



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENYESUAIAN KEMIRINGAN SUDUT
BLADE FAN TERHADAP KINERJA DAN GETARAN
COOLING TOWER CELL-B PLTP UNIT 4 PT XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Sulthon Raffi Asshidiq
NIM. 2202311015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JUNI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENYESUAIAN KEMIRINGAN SUDUT BLADE
FAN TERHADAP KINERJA DAN GETARAN COOLING
TOWER CELL-B PLTP UNIT 4 PT XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Sulthon Raffi Asshidiq

NIM.2202311015

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JUNI, 2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENYESUAIAN KEMIRINGAN SUDUT BLADE
FAN TERHADAP KINERJA DAN GETARAN COOLING
TOWER CELL-B PLTP UNIT 4 PT XYZ**

Oleh:
Sulthon Raffi Asshidiq
NIM. 2202311015
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing
Tugas Akhir

Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198406122012121001

Kepala Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENYESUAIAN KEMIRINGAN SUDUT BLADE FAN
TERHADAP KINERJA DAN GETARAN COOLING TOWER CELL-B
PLTP UNIT 4 PT XYZ**

Oleh:
Sulthon Raffi Asshidiq
NIM. 2202311015
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Diploma III Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 23 Juni 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D.	Ketua		9 Juli 2025
2.	Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T.	Anggota		7 Juli 2025
3.	Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T.	Anggota		07/25

Depok, 09 Juli 2025



Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Dr. Eng.Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.
NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sulthon Raffi Asshidiq

NIM : 2202311015

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 07 Juli 2025

Sulthon Raffi Asshidiq

NIM. 2202311015



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENYESUAIAN KEMIRINGAN SUDUT BLADE FAN TERHADAP KINERJA DAN GETARAN COOLING TOWER CELL-B PLTP UNIT 4 PT XYZ

Sulthon Raffi Asshidiq¹⁾, Haolia Rahman¹⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: sulthon.raffi.asshidiq.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) memanfaatkan uap panas bumi untuk memutar turbin dan menghasilkan listrik. Cooling tower berperan penting dalam mendinginkan air hasil kondensasi. Permasalahan pada cooling tower cell-B PLTP Unit 4 PT XYZ adalah getaran berlebih pada gearbox. Penelitian ini menganalisis pengaruh penyesuaian kemiringan sudut blade fan terhadap kinerja dan getaran cooling tower. Penyesuaian dilakukan dengan mengubah sudut blade fan dari 21° menjadi 19° dengan toleransi nilai $\pm 0,5^\circ$. Data sebelum dan sesudah penyesuaian dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif untuk menginterpretasikan nilai kinerja dan getaran, serta fishbone diagram untuk mengidentifikasi permasalahan penyebab getaran berlebih. Hasil identifikasi fishbone diagram menunjukkan permasalahan getaran berlebih berasal dari faktor mesin, yaitu clearance antara blade fan dengan fan stack yang terlalu dekat, serta faktor pengukuran berupa ketidaksesuaian hasil pengukuran data lapangan dengan ruang kontrol. Hasil evaluasi menunjukkan penurunan nilai range dari 27,58°C menjadi 24,22°C, peningkatan approach dari 7,1°C menjadi 7,16°C, penurunan efektivitas dari 80% menjadi 77%, dan kapasitas pendinginan dari 797.642,60 kW menjadi 650.648,52 kW. Getaran pada gearbox menunjukkan penurunan nilai yang signifikan dari kategori nilai berbahaya (merah) ke nilai aman (hijau) berdasarkan standar ISO 10816-3.

Kata Kunci: PLTP, Cooling tower, getaran berlebih, sudut blade fan, fishbone diagram, kinerja



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENYESUAIAN KEMIRINGAN SUDUT BLADE FAN TERHADAP KINERJA DAN GETARAN COOLING TOWER CELL-B PLTP UNIT 4 PT XYZ

Sulthon Raffi Asshidiq¹⁾, Haolia Rahman¹⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: sulthon.raffi.asshidiq.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

Geothermal Power Plant (PLTP) utilizes geothermal steam to drive turbines and generate electricity. The cooling tower plays an important role in cooling the condensed water. The main problem in the cooling tower cell-B of PLTP Unit 4 PT XYZ is excessive vibration in the gearbox. This study analyzes the effect of adjusting the blade fan angle on the performance and vibration of the cooling tower. The adjustment was carried out by changing the blade fan angle from 21° to 19° with a tolerance of $\pm 0.5^\circ$. Data before and after the adjustment were analyzed using descriptive analysis methods to interpret performance and vibration values, as well as a fishbone diagram to identify the causes of excessive vibration. The fishbone diagram identification results show that the problem of excessive vibration originates from mechanical factors, namely the clearance between the blade fan and the fan stack being too close, as well as measurement factors in the form of discrepancies between field measurement data and control room data. The evaluation results show a decrease in the range value from 27.58°C to 24.22°C, an increase in the approach from 7.1°C to 7.16°C, a decrease in effectiveness from 80% to 77%, and a decrease in cooling capacity from 797.642,60 kW to 650.648,52 kW. Vibration in the gearbox shows a significant decrease from a dangerous value category (red) to a safe value (green) based on ISO 10816-3 standards.

Keywords: PLTP, cooling tower, excessive vibration, blade fan angle, fishbone diagram, performance.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunianya, penulis bisa menyelesaikan penulisan Tugas akhir yang berjudul “**Analisis Penyesuaian Kemiringan Sudut *Blade Fan* Terhadap Kinerja dan Getaran *Cooling Tower Cell-B* PLTP Unit 4 PT XYZ**” Tidak lupa juga shalawat serta salam penulis sampaikan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang sudah menjadi teladan umat manusia. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan positif berbagai pihak, baik berupa dukungan langsung ataupun tidak langsung. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga kepada :

1. Diri sendiri, karena sudah bekerja sangat keras dan bersabar atas proses yang telah ditempuh selama masa pendidikan jenjang program studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta.
2. Politeknik Negeri Jakarta, almameter kampus penulis yang sudah menyediakan serta memfasilitasi jenjang pendidikan Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Dr. Eng. Ir., Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D. Dosen pembimbing tugas akhir penulis yang sudah membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Budi Yuwono S.T. selaku Kepala Program Studi Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam menyelenggarakan pelaksanaan tugas akhir ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Ayah Agung Windhu Mulyawan, Umi Robiah, dan semua anggota keluarga kecil hingga besar. Penulis sangat berterima kasih karena sudah sangat berjasa dalam kehidupan penulis dari awal pertama penulis hadir di dunia.
7. Anisa Gusni Fitri, seorang wanita spesial bagi penulis yang InsyaAllah selalu ingin ikut andil dalam membantu menemukan potensi diri yang sebenarnya dari penulis hingga nanti lamanya.
8. PT XYZ, tempat penulis dalam menjalankan program magang selama 3 bulan dan telah memfasilitasi penulis dalam melakukan penelitian tugas akhir.
9. Bapak Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri Jr. Engineer I Rotating Equipment PT XYZ, yang sudah membantu penulis dalam mengumpulkan data tugas akhir yang dibutuhkan, dan membimbing penulis dalam melaksanakan praktik kerja lapangan.
10. Bapak Qiva Chandra Mahaputera Meizon Yusma Jr. Engineer II Cost & Sch. Control selaku pembimbing industri pada saat melaksanakan praktik kerja lapangan.
11. Bapak Seto Tjahyono, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. selaku beberapa dosen konsentrasi maintenance diploma III teknik mesin yang sudah banyak berjuang dalam keberlanjutan konsentrasi maintenance hingga kini.
12. Ibu Indriyani Rebet, M.Si. Dosen mata kuliah matematika teknik pada semester awal penulis berkuliah, yang memotivasi penulis menjadi lebih baik dalam menjalani pendidikan kuliah.
13. Bapak Losendra Primamas Yonando Jr. Analyst I Laboratory PT XYZ, yang sudah memberikan penulis masukan positif untuk menyiapkan diri ke jenjang tahap kehidupan berikutnya.
14. Bapak Fairuz Noor Manager Maintenance yang sudah menerima penulis dan teman-teman penulis dalam melaksanakan praktik kerja lapangan pada PT XYZ.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

15. Bapak I Made & Bapak Rahmat selaku manager area PT XYZ terdahulu dan kini tempat praktik kerja lepaangan penulis.
16. Bapak Utep, Bapak Yopi, Bapak Yana, dan rekan-rekan mentor lapangan penulis dalam melaksanakan praktik kerja lapangan di PT XYZ.
17. Ibu Ani dan Bapak Anna yang sudah menyediakan fasilitas kost penulis dalam melaksanakan praktik kerja lapangan di PT XYZ.
18. Agus Rizki Subakti, dan Chesta Adabi Putra Rachmat teman seperjuangan penulis dalam melaksanakan praktik kerja lapangan di PT XYZ.
19. Nursehan Hidayat, sahabat seperjuangan konsultasi penulis kepada pembimbing tugas akhir.
20. Teman-teman praktik kerja lapangan pada PT XYZ, yang tidak satu persatu penulis sebutkan namun tidak mengurangi rasa terima kasih penulis kepada mereka.
21. UKM Mars Project & KSM Molis PNJ, tempat penulis menimba ilmu yang menunjang skill masa depan di dalam organisasi yang tersedia di Politeknik Negeri Jakarta.
22. Teknik Mesin & Teknik Manufaktur angkatan 2022 (M22), terima kasih sudah ada untuk penulis dan banyak mengajari penulis tentang makna yang sebenarnya tentang arti solidaritas.
23. Manchester United, yang selalu mengajari penulis tentang arti dari tantangan kehidupan yang sebenarnya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam menulis laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini bisa bermanfaat untuk semuanya terutama pada bidang teknik mesin *maintanance*. Akhir kata, semoga kesehatan selalu menyertai Kita dimanapun Kita berada, aamiin,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Cooling Tower</i>	5
2.1.1 Komponen Utama Sistem <i>Cooling Tower</i>	6
2.1.2 Cara Kerja <i>Cooling Tower</i>	12
2.2 Pengaruh Kemiringan Sudut <i>Blade Fan</i>	13
2.3 <i>Fishbone Diagram</i>	13
2.4 Kinerja <i>Cooling Tower</i>	15
2.4.1 <i>Range</i>	16
2.4.2 <i>Approach</i>	16
2.4.3 Efektivitas	17



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.4 Kapasitas Pendinginan	17
2.5 Pengukuran Getaran <i>Gearbox Cooling Tower</i>	18
2.5.1 Standar ISO 10816-3	18
BAB III	20
METODE PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir Pengerjaan	20
3.2 Penjelasan Diagram Alir	21
3.3 Objek Penelitian	23
3.4 Metode Pemecahan Masalah	24
3.4.1 Pengumpulan Data	24
3.4.2 Analisis Data Deskriptif	27
BAB IV	28
PEMBAHASAN	28
4.1 <i>Fishbone Diagram</i>	28
4.1.1 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i>	36
4.2 Data Kinerja <i>Cooling Tower</i>	38
4.2.1 Perhitungan dan Perbandingan Nilai <i>Range</i>	41
4.2.2 Perhitungan dan Perbandingan Nilai <i>Approach</i>	44
4.2.3 Perhitungan dan Perbandingan Nilai Efektivitas	46
4.2.4 Perhitungan dan Perbandingan Nilai Kapasitas Pendinginan	48
4.3 Perbandingan Getaran <i>Gearbox Cooling Tower</i>	53
4.3.1 Perbandingan Diagram Getaran	54
BAB V	56
KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	23
Tabel 4. 1 Hasil Wawancara Faktor <i>Man</i>	28
Tabel 4. 2 Hasil Wawancara Faktor <i>Material</i>	30
Tabel 4. 3 Hasil Wawancara Faktor <i>Measurument</i>	31
Tabel 4. 4 Hasil Wawancara Faktor <i>Method</i>	32
Tabel 4. 5 Hasil Wawancara Faktor <i>Machine</i>	34
Tabel 4. 6 Hasil Wawancara Faktor <i>Environment</i>	35
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Kinerja Data Spesifikasi CT	39
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Sebelum Proses Penyesuaian Sudut 21°	39
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Sesudah Proses Penyesuaian Sudut 19°	40
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Rata-Rata Nilai <i>Range</i>	41
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Rata-Rata Nilai <i>Approach</i>	45
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Rata-Rata Nilai <i>Efektivitas</i>	47
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Nilai Kapasitas Sebelum Penyesuaian Sudut 21° ..	49
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Nilai Kapasitas Sesudah Penyesuaian Sudut 19° ..	50
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Rata-Rata Nilai Kapasitas	52
Tabel 4. 16 Hasil Pengukuran Getaran pada <i>Gearbox</i>	53
Tabel 4. 17 Hasil Pengelompokan Nilai Alarm ISO 10816-3	53

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Cooling Tower</i>	5
Gambar 2. 2 Rangkaian <i>Cooling Tower</i>	6
Gambar 2. 3 Rangka dan <i>Fan Stack</i>	6
Gambar 2. 4 Motor Listrik	7
Gambar 2. 5 <i>Drive Shaft</i>	7
Gambar 2. 6 <i>Gearbox</i>	8
Gambar 2. 7 <i>Blade Fan</i>	8
Gambar 2. 8 Nosel	9
Gambar 2. 9 <i>Fill Material</i>	10
Gambar 2. 10 <i>Drift Eliminator</i>	10
Gambar 2. 11 <i>Cold Water Basin</i>	11
Gambar 2. 12 <i>Scrin Basin</i>	11
Gambar 2. 13 Flow Proses <i>Cooling Tower Mechanical Draft Counterflow</i>	12
Gambar 2. 14 Contoh <i>Fishbone Diagram</i>	14
Gambar 2. 15 Kurva Penentuan Kinerja <i>Cooling Tower</i>	15
Gambar 2. 16 Tabel Standar Vibrasi ISO 10816-3	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan pada Draw.io	20
Gambar 3. 2 <i>Cooling Tower Cell-B PLTP Unit 4</i>	23
Gambar 3. 3 Penggunaan APD	25
Gambar 3. 4 Pengukuran Data dengan Alat VIB EXPERT II	26
Gambar 3. 5 Penginputan Data ke <i>Checksheets</i>	26
Gambar 4. 1 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i> Faktor <i>Man</i> pada Draw.io	29
Gambar 4. 2 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i> Faktor <i>Material</i> pada Draw.io	31
Gambar 4. 3 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i> Faktor <i>Measurement</i> pada Draw.io	32
Gambar 4. 4 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i> Faktor <i>Method</i> pada Draw.io	33
Gambar 4. 5 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i> Faktor <i>Machine</i> pada Draw.io	35
Gambar 4. 6 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i> Faktor <i>Environment</i> pada Draw.io	36
Gambar 4. 7 Hasil Rangkaian <i>Fishbone Diagram</i> dengan Semua Faktor pada Draw.io	37
Gambar 4. 8 Hasil Perbandingan Diagram Rata-Rata Nilai <i>Range</i> pada Excel 2021	43
Gambar 4. 9 Hasil Pembacaan Garis Diagram Kinerja pada Paint 2021	44
Gambar 4. 10 Hasil Diagram Perbandingan Rata-Rata Nilai <i>Approach</i> pada Excel 2021	46
Gambar 4. 11 Hasil Diagram Perbandingan Rata-Rata Nilai Efektivitas pada Excel 2021	48
Gambar 4. 12 Hasil Diagram Perbandingan Rata-Rata Nilai Kapasitas pada Excel 2021	52



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 13 Hasil Diagram Perbandingan Getaran Sebelum Proses Penyesuaian Sudut 21° pada Excel 202154

Gambar 4. 14 Hasil Diagram Perbandingan Getaran Sesudah Proses Penyesuaian Sudut 19° pada Excel 202155





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi lengkap <i>cooling tower</i> PLTP unit 4 dari manual book PT XYZ	62
Lampiran 2. Proses penyesuaian kemiringan sudut <i>blade fan cooling tower cell-B</i> PLTP unit 4 PT XYZ dari 21° menjadi 19°	64
Lampiran 3. Hasil penyesuaian kemiringan sudut <i>blade fan cooling tower</i> dengan nilai toleransi $\pm 0,5^\circ$	67
Lampiran 4. Perbedaan hasil pembacaan sensor getaran <i>gearbox</i> dari sensor <i>control room</i> dengan hasil pengukuran lapangan menggunakan alat VIB EXPERT II.	68
Lampiran 5. Jadwal <i>maintanance</i> bulanan PT XYZ dalam periode waktu satu tahun.	68
Lampiran 6. Temuan hasil inspeksi pada proses penyesuaian kemiringan sudut <i>blade fan cooling tower cell-B</i> menjadi 19°	69
Lampiran 7. Standar hasil pembacaan uji penetran pengelasan menurut ASME section V article 6.	71
Lampiran 8. Tabel <i>psychrometric properties of saturated air – water vapor mixtures</i>	72

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) adalah pembangkit tenaga listrik yang dihasilkan dari panas bumi. Pada dasarnya prinsip kerja PLTU dan PLTP hampir sama yaitu dengan memanfaatkan uap panas bumi untuk memutar turbin. Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) biasanya memanfaatkan uap yang bersumber dari reservoir panas bumi untuk memutar turbin agar dapat membuat generator bergerak dan menghasilkan energi listrik Kusuma (dalam Arrdy Kusumma Wijaya, 2022: 57).

Cooling Tower merupakan salah satu komponen yang sangat penting bagi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Fungsi *cooling tower* adalah untuk mendinginkan air hasil kondensasi sehingga dapat digunakan kembali untuk proses kondensasi, mendinginkan alat bantu *inter-after* kondensor dan diinjeksikan kembali ke dalam perut bumi. Selain itu *cooling tower* juga berfungsi untuk pembuangan akhir yang berupa uap ke atmosfer (Elyvia Anggraini, 2020: 79-80).

PT XYZ mengalami permasalahan utama yaitu terjadinya getaran berlebih pada *gearbox cooling tower cell-B* unit 4, hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan komponen dari *cooling tower* jika dibiarkan dalam waktu yang lama, maka dari itu PT XYZ melakukan tindakan penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* dari sudut sebesar 21° menjadi 19° dengan toleransi penyesuaian sebesar $\pm 0,5^{\circ}$. Keputusan mengurangi kemiringan sudut ini diharapkan dapat menurunkan aliran udara yang terjadi di dalam *cooling tower* sehingga permasalahan getaran (vibrasi) berlebih pada *gearbox cooling tower* dapat teratasi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi akar penyebab permasalahan getaran berlebih pada *gearbox cooling tower cell-B* serta melakukan evaluasi penelitian tugas akhir dalam bentuk analisis sebelum dan sesudah proses



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penyesuaian sudut *blade fan cooling tower* tersebut terhadap aspek kinerja dan getaran yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan diatas maka dapat dirumuskan masalahnya sebagai berikut:

1. Apa akar penyebab terjadinya getaran berlebih pada *gearbox cooling tower*?
2. Bagaimana pengaruh sebelum proses penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* 21° dan sesudah penyesuaian 19° terhadap kinerja dari *cooling tower*?
3. Bagaimana perbandingan tingkat getaran pada *gearbox cooling tower* sebelum penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* 21° dan sesudah penyesuaian 19° ?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian dibatasi pada pembahasan mengenai identifikasi akar penyebab terjadinya getaran berlebih pada *gearbox cooling tower*.
2. Penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh dan perbandingan perubahan sudut kemiringan *blade fan* dari 21° derajat menjadi 19° terhadap kinerja dan getaran dari *cooling tower*.
3. Data pengukuran dari variabel parameter kinerja dan getaran yang diambil merupakan data sekunder dari PT XYZ.
4. Data pada penelitian ini tidak terdapat variabel pengukuran laju aliran udara dari *blade fan cooling tower*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penulisan tugas akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Dapat mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan getaran berlebih yang terjadi pada *gearbox cooling tower*.
2. Mengetahui pengaruh perubahan sudut blade *fan* sebelum penyesuaian sudut *blade fan* 21 ° dan sesudah penyesuaian sudut *blade fan* 19° terhadap kinerja dari *cooling tower*.
3. Membuat perbandingan data getaran *gearbox* sebelum penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* 21° dan sesudah dilakukannya penyesuaian kemiringan sudut blade *fan cooling tower* sebesar 19°.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan getaran berlebih pada *gearbox cooling tower*, penelitian ini juga bermanfaat untuk mengetahui seberapa tepat langkah PT XYZ dalam mengatasi permasalahan yang terjadi dan mengetahui dampak yang terjadi pada kinerja dari *cooling tower cell-B PLTP* unit 4 PT XYZ dalam bentuk penulisan tugas akhir. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai salah satu acuan hasil evaluasi dari tindakan dalam melakukan penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* dari 21° menjadi 19°.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, secara garis besar disusun menjadi beberapa bab, yaitu:

1. BAB I Pendahuluan

Pada bab pertama berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab kedua berisi teori-teori yang berkaitan dengan pembahasan masalah pada penelitian ini.

3. BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ketiga berisi langkah-langkah penyusunan tugas akhir.

4. BAB IV Pembahasan

Pada bab keempat membahas penyelesaian masalah yang terjadi.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab kelima berisi kesimpulan dan saran dari pembahasan yang sudah dibahas pada bab IV sebelumnya.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengolahan hasil data perhitungan dari hasil data penelitian penulis mendapatkan beberapa kesimpulan yang bisa didapat di dalam proses penyesuaian kemiringan sudut *blade fan cooling tower cell-B unit 4* menjadi 19° dengan nilai kondisi sudut sebelum penyesuaian sebesar 21° dan nilai toleransi penyesuaian sudut sebesar $\pm 0,5$. Adapun beberapa kesimpulan dari hasil tersebut.

1. Hasil identifikasi akar penyebab permasalahan getaran (vibrasi) berlebih *gearbox cooling tower cell-B unit 4* adalah kombinasi faktor teknis dan operasional, penyebab utama pertama yang teridentifikasi adalah pengaruh dari faktor *machine* yaitu *clearance* antara *blade fan* dengan *fan stack* yang tidak sesuai dengan standar desain produsen akibatnya saat pengoperasian terjadi getaran berlebih. Penyebab utama kedua yang teridentifikasi adalah dari faktor *measurument*, getaran berlebih di *cooling tower* tidak terpantau secara akurat lengkap mengakibatkan pemantauan harus dilakukan manual dengan alat VIB EXPERT II secara berkala mengakibatkan proses pemantauan menjadi kurang efisien, dan dapat membahayakan kondisi *cooling tower*. Permasalahan pada sisi operasional dengan ketidak adanya *report* rutin yang dilakukan oleh bagian *control room* ke divisi terkait, tidak adanya SOP dalam membongkar *gearbox* bisa menambah permasalahan yang terjadi sebelumnya karena semua divisi memiliki peran yang saling berhubungan dalam menjaga kestabilan pengoperasian sistem *cooling tower* untuk mendukung keandalan bisnis pembangkit listrik tenaga panas bumi di PT XYZ.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Pengaruh proses penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* dari 21° menjadi 19° terhadap kinerja *cooling tower cell-B* tnit 4. Berdasarkan hasil analisis parameter kinerja dapat disimpulkan bahwa secara umum kinerja *cooling tower* belum mencapai kondisi yang ideal. Hasil dari nilai kinerja *cooling tower* justru semakin menurun pasca dilakukannya proses penyesuaian sudut *blade fan* menjadi 19°. Pada parameter *range*, nilai aktual sebelum penyesuaian sebesar 27,58 °C, turun menjadi 24,22 °C setelah penyesuaian, namun belum mencapai standar ideal nilai kinerja 25,5 °C. Nilai *approach* sebelum penyesuaian sebesar 7,1 °C dan meningkat menjadi 7,16 °C setelah penyesuaian, keduanya masih jauh dari spesifikasi nilai ideal 5,2 °C. Efektivitas *cooling tower* juga mengalami penurunan dari 80% menjadi 77% setelah proses penyesuaian sudut *blade fan*, semakin jauh dari standar ideal 83%. Untuk kapasitas pendinginan, sebelum penyesuaian tercatat sebesar 797.642,60 kW, kemudian menurun menjadi 650.648,52 kW setelah penyesuaian, nilai ini justru lebih mendekati nilai ideal kinerja data spesifikasi yaitu sebesar 579.488,26 kW.
3. Perbandingan hasil tingkat getaran (vibrasi) *gearbox cooling tower* dengan diadakannya proses penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* menjadi 19° menunjukkan hasil penyesuaian yang sangat positif dibandingkan sebelum proses penyesuaian dengan nilai sudut 21°. Pada bulan Februari 2025 dengan kondisi sudut *blade fan* sebesar 21° getaran pada *gearbox cooling tower* memiliki nilai pengukuran *out horizontal* sebesar 2,3 mm/s, masih berada dalam nilai alarm zona kuning standar ISO 10816-3 yang artinya aman untuk pengoperasian jangka panjang. Berbeda dengan nilai *in vertikal* yang sangat tinggi yaitu 7,7 mm/s yang telah melewati batas nilai alarm merah (*danger*) standar ISO 10816-3 dan bisa mengakibatkan kerusakan komponen *gearbox*. Setelah proses penyesuaian sudut *blade fan* sebesar 19° dilakukan, pada bulan April 2025 hasil pengukuran menunjukkan tren perbaikan yang sangat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

signifikan yang di mana nilai *in vertikal* turun drastis menjadi 1,78 mm/s, sementara *out horizontal* sedikit naik nilainya menjadi 2,9 mm/s namun masih dalam kategori nilai yang relatif aman tidak melewati batas toleransi yang ditentukan PT XYZ melalui standar ISO 10816-3 yaitu >4,5 mm/s.

5.2 Saran

1. Keputusan dilakukannya penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* dengan nilai semula sudut *blade fan* 21° menjadi 19° dan toleransi penyesuaian sudut sebesar $\pm 0,5^\circ$. dapat menjadi solusi sementara dalam menurunkan getaran (vibrasi) berlebih yang terjadi pada *gearbox cooling tower*, perlu diadakannya solusi utama yaitu PT XYZ perlu melakukan pergantian *blade fan* yang mengalami defleksi. agar *cooling tower* tidak beroperasi lama dengan kinerja yang tidak sesuai dengan desain ideal data spesifikasi dari produsen. Jika hal tersebut tidak diperhatikan dikhawatirkan dapat membahayakan komponen sistem kerja *cooling tower* lainnya Penambahan sistem SOP yang semulanya tidak ada, perlu ditambahkan, untuk mendukung kelancaran pengoperasian, sehingga tidak terjadi miskomunikasi antar lini divisi nantinya
2. Hasil analisis kinerja *cooling tower cell-B* PLTP unit 4 PT XYZ yang dilakukan dari parameter *range*, *approach*, efektivitas, dan kapasitas pendinginan, penulis menyarankan agar PT XYZ melakukan evaluasi lebih lanjut terhadap hasil kinerja setelah proses penyesuaian sudut *blade fan* menjadi 19° yang sudah dilakukan. Melalui penelitian ini bisa menjadi contoh kecil dalam pembuatan *report* yang dilakukan oleh divisi terkait untuk melihat hasil lebih lanjut dari evaluasi keputusan tersebut, karena kondisi aktualnya dari *cooling tower cell-B* saat ini atau setelah proses penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* menjadi 19° nilai kinerja yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

didapatkan dari paramater kinerja diatas rata-rata mengalami tren penurunan semakin menjauh dari nilai ideal kinerja data spesifikasi produsen *cooling tower*.

3. Dalam menjaga keberhasilan hasil keputusan penyesuaian kemiringan sudut *blade fan* menjadi 19° yang sudah dilakukan, PT XYZ perlu terus memonitori getaran (vibrasi) yang terjadi pada *gearbox cooling tower cell-B*. Salah satunya bisa dengan melakukan integrasi penambahan sistem sensor pengukuran getaran (vibrasi) titik pengukuran *in vertikal* yang lengkap sesuai dengan data hasil pengukuran lapangan hal ini bisa mengefisienkan waktu analisis kondisi pemantauan serta pengukuran berdasarkan standar nilai aman ISO 10816-3.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Melkias, A. A. (2020). *Analisa Performa Pada Cooling Tower Jenis Mechanical Draft Crossflow*. Jurnal Teknik Energi, 10(1), 24-28.
- Ahmad Muhsin, Z. P. (2018). *Analisis Efektivitas Mesin Cooling Tower Menggunakan Range And Approach*. Opsi 11, 119 - 124.
- Handoyo, Y. (2015). *Analisis Performa Cooling Tower Lct 400 Pada P.T. Xyz, Tambun Bekasi* . Jurnal Imiah Teknik Mesin, 38 - 52.
- Mohamad Azfijam Irawan, H. A. (2020). *Analisis Temperatur Lingkungan Terhadap Kinerja Cooling Tower Tipe Induced Draft Unit 2 Pt. X*. Sainstech Vol. 30 No. 1, 18-23.
- Apa Itu Menara Pendingin (Cooling Tower) - Komponen, Konstruksi & Aplikasi. Belajar Elektronika*. Abdul. (2021). Retrieved May 08, 2025 From *Abdulelektro.Blogspot.Com* Web site: <https://abdulelektro.blogspot.com/2021/02/apa-itu-menara-pendingin-cooling-tower.html>
- Komponen Cooling Tower*. Anton. (2020). Retrieved May 08, 2025 From *Blog.Anton.Web.Id* Web site: <https://www.bloganton.web.id/2020/11/komponen-cooling-tower.html>.
- Arrdy Kusumma Wijaya, D. N. (2022). *Analisa Efisiensi Kinerja Generator G-101 Pada Pembangkit*. Jurnal Transistor Elektro Dan Informatika (Transistor Ei), Vol. 4, 57-67.
- Elyvia Anggraini, S. A. (2020). *Optimasi Pada Cooling Tower Menggunakan Response Surface Methodology*. Prosiding Seminar Nasional Nciet Vol.1, B79 - B88.
- I Wayan Adi Widyarsa, A. B. (2022). *Pengaruh Variasi Maintenance Axial Fan Cooling Tower Di Pt. Geo Dipa Energi*. Jurnal Inovasi Mesin, 26-35.
- Irwan Saputra, A. M. (2021). *Analisis Temperatur Lingkungan Terhadap Kinerja Cooling Tower Di Pt. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. P-12 Tarjun Kalimantan - Selatan*. Rotary 3, 159 - 172.
- Mutiara Ghinaul Qalbi1, B. S. (2024). *Analisis Efektivitas Cooling Tower Sebelum Dan Sesudah Pergantian Filler Pack*. Jurnal Surya Teknika, 394-399 .
- Novrian Carnegie, D. S. (2020). *Analisa Level Getaran Cooling Water Pump 1 Jenis Sentrifugal*. Rekayasa Mekanik 4, 25-32.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pranto Busono, S. P. (2020). *Analisa Kebutuhan Make Up Water Cooling Tower Rsg-Gas Pada Daya 30 Setelah Revitalisasi*. Bulletin Of Nuclear Reactor Management, 38-44.

Putra, L. A. (2017). *Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal P-011c di PT. Sulfindo Adiusaha Dengan Menggunakan Transducer Getaran Accelerometer*. Universitas Mercu Buana Jakarta.

Rahman, A. M. (2022). *Analisis Kinerja Cooling Tower Menggunakan Metode Range Dan Approach Di Pltu Asam-Asam*. Jtam Rotary, 129 - 140.

Reyhan, M. (2024). *Analisis Kinerja Cooling Tower Jenis Mechanical Draft Counterflow Pltu Di Pt X*. Depok: Politeknik Negeri Jakarta. <https://Repository.Pnj.Ac.Id/Id/Eprint/20910>.

Acceptance Test Code for Water Cooling Towers. Institute, C. T. (2000). Retrived July 03, 2025 From Cti.org Web site: <https://www.cti.org>

Pengertian Cause And Effect Diagram (Fishbone Diagram) Cara Membuatnya. Budi. (2019). Retrieved May 08, 2025 From Ilmumanajemenindustri.Com Web site: <https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-cause-effect>.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi lengkap *cooling tower* PLTP unit 4 dari *manual book* PT XYZ

GENERAL:	
Selection	Class 800
Marley Model	84250LE5-E 0-4
Tower Type	Industrial Concrete Counterflow Mechanical Draft With Clog Resistant Film Fill - Marley DF381
DESIGN & OPERATING CONDITIONS:	
Circulating Water Flow	7985.4 m ³ /h
Hot (Inlet) Water Temp.	51.72 °C
Cold (Outlet) Water Temp.	28.22 °C
Wet Bulb Temp., Inlet	21 °C
Wet Bulb Temp., Ambient	—
Tower Pump Head	7.14 m
Total Fan Power, (Driver Output)	745.6 kW
Drift Loss, % of Circulating Flow	0.0014 %
Evaporation Loss (at Design)	296.1 m ³ /h
Design Wind Load	30.6 m/s
Design Seismic Load	Zone 2B of UBC-97, Soil Type SE
Tower Site (Ground Level, Roof, etc.)	Ground Level
Elevation Above Sea Level	1499 m
Tower Exposure	Four Sides Open and Unobstructed
STRUCTURAL DETAILS:	
Number of Cells	4
Fans per Cell	1
Total Number of Fans	4
Nominal Cell Dimension, LxW	15.24 m x 12.8 m
Overall Tower Dimension, LxW	63.7 m x 14.63 m
Height-Basin Curb to Fan Deck	10.42 m
Fan Stack Height	4.19 m
Overall Tower Height	14.61 m
Inside Basin Dimensions, LxW	63.7 m x 14.63 m
SPX Cooling Technologies	
Balcke Homan Dry Cooling Marley	
Page 1 of 3	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MARLEY CLASS 800 DATA SHEET

Mechanical Draft Water Cooling Tower

STRUCTURAL DETAILS: (cont'd)

84250LE5-8.0-4

Column Extensions:	1,219 m
Perimeter Below Basin Curb	1,219 m
Internal, Below Curb, (Max.)	Preliminary Drawing included
Anchorage	
Hot Water Inlet:	4
Number	60.96 cm
Nominal Diameter	125lb ANSI Bolt Pattern
Description	6.63 m
Height Inlet Above Basin Curb	Concrete Stairway with FRP Handrail and FRP Ladder
Access to Top of Tower	165,300 kg
Operating Weight	(concrete structure and the water weight in the cold water basin are excluded)

MATERIALS OF CONSTRUCTION:

Framework Members	Reinforced Concrete
Casing	Reinforced Concrete
Filling	Polyvinyl Chloride Film Fill Packs - Marley DF351
	Clog Resistant Type
Fill Supports	Reinforced Concrete Beams and FRP Tubes
Drift Eliminators	Polyvinyl Chloride Cellular Packs
Eliminator Spacers	Not Applicable
Fan Stacks	Fire Retardant Glass Reinforced Polyester
Louvers	Not Applicable
Partitions	Reinforced Concrete
Fan Deck and Handrail	Reinforced Concrete Fan Deck with SAF Rail
	Fiberglass Handrail (low board is in concrete and supplied by others)
Water Distribution - Type	Low Pressure Down Spray
Water Distribution - Materials	External Concrete Conduit / Polyvinyl Chloride
Splashers or Spray Nozzles	Polypropylene
Stairway and Handrail	Reinforced Concrete Stairway w/ SAF Rail FRP Handrail
Structural Connectors	N/A
Ring Joint Connectors	N/A
Bolts, Nuts, Washers	Series 316 Stainless Steel
Anchor Connectors	N/A
Nails	N/A
Mechanical Equipment Support	SS316 Base Plates Anchored to Reinforced Concrete Beams
Anchor Bolts - Material	N/A
Furnished by	Concrete
Cold Water Basin - Material	Purchaser
Furnished by	Basin Stop Logs and Screens - SS316
Basin Accessories, by Marley	

SPX Cooling Technologies

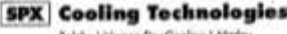
Bolcke | Hamon Dry Cooling | Marley

Page 2 of 3

JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MARLEY CLASS 800 DATA SHEET	
Mechanical Draft Water Cooling Tower	
MECHANICAL EQUIPMENT:	84250LE5-8.0-4
Fans	
Number	4
Type or Model	35HPT-9
Manufacturer	Marley Cooling Technologies
Diameter	8.534 m
Number of Blades	8
Fan Speed	138 rpm
Tip Speed	60.76 m/s
Power per Fan, (Driver Output)	180.4 kW
Blade Material	Fiberglass Reinforced Epoxy Laminate
Hub Material	55316 plates w/ epoxy coated cast iron blade clamps
Total Static Pressure	165.0 Pa
Velocity Pressure	37.9 Pa
Air Delivery per Fan	663.6 m³/s
Fan Static Efficiency	60.9 %
Fan Total Efficiency	74.9 %
Speed Reducer	
Number	4
Type	Splash Lubricated, Right Angle
Model	Series 4000, 10.85:1
Manufacturer	Marley Cooling Technologies
Reduction ratio	10.85:1
AGMA Mechanical Power Rating	202.8 kW
Service Factor at rated output of driver	2.2
Number of Reductions	2
Drive Shaft	
Number	4
Type	Full Floating, Non-Lubricated
Model	LR-Cast 62585 Shaft
Manufacturer	Ashlar
Rated Power	263.8 kW
Drive Shaft Material	Carbon Fiber
Coupling Material	55316
Driver	
Number	4
Kind	Electric, NEMA, Single Speed
Enclosure	Totally Enclosed, Fan Cooled
Manufacturer	TECO Windinghouse
Full Load Speed, RPM	1500 rpm (Nominal)
Elec. Char. -Phase/Cycles/Volts	3/60/380
Rated Capacity	180.4 kW
Vibration Switch	
Manufacturer	Metrix
Model	5550-121-21
	
Balke Harco Dry Cooling Marley	
Page 3 of 3	

Lampiran 2. Proses penyesuaian kemiringan sudut *blade fan cooling tower cell-B* PLTP unit 4 PT XYZ dari 21° menjadi 19°

No.	Kegiatan	Keterangan
1.	Persiapan <i>tools</i> 	Sebelum melakukan proses penyesuaian peralatan disiapkan untuk keperluan inspeksi hingga penyesuaian berlangsung

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.	Penggunaan APD Lengkap 	Penggunaan APD meliputi <i>Wearpack</i>, helm <i>safety</i>, <i>body harness</i>, dan sepatu <i>safety</i> di dampingi langsung oleh divisi HSSE PT XYZ
4.	Inspeksi Proses 	Proses inspeksi meliputi : pengecekan kondisi komponen di dalam <i>gearbox</i>, pengukuran <i>cleareance blade fan</i> dengan <i>fan stack</i>, pengukuran <i>missalaignment drive shaft</i> menuju <i>gearbox</i>, dan penyemprotan cairan penetran NDT untuk mengecek <i>crack</i> pengelasan di bagian penyangga <i>gearbox</i>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

		
5.	Penyesuaian kemiringan sudut <i>blade fan</i>	Hasil yang di sepakati oleh tim vendor dan PT XYZ adalah mengatur kemiringan sudut <i>blade fan</i> menjadi 19° dengan kemiringan sudut

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

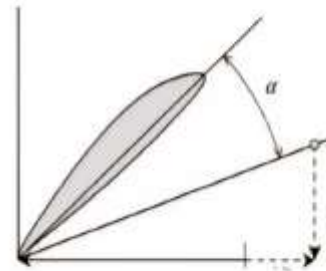


blade fan sebelumnya adalah 21° menggunakan toleransi nilai penyesuaian sebesar $\pm 0,5^\circ$

Lampiran 3. Hasil penyesuaian kemiringan sudut *blade fan cooling tower* dengan nilai toleransi $\pm 0,5^\circ$

Fan Blade Angle cell-B

Fan No.	Before (0°)	After (0°)
1	20.5	19.4
2	20.8	18.7
3	20.9	19.4
4	20.6	19.0
5	20.7	19.3
6	21.0	19.0
7	20.6	18.9
8	21.1	19.4
9	20.5	19.0



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. Perbedaan hasil pembacaan sensor getaran *gearbox* dari sensor *control room* dengan hasil pengukuran lapangan menggunakan alat VIB EXPERT II.

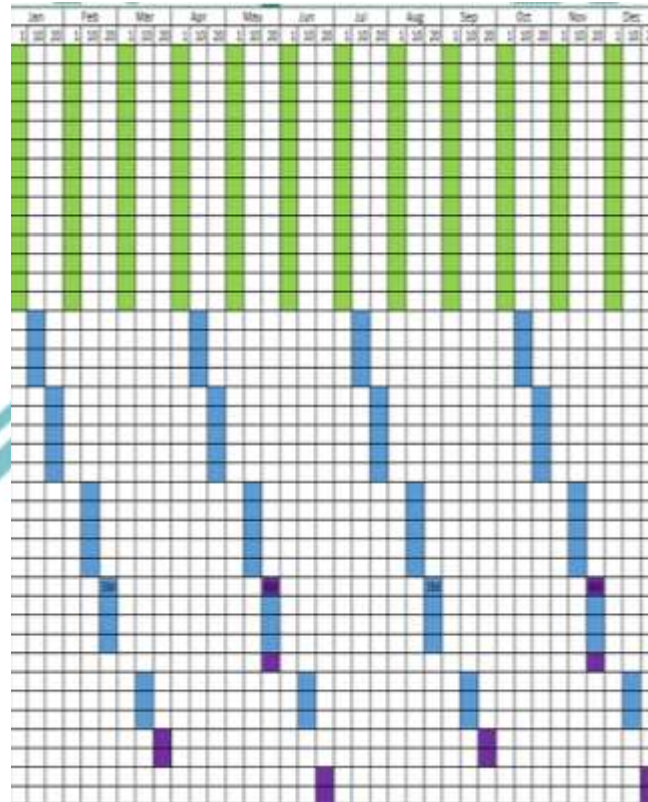
Kekurangan Pembacaan Hasil Pengukuran PT XYZ			
Hasil Pengukuran sensor <i>Control Room</i>		Hasil Pengukuran langsung alat VIB EXPERT II	
		Bearing Fan B.	
		Out Horizontal	mm/s 2
		In Vertikal	mm/s 7,5
		Gearbox	

Lampiran 5. Jadwal *maintenance* bulanan PT XYZ dalam periode waktu satu tahun.

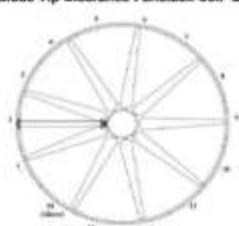
MaintPlan	Sort field	Maintenance Plan	Strategy	MaintItem	MaintItem test	Functional Loc	Equipment	Sched Item Date
E001	KM2	1000044183	PTBM	56948	ROUTINE CTF B UNIT 5	KM5-HLIR-UNITS-PAD	KM5PAC02ANW001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044184	PTBM	56944	ROUTINE CTF C UNIT 5	KM5-HLIR-UNITS-PAD	KM5PAC02ANW002/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044284	PTBM	57064	ROUTINE HOTWELL PUMP A UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC02AP001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044285	PTBM	57065	ROUTINE HOTWELL PUMP B UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC02AP002/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044286	PTBM	57066	ROUTINE HOTWELL PUMP A UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-PAC	KM5PAC02AP001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044289	PTBM	57069	ROUTINE HOTWELL PUMP B UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-PAC	KM5PAC02AP002/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044306	PTBM	57087	ROUTINE STEAM TURBINE UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-MA	KM5PAC02MA001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044308	PTBM	57088	ROUTINE CTF A UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044309	PTBM	57089	ROUTINE CTF B UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC002/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044310	PTBM	57090	ROUTINE CTF C UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044311	PTBM	57092	ROUTINE CTF D UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC004/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044313	PTBM	57094	ROUTINE STEAM TURBINE UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-MAC	KM5PAC02MA001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044315	PTBM	57096	ROUTINE CTF A UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-PAD	KM5PAC02ANW001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044319	PTBM	57100	ROUTINE CTF C UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044386	PTBM	57066	ROUTINE COPP UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044387	PTBM	57088	ROUTINE URVP UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-MAU	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044312	PTBM	57099	ROUTINE ACWP UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-RC	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044381	PTBM	58304	STEAM TURBINE UNIT 4 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-MA	KM5PAC02MA001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044381	PTBM	58305	URVP A/B UNIT 4 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-MAU	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044381	PTBM	58306	CTF A UNIT 4 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044381	PTBM	58307	CTF B UNIT 4 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044381	PTBM	58308	CTF D UNIT 4 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-PA	KM5PAC13AC004/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044380	PTBM	57070	ROUTINE AIR COMPRESSOR UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-CEA	KM5PAC02ANW001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044314	PTBM	57095	ROUTINE URVP UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-MAU	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044316	PTBM	57097	ROUTINE ACWP UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-PCE	KM5PAC02AP001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044317	PTBM	57098	ROUTINE HOP UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-NAV	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044318	PTBM	57099	ROUTINE COP UNIT 3	KM5-HLIR-UNITS-MAX	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044382	PTBM	58309	STEAM TURBINE UNIT 3 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-MAC	KM5PAC02MA001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044382	PTBM	58310	CTF A UNIT 3 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-PAD	KM5PAC02ANW001/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044382	PTBM	58311	CTF B UNIT 3 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-PAD	KM5PAC02ANW002/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044382	PTBM	58312	CTF C UNIT 3 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-PAD	KM5PAC02ANW003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044382	PTBM	58313	COP A/B UNIT 3 OIL SAMPLING	KM5-HLIR-UNITS-MAX	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044393	PTBM	57073	ROUTINE VERSA PUMP	KM5-HLIR-UNITS-PSUM-LIB	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044394	PTBM	57074	ROUTINE EBARA PUMP	KM5-HLIR-UNITS-LIB	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044395	PTBM	57075	ROUTINE RUMPHUMPEN PUMP	KM5-HLIR-UNITS-PSUM-LIB	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044396	PTBM	56900	ROUTINE CDU UNIT 5	KM5-HLIR-UNITS-SAA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044394	PTBM	56904	ROUTINE AHU UNIT 5	KM5-HLIR-UNITS-SAA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044581	PTBM	56901	ROUTINE HVAC COMPRESSOR UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-USA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021
E001	KM2	1000044581	PTBM	56901	ROUTINE EVAPORATING UNIT 4	KM5-HLIR-UNITS-USA	KM5PAC13AC003/00	01/01/2021

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 6. Temuan hasil inspeksi pada proses penyesuaian kemiringan sudut *blade fan cooling tower cell-B* menjadi 19°

No.	Keterangan																														
1.	Hasil pengukuran <i>cleareance blade fan</i> dengan <i>fan stack</i> Blade Tip Clearance Fanstack Cell -B  i. Blade Tip Clearance Specified value : 50,8 mm ± 25,4 mm <table><tr><th>No. Stack</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th></tr><tr><td>Blade No.</td><td>21.00</td><td>18.00</td><td>20.00</td><td>17.00</td><td>18.00</td><td>14.00</td><td>20.00</td><td>27.00</td><td>24.00</td><td>28.00</td><td>18.00</td><td>18.00</td><td>18.00</td><td>-</td></tr></table> Note : - Hasil Pengecekan diambil dari data blade terpanjang (Fan blade No.1)	No. Stack	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Blade No.	21.00	18.00	20.00	17.00	18.00	14.00	20.00	27.00	24.00	28.00	18.00	18.00	18.00	-
No. Stack	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																	
Blade No.	21.00	18.00	20.00	17.00	18.00	14.00	20.00	27.00	24.00	28.00	18.00	18.00	18.00	-																	
2.	Temuan keausan komponen <i>gear</i> di dalam <i>gearbox</i>																														

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	
4.	Hasil pengukuran <i>missalaignment drive shaft</i> menuju <i>gearbox</i> 
5.	Erosi yang terjadi pada <i>fan stack</i> 
6.	Peyangggga <i>gearbox</i> mengalami <i>crack</i> dengan nilai yang relatif masih aman 



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7. Standar hasil pembacaan uji penetran pengelasan menurut ASME section V article 6.

2011a SECTION V

ARTICLE 6

T-674 Drying After Excess Penetrant Removal

(a) For the water washable or post-emulsifying technique, the surfaces may be dried by blotting with clean materials or by using circulating air, provided the temperature of the surface is not raised above 125°F (52°C).

(b) For the solvent removable technique, the surfaces may be dried by normal evaporation, blotting, wiping, or forced air.

T-675 Developing

The developer shall be applied as soon as possible after penetrant removal; the time interval shall not exceed that established in the procedure. Insufficient coating thickness may not draw the penetrant out of discontinuities; conversely, excessive coating thickness may mask indications.

With color contrast penetrants, only a wet developer shall be used. With fluorescent penetrants, a wet or dry developer may be used.

T-675.1 Dry Developer Application. Dry developer shall be applied only to a dry surface by a soft brush, hand powder bulb, powder gun, or other means, provided the powder is dusted evenly over the entire surface being examined.

T-675.2 Wet Developer Application. Prior to applying suspension type wet developer to the surface, the developer must be thoroughly agitated to ensure adequate dispersion of suspended particles.

(a) **Aqueous Developer Application.** Aqueous developer may be applied to either a wet or dry surface. It shall be applied by dipping, brushing, spraying, or other means, provided a thin coating is obtained over the entire surface being examined. Drying time may be decreased by using warm air, provided the surface temperature of the part is not raised above 125°F (52°C). Blotting is not permitted.

(b) **Nonaqueous Developer Application.** Nonaqueous developers shall be applied by spraying, except where safety or restricted access preclude it. Under such conditions, developer may be applied by brushing. For water-washable or post-emulsifiable penetrants, the developer shall be applied to a dry surface. For solvent removable penetrants, the developer may be applied as soon as practical after excess penetrant removal. Drying shall be by normal evaporation.

(10) **T-675.3 Developing Time.** Developing time for final interpretation begins immediately after the application of a dry developer or as soon as a wet developer coating is dry.

T-676 Interpretation

(10) **T-676.1 Final Interpretation.** Final interpretation shall be made not less than 10 min nor more than 60 min after the requirements of T-675.3 are satisfied. If bleed-out does

not alter the examination results, longer periods are permitted. If the surface to be examined is large enough to preclude complete examination within the prescribed or established time, the examination shall be performed in increments.

T-676.2 Characterizing Indication(s). The type of discontinuities are difficult to evaluate if the penetrant diffuses excessively into the developer. If this condition occurs, close observation of the formation of indication(s) during application of the developer may assist in characterizing and determining the extent of the indication(s).

T-676.3 Color Contrast Penetrants. With a color contrast penetrant, the developer forms a reasonably uniform white coating. Surface discontinuities are indicated by bleed-out of the penetrant which is normally a deep red color that stains the developer. Indications with a light pink color may indicate excessive cleaning. Inadequate cleaning may leave an excessive background making interpretation difficult. A minimum light intensity of 100 fc (1000 lx) is required on the surface to be examined to ensure adequate sensitivity during the examination and evaluation of indications. The light source, technique used, and light level verification is required to be demonstrated one time, documented, and maintained on file.

T-676.4 Fluorescent Penetrants. With fluorescent penetrants, the process is essentially the same as in T-676.3, with the exception that the examination is performed using an ultraviolet light, called *black light*. The examination shall be performed as follows:

(a) It shall be performed in a darkened area.

(b) Examiners shall be in a darkened area for at least 5 min prior to performing examinations to enable their eyes to adapt to dark viewing. Glasses or lenses worn by examiners shall not be photosensitive.

(c) Black lights shall achieve a minimum of 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ on the surface of the part being examined throughout the examination.

(d) Reflectors and filters should be checked and, if necessary, cleaned prior to use. Cracked or broken filters shall be replaced immediately.

(e) The black light intensity shall be measured with a black light meter prior to use, whenever the light's power source is interrupted or changed, and at the completion of the examination or series of examinations.

T-677 Post-Examination Cleaning

When post-examination cleaning is required by the procedure, it should be conducted as soon as practical after Evaluation and Documentation using a process that does not adversely affect the part.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ARTICLE 6

2011a SECTION V

T-680 EVALUATION

(a) All indications shall be evaluated in terms of the acceptance standards of the referencing Code Section.

(b) Discontinuities at the surface will be indicated by bleed-out of penetrant; however, localized surface irregularities due to machining marks or other surface conditions may produce false indications.

(c) Broad areas of fluorescence or pigmentation which could mask indications of discontinuities are unacceptable, and such areas shall be cleaned and reexamined.

T-690 DOCUMENTATION

T-691 Recording of Indications

T-691.1 Nonrejectable Indications. Nonrejectable indications shall be recorded as specified by the referencing Code Section.

T-691.2 Rejectable Indications. Rejectable indications shall be recorded. As a minimum, the type of indications (linear or rounded), location and extent (length or diameter or aligned) shall be recorded.

T-692 Examination Records

For each examination, the following information shall be recorded:

- (a) procedure identification and revision;
- (b) liquid penetrant type (visible or fluorescent);
- (c) type (number or letter designation) of each penetrant, penetrant remover, emulsifier, and developer used;
- (d) examination personnel identity and if required by referencing Code Section, qualification level;
- (e) map or record of indications per T-691;
- (f) material and thickness;
- (g) lighting equipment; and
- (h) date of examination.

Lampiran 8. Tabel psychrometric properties of saturated air – water vapor mixtures

Properties of Saturated Air - Water Vapor Mixtures at 86.00 kPa

°C	Enthalpy	Density	Sp Vol	HR	°C	°C	Enthalpy	Density	Sp Vol	HR	°C
0	11.174	1.0939	0.91828	0.00447	0	36	155.30	0.94365	1.10889	0.04640	36
1	13.033	1.0896	0.92214	0.00481	1	37	163.63	0.93918	1.11716	0.04922	37
2	14.950	1.0854	0.92504	0.00517	2	38	172.38	0.93467	1.12574	0.05220	38
3	16.929	1.0813	0.92997	0.00555	3	39	181.58	0.93012	1.13464	0.05535	39
4	18.974	1.0771	0.93395	0.00596	4	40	191.27	0.92552	1.14388	0.05869	40
5	21.087	1.0730	0.93797	0.00640	5	41	201.48	0.92088	1.15347	0.06221	41
6	23.273	1.0688	0.94204	0.00686	6	42	212.19	0.91608	1.16348	0.06594	42
7	25.536	1.0647	0.94616	0.00736	7	43	223.49	0.91144	1.17384	0.06989	43
8	27.881	1.0606	0.95033	0.00789	8	44	235.41	0.90684	1.18467	0.07407	44
9	30.313	1.0564	0.95456	0.00845	9	45	247.97	0.90218	1.19596	0.07849	45
10	32.836	1.0523	0.95885	0.00904	10	46	261.22	0.89666	1.20774	0.08318	46
11	35.455	1.0482	0.96320	0.00968	11	47	275.21	0.89188	1.22005	0.08814	47
12	38.178	1.0442	0.96762	0.01035	12	48	289.98	0.88683	1.23292	0.09340	48
13	41.008	1.0401	0.97212	0.01106	13	49	305.59	0.88171	1.24640	0.09897	49
14	43.953	1.0360	0.97668	0.01182	14	50	322.08	0.87653	1.26032	0.10489	50
15	47.017	1.0319	0.98133	0.01263	15	51	339.56	0.87128	1.27534	0.11116	51
16	50.209	1.0278	0.98606	0.01348	16	52	358.05	0.86592	1.29099	0.11782	52
17	53.536	1.0237	0.99089	0.01439	17	53	377.65	0.86050	1.30725	0.12490	53
18	57.004	1.0196	0.99580	0.01535	18	54	398.43	0.85499	1.32447	0.13242	54
19	60.622	1.0155	1.0008	0.01637	19	55	420.49	0.84940	1.34261	0.14042	55
20	64.398	1.0114	1.0059	0.01745	20	56	443.92	0.84372	1.36178	0.14895	56
21	68.341	1.0073	1.0112	0.01860	21	57	468.83	0.83794	1.38198	0.15802	57
22	72.461	1.0032	1.0165	0.01981	22	58	495.35	0.83207	1.40337	0.16771	58
23	76.766	0.99909	1.0220	0.02109	23	59	523.62	0.82609	1.42604	0.17804	59
24	81.268	0.99495	1.0276	0.02245	24	60	553.77	0.82001	1.45008	0.18909	60
25	85.977	0.99079	1.0334	0.02389	25	61	585.87	0.81383	1.47553	0.20091	61
26	90.905	0.98662	1.0393	0.02541	26	62	620.42	0.80753	1.50281	0.21357	62
27	96.053	0.98244	1.0454	0.02702	27	63	657.32	0.80111	1.53179	0.22715	63
28	101.47	0.97823	1.0516	0.02873	28	64	696.90	0.79458	1.56274	0.24174	64
29	107.13	0.97400	1.0580	0.03053	29	65	739.44	0.78793	1.59588	0.25743	65
30	113.06	0.96975	1.0645	0.03244	30	66	785.23	0.78115	1.63137	0.27435	66
31	119.28	0.96548	1.0714	0.03445	31	67	834.63	0.77424	1.66952	0.29261	67
32	125.80	0.96117	1.0785	0.03658	32	68	888.02	0.76719	1.71082	0.31238	68
33	132.65	0.95684	1.0857	0.03884	33	69	945.85	0.76001	1.75488	0.33381	69
34	139.83	0.95248	1.0932	0.04122	34	70	1008.67	0.75268	1.80301	0.3571	70
35	147.38	0.94808	1.1009	0.04374	35						