tim dan partner dalam penyusunan tugas akhir ini, terima kasih untuk kritik, saran, semangat dan segala supportnya.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Perbandingan Karakteristik Pompa Sentrifugal Tipe 1DB-35 dengan Pengaturan Kapasitas Metode *Throttling* dan Variasi Putaran”.

Tugas akhir wajib ditempuh oleh mahasiswa PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang ahli madya. Selain itu pembuatan tugas akhir ini juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan yang berhubungan dengan fluida dan mengembangkan disiplin ilmu yang diperoleh di bangku kuliah.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada:

1. Ir. Zainal Abidin, MS, selaku ketua Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Sutomo M.Si, selaku ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
3. Sri Utami Handayani, ST, MT, selaku dosen pembimbing tugas akhir.

4. Ir. Senen, MT. selaku dosen wali kelas A angkatan 2010.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar mata kuliah Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
6. Segenap Teknisi Laboratorium Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
7. Orang tua kami yang telah melahirkan dan membesarkan kami dengan penuh cinta dan kasih sayang.
8. Teman-teman mahasiswa seperjuangan, angkatan 2010.
9. Semua pihak yang telah membantu sampai dengan terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahkan Rahmat dan Karunia serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan seran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis buat ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, Juli 2013

Penulis

ABSTRAK

Tujuan pelaksanaan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan karakteristik pompa sentrifugal tipe (1DB-35) dengan pengaturan kapasitas metode throttling dan variasi putaran. Pengujian dilakukan dua tahap. Pertama, pengaturan pembukaan katup tekan dengan variasi laju aliran 34, 30, 25, 20, 15, 10 dan 5 (L/min). Kedua, pengaturan putaran pompa dengan menggunakan inverter dimulai dari frekuensi 50Hz sampai 10Hz. Fluida yang digunakan adalah air biasa.

Dari hasil pengujian dan analisa data dapat disimpulkan bahwa pada metode throttling menghasilkan *head* yang lebih besar dibandingkan dengan metode variasi putaran yaitu sebesar 32,82 m. Dan nilai efisiensi pada metode throttling lebih tinggi dibandingkan dengan metode variasi putaran yaitu sebesar 17,41 % pada laju aliran 20 L/m.

Kata kunci : pompa sentrifugal, kurva karakteristik pompa, debit, *head*.

ABSTRACT

The aim of this final project to know and compare the characteristic of centrifugal pumps type (IDB-35) with the capacity management of throttling method and rotating variation. Testing was done in two stages. First, varying the discharge valve with the flow rate 34, 30, 25, 20, 15, 10 and 5 (L/min.). Second, varying speed rotation of the impeller by varying the frequency of the inverter from 50Hz to 10Hz. The fluid used in the testing apparatus is water.

From the result of testing and data analysis can be concluded that, in the throttling method also higher than rotating variation, the value is 32,82 m. And the efficiency value of throttling method also higher than rotating variation, the value is 17,41 % with 20 Lpm flow rate.

Keywords : centrifugal pump, pump characteristic curve, flowrate, head

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang Masalah	1
1.2	Maksud dan Tujuan	2
1.3	Rumusan Masalah	3
1.4	Pembatasan Masalah	3
1.5	Metodologi	4

1.6	Sistematika Penulisan Laporan	5
-----	-------------------------------	---

BAB II DASAR TEORI

2.1	Dasar Teori Pompa	6
2.1.1	Definisi Pompa	6
2.1.2	Head Pompa	15
2.1.2.1	Head Total Pompa	15
2.1.2.2	Kerugian Head	16
2.1.3	Kecepatan Spesifik	18
2.1.4	Penentuan Daya	19
2.1.4.1	Daya Hidrolis	20
2.1.4.2	Daya Poros	20
2.1.4.3	Daya Motor	20
2.1.4.4	Efisiensi Pompa	21
2.1.5	Karakteristik Pompa	21
2.1.6	Kavitasi	24
2.1.6.1	Net Positive Suction Head (NPSH)	24
2.1.6.2	Cara Menghindari Kavitasi	28
2.2	Operasi Seri dan Operasi Paralel	28

2.2.1	Operasi Seri, Paralel dengan Karakteristik Pompa Sama	28
2.2.1.1	Susunan Seri	28
2.2.1.2	Susunan Paralel	29
2.2.2	Operasi Paralel dengan Karakteristik Pompa Berbeda	31
2.2.3	Operasi Seri dengan Karakteristik Pompa Berbeda	32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Peralatan	33
3.1.1	Instalasi Peralatan Pengujian	33
3.1.2	Komponen Alat dan Bahan	34
3.1.3	Peralatan Pengujian	42
3.2	Prosedur Pembuatan dan Pengujian Alat	46
3.2.1	Pembuatan Alat	46
3.2.2	Prosedur Pengujian	52

BAB IV ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

4.1	Analisa Hasil Perhitungan Head Sistem Rangkaian Tunggal	55
4.2	Analisa dan Perhitungan Data Rangkaian Tunggal Pompa 2 Dengan Variasi Pembukaan Katup	62
4.2.1	Perhitungan Head Total Pompa	62
4.2.2	Perhitungan Daya Motor Pompa	65
4.2.3	Perhitungan Daya Hidrolis Pompa	66
4.2.4	Perhitungan Efisiensi Pompa	68

4.3	Analisa dan Perhitungan Data Rangkaian Tunggal Pompa 2 Dengan Variasi Putaran Pompa	69
4.3.1	Perhitungan Head Total Pompa	69
4.3.2	Analisa Data Kapasitas dan Putaran Pompa	72
4.3.3	Perhitungan Daya Pompa	73
4.3.4	Perhitungan Efisiensi Pompa	75
4.4	Perbandingan Antara Variasi Pembukaan Katup Dengan Variasi Pengaturan Putaran Pompa	77
4.4.1	Perbandingan Head Total Pompa	77
4.4.2	Perbandingan Daya Motor Pompa	78
4.4.3	Perbandingan Efisiensi Pompa	79

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	80

DAFTAR PUSTAKA	82
----------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lintasan Aliran Cairan Pompa Sentrifugal	8
Gambar 2.2. Komponen Utama Pompa Sentrifugal.....	8
Gambar 2.3. Pompa sentrifugal aliran radial	11
Gambar 2.4. Pompa sentrifugal aliran campur.....	11
Gambar 2.5. Pompa aliran aksial	12
Gambar 2.6. Impeler	12
Gambar 2.7. Pompa volut	13
Gambar 2.8. Pompa difuser.....	13
Gambar 2.9. Pompa Multistage.....	14
Gambar 2.10. Poros Vertikal dan Horisontal	15
Gambar 2.15. Head pompa.....	15
Gambar 2.11. Kurva Head, Efisiensi dan Daya	22
Gambar 2.12. Kurva karakteristik pompa volut.....	23
Gambar 2.13. Kurva karakteristik pompa aliran aksial.....	23
Gambar 2.14. Kurva karakteristik pompa aliran campur	23
Gambar 2.16. Perubahan tekanan pada sisi isap pompa	24
Gambar 2.17. NPSH, bila tekanan atmosfer bekerja pada permukaan air yang diisap	26

Gambar 2.18. Susunan Seri	29
Gambar 2.19. Susunan Paralel.....	29
Gambar 2.20. Operasi Seri dan Paralel dari pompa dengan karakteristik yang sama	29
Gambar 2.21. Operasi Paralel dari pompa-pompa dengan karakteristik yang Berbeda	31
Gambar 2.22. Operasi Seri dari pompa dengan karakteristik berbeda..	32
Gambar 3.1. Skema Instalasi Peralatan Pengujian.....	33
Gambar 3.2. Pompa 1(IDB-35).....	34
Gambar 3.3. Pompa 2 (IDB-35).....	35
Gambar 3.4. <i>Gate Valve</i>	37
Gambar 3.5. <i>Three Way Valve</i>	37
Gambar 3.6. <i>Swing Check Valve</i>	38
Gambar 3.7. <i>Elbow</i>	39
Gambar 3.8. <i>Tee</i>	40
Gambar 3.9. <i>Pipe Fitting Reducing Tee</i>	40
Gambar 3.10. <i>Concentric Reducer</i>	41
Gambar 3.11. <i>Double Nipel</i>	41
Gambar 3.12. <i>Water Mur</i>	42
Gambar 3.13. <i>Flowmeter</i>	42

Gambar 3.14. Manometer Isap 1	43
Gambar 3.15. Manometer Isap 2	44
Gambar 3.16. Manometer Tekan	44
Gambar 3.17. Amperemeter	45
Gambar 3.18. Voltmeter	46
Gambar 3.19. Rancangan Instalasi Pompa	47
Gambar 3.20. Rangkaian Pompa Awal	48
Gambar 3.21. Rangkaian Tampak Depan	49
Gambar 3.22. Rangkaian Pipa pada Rangka	50
Gambar 3.23. Pemasangan Plat Galvanis pada Instalasi Pompa	51
Gambar 3.24. Pemasangan Skema Instalasi Pompa dengan Stiker	52
Gambar 3.26. Pengujian Pompa 1 (IDB-35)	53
Gambar 4.1. Rangkaian Sistem Instalasi	55
Gambar 4.2. Kurva Head Sistem Instalasi Tunggal Pompa 2 (1DB-35)	62
Gambar 4.3. Kurva Hubungan H-Q Pompa 2 dan Head Sistem	64
Gambar 4.4. Grafik hubungan daya motor terhadap Laju aliran	66
Gambar 4.5. Grafik hubungan antara daya air terhadap laju aliran	67
Gambar 4.6. Grafik hubungan antara Efisiensi terhadap Laju aliran	69
Gambar 4.7. Kurva hubungan antara head dengan putaran motor	71

Gambar 4.8. Kurva hubungan antara head dengan putaran motor.....	72
Gambar 4.9 Kurva hubungan antara putaran dengan daya motor.....	74
Gambar 4.10. Kurva hubungan putaran dengan efisiensi	76
Gambar 4.11. Kurva perbandingan Head antara pengaturan pembukaan katup. dengan pengaturan putaran pompa.....	77
Gambar 4.12 Kurva perbandingan daya motor antara pengaturan putaran katup, dengan pengaturan putaran pompa.....	78
Gambar 4.13. Kurva perbandingan efisiensi antara pengaturan pembukaan katup, dengan pengaturan putaran pompa.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Pengaturan Three Way Valve	38
Tabel 4.1. Data perhitungan H_{sis} susunan pompa tunggal (1DB-35).....	61
Tabel 4.2. Data perhitugan H_s , H_d dan H_{tot} pada pompa 1	64
Tabel 4.3. Data perhitungan daya motor pada pompa 1 (IDB-35)	65
Tabel 4.4. Data perhitungan daya hidrolis pada Pompa 1 (IDB-35).....	67
Tabel 4.5. Data perhitungan efisiensi pada Pompa 1 (IDB-35)	68
Tabel 4.6. Data Perhitungan H_s , H_d dan H_{tot}	71
Tabel 4.7. Data Kapasitas dan Putaran Pompa	72
Tabel 4.8. Data Perhitungan P_w dan P_i	74
Tabel 4.9. Data Perhitungan Efisiensi Pompa.....	75

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas penampang pipa	m^2
C	Koefisien pipa	
D	Diameter dalam pipa	m
f	Koefisien kerugian	
g	Percepatan gravitasi	m/s^2
H	Head pompa	m
H_{sis}	Head sistem	m
H_{sv}	NPSH yang tersedia	m
H_{svN}	NPSH yang diperlukan	m
ha	Head statis	m
hd	Head disrad atau tekan	m
h_{da}	Head tekan statis	m
hf	Head kerugian	m
hs	Head suction atau hisap	m
h_{sa}	Head hisap statis	m
h_{ls}	Kerugian head sepanjang pipa hisap	m
I	Arus listrik	Ampere
k	Koefisien gesekan	
L	Panjang pipa	m
n	Putaran Pompa	rpm
ns	Putaran spesifik	rpm
Pa	Tekanan atmosfer	kgf/m^2

P_d	Tekanan tekan	kg/cm ²
P_i	Daya Motor	kW
P_s	Tekanan hisap	bar
P_v	Tekanan uap jenuh	kgf/m ²
P_w	<i>Daya Air</i>	kW
Q	Kapasitas atau laju aliran	L/min
R	Jari-jari lengkung sumbu belokan	m
S	Kecepatan spesifik hisap	m/s
V	Tegangan listrik	volt
v	Kecepatan aliran	m/s
$v_d^2/2g$	Head kecepatan keluar	m
γ	Berat fluida per satuan volume	kgf/m ³
Δh_p	Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan	m
θ	Sudut belokan	0
σ	Koefisien kavitasi	
η	Efisiensi Pompa	%

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kondisi Pipa dan Harga C (Formula Hazen-William)
2. Tabel koefisien kerugian
3. Spesifikasi pompa sentrifugal 1DB-35
4. Tabel koefisien kerugian pengecilan pipa secara mendadak
5. Tabel data pengamatan metode throttling
6. Tabel data pengamatan metode variasi putaran