

**PERENCANAAN INSTALASI POMPA SENTRIFUGAL 40 x 32B₄ – 50,4
UNTUK PEMANFAATAN AIR *CLEAR WATER PIT* SEBAGAI *LUBE
WATER* UNTUK MENINGKATKAN DURABILITAS POMPA *UNIT
NEUTRALIZING PIT* DAN *WASTEWATER STORAGE POND*
PADA UNIT PENGOLAHAN LIMBAH**



**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN INSTALASI POMPA SENTRIFUGAL 40 x 32B₄ – 50,4
UNTUK PEMANFAATAN AIR *CLEAR WATER PIT* SEBAGAI *LUBE
WATER* UNTUK MENINGKATKAN DURABILITAS POMPA *UNIT
NEUTRALIZING PIT* DAN *WASTEWATER STORAGE POND*
PADA UNIT PENGOLAHAN LIMBAH**



Nama : Seta Herwijaya
NIM : 41318120004
Program studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN INSTALASI POMPA SENTRIFUGAL 40 x 32B₄ – 50,4
UNTUK PEMANFAATAN AIR *CLEAR WATER PIT* SEBAGAI *LUBE*
WATER UNTUK MENINGKATKAN DURABILITAS POMPA UNIT
NEUTRALIZING PIT DAN *WASTEWATER STORAGE POND*
PADA UNIT PENGOLAHAN LIMBAH



Disusun Oleh :

Nama : Seta Herwijaya

NIM : 41318120004

Program studi : Teknik Mesin



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal : 19 Agustus 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Kordinator Tugas Akhir

Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng



Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan tangan di bawah ini

Nama : Seta Herwijaya
NIM : 41318120004
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Perencanaan Instalasi Pompa Sentrifugal 40 x 32B₄ – 50,4
Untuk Pemanfaatan Air *Clear Water Pit* Sebagai *Lube Water*
Untuk Meningkatkan Durabilitas Pompa
Unit Neutralizing Pit dan *Wastewater Storage Pond* Pada
Unit Pengolahan Limbah

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 19 Agustus 2020



Seta Herwijaya

PENGHARGAAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanallahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Instalasi Pompa Untuk Pemanfaatan Air *Clear Water Pit* Sebagai *Lube Water* Guna Meningkatkan Durabilitas Pompa *Unit Neutralizing Pit* dan *Wastewater Storage Pond* pada Unit Pengolahan Limbah”.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan segenap keluarga yang telah memberikan dukungan moral, material serta doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing sekaligus selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah sabar dan telah bersedia memberikan semangat serta membimbing proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak dan ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu selama penulis menempuh kuliah di Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Rekan – rekan di PT. Indonesia Power PLTGU Cilegon OMU bagian Pemeliharaan yang telah memberikan pengarahan dan membantu dalam pengambilan data.
6. Seluruh teman – teman Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Dan berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Akhir kata sekian dan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Jakarta, Agustus 2020

Penulis



ABSTRAK

Wastewater treatment plant (WWTP) merupakan bagian dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Cilegon *Operation and Maintenance Service Unit* (OMU) yang digunakan untuk mengolah limbah cair pembangkit sebelum dibuang agar memenuhi baku mutu air limbah. Pada *plant* ini memiliki banyak pompa salah satunya *unit neutralizing pit pump* dan *wastewater storage pond pump* yang digunakan dalam proses pengolahan limbah. Kerusakan pompa sering terjadi terutama pada komponen *bushing* dan *shaft sleeve* mengakibatkan durabilitas pompa menurun. Penelitian ini bertujuan menjaga durabilitas pompa dengan mengganti media *lube water* menggunakan air olahan WWTP yang terhindar dari kandungan lumpur yaitu dengan mengambil dari *clear water pit*. Untuk itu diperlukan instalasi pompa guna mengalirkan air dari *clear water pit* menuju *unit neutralizing pit pump* dan *wastewater storage pond pump*. Metode penelitian ini adalah studi lapangan, studi literatur, serta melakukan wawancara dengan narasumber agar mendapat data yang akurat. Setelah dianalisa kerusakan *shaft sleeve* dan *bushing* pompa terjadi akibat penggunaan *lube water* yang tidak sesuai yaitu dengan menggunakan fluida alir pompa dimana terdapat kontaminan lumpur. Untuk kebutuhan instalasi pompa data yang ada diolah menggunakan perhitungan instalasi pompa dimulai dengan perhitungan debit aliran fluida, perhitungan diameter pompa, perhitungan tipe aliran, perhitungan *head loss* minor, perhitungan *head loss* mayor, perhitungan *head* total pompa, dan perhitungan kapasitas pompa. Setelah semua data terpenuhi maka dilanjutkan dengan pemilihan pompa sesuai dengan kebutuhan. Dari hasil perhitungan diketahui head instalasi sebesar 3,994 m dan kebutuhan *lube water* adalah 0,0002925 m³/s. Jenis pompa yang dibutuhkan adalah 40 x 32B₄ – 50,4.

Kata Kunci : *Wastewater treatment plant*, *bushing*, *shaft sleeve*, *lube water*, instalasi pompa

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PUMP INSTALLATION PLANNING FOR THE UTILIZATION OF CLEAR WATER PIT AS LUBE WATER TO IMPROVE PUMP DURABILITY OF NEUTRALIZING PIT PUMP AND WASTEWATER STORAGE POND PUMP

ABSTRACT

The wastewater treatment plant is part of the Gas and Steam Cilegon Operation and Maintenance Service Unit power plant, which is used to treat wastewater before it is disposed of. In this plant has many pumps, one of them is neutralizing pit pump and wastewater storage pond pump used in the waste treatment process. Damage often occurs especially on the bushing dan shaft sleeve components, this case resulting in decreased pump durability. This study aims to maintain the durability of the pump by replacing lube water media using WWTP treated water with out sludge content. This research method is a field study, literature study, and conducting interviews with informants in order to get accurate data. After analyzing the damage to the bushing and shaft sleeve because of bad lube water, the lube water use pump fluid which contain sludge. For the pump instalation, the data is processed using pump installation calculations starting with the calculation of fluid flow, pump diameter, flow type, minor head loss, major head loss, total pump head and calculation of pump capacity. After all the data are met, it is followed by selecting the pump need. From the calculation, it is known that the installation head is 3,994 m and the lube water requirement is 0,0002925 m³/s. The type of pump required is 40 x 32B₄ – 50,4.

Keywords: *Wastewater treatment plant, bushing, shaft sleeve lube water, pump installation*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>WASTEWATER TREATMENT PLANT</i>	4
2.1.1. Proses Pengolahan Pada WWTP	4
2.1.2. Sistem Komponen	6
2.2. SISTEM PEMIPAAN	8
2.2.1. Pipa	8
2.2.2. <i>Flange</i>	8
2.2.3. <i>Fitting</i>	9
2.2.4. <i>Valve</i>	9
2.2.5. <i>Bolting</i>	9
2.2.6. <i>Gasket</i>	9
2.3. POMPA	10
2.3.1. Klasifikasi Pompa	10
2.3.2. Pompa Sentrifugal	10
2.4. SISTEM PENYEKAT (<i>SEALING SYSTEM</i>)	13

2.5.	SISTEM LUBRIKASI POMPA	13
2.6.	INSTALASI POMPA	14
2.6.1.	Debit Aliran Fluida	15
2.6.2.	Penentuan Diameter Pipa	15
2.6.3.	Bilangan Reynold	15
2.6.4.	Mayor <i>Head Loss</i>	16
2.6.5.	Minor <i>Head Loss</i>	16
2.6.6.	<i>Head</i> Ketinggian	18
2.6.7.	<i>Head</i> Total	18
2.6.8.	Kapasistas Pompa	18
BAB III METODOLOGI		20
3.1.	DIAGRAM ALIR	20
3.1.1.	Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	20
3.1.2.	Diagram Alir Penelitian	23
3.1.3.	Diagram Alir Pengambilan Data	28
3.2.	ALAT DAN BAHAN	29
3.2.1.	Alat	29
3.2.2.	Bahan	29
3.3.	SKEMA PENELITIAN	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN <i>BUSHING</i> DAN <i>SHAFT SLEEVE</i>	32
4.2.	INSTALASI POMPA	34
4.3.	PERHITUNGAN KEBUTUHAN POMPA	36
4.3.1.	Kebutuhan Debit	36
4.3.2.	Perencanaan Diameter Pipa	37
4.3.3.	Kecepatan Aliran Fluida	37
4.3.4.	Perhitungan Bilangan Reynold	38
4.3.5.	Perhitungan <i>Friction Factor</i>	39
4.3.6.	Perhitungan Mayor <i>Head Loss</i>	41
4.3.7.	Perhitungan Minor <i>Head Loss</i>	41
4.3.8.	<i>Head</i> Ketinggian	42
4.3.9.	<i>Head</i> Total	43

4.4.	PEMILIHAN POMPA	43
BAB V PENUTUP		46
5.1.	KESIMPULAN	46
5.2.	SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema proses pengolahan WWTP	7
Gambar 2.2 <i>Flange</i>	9
Gambar 2.3 Klasifikasi pompa <i>dynamic</i> dan <i>displacement</i>	11
Gambar 2.4 Pompa sentrifugal	12
Gambar 2.5 Irisan pompa sentrifugal	12
Gambar 2.6 <i>Seal dinamis</i>	13
Gambar 2.7 Internal lubrikasi dan eksternal lubrikasi	14
Gambar 3.1 Diagram alir penulisan tugas akhir	21
Gambar 3.2 Kondisi <i>bushing</i> pompa	22
Gambar 3.3 Kerusakan pada <i>shaft sleeve</i>	22
Gambar 3.4 Kondisi air untuk <i>lube water</i>	22
Gambar 3.5 Diagram alir penggantian sistem lubrikasi	23
Gambar 3.6 API <i>PLAN 11</i>	24
Gambar 3.7 API <i>PLAN 32</i>	24
Gambar 3.8 Diagram pembuatan desain instalasi pompa	25
Gambar 3.9 Diagram alir penentuan kebutuhan pompa	27
Gambar 3.10 Diagram alir pengambilan data	28
Gambar 4.1 Kerusakan pada <i>shaft sleeve</i>	33
Gambar 4.2 Desain instalasi pompa	35
Gambar 4.3 Diagram Moody	40
Gambar 4.4 <i>Head</i> ketinggian	42
Gambar 4.5 <i>Head</i> ketinggian pada instalasi	43
Gambar 4.6 Diagram pemilihan pompa	44
Gambar 4.7 Diagram spesifikasi pompa	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien <i>losses</i>	17
Tabel 3.1 Data kebutuhan <i>lube water</i>	30
Tabel 4.1 Kandungan limbah pada <i>unit neutralizing pit</i> dan <i>wastewater storage pond</i>	33
Tabel 4.2 Komponen desain instalasi pompa	35
Tabel 4.3 <i>Pipe size designators</i> NPS and DN	38
Tabel 4.4 Viskositas kinematik dan dinamik air	39
Tabel 4.5 <i>Pipe roughness heights</i>	40
Tabel 4.6 <i>Minor head loss</i>	41



DAFTAR SIMBOL

Q	= Debit Aliran	[m ³ /s]
A	= Luas Penampang	[m ²]
V	= Kecepatan Aliran	[m/s]
D	= Diameter pipa	[m]
π	= Phi	[3,14]
V_{izin}	= Kecepatan Maksimum Yang Diiijinkan	[1 m/s]
Re	= Bilangan Reynold	
ν	= Viskositas Kinematic	[m ² /s]
$h_{l,mayor}$	= Mayor Head Loss	[m]
f	= Faktor Gesekan	
r	= Kekerasan Relatif Pipa	
ε	= Pipe Roughness Heights	[mm]
L	= Panjang Pipa Lurus	[m]
V	= Kecepatan Rata – Rata Fluida	[m/s]
g	= Percepatan Gravitasi	[m/s ²]
$h_{L,minor}$	= Minor Head Loss	[m]
K	= Koefisien Kerugian	[m]
h_z	= Head Ketinggian	[m]
z_d	= Ketinggian Sisi <i>Discharge</i>	[m]
z_s	= Ketinggian Sisi <i>Suction</i>	[m]
(+)	= Bila Permukaan <i>Suction</i> Lebih Rendah Dari Sumbu Pompa	
(-)	= Bila Permukaan <i>Suction</i> Lebih Tinggi Dari Sumbu Pompa	
H	= Head Total Instalasi	[m]
P_d	= Tekanan Pada <i>Reservoir</i> Tekan	[kg/m ²]
P_s	= Tekanan Pada <i>Reservoir</i> Hisap	[kg/m ²]
γ	= Berat Jenis Fluida	[kg/m ³]
h_z	= Tinggi Kenaikan Statis	[m]
Σh_s	= Kerugian Head Pipa Hisap	[m]
Σh_d	= Kerugian Head Pipa Tekan	[m]
V_d^2	= Kecepatan Aliran Pada Pipa Tekan	[m/s]

V_s^2 = Kecepatan Aliran Pada Pipa Hisap

[m/s]

