



**EVALUASI DAN USULAN PERBAIKAN PENERAPAN
PEMELIHARAAN PREDIKTIF DENGAN
METODE TERMOGRAFI**



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCUBUANA
2017**



**EVALUASI DAN USULAN PERBAIKAN PENERAPAN
PEMELIHARAAN PREDIKTIF DENGAN
METODE TERMOGRAFI**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana pada Program Magister Teknik Industri**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
SINANURI SURAWIJAYA
55315110026

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCUBUANA
2017**

PENGESAHAN TESIS

Judul : Evaluasi dan Usulan Perbaikan Penerapan Pemeliharaan Prediktif dengan Metode Termografi

Nama : Sinanuri Surawijaya

NIM : 55315110026

Program : Pascasarjana – Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 03 Oktober 2017



UNIVERSITAS
(Dr. Ir. Tanto P. Utomo, M.Si)

MERCU BUANA

Direktur
Program Pasca Sarjana

A handwritten signature in blue ink.

(Prof. Dr. Didik J. Rachbini)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Industri

A handwritten signature in blue ink.

(Dr. Lien Herliani Kusumah, MT)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Evaluasi dan Usulan Perbaikan Penerapan Pemeliharaan Prediktif dengan Metode Termografi

Nama : Sinanuri Surawijaya

NIM : 55315110026

Program : Pascasarjana – Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 03 Oktober 2017

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 03 Oktober 2017



Sinanuri Surawijaya

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKi yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah membawa manusia ke arah cahaya yang menuju keselamatan.

Pada penyusunan Tesis ini, penulis mengambil judul “Evaluasi dan Usulan Perbaikan Penerapan Pemeliharaan Prediktif Dengan Metode Termografi”. Penyusunan Tesis ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Industri di Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

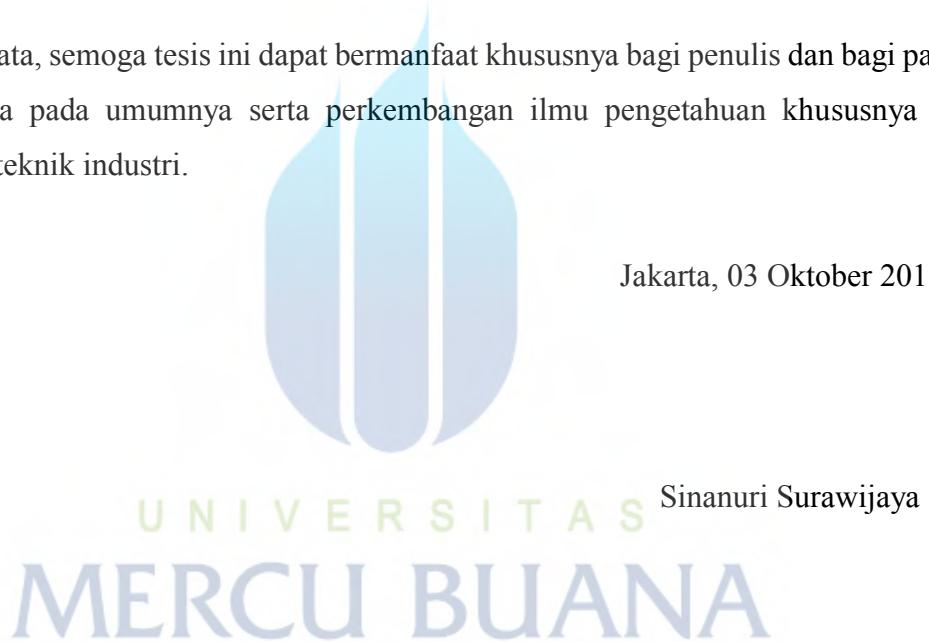
1. Bapak Dr. Ir. Tanto P. Utomo, M.Si, selaku dosen pembimbing dimana berkat arahan dan bimbingan serta diskusi berharga sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini.
2. Ibu Dr. Lien Herliani Kusumah, MT, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Ir. Hardianto Iridiastadi, MSIE, Ph.D, selaku Sekretaris Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Prof. Dr. Didik J. Rachbini, selaku Direktur Program Pascasarjana.
5. Seluruh dosen pengajar di Program Pascasarjana Magister Teknik Industri yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat di bidang Teknik Industri sehingga memberikan wawasan dan pola pikir yang luas dalam penyusunan tesis ini.
6. Manajemen UPJP Kamojang khususnya divisi *Condition Based Maintenance* yang telah membantu dalam pengumpulan data-data penelitian pada tesis ini.
7. Kedua orang tua dan keluarga yang telah banyak memberikan dukungan moril, dan do'a tulus ikhlas sehingga memberikan semangat bagi penulis untuk menyelesaikan penyusunan tesis ini.

8. Rekan-rekan seperjuangan MTI angkatan 17 Program Pascasarjana Magister Teknik Industri atas kerja sama dan bantuan selama menempuh pendidikan dari awal hingga selesaiya tesis ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini dan tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penulis menyadari dalam penulisan maupun penyusunan tesis ini masih terdapat keterbatasan dan, baik dalam hal pengumpulan data maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca sehingga dapat lebih baik untuk kedepannya.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca pada umumnya serta perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknik industri.

Jakarta, 03 Oktober 2017



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Permasalahan	7
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	8
1.4. Asumsi dan Pembatasn Masalah	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1. Kajian Teori	9
2.1.1. Pengertian Pemeliharaan	9
2.1.2. Tujuan Pemeliharaan	9
2.1.3. Jenis Pemeliharaan	10
2.1.4. <i>Predictive Maintenance</i>	11
2.1.5. Dasar Termografi Infra Merah	14
2.1.6. Jenis-Jenis Instrumentasi Infrared	16
2.1.7. <i>Thermography Infrared</i>	17
2.1.8. <i>Thermography Infrared Camera</i>	20
2.1.9. Metode Diagnostik <i>Thermography</i>	21
2.1.10. Standar <i>Thermography</i>	25
2.1.11. Proses Pembangkitan Tenaga Listrik	30
2.1.12. Kinerja Pembangkit	32

2.2. Penelitian Terdahulu	32
2.3. Kerangka Pemikiran	38
BAB III METODOLOGI	39
3.1. Disain Penelitian	39
3.2. Data dan Informasi	39
3.2.1. Konseptual Variabel	39
3.2.2. Operasional Variabel	40
3.2.3. Jenis dan Sumber Data	41
3.3. Teknik Pengumpulan Data	42
3.3.1. Observasi	42
3.3.2. Wawancara	42
3.4. Populasi dan Sampel	43
3.5. Teknik Analisa	44
3.5.1. Termografi	44
3.5.2. Diagram Pareto	44
3.5.3. Diagram Fish Bone	44
3.5.4. Metode 5W + 1H	44
3.5.5. Uji Data Statistika	45
3.6. Langkah Penelitian	46
BAB IV HASIL & ANALISIS	47
4.1. Data Umum Perusahaan	47
4.1.1. Sejarah Perusahaan PT Indonesia Power	47
4.1.2. Sejarah Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Kamojang	48
4.1.3. Budaya Perusahaan	49
4.1.4. Struktur Organisasi UPJP Kamojang	50
4.2. Data Penelitian	52
4.2.1. Pemeliharaan Prediktif UPJP Kamojang	52
4.2.2. <i>Technology Examination</i>	53
4.2.3. Pemeliharaan dengan Metode Termografi	54
4.2.4. Pemeliharaan dari Hasil Pengukuran Termografi	57

4.3. Hasil Observasi dan Wawancara Penerapan PdM Saat ini	60
4.3.1. <i>Standard Operating Procedure (SOP) Pengukuran Termografi</i>	60
4.3.2. Jumlah Teknisi <i>Predictive Maintenance</i>	60
4.3.3. Periode Waktu & Proses Pengambilan Data Termografi.....	60
4.3.4. Skill Teknisi Termografi	61
4.3.5. Tingkat H2S Lingkungan UPJP Kamojang	62
4.4. Analisis Data	62
4.4.1. Identifikasi Permasalahan Termografi	62
4.4.2. Pengujian Data Pengukuran Termografi Sebelum Perbaikan	63
4.4.3. Pengujian Data Pengukuran Termografi Setelah Perbaikan	70
4.4.4. Analisa Penyebab Masalah Termografi dengan Diagram <i>Fish Bone</i>	73
4.4.5. Analisa <i>Problem Solving</i> Menggunakan Metode 5W + 1H	75
BAB V PEMBAHASAN	78
5.1. Temuan Utama	78
5.1.1. Kondisi Pemeliharaan Prediktif Metode Termografi ..	78
5.1.2. Evaluasi Pemeliharaan Prediktif	79
5.1.3. Usulan Perbaikan.....	81
5.2. Kajian dengan Penelitian Sebelumnya	86
5.3. Implikasi Industri	88
5.4. Keterbatasan Penelitian	88
BAB VI KESIMPULAN & SARAN	89
6.1. Kesimpulan	89
6.2. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	94
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Topologi Sistem Kelistrikan	1
Gambar 1.2.	Pangsa Pasar Pembangkit Listrik Tahun 2016	2
Gambar 1.3.	Target & Realisasi Kinerja 2011-2015	3
Gambar 1.4.	Grafik <i>Pareto</i> Gangguan UPJP Kamojang	4
Gambar 1.5.	Panel Listrik	6
Gambar 2.1.	Struktur Pemeliharaan	11
Gambar 2.2.	Spektrum Elektromagnetik	15
Gambar 2.3.	Energi Emisivitas	16
Gambar 2.4.	Skema Termografi Inframerah	18
Gambar 2.5.	<i>Thermogram</i> (atas) & Visual <i>Bushing</i> Trafo (bawah)	19
Gambar 2.6.	Diagnostik Perbandingan dengan Nilai Temperatur Referensi Ditentukan Sembarang – (Fidali, 2015)	24
Gambar 2.7.	Diagnostik Perbandingan dengan Nilai Temperatur Referensi Tergantung saat Waktu Operasi – (Fidali, 2015)	25
Gambar 2.8.	Beban Simetris – Elektrial	25
Gambar 2.9.	Beban Elektrikal - Temperatur Ambang Batas	26
Gambar 2.10.	Beban Non Elektrikal - Temperatur Ambang Batas	28
Gambar 2.11.	Beban Motor Listrik - Temperatur Ambang Batas	29
Gambar 2.12.	Proses Pembangkitan Tenaga Listrik PLTP Kamojang	30
Gambar 2.13.	<i>Flow Chart</i> Kerangka Pemikiran	38
Gambar 3.1.	Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian	46
Gambar 4.1.	Struktur Organisasi UPJP Kamojang	51
Gambar 4.2.	Struktur Divisi Pemeliharaan Prediktif	52
Gambar 4.3.	Diagram <i>Pareto</i> Rekapitulasi <i>Technology Examination</i> Tahun 2015-2016	54
Gambar 4.4.	Pengukuran Termografi Pada <i>Switchboard</i> & Motor	61
Gambar 4.5.	Diagram <i>Pareto</i> Jumlah Gangguan Termografi Tahun 2015-2016	63
Gambar 4.6.	Diagram <i>Fish Bone</i> Gangguan Termografi Peralatan	74
Gambar 5.1.	Kondisi Panel <i>Switch Board</i> 380 V Setelah Terbakar	78
Gambar 5.2.	Kerusakan Panel <i>Switch Board</i> 380 V Akibat Terbakar	79

Gambar 5.3. Hasil Pengukuran Termografi <i>Grip Contact</i> FCT No. 04	80
Gambar 5.4. Kerusakan <i>Grip Contact</i>	81
Gambar 5.5. Pemasangan Kabel <i>Power</i> pada <i>Busbar</i>	82
Gambar 5.6. Pengukuran Panel FCT No. 03 Sebelum Penggantian	83
Gambar 5.7. Pengukuran Panel FCT No. 03 Setelah Penggantian	83



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Laporan Gangguan Unit 2 PLTP Kamojang	5
Tabel 2.1.	Temperatur Maksimum yang Diijinkan Pada Komponen Mesin	23
Tabel 2.2.	Beban Simetris - Elektrikal	26
Tabel 2.3.	Beban Elektrikal - Temperatur Ambang Batas	27
Tabel 2.4.	Beban Non Elektrikal - Temperatur Ambang Batas	28
Tabel 2.5.	Beban Motor Listrik - Temperatur Ambang Batas	29
Tabel 2.6.	Rangkuman Hasil Penelitian Terdahulu	33
Tabel 2.7.	<i>State of The Art</i>	36
Tabel 3.1	Operasional Variabel Penelitian	41
Tabel 4.1.	Kapasitas Pembangkitan PT Indonesia Power	48
Tabel 4.2.	Kapasitas Pembangkitan UPJP Kamojang	49
Tabel 4.3.	Komposisi Pegawai UPJP Kamojang	51
Tabel 4.4.	Alat Teknologi <i>Predictive Maintenance</i>	52
Tabel 4.5.	Titik Pengukuran Pemantauan dengan Metode Termografi	55
Tabel 4.6.	Kegiatan <i>Maintenance</i> Berdasarkan Rekomendasi CBM	57
Tabel 4.7.	Uji t Satu Sampel Unit 2 PLTP Kamojang Tahun 2016	64
Tabel 4.8.	Peralatan dengan Temperatur Tinggi Unit 2 Kamojang	66
Tabel 4.9.	Uji t Satu Sampel Unit 3 PLTP Kamojang Tahun 2016	67
Tabel 4.10.	Peralatan dengan Temperatur Tinggi Unit 3 Kamojang	70
Tabel 4.11.	Uji Normalitas <i>One-Sample Kolmogorov-Smirnov</i> Data Termografi	71
Tabel 4.12.	Uji t Hasil Perbaikan <i>Switchboard</i> Unit 3 Kamojang	72
Tabel 4.13.	<i>Problem Solving</i> Gangguan Termografi Peralatan	75
Tabel 5.1.	Pengukuran Termografi <i>Grip Contact</i> FCT No. 04 Unit 2	80
Tabel 5.2.	Pengukuran Termografi <i>Grip Contact</i> FCT No. 03 Unit 3 (Sebelum)	83
Tabel 5.3.	Pengukuran Termografi <i>Grip Contact</i> FCT No. 03 Unit 3 (Setelah)	83
Tabel 5.4.	Periode Termografi <i>Switch Board</i> 380 V Tahun 2016	85
Tabel 5.5.	Periode Termografi <i>Switch Board</i> 380 V Tahun 2017	85
Tabel 5.6.	Perbandingan Penelitian Terdahulu	87