

**PERHITUNGAN PEMAKAIAN DAYA MOTOR COOLING WATER
PUMP (CWP) SEBAGAI PENGERAK POMPA PADA COOLING
TOWER DI PLTGU KERAMASAN**



LAPORAN AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik

Oleh :

M. RIO RIVANDY

0616 3031 0881

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019**

**PERHITUNGAN PEMAKAIAN DAYA MOTOR COOLING WATER
PUMP (CWP) SEBAGAI PENGERAK POMPA PADA COOLING
TOWER DI PLTGU KERAMASAN**



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Oleh :

M. RIO RIVANDY

0616 3031 0881

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Mutiar, S.T., M.T.
NIP. 196410051990031004

Heri Liamsi, ST., M.T.
NIP. 196311091991021001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

Yudi Wijanarko, S.T.,M.T.
NIP. 196705111992031003

Mohammad Noer, S.S.T., M.T.
NIP. 196505121995021001

MOTTO

"Cukuplah Allah sebagai penolong kami, dan Allah adalah sebaik – baik pelindung "

"Karena Saya bermimpi dengan mata terbuka "

"Tiada daya dan kekuatan kecuali dengan pertolongan Allah SWT".

Kupersembahkan Kepada :

- Ayah dan Ibu tercinta, yang telah mendukung saya dengan pengorbanan dan kasih sayang yang luar biasa
- Kedua adik ku
- Kedua dosen pembimbing ku Pak Mutiar, ST., M.T. dan Pak Heri Liamsi, S.T., M.T.
- Teman – teman seperjuangan Teknik Listrik angkatan 2016 terkhusus Kelas 6 Listrik D
- Seluruh Dosen Teknik Listrik

ABSTRAK

PERHITUNGAN PEMAKAIAN DAYA MOTOR COOLING WATER PUMP (CWP) SEBAGAI PENGERAK POMPA PADA COOLING TOWER DI PLTGU KERAMASAN

(2019: xii + 52 halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

M. Rio Rivandy
061630310881
Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

PLTGU Keramasan adalah perusahaan pembangkit listrik tenaga gas dan uap yang terletak di kota Palembang. Salah satu bagian siklus pembangkitan listrik di PLTGU Keramasan adalah Cooling tower. Cooling tower berfungsi menyediakan dan memasok air pendingin yang diperlukan untuk mengkondesasikan uap bekas dan drain uap di dalam kondensor. Untuk mengalirkan air pendingin ini, dibutuhkan pompa air yang digerakkan oleh motor induksi 3 phasa. Pompa air ini terhubung dengan motor induksi 3 Phasa secara horizontal. Air pendingin ini dialirkan melalui pipa sebesar 38 inchi. Untuk mengetahui besar daya yang terpakai pada motor induksi 3 Phasa sebagai penggerak pompa air pendingin, dilakukan perhitungan pemakaian daya dengan cara mengukur secara langsung motor induksi tiga phasa dan menghitung besar daya mekanik yang dibutuhkan pada pompa. Besar daya input pada motor induksi sebesar 318,025 KW, sedangkan besar daya output/mekanik pada motor induksi yaitu sebesar 269,477 KW.

Kata kunci : Motor Induksi, Pompa Air, Daya Input, Daya Output/Mekanik

ABSTRACT

CALCULATION OF THE POWER USAGE OF MOTOR COOLING WATER PUMP (CWP) AS A COOLER WATER PUMP ON COOLING TOWER AT KERAMASAN GAS AND STEAM POWER PLANT

(2019: xii + 52 pages + Bibliography + Appendix)

M. Rio Rivandy

061630310881

Electro Engineering Department

Electrical Engineering Study Program

State Polytechnic Of Sriwijaya

Keramasan PLTGU is a gas and steam power plant company located in Palembang. One part of the cycle of electricity generation in the Keramasan PLTGU is the Cooling tower. The cooling tower serves to provide and supply cooling water that is needed to condition used steam and drain steam inside the condenser. To drain this cooling water, a water pump is needed which is driven by a 3 phase induction motor. This water pump is connected to a 3 Phase induction motor horizontally. This cooling water is flowed through a pipe of 38 inches. To find out the amount of power used in the 3 Phase induction motor as a driver of the cooling water pump, power consumption is calculated by measuring directly the three phase induction motor and calculating the amount of mechanical power needed at the pump. The amount of input power in the induction motor is 318,025 KW, while the amount of output/mechanic power in the induction motor is 269,477 KW.

Keywords: *Induction Motor, Water Pump, Input Power, Output Power/Mechanic Power*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas semua berkat dan rahmat yang telah diberikannya, tak lupa pula Sholawat beriring Salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, serta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa berjuang demi umatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul : **“ Perhitungan Pemakaian Daya Motor Cooling Water Pump (CWP) Sebagai Penggerak Pompa Air Pendingin Pada Cooling Tower Di PLTGU Keramasan ”.**

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan akademik guna menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang kepada :

- 1. Bapak Mutiar, S.T., M.T. sebagai Pembimbing I**
- 2. Heri Liamsi, S.T., M.T. sebagai Pembimbing II**

Atas bimbingan dan pengarahan serta bantuan yang telah diberikan dengan ikhlas selama pembuatan Laporan Akhir ini sehingga dapat terselesaikan Laporan Akhir ini dengan baik.

Laporan Akhir ini disusun tidak lepas dari segala bantuan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak yang sangat membantu penulis. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

4. Bapak Mohammad Noer, S.S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Administrasi Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Doso Kartopo selaku pembimbing di PT. PLN (PERSERO) Keramasan serta rekan – rekan karyawan Pusat Listrik Keramasanya yang telah membantu dalam proses penggerjaan tugas akhir.
7. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan baik materi maupun non materi yang tiada henti – hentinya.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Angkatan 2016 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
9. Serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan semuanya.

Semoga Allah SWT dapat melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada mereka semua dan membalas semua kebaikan dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis. Dan semoga Laporan Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat. Kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan masa datang sangat penulis harapkan.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | Hal |
|---------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| MOTTO | iii |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DARTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan dan Manfaat | 2 |
| 1.4.1 Tujuan | 2 |
| 1.4.2 Manfaat | 2 |
| 1.5 Metodelogi Penulisan | 3 |
| 1.5.1 Metode Literatur..... | 3 |
| 1.5.2 Metode Wawancara..... | 3 |
| 1.5.3 Metode Observasi..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|---|----|
| 2.1 Motor Induksi Tiga Fasa | 5 |
| 2.1.1 Kelebihan Motor Induksi | 5 |
| 2.1.2 Kekurangan Motor Induksi..... | 5 |
| 2.2 Klasifikasi Motor AC..... | 6 |
| 2.2.1 Hubungan Putaran Motor dengan Frekuensi | 6 |
| 2.2.2 Berdasarkan Cara Penerimaan tegangan dan Arus | 7 |
| 2.2.3 Berdasarkan Fasa yang digunakan | 7 |
| 2.3 Konstruksi motor induksi tiga fasa | 8 |
| 2.3.1 Stator | 9 |
| 2.3.2 Rotor | 10 |
| 2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa | 12 |
| 2.5 Torsi Motor Induksi | 15 |
| 2.6 Karakteristik Motor Induksi | 15 |
| 2.6.1 Karakteristik Beban Nol | 15 |
| 2.6.2 Karakteristik Rotor yang diblok | 15 |
| 2.6.3 Karakteristik Start | 16 |
| 2.6.4 Karakteristik Kopel dan Putaran | 16 |
| 2.7 Cara – Cara Menentukan Rugi – Rugi Pada Motor | 17 |

| | |
|---|----|
| 2.8 Rugi – Rugi pada Motor Induksi..... | 18 |
| 2.8.1 Rugi – Rugi Inti | 19 |
| 2.8.2 Rugi – rugi Mekanik | 20 |
| 2.8.3 Rugi – Rugi Belitan | 21 |
| 2.8.4 Rugi – Rugi <i>Stray Load</i> | 21 |
| 2.9 Pompa..... | 22 |
| 2.10 Klasifikasi Pompa | 23 |
| 2.10.1 Klasifikasi Pompa Berdasar Cara Memindahkan Fluidanya | 23 |
| 2.10.2 Klasifikasi Pompa Berdasar Kondisi Kerja Pompa..... | 25 |
| 2.10.3 Klasifikasi Pompa Berdasar Jenis Penggeraknya..... | 25 |
| 2.10.4 Klasifikasi Pompa Berdasar Sifat Zat Cair yang Dipindahkan | 25 |
| 2.11 Pompa Sentrifugal..... | 25 |
| 2.12 Unjuk Kerja Pompa (<i>Pump Performance</i>) | 28 |
| 2.13 Pengertian Daya Listrik | 31 |
| 2.14 Sifat – Sifat Beban Listrik | 32 |

BAB III METODELOGI

| | |
|--|----|
| 3.1 Metode Pengukuran | 34 |
| 3.2 Pengumpulan data | 34 |
| 3.2.1 Data Teknis Motor TECO Westinghouse <i>3 phase induction motor</i> .. | 35 |
| 3.2.2 Data Teknis Pompa air dan pipa..... | 36 |
| 3.2.3 Data pengukuran Motor TECO Westinghouse <i>3 phase induction motor</i> | 37 |
| 3.3 Prosedur perhitungan | 39 |
| 3.4 Diagram flowchart | 40 |

BAB IV PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Fungsi motor <i>cooling water pump</i> | 41 |
| 4.2 Perhitungan Daya Mekanik/ <i>output</i> Pompa | 41 |
| 4.3 Perhitungan Daya Motor Induksi Tiga Fasa | 42 |
| 4.3.1 Perhitungan Daya Masukan (<i>Input</i>) | 42 |
| 4.4 Tabel Hasil Perhitungan | 48 |
| 4.5 Grafik Daya Input,Daya <i>Output</i> /Daya Mekanik | 49 |
| 4.6 Pembahasan | 50 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 52 |
| 5.2 Saran..... | 52 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | Hal |
|--|------------|
| Gambar 2.1 Komponen stator motor induksi Tiga fasa | 9 |
| Gambar 2.2 Rotor Sangkar..... | 11 |
| Gambar 2.3 Rotor lilit | 12 |
| Gambar 2.4 Karakteristik Beban Nol..... | 15 |
| Gambar 2.5 Karakteristik Rotor Yang Diblok | 15 |
| Gambar 2.6 Karakteristik Start | 16 |
| Gambar 2.7 Karakteristik Kopel dan Putaran | 17 |
| Gambar 2.8 Pompa Plunyer dan Pompa Sentrifugal..... | 24 |
| Gambar 2.9 Bagan Aliran Fluida di dalam Pompa Sentrifugal | 26 |
| Gambar 2.10 Instalasi Sistem Pompa dan Perpipaan..... | 28 |
| Gambar 2.11 Efisiensi Standar Pompa..... | 31 |
| Gambar 2.12 Sistem Segitiga Daya | 32 |
| Gambar 3.1 Motor TECO Westinghouse 3 <i>Phase Induction Motor</i> | 35 |
| Gambar 3.2 <i>Nameplate</i> Motor TECO Westinghouse 3 <i>Phase Induction Motor</i> | 36 |
| Gambar 3.3 Pompa Air TORISHIMA PUMP Dan Pipa | 36 |
| Gambar 3.4 Nameplate Pompa Air TORISHIMA PUMP | 37 |
| Gambar 3.5 <i>Flow chart</i> perhitungan | 40 |
| Gambar 4.1 Grafik Daya Input..... | 49 |
| Gambar 4.2 Grafik Daya Output/mekanik | 50 |

DAFTAR TABEL

| | Hal |
|--|-----|
| Tabel 2.1 Jenis rugi motor induksi 3 Phasa (BEE India) | 19 |
| Tabel 2.2 Persentase rugi – rugi load | 22 |
| Tabel 3.1 Data <i>Nameplate</i> Motor TECO Westinghouse 3 <i>phase induction motor</i> | 35 |
| Tabel 3.2 Data Pompa Air Torishima pump dan pipa | 36 |
| Tabel 3.3 Data pengukuran pada tanggal 22 April 2019 | 37 |
| Tabel 3.4 Data pengukuran pada tanggal 23 April 2019 | 37 |
| Tabel 3.5 Data pengukuran pada tanggal 24 April 2019 | 38 |
| Tabel 3.6 Data pengukuran pada tanggal 25 April 2019 | 38 |
| Tabel 3.7 Data pengukuran pada tanggal 26 April 2019 | 39 |
| Tabel 4.1 Hasil perhitungan daya mekanik pompa/Output | 48 |
| Tabel 4.2 Hasil perhitungan daya Input | 48 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Permohonan izin Pengajuan Pengambilan Data
Lampiran 2 Surat Pengambilan Data
Lampiran 3 Surat Balasan Pengambilan Data
Lampiran 4 Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing 1
Lampiran 5 Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing 2
Lampiran 6 Lembar 1 Konsultasi Bimbingan Pembimbing 1
Lampiran 7 Lembar 2 Konsultasi Bimbingan Pembimbing 1
Lampiran 8 Lembar 3 Konsultasi Bimbingan Pembimbing 1
Lampiran 9 Lembar 1 Konsultasi Bimbingan Pembimbing 2
Lampiran 10 Lembar 2 Konsultasi Bimbingan Pembimbing 2
Lampiran 11 Lembar 3 Konsultasi Bimbingan Pembimbing 2
Lampiran 14 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
Lampiran 15 Lembar *Nameplate* motor TECO Westinghouse 3 *phase induction motor*
Lampiran 16 Lembar data teknis Motor TECO Westinghouse 3 *phase induction motor*
Lampiran 17 Lembar *Nameplate* Pompa Torishima Pump
Lampiran 18 Lembar Data teknis Pompa Torishima Pump dan Pipa
Lampiran 19 Lembar Pengukuran Data Motor tanggal 22 April 2019
Lampiran 20 Lembar Pengukuran Data Motor tanggal 23 April 2019
Lampiran 21 Lembar Pengukuran Data Motor tanggal 24 April 2019
Lampiran 22 Lembar Pengukuran Data Motor tanggal 25 Mei 2019
Lampiran 23 Lembar Pengukuran Data Motor tanggal 26 Mei 2019
Lampiran 24 Lembar Revisi Ujian Laporan Akhir 1
Lampiran 25 Lembar Revisi Ujian Laporan Akhir 2
Lampiran 26 Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir