



UNIVERSITAS DIPONEGORO

ANALISIS UJI VIBRASI PADA INDUCED DRAFT FAN (IDF) COOLING FAN MOTOR UNTUK MENGINDIKASIKAN *UNBALANCE*

DI PLTU 1 JAWA TIMUR – PACITAN 2 X 315 MW

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

IAN PUTRA ADITA WIBISANA

21050111083012

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT.PLN (PERSERO)

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JULI 2014



UNIVERSITAS DIPONEGORO

ANALISIS UJI VIBRASI PADA INDUCED DRAFT FAN (IDF) COOLING FAN MOTOR UNTUK MENGINDIKASIKAN *UNBALANCE*

DI PLTU 1 JAWA TIMUR – PACITAN 2 X 315 MW

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

IAN PUTRA ADITA WIBISANA

21050111083012

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT.PLN (PERSERO)
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

JULI 2014

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA :

NIM :

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

NAMA : IAN PUTRA ADITA WIBISANA
NIM : 21050111083012
Program Studi : PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT.PLN
Judul Tugas Akhir : ANALISIS UJI VIBRASI PADA INDUCED DRAFT
FAN (IDF) COOLING FAN MOTOR UNTUK
MENGINDIKASIKAN *UNBALANCE* DI PLTU 1 JAWA
TIMUR – PACITAN 2 X 315 MW

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Rahmat (.....)
Pembimbing : Ir. Rahmat (.....)
Penguji : Drs. Juli Mihardjono, MT (.....)
Penguji : Alaya F.H.M ST, M.Eng (.....)

Semarang, 14 Agustus 2014

Ketua Program DIII Kerjasama
FP UNDIP – PT.PLN

Ir. Bambang Winardi, M.Kom
NIP. 19610616 199303 1 002

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : IAN PUTRA ADITA WIBISANA
NIM : 2105111083012
Jurusan/Program Studi : PROGRAM DIII KERJASAMA FT.UNDIP PT.PLN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS UJI VIBRASI PADA INDUCED DRAFT FAN (IDF) COOLING
FAN MOTOR UNTUK MENGINDIKASIKAN *UNBALANCE* DI PLTU 1
JAWA TIMUR – PACITAN 2 X 315 MW**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal :

Yang menyatakan

(Ian Putra Adita W)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan kasih-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program DIII Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Ir. H. Zainal Abidin, MS , selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir. Bambang Winardi, M.Kom selaku Ketua Program Kerjasama DIII FT UNDIP-PT PLN.
3. Bapak Drs. Bambang Setyoko, ST,M.Eng selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
4. Bapak Drs. Ireng S.A., M.Kes selaku Koordinator Program DIII Kerjasama FT Undip-PT.PLN bidang Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
5. Bapak Ir. Rahmat selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
6. Bapak Wahyu Basuki selaku supervisor sub bidang Predictive Maintenance PLTU 1 Pacitan.
7. Staf sub bidang Predictive Maintenance PLTU 1 Pacitan yang telah banyak membantu dan membimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir.
8. Staf Pengajar pada Program DIII Kerjasama FT. Undip-PT.PLN Bidang Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah banyak memberikan arahan.
9. Bapak dan Ibu tersayang, yang senantiasa memberikan doa dan bantuan yang tak terhingga, baik dari segi moral maupun material.

10. Teman-teman angkatan 2011 Program DIII Teknik Mesin Undip yang telah membantu menyelesaikan lapotan ini.

11. Dan semua pihak yang telah memberi saran-saran serta kritik yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tak luput dari kesalahan dan kekurangan. Karena itu, penulis mengharapakan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua, Aamiin.

Semarang, 23 Juli 2014

Ian Putra A W

**ANALISIS UJI VIBRASI PADA INDUCED DRAFT FAN (IDF) COOLING
FAN MOTOR UNTUK MENGINDIKASIKAN UNBALANCE
DI PLTU 1 JAWA TIMUR – PACITAN 2 X 315 MW**

PLTU 1 Jawa Timur - Pacitan adalah sebuah pembangkit listrik tenaga Uap yang menggunakan bahan bakar batubara berkalori rendah dengan daya terpasang sebesar 2x315 MW. PLTU 1 Jawa Timur Pacitan ini terdiri dari berbagai komponen utama dan komponen pendukung. Salah satu komponen pendukung yang keberadaannya harus selalu aktif di PLTU adalah Induced Draft Fan (IDF) Cooling Fan Motor. Namun alat ini pada PLTU Pacitan mengalami high vibration pada M1H 25,55 mm/sec; M1V 11,10 mm/sec; M2H 18,83 mm/sec; M2V 18,20 mm/sec; M2A 14,37 mm/sec, setelah dilakukan analisis uji vibrasi diindikasikan mengalami unbalance. Untuk mengatasinya maka dilakukan balancing dengan penambahan plat logam 22 gram pada sudut 22° dan 4 gram pada sudut 138°. Setelah dilakukan balancing indikasi unbalance sudah tidak ada dan vibrasi motor sudah turun menjadi M1H 1,007 mm/sec; M1V 0,741 mm/sec; M2H 1,217 mm/sec; M2V 1,473 mm/sec; M2A 1,306 mm/sec.

Kata Kunci :Vibrasi, Unbalance, Balancing

**VIBRATION TEST ANALYSIS ON INDUCED DRAFT FAN (IDF)
COOLING FAN MOTOR TO INDICATE UNBALANCE IN PLTU 1 JAWA
TIMUR PACITAN 2X315 MW**

PLTU 1 Jawa Timur - Pacitan is a thermal power plant that uses low-calorie coal fuel, with an installed power of 2x315 MW. Pacitan power plant is comprised of various major components and supporting components. One of the supporting components which existence must always be active is Induced Draft Fan (IDF) Cooling Fan Motor. However these equipment at PLTU Pacitan run into high vibration on M1H 25,55 mm/sec; M1V 11,10 mm/sec; M2H 18,83 mm/sec; M2V 18,20 mm/sec; M2A 14,37 mm/sec, after the vibration spectrum analysis indicated that motor is unbalance. To handle it then do a balancing with the addition of 22 grams of the metal plate at an angle of 22° and 4 grams at an angle of 138°. After balancing the unbalance indication is gone and the vibration motor has been decreased to M1H 1,007 mm/sec; M1V 0,741 mm/sec; M2H 1,217 mm/sec; M2V 1,473 mm/sec; M2A 1,306 mm/sec.

Keywords :Vibrasi, Unbalance, Balancing

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAKSI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pembatasan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.5 Sistematika Penulisa Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Vibrasi	5
2.1.1 Sensor Vibrasi	9
2.1.2 Penempatan Sensor Vibrasi	15
2.1.3 Standart Vibrasi	17
2.1.4 Diagnosa Vibrasi	19
2.2 Balancing	34
2.2.1 Persiapan Balancing Statis	36

2.2.2 Balancing dengan Sudut Phase	36
------------------------------------	----

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian	39
3.2 Variabel Penelitian	39
3.2.1 <i>Dependent Variable</i> (Variabel Terikat)	39
3.2.2 <i>Independent Variable</i> (Variabel Bebas)	40
3.2.3 <i>Control Variable</i> (Variabel Kontrol)	40
3.3 Data Pengamatan	41
3.4 Alat dan Instrument	42
3.5 Media Pengambilan Data dan Formatnya	46
3.6 Pengambilan Data	47
3.6.1 Persiapan Pengambilan Data	47
3.6.2 Pelaksanaan Pengambilan Data Vibrasi	50
3.7 Pengolahan Data	55
3.7.1 Overall Vibrasi Motor	56
3.7.2 Spectrum Vibrasi dan Waveform Motor	60
3.8 Evaluasi dan Pembahasan	65

BAB IV PENUTUP

5.1. Kesimpulan	83
5.2. Saran	83

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Gelombang Sinusiodal
- Gambar 2. 2 *Displacement probe & signal condition system*
- Gambar 2. 3 *Displacement probe*
- Gambar 2. 4 Velocity Pickup
- Gambar 2. 5 Accelerometer internal construction
- Gambar 2. 6 Accelerometer
- Gambar 2. 7 Hubungan antara frequency Response curve dengan penempatan sensor
- Gambar 2. 8 Rentang Operasi Transduser Vibrasi
- Gambar 2. 9 Penempatan sensor pengukuran vibrasi
- Gambar 2. 10 Identifikasi Titik Pengukuran
- Gambar 2. 11 Standart ISO 10816
- Gambar 2. 12 Standart ISO 10816-3
- Gambar 2. 13 Daerah Spektrum Unbalance
- Gambar 2. 14 Spektrum Unbalance
- Gambar 2. 15 *Force Unbalance*
- Gambar 2. 16 *Couple Unbalance*
- Gambar 2. 17 *Dynamic Unbalance*
- Gambar 2. 18 *Overhung Rotor Unbalance*
- Gambar 2. 19 *Eccentric Rotor*
- Gambar 2. 20 Daerah Spektrum Misalignment
- Gambar 2. 21 *Angular Misalignment*
- Gambar 2. 22 *Parallel Misalignment*
- Gambar 2. 23 Misaligned Bearing Cocked On Shaft
- Gambar 2. 24 Bent Shat
- Gambar 2. 25 Daerah Spektrum *Mechanical Looseness*
- Gambar 2. 26 *Mechanical Looseness* tipe A
- Gambar 2. 27 *Mechanical Looseness* tipe B
- Gambar 2. 28 *Mechanical Looseness* tipe C
- Gambar 2. 29 Bearing

Gambar 2. 30 *Rolling Element Bearings* tahap 1
Gambar 2. 31 *Rolling Element Bearings* tahap 2
Gambar 2. 32 *Rolling Element Bearings* tahap 3
Gambar 2. 33 *Rolling Element Bearings* tahap 4
Gambar 2. 34 Unbalance dilukiskan sebagai vektor O .
Gambar 2. 35 Solusi vektor bidang tunggal
Gambar 3. 1 CSI 2130 Machinery Health™ Analyzer
Gambar 3. 2 Sensor Accelerometer
Gambar 3. 3 Kabel Data
Gambar 3. 4 AMS Suite Download Rute
Gambar 3. 5 Posisi pada Pengambilan Data Vibrasi
Gambar 3. 6 Pengukuran Vibrasi pada Motor Outboard Horizontal (M1H)
Gambar 3. 7 Pengukuran Vibrasi pada Motor Outboard Vertikal (M1V)
Gambar 3. 8 Pengukuran Vibrasi pada Motor Inboard Horizontal (M2H)
Gambar 3. 9 Pengukuran Vibrasi pada Motor Inboard Vertikal (M2V)
Gambar 3. 10 Lokasi Pengukuran Vibrasi pada Motor Inboard Aksial (M2A)
Gambar 3. 11 Dump CSI 2130
Gambar 3. 12 Diagram IDF Cooling Fan 2AB
Gambar 3. 13 IDF Cooling Fan 2AB
Gambar 3. 14 IDF Cooling Fan 2AB M1H
Gambar 3. 15 ID Fan Cooling Fan 2AB M1V
Gambar 3. 16 ID Fan Cooling Fan 2AB M2H
Gambar 3. 17 ID Fan Cooling Fan 2AB M2V
Gambar 3. 18 ID Fan Cooling Fan 2AB M2A
Gambar 3. 19 Pembukaan penutup fan
Gambar 3. 20 Penandaan derajat pada fan.
Gambar 3. 21 Diagram polar vibrasi original
Gambar 3. 22 Penempatan T_w
Gambar 3. 23 Diagram polar vector $O+T$
Gambar 3. 24 Diagram Polar penempatan C_w
Gambar 3. 25 Diagram polar penambahan vector T_2
Gambar 3. 26 Trim penambahan C_{w_2}

Gambar 3. 27 Penambahan Cw_2

Gambar 3. 28 Treding Spectrum Motor Outboard Horizontal

Gambar 3. 29 Treding Spectrum Motor Outboard Vertikal

Gambar 3. 30 Treding Spectrum Motor Inboard Horizontal

Gambar 3. 31 Treding Spectrum Motor Inboard Vertikal

Gambar 3. 32 Treding Spectrum Motor Inboard Axial

Gambar 3. 33 Treding Overall Vibrasi M1H

Gambar 3. 34 Treding Overall Vibrasi M1V

Gambar 3. 35 Treding Overall Vibrasi M2H

Gambar 3. 36 Treding Overall Vibrasi M2V

Gambar 3. 37 Treding Overall Vibrasi M2A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Metode Analisa Kerusakan pada Mesin

Tabel 2. 2 Transducer Class dan Frequency Type

Tabel 3. 1 Spesifikasi CSI 2130 Machinery Health™ Analyzer

Tabel 3. 2 Tabel Data Vibrasi Overall M1H

Tabel 3. 3 Spesifikasi IDF Cooling Fan 2AB

Tabel 3. 4 Overall Vibrasi ID Fan Cooling Fan Motor 2AB M1H

Tabel 3. 5 Overall Vibrasi ID Fan Cooling Fan Motor 2AB M1V

Tabel 3. 6 Overall Vibrasi ID Fan Cooling Fan Motor 2AB M2H

Tabel 3. 7 Overall Vibrasi ID Fan Cooling Fan Motor 2AB M2V

Tabel 3. 8 Overall Vibrasi ID Fan Cooling Fan Motor 2AB M2A

Tabel 3. 9 Data vibrasi overall original

Tabel 3. 10 Vibrasi setelah dilakukan balancing

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Penggunaan Halaman Pertama
Bd	<i>Ball diameters</i>	31
BPFI	<i>Ball Pass Frequency Inner Race</i>	30
BPFO	<i>Ball Pass Frequency Outer Race</i>	30
BSF	<i>Ball Spin Frequency</i>	30
Cw	Corection Weight	38
F	Gaya sentrifugal (N)	35
F1A	<i>Fan Inboard Aksial</i>	16
F1H	<i>Fan Inboard Horizontal</i>	16
F1V	<i>Fan Inboard Vertikal</i>	16
F2H	<i>Fan Outboard Horizontal</i>	16
F2V	<i>Fan Outboard Vertikal</i>	16
FTF	<i>Fundamental Train Frequency</i>	30
M1A	<i>Motor Outboard Aksial</i>	16
M1H	<i>Motor Outboard Horizontal</i>	16
M1V	<i>Motor Outboard Vertikal</i>	16
M2A	<i>Motor Inboard Aksial</i>	16
M2H	<i>Motor Inboard Horizontal</i>	16
M2V	<i>Motor Inboard Vertikal</i>	16
n	<i>Number of ball or rollers</i>	35
Nb	<i>Number of ball or rollers</i>	31
O	Original Vektor	36

P1A	<i>Pump Inboard Aksial</i>	16
P1H	<i>Pump Inboard Horizontal</i>	16
P1V	<i>Pump Inboard Vertikal</i>	16
P2H	<i>Pump Outdoard Horizontal</i>	16
P2V	<i>Pump Outdoard Vertikal</i>	16
Pd	Bearing pitch diameter	31
R	Jarak unbalanca dari pusat rotor (m)	35
T	<i>Trial Vektor</i>	37
Tw	<i>Trial Weight</i>	38
w	Massa unbalance (kg)	35
Θ	<i>Contact angle (degrees)</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

1. Diagram polar balancing IDF Cooling Fan 2AB
2. Proses Balancing IDF Cooling Fan 2AB
3. Standart ISO 10816-3

DAFTAR PUSTAKA

Girdhar, Paresh, 2004, *Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*, hal 11-28, Elsevier, British

Harjono, Rosyid Nuur, Sukmadi, Tedjo, dan Kartono, 2013, *Pemanfaatan Spektrum Vibrasi Untuk Mengindikasikan Kerusakan Motor Induksi di PLTU Indramayu 3 x 330 MW*, Universitas Diponegoro Semarang

<http://www.alatuji.com/article/detail/23/vibration-tester-untuk-menganalisis>,
diunduh tanggal 5 Mei 2014

PT.PJB UBJOM PLTU Pacitan, Panduan Analisa Predictive Maintenance
Vibrasi

PT PLN (Persero) Jasa Diklat Unit Pendidikan Dan Pelatihan Suralaya,
Alignment And Balancing