



KAJIAN GANGGUAN DAN PENGATURAN POMPA HISAP SISTEM PEMANTAU GAS MULIA RSG-GAS

Nugraha Luhur , Anthony S, Syafrul , Sukino

Pusat Reaktor Serba Guna – BATAN, PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, 15310

E-mail: nugrahal@batan.go.id

ABSTRAK

KAJIAN GANGGUAN DAN PENGATURAN POMPA HISAP PADA SISTEM PEMANTAU GAS MULIA RSG-GAS. Telah dilakukan kajian terhadap gangguan dan pengaturan pompa hisap yang terdapat pada ke lima sistem pemantau radioaktivitas udara gas mulia yang terinstal tetap di dalam gedung Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS). Metode kajian dilakukan dengan analisis unjuk kerja sistem, pengamatan pengoperasian, data perbaikan gangguan, penggantian suku cadang dan nilai laju alir udara (flow rate). Hasil dari kajian di peroleh dari lima sistem pemantau radioaktivitas gas mulia 70 % gangguan terjadi pada bagian pompa hisap udara dan 30 % gangguan terjadi pada bagian kanal pengukuran. Pada bagian pompa hisap udara gangguan sering terjadi akibat kerusakan komponen karet membran dan jika tidak di lakukan penggantian karet membran akan merambat merusak ke bagian bearing, feeder ventil, disk plat, batang torak bahkan rumah pompa. Pergantian batang torak 7 kali, kepala torak 5 kali dan disk plate 9 kali . Dari hasil kajian di temukan nilai batas laju alir udara untuk meng mematkan pompa hisap secara otomatis tidak berfungsi sebagaimana mestinya dikarenakan setingan laju alir pada indikator flow meter tidak sesuai dengan setingan yang terdapat pada komponen flow meter. Untuk meningkatkan kinerja pompa dan mengeliminasi frekuensi gangguan yang sering muncul telah dilakukan perubahan setingan laju aliran pompa isap agar fungsi pompa dapat off secara otomatis. Adapun perubahan setting yang dilakukan yang awalnya 1,5 Nm³/hr menjadi 3,5 Nm³/hr.

Kata kunci: Pompa hisap, Pemantau radioaktif gas mulia

ABSTRACT

STUDY OF DISTURBANCE AND SUCTION PUMP SETTING OF THE RSG-GAS NOBLE GAS MONITORING SYSTEM. It has been done a study of disturbance and suction pump setting installed at the five units of noble gas monitoring system. The study is carried out by analyzing system performance including operation monitoring of disturbance, replacement of spare parts and observation of air flow rate values. Result of study shown that 70% of disturbance occurred at air suction pump and the remaining 30% occurred at the measurement channel. Disturbance at the suction pump are due failure of rubber membrane component and eventually leading to several components disfunction including bearing feeder ventil, disc plat, pump shaft and even pump housing. It was noticed that replacement of pump shaft has occurred 7 times while piston head and disc plate occurred 5 times and 9 times respectively. Results of the study the limit value of air to automatically turn off the suction pump was not properly function as a setting value due to the flow rate of flow meter indicator does not match the settings written in the component flow meter. To improve pump performance and to eliminate the frequency of disturbances that often arise. Modification has been done on suction pump flow rate to 1.5 Nm³/hr instead 3.5 Nm³/hr.

Key word: Suction Pump, Noble gas radioactive monitoring



PENDAHULUAN

Untuk memberikan jaminan selama pengoperasian Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS) tidak menimbulkan dampak radiologi bagi pekerja, masyarakat maupun lingkungan, di dalam gedung RSG-GAS berbagai sistem pemantauan radiasi terpasang permanen. Jenis pemantauan radiasi yang terpasang diantaranya pemantau laju dosis gamma, pemantauan radioaktivitas air pendingin primer dan pemantauan radioaktivitas udara (*air borne*) yang terdiri dari kandungan radioaktivitas partikulat dan gas mulia. Radioaktivitas udara gas mulia di RSG-GAS secara kontinu di pantau dengan cara mengalirkan udara dalam gedung reaktor dengan menggunakan pompa hisap ke sebuah tabung udara (*maninelly*) yang di dalamnya terpasang sebuah detektor yang berfungsi mengukur kandungan radioaktivitas gas mulia. Udara yang akan dipantau dilewatkan (dialirkan) terlebih dahulu melalui filter partikulat (*aerosol*) supaya kandungan udara yang berada pada tabung pemantauan berupa gas mulia. Pompa penghisap udara yang dipergunakan adalah pompa hisap jenis eksentrik diafragma.

Di RSG-GAS terdapat 5 (lima) buah sistem pemantauan radioaktivitas gas mulia yang di tempatkan di berbagai lokasi mempunyai 7 (tujuh) pompa hisap udara yang terdistribusi sebagai berikut ⁽¹⁾:

- ◆ 1 pompa pada sistem pemantauan radiasi gas mulia yang terpasang di balai operasi,
- ◆ 1 pompa pada sistem pemantauan radiasi gas mulia yang terpasang di balai eksperimen,
- ◆ 1 pompa pada sistem pemantauan radiasi gas mulia terpasang di bilik panas (*Hot Cell*),

- ◆ 2 pompa pada sistem pemantauan raddiasi gas mulia udara buang di cerobong untuk kondisi normal
- ◆ dan 2 pompa pada sistem pemantauan raddiasi gas mulia udara buang cerobong untuk kondisi darurat.

Sistem pemantau radioaktivitas udara gas mulia beroperasi terus menerus baik saat reaktor beroperasi maupun tidak operasi, sehingga dari dampak pengopersian pompa dimungkinkan mengalami gangguan, yang mengakibatkan terganggunya operasi sistem pemantauan. Dalam makalah ini akan dikaji tentang gangguan dan pengatutan pompa berdasarkan:

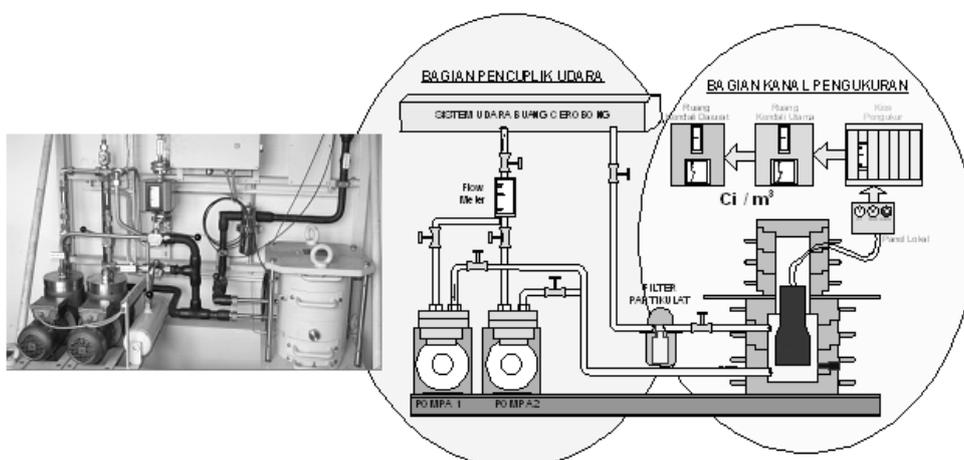
- ◆ Data laporan gangguan dan perbaikan dan melakukan pengkajian terhadap pola gangguan dan perbaikan terhadap kinerja pompa,
- ◆ Pengamatan frekuensi gangguan,
- ◆ Pengamatan perbaikan (penggantian suku cadang) terhadap pompa-pompa yang terpasang pada sistem pemantau radioaktivitas gas mulia,
- ◆ dan pengamatan laju alir udara (*flow rate*) yang dihasilkan oleh pompa.

Dari hasil kajian gangguan dan pengaturan pompa dapat mengeliminasi frekuensi gangguan dan meningkatkan kinerja pompa dan pemantauan kandungan radioaktifitas gas mulia di dalam gedung reaktor dapat diketahui setiap waktu.

DESKRIPSI

Pemantau Radioaktivitas Udara Gas Mulia

Sistem pemantau radioaktivitas udara gas mulia yang ada di RSG-GAS ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini ⁽²⁾:



Gambar 1. Sistem pengukur radioaktivitas udara gas mulia



Sistem pemantau udara gas mulia terdiri dari dua bagian yaitu bagian kanal pengukuran dan bagian pencuplik udara dengan menggunakan pompa hisap. Bagian kanal pengukuran pada sistem pemantau udara gas mulia tersusun dari:

- Detektor
- modul suplai tegangan tinggi detektor
- modul suplai tegangan rendah + 15 V dan - 15 V
- modul pengubah arus ke tegangan
- modul diskriminator
- indikator penunjuk analog dalam skala logaritmic
- modul biner I/O
- modul relai
- modul swiching
- Bagian pencuplik aliran udara tersusun dari:
 - motor penggerak
 - pompa diafragma (membran)
 - flowmeter

Bagian pencuplik aliran udara tersusun dari:

- motor penggerak
- pompa hisap tipe eksentrik diafragma

Proses Pemantauan Radioaktivitas Gas Mulia

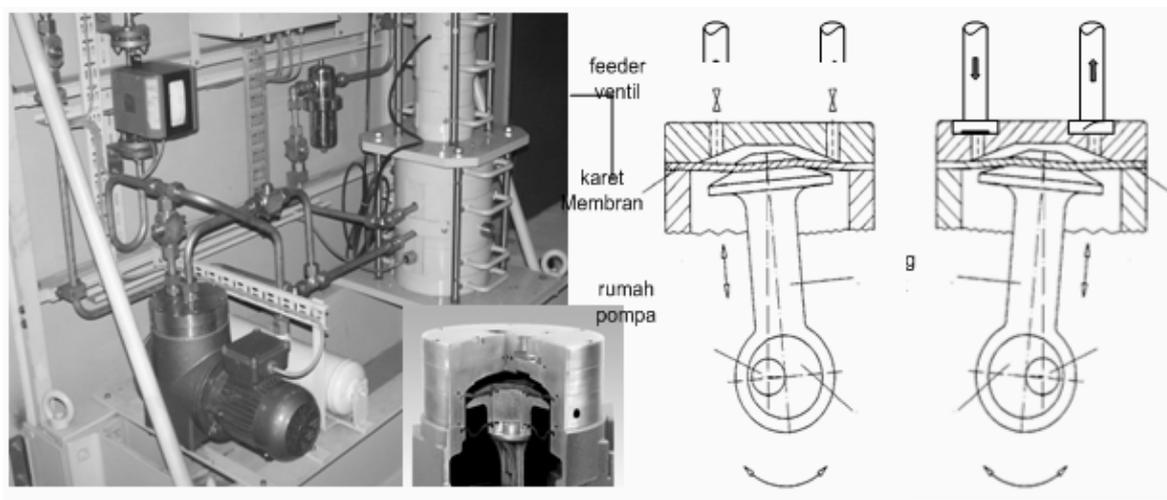
Pengukuran radioaktivitas udara gas mulia dilakukan (lihat gambar 1), dengan cara mengalirkan udara menggunakan pompa hisap eksentrik diafragma ke sebuah tabung udara (*marinelly*) yang di dalamnya terpasang sebuah detektor untuk mengukur kandungan radioaktivitas udara. Tabung dan detektor ini terkungkung dalam perisai (*shielding*) Pb yang berfungsi untuk melindungi paparan radiasi dari luar. Sebuah filter partikulat (*aerosol*) dipasang

sebelum tabung udara yang berfungsi untuk menyaring partikulat sehingga diharapkan hanya gas mulia yang berada dalam tabung udara. Hasil pengukuran radioaktivitas udara dibaca di Ruang Pengukuran, Ruang Kendali Utama (RKU) dan Ruang Kendali Darurat (RKD).

Pompa Hisap Eksentrik Diafragma

Pompa eksentrik diafragma adalah pompa yang mentransfer energi mekanis dari penggerak pompa diubah menjadi energi aliran fluida (udara) yang dipindahkan melalui batang yang bergerak bolak-balik (batang torak) untuk menggerakkan diafragma (karet membran) sehingga timbul hisapan dan penekanan secara bergantian antara katup hisap dan katup tekan (*feeder ventil*) di dalam sebuah silinder (rumah pompa). Untuk menghindarkan kontaminasi radioaktif pada pompa, jenis pompa diafragma yang tepat untuk dipergunakan oleh karena jika terjadi kontaminasi dari udara radioaktif maka hanya pada permukaan diafragma yang terkontaminasi radiasi. Pompa jenis torak cocok digunakan untuk pekerjaan pemompaan dengan daya hisap yang tinggi, dimana kapasitas udara yang dihisap pada sistem pemantauan adalah $7 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Torak terdiri dari sejumlah cakera (*disk plate*) yang biasanya terbuat dari besi tuang, yang bertugas merapatkan ruang antara torak dan silinder. Katup gunanya untuk membuka dan menutup lubang pemasukkan dan lubang pengeluaran ke dan dari silinder pada saat yang tepat dan bekerja secara otomatis karena adanya perbedaan tekanan di atas dan di bawah katup. Bagian-bagian dari pompa penghisap udara ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Mekanisme kerja pompa eksentrik diafragma



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 27 Juli 2011

Pompa penghisap udara yang terdapat dalam sistem pemantau radioaktivitas udara gas mulia beroperasi secara terus menerus baik pada saat reaktor beroperasi maupun tidak operasi. Pengoperasian dan mematikan pompa dilakukan di ruang pengukuran (*marshalling kios*) melalui perintah on atau off. Di RSG-GAS terdapat 7 pompa pennghisap udara yang setipe (identik) dengan perincian yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Lokasi pemakaian pompa penghisap udara.

No.	Jumlah Pompa	Nama Ruang	Nama Sistem
1.	1 pompa	Pengukuran gas mulia Balai Operasi	KLK01 CR003
2.	1 pompa	Pengukuran gas mulia Balai Eksperimen	KLK02 CR002
3.	1 pompa	Pengukuran gas mulia Bilik Panas	KLK04 CR001
4.	2 pompa	Pengukuran gas mulia buangan cerobong kondisi normal	KLK06 CR001
5.	2 pompa	Pengukuran gas mulia buangan cerobong kondisi darurat	KLK06 CR002

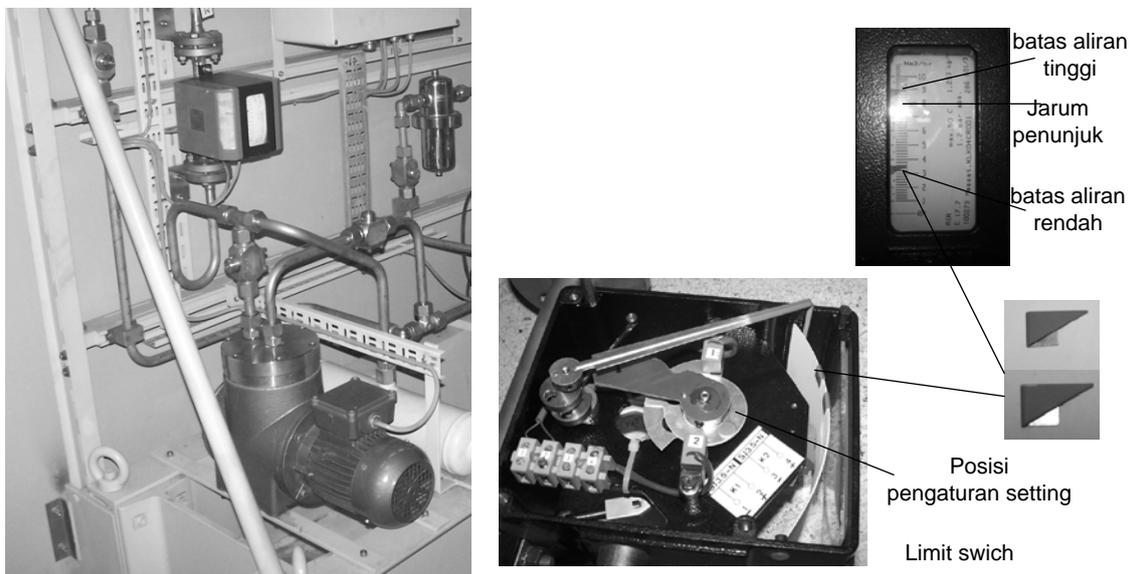
Laju aliran udara dipantau oleh sebuah flow meter yang dipasang sebelum pompa yang berfungsi sebagai pengendali pompa isap dengan cara jika laju aliran udara di bawah atau melebihi batas akan memberhentikan pengoperasian pompa. Untuk mengetahui kinerja pompa beroperasi dengan baik di lakukan pengamatan dengan cara :

- ◆ pengamatan dengan pendengaran frekuensi (bunyi) selama pompa dioperasikan
- ◆ pengamatan laju aliran udara.

Laju aliran udara yang dihasilkan pompa pencuplik diketahui melalui Indikator *flow meter* analog.

Pengaturan Pompa Dengan Flow Meter Udara

Flow meter dilengkapi dengan pengukuran laju alir dengan pengaturan batas atas dan bawah yaitu batas aliran tinggi dan batas aliran rendah yang digunakan sebagai pedoman kinerja pompa. Bagian-bagian flowmeter tersebut ditunjukkan oleh gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Flow meter udara



Laju aliran udara di ketahui melalui indikator (jarum penunjuk) pada flow meter yang pergerakannya tergantung dari besar kecilnya laju aliran udara yang melewati flow meter. Pompa akan secara otomatis tidak berfungsi jika melewati batas aliran tinggi dan batas aliran rendah dimana nilai batasan aliran sama dengan batasan mekanik yang terdapat pada komponen *flow meter*. Jika sistem otomatis pompa *off* (tidak bekerja), pompa dapat dimatikan secara manual di ruang pengukuran melalui sebuah tombol.

METODE EVALUASI DAN KAJIAN

1. Mengumpulkan data-data gangguan yang tercatat dalam dokumen PPIK
2. Mengumpulkan data-data penggantian suku cadang yang dipergunakan untuk perbaikan

3. Melakukan diskusi dengan petugas perawatan untuk memperoleh data dukung (data sekunder) berkenaan dengan tindakan perawatan dan perbaikan.
4. Melakukan pengamatan laju aliran udara dan operasi pompa melalui indikator flow dan jarum mekanik yang terdapat pada komponen flow meter.
5. Melakukan evaluasi dan kajian terhadap perbaikan gangguan.
6. Melakukan percobaan eliminasi gangguan

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Diperoleh data gangguan sistem pemantauan udara radioaktif gas mulia, rincian komponen yang di ganti pada pompa dan rincian pergantian komponen kanal pengukuran yang berturut-turut di sajikan di bawah ini pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4⁽³⁾.

Tabel 2. Jumlah gangguan pada sitem pemantau udara gas mulia

No.	Nama Sistem	Jumlah Gangguan	Jenis Komponen yang Terganggu	
			Pompa Isap	Kanal Pengukuran
1	KLK01 CR003	13 kali	10 kali (77 %)	3 kali (23 %)
2	KLK02 CR002	16 kali	11 kali (70 %)	4 kali (30 %)
3	KLK04 CR001	10 kali	5 kali (50 %)	5 kali (50 %)
4	KLK06 CR001	18 kali	14 kali (78 %)	4 kali (22 %)
5	KLK06 CR002	17 kali	13 kali (76 %)	4 kali (24 %)

Tabel 3. Jumlah pemakaian suku cadang pompa pencuplik udara

No	Nama Komponen	Type	Jumlah Penggantian
1.	Karet membran	70 NBR 769	65 bh
2.	Feeder Ventil	PJ 3131-1200	11 bh
3.	Bearing	- 6304-2Z/C3	17 bh
		- 6211-2Z/C3	11 bh
4.	O ring	- OD = 156 mm, ID = 126mm (3 mm)	tidak tercatat
		- OD = 62 mm, ID = 58,5mm (3,5 mm)	tidak tercatat
		- OD = 61 mm, ID = 57,5mm (3,5 mm)	tidak tercatat
5.	Batang Torak	PJ 3131-1200	7 bh
6.	Kepala Torak	PJ 3131-1200	5 bh
7.	Disk Plate	PJ 3131-1200	9 bh
8.	Rumah difusi	PJ 3131-1200	1 bh
9.	Motor penggerak	MD 80/4	1 bh
10.	Landasan membran	PJ 3131-1200	1 bh
11.	Flow meter		3 bh



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

Tabel 4. Jumlah pemakaian suku cadang kanal pengukuran

No	Nama Komponen	Type	Jumlah Penggantian
1.	Modul power supply	TKKN 11	2 bh
2.	Modul relai	TET 106	2 bh
3.	Detektor	SB 40	1 bh

- ◆ Prosentase gangguan yang terjadi pada sistem pemantau udara gas mulia, rata-rata 70 % gangguan pada bagian pompa penghisap udara dan 30 % pada bagian kanal pengukuran,
- ◆ Dari gangguan yang terjadi pada bagian pompa penghisap udara yang paling sering terjadi yaitu pada karet membran,
- ◆ sehingga pada bagian ini perlu tersedianya suku cadang yang lebih banyak dan juga perlu dievaluasi mutu dari bahan karet membran apakah spesifikasinya sudah sesuai atau belum.
- ◆ Dari gangguan yang terjadi pada bagian kanal pengukuran pergatian masing-masing dua buah modul power suplai, relai dan satu buah detektor

PEMBAHASAN

Dilakukan dengan merunut gangguan sistem dan dampak yang ditimbulkan sehingga pembahasan dilakukan seperti di bawah ini:

1. Frekuensi penggantian karet membran paling sering dilakukan hal ini tidak dapat di hindari dikarenakan bahan membran terbuat dari karet (*rubber*), dan karet membran menyatu pada komponen disk plate yang selalu bergerak mengikuti gerakan torak sehingga menimbulkan panas pada membran dan terjadi kerusakan karet membran. Jika membran tidak segera di ganti akan mengakibatkan gangguan dan menimbulkan kerusakan-kerusakan pada bagian disk plate, batang torak, tergoresnya rumah pompa bahkan sampai terdapat pecahnya rumah pompa.

Proses kerusakan pompa:

- ◆ Kejadian kerusakan berawal dari rusaknya karet membran dan pompa masih terus bekerja karena laju aliran udara masih dalam batas yang ditentukan sehingga

pompa tidak mati secara otomatis. Laju aliran udara hanya turun tetapi besarnya masih di atas batas laju alir minimum sedangkan bunyi pompa berubah menjadi sedikit lebih keras, sehingga menimbulkan getaran. Dari getaran-getaran maka gangguan akan merambat ke bagian bearing pompa. Karena laju aliran masih memenuhi batas dan pompa tidak mati maka kerusakan karet membran semakin lama semakin parah (robek karet membran semakin lebar) dan bunyi pompa semakin lama semakin keras (kasar) sampai laju alir yang dihasilkan pompa tidak terpenuhi dan pompa mati secara otomatis.

- ◆ Kejadian serupa berulang beberapa kali dan berdampak pada kerusakan bearing, sehingga putaran pompa tidak stabil dan kerusakan semakin bertambah seperti patahnya *feeder ventil*, pecahnya *disk plat*, tergoresnya rumah pompa, sampai patahnya batang torak bahkan terdapat satu pompa yang rumahnya pecah. Dan hal tersebut hampir terjadi pada seluruh pompa yang telah beroperasi cukup lama dan baru mendapat perhatian serius setelah secara keseluruhan kinerja pompa sudah menurun drastis.
 - ◆ Oleh karena itu untuk mengantisipasi dan mengeliminasi kerusakan perlu dilakukan pengamatan umur pemakaian karet membran. Dari data-data gangguan yang ada belum ditemukan durasi penggantian membran untuk mengetahui berapa lama umur karet membran.
2. Dari kejadian-kejadian yang ada, dilakukan pengecekan ulang sistem perintah mematikan pompa dari laju aliran udara. Dari hasil pengecekan diperoleh data sebagaiberikut:



Tabel 5. Data hasil pengamatan laju aliran udara perintah mati pompa

No.	Nama Sistem	Penunjukkan laju alir udara perintah mati pompa			Nama Sistem	Penunjukkan laju alir udara perintah mati pompa	
		Tanda Batas (Nm ³ /hr)	Hasil Pengamatan (Nm ³ /hr)			Tanda Batas (Nm ³ /hr)	Hasil Pengamatan (Nm ³ /hr)
1	Pompa CR003 KLK01	1,5	0,4	5	Pompa 2 CR001 KLK06	1,5	0,3
2	Pompa CR002 KLK02	1,5	0,6	6	Pompa 1 CR002 KLK06	1,5	0,6
3	Pompa CR001 KLK04	1,5	2	7	Pompa 2 CR002 KLK06	1,5	0,8
4	Pompa 1 CR001 KLK06	1,5	1				

- ◆ Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa pengaturan *setting* laju aliran udara yang dapat mematikan pompa secara keseluruhan berada di bawah tanda batas yang telah ditentukan (1,5 Nm³/jam).
- ◆ Kenyataannya pada saat karet membran mulai robek laju aliran udara turun. Semakin lebar karet membran robek mengikuti juga laju aliran udara semakin turun. Pada saat laju aliran udara turun hingga 1,5 Nm³/jam pompa tidak mati, namun pompa akan mati pada saat laju alir hanya 0,4 Nm³/jam atau 0,6 Nm³/jam⁽⁴⁾.
- ◆ Pengaturan *Setting* mati pompa tidak sesuai dengan tanda batas yang ada pada indikator. Tanda batas pada indikator berupa penjepit alumunium berwarna merah, sedangkan *setting* mati pompa terdapat pada piringan yang terhubung dengan jarum penunjuk laju alir udara (lihat Gambar 3 di atas). Penentuan besar-kecilnya *setting* mati pompa terdapat pada piringan (lempengan bulat) tipis.
- ◆ Mekanisme merubah besar-kecilnya pengaturan *setting* mati pompa dilakukan secara mekanis dengan memutar ke arah kanan atau kiri. Dari konstruksi pengaturan *setting* mati pompa yang ada masih dimungkinkan dapat bergeser sebagai fungsi waktu karena flow meter yang terpasang mendapat getaran walaupun relatif kecil.
- ◆ Pada saat awal pompa masih baru pengaturan *setting* mati pompa sama dengan tanda batas laju alir minimum yang ada. Pergeseran *setting* pompa di karenakan adanya getaran yang berasal dari bunyi pompa (fungsi waktu operasi pompa) tanpa disadari berubah sedikit demi sedikit dan tidak terkontrol.
- ◆ Pelaksanaan perbaikan hanya dilakukan sesuai dengan komponen yang rusak kemudian dipasang kembali dan dioperasikan. Petugas operator dan perawat masih meyakini jika laju alir melewati tanda batas minimum (1,5 Nm³/jam) pompa akan mati. Pada kenyataannya tanda batas yang ada hanya sebuah tanda saja sedangkan laju aliran pompa yang memerintahkan pompa mati telah bergeser turun hingga (0,4 Nm³/jam).
- ◆ Apabila laju aliran udara turun secara dratis menuju batas aliran rendah maka dapat diprediksi bahwa karet membran pompa telah mengalami gangguan misalnya robek dan jika suara kasar dan keras dapat diprediksi plat katup patah atau bearing mengalami gangguan.
- ◆ Mengeleminasi gangguan agar tidak terjadi kerusakan pompa yang semakin parah dilakukan pengaturan *setting* mati pompa. Pengaturan *setting* mati pompa yang berada di dalam flow meter di ubah dari yang awalnya 1,5 Nm³/jam menjadi 3,5 Nm³/jam. Penentuan sebesar 3,5 Nm³/jam dengan harapan jika terjadi kerusakan awal pada karet membran (robek sedikit) dan laju aliran udara turun maka pompa akan secara otomatis mati tanpa menunggu sampai karet membran robek semakin lebar.
- ◆ Konsekuensi pengaturan *setting* laju alir waktu mati pompa berdampak pada peningkatan frekuensi gangguan pada pompa tetapi hanya pada peningkatan penggantian komponen karet membran, keuntungannya tanpa merusak disk plate, batang torak, tergoresnya rumah pompa yang jika melakukan pergatian akan mengeluarkan biaya yang lebih besar.
- ◆ Untuk kelancaran dan peningkatan penanganan gangguan agar lebih optimal,



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

maka seluruh kegiatan penanganan gangguan oleh petugas perawatan dan perbaikan agar selalu terdokumentasi, sehingga dalam merencanakan kebutuhan komponen perbaikan pertahun pada sistem pemantauan udara radioaktif gas mulia dapat terlaksana dengan baik sesuai dengan kebutuhan.

KESIMPULAN

1. Gangguan yang sering terjadi terjadi pada sistem pemantau udara gas mulia terdapat pada bagian pompa isap udara terutama pada karet membran.
2. Kerusakan lebih fatal dari komponen pompa isap dapat dieliminasi jika settingan flow yang ada pada indikator dan settingan mekanik pada bagian *flow meter* disamakan.
3. Karet membran dan disk plate menjadi prioritas utama ketersediaan suku cadang komponen ini yang sering mengalami penggantian

SARAN

1. Setiap pengadaan suku cadang khususnya pompa isap udara pengecekan ulang setting flow pada indikator *flow meter* dengan setingan mekanik yang ada pada bagian flow meter
2. Untuk menunjang kinerja pengoperasian pompa secara optimal diperlukan prosedur perawatan sistem mekanik yang ada pada sistem pemantauan zat radioaktif udara gas mulia.
3. Peningkatan kualitas SDM perawat pada kemampuan mengkaji gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Anonimous**, Radiation Protection And Activity Measurement Volume 3
 2. **Anonimous**, Interatom GMBH, Component Specification Radiation Protection System
 3. **ANIMOUS**, Dokumen Permintaan Perbaikan dan Ijin Kerja (PPIK) RSG-GAS
 4. **ANIMOUS**, Dokumen Pencatatan Indikator Sistem Proteksi Radiasi RSG-GAS
-