

**PERHITUNGAN KINERJA POMPA BRINE RECYCLE PUMP DI
DESALINATION UNIT 5-7 (SURALAYA) – PT INDONESIA POWER
DENGAN METODE ANALITIK DAN NUMERIK**



ARGHA KARTIKA TRI SAKTI

NIM : 41318120040

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN KINERJA POMPA BRINE RECYCLE PUMP DI DESALINATION UNIT 5-7 (SURALAYA) – PT INDONESIA POWER DENGAN METODE ANALITIK DAN NUMERIK



Disusun Oleh:

Nama : Argha Kartika Tri Sakti

NIM : 41318120040

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

MARET 2020

HALAMAN PENGESAHAN

PERHITUNGAN KINERJA POMPA BRINE RECYCLE PUMP DI
DESALINATION UNIT 5-7 (SURALAYA) – PT INDONESIA POWER
DENGAN METODE ANALITIK DAN NUMERIK



Disusun Oleh:

Nama : Argha Kartika Tri Sakti
NIM : 41318120040
Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal: 6 Agustus 2020
MERCU BUANA

Mengetahui

Dosen Pembimbing,

Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D

Koordinator Tugas Akhir



Anel Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Argha Kartika Tri Sakti

NIM : 41318120040

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : PERHITUNGAN KINERJA POMPA BRINE RECYCLE PUMP DI
DESALINATION UNIT 5-7 (SURALAYA) – PT INDONESIA POWER
DENGAN METODE ANALITIK DAN NUMERIK

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 hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

Jakarta, 18 April 2020



(Argha Kartika Tri Sakti)

PENGHARGAAN

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmatNya yang berlimpah hingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Perhitungan Kinerja Pompa *Brine Recycle Pump* di Desalination Unit 5-7 (Suralaya) – PT Indonesia Power dengan metode Analitik dan Numerik”. Penulisan Proposal Penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai kelulusan pada Mata Kuliah Tugas Akhir di Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan ini hingga tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini izinkan penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membantu penyelesaian laporan ini.
2. Bapak dan Ibu Dosen serta Rekan Karyawan Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah membantu dalam memperoleh data untuk menyelesaikan laporan ini.
3. Keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dan dukungan moral serta doa.
4. Teman-teman yang telah ikut membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis juga sadar akan kekurangan serta keterbatasan dalam penulisan laporan ini, maka diharapkan kritik dan saran dari pembaca agar di masa yang akan datang laporan ini dapat menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kemajuan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Mesin.

Jakarta, 18 April 2020

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Penulis,



Argha Kartika Tri Sakti

Abstrak

PT Indonesia Power merupakan anak perusahaan dari PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) yang merupakan BUMN Desalination Unit 5-7 (Suralaya) – PT Indonesia Power, terdapat banyak sekali jenis pompa yang digunakan, salah satunya adalah pompa yang digunakan adalah Brine recycle pump jenis Centrifugal Pump. Brine recycle pump ini digunakan untuk mensirkulasikan *Brine water* ke dalam evaporator.

Dalam tugas akhir ini penulis ingin mempelajari perencanaan ulang instalasi Brine recycle pump pada Desalination Unit 5-7 (Suralaya) – PT Indonesia Power. Hal ini terkait dengan bagaimana head efektif instalasi, kapasitas, daya serta pemilihan pompa yang digunakan.

Pada perhitungan ulang ini, didapatkan kapasitas untuk instalasi Brine recycle pump dengan kapasitas maksimal = $1100 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan head efektif instalasi (H_{eff}) sebesar = 7,862 m, NPSHa sebesar = 1,785 m serta didapatkan daya motor sebesar = 24,19 kW. Sehingga dari hasil perhitungan - perhitungan tersebut dapat dipilih pompa sentrifugal single stage merk *Ebara Pump* dengan type MSF-3150 m³/D Desalination Plant

Kata kunci; Brine recycle pump , kapasitas, head, daya



Abstract

PT Indonesia Power is a subsidiary of PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) which is a BUMN Desalination Unit 5-7 (Suralaya) - PT Indonesia Power, there are many types of pumps used, one of which is the pump used is a Brine recycle pump type Centrifugal Pump. This Brine recycle pump is used to circulate Brine water into the evaporator.

In this thesis the author wants to study the re-planning of the Brine recycle pump installation in Desalination Unit 5-7 (Suralaya) - PT Indonesia Power. This is related to how effective the installation head is, the capacity, power and selection of the pump used.

In this re-calculation, the capacity for Brine recycle pump installation with maximum capacity = 1100 m³ / hour with effective head installation (H_{eff}) = 7,862 m, $NPSH_a$ = 1,785 m and the motor power = 24.19 kW. So from the results of these calculations, a single stage centrifugal pump Ebara Pump brand MSF-3150 m³ / D desalination plant can be chosen. .
Keywords; Brine recycle pump, capacity, head, power.

Keywords; Brine recycle pump, capacity, head, power



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGHARGAAN.....	iv
ABSTRAK INDONESIA.....	v
ABSTRAK INGGRIS.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Sistem Desalination Plant MSF Recirculating.....	4
2.1.1 <i>Brine Recycle Pump</i>	4
2.2 Tinjauan Umum Pompa.....	4
2.3 Klasifikasi Pompa.....	4
2.3.1 <i>Positive Displacement Pump</i>	5
2.3.2 <i>Pompa Non Positive Displacement</i>	6
2.4 Pompa Sentrifugal.....	6
2.4.1 Komponen Pompa Sentrifugal.....	7
2.4.2 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal.....	8
2.5 Jenis Aliran Fluida.....	9
2.5.1 Aliran Viscous.....	9
2.5.2 Aliran Laminar dan Turbulen.....	9
2.5.3 Aliran Internal.....	10
2.5.4 Aliran Compressible dan Inkompressibel.....	10
2.6 Persamaan Kontinuitas.....	11
2.7 Hukum Pertama Termodinamika.....	13
2.8 Tinggi – Tekan (<i>Head</i>).....	14
2.8.1 <i>Head</i> Potensial.....	14
2.8.2 <i>Head</i> Kecepatan/Kinetik.....	14
2.8.3 <i>Head</i> Tekanan.....	14
2.9 Persamaan Bernoulli.....	15
2.10 <i>Head</i> Efektif Instalasi Pompa.....	17
2.10.1 <i>Head</i> Statis.....	17
2.10.1.1 <i>Head</i> Tekanan (<i>Pressure Head</i>).....	18
2.10.1.2 <i>Head</i> Ketinggian (<i>Elevation Head</i>).....	18
2.10.2 <i>Head</i> Dinamis.....	19
2.10.2.1 <i>Velocity Head</i>	20
2.10.2.2 Total Kerugian Tinggi-Tekan (<i>Head Loss Total</i>).....	20
2.10.2.2.1 <i>Head Loss Mayor</i>	20
2.10.2.2.2 <i>Head Loss Minor</i>	22

2.11	<i>Net Positive Suction Head (NPSH)</i>	23
2.11.1	<i>Net Positive Suction Head Available (NPSH_A)</i>	23
2.11.2	<i>Net Positive Suction Head Required (NPSH_R)</i>	23
2.12	Kurva Karakteristik Pompa	24
2.12.1	Karakteristik Utama	24
2.12.2	Karakteristik Kerja	24
2.12.3	Karakteristik Universal	25
2.12.4	Titik Operasi Pompa	25
2.13	Pemilihan Pompa Berdasarkan Perhitungan Head dan Kapasitas	26
2.14	Daya Penggerak	26
2.14.1	Daya Pompa / Daya Fluida (WHP)	26
2.14.2	Penentuan Putaran Spesifik dan Bentuk Impeller	26
2.14.3	Daya Poros (P_{shaft})	27
2.14.4	Nominal Penggerak Mula	28
2.15	Sistem Perpipaan	28
2.15.1	Material Pipa	28
2.15.2	Kode dan Standar Pipa	29
2.16	<i>Software Pipe Flow Expert</i>	29
BAB III	METODOLOGI	31
3.1	Data-Data Hasil Survey	31
3.1.1	Data Pompa	31
3.1.2	Data Fluida	31
3.1.3	Data Pipa	31
3.1.4	Data Eksisting <i>Suction Pipelin</i>	32
3.1.5	Data Eksisting <i>Discharge Pipelin</i>	32
3.2	Persiapan Awal	32
3.3	Pengambilan Data	32
3.4	Menentukan Batas Kecepatan Fluida	32
3.5	Perhitungan	33
3.6	Pemilihan Pompa	33
3.7	Kesimpulan	33
3.8	Urutan Pengerjaan menggunakan Flow Chart	33
3.8.1	Diagram Alir Perhitungan Manual	33
3.8.2	Diagram Alir Pemograman Pipe Flow Expert	35
BAB IV	PERHITUNGAN	37
4.1	Umum	37
4.2	Perencanaan Sistem Distribusi <i>Brine Water</i>	37
4.2.1	Kebutuhan <i>Brine Water</i>	37
4.2.2	Perhitungan Sistem Distribusi <i>Brine Water</i> Sesuai Kondisi di Lapangan	37
4.2.2.1	Perhitungan Diameter Instalasi Perpipaan	37
4.2.2.1.1	Perhitungan Kecepatan Aliran pada Pipa <i>Suction</i>	37
4.2.2.1.2	Perhitungan Kecepatan Aliran pada Pipa <i>Discharge</i>	38
4.2.3	Perhitungan <i>Head</i> Effektif Instalasi	39
4.2.3.1	Perhitungn <i>Head</i> Statis	39
4.2.3.2	Perhitungan <i>Head</i> Dinamis	40
4.2.3.3	Perhitungan <i>Head Loss</i> Instalasi	40
4.2.3.3.1	Perhitungan <i>Head Loss</i> Mayor pada Pipa <i>Suction</i>	40
4.2.3.3.2	Perhitungan <i>Head Loss</i> Mayor pada Pipa <i>Discharge</i>	42

4.2.3.3.3 Perhitungan <i>Head Loss</i> Minor pada Pipa <i>Suction</i>	43
4.2.3.3.4 Perhitungan <i>Head Loss</i> Minor pada Pipa <i>Discharge</i>	44
4.3 Head Efektif Instalasi Pompa	45
4.4 Net Positive Suction Head Available (NPSH _A)	45
4.5 Perhitungan Daya Fluida / <i>Water Horse Power</i> (WHP)	46
4.6 Perhitungan Daya Poros (P _{shaft})	46
4.7 Perhitungan Daya Motor	47
4.8 Pemilihan Pompa Berdasarkan Perhitungan <i>Head</i> dan Kapasitas	48
4.9 Putaran Spesifik Pompa (n _s)	49
4.10 Kurva Karakteristik Pompa	50
4.11 Perhitungan Menggunakan Pemodelan Numerik	51
4.12 Perbandingan <i>Head</i> Efektif Teoritis (H _{eff}) dengan <i>Head</i> Efektif Numerik (H _{eff} PFE)	52
BAB V KESIMPULAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54

LAMPIRAN



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pompa Brine Pump	1
Gambar 2.1 Klasifikasi Pompa	4
Gambar 2.2 Klasifikasi Pompa <i>Positive Displacement</i>	5
Gambar 2.3 Klasifikasi Pompa <i>Non Positive Displacement</i>	6
Gambar 2.4 Bagian Pompa Sentrifugal	7
Gambar 2.5 Bagian Aliran Fluida di Dalam Pompa Sentrifugal	8
Gambar 2.6 Klasifikasi Jenis Fluida	9
Gambar 2.7 Profil Kecepatan Aliran Memasuki Pipa	10
Gambar 2.8 Persamaan Kontinuitas Dengan Volume Atur	12
Gambar 2.9 Metode Mengukur <i>Head</i>	14
Gambar 2.10 Kontrol volume dan koordiant untuk analisis aliran energi yang melewati <i>elbow</i> 90°	15
Gambar 2.11 <i>Head</i> Efektif Instalasi	17
Gambar 2.12 Instalasi <i>Suction Lift</i>	19
Gambar 2.13 Instalasi <i>Suction Head</i>	19
Gambar 2.14 <i>Moody Diagram</i>	22
Gambar 2.15 Karakteristik Utama	24
Gambar 2.16 Karakteristik Kerja	25
Gambar 2.17 Karakteristik Universal	25
Gambar 2.18 Titik Operasi Pompa	25
Gambar 2.19 Daerah Kerja Beberapa Jenis Konstruksi Pompa	26
Gambar 2.20 Putaran Spesifik dan Bentuk <i>Impeller</i>	27
Gambar 2.21 Efisiensi Standar Pompa	27
Gambar 2.22 <i>Pipe Flow Expert</i>	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Perhitungan Manual	35
Gambar 3.2 Diagram Alir Pemrograman <i>Pipe Flow Expert</i>	36
Gambar 4.1 Skema <i>Suction Head</i> Pompa	39
Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Pompa Terhadap Putaran Spesifik dan Kapasitas	47
Gambar 4.3 Grafik Pemilihan Pompa Grafik Pemilihan Pompa Berdasarkan Nilai Head dan Kapasitas	49
Gambar 4.4 Harga Putaran Spesifik	50
Gambar 4.5 Kurva karakteristik Kerja <i>Hemihydrate Recycle Pump</i>	50
Gambar 4.6 Instalasi Pompa Setelah di <i>Calculate</i>	51
Gambar 4.7 Hasil Setelah di <i>calculate</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Koefisien</i> (K) Berbagai Jenis <i>Fitting</i>	23
Tabel 2.2 Faktor Cadangan	28
Tabel 2.3 Efisiensi Transmisi	28
Tabel 3.1 <i>Fitting</i> dan nilai K pada pipa kondisi <i>eksisting</i>	32
Tabel 3.2 Tabel <i>Recommended Velocities of Fluids in Pipeline</i>	33
Tabel 4.1 Tabel <i>Recommended Velocities of Fluids in Pipeline</i>	37
Tabel 4.2 Tabel <i>Iterasi Coolbrook pada MS Excel Pipa Suction</i>	41
Tabel 4.3 Tabel <i>Iterasi Coolbrook pada MS Excel Pipa Discharge</i>	43
Tabel 4.4 Faktor Cadangan	48
Tabel 4.5 Efisiensi Transmisi	48

