

DIAGNOSIS PENUAAN KOMPONEN PANEL *CHILLER* QKJ 10/20/30 SISTEM VENTILASI GEDUNG RSG-GAS MENGGUNAKAN *INFRARED CAMERA*

Teguh Sulistyio

ABSTRAK

DIAGNOSIS PENUAAN KOMPONEN PANEL *CHILLER* QKJ 10/20/30 SISTEM VENTILASI GEDUNG RSG-GAS MENGGUNAKAN *INFRARED CAMERA*. Panel *chiller* QKJ 10/20/30 merupakan peralatan elektrik yang digunakan untuk mengoperasikan sistem penyedia air dingin (*chiller water system*, CWU) pada sistem ventilasi gedung reaktor RSG-GAS yang terdiri atas terminal kabel, *oil pressure control*, *fan temperature control*, *timer*, BT2 *thermostat*, NH *fuse* 100 A, kabel, MCB motor *fan* dan pompa, serta *main circuit breaker*. Untuk menunjang keselamatan operasi reaktor RSG-GAS, telah dilakukan diagnosis penuaan terhadap komponen panel *chiller* QKJ 10/20/30 dengan menggunakan *infrared camera type thermo tracer TH9100PM VI/PW VI*. Hasil diagnosis menunjukkan bahwa temperatur pada bagian terminal kabel MCB QKJ 10 mengalami kenaikan yang berarti dan dapat menyebabkan *overheating*. Kenaikkan temperatur yang sangat berarti ini dikhawatirkan dapat menimbulkan dampak degradasi atau penurunan kemampuan fungsi hingga terjadi kegagalan sebagian atau seluruh sistem yang terkait sehingga perlu segera dilakukan tindakan *preventive maintenance*, *predictive maintenance* dan *safety* terhadap komponen dan sistem tersebut.

Kata Kunci : komponen elektrik

ABSTRACT

COMPONENTS AGING DIAGNOSIS *CHILLER* QKJ PANEL 10/20/30 RSG-GAS BUILDING VENTILATION SYSTEM USING UTILIZE *INFRARED CAMERA*. Ageing diagnosis to the panel component of QKJ *chiller* 10/20/30 of RSG-GAS ventilation system using an infra red camera. The QKJ 10/20/30 *chiller* panel of RSG-GAS ventilation system constitutes of electrical equipment utilized to operate *chiller water system* CWU. It comprises of MCB cable terminal, *oil pressure control*, *fan temperature control*, *timer*, BT2 *thermostat*, NH *fuse* 100 A, cables, MCB motor *fan* and pump and *main circuit breaker*. To support the RSG-GAS operational safety, ageing diagnosis to panel component of *chiller* QKJ 10/20/30 has success fully carried out using an infra red camera thermo tracer type of TH9100 PM VI/PW VI. Result of diagnoses demonstrated that MCB QKJ 10 cables terminal experiencing temperature increases which potentially lead to *overheating*. Significant temperature increase also may cause components degradation and eventually partly or completely failure. Preventive and predictive maintenance as well as safety measures to that a component is must in order to avoid unexpected occurrences.

Keywords: component electrical

PENDAHULUAN

Sistem ventilasi gedung RSG-GAS merupakan salah satu sistem bantu yang berperan mendukung kegiatan operasi reaktor, dimana salah satu keberhasilan operasi reaktor ditentukan oleh keandalan sistem ventilasi tersebut. Sistem ventilasi ini dirancang sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk mendinginkan ruangan dan mengatur tingkat kelembaban udara, beda tekanan antara ruangan serta dilengkapi peralatan katup isolasi kebakaran (*fire damper*) yang berfungsi mengisolasi ruangan-ruangan di dalam gedung reaktor dalam keadaan darurat.

Pengaturan pendingin dan kelembaban udara ruangan ini diperlukan untuk menjaga keandalan dan ketahanan peralatan serta kenyamanan pekerja, sedangkan pengaturan beda tekanan ruangan dimaksudkan untuk mencegah tersebarnya udara yang mengandung kontaminasi udara keruangan lain disaat membuka pintu penghubung maupun melalui infiltrasi udara. Disisi lain *fire damper* akan bekerja saat kondisi darurat, yaitu bila terjadi kebakaran. *Fire damper* dapat dioperasikan secara manual maupun otomatis, sehingga dapat mengisolasi suatu ruangan tertentu agar kebakaran tidak menyebar ke ruangan atau gedung lain.

Salah satu metoda perawatan yang dilakukan secara berkala guna mencegah terjadinya kegagalan

serta mempertahankan kestabilan fungsi sistem ventilasi gedung RSG-GAS baik dalam kondisi normal maupun kondisi gangguan sehingga kontinuitas pelayanan dapat dipertahankan maka perlu dilakukan diagnosis penuaan komponen panel *chiller* QKJ 10/20/30 sistem ventilasi gedung RSG-GAS menggunakan *infrared camera type thermo tracer TH9100PM VI/PW VI* sehingga degradasi kerusakan komponen, struktur dan sistem (KSS) panel *chiller* QKJ 10/20/30 dapat diketahui secara dini serta dapat dilakukan tindakan kegiatan *preventive maintenance, predictive maintenance* dan *safety* terhadap sistem tersebut.

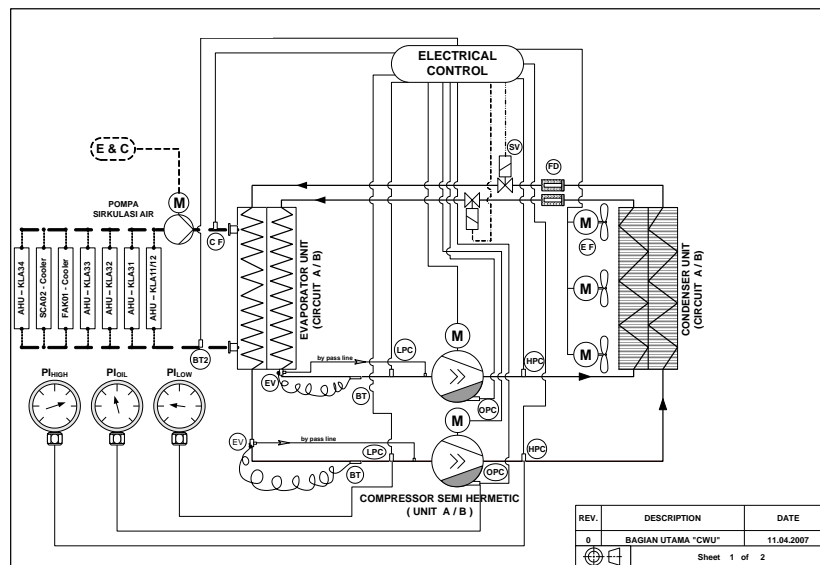
DESKRIPSI SISTEM

Sistem penyedia air dingin (*chiller water system, CWU; QKJ10/20/30*)

Komponen utama sistem penyedia air dingin adalah mesin refrijerasi yang berfungsi untuk memproses air dingin. Fluida pendingin yang digunakan pada mesin refrijerasi adalah refrijeran R22 (*refrigerant, R22*). Refrijeran R22 ini berfungsi mendinginkan air yang selanjutnya digunakan sebagai media pendingin pada sistem-sistem lain seperti sistem ventilasi zona radiasi menengah (*intermediate radiation zone, IRZ*), sistem purifikasi dan pendingin air kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK01) dan sistem udara tekan (SCA02). Jenis mesin refrijerasi, kompresor dan penggerak/penghasil tekanan refrijerasi yang digunakan adalah jenis pendingin udara (*air cooled type*), kompresor yang dapat dibongkar pasang tanpa merusak (*semi-hermetic compressor type*) dan penggerak/penghasil tekanan refrijerasi menggunakan torak (*reciprocating type*).

Pada Gambar 1, beban pendingin dari *air handling unit* (AHU, KLA31/32/33/34) dan *cooler* (FAK01 & SCA02) ditransfer melalui air yang di sirkulasi dari dan ke CWU menggunakan pompa sirkulasi air dingin dan diukur oleh sensor suhu kapasitas beban pendingin (BT 2). Jika suhu air lebih besar dari 12 °C ($t > 12$ °C) maka CWU akan beroperasi dan apabila suhu air lebih kecil atau sama dengan 6 °C ($t < 6$ °C) maka CWU akan berhenti beroperasi, tetapi pompa sirkulasi masih tetap beroperasi.

Dalam kondisi CWU beroperasi maka seluruh parameter harus terkendali sampai batas aman operasi. Lingkup pengendalian meliputi pertama pengendalian tekanan isap (*low pressure control, LPC*) mesin refrijerasi yang harganya harus berada pada rentang 3,5- 4,5 bar (kgf/cm²). Jika tekanan isap lebih kecil dari 3,5 bar maka kemampuan pendingin berkurang akibatnya terjadi bunga es di sekitar sisi isap kompresor semi hermetik. Jika tekanan isap melebihi 4,5 bar maka kemampuan pendingin akan berkurang, dimana air membutuhkan waktu yang lama untuk menurunkan suhu air hingga batas yang telah di-*setting* oleh BT 2. Pengendalian tekanan keluaran (*high pressure control, HPC*) mesin refrijerasi harus berada diantara 12-25 bar (kgf/cm²). Jika tekanan keluaran lebih kecil dari 12 bar ($PI_{HIGH} < 12$ bar) maka kemampuan pendingin berkurang, karena kompresi yang dihasilkan tidak memadai sehingga *freon* akan mengembun sebagian sebelum memasuki unit evaporator, dan jika keluaran melebihi 25 bar ($PI_{HIGH} > 25$ bar) maka kemampuan pendingin akan berkurang karena *freon* tidak mengembun sempurna di unit evaporator sehingga memungkinkan kompresor berhenti beroperasi untuk mencegah terjadinya panas berlebih di unit kondensor tersebut. Kedua pengendalian tekanan minyak pelumas (*oil pressure control, OPC*) mesin refrijerasi harus berada diantara 1,5-5 bar (kgf/cm²) diatas tekanan isap. Jika tekanan minyak pelumas lebih kecil dari 1,5 bar maka pendinginan kompresor akan berkurang yang disebabkan oleh distribusi minyak pelumas tidak merata, saringan minyak pelumas kotor, pompa minyak pelumas rusak dan tekanan minyak pelumas. Jika tekanan minyak pelumas lebih besar dari 5 bar kemungkinan saringan minyak pelumas akan rusak. Ketiga pengendalian suhu pembekuan (*freeze protection thermostat, BT1*) berfungsi untuk mencegah air tidak beku. Alat pengendalian suhu pembekuan ini di-*setting* berada diantara 4-5°C. Keempat pengendalian laju alir air (*dry running protection, CF*) berfungsi untuk mencegah pompa sirkulasi beroperasi tanpa ada aliran air yang minimum atau lebih kecil dari 40 % dari penampang pipa normal dan kelima pengendalian rangkaian pengaman kompresor (*safety circuit*) berfungsi mengamankan dan mengendalikan agar kompresor dapat beroperasi secara normal.



Gambar 1. Rangkaian sistem penyedia air dingin (*chiller water system, CWU; QKJ10/20/30*)^[1]

Teknologi *non destructive testing non-contact infrared*

Teknologi *infrared camera* merupakan salah satu peralatan teknologi *non destructive testing non-contact infrared* yang dapat digunakan untuk kegiatan *preventive maintenance, predictive maintenance, quality control, safety control, testing & commissioning* atau *NDT of materials evaluation* dan memungkinkan pengukuran temperatur dari jarak tertentu tanpa menyentuh obyek yang diukur secara *scanning* serta mendeteksi perubahan temperatur hingga 0,1 °C, sehingga mampu mengkondisikan material komponen yang mengalami perubahan. Metoda ini sangat efisien dan efektif untuk kegiatan inspeksi terhadap komponen, peralatan maupun instalasi listrik yang sedang beroperasi pada sistem kelistrikan gedung RSG-GAS, sehingga dapat diketahui kerusakannya secara dini. Teknologi ini bekerja dengan cara mengukur pancaran energi panas suatu bahan atau komponen kemudian mengkonversikannya menjadi suatu peta temperatur bahan atau komponen tersebut. Dengan mengetahui perbedaan peta temperatur dari bahan atau komponen yang diuji secara dini, akurat dan cepat maka dapat diketahui kondisi penyimpangan yang terjadi pada KSS sistem kelistrikan gedung RSG-GAS.

Semua materi/benda yang mempunyai suhu di atas nol *absolute* (0 °K atau -273 °C) memancarkan sinar radiasi dalam rentang panjang gelombang sinar infra merah, sehingga metoda *infrared thermography* dengan kemampuannya untuk mendeteksi perubahan temperatur hingga 0,1 °C akan lebih efisien dan efektif dalam mendeteksi dan melokalisasi daerah anomali dengan cara melihat langsung peta temperatur (*temperature image*) yang diperoleh. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam

melaksanakan pengukuran dengan menggunakan metoda *infrared thermography* antara lain obyek permukaan sebagai target, media transmisi antara obyek target dengan instrumen, dan instrumen.

Obyek permukaan sebagai target kondisinya harus langsung terlihat kamera dan objek tidak terhalang oleh benda lain meskipun tembus cahaya secara visual dan mempunyai pancaran radiasi pada *range* 0,75 μ sampai dengan 100 μ. Hal ini sesuai dengan spektrum pancaran radiasi *infrared*, tetapi dalam pelaksanaannya obyek atau target yang sering ditemukan berada pada *range* 0,75 μ sampai dengan 20 μ. Permukaan obyek yang dapat diperiksa dengan menggunakan metoda *infrared* ini dapat berbentuk *single layer* atau *multi layer*, namun pada prinsipnya permukaan yang diperiksa secara langsung terlihat, hanya dalam pengolahan data pada mekanisme perpindahan panas menggunakan pendekatan kondisi *multi layer*.

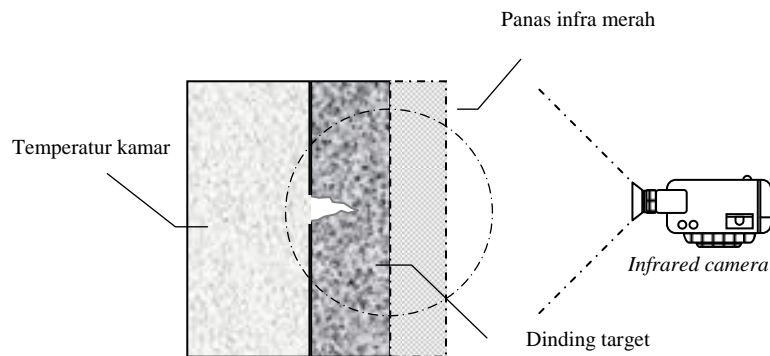
Media transmisi antara obyek yang akan diperiksa dengan instrumen yang digunakan adalah bukan media yang *vacum* atau *loss energy*, jadi merupakan media normal bisa dingin ataupun panas, namun ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada media transmisi tersebut, yaitu perihal kondisi waktu. Sebagai contoh pengambilan gambar temperatur pada tengah hari dengan kondisi pancaran matahari cukup kuat adalah tidak baik, hal ini akibat refleksi pancaran sinar matahari cukup tinggi sehingga memberikan gambar temperatur yang lain. Oleh karena itu, pemeriksaan pada malam hari merupakan waktu pelaksanaan yang tepat.

Pelaksanaan pemeriksaan dengan metoda *infrared* untuk siang hari (pagi atau sore) dan malam hari juga perlu memperhatikan kondisi kecepatan angin, dimana kecepatan angin akan memberikan perubahan pancaran radiasi dari permukaan obyek,

sehingga sangat mempengaruhi hasil evaluasi terutama jika berhadapan dengan obyek elektrikal. Menurut Herbert Kaplan,^[2] untuk lingkungan di luar ruangan, kecepatan angin sangat mempengaruhi kondisi obyek yang diperiksa (kecepatan angin ≥ 9 m/s atau setara dengan 18 knot) penggunaan metoda *infrared* sudah tidak layak digunakan. Pemeriksaan dengan metoda *infrared thermography* ditunjukkan pada Gambar 2.

Pemeriksaan dengan metoda *infrared thermography* pada hakekatnya adalah mendeteksi dan mengukur gelombang elektromagnetik atau *infrared* yang dipancarkan oleh material dan di-scan melalui

lensa dan filter khusus yang dideteksi menjadi *thermal image* (peta temperatur gradien) yang kemudian dapat dilihat pada monitor atau *viewfinder* dan langsung direkam sekaligus diukur temperaturnya. Dengan menggunakan metoda *infrared thermography* ini hasil pemeriksaan mampu memberikan informasi yang tepat dan akurat tentang prediksi terjadinya kegagalan material akibat panas berlebihan. Dengan berdasarkan pancaran radiasi yang ditimbulkan dari material yang dipetakan dalam bentuk *gradien thermal image*, maka dapat ditentukan secara langsung lokasi cacat dari material yang diukur.



Gambar 2. Skema pemeriksaan dengan metoda *infrared thermography*^[2]

TATA KERJA

Tata kerja yang dilakukan dalam diagnosis penuaan komponen *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS, yaitu pemasangan komponen-komponen *NDT non-contact IR* yang terdiri atas lensa, filter, *viewfinder*, *memory card*, baterai, dan lain sebagainya, dilanjutkan dengan identifikasi permukaan dan melakukan *scan* permukaan obyek dengan kamera *infrared*. Pada saat melaksanakan *scan*, operator diharuskan untuk memperhatikan fokus kamera dan intensitas matahari (jika dilakukan pada siang hari). Permukaan obyek yang mengalami anomali diberi identifikasi dan dicatat sebagai data *thermal image* dan *visual image*. Data-data yang telah diperoleh

selanjutnya dianalisa dan dievaluasi dengan menggunakan program *thermogram*.

HASIL

Pada Gambar 3, ditunjukkan photo *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS yang berlokasi di atas gedung RSG-GAS. Dengan menggunakan alat ukur Vantage Pro 2 buatan USA diperoleh hasil pengukuran kondisi lingkungan disekitar *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS selama 7 (tujuh) hari ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan hasil diagnosis komponen *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS menggunakan *infrared camera* ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



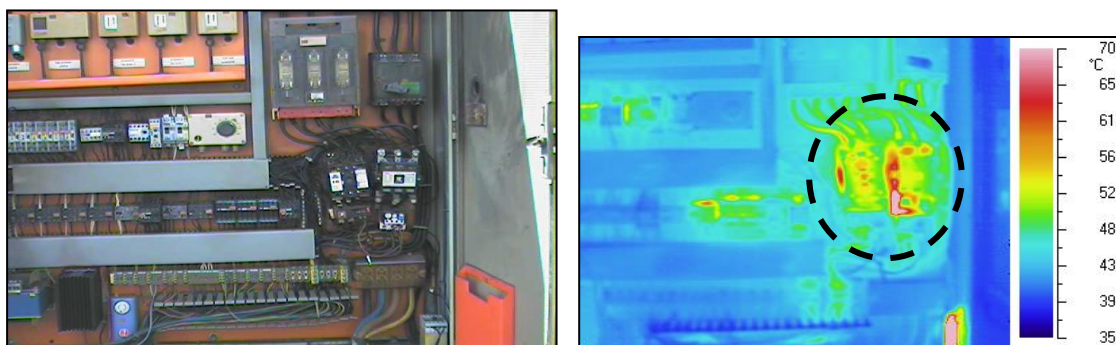
Gambar 3. Chiller water system, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS^[3]

Tabel 1. Hasil pengukuran kondisi lingkungan di sekitar chiller water system, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS

No	Uraian	Hasil
1	Kecepatan angin rata-rata	2 m/s
2	Temperatur rata-rata	33 °C
3	Humidity rata-rata	74 %
4	Tekanan atmosfer / udara	1 bar

Pada Gambar 4 dan Tabel 2, hasil *scanning* panel chiller water system, CWU; QKJ10 RSG-GAS menunjukkan adanya *overheating* pada terminal kabel MCB, sedangkan komponen panel lainnya seperti *oil pressure control*, *fan temperature control*, timer, BT2 thermostat, NH fuse 100 A, kabel, MCB motor fan dan pompa, serta *main circuit breaker* tidak mengalami *overheating*. *Overheating* pada

terminal kabel MCB ini harus mendapat perhatian karena jika panasnya terus berlanjut hingga melewati batas yang diizinkan yaitu lebih besar dari 120 °C dapat memicu timbulnya rugi-rugi dielektrik berupa pelepasan muatan (*partial discharge*) yang merupakan suatu bentuk kegagalan listrik yang menyebabkan hilangnya tegangan dan mengalirnya arus bocor dalam bahan isolasi tersebut.



Gambar 4. Hasil *scanning* panel chiller water system, CWU; QKJ10 RSG-GAS

Tabel 2. Data hasil *scanning* panel chiller water system, CWU; QKJ10 RSG-GAS

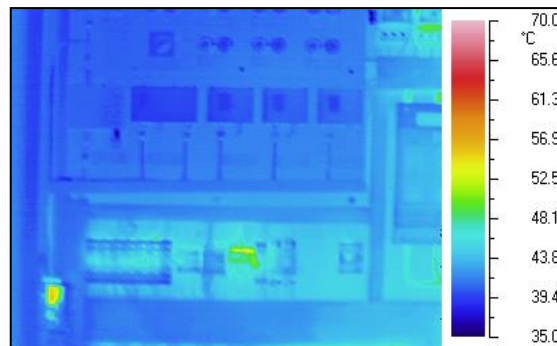
Objek	:	QKJ10 RSG-GAS
Lokasi	:	Roof gedung reaktor
Jenis	:	Panel
Bahan	:	-
Temperatur lingkungan	:	25 °C
Temperatur acuan	:	50 °C - 120 °C
Kelembaban	:	80 % RH

Tabel 2 Lanjutan

Kecepatan angin	:	0 ... 3 m/s
Jarak	:	1,0 ... m
Emisifitas	:	0,90
IR Image	:	Camera Thermo Tracer
Tanggal	:	5 Maret 2007
Hasil scanning IR	:	Terdapat <i>over heating</i> pada terminal kabel MCB
Komentar	:	Temperatur masih di bawah nilai operasinya yaitu 120 °C

Pada Gambar 5 dan Tabel 3, hasil *scanning* panel *chiller water system*, CWU; QKJ20 RSG-GAS tidak menunjukkan adanya *overheating* pada terminal kabel MCB, *oil pressure control*, *fan*

temperature control, timer, BT2 thermostat, NH *fuse* 100 A, kabel, MCB motor *fan* dan pompa, serta *main circuit breaker*.



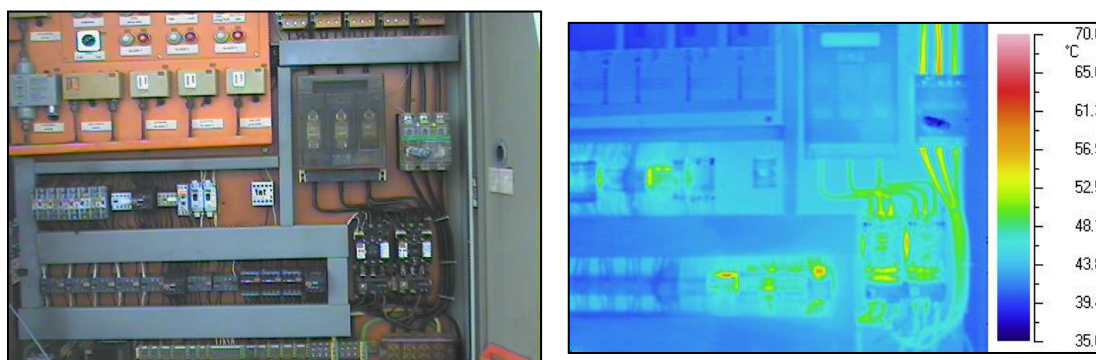
Gambar 5. Hasil *scanning* panel *chiller water system*, CWU; QKJ20 RSG-GAS

Tabel 3. Data hasil *scanning* panel *chiller water system*, CWU; QKJ20 RSG-GAS

Objek	:	QKJ20 RSG-GAS
Lokasi	:	Roof gedung reaktor
Jenis	:	Panel
Bahan	:	-
Temperatur lingkungan	:	25 °C
Temperatur acuan	:	50 °C - 120 °C
Kelembaban	:	80 % RH
Kecepatan angin	:	0 ... 3 m/s
Jarak	:	1,0 ... m
Emisifitas	:	0,90
IR Image	:	Camera Thermo Tracer
Tanggal	:	5 Maret 2007
Hasil scanning IR	:	Tidak terdapat <i>over heating</i>
Komentar	:	Temperatur masih di bawah nilai operasinya yaitu 120 °C

Sedangkan pada Gambar 6 dan Tabel 4, hasil *scanning* panel *chiller water system*, CWU; QKJ30 RSG-GAS tidak menunjukkan adanya *overheating* pada terminal kabel MCB, *oil pressure control*, *fan*

temperature control, timer, BT2 thermostat, NH *fuse* 100 A, kabel, MCB motor *fan* dan pompa, serta *main circuit breaker*.



Gambar 6. Hasil scanning panel chiller water system, CWU; QKJ30 RSG-GAS

Tabel 4. Data hasil scanning panel chiller water system, CWU; QKJ30 RSG-GAS

Objek	:	QKJ30 RSG-GAS
Lokasi	:	Roof gedung reaktor
Jenis	:	Panel
Bahan	:	-
Temperatur lingkungan	:	25 °C
Temperatur acuan	:	50 °C - 120 °C
Kelembaban	:	80 % RH
Kecepatan angin	:	0 ... 3 m/s
Jarak	:	1,0 ... m
Emisifitas	:	0,90
IR Image	:	Camera Thermo Tracer
Tanggal	:	5 Maret 2007
Hasil scanning IR	:	Tidak terdapat over heating
Komentar	:	Temperatur masih di bawah nilai operasinya yaitu 120 °C

Proses degradasi komponen panel chiller water system, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS umumnya disebabkan oleh arus bocor yang terjadi pada komponen elektriknya. Arus bocor ini disebabkan oleh efek kapasitansi, tahanan isolasi dan kemampuan hantar arus (kHA) yang merupakan batas maksimal arus listrik yang diperbolehkan melewati suatu penghantar. Jika arus listrik yang melewati suatu penghantar melebihi batas kHA-nya menyebabkan suhu penghantar melebihi panas maksimum yang diizinkan dan merusak isolasi penghantar. Untuk beberapa contoh kasus yang terjadi pada komponen elektrik yang menggunakan bahan tembaga elektrolitis dengan konsentrasi kemurnian sekurang-kurangnya 99,9 % dan aluminium sekurang-kurangnya 99,5 %, gejala degradasi komponen elektrik yang disebabkan oleh efek kapasitansi, tahanan isolasi dan kemampuan hantar arus terjadi pada suhu lebih besar dari 70 °C dengan suhu kamar 30 °C. Selain itu terdapat pula faktor penyebab lainnya seperti bagian permukaan kontak-kontak yang tidak rata misalnya pada kontaktor, saklar dan sebagainya. Kontak-kontak pada kontaktor, saklar dan lain sebagainya umumnya bekerja secara berulang-ulang (*cycling*). Jika pada salah satu bagian permukaan kontak-kontak tidak rata, maka pada saat bagian permukaan kontak-kontak

dirapatkan (ditutup) kedua bagian tersebut tidak tertutup secara sempurna (*bad contac*) sehingga menimbulkan perbedaan intensitas medan elektrik. Intensitas medan elektrik di permukaan bagian yang tidak rata akan melepaskan elektron bebas dalam jumlah yang cukup besar disertai dengan panas yang tinggi akan terkungkung dan mengenai bagian isolasi komponen tersebut sehingga menimbulkan kegagalan isolasi (*isolation failure*).

Kemungkinan kegagalan komponen panel chiller water system, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS yang terdiri atas terminal kabel MCB, oil pressure control, fan temperature control, timer, BT2 thermostat, NH fuse 100 A, kabel, MCB motor fan dan pompa, serta main circuit breaker dapat disebabkan antara lain karena terjadinya gangguan hubung singkat, umur operasi komponen sudah terlampaui dan kerusakan karena faktor mekanis misalnya terbentur pada saat pemasangan, berkurangnya kekuatan dielektrik karena isolasinya dikenakan tegangan lebih tinggi dalam waktu yang lama, dan lain sebagainya. Apabila tegangan yang diterapkan mencapai tingkat ketinggian tertentu maka bahan isolasi tersebut akan mengalami pelepasan muatan (*partial discharge*) yang merupakan suatu bentuk kegagalan listrik yang

menyebabkan hilangnya tegangan dan mengalirnya arus bocor dalam bahan isolasi tersebut.

Ditinjau dari faktor pemicu proses penuaan dan kerusakan panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS umumnya berupa kondisi yang tidak diinginkan hingga kegagalan fungsi. Proses penuaan dan kondisi lingkungan serta operasional yang agresif menghasilkan suatu kegagalan fungsi. Kondisi lingkungan yang perlu dipertimbangkan yaitu kondisi operasi normal, operasi tidak normal yang dapat diantisipasi dan kondisi lingkungan alam, sedangkan dari sisi aspek penuaan komponen elektrik, kondisi fisik dan mekanik perlu dipertimbangkan adanya faktor-faktor paparan radiasi, temperatur, tekanan, vibrasi dan *cycling* (perulangan), korosi, reaksi kimiawi, erosi dan faktor yang berkaitan dengan

kondisi non fisik yaitu perubahan teknologi akibat adanya modifikasi KSS, perubahan prasyarat keselamatan, perubahan yang menyebabkan dokumen menjadi ketinggalan jaman, desain yang tidak memadai, salah perlakuan dalam perawatan serta pengujian KSS. *Trend* litbang tentang penuaan juga harus dipertimbangkan sebagai umpan balik bagi program manajemen penuaan yang sedang berjalan karena dari *trend* litbang penuaan ini diperoleh informasi-informasi spesifik untuk penuaan komponen listrik reaktor riset, sedangkan jenis-jenis mekanisme penuaan (*ageing mechanism*) meliputi *embrittlement*, aus, *fatigue*, penipisan, retak, lengket, rusak dan kuno. Pada Tabel 5 ditunjukkan identifikasi komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS.

Tabel 5. Hasil identifikasi komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS

KKS	Komponen	Kelas keselamatan	Penggantian	Material	Stressor dan lingkungan
QKJ 10/20/30	Terminal kabel MCB	AS2/C	C	Tembaga	2;5
	<i>Oil pressure control fan</i>	E1/A	C		2;4;5
	<i>Temperature control</i>				2
	Timer, BT2 thermostat	E1/A	C	Fe	2;5
	NH fuse			Keramik	
	Kabel, <i>Main circuit breaker</i>			Polimer	

Keterangan :

1. Kemudahan penggantian (*replacement ease*)

- A : Tidak dapat diganti
- B : Sulit
- C : Normal
- D : Mudah

2. Kelas mutu (*quality class*)

- 1 : Peralatan/komponen dengan toleransi 0-5 %
- 2 : Peralatan/komponen dengan toleransi 5-10 %
- 3 : Peralatan/komponen dengan toleransi > 10 %

3. Kelas keselamatan (*safety related*)

- A : Langsung berhubungan dengan keselamatan
- B : Tidak langsung berhubungan dengan keselamatan
- C : Tidak berhubungan dengan keselamatan

4. Penekanan dan lingkungan (*stressor and environment*)

- 1 : Radiasi
- 2 : Temperatur
- 3 : Tekanan
- 4 : *Cycling*
- 5 : Korosi
- 6 : Kimia
- 7 : Erosi
- 8 : Perkembangan Teknologi
- 9 : Rekuaiemen keselamatan
- 10 : Dokumentasi
- 11 : Faktor manusia
- 12 : Disain/operasi/*maintenance*

Berdasarkan identifikasi komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-

GAS setelah dilakukan pengujian *Non Destructive Testing* (NDT) dengan menggunakan *infrared*

camera type thermo tracer TH9100 PM VI/PW VI seperti ditunjukkan pada Tabel 5, kemungkinan pemicu *overheating* yang terjadi pada komponen-komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS tersebut antara lain adalah pemakaian alat yang sudah mencapai umur desain, penggunaan secara paksa, perubahan sifat mekanis dan kondisi lingkungan yang agresif yang

dikaitkan dengan kelas keselamatan (*safety class*), kemudahan penggantian (*repeatability*), kelas mutu (*quality class*), tekanan dan lingkungan (*stressor and environment*). Selanjutnya dilakukan identifikasi penyebab pemicu kerusakan komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data hasil identifikasi penyebab pemicu kerusakan komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS

No	Penyebab pemicu	Komponen panel <i>chiller water system</i> , CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS						
		Terminal kabel MCB	<i>Oil pressure control</i>	<i>Fan temperature control</i>	Timer	BT2 thermostat	NH fuse	MCB
1	Radiasi							
2	Temperatur	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Tekanan		✓			✓		✓
4	<i>Cycling</i>			✓				✓
5	Korosi	✓						✓
6	Kimia		✓					
7	Erosi							
8	Perkembangan teknologi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	Persyaratan keselamatan	✓	✓	✓			✓	✓
10	Dokumentasi							
11	Faktor manusia	✓					✓	✓
12	Desain/operasi/perawatan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Pencegahan dan mitigasi terhadap efek-efek penuaan dan kerusakan komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS dapat dilakukan antara lain dengan cara pengamatan dan pengujian untuk mengkaji adanya degradasi KSS, program perawatan pencegahan, evaluasi periodik terhadap pengalaman operasi, optimasi terhadap kondisi operasi, perbaikan, penggantian dan pembaharuan/pemolesan komponen

Perlakuan yang sesuai dan memadai pada waktu perancangan panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS dimulai pada tahap desain dengan mengadopsi batas-batas keselamatan yang tepat untuk memberikan antisipasi sifat material pada akhir umur kegunaannya. Bila data material tidak ada, harus diadopsi program pengamatan material yang memadai, dan hasil-hasil yang diperoleh dari program ini digunakan untuk mengevaluasi kecukupan desain selama interval tertentu. Hal ini membutuhkan perencanaan selama tahap desain dan pemantauan sifat mekanis material selama mengalami perubahan karena faktor-faktor seperti korosi, tekanan dan radiasi. kekuatan dan titik leleh yang tinggi.

Selain itu kegiatan pengamatan dan pengujian dapat dimanfaatkan untuk mengkaji adanya degradasi KSS dalam rangka melaksanakan tindakan

pencegahan dan korektif. Profil dan sifat penuaan dapat dikembangkan dari aktivitas ini sehingga memungkinkan dilakukannya penggantian terhadap komponen yang mengalami penuaan sebelum terjadinya degradasi dan kegagalan terduga. Frekuensi pengamatan dan pengujian harus dioptimasi berdasarkan desain, data, pengalaman di dunia industri dan rekomendasi pabrikan pembuatnya.

Perawatan pencegahan dimanfaatkan untuk mendeteksi dan mitigasi degradasi dan kegagalan KSS, didalamnya termasuk perbaikan, penggantian dan pembaharuan dengan pemolesan. Program perawatan pencegahan dijadualkan berdasarkan rekomendasi pabrikan, syarat garansi dan pengalaman operator fasilitas merupakan salah satu metoda perawatan yang sesuai untuk perangkat standar dan optimasi waktu mungkin diperlukan pengalaman sejalan dengan perkembangan perangkat

Evaluasi periodik terhadap pengalaman operasi harus dilakukan, termasuk didalamnya evaluasi dan analisis operasi, pengamatan, laporan dan pencatatan pengujian dan perawatan. Hal ini untuk menyakinkan bahwa data yang terkumpul digunakan dan diperhitungkan dalam analisis kondisi keselamatan dari fasilitas. Prosedur operasi dan

perawatan juga harus dimodifikasi menyesuaikan dengan perubahan yang terjadi karena penuaan dan dilakukan secara sistematis.

Kondisi atau mode operasi, merupakan kondisi operasi/pelayanan yang mempunyai pengaruh terhadap proses penuaan. Evaluasi periodik terhadap pengalaman operasi dapat mengungkap adanya keperluan untuk mengubah kondisi operasi seperti mode operasi, aransmen teras dan parameter kimia dari fluida. Frekuensi inpeksi juga merupakan salah satu parameter yang harus dioptimasi.

Evaluasi periodik terhadap data harus selalu dilakukan, dan pada beberapa kasus harus diambil keputusan untuk mengambil tindakan menghentikan kemerosotan (*deterioration*) yang terjadi dengan penggantian komponen. Kesimpulan laporan menyeluruh terhadap semua data yang tersedia dari suatu problem yang spesifik harus disiapkan.

KESIMPULAN

Secara umum kondisi komponen panel *chiller water system*, CWU; QKJ10/20/30 RSG-GAS setelah dilakukan diagnosis kerusakan dengan menggunakan *infrared camera type thermo tracer TH9100PM VI/PW VI* menunjukkan kondisi baik walaupun terdapat *overheating* pada terminal kabel MCB QKJ10. Kondisi *overheating* ini terjadi pada konektor antara kabel MCB QKJ10 yang kemungkinan disebabkan karena pemasangannya kurang kuat, namun kondisi *overheating* ini masih di bawah temperatur 120 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Interatom, GmbH, Electrical Safety Analysis Report of MPR-30
- [2] ARNOLD, In: Nondestructive Inspection and Quality Control, edited by Howard E.Boyer, (1976) 105-156
- [3] *Anonymous*, Kumpulan Diklat Penyegaran Operator dan Supervisor Reaktor, Pusat

Pengembangan Teknologi Reaktor Riset, BATAN, Oktober 2004

- [4] TEGUH S, dkk, Diagnosis Penuaan Komponen Panel Busbar Utama II Sistem Kelistrikan RSG-GAS Dengan Menggunakan Infrared Thermography, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 10 Juli 2007, PTAPB-BATAN, 2007
- [5] TEGUH S, dkk, Diagnosis Kondisi Panel BHA/BHB/BHC Sistem Kelistrikan RSG-GAS Menggunakan Infrared Thermography, SIGMA EPSILON Majalah Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir, ISSN : 0853-9103, Vol. 11, No. 2, Hal. 1-39, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir, Mei 2007
- [6] M. DHANDANG P, Pendekatan Untuk Manajemen Penuaan RSG-GAS, SIGMA EPSILON Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir, Vol. 8 No. 3 Agustus 2004
- [7] R. HIMAWAN, Diagnosis Penuaan Komponen PLTN, SIGMA EPSILON Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir, Vol. 8 No. 3 Agustus 2004

DISKUSI

Penanya : Yayan Andriyanto

Pertanyaan :

- Rentang waktu infra red dibuat sampai saat ini berapa lama, dan apa yang terjadi selain itu dari diagnostik tadi ?

Jawaban :

- Pelaksanaan diagnostik menggunakan infra red camera dilakukan tahun 2007 dan 2008. Hasil yang diperoleh QKJ 10 menunjukkan *over heating* pada konektor kabel MCB