



Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Optimalisasi Condition Based Maintenance (CBM) Untuk Meningkatkan Keandalan Peralatan Critical Upk Sebalang Dengan Penerapan Teknologi Thermography

K. Anwar^a, I. Sukmana^b, A. Yudi^c

^a PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan, Palembang, Sumatera Selatan 30131

^b Jurusan Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima: 6 Maret 2023

Direvisi:

Kata kunci:

Asset Pembangkit

Asset Wellness

Condition Based Maintenance

Pemeliharaan Periodik

Peralatan Critical

Penerapan Condition Based Maintenance (CBM) untuk meningkatkan keandalan peralatan pembangkit di PLTU Sebalang PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan secara umumnya dan Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang secara khususnya. Dalam perjalanannya, PLTU Sebalang yang diserahkan pada PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan tidak sepenuhnya berada di dalam kondisi yang baik sehingga diperlukan banyak perbaikan agar PLTU Sebalang ini dapat mencapai performa yang baik. Fokus pembahasan makalah ini mencakup tentang strategi tim Pemeliharaan Prediktif untuk mengoptimalkan pelaksanaan Condition Based Maintenance (CBM) pada peralatan critical di Unit Pelaksanaan Pembangkitan Sebalang untuk meningkatkan keandalan aset pembangkit. Salah satu program peningkatan keandalan aset pembangkit yakni dengan cara melaksanakan kegiatan Predictive Maintenance (PdM), adanya kegiatan PdM ini membuka peluang munculnya pola pemeliharaan CBM (Condition Based Maintenance) yang berdasarkan database Asset Wellness dan rekomendasi PdM. Pola pemeliharaan CBM memberikan manfaat yang besar bagi proses bisnis pembangkit ini antara lain : memberikan pemetaan kesehatan peralatan pembangkit, meningkatkan efektivitas pemeliharaan dengan fokus terhadap peralatan yang bermasalah (prioritisasi), optimalisasi aset pembangkit sehingga mengurangi biaya pemeliharaan aset serta sebagai quality control pelaksanaan pemeliharaan periodik (overhaul).

1. Pendahuluan

PLTU Sebalang memiliki 2 unit pembangkit yang masing – masing berkapasitas 100 MW, PLTU Sebalang memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga keberlangsungan pasokan energy listrik dalam cakupan system interkoneksi Sumatera dan system kelistrikan provinsi Lampung. Pada kenyataannya PLTU Sebalang yang dibangun pada 30 Oktober 2007 mengalami banyak permasalahan sehingga Sertifikat Layak Operasi (SLO) baru bisa diterbitkan pada 25 Juli 2014 untuk unit 1 dan pada 29 Juni 2016 untuk unit 2. Penerbitan SLO ini, kinerja PLTU Sebalang akan mempengaruhi kinerja dari PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan dimana EAF yang dihasilkan sangat rendah dan EFOR yang dihasilkan sangat tinggi. Dibawah ini merupakan Tranding EFOR PLTU Sebalang selama tahun 2017 hingga Desember 2018.

Predictive Maintenance (PdM) merupakan substream dari Reliability Maintenance yang memberikan andil dalam program peningkatan keandalan dan ketersediaan peralatan pembangkit tersebut. Dalam PdM kita akan melakukan pemetaan kesehatan peralatan pembangkit (lingkup PdM) dimana kondisi “Hijau” menggambarkan kondisi sehat peralatan tersebut, “Kuning” menyatakan kondisi Warning dan “Merah” menyatakan kondisi Alarm. Dalam melaksanakan pemetaan kesehatan peralatan

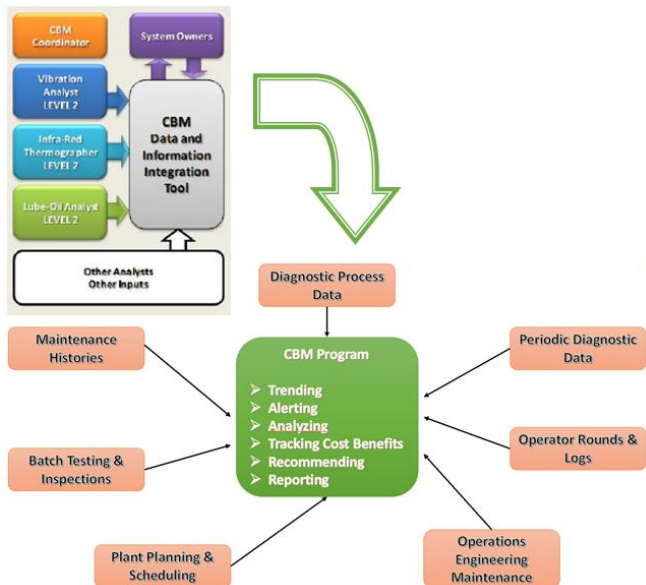
(lingkup PdM) tersebut kita memberikan input terkait rekomendasi perbaikan terhadap peralatan bermasalah dengan kondisi “merah” dan “kuning” sebagai prioritas pemeliharaan oleh eksekutor dan selanjutnya diharapkan kondisi peralatan tersebut menjadi sehat atau “hijau”.



Gambar 1. Tranding EFOR Operasioanl PLTU Sebalang

Sistem pola pemeliharaan seperti ini kami kembangkan dan kami namakan Condition Based Maintenance dimana kita akan fokus melaksanakan pemeliharaan terencana (tactical maintenance) sesuai kondisi kesehatan peralatan yang bermasalah (kondisi “Merah” dan “Kuning”) sebelum terjadinya failure atau breakdown (non tactical maintenance) sehingga keandalan dan ketersediaan peralatan pembangkit kita akan semakin baik dengan meningkatkan kesehatan peralatan

pembangkit tersebut. Didalam penerapan pola CBM ada peluang dimana kita dapat melakukan optimalisasi asset pembangkit dengan memperkuat sisi Prediktif Maintenance (PdM). Pelaksanaan program Asset life extension dapat menjadi benefit kepada perusahaan sehingga dapat membantu mengurangi program maintenance derating (MD) sehingga dapat meningkatkan keandalan pembangkit bahkan adanya pengurangan biaya maintenance pemeliharaan peralatan (spare part/pelumas dsb). Hal ini sesuai dengan best practice bahwa pemeliharaan dengan biaya terbaik (optimal) adalah pemeliharaan dengan komposisi maintenace type PdMnya terbesar.



Gambar 2. Proses Condition Based Maintenance (CBM)

2. Metodologi

1.1. Pola pemeliharaan Condition Base Maintenance

Pola pemeliharaan Condition Base Maintenance merupakan pola pemeliharaan dengan memperkuat aspek kegiatan Pemeliharaan Prediktif pada peralatan pembangkit. Adapun tahapan pelaksanaan Condition Base Maintenance (CBM) di PLTU Sebalang adalah dengan persiapan sumber daya alat dan personel Pemeliharaan Prediktif, Set Up Data Base PdM, Perencanaan dan Pelaksanakan PdM, Pembuatan Peta Kesehatan Peralatan Peralatan Pembangkit, Rekomendasi CBM dan Cost Benefit Analysis serta Monitoring dan Evaluasi Pelaksanaan CBM.

A. Persiapan sumber daya Pemeliharaan Prediktif (Alat dan Personil)

Dalam pelaksanaan kegiatan Pemeliharaan Prediktif tentunya kita memerlukan investasi Tools PdM seperti vibrasi analyzer, thermography, tribology, MCSA, DGA, Partial Discharge dan sebagainya serta kalibrasinya. Selanjutnya perlu adanya personel yang memiliki kompetensi sehingga perlu diperhatikan terkait pelatihan personel PdM tersebut. Berikut ini adalah data persiapan sumber daya Pemeliharaan Prediktif (Data Peralatan dan Personil Pemeliharaan Prediktif) yang sudah terealisasi hingga saat ini :

A.1) Data Personel Pemeliharaan Prediktif tersertifikasi internasional

PE PLN (Jember)		DAFTAR PERSONEL PDM		UPK SEBALANG		No. Sertifikat	
PLN PTN PELAKSANA PEMERINTAHAN SEBALANG						No. Sertifikat	
TAHUN 2019 :						No. Sertifikat	
1. Matriks PERSONEL ENJINIRING							
No	Personel	Spesialisasi	Spesialisasi	Spesialisasi	Spesialisasi	Spesialisasi	Spesialisasi
1	Khoirul Anwar	Vib	Infra-Red	Lube-Oil	MCSA	DGA	Partial Discharge
2	Affrono Rahmadyanto	Vib	Infra-Red	Lube-Oil	MCSA	DGA	Partial Discharge
3	Zulf Harnanto	Vib	Infra-Red	Lube-Oil	MCSA	DGA	Partial Discharge
4	Hajar Aswat	Vib	Infra-Red	Lube-Oil	MCSA	DGA	Partial Discharge

0 : Personil pernah training
 0 : Personil bersertifikat dari vendor/instrumen
 0 : Personil bersertifikat dari Lembaga Praktis
 0 : Personil bersertifikat dari Lembaga Internasional
 0 : Personil bersertifikat dari Lembaga Internasional L1 Analisis

Gambar 3. Data Sertifikasi Personil

A.2) Data Peralatan

PE PLN (Jember)		DAFTAR PERALATAN PDM		UPK SEBALANG		No. Sertifikat	
PLN PTN PELAKSANA PEMERINTAHAN SEBALANG						No. Sertifikat	
TAHUN 2019 :						No. Sertifikat	
No	PERALATAN	TEKNOLOGI	TAMBAH	SPEKIFIKASI	FUNGSI	SOFTWARIS	JUMLAH
1	VIBROCHECKER VIB 5.400	VIBRO	2019	Integrated sensors for vibration, RPM and temperature measurement. Advanced data analysis functions. FFT spectrum, time wave form and waveform. Integrated data transfer to PC. Integrated data transfer to PC. Integrated data transfer to PC.	Mengukur data vibrasi, RPM dan temperatur. Menganalisis data vibrasi, RPM dan temperatur. Menganalisis data vibrasi, RPM dan temperatur.	CMV/RENO	1
2	Vibration Analyzer C320-HC Channel	VIBRO	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data vibrasi, RPM dan temperatur. Menganalisis data vibrasi, RPM dan temperatur. Menganalisis data vibrasi, RPM dan temperatur.	AMS Machinery Manager	1
3	MCSA	MCSA	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data vibrasi, RPM dan temperatur. Menganalisis data vibrasi, RPM dan temperatur. Menganalisis data vibrasi, RPM dan temperatur.	AMS Machinery Manager	1
4	FLIR T400	THERMOGRAPHY	2019	Thermal Imaging Camera. 1280 x 1024 Pixels. 30 FPS. 12.5 μm/pixel. 12.5 μm/pixel. 12.5 μm/pixel.	Mengukur data suhu. Menganalisis data suhu. Menganalisis data suhu.	FLIR TOOLS	1
5	Oil Analysis System M61 Lab 100	OL ANALYSIS	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data oli. Menganalisis data oli. Menganalisis data oli.	MILAB 100	1
6	Partial Discharge LIFE VIEW QUANTIFY	Partial Discharge	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data partial discharge. Menganalisis data partial discharge. Menganalisis data partial discharge.	QUANTIFY LIFE VIEW	1
7	OLAB M61000	OLAB	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data oli. Menganalisis data oli. Menganalisis data oli.	MILAB 100	1
8	DM6-000 + Inverter Unit DA-501 Probe	TRONICS	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data DM6-000. Menganalisis data DM6-000. Menganalisis data DM6-000.	DM6-000 + Inverter Unit DA-501 Probe	2
9	Optima Ultrasonic PLUS 1000 Model 100000	SONAR	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data ultrasonik. Menganalisis data ultrasonik. Menganalisis data ultrasonik.	Optima Ultrasonic PLUS 1000 Model 100000	1
10	Partial Discharge TR7T Version 5.0-AT	PFT	2019	Advanced Platform. Channel Analyzer. 32 Channels. 200,000 Samples/sec. 16-bit resolution. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples. 100,000,000 Samples.	Mengukur data partial discharge. Menganalisis data partial discharge. Menganalisis data partial discharge.	TR7T Version 5.0-AT	1

Gambar 4. Data List Penggunaan Teknologi peralatan

B Set Up Data Base Pemeliharaan Prediktif

Dalam pelaksanaan kegiatan Pemeliharaan Prediktif kita memerlukan set up data base peralatan-peralatan pembangkit yang akan dilakukan Pemeliharaan Prediktif berdasarkan acuan data Maintenance Priority Indeks (MPI) dalam SERP (System Equipment Reliability Prioritization). Dalam hal ini kita menentukan peralatan dijadikan prioritas untuk dilakukan Pemeliharaan Prediktif sesuai tingkat kekritisan dan kepentingannya.

C Perencanaan dan Pelaksanaan Pemeliharaan Prediktif

Dalam manajemen data Prediktif Maintenance ini kita diwajibkan memberikan output berupa Peta Kesehatan Peralatan Pembangkit sehingga mudah dibaca oleh all user (Operasi, Pemeliharaan, Coal Ash Handling), terkait kondisi peralatan yang bermasalah melalui warna merah, kuning dan hijau.

D Pembuatan Peta Kesehatan Peralatan Pembangkit

Dalam manajemen data Prediktif Maintenance ini kita diwajibkan memberikan output berupa Peta Kesehatan Peralatan Pembangkit sehingga mudah dibaca oleh all user (Operasi, Pemeliharaan, Coal Ash Handling), terkait kondisi peralatan yang bermasalah melalui warna merah, kuning dan hijau.

E Pembuatan Rekomendasi CBM & Cost Benefit and Analysis

Dalam menindaklanjuti hasil peta kesehatan peralatan pembangkit kita harus buat rekomendasi dan CBA nya agar pelaksanaan rekomendasi dibuatkan work order CBM sehingga segera dieksekusi oleh pemeliharaan.

F Monitoring dan Evaluasi Pelaksanaan CBM

Setelah melaksanakan rekomendasi CBM selanjutnya melakukan monitoring progress WO CBM tersebut serta evaluasi pencapaian tiap user pemeliharaan terkait temuan peralatan bermasalah berdasarkan WO CBM.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Implementasi Technology Predictive

Gambar 5. Reporting Penerapan Technology Predictive

Pelaksanaan Pemeliharaan Prediktif di PLTU Sebalang telah mengembangkan sistem pemeliharaan peralatan unit pembangkit dengan pola CBM yang berbasis asset wellness/peta kesehatan peralatan. Pelaksanaan pola CBM ini berusaha meningkatkan keandalan Peralatan Critical di PLTU Sebalang, dengan meningkatnya asset wellness kita. Statistik menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan asset wellness tiap tahunnya dengan menurunnya kondisi peralatan yang bermasalah (Kategori Alarm/Warning dan BAD).

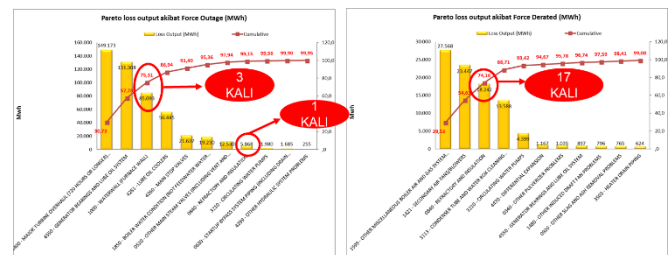
NO	KPI	UNIT	TARGET FORECAST (2018)	LAST (2017)	SAAT INI (S/D Des 2018)	%GAP TERHADAP LAST
1	BEBAN	MW	2 X 80 MW	2 X 50 MW	2 X 80 MW	↑ 60 % Semakin Baik
2	EFOR	%	25,81	72,30	26,02	↓ 64 % Semakin Baik
3	EAF	%	66,26	24,80	60,37	↑ 167 % Semakin Baik
4	CF	%	63,67	25,24	62,36	↑ 152 % Semakin Baik
5	SH	Jam	11.871	5.981	7.474	↑ 25 % Semakin Baik
6	NPHR	Kcal/Kwh	3.752	4.650	3.821	↓ 18 % Semakin Baik
7	NETTO	MWH	780.909	309.478	509.161	↑ 65 % Semakin Baik
8	BPP	Rp. / Kwh	962	1.703	1.164	↓ 32 % Semakin Baik

Gambar 6. Realisasi sebelum dan sesudah melakukan Penerapan Technology Predictive

Berdasarkan kondisi tersebut menunjukkan bahwa kegiatan Pemeliharaan Prediktif ini memberikan dampak positif terhadap kondisi asset wellness pembangkit, hal ini dapat menggambarkan kesadaran user pemeliharaan dalam

mengembangkan Pola pemeliharaan CBM. Adanya peta asset wellness ini dapat menjadi perhatian khusus atau lebih fokus pada peralatan yang bermasalah untuk segera perbaiki untuk mencegah resiko kegagalan peralatan yang lebih tinggi.

Adapun kelebihan lain dari penerapan pola CBM ini kita mempunyai beberapa keuntungan dalam optimalisasi asset pembangkit yang berdampak pada penurunan penggunaan spare part / material sehingga dapat menurunkan biaya pemeliharaan. Ada beberapa program unggulan yang sudah dilaksanakan dalam kegiatan CBM ini antara lain yakni melaksanakan CBM di pada pelaksanaan Maintenance Derating unit terkait Gangguan Refractory - "Hotspot Cyclone" Mapping Thermo Cyclone (PdM) Online - Perbaikan Hotspot Cylone (Temporary). Sebelumnya pelaksanaannya bersifat time base kini diubah menjadi condition base melalui kegiatan Pemeliharaan Prediktif dengan teknologi Thermography.



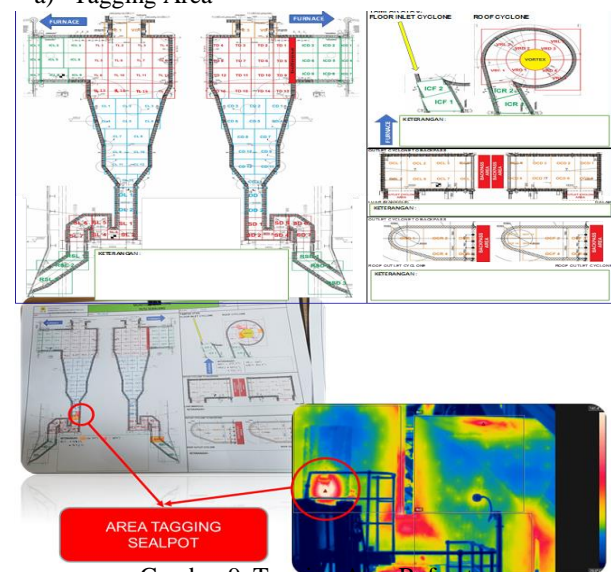
Gambar 7. Pareto Loss Output PLTU Sebalang Tahun 2017



Gambar 8. Kondisi Refractory Failure di Tahun 2017

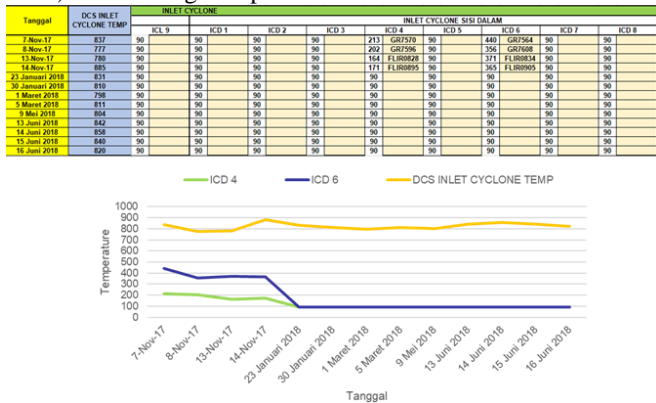
3.2 Mapping Thermography Hotspot Cyclone

a) Tagging Area



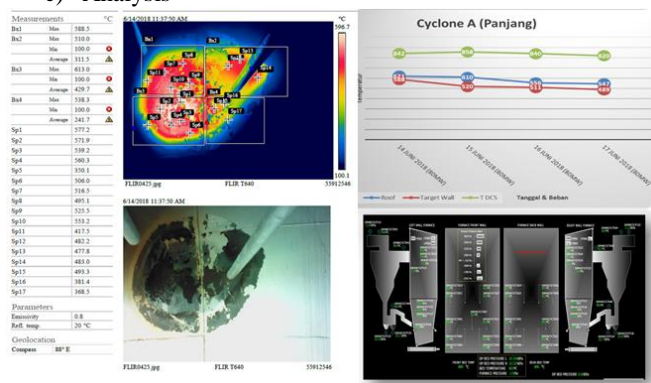
Gambar 9. Tagging Area Refractory

b) Monitoring Temperature



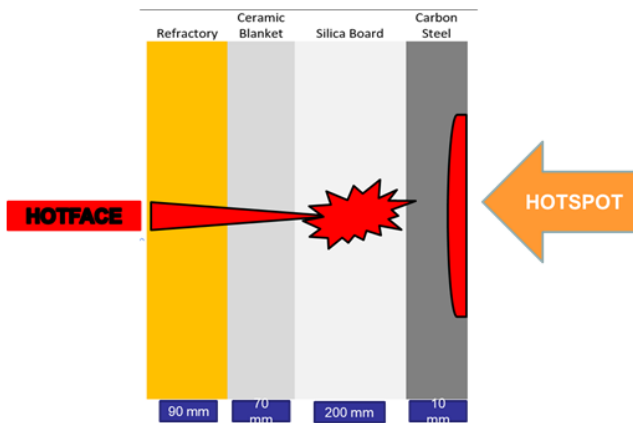
Gambar 10. List Monitoring Temperature

c) Analysis



Gambar 11. Analisa Technology Thermography

3.3 Prediksi Ketebalan Abrasi Hotspot Cyclone



Gambar 12. Kondisi Hotspot terhadap Hotface

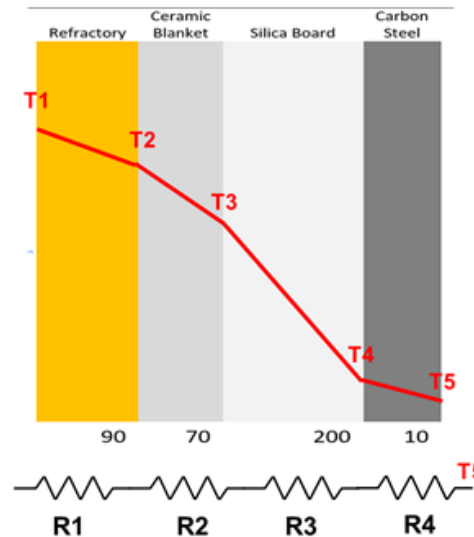
Dengan menggunakan metode heat conduction pada insulation cyclone $Q = AT/R$

Q = Heat Transfer

AT = Difference Temperature

R = Resistance Temperature

Dari resistance material dapat diketahui berapa ketebalan abrasi refractory



Gambar 13. Kondisi Resistance terhadap ketebalan abrasi refractory

No.	Area	Material	Konduktivitas	Satuan	Number	Keterangan
1a	Refractory	LCC- 170	21,08	W/mK	DS LCC-170 PT. BAT	Temperatur 800C
1b		PBJ-AB	0,93	W/mK	DS PBJ-AB PT. BAT	Temperatur 1000C
2a	Ceramic Blanket	64 kg/m3	0,3	W/mK		Temperatur 800C
2b			0,32	W/mK		Temperatur 1000C
2c		96 kg/m3	0,25	W/mK		Temperatur 800C
2d			0,3	W/mK		Temperatur 1000C
3a	Silica Board		0,13	W/mK		Temperatur 600C
4a	Carbon Steel		43	W/mK		Temperatur 800C

Delta T (ΔT) = Tdcs - Tout				
	13 Feb 80 MW	14 Feb 80 MW	16 Feb 80 MW	19 Feb 40MW
Panjang	797	789	799	631
Heat Transfer (q) = ΔT / Rtot				
	13 Feb 80 MW	14 Feb 80 MW	16 Feb 80 MW	19 Feb 40MW
Panjang	4.372001852	4.328117266	4.38297298	3.461396688

Didapat nilai q
yang diserap
insulation

Existing Target Wall				
Delta T (ΔT)= Tdc _s - Tout				
	13 Feb 80 MW	14 Feb 80 MW	16 Feb 80 MW	19 Feb 40MW
Panjang	602	577	603	477
Resistance K				
	13 Feb 80 MW	14 Feb 80 MW	16 Feb 80 MW	19 Feb 40MW
Panjang	137,6943607	133,3143176	137,578496	137,805643

Didapat nilai
R refractory
rusak

R 1a	R 2a	R 3a	R 4a	R total
	22	153,846	0,0233	175,8693
	20	153,846	0,0233	173,8693
	18	153,846	0,0233	171,8693
	16			169,8693
	14			167,8693
	12			165,8693
	10			163,8693
	8			161,8693
	6			159,8693
	4			157,8693
	2			155,8693
				153,8693
				150,02315
				146,177
				142,33085
				138,4847
				134,63855
				130,7924
		126,923	0,0233	126,94625
	123,0768		0,0233	123,1001
	119,2307		0,0233	119,25395

R refractory
rusak 137

3.4 Rekomendasi

a) Jangka pendek

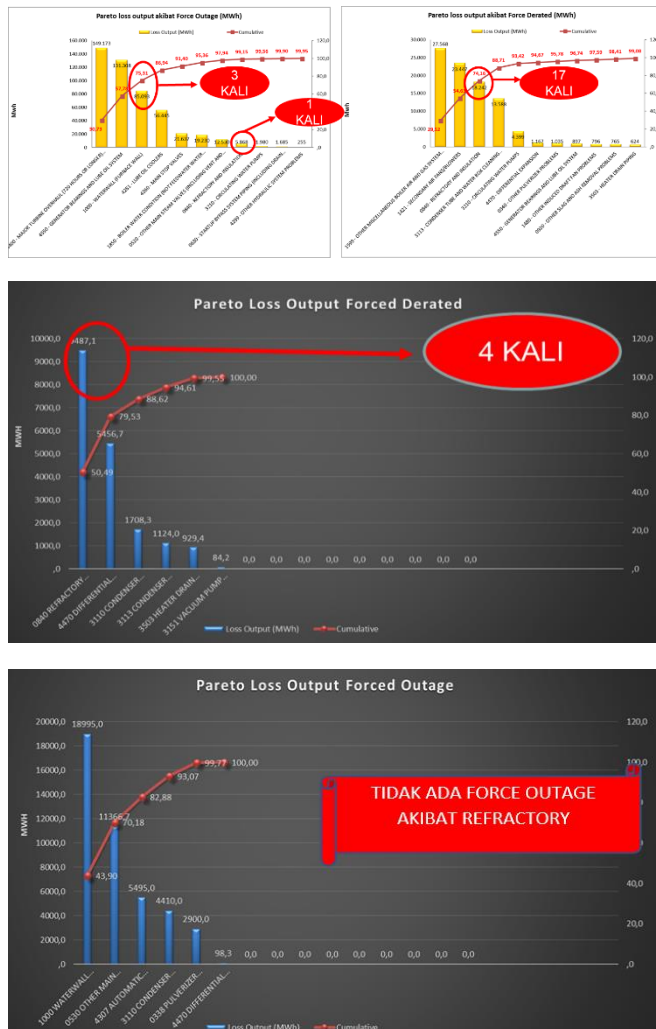
- ✓ Tambahan udara service di area hotspot
- ✓ Monitoring temperature untuk mengetahui tipe kerusakan
- ✓ Jacketing pada area hotspot (if need)

b) Jangka panjang

- ✓ Perbaiki refractory cyclone berdasarkan mapping thermography dan visual cek saat shutdown
- ✓ Redesain refractory

3.5 Pareto Loss Output s.d Desember 2017, 2018 dan 2019

Pada grafik dibawah ini menunjukkan data Pareto Loss Output akibat Force Outage maupun Force Dearated, perubahan dari tahun 2017 s.d 2019 menunjukan bahwapenerapan Condition Based Maintenance (CBM) penerapannya sudah efektif. Hal tersebut bisa terlihat pada tahun 2019 tidak ada lagi Force Outage (gangguan pada Peralatan) Refractory.



Gambar 14. Kondisi Trading Perubahan Pareto Loss Output

4. Kesimpulan

Pola Pemeliharaan CBM memberikan pemetaan kesehatan peralatan pembangkit, meningkatkan efektifitas pemeliharaan dengan fokus terhadap peralatan yang bermasalah (prioritisasi), optimalisasi asset pembangkit sehingga mengurangi biaya pemeliharaan asset serta sebagai quality control pelaksanaan pemeliharaan periodik (overhaul). Pola Pemeliharaan CBM di PLTU Sebalang telah memberikan benefit pada Keandalan Peralatan dan Meningkatnya EAF di Tahun 2018. Benefit CBM ini meliputi : Benefit CBA Rekomendasi CBM, Benefit Reduce Failure pada peralatan critical, Benefit Cyclone Life Time Extended dan Benefit pada peralatan teknologi pdm yang lainnya. Teknologi Thermograph sangat penting untuk mengetahui kondisi kesehatan refractory cyclone PLTU CFB. Mapping Thermograph Cyclone dapat menentukan strategi untuk eksekusi pemeliharaan. Reduce Unplanned Maintenance menjadi Planned Maintenance. Sebaiknya Pola CBM ini

dibuatkan komitmen secara tertulis dengan manajemen sehingga tidak ada keraguan dalam terutama untuk eksekusi life extension asset sehingga tidak berbenturan dengan RKAP dan kinerja ITO (Inventory TurnOver) sehingga pelaksanaan CBM bisa berkembang dengan pesat

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih atas dukungan pada Penulis untuk Atasan serta rekan kerja di PLN UIKSB dan UPK Sebalang. Management Kantor Induk UIKSBS yang telah memberi arahan dalam pengembangan proses bisnis di tempat kerja. Bapak-Ibu dosen pengajar pada Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasi selama mengikuti perkuliahan. Teman-teman satu Angkatan Program Studi PPI Universitas Lampung.

Daftar Pustaka

- Campbell, John. D. dan Jardine, Andrew K.S. (2001). Maintenance Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decision. New York: Marcell Dekker, Inc.
- Corder, Antony. (1992). Teknik Manajemen Pemeliharaan. Jakarta : Erlangga.
- McGraw-Hill, 2002. 149 "Maintenance Engineering Handbook", Sixth Edition
- R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.