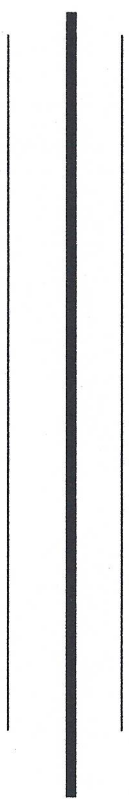


E3.03 ✓

97

LAPORAN TEKNIS
PEDOMAN TEKNIS STANDARISASI ULANG
PENGUKURAN *REMAINING LIFE*
PADA FASILITAS PERALATAN PEMBANGKIT LISTRIK
DI TOKYO ELECTRICITY POWER COMPANY (TEPCO),
TOKYO-JEPANG

Oleh :
Irhan Febijanto



PUSAT PENGAJIAN & PENERAPAN
TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
DEPUTI BIDANG TENOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ALAM
BPP TEKNOLOGI
2002



LAPORAN TEKNIS

**PEDOMAN TEKNIS STANDARISASI ULANG
PENGUKURAN *REMAINING LIFE*
PADA FASILITAS PERALATAN PEMBANGKIT LISTRIK
DI TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY (TEPCO),
TOKYO-JEPANG**

Oleh :
DR. Irhan Febijanto
Nip: 680002166

Mengetahui :

Direktur Pusat Pengkajian dan Penerapan
Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi

(DR. Ir. Subagio Imam Bakri)
Nip: 680000168

PERPUSTAKAAN

No. Induk	: 1554/H/04
Klasifikasi	: 15-92
Subjek	: - Abs. Rev
Harga / Asal	:
Pemb. / Had / Tk	:
Katalog	: 06-10-04
Dit	: 06-10-04

**PUSAT PENGAJIAN & PENERAPAN
TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
DEPUTI BIDANG TENOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ALAM
BPP TEKNOLOGI
2002**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
1. PENDAHULUAN	3
1.1 LATAR BELAKANG	3
1.2 PENAMBAHAN DAN PENGURANGAN OBYEK YANG DIEVALUASI	3
2. PERALATAN YANG DIEVALUASI	5
2.1 BOILER dan HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR	5
2.2 TURBIN	5
2.3 ALASAN PENAMBAHAN OBYEK PEMERIKSAAN	5
2.4 PENAMBAHAN OBYEK PEMERIKSAAN YANG SEDANG DIPERTIMBANGKAN	6
3. BAGIAN FASILITAS PERALATAN YANG DIEVALUASI	6
3.1 BOILER dan HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR	6
3.2 TURBIN	7
4. METODA EVALUASI	8
4.1 BOILER	8
4.2 TURBIN	8
4.3 DASAR PEMIKIRAN PEMILIHAN METODA EVALUASI	9
4.4 HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN PADA PEMILIHAN METODA EVALUASI	9
5. WAKTU EVALUASI	10
6. DAFTAR ISIAN UNTUK PELAKSANAAN TIAP METODA EVALUASI	10
6.1 EVALUASI NON-DESTRUKTIF DENGAN CARA PENGAMBILAN REPLIKA	10
6.2 ELECTRIC POLARIZATION METHOD	10
6.3 ELECTRIC RESISTIVITY MEASUREMENT	10
6.4 HARDNESS MEASURING METHOD	11
6.5 PEMERIKSAAN DENGAN ULTRASONIC METHOD	11
7. PENUTUP	11
8. DAFTAR PUSTAKA	11

TABEL

Tabel 1 Standar Petunjuk Obyek Pemeriksaan	4
Tabel 2 Penambahan dan Pengurangan Obyek Yang Dievaluasi	4
Tabel 3 Bagian yang diperiksa	6
Tabel 4 Bagian yang diperiksa	6
Tabel 5 Bagian yang diperiksa	6
Tabel 6 Metoda Evaluasi untuk boiler	8
Tabel 7 Metoda Evaluasi untuk turbin	8

1. PENDAHULUAN

Laporan teknis ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk melengkapi laporan kerja, dalam rangka mengikuti training perawatan rutin fasilitas peralatan PLTU. Training ini merupakan sebagian dari training kerja di TEPCO (Tokyo Electric Power Company), Jepang.

1.1 LATAR BELAKANG

Creep, Thermal Fatigue dari material dari Boiler, Turbin dan fasilitas-fasilitas PLTU yang terkena suhu tinggi dan tekanan tinggi, merupakan fasilitas yang harus diperiksa secara periodik. Dimana keharusan pemeriksaan ini telah diatur di dalam perundang-undangan di Jepang yang telah ada dibuat sejak tahun 1987. Dan undang-undang ini mengalami perbaikan lagi pada tahun 1994.

Dalam pelaksanaan pemeriksaan periodic, untuk mendeteksi kerusakan material di fasilitas PLTU dan untuk mendapatkan data-data yang akurat dari kerusakan material secara kontinyu diperlukan adanya keseragaman standar pemeriksaan di tiap-tiap fasilitas PLTU. TEPCO yang mempunyai 13 PLTU dengan kapasitas sekitar kurang lebih 40000 MW, sangat merasa perlu melakukan standarisasi ulang, dalam meningkatkan efisiensi kerja PLTU dan meningkatkan efisiensi manajemen perusahaan. Dimana memasuki tahun 1999, pasar bebas mulai diberlakukan untuk industri listrik di Jepang. Sehingga iklim persaingan memaksa pihak manajemen harus berusaha keras agar efisiensi dan oprimalisasi kerja dapat tercapai.

Pemeriksaan rutin yang dilakukan di tiap-tiap PLTU dilakukan oleh maker dari masing-masing fasilitas. Dimana setiap maker mempunyai standar pemeriksaan yang berbeda. Dengan adanya perbedaan ini sulit untuk menentukan umur atau remaining life dari suatu peralatan secara menyeluruh. Untuk itu diperlukan standarisasi ulang pada pengukuran *remaining life*.

Perbedaan standar pemeriksaan *remaining life* dapat memberikan dampak yang tidak menguntungkan, speri kerugian waktu dan biaya, karena peralatan yang masih dapat dipakai menjadi diganti. Sebagai contoh kasus, pemeriksaan di *Reheater Outlet Header* dan *Secondary Super Heater Outlet Header*, dimana diadakan pemeriksaan kerusakan akibat creep pada *Stub* pipa dari *Heat Transfer Tube*, diprediksi sebagai kerusakan akibat creep. Dari fenomena yang telah dianalisa, pada bagian tersebut tidak akan mengalami kerusakan akibat creep tetapi kerusakan akibat *thermal fatigue* adalah faktor yang lebih dominan (Irhan, 2001). Bisa disimpulkan disini bahwa pemeriksaan tersebut tidak diperlukan selain tidak efisien. Dan pemeriksaan seperti ini dari pengalaman diketahui bahwa, tidak dilakukan oleh maker lain. Hal-hal seperti ini merupakan salah satu contoh perawatan rutin yang tidak efisien dari segi waktu maupun biaya.

Dalam penentuan *remaining life*, ini selain perbedaan pelaksanaan di lapangan karena perbedaan standar pelaksanaan, juga terdapat perbedaan yang prinsip yaitu perbedaan master curve untuk penentuan *Creep Damage Ratio*, seperti ditunjukkan di lampiran 1. Di lampiran 1 ditunjukkan berderetan 3 grafik *master curve* dari Mitsubishi Heavy Industries, Babcock-Hitachi dan Ishikawaharima Heavy Industries. Dapat dilihat dengan jelas, bahwa tiap curve mempunyai perbedaan yang jelas. Dengan perbedaan ini, walaupun mempunyai kerusakan yang sama dari penilain berdasarkan *master curve* ini akan menghasilkan *Creep Damage Ratio*. Perbedaan ini dapat terjadi karena percobaan/penelitian untuk membuat *master curve* mempunyai kondisi percobaan yang berbeda.

Untuk menanggulangi masalah perbedaan ini, dari pihak manajemen mengharapkan pihak enjineriing pihak TEPCO turut aktif dalam menentukan item-item pemeriksaan, dan tidak menyerahkan sepenuhnya pada pihak maker.

1.2 PENAMBAHAN DAN PENGURANGAN OBYEK YANG DIEVALUASI

Pemeriksaan untuk *remaining life* dari fasilitas peralatan PLTU dari kerusakan seperti *Creep Rupture, Thermal Fatigue* atau *Fatigue*, dan kerusakan lainnya akibat material tersebut dikenai suhu dan tekanan yang tinggi, telah ditentukan secara standar oleh MITI-Jepang. Standar tersebut dapat dilihat di tabel 1.

Tetapi dari standar yang ditentukan tersebut tiap Electricity Power Company mempunyai standar yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan perusahaan masing masing. Hal ini seperi yang dilakukan oleh TEPCO, yang akan diulas dalam laporan teknis ini

Tabel 1 Standar Petunjuk Obyek Pemeriksaan

	Part of Diagnosis	Causes of Damage	Method of Remaining Life Evaluation			
			(1)	(2)	(3)	
Boiler	1. Tube - Water wall tube - Super Heater tube - Reheater tube (High Temp. Region)	High Temperature Creep (HTC)	Destructive Examination (DE)	Hardness Measurement (HM) or electric Potential Measurement (EPM)	Micro-Structure Examination (MSE)	
	2. Header (High. Temp. Region)	HTC	HM or EPM	MSE	DE	
	3. Nozzle of Header (Highly Stressed Region)	Low Cycle Fatigue (LCF)	HM or EPM	Structural Analysis Method (SAM)	DE	
Turbine	1. Casing	HP,, IP- Inner Casing	HTC	Hm or EPM	MSE	DE
		Ditto	LCF	HM or EPM	MSE	DE
	2. Rotor	Center Bore	HTC	Visual Inspection, UT, MT	SAM	DE
		Heat Groove	LCF	SAM	HM or EPM	-
	3. Blade	HP, IP- First stage	HTC	Clearance Measurement	-	-

Tabel 2 Penambahan dan Pengurangan Obyek Yang Dievaluasi

	Jenis/nama fasilitas peralatan
Obyek evaluasi yang dihilangkan	Tidak ada
Obyek evaluasi yang ditambahkan	Main Steam Pipe, Hot Reheat Steam Pipe, SMV (Steam Main Valve), BFP-T-MSV (Boiler Feed Pump-Turbin-Main Steam Valve), HRSG (Heat Recovery Steam Generator), Main Valve Weld parts, Turbine Main Steam Lead Pipe Hot Reheat Steam Lead Pipe, GRF (Gas Recirculating Fan), GMF (Gas Mixing Fan)
Obyek evaluasi yang akan ditambahkan dan masih dalam pertimbangan	Peralatan yang bekerja di atas suhu 540°C di Start System Valve dan Pressure Vessel seperti High Pressure Separator Tank yang bekerja pada suhu di atas 450°C

Alasan dari penambahan obyek pemeriksaan ini akan dijelaskan pada bab 2.3

2. PERALATAN YANG DIEVALUASI

2.1 BOILER dan HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR

- (1) Super Heater Header, Reheater Header dan Header yang bekerja pada suhu di atas 450°C
- (2) Super Heater Pipe, Reheater Pipe dan bagian-bagian pipa yang didisain melebihi suhu di atas 450°C
- (3) Main Steam Pipe dan Hot Reheat Pipe
- (4) Sudu dari GRF (Gas Recirculating Fan) ,GMF (Gas Mixing Fan), Main Board dan Side Board, bagian yang diperiksa adalah Base Metal.

Obyek pemeriksaan di atas merupakan minimum option, dengan mempertimbangkan usia unit PLTU, bagian pemeriksaan dapat ditambah jika perlu.

Pemeriksaan pada Super Heater dan Reheater baik pada Header maupun pada pipa, dilakukan pada bagian yang bekerja pada suhu paling tinggi.

2.2 TURBIN

- (1) High Pressure, Intermediate Pressure dan Low Pressure Axle
- (2) High dan Intermediate Outer-Inner Casing
- (3) MSV (Main Steam Valve), CV (Control Valve), RSV, ICV, SMV, BFP-T High Pressure Steam Stop Valve
- (4) Turbine Steam Lead Pipe dan Hot Reheat Steam Pipe.

Obyek pemeriksaan di atas merupakan minimum option, dengan mempertimbangkan usia unit PLTU, bagian pemeriksaan dapat ditambah jika perlu.

2.3 ALASAN PENAMBAHAN OBYEK PEMERIKSAAN

- (1) Main Steam Pipe, Hot Reheat Pipe
Diketahui bahwa di Amerika Serikat banyak terjadi kecelakaan akibat pecahnya pipa karena Creep Rupture pada Main Steam Pipe Weld Part atau Hot Reheat Steam Pipe. Dalam pada itu di TEPCO telah banyak fasilitas peralatan PLTU yang telah beroperasi lebih dari 200.000 jam dan dari PLTU tersebut terdapat bagian las dari Hot Reheat Steam Pipe yang mempunyai remaing life lebih dari 70%. Dengan keadaan seperti ini jika terjadi kecelakaan kemungkinan timbulnya korban jiwa sangat tinggi.
- (2) SMV, BFP-T High Pressure Steam Stop Valve
Sama dengan MSV (Main Steam Valve) dan CV (Control Valve), SMV dan BFP-T dari High Pressure Steam Stop Valve pada saat operasi terkena efek dari Main Steam yang dapat menyebabkan Creep Rupture.
- (3) HSRG
Diketahui sama dengan boiler dapat mengalami kerusakan akibat Creep Rupture, maka evaluasi remaining life dilakukan sama dengan boiler
- (4) Main Valve Weld Part
Sama seperti yang telah dilakukan saat ini, HAZ untuk Main Valve Welds Part, Main Steam Lead Pipe, Hot Reheat Steam Lead Pipe perlu dievaluasi, dengan cara Microstructue Observation Method (A paramater method)
- (5) Turbine Steam Lead Pipe, Hot Reheat Lead Pipe
Sama dengan Main Steam Pipe, Hot Reheat Steam Pipe dari Boiler sangat perlu untuk dievaluasi. Metoda evaluasi yang dilakukan oleh turbin maker tidak jelas karena itu evaluasi dilakukan dengan cara metoda boiler maker.
- (6) GRF dan GMF
GRF dan GMF bukan merupakan material yang bekerja pada suhu lebih dari 450°C, jadi kerusakan akibat Creep tidak akan terjadi. Karena itu pada peralatan ini evaluasi Creep Rupture tidak dilakukan. Tetapi seperti yang terjadi di PLTU Anegaski, dan PLTU Sodeura, dimana terjadi impurities pada material sudu GRF dan GMF yang menyebabkan embrittlement. Karena itu kerusakan seperti itu perlu diperhatikan karena dapat menyebabkan berhentinya PLTU dalam waktu yang lama.

2.4 PENAMBAHAN OBYEK PEMERIKSAAN YANG SEDANG DIPERTIMBANGKAN

- (1) Sistem operasi/starting valve yang bekerja pada suhu di atas 450°C, mempunyai kemungkinan kerusakan akibat Creep Rupture atau Fatigue. Pada saat ini pemeriksaan dengan PT (Penetrant Testing), MT (Magnetic Particle Testing) dapat mendeteksi ada tidaknya crack (retakan). Untuk material dari besi atau stainless steel perlu adanya master curve yang hal ini perlu ditinjau kembali.
- (2) Pressure Vessel yang bekerja di atas suhu 450°C, seperti High Pressure Separator Tank, sama dengan Super Heater Header dan Reheater Header perlu dilakukan evaluasi Creep Damage. Tetapi bagian dan posisi yang perlu diperiksa masih perlu dipikirkan.

3. BAGIAN FASILITAS PERALATAN YANG DIEVALUASI

3.1 BOILER dan HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR

- (1) Super Heater Header, Reheater Header (dimana menurut pemeriksaan dengan cara non-destruktif umumnya kerusakan Creep Rupture. Catatan: termasuk Fatigue pada Weld Part di Stub Pipe)
- (2)

Tabel 3 Bagian yang diperiksa

Komponen	Bagian yang diperiksa
Girth Welds	Depo (Weld Metal Part), HAZ (Heat Affected Zone), Base Metal
T Piece Welds	Depo, HAZ, Base Metal
Stub Tube Welds	Depo, HAZ
Hanging Metal Welds	Depo, HAZ

- (3) Super Heater Pipe, Reheater Pipe dan bagian-bagian pipa yang didisain melebihi suhu di atas 450°C

Tabel 4 Bagian yang diperiksa

Komponen	Bagian yang diperiksa
Maximum Metal Temperature Welds	Depo, HAZ, Base Metal
Sambungan las antara metal dengan metal yang mempunyai grade lebih rendah	Depo, HAZ bagian bawah, Base Metal bagian bawah

- (4) Main Steam Pipe dan Hot Reheat Pipe

Tabel 5 Bagian yang diperiksa

Komponen	Bagian yang diperiksa
Elbow Welds	Depo, HAZ, Base Metal
Girth Welds	Depo, HAZ, Base Metal
Stub Tube Welds	Depo, HAZ
Reinforcement Plate Welds	Depo, HAZ
Hanging Metal Welds	Depo, HAZ

- (5) Sudu dari GRF (Gas Recirculating Fan), GMF (Gas Mixing Fan), Main Board dan Side Board, bagian yang diperiksa adalah Base Metal.

3.2 TURBIN

- (1) High Pressure, Intermediate Pressure dan Low Pressure Axle, berdasarkan pemeriksaan non-destruktif dapat dideteksi kerusakannya adalah Creep Rupture, Fatigue dan Embrittlement. Catatan untuk Low Pressure Axle hanya mengalami Embrittlement.
Bagian yang diperiksa : First Stage dan Intermediate Stage (permukaan dan bagian tengah)
Bagian standar : Coupling (bagian tengah)
Catatan : Pemeriksaan bagian tengah dilakukan pada saat pemeriksaan detil Rotor dilakukan
- (2) High dan Intermediate Outer-Inner Casing, berdasarkan pemeriksaan non-destruktif dapat dideteksi kerusakannya adalah Creep Rupture, Fatigue dan Embrittlement
Bagian yang diperiksa : Permukaan dalam dan luar pintu masuk Steam (Uap air) dan First Stage Blade bagian atas dan bawah
Bagian standar :
Cara Pemeriksaan : Ditunjukkan pada tabel 4.2. Evaluasi terhadap Creep Damage dilakukan dengan Microstructure Observation Method, Hardness Measurement dan Electric Resistivity Measurement. Bagian permukaan yang dievaluasi digerus sedalam 1-2 mm. Jika retakan akibat thermal fatigue atau creep void terdeteksi dengan Microstructure Observation Method, dan dari hasil pemeriksaan banding yang dilakukan dengan pemeriksaan Hardness Measurement Method atau Electric Resistivity Method, jika ditemukan kerusakan yang besar, pada evaluasi remaining life selanjutnya pada permukaan yang sama dilakukan penggerusan lagi lalu evaluasi remaining life dilakukan. Begitu pula untuk bagian yang direncanakan akan diganti atau perlu diganti, perlu diadakan evaluasi dengan melakukan penggerusan. Penggerusan dilakukan dengan mempertimbangkan kekuatan material pipa. Jika pada hasil evaluasi remaining life menunjukkan kerusakan yang kecil dibandingkan kerusakan sebelumnya maka hasil dari pemeriksaan itu adalah positif.
- (3) Main Valve, berdasarkan pemeriksaan non-destruktif dapat dideteksi kerusakannya adalah Creep Rupture, Fatigue dan Embrittlement
Bagian yang diperiksa : HAZ dari Steam Room, Main Valve dan Pemipaan (piping) seperti Main Steam Lead Pipe dan Hot Reheat Steam Lead Pipe)
Bagian standar : Bonnet Flange Part
Cara Pemeriksaan : Ditunjukkan pada tabel 4.2. Evaluasi terhadap Creep Damage dilakukan dengan Microstructure Observation Method, Hardness Measurement dan Electric Resistivity Measurement. Bagian permukaan yang dievaluasi digerus sedalam 1-2 mm. Kecuali untuk permukaan Stainless Steel cukup hanya dilap saja. Jika retakan akibat thermal fatigue atau creep void terdeteksi dengan Microstructure Observation Method, dan dari hasil pemeriksaan banding yang dilakukan dengan pemeriksaan Hardness Measurement Method atau Electric Resistivity Method, jika ditemukan kerusakan yang besar, pada evaluasi remaining life selanjutnya pada permukaan yang sama dilakukan penggerusan lagi (untuk permukaan Stainless Steel cukup 1 mm saja) lalu evaluasi remaining life dilakukan. Begitu pula untuk bagian yang direncanakan akan diganti atau perlu diganti, perlu diadakan evaluasi dengan melakukan penggerusan (untuk permukaan Stainless Steel cukup 1 mm saja). Jika pada hasil evaluasi remaining life menunjukkan kerusakan yang kecil dibandingkan kerusakan sebelumnya maka hasil dari pemeriksaan itu adalah positif.
- (4) Turbine Steam Lead Pipe dan Hot Reheat Steam Pipe, berdasarkan pemeriksaan non-destruktif dapat dideteksi kerusakannya adalah Creep Rupture.
Bagian yang diperiksa : Depo, HAZ dan Base Metal dari Weld Part Main Valve dan Casing

4. METODA EVALUASI

4.1 BOILER

Metoda Evaluasi remaining life yang dilakukan tiap maker berbeda-beda, metoda tersebut dicantumkan pada tabel 6.

Tabel 6 Metoda Evaluasi untuk boiler

Kerusakan	Bagian	Mitsubishi Heavy Industries	Babcock-Hitachi	Ishikawa-Harima Heavy Industries	Kawasaki Heavy Industries
Creep	Depo HAZ	<ul style="list-style-type: none"> ● Difference Microstructure Method ● Measurement of void surface density 	<ul style="list-style-type: none"> ● A parameter method ● Cavity method 	<ul style="list-style-type: none"> ● A parameter method ● Ratio of void area method 	<ul style="list-style-type: none"> ● A parameter method ● Ratio of void area method
Ultrasonic wave searching crack for Mean Steam Pipe and Hot Reheater Pipe		TOFD method	Phase Array method	TOFD method	-
Fatigue	-	MT 転写法	微小亀裂法	微視亀裂法	微視亀裂法
Embrittlement (Heat Fan)	Bae Metal	Sharpie shock test method	Sharpie shock test method	Sharpie shock test method	Sharpie shock test method

Catatan:

1. Pada pengamatan HAZ bukan hanya bagian yang struktur yang besar/kasar saja tetapi jugabagian struktur yang kecil/halus
2. Pada Depo, jika evaluasi remaining life time tidak mungkin dilakukan dapat ditunjukkan dengan rasio void surface
3. Untuk pemeriksaan TOFD (*Time of Flight Diffraction*) method dan *Phase Array method* dilakukan disepanjang garis pengelasan (welding line) dengan area pengamatan yangtelah ditentukan agar lebih dapat mendeteksi cacat/kerusakan di bagian dalam area las.

TOFD method adalah suatu cara pemeriksaan seperti dimana suatu kerusakan yang berada di bagian dalam logam dapat dideteksi dengan gelombang yang dipancarkan dari sebuah sensor.

4.2 TURBIN

Metoda Evaluasi remaining life yang dilakukan tiap maker berbeda-beda, metoda tersebut dicantumkan pada tabel 7.

Tabel 7 Metoda Evaluasi untuk turbin

Kerusakan Bagian	Toshiba	Hitachi	Mitsubishi Heavy Industries	Fuji Electric
Creep	Microstructure Method (A parameter method)	Microstructure Method (A parameter method)	Microstructure Method (A parameter method)	Microstructure Method (A parameter method)

	Gabungan Hardness Measuremen Method+FEM Method	Hardness Measurement Method+Electric Resisvity Method	Hardness Measurement Method +FEM Method	Hardness Measurement Method
Fatigue	-	Microscope	Microscope	-
	Gabungan Hardness Measuremen Method+FEM Method			Hardness Measurement Method
Embrittlement	-	-	FEM	-
	-	Etching Method	Chemical Etching Method+MACH-E	-
	Electric Polarization Method	-	-	Electric Polarization Method

Microstructure Method, Pada evaluasi void jika master curve dari maker tidak ada dapat dipakai master curve dari EPR

FEM, untuk evaluasi bagian yang terkena stress dan temperatur tinggi.

Electric Resisvity Method dan Hardness Measurement, sangat efektif dipakai untuk kondisi Creep Rupture keadaan awal, tetapi jika kerusakan sudah melebihi 50%, ketelitian dari methoda tersebut tidak bagus.

4.3 DASAR PEMIKIRAN PEMILIHAN METODA EVALUASI

Pada saat ini pemeriksaan untuk evaluasi remaining life dari fasilitas PLTU di TEPCO dilakukan oleh maker masing-masing peralatan yang mempunyai standar yang berbeda-beda. Sehingga tidak ada kesamaan hasil evaluasi sama sekali. Untuk itu creep damage atau creep fatigue damage yang menyebabkan pergantian komponen fasilitas, dari beberapa pandangan untuk menaikkan tingkat ketelitian dapat dilakukan dengan menggabungkan beberapa cara atau tata-cara evaluasi diberikan standar yang baku.

Hardness Measuring Method atau test kekerasan material, bukan merupakan pengetesan kerusakan grain (butiran material) akibat creep damage, tetapi hanya merupakan evaluasi atau pengetesan terhadap karakteristik sebuah bagian dari material saja. Untuk evaluasi dimana terjadi kerusakan yang realtif kecil sangat tepat, tetapi jika kerusakan material akibat creep damage sudah melebihi 50%, perubahan kekerasan material sangat kecil, sehingga ketelitian dari pemeriksaan dengan methoda ini sangat menurun.

Electric Resistivity Measurement, adalah methoda yang sama dengan Sharpie Shock Method, dimana jika kerusakan pada material sudah melebihi 50% maka perubahan pada material sangat sedikit sehingga tingkat ketelitian dari methoda ini sangat turun.

Untuk itu kedua methoda ini dalam pemeriksaan selanjutnya dilakkan sebagai referensi saja.

Pada bagian peralatan dengan bahan logam dengan ketebalan yang relatif tipis dan mempunyai suhu yang seragam (uniform) dan mempunyai kemungkinan mendapatkan kerusakan akibat creep damage, jika terjadi keretakan dimulai dari sebuah proses dimana terjadi retakan kecil yang tumbuh secara cepat menjadi keretakan yang dapat dilihat dengan mata (sekitar 0.5mm), kemudian terjadi patah material. Sedangkan pada peralatan turbin yang mempunyai ketebalan relatif tebal, dimana terjadi gradient suhu dan stress pada material tersebut, dan terjadi pertumbuhan creep damage atau creep fatigue secara lokal, setelah terjadi keretakan yang dapat dilihat mata, pertumbuhan retakan akan menjadi stabil.

4.4 HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN PADA PEMILIHAN METODA EVALUASI

Dalam melakukan evaluasi remaining life sebuah material dari fasilitas peralatan, destructive testing adalah pengetesan yang sangat ideal, akan tetapi karena mahalnya dana dan penghematan waktu maka destructive testing tidak dilakukan, non-destructive testing lebih sering dilakukan.

Sekarang pun, selain untuk Super Heater (SH) dan Reheater (RH) Pipe, destructive testing sulit untuk dilakukan, dan non-destructive testing lebih sering dilakukan. Untuk evaluasi remaining life pada Super Heater dan Reheater Pipe dilakukan dengan destructive testing, dimana memakan waktu yang lama sekitar beberapa bulan dan biaya yang mahal. Pada SH dan RH Pipe kerusakan yang sering terjadi adalah penipisan tebal dinding pipa dan retak/pecahnya bagian logam di bagian las, karena itu pelaksanaan evaluasi remaining life lebih banyak dilakukan dengan non-destructive testing.

5. WAKTU EVALUASI

(1) Pemeriksaan pertama : Jika kumulasi waktu operasi sudah mencapai lebih kurang 100.000 jam dan Starting-Stop operasi melebihi 2500 kali . Untuk Tubrin High dan Intermediate Pressure Axle sekitar 120.000 jam, sedangkan High dan Intermediate Inner-Outer Casing dan Main Valve sekitar 150.000 jam.

(2) Pemeriksaan Lanjutan : Dilakukan setengah dari waktu sisa usia pakai (remaining life) hasil (3) Pada pemeriksaan Creep Rupture untuk bagian las (welds part) dari Main Steam Pipe dan Hot Reheat Steam Pipe yang melebihi waktu operasi kumulatif lebih dari 100.000 jam, ditambahkan pengamatan dari replika untuk non destructive testing, pencarian cracking dengan ultrasonic dan metoda lain yang menggunakan ultrasonic. Dari metoda-metoda tersebut dapat diketahui tinggi, panjang dan kedalaman retakan. Dari data-data yang didapat lalu dianalisa secara mekanika, cracking propagation yang kemudian dapat dijadwalkan pergantian pipa atau peralatan tersebut. Tapi jika pergantian tidak dijadwalkan, pada evaluasi selanjutnya pemeriksaan terhadap keretakan untuk evaluasi remaining life material harus tetap dilakkan.

6. DAFTAR ISIAN UNTUK PELAKSANAAN TIAP METODA EVALUASI

6.1 EVALUASI NON-DESTRUKTIF DENGAN CARA PENGAMBILAN REPLIKA

- (1) Daftar nama orang pengambil replika
- (2) Jenis cairan etching dan pembuatannya
- (3) Pengambilan Replika:
 - a. Tebal replika
 - b. Jenis cairan pelemah replika
 - c. Jumlah replika yang diambil
 - d. Luas replika yang diamati minimum 0.3 mm^2
- (4) Maksimum dan minimum suhu ketika pengambilan replika
- (5) Jenis bahan/material untuk vacuum evaporation, dan tebalnya
- (6) Jenis alat untuk pengamatan
- (7) Pembesaran pengamatan, pengamatan dengan optical microscope biasanya dengan pembesaran sekitar 400-500 kali. Sedangkan untuk SEM pembesaran sebesar 1000-1500 kali.
- (8) Nilai evaluasi untuk tiap hasil pengamatan dan hasil pengamatan rata-rata
- (9) Perbandingan hasil evaluasi dengan master curve, jika tidak ada memakai master curve dari EPRI

6.2 ELECTRIC POLARIZATION METHOD

- (1) Jenis/nama alat pengukur
- (2) Jenis/nama cairan yang dipakai dan waktu pembuatannya
- (3) Standar tempat pengukuran
- (4) Master curve

6.3 ELECTRIC RESISTIVITY MEASUREMENT

- (1) Jenis/nama alat pengukur
- (2) Tempat/bagian yang dievaluasi
- (3) Minimal 10 titik, hasil pengukuran yang menunjukkan selisih tegangan listrik
- (4) Perbandingan rasio tahanan listrik dari bagian yang dievaluasi
- (5) Kecenderungan hasil pengukuran rasio tahanan listrik dari hasil evaluasi sebelumnya
- (6) Master curve/grafik yang dipakai untuk menentukan dari rasio tahanan listrik ke rasio creep damage

6.4 HARDNESS MEASURING METHOD

- (1) Jenis/nama alat pengukur
- (2) Bagian peralatan yang akan dievaluasi
- (3) Minimum 10 titik pengukuran dan rata-rata hasil pengukuran
- (4) Kekerasan bagian yang dievaluasi ketika pembuatan dan penurunan kekerasan (dari hasil pengukuran)
- (5) Kecenderungan tingkat kekerasan pada evaluasi sebelumnya
- (6) Pemakaian master curve/graph untuk penentuan rasio creep damage dari penurunan tingkat kekerasan material
- (7) Selain dilakukan Hardness Measuring Method untuk melakukan evaluasi remaining life dari peralatan, perlu juga dilakukan evaluasi dengan method yang lain sebagai bahan perbandingan.

6.5 PEMERIKSAAN DENGAN ULTRASONIC METHOD

Pemeriksaan kerusakan material pada peralatan PLTU pada saat sekarang ini banyak menggunakan teknologi yang canggih, misalnya dengan TOFD (Time of Flight Diffraction), Phased Array Method dan metoda-metoda lainnya. Dengan metoda-metoda yang menggunakan ultrasonic ini keretakan material yang terjadi di dalam dinding pipa dapat dideteksi dengan ketelitian tinggi, baik bentuk, panjang, tinggi, lebar dan posisi serta kedalaman retakan tersebut. Dan dari perhitungan secara mekanika kekuatan bahan dapat diprediksi pertumbuhan retakan (cracking propagation) di dalam logam tersebut. Sehingga dapat diprediksi kapan material logam tersebut harus diganti atau hanya cukup mengalami perbaikan dengan pengelasan saja.

7. PENUTUP

Laporan teknis ini digunakan sebagai pedoman pada 13 PLTU di TEPCO untuk menambah dan merevisi pedoman pelaksanaan pemeriksaan rutin yang dilakukan setahun sekali untuk memprediksi remaining life dari fasilitas PLTU.

8. DAFTAR PUSTAKA

Irhan Febijanto, "PREDIKSI WAKTU PAKAI *SUPERHEATER* DAN *REHEATER* DI BOILER", Prosiding Konferensi ESDAL 2001, 4-5 Juli 2001, Jakarta, pp E-74~83