



**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

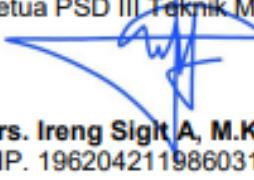
Judul Proyek Akhir : Pengujian Power Quality Analyzer  
Dosen Pembimbing : Drs. Juli Mrihardjono, MT  
NIP. : 196007271986031004

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 IIL 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,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juli Mrihardjono".

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

## **HALAMAN PENGESAHAN**

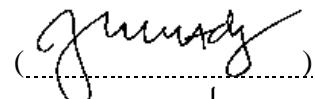
Tugas Akhir ini diajukan oleh :

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

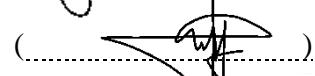
Judul TugasAkhir : “Pengaruh Pengaturan Kapasitas Melalui Perubahan Frekuensi Motor terhadap Konsumsi Daya Listrik pada Pompa Air Sentrifugal Rangkaian Seri” **Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya 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

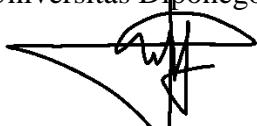


Semarang, 09 Desember 2021

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 membersamai 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