



**RETROFIT POMPA SENTRIFUGAL UNTUK
MENINGKATKAN KAPASITAS DISTRIBUSI BAHAN BAKAR
MINYAK**

SKRIPSI

MUHAMMAD AUZAN WINANDI

1710311034

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2021



**RETROFIT POMPA SENTRIFUGAL UNTUK
MENINGKATKAN KAPASITAS DISTRIBUSI BAHAN BAKAR
MINYAK**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**

MUHAMMAD AUZAN WINANDI

1710311034

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2021

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Auzan Winandi

NIM : 1710311034

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : RETROFIT POMPA SENTRIFUGAL UNTUK
MENINGKATKAN KAPASITAS
DISTRIBUSI BAHANBAKAR MINYAK

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Sigit Pradana, S.T., M.T.

Penguji Utama



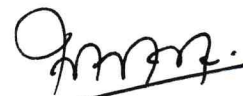
Nur Cholis, S.T., M. Eng.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Reda Rizal, B. Sc., M. Si., IPU

Dekan



Fahrudin S.T., M.T.

Pembimbing I



Nur Cholis, S.T., M. Eng.

Ka. Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 13 Desember 2021

PENGESAHAN PEMBIMBING
RETROFIT POMPA SENTRIFUGAL UNTUK MENINGKATKAN
KAPASITAS DISRIBUSI BAHAN BAKAR MINYAK

Dipersiapkan dan disusun oleh:

MUHAMMAD AUZAN WINANDI

1710311034



Fahrudin, S.T., M.T.

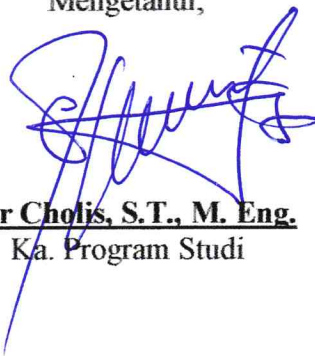
Pembimbing I



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP

Pembimbing II

Mengetahui,



Nur Choliz, S.T., M. Eng.

Ka. Program Studi

PERNYATAAN ORISINALITAS

Proposal skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Auzan Winandi

NIM : 1710311034

Program Studi : Teknik Mesin

Tanggal : 5 Januari 2022

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 5 Januari 2022

Yang menyatakan,



(Muhammad Auzan Winandi)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Auzan Winandi
NIM : 1710311034
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Rights*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “Retrofit Pompa Sentrifugal Untuk Meningkatkan Kapasitas Distribusi Bahan Bakar Minyak” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mengaplikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 12 Januari 2022

Yang menyatakan



(Muhammad Auzan Winandi)

RETROFIT POMPA SENTRIFUGAL UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DISTRIBUSI BAHAN BAKAR MINYAK

Muhammad Auzan Winandi

ABSTRAK

Dalam rangka memenuhi kebutuhan konsumen yang meningkat terhadap bahan bakar minyak, jaringan distribusi BBM Cilacap – Yogyakarta (CY) berupaya melakukan optimalisasi dan peningkatan kapasitas distribusi bahan bakar yang lebih besar. Menyesuaikan dengan hal tersebut, peningkatan performa pompa penguat atau *booster pump* berjenis pompa sentrifugal *multistage* between bearing pada sistem perpipaan Cilacap – Yogyakarta (CY) III diperlukan untuk memenuhi sistem operasional yang dibutuhkan. Metode yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas distribusi dalam penelitian ini adalah dengan meningkatkan putaran pompa melalui perubahan rasio *gearbox*. Berdasarkan hasil analisa performa yang dilakukan, retrofit untuk meningkatkan kapasitas pompa dari 250 m³/h menjadi 300 m³/h dapat dilakukan dengan cara meningkatkan putaran pompa dari 3600 rpm menjadi 4320 rpm. Naiknya putaran pompa ini juga berpengaruh pada *head* pompa yang meningkat dari 920 meter menjadi 1325 meter. Daya yang dibutuhkan pompa meningkat dari 680 kW menjadi 1.175 kW. *Net Positive Suction Head required* pompa meningkat dari 8 meter menjadi 11,5 meter. Efisiensi pompa meningkat dari 78,4% menjadi 85,5%. Kenaikan efisiensi pompa ini disebabkan oleh naiknya rasio daya hidrolis pompa terhadap *Brake kilo Watt*.

Kata kunci: *retrofit, pompa sentrifugal, kapasitas pompa, putaran pompa*

CENTRIFUGAL PUMP RETROFIT TO INCREASE DISTRIBUTION CAPACITY OF FUEL OIL

Muhammad Auzan Winandi

ABSTRACT

Due to the expanded amount of fuel consumption of the consumers, Cilacap – Yogyakarta (CY) fuel distribution network intends to optimize and increase the distribution capacity for a larger fuel supply. Following this, an increase in the performance of the booster pump with multistage between bearing type centrifugal pump on the Cilacap – Yogyakarta (CY) III pipeline system is necessary to fulfill the operating system needs. In this study, the method used to increase the pump capacity is to control the rotation of the pump by changing the gearbox ratio. Based on the pump performance analysis, retrofit aimed to increase the pump capacity from 250 m³/h to 300 m³/h can be done by increasing the pump rotation from 3600 rpm to 4320 rpm. This increase in pump rotation also affects the pump head which increases from 920 meters to 1325 meters. The power required increased from 680 kW to 1.175 kW. The Pump's Net Positive Suction Head required increased from 8 meters to 11,5 meters, and the pump's efficiency also increased from 78,4% to 85,5%. The rising amount of the pump's efficiency is due to the increase of the hydraulic power ratio to Brake kilo Watts.

Keywords: *retrofit, centrifugal pump, pump capacity, pump rotation*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan judul “Retrofit Pompa Sentrifugal untuk Meningkatkan Kapasitas Distribusi Bahan Bakar Minyak.” Skripsi ini dibuat dalam rangka memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penulis menyadari skripsi ini tidak mungkin dapat terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dorongan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

1. Bapak Nur Cholis ST, M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Bapak Fahrudin, S.T, M.T selaku dosen Program Studi Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan dosen pembimbing Skripsi yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, S.T, M.T selaku dosen Program Studi Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan dosen pembimbing skripsi yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam penulisan skripsi ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan moral serta material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Andrea Aulia yang senantiasa menemani, membantu, dan memberikan semangat dalam proses penulisan skripsi ini.
6. Para Staff dan Karyawan divisi *Pump Service* PT. XYZ yang telah membantu penulis dalam melakukan proses pengambilan data proposal skripsi ini.

7. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta khususnya tahun angkatan 2017 atas kebersamaan dan dukungannya.
8. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penulisan proposal skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis menerima kritik dan masukan yang bersifat membangun. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca kedepannya kelak.

Jakarta, Desember 2021

Penulis

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas penampang melintang pipa (m^2)
BB	: <i>Between Bearing</i> (Jenis pompa)
BHP	: <i>Brake horse power</i> pompa (hp)
BKW	: <i>Brake Kilo Watt</i> (kW)
CY	: Cilacap – Yogyakarta (Jaringan Distribusi BBM)
D	: Diameter <i>impeller</i> pompa (m)
G	: Percepatan Gravitasi ($9,8 m/s^2$)
H	: <i>Head</i> Total Pompa (m atau ft)
h_1	: Kerugian head pada pipa, katup, belokan, sambungan, dll (m atau ft)
hd	: <i>Head discharge</i> pompa (kg/cm^2 atau m)
hs	: <i>Head suction</i> pompa (kg/cm^2 atau m)
Ha	: <i>Atmospheric head</i> (m atau ft)
Hf	: <i>Friction head / friction losses</i> (m atau ft)
Hs	: <i>Static head level</i> fluida (m atau ft)
Hst	: <i>Head statis</i> (m atau ft)
Hvp	: <i>Vapor head</i> fluida (m atau ft)
n	: Putaran pompa (rpm)
ns	: Kecepatan spesifik pompa (rpm)
NPSHa	: <i>Net Positive Suction Head Available</i> (m atau ft)
NPSHr	: <i>Net Positive Suction Head Required</i> (m atau ft)
Pm	: Daya poros pompa (kW)
Pw	: Daya hidrolis pompa (kW)
Q	: Kapasitas aliran / debit (m^3/s)
Qtp	: Kapasitas pompa (gpm)
Re	: Reynolds number
RWP	: Kode nama booster pump jaringan perpipaan Cilacap - Yogyakarta
S	: Kecepatan spesifik isap (rpm)
v	: Kecepatan aliran fluida (m/s)
Δhp	: Perbedaan <i>head</i> tekanan yang bekerja pada kedua permukaan fluida (m)
η_p	: Efisiensi pompa (%)
μ	: Viskositas dinamis / absolut fluida (kg/m.s)

ρ : Massa Jenis Fluida (Kg / m³)
 σ : Koefisien kavitasi thoma

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN PENGUJI	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Pompa.....	6
2.2 Klasifikasi Pompa	6
2.2.1 Pompa Kerja Dinamis.....	7
2.2.2 Pompa Perpindahan Positif	7
2.3 Retrofit Pompa	8
2.4 Pompa Sentrifugal	9
2.4.1 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal.....	11
2.4.2 Pompa Sentrifugal Multistage.....	11
2.4.3 Faktor-faktor Efisiensi Pompa Sentrifugal	13
2.4.4 Kurva Karakteristik Performa Pompa Sentrifugal	14
2.4.5 Sistem Proteksi Pompa Sentrifugal	15
2.5 Dasar Perhitungan	16
2.5.1 Kapasitas aliran	16
2.5.2 Bilangan Reynolds.....	16
2.5.3 <i>Net Positive Suction Head Available</i>	17
2.5.4 <i>Net Positive Suction Head Required</i>	18
2.5.5 <i>Head Total</i>	19
2.5.6 Hukum Afinitas	19
2.5.7 Daya hidrolis pompa.....	21
2.5.8 Efisiensi	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Metode Penelitian.....	23
3.2 Lokasi dan Waktu Pengambilan Data	24

3.3 Alat dan Bahan.....	24
3.3.1 Penggerak Pompa.....	25
3.3.2 Kurva Performa Pompa	26
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1 Prosedur Retrofit	27
3.4.2 Rencana Retrofit Pompa	28
3.4.3 Tahapan Penghitungan.....	28
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	30
BAB IV PEMBAHASAN.....	31
4.1 Analisa Performa Pompa.....	31
4.1.1 Perubahan Putaran Pompa	31
4.1.2 Perubahan <i>Head</i> Pompa.....	31
4.1.3 Kecepatan Aliran Fluida	32
4.1.4 Jenis Aliran Fluida.....	32
4.1.5 <i>Net Positive Suction Head Available</i>	33
4.1.6 <i>Net Positive Suction Head Required</i>	33
4.1.7 Daya yang Dibutuhkan Pompa.....	36
4.1.8 Efisiensi Pompa.....	36
4.2 Perbandingan Performa Pompa.....	37
4.2.1 Kapasitas Pompa Terhadap <i>Head</i> Pompa.....	37
4.2.2 Kapasitas Pompa Terhadap BKW	38
4.2.3 Kapasitas Pompa Terhadap NPSHr.....	39
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Pompa Sentrifugal Menurut API 610	12
Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa	25
Tabel 3.2 Spesifikasi Penggerak Pompa (Motor Listrik).....	26
Tabel 3.3 Spesifikasi Sebelum <i>Rerating</i>	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Pompa.....	6
Gambar 2.2 Komponen Pompa Sentrifugal	9
Gambar 2.3 Pompa Sentrifugal <i>Multistage Horizontally Split</i>	12
Gambar 2.4 Kurva Karakteristik Performa Pompa Sentrifugal.....	15
Gambar 3.1 Pompa Sentrifugal <i>Multistage BB3</i>	24
Gambar 3.2 Kurva Performa Pompa.....	26
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4.1 Kurva Karakteristik Kapasitas Terhadap <i>Head</i>	38
Gambar 4.2 Kurva Karakteristik Kapasitas Terhadap BKW	39
Gambar 4.3 Kurva Karakteristik Kapasitas Terhadap NPSHr	40

DAFTAR LAMPIRAN

1. *Pump Sectional Drawing*
2. *Pump Performance Data*
3. *Electric Motor Drawing*
4. *Electric Motor Nameplate*
5. Tabel Grafik Perbandingan