



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH PENGATURAN KAPASITAS MELALUI
PERUBAHAN FREKUENSI MOTOR TERHADAP KONSUMSI
DAYA LISTRIK PADA POMPA AIR SENTRIFUGAL
RANGKAIAN SERI**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

TAUFIK AJI PANGESTU

40040218060006

**SEKOLAH VOKASI
PRAGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
SEMARANG
DESEMBER 2021**

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 : TAUFIK AJI PANGESTU

NIM : 40040218060006

Tanda Tangan :

Tanggal : 09 Desember 2021

HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 237 / UN7.5.13 / TM / 2021

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM
1	Taufik Aji Pangestu	40040218060006
2	Wendi Ladever Barus	40040218060008

Judul Proyek Akhir : Pengujian Power Quality Analyzer
Dosen Pembimbing : Drs. Juli Mrihardjono, MT
NIP. : 196007271986031004

Isi Tugas :

1. Pengoperasian Power Quality Analyzer
2. Pengujian pengaruh kapasitas melalui perubahan frekuensi motor terhadap konsumsi daya listrik
3. Pembuatan laporan TA

Proposal TA harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Tugas Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal TA disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, Juli 2021
Ketua PSD III Teknik Mesin


Drs. Ireng Sigit A, M.Kes
NIP. 196204211986031002

Surat Tugas dicetak 3 lbr utk :

1. Dosen Pembimbing TA
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip jurusan

HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

LEMBAR PERSETUJUAN

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa Program Studi DIII Teknik Mesin yang disusun oleh :

Nama : Taufik Aji Pangestu
NIM : 40040218060006
Judul PA : "Pengaruh pengaturan kapasitas melalui perubahan frekuensi motor terhadap konsumsi daya listrik"

Disetujui pada tanggal : 26 November 2021

Semarang, 26 November 2021
Dosen Pembimbing,

Drs. Juli Mrihardjono, M.T.
NIP. 196007271986031004

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Taufik Aji Pangestu
NIM : 40040218060006
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : “Pengaruh Pengaturan Kapasitas Melalui Perubahan Frekuensi Motor terhadap Konsumsi Daya Listrik pada Pompa Air Sentrifugal Rangkaian Seri” **Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.**

TIM PENGUJI

Pembimbing : Drs. Juli Mrihardjono, MT

Penguji 1 : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

Penguji 2 : Didik Ariwibowo, ST, MT

Semarang, 09 Desember 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin

Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

NIP. 19620421 198603 1 002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Taufik Aji Pangestu
NIM : 40040218060006
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

“Pengaruh Pengaturan Kapasitas Melalui Perubahan Frekuensi Motor Terhadap Konsumsi Daya Listrik Pada Pompa Air Sentrifugal Rangkaian Seri”

Dengan Hak Bebas Royalty / Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 09 Desember 2021

Yang menyatakan,

Taufik Aji Pangestu

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

Bismillahirrahmanirrahim

Man Jadda Wajada

“Jadilah seperti yang kau ingini, memuncaklah hebat meskipun nanti.”

(Sirin Farid Stevy)

“Lawamena Haulala”

(Kapitan Telukabessy)

Persembahan :

- a. Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya.
- b. Bapak, Ibu, dan adik tercinta yang telah memberikan do'a serta dukungan agar Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
- c. Segenap keluarga dan saudara yang telah mendo'akan dan memberikan semangat.
- d. Segenap dosen, staf, dan karyawan Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
- e. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Pengaturan Kapasitas Melalui Perubahan Frekuensi Motor Terhadap Konsumsi Daya Listrik Pada Pompa Air Sentrifugal Rangkaian Seri”

Adapun dalam penyusunan dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Drs. Juli Mrihardjono, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing saya selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Dosen Wali.
5. Segenap Dosen dan Teknisi Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Bapak, ibu, dan adik serta keluarga yang telah memberikan do'a, dukungan, serta semangat.

7. Saudara seperjuangan kelompok Tugas akhir: Wendi Ladever Barus yang telah banyak membantu dan dapat bekerja sama dengan baik.
8. Teman-teman angkatan 2018 yang telah memberikan semangat dan berbagi ilmu dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman kontrakan *House of Love* yang selalu kebersamai dan saling memberikan dukungan serta semangat.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara moril maupun materil.
11. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kebaikan dan kesempurnaan penyusunan laporan di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan dapat menambah pengetahuan bagi kita semua.

Semarang, 09 Desember 2021

Penulis

ABSTRAKSI

PENGARUH PENGATURAN KAPASITAS MELALUI PERUBAHAN FREKUENSI MOTOR TERHADAP KONSUMSI DAYA LISTRIK PADA POMPA SENTRIFUGAL RANGKAIAN SERI

Pompa banyak digunakan di dalam berbagai pengaplikasian baik dalam dunia industri maupun pribadi. Pada pemakaian tertentu pompa memerlukan pengaturan kapasitas yang bervariasi, salah satu cara pengaturan kapasitas pompa adalah dengan mengubah frekuensi menggunakan inverter. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan frekuensi motor terhadap konsumsi daya listrik menggunakan inverter. Untuk menganalisa daya spesifik yang dikonsumsi oleh pompa yang dirangkai secara seri, pada tugas akhir ini digunakan power quality analyzer sebagai data logger. Pengujian ini dilakukan perubahan frekuensi 50, 40, 30, 20, 10 Hz pada inverter. Hasil pengujian menunjukkan perubahan frekuensi motor menyebabkan perubahan kecepatan putaran, arus dan daya. Dimana pada setiap penurunan frekuensi menyebabkan penurunan head, daya hidrolis, daya motor dan efisiensi pompa pada setiap penurunan frekuensi sehingga motor menjadi cepat panas. Perubahan frekuensi dapat mengurangi konsumsi daya listrik, besarnya pengurangan konsumsi daya listrik akan berbeda-beda pada setiap penurunan frekuensi.

Kata kunci : motor, pompa, power quality analyzer, frekuensi, daya

ABSTRACT

THE EFFECT OF CAPACITY MANAGEMENT THROUGH CHANGE OF MOTOR FREQUENCY ON ELECTRICITY CONSUMPTION ON CENTRIFUGAL PUMP SERIES CIRCUIT

Pumps are widely used in various applications both in the industrial and personal world. In certain applications, the pump requires varying capacity settings, one way to adjust the pump capacity is to change the frequency using an inverter. This final project research aims to determine the effect of changes in motor frequency on electric power consumption using an inverter. To analyze the specific power consumed by the pump which are connected in series, in this final project a power quality analyzer is used as a data logger. This test is done by changing the frequency of 50, 40, 30, 20, 10 Hz on the inverter. The test results show that changes in motor frequency cause changes in rotation speed, current and power. Where every decrease in frequency causes a decrease in head, hydraulic power, motor power and pump efficiency at every decrease in frequency so that the motor becomes hot quickly. Changes in frequency can reduce electrical power consumption, the amount of reduction in electric power consumption will vary with each decrease in frequency.

Keywords : motor, pump, power quality analyzer, frequency, power

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR	iii
HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAKSI	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II.....	5
DASAR TEORI	5
2.1 Dasar Teori Pompa.....	5
2.1.1 Definisi Pompa.....	5
2.1.2 Bagian-bagian Pompa Sentrifugal	8
2.1.3 Klasifikasi Pompa Sentrifugal.....	10
2.2 Head Pompa	14
2.2.1 Head Total Pompa.....	14
2.2.3 Kerugian Head	16
2.3 Penentuan Daya.....	18

2.3.1 Daya Hidrolis	18
2.3.2 Daya Motor	19
2.3.3 Efisiensi Pompa.....	20
2.4 Operasi Seri dan Paralel	20
2.4.1 Susunan Seri.....	20
2.4.1 Susunan Paralel	21
2.5 Performansi	23
BAB III	24
METODOLOGI.....	24
3.1 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan Pengujian Daya.....	24
3.2 Proses Pelaksanaan Pengujian.....	25
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.3.1 Power Meter 5350 Schneider	26
3.3.2 Bagian-bagian Power Quality Analyzer.....	29
3.3.3 Standar Operasional Alat	30
3.4 Peralatan.....	31
3.4.1 Instalasi Peralatan Pengujian.....	31
3.4.2 Komponen Alat	31
3.4.3 Peralatan Pengujian	39
3.5 Variabel Penelitian	44
3.6 Prosedur Pengambilan Data	45
3.6.1 Pengujian.....	45
BAB IV	50
PEMBAHASAN	50
4.1 Pembahasan.....	50
4.1.1 Tujuan	50
4.1.2 Hasil Perhitungan Kapasitas	50
4.1.3 Hasil Perhitungan Head Total	52
4.1.4 Hasil Daya Hidrolisis Pompa.....	55
4.1.5 Hasil Perhitungan Daya Motor.....	57
4.1.6 Efisiensi Pompa.....	58
4.1.7 Perbandingan perhitungan Daya Teoritis dengan PQA	60
BAB V.....	51
PENUTUP.....	51

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pompa sentrifugal.....	7
Gambar 2. 2 Bagian-bagian pompa sentrifugal.....	8
Gambar 2. 3 Pompa aliran radial	10
Gambar 2. 4 Pompa aliran campur.....	11
Gambar 2. 5 Pompa aliran aksial	11
Gambar 2. 6 Pompa volut	12
Gambar 2. 7 Pompa diffuser	13
Gambar 2. 8 Pompa bertingkat banyak	14
Gambar 2. 9 Pompa menurut letak poros.....	14
Gambar 2. 10 Head total pompa	15
Gambar 2. 11 Pompa Susunan Seri.....	20
Gambar 2. 12 Pompa Susunan Paralel	21
Gambar 2. 13 Kurva operasi seri dan paralel dari pompa dengan karakteristik yang sama.....	21
Gambar 2. 14 Kurva karakteristik pompa	23
Gambar 3. 1 Flowchart.....	24
Gambar 3. 2 Power Meter 5350 Schneider	26
Gambar 3. 3 Spesifikasi Power Meter 5350 Schneider.....	29
Gambar 3. 4 Bagian-bagian Power Quality Analyzer.....	29
Gambar 3. 5 Kelengkapan alat penelitian	30
Gambar 3. 6 Test-bed pompa	31
Gambar 3. 7 Pompa sentrifugal.....	32
Gambar 3. 8 Katup	34

Gambar 3. 9 Three way valve	34
Gambar 3. 10 Swing check valve.....	35
Gambar 3. 11 Elbow	36
Gambar 3. 12 Tee.....	36
Gambar 3. 13 Pipe fitting reducing tee	37
Gambar 3. 14 Concentric Reducer	37
Gambar 3. 15 Double nepel	38
Gambar 3. 16 Water mur.....	38
Gambar 3. 17 Flowmeter.....	39
Gambar 3. 18 Manometer isap I.....	40
Gambar 3. 19 Manometer isap 2	40
Gambar 3. 20 Manometer tekan.....	41
Gambar 3. 21 Amperemeter	41
Gambar 3. 22 Voltmeter.....	42
Gambar 3. 23 Inverter	43
Gambar 3. 24 Current Transformer.....	43
Gambar 3. 25 Tachometer.....	44
Gambar 3. 26 Rangkaian Current Transformer.....	46
Gambar 3. 27 Rangkaian connector cable.....	46
Gambar 3. 28 Pemasangan penjepit buaya	47
Gambar 3. 29 Rangkaian laptop dan Kit Power Meter 5350 Schneider	47
Gambar 3. 30 Setup Power Meter 5350 Schneider	48
Gambar 4. 1 Grafik hubungan kapasitas dan variasi putaran pada pompa 1	51
Gambar 4. 2 Gambar hubungan kapasitas dan varisai putaran pada pompa 2.....	51

Gambar 4. 3 Grafik hubungan head total dan variasi putaran.....	55
Gambar 4. 4 Grafik hubungan daya hidrolis dan variasi putaran	56
Gambar 4. 5 Grafik hubungan daya motor dan variasi putaran	58
Gambar 4. 7 Grafik hubungan efisiensi dengan variasi putaran pompa	59
Gambar 4. 8 Grafik hasil daya teoritis dengan daya Power Quality Analyzer	61

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data putaran, kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar dan frekuensi pada pompa 1	50
Tabel 4. 2 Data putaran, kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar dan frekuensi pada pompa 2	50
Tabel 4. 3 Data putaran, kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar, frekuensi dan head total pada pompa 1	54
Tabel 4. 4 Data putaran, kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar, frekuensi dan head total pada pompa 2.....	54
Tabel 4. 5 Data putaran, kapasitas, head total, daya hidrolis dan frekuensi pada pompa rangkaian seri	56
Tabel 4. 6 Data putaran, kapasitas, head total, daya motor dan frekuensi pada pompa rangkaian seri	57
Tabel 4. 7 Data putaran, kapasitas, head total, daya hidrolis, daya motor dan efisiensi pada pompa rangkaian seri	59
Tabel 4. 8 Data perbandingan hasil daya teoritis dengan hasil daya Power Quality Analyzer	60