UNIVERSITAS NASIONAL

ANALISA KINERJA COOLING TOWER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI PLTP GUNUNG SALAK UNIT 2

SKRIPSI

DANI ARTADI
237005456011

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
JAKARTA
FEBRUARI 2025

NATIONAL UNIVERSITY

COOLING TOWER PERFORMANCE ANALYSIS GEOTHERMAL POWER PLANT PLTP GUNUNG SALAK UNIT 2

THESIS

DANI ARTADI

237005456011

FACULTY OF ENGINEERING AND SCIENCE

PHYSICS ENGINEERING STUDY PROGRAM

JAKARTA

FEBRUARY 2025

UNIVERSITAS NASIONAL

ANALISA KINERJA COOLING TOWER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI PLTP GUNUNG SALAK UNIT 2

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Strata Satu

DANI ARTADI

237005456011

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA

JAKARTA

FEBRUARI 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama	: Dani Artadi
NPM	: 237005456011
Program Studi	: Teknik Fisika
Judul Skripsi	: Analisa Kinerja Cooling Tower PLTP Gunung Salak Unit 2

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

Dewan Penguji

Pembimbing I	: Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si., M.Sc.	( )
Pembimbing II	: Fitri Rahmah, S.T., M.T.	( )
Penguji I	: Fitria Hidayanti, S.Si., M.Si.	( )
Penguji II	: Ir. Ajat Sudrajat, M.T. Ph.D.	( )
Penguji III	: Dr. Viktor Vekky Ronald Repi, S.T., M.T.	( )

Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Fisika

Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si., M.Sc.
NID. 0108019011

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 15 Februari 2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua gambar baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Dani Artadi

NPM : 237005456011

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 Februari 2025

UNIVERSITAS NASIONAL

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DAN ARTIKEL / KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya bertanda tangan di bawah ini

Nama	: Dani Artadi
NPM	: 237005456011
Program Studi	: Teknik Fisika
Fakultas	: Teknik dan Sains

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

"Analisa Kinerja Cooling Tower Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Gunung Salak Unit 2"

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalismedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya dalam bentuk artikel/karya ilmiah 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 : 15 Februari 2025

Yang Menyatakan

METERAI TEMPEL 10000 EPULUH RIBU RUPIAH BC0DAKX596390741

(Dani Artadi)

KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya untuk kesempatan bagi penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir yang berjudul "Analisa Kinerja Cooling Tower Pembangkit Listrik Tenaga panas Bumi PLTP Gunung Salak Unit 2" tepat pada waktunya. Shalawat dan salam senantiasa tetap tercurah kepada baginda kita Muhammad SAW. Adapun penelitian ini dilakukan di PLTP Gunung Salak, sebagai syarat menyelesaikan ujian akhir program Pendidikan Sarjana Teknik Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.

Pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan ribuan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. El Amry Bermawi Putera selaku Rektor Universitas Nasional.
2. Bapak Ir. Ruliyanto, S.T., M.T. Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains.
3. Ibu Erna Kusumawati, S.Pd.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Fisika.
4. Ibu Erna Kusumawati, S.Pd.Si., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan pemahaman mengenai Tugas Akhir ini.
5. Ibu Fitri Rahmah, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan pemahaman mengenai Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar Program Studi Teknik Fisika Universitas Nasional yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama sekolah serta seluruh staff yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.
7. Ayah dan Ibu serta keluarga penulis yang telah memberikan semangat dan dukungan baik secara fisik, doa, maupun materi.
8. Rekan-rekan seperjuangan dalam Menyusun Tugas Akhir ini.

Demikianlah kata pengantar Penulis, semoga hasil laporan penulisan ini dapat bermanfaat. Akhirnya penulis menyampaikan permohonan maaf jika dalam penulisan

Tugas Akhir ini terdapat kekurangan, kiranya dapat diberikan masukan guna penyempurnaan bagi penulisan Tugas Akhir ini.

Jakarta, Februari 2025

Penulis

ABSTRAK

Nama : Dani Artadi
Program Studi : Teknik Fisika
Judul : Analisa Kinerja Cooling Tower Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Gunung Salak Unit 2

PLTP merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Didalam PLTP Gunung Salak terdapat *cooling tower* yang berfungsi sebagai tempat pendinginan air kondensasi uap hasil memutar turbin. Proses pertukaran panas dilakukan melalui kontak langsung dengan media pendingin udara, kemudian udara panas pertukaran kalor dibuang ke udara atmosfer dengan bantuan *fan.* Besar proses pendinginan *cooling tower* menyimpulkan performa kinerja *cooling tower*. Kenaikan temperatur keluar *cooling tower* mengindikasikan adanya penurunan performa cooling tower. Penelitian dilakukan untuk mengetahui berapa besar performa cooling tower aktual. Parameter pengukuran dalam penelitian ini meliputi temperatur masuk *cooling tower*, temperatur keluar *cooling tower*, temperatur *wet bulb*, kecepatan udara, *circulating flow*, dan arus *fan motor*. Metode perhitungan menggunakan standart ASME PTC 23-2003 dan CTI ATC-105 hasilnya menunjukan efektivitas dan *head load total cooling tower*. Hasil penelitian ini menunjukkan performa kinerja *cooling tower* kondisi aktual turun dari nilai desain 71,98% menjadi 65,54%. Penurunan performa *cooling tower* dikarenakan adanya endapan lumpur pada nozel-nozel cooling tower. Performa cooling tower meningkat menjadi 71,1% dan nilai *Head Load Total* naik dari 304.444,37 kJ/s menjadi 308.214,94 kJ/s setelah dilakukan pemeliharaan *cooling tower* dengan membersihkan lumpur pada nozel-nozel *cooling tower*.

Kata Kunci : *Cooling Tower*, Analisis, Performa, Temperatur, Panas Bumi

ABSTRACT

Name : Dani Artadi
Study Program : Physics Engineering
Title : Cooling Tower Performance Analysis Geothermal Power Plant System PLTP Gunung Salak Unit 2

PLTP is a geothermal power plant. Inside the PLTP Gunung Salak there is a cooling tower that functions as a place to cool the steam condensation water from rotating the turbine. The heat exchange process is carried out through direct contact with the air cooling media, then the heat exchange hot air is discharged into the atmospheric air with the help of a fan. The magnitude of the cooling tower cooling process concludes the performance of the cooling tower performance. The increase in cold water temperature indicates a decrease in cooling tower performance. Research was conducted to find out how much actual cooling tower performance. Measurement parameters in this study include hot water temperature, cold water temperature, wet bulb temperature, air speed, circulating flow, and fan motor current. The calculation method uses ASME PTC 23-2003 and CTI ATC-105 standards, the results show the effectiveness and total head load of the cooling tower. The results of this study indicate that the actual cooling tower performance performance dropped from the design value of 71.98% to 65.54%. The decrease in cooling tower performance is due to the presence of silt in the cooling tower nozzles. The cooling tower performance increased to 71.1% and the Total Head Load value increased from 304,444.37 kJ/s to 308,214.94 kJ/s after cooling tower maintenance was carried out by cleaning the mud on the cooling tower nozzles.

Keywords: Cooling Tower, Analysis, Performance, Temperature, Geothermal

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIAMAKASIH iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH vi
ABSTRAK vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR PERSAMAAN xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv

1. **PENDAHULUAN**
   1.1 Latar Belakang 1
   1.2 Perumusan Masalah 3
   1.3 Tujuan Penelitian 3
   1.4 Sistematika penulisan 3

2. **KAJIAN PUSTAKA**
   2.1. Energi Panas Bumi 5
   2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi 5
   2.3. *Cooling Tower* 6
   2.4. Klasifikasi *Cooling Tower* 7
      2.4.1. Menara Pendingin Basah 7
      2.4.2. Menara Pendingin Kering 12
      2.4.3. Menara Pendingin Basah-Kering 12
   2.5. Kontruksi *Cooling Tower* 13
      2.5.1. Fan *Cooling Tower* 14
      2.5.2. Fill Grid 14
      2.5.3. Kolam Air Pendingin 16
      2.5.4. Drift Eliminator 17
      2.5.5. Saluran Udara Masuk 17
      2.5.6. Louvers 17
      2.5.7. Nosel 17
   2.6. Main Cooling Water Pump 18
   2.7. Primary Cooling Pump 18
   2.8. Kinerja Menara Pendingin 18
      2.8.1. *Range* 19
      2.8.2. *Approach* 20
      2.8.3. *Efektivitas Cooling Tower* 20
      2.8.4. *Head Load Total* 21
      2.8.5. Rasio Air dengan Udara 22
      2.8.6. *Evaporation Loss* 22
      2.8.7. *Drift Loss* 23
      2.8.8. *Fan Power* 23

3. **METODOLOGI PENELITIAN**
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian 25
3.2. Bahan dan Alat/Instrument Penelitian 25
3.3. Design Penelitian 25
3.4. Analisis Data 29
3.4.1. Pengolahan Data 30

4. **HASIL DAN PEMBAHASAN**
4.1. Analisa Perhitungan 33
4.2. Data Desain 34
4.2.1. *Range, Approach* dan *Efektivitas Cooling Tower* 34
4.2.2. *Heat Load Total* 35
4.2.3. Rasio Air dengan Udara 35
4.2.4. *Evaporation Loss* 36
4.2.5. *Drift Loss* 36
4.2.6. *Fan Power* 36
4.3. Data Aktual 37
4.3.1. *Range, Approach* dan *Efektivitas Cooling Tower* 37
4.3.1.1. Pengukuran pada jam 10:00WIB 37
4.3.1.2. Pengukuran pada jam 13:00WIB 38
4.3.1.3. Pengukuran pada jam 17:00WIB 40
4.3.1.4. Pengukuran pada jam 21:00WIB 41
4.3.1.5. Pengukuran pada jam 00:00WIB 42
4.3.1.6. Pengukuran pada jam 06:00WIB 43
4.4. Data Setelah Pemeliharaan 48

5. **KESIMPULAN DAN SARAN**
5.1. Kesimpulan 58
5.2. Saran 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLTP Gunung Salak 5
Gambar 2.2 *Cooling System* Unit 2 PLTP Gunung Salak 6
Gambar 2.3 *Natural Draft Crossflow* 8
Gambar 2.4 *Natural Draft Counterflow* 8
Gambar 2.5 *Induced draft counter flow cooling tower*..... 10
Gambar 2.6 *Induced draft cross flow cooling tower* 10
Gambar 2.7 *Combined draft Cooling Tower* 11
Gambar 2.8 *Wet-dry Cooling Tower*..... 13
Gambar 2.9 *Splash fill* 15
Gambar 2.10 *Film fill*..... 16
Gambar 2.11 *Low-clog film fill*..... 16
Gambar 2.12 *Range* dan *Approach cooling tower*..... 19
Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian 26
Gambar 3.2 Design Pengambilan data temperatur 29
Gambar 3.4 Flowchart Pengolahan Data 30
Gambar 4.1 Grafik *Efektivitas Cooling Tower* 44
Gambar 4.2 Grafik *cold water temperature* dengan efektivitas *cooling tower* 45
Gambar 4.3 Grafik perbandingan nilai efektivitas *cooling tower* desain, dan saat pengukuran..... 46
Gambar 4.4 Grafik perbandingan efektivitas *cooling tower* desaiin, sebelum pemeliharaan, dan setelah pemeliharaan 51
Gambar 4.5 Grafik *Head Load Total*..... 54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan dan Instrument Penelitian 25
Tabel 3.2 Data Spesifikasi Teknis Motor *Fan ooling Tower* Unit 2 28
Tabel 3.3 Data Spesifikasi Teknis *Gear Box Fan ooling Tower* Unit 2 28
Tabel 4.1 Tabel Desain Kinerja *Cooling Tower* 34
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Parameter Akhir Kondisi Desain 37
Tabel 4.3 Tabel Pengukuran jam 10:00WIB 37
Tabel 4.4 Tabel Pengukuran jam 13:00WIB 38
Tabel 4.5 Tabel Pengukuran jam 17:00WIB 40
Tabel 4.6 Tabel Pengukuran jam 21:00WIB 41
Tabel 4.7 Tabel Pengukuran jam 00:00WIB 42
Tabel 4.8 Tabel Pengukuran jam 06:00WIB 43
Tabel 4.9 Tabel Hasil Perhitungan Parameter Akhir Kondisi Aktual 47
Tabel 4.10 *Scope* pemeliharaan *fan cooling tower* 48
Tabel 4.11 Tabel pengukuran setelah pemeliharaan 49
Tabel 4.12 Tabel Hasil Perhitungan Parameter Akahir Kondisi Setelah Pemeliharaan 52
Tabel 4.13 Kesimpulan perhitungan performa *Cooling Tower* 53

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 *Range* 19
Persamaan 2.2 *Approach* 20
Persamaan 2.3 *Efektivitas Cooling Tower* 20
Persamaan 2.4 *Head Load Total* 21
Persamaan 2.5 Laju massa air 21
Persamaan 2.6 Rasio air dengan udara 22
Persamaan 2.7 *Evaporation Loss* 22
Persamaan 2.8 *Drfit Loss* 23
Persamaan 2.9 *Fan Power* 23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Dokumentasi Pengambilan Data 61
Lampiran 2 Perhitungan Data Aktual 63
Lampiran 3 Perhitungan Data Setelah Pemeliharaan 74