

EVALUASI UNJUK KERJA KOMPRESOR UDARA MODEL MH 110 INSTALASI RADIOMETALURGI

Saud Maruli Tua, Asep Fathudin, Wagiman, Yoskasih O.
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

ABSTRAK

Telah dilakukan evaluasi pada kompresor udara model MH 110, tipe rotary screw compressor sistem *oil-flooded*. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja kompresor dan pembaharuan data pengadaan suku cadang. Hasil evaluasi diketahui bahwa kompresor jenis MH 110 memerlukan perawatan yang intensif dan penggantian suku cadang. Penggantian suku cadang harus sesuai dengan jadwal pergantian agar tidak terjadi kerusakan. Kerusakan dapat terjadi pada sistem panel kontrol, terutama karena batas umur pakai komponen telah terlampaui. Untuk mengatasi hal tersebut akan dilakukan penggantian panel kontrol kompresor yang telah rusak dengan komponen yang baru.

Kata kunci : evaluasi, perawatan.

PENDAHULUAN

Berdasarkan persyaratan *Safety Series No.5 C-QA, Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plant and Other Nuclear Installation* yang digunakan oleh BATAN dalam memenuhi persyaratan sistem mutu, maka Instalasi radiometalurgi mempunyai kewajiban untuk melaksanakan sistem mutu dalam setiap kegiatannya, yaitu :

1. Operasi alat utama, yang bertujuan agar proses pengujian bahan baik pra irradiasi maupun pasca irradiasi dapat dilaksanakan.
2. Operasi VAC yang bertujuan agar tetap dapat menjaga kondisi tata udara yang sesuai dengan persyaratan operasi alat utama (temperatur dan humiditas) dan persyaratan keselamatan (laju pergantian dan pola aliran udara)
3. Operasi MES yang bertujuan untuk menyediakan catu media dan energi seperti air pendingin, VAC, udara tekan, tenaga listrik dan sebagainya yang diperlukan untuk operasi alat utama.
4. Pemantauan tingkat radiasi dan kontaminasi terutama di daerah kerja dan udara buang yang keluar dari cerobong dalam menunjang keselamatan sistem operasi.

Untuk memenuhi persyaratan diatas maka sistem VAC dan supply energi MES di Instalasi Radiometalurgi dioperasikan 24 jam secara terus-menerus. Untuk mendukung kegiatan ini diperlukan kehandalan peralatan dan teknisi yang selalu siap untuk mengantisipasi kerusakan dengan cara melakukan perawatan dan perbaikan ringan antara lain mengevaluasi unjuk kerja peralatan yang beroperasi. Hal ini diperlukan untuk memprediksi kerusakan yang akan terjadi dan penyediaan suku cadang.

Peralatan yang perlu dilakukan evaluasi antara lain sistem udara tekan. Udara tekan digunakan untuk memenuhi kebutuhan sistem proses *pneumatic*, seperti : proses penanganan limbah padat dari HC 102 ke HC 001 dengan menggunakan *barrel double lid*. Selain itu proses instrumen sebagai penggerak dari sistem kontrol untuk menggerakkan damper pada sistem VAC. Sistem udara tekan terdiri dari beberapa peralatan yang saling terkait satu sama lainnya untuk menghasilkan udara yang terkondisi yaitu bertekanan tetap, bersih dan kering. Peralatan-peralatan sistem udara tekan terdiri dari :

1. Kompresor
2. Filter udara (kotoran, air dan oli)
3. Tangki bejana tekan
4. Air dryer / pengering udara

Sistem peralatan udara tekan seperti kompresor merupakan peralatan yang paling kritis dan akan memerlukan waktu lama jika mengalami kerusakan. Hal ini karena suku cadang yang dibutuhkan memerlukan waktu penyesuaian yang cukup lama. Ada dua macam jenis kompresor yang digunakan di Instalasi Radiometalurgi dalam memenuhi kebutuhan operasi alat utama laboratorium yaitu jenis *screw* dan jenis torak seperti ditampilkan pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Jenis kompresor screw

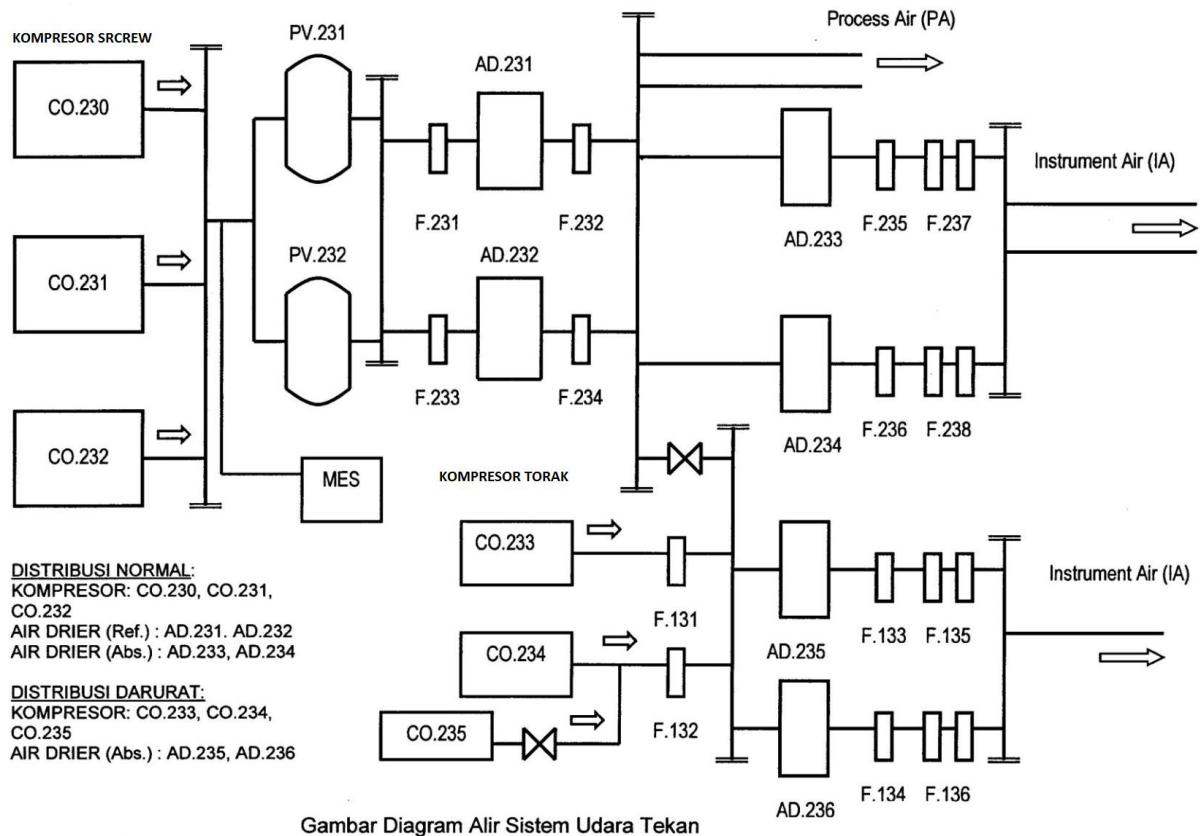


Gambar 2. Jenis kompresor torak

Jenis kompresor *screw* digunakan untuk memenuhi kebutuhan udara tekan operasi normal dan hanya bekerja disaat supply listrik dipasok dari PLN. Jenis kompresor torak digunakan untuk memenuhi kebutuhan udara tekan operasi emergensi dan kompresor ini hanya bekerja disaat supply listrik di pasok dari generator set (genset).

Untuk membatasi permasalahan, pada makalah ini yang akan dievaluasi adalah Jenis kompresor *screw*, karena jenis kompresor ini beroperasi terus-menerus selama 24 jam sesuai jadwal operasi. Ada 3 buah kompresor yang terpasang di Instalasi Radiometalurgi yang dioperasikan secara redundan sesuai dengan jadwal operasi, yaitu berdasarkan penamaan kode adalah : CO 230, CO 231 dan CO 232. Saat ini hanya 2

kompresor yang dapat dioperasikan secara bergantian yaitu CO 230 dan CO 232 sedangkan CO 231 tidak dapat dioperasikan karena dalam keadaan rusak permanen. Sistem udara tekan di instalasi radiometalurgi secara garis besar ditampilkan pada gambar 3. ^[4]



Gambar 3. Diagram alir sistem udara tekan

Spesifikasi dan gambar kompresor Jenis screw di instalasi radiometalurgi adalah sebagai berikut:

| | | |
|-------------------------------|--------------------------|--|
| Merk | : INGERSOLL-RAND | |
| Jenis | : SSR | |
| Model | : MH-110 | |
| Tekanan maximal | : 10 bar / 145 psig | |
| Daya | : 123,5 kW | |
| Kuat arus pada tegangan 380 V | : 233 A (arus max) | |
| Capacity | : 16 m ³ /mnt | |

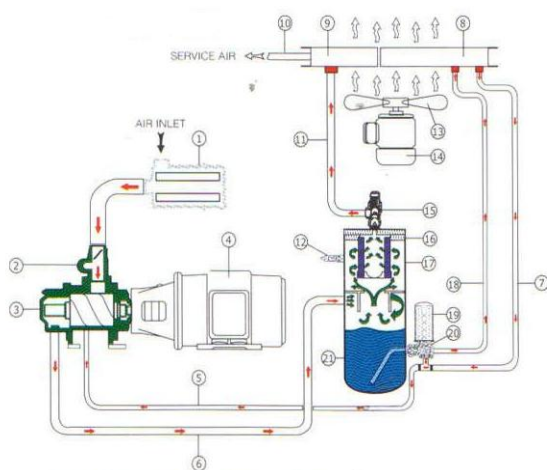
Gambar 4. Data spesifikasi dan gambar kompresor HM 110

TEORI

Rotary screw compressor termasuk ke dalam tipe kompresor *positive displacement* dengan menggunakan 2 *helical screw* yang berputar untuk menghasilkan udara terkompresi. Kompresor tipe ini banyak dibutuhkan di dunia industri secara umum untuk mensupply udara kompresi dalam jumlah yang besar.

Tipe dari *rotary screw compressor* dibagi berdasarkan cara kerjanya. Yang pertama adalah tipe *oil-free*, dimana tipe ini tidak perlu diinjeksikan *oil* ke area screw untuk proses *sealing* dan pendinginan di area *screw* karena penggunaan udara kompresi yang dihasilkan harus bebas dari *oil*. Yang kedua adalah tipe *oil-flooded* yang mana di area *screw* diinjeksikan *oil* yang berfungsi sebagai media pendingin dan *sealing*, udara kompresi yang dihasilkan akan sedikit tercampur dengan *oil* melewati *oil separator* untuk dipisahkan antara udara dengan *oil* tersebut. *Oil* yang terserap *oil separator* akan difilter dan kembali disirkulasikan ke sistem. Keuntungan dari kompresor *screw* tipe *oil-flooded* adalah tekanan dan kapasitas udara kompresi yang dihasilkan lebih besar, karena ada proses pendinginan di area *screw*. Sedangkan untuk tipe *oil-free*, udara kompresi yang dihasilkan lebih bersih karena bebas dari *oil*, sehingga tidak dibutuhkan proses separasi antara udara dengan *oil* seperti pada tipe *oil-flooded*.^[1]

Tipe *oil-flooded* adalah jenis kompresor yang digunakan oleh Instalasi Radiometalurgi karena memiliki keunggulan seperti yang telah ditulis diatas, yaitu kapasitas tekanan yang dihasilkan lebih besar. Gambar 5 memperlihatkan diagram proses aliran udara dari udara masuk hingga udara bertekanan tinggi (output)

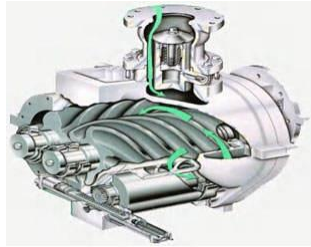


Keterangan gambar :

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Intake Filter | 11. Air line |
| 2. Intake Valve | 12. Safety valve |
| 3. Air end | 13. Cooling fan |
| 4. Main motor | 14. Fan motor |
| 5. Oil Injection online | 15. Minimum pressure valve |
| 6. Air discharge line | 16. Separator tank |
| 7. Oil line | 17. Oil separator |
| 8. Oil cooler | 18. Oil line |
| 9. Air cooler | 19. Oil filter |
| 10. Air discharge line | 20. Thermostat |

Gambar 5. Diagram proses aliran udara dari udara masuk hingga udara bertekanan tinggi^[1]

Kompresor jenis *rotary screw tipe oil-flooded* seperti pada gambar 6 menggunakan 2 Screw yang berputar dalam ruang *screw* yang disebut *Air End*. Putaran 2 komponen screw ini akan menyebabkan hisapan pada *Intake Valve* dan menghasilkan udara bertekanan pada lubang keluaran / discharge.



Gambar 6. Rotary screw



Gambar 7. Filter separator tank

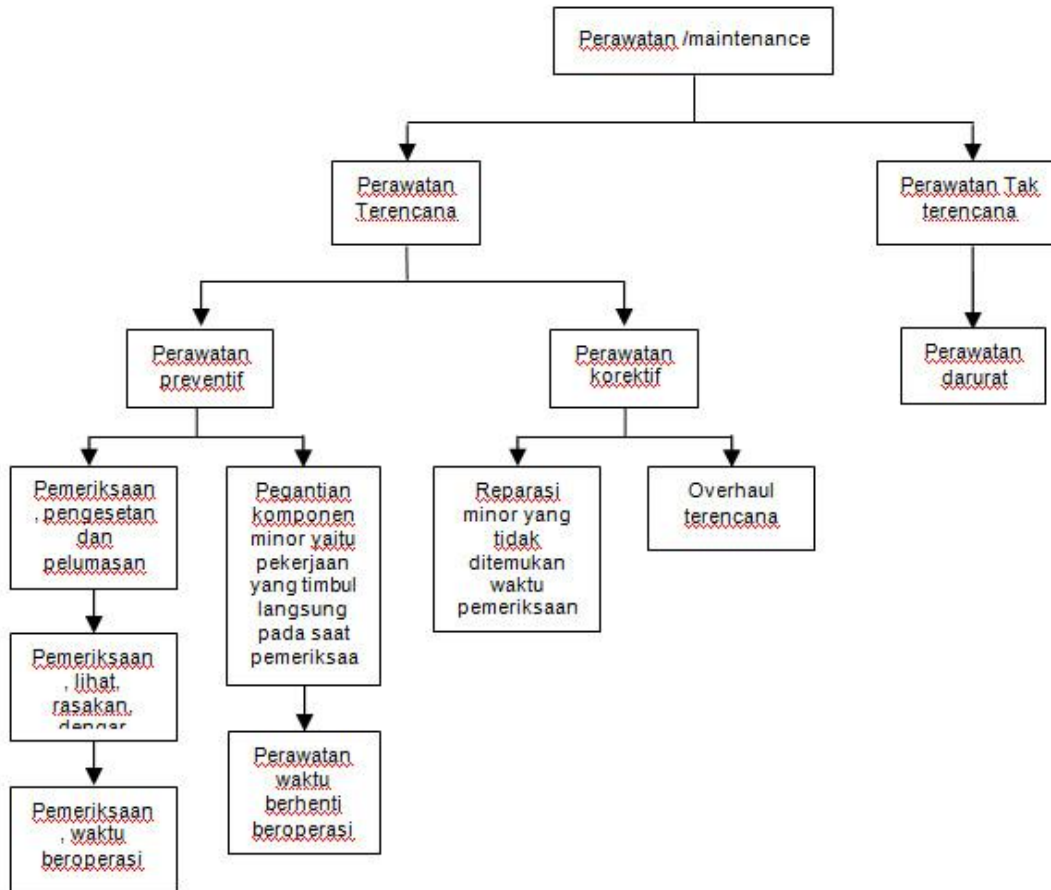
Udara bertekanan memasuki *separator tank* ditunjukkan pada gambar 7 berfungsi memisahkan oli dan udara, sehingga udara bertekanan yang dihasilkan tidak mengandung oli. *Separator Tank* adalah sejenis *filter* yang diletakkan di tengah tabung, yang terbuat dari separator foam sejenis busa yang akan melewatkan partikel udara dan menangkap partikel oil lalu oil yang tertangkap akan terkumpul di dasar tabung.

Udara bertekanan yang telah bebas oil, memiliki temperature cukup tinggi (80 – 90 °C), sehingga harus dilewatkan pada pendingin/*air coller*, sebelum dikeluarkan melalui *air discharge line* dan dialirkan ke tangki bejana tekan.

Perawatan/*maintenance* adalah suatu kombinasi dari kegiatan yang lakukan untuk menjaga suatu peralatan untuk dilakukan pemeliharaan sampai dalam batas kondisi yang bisa diterima. Tujuan Perawatan/*maintenance* yang paling utama dalam suatu kegiatan adalah sebagai berikut :

1. Memperpanjang usia peralatan
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan data investasi.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin keselamatan teknisi.

Secara garis besar perawatan dapat digambarkan melalui diagram pada gambar 8 dibawah ini : ^[5]



Gambar 8. Diagram perawatan

METODOLOGI

Pengambilan data dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut. Pertama melakukan survei lapangan dan melakukan pengukuran besarnya kuat arus serta tegangan kerja secara rutin setiap bulan. Melakukan pengambilan dokumen berupa foto keadaan peralatan terkini dan melakukan pengumpulan dokumen terkait peralatan di ruang dokumen. Kemudian melakukan pencarian teori dan referensi lainnya di media online dan melakukan konsultasi dengan teknisi

Bahan dan alat yang akan digunakan antara lain adalah :

1. Alat ukur ampere meter, digunakan untuk mengukur besaran kuat arus dalam satuan Ampere, pengukuran dilakukan pada saat berbeban dan tidak berbeban.
2. Alat ukur multi meter, digunakan untuk mengukur besaran tegangan dalam satuan Volt, pengukuran dilakukan pada saat berbeban dan tidak berbeban.
3. Camera digital, digunakan untuk mendokumentasikan.
4. Toolkit, digunakan untuk membuka dan menutup baut, skrup, dll

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan buku manual dan dokumen yang ada sebagai dasar panduan dalam melakukan kegiatan pemasangan, pengoperasian dan perawatan peralatan kompresor merk Ingersoll-Rand, jenis SSR, type MH-110 dinyatakan layak beroperasi. ^[3]

Pada buku manual dan dokumen yang ada, hal yang perlu diperhatikan didalam pengoperasian adalah saat kompresor beroperasi. Kompresor type MH-110 memerlukan pemanasan awal artinya kompresor harus dioperasikan tanpa beban. Kompresor jenis ini memerlukan temperatur pada pelumas minimum 49 °C untuk dapat mengalirkan pelumas keseluruhan bagian mesin, maka saat pendinginan awal kompresor dilengkapi dengan sistem katub hembus utama (3 SV) katub hembus *start* dingin (8SV), *switch temperature start* dingin (4 TS) dan relai, semua kelengkapan ini dioperasikan secara bersama-sama dengan kontrol relai sampai temperature pemanasan mencapai 49 °C.

Selain memerlukan pemanasan awal, kompresor type MH-110 juga dilengkapi oleh sistem pendingin air/*cooler* sehingga sebelum kompresor dioperasikan, teknisi harus terlebih dahulu mengoperasikan sistem pendingin/*cooler*. Semua persyaratan ini telah tercantum didalam instruksi kerja. ^[2]

Untuk perawatan *preventif*, selain dilakukan perawatan lihat, rasakan dan dengar juga dilakukan pemeriksaan rutin waktu beroperasi (penambahan pelumas jika kurang dari batas atas dan penulisan data operasi/*record* pada *logsheet*) dan hal ini dilakukan setiap hari. Untuk penambahan pelumas memang harus diperhatikan, karena kompresor jenis ini tidak 100 % udara bertekanan yang dihasilkan bebas dari pelumas oleh sebab itu sistem ini di lengkapi oleh filter pelumas seperti ditampilkan pada gambar 9 dan *water trap*. Untuk penggantian suku cadang yang terencana seperti pergantian pelumas, filter udara (seperti ditampilkan pada gambar 10), filter pelumas dan filter separator tank telah terjadwal dengan baik, sehingga pengadaan suku cadang ini harus selalu tersedia.

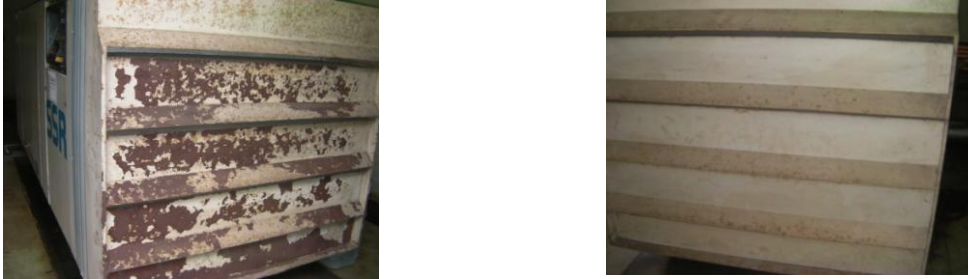


Gambar 9. Filter pelumas kompresor



Gambar 10. Filter udara kompresor

Untuk unjuk kerja kompresor, telah dilakukan evaluasi selama satu tahun ini. Secara fisik memang seluruh kompresor ini harus dilakukan reparasi body seperti ditampilkan pada gambar 11, agar terlihat lebih rapi.



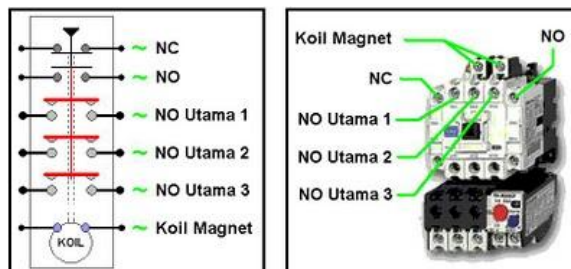
Gambar 11. *Body* kompresor

Kompresor jenis SSR, type MH-110 adalah kompresor tipe *oil-flooded*, di mana area *screw* diinjeksikan oli yang berfungsi sebagai media pendingin dan *sealing*. Udara kompresi yang dihasilkan akan sedikit tercampur dengan oli melewati *oil separator* untuk dipisahkan antara udara dengan oli tersebut. Akibat tipe *oil-flooded* ini, maka perlu dilakukan penambahan oli setiap terjadi kekurangan, biasanya dilakukan setiap bulan. Oleh sebab itu diperlukan pengadaan suku cadang oli.

Berdasarkan data *logsheet* dalam 1 tahun ini, telah terjadi beberapa kali kerusakan yang relatif tidak berat, kerusakan terjadi pada kedua kompresor (CO 230 dan CO 232) yang beroperasi. Untuk CO 230 kerusakan yang sering terjadi adalah kompresor tidak dapat beroperasi. Setelah dilakukan analisis kerusakan penyebabnya adalah kerusakan pada sistem elektrik, relay kontrol utama dalam keadaan kendor atau tidak kontak sehingga kompresor tidak dapat beroperasi kembali, selain itu terjadi juga kerusakan pada *oil valve assembly*, komponen ini berfungsi sebagai katup kontrol oli. Kejadian ini terjadi 2 kali dalam 1 tahun. Untuk CO 232 kerusakan yang sering terjadi adalah kompresor tidak dapat beroperasi kembali. Setelah dilakukan analisis kerusakan penyebabnya adalah kerusakan pada sistem elektrik, relai kontrol utama dan relai *autorestart* tidak berfungsi, sehingga kompresor tidak dapat beroperasi kembali. Selain itu terjadi juga kerusakan pada *thermistor* motor utama. Kejadian ini terjadi masing-masing 1 kali dalam 1 tahun ini.

Jadi dapat disimpulkan bahwa seringnya kerusakan terjadi pada kompresor adalah dikarenakan sistem elektrik yang telah melebihi masa umur pakai komponen (26 Tahun), yang merupakan penyebabnya.

Memang komponen-komponen yang ada pada panel kontrol masih merupakan komponen bawaan alat dan sebagian besar adalah komponen dengan cara kerja kontak, seperti kontaktor dan relai, seperti diperlihatkan pada gambar 12. Sistem cara kerja kontak adalah menutup dan membuka saklar internal didalamnya rangkaian.



Gambar 12. Kontak internal komponen kontaktor

Kontak-kontak yang ada didalam kontaktor dan relai bekerja terus menerus, jika dalam waktu yang sangat lama maka terjadi penumpukan karbon yang menyebabkan aliran arus menjadi lebih tinggi dan terjadi peningkatan suhu pada komponen yang dapat menurunkan *lifetime* komponen.

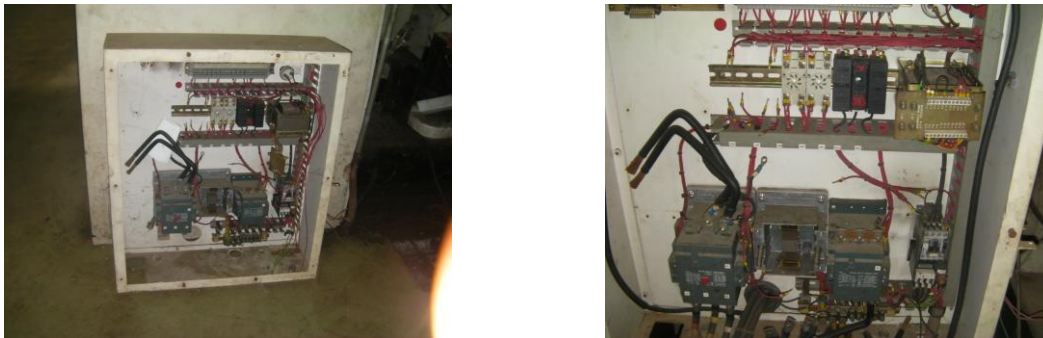
Untuk membuktikan hal diatas, maka dilakukan pengukuran dalam waktu acak terhadap besarnya kuat arus yang mengalir pada kompresor. Pengukuran besarnya kuat arus dilakukan pada kompresor CO 232 karena kompresor ini yang sering bermasalah. Dari hasil pengukuran kompresor CO 232 jenis MH-110 diperoleh data seperti ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data pengukuran kompresor CO 232 jenis MH-110

| Pengukuran | Tegangan kerja (Volt) | Arus listrik (Amper) | | Tekanan (bar) | | | Temperatur (°C) | HE | Level oli |
|------------|-------------------------|----------------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------|--------|-------------|
| | < 400 V | Unload (< 160) | Load (< 220) | Cut On (6) | Cut Off (8) | Line (6 sd 8) | Oli (< 80) | (< 15) | Warna hijau |
| 1. | 385 | 115 | 186 | 6 | 8 | 7,4 | 70 | 17 | hijau |
| 2. | 390 | 117 | 189 | 6 | 8 | 7,4 | 71 | 18 | hijau |
| 3. | 386 | 115 | 186 | 6 | 8 | 7,4 | 71 | 18 | hijau |
| 4. | 386 | 115 | 186 | 6 | 8 | 7,4 | 70 | 17 | hijau |
| 5. | 385 | 115 | 187 | 6 | 8 | 7,4 | 71 | 20 | hijau |
| 6. | 385 | 115 | 186 | 6 | 8 | 7,4 | 70 | 18 | hijau |
| 7. | 386 | 118 | 188 | 6 | 8 | 7,4 | 70 | 18 | hijau |
| 8. | 388 | 115 | 186 | 6 | 8 | 7,4 | 70 | 17 | hijau |
| 9. | 391 | 117 | 188 | 6 | 8 | 7,4 | 71 | 19 | hijau |
| 10. | 386 | 115 | 189 | 6 | 8 | 7,4 | 70 | 17 | hijau |

Dari data tabel diatas diketahui bahwa besarnya rata-rata kuat arusnya adalah : 187,1 A. Jika dilihat dari data spesifikasi kompresor (lihat gambar 4.) bahwa batas kuat arus maksimal adalah 233 A maka besarnya kuat arus nominal adalah 80 % dari kuat arus maksimal, berarti besarnya kuat arus nominal yang diizinkan adalah : 186,4 A, artinya terjadi peningkatan sebesar 0,7 A terhadap persyaratan yang diizinkan. Walaupun peningkatannya tidak terlalu besar tetapi hal tersebut dapat menyebabkan penurunan masa umur komponen.

Oleh sebab itu untuk menghindari hal diatas, perlu dilakukan revitalisasi dan modifikasi pada panel kontrol kompresor seperti diperlihatkan pada gambar 13. Telah diketahui diatas bahwa CO 231 telah rusak permanen, maka untuk menghindari lamannya waktu perawatan penggantian komponen panel kontrol dilakukanlah sistem kanibal artinya panel kontrol CO 231 sudah tidak beroperasi akan bongkar lalu rencana akan diinstalasi ulang dengan mengganti semua komponen dengan yang baru dan jika telah selesai diinstalasi maka panel kontrol tersebut akan dipasang pada kompresor yang beroperasi.



Gambar 13. Panel kontrol kompresor

KESIMPULAN

Data logsheet selama satu tahun menunjukkan telah terjadi beberapa kali kerusakan pada Kompresor CO 232 dan CO 230 yang beroperasi secara bergantian sesuai jadwal operasi. Kerusakan terjadi pada sistem kontrol elektrik, relay kontrol utama/*autorestart* akibat kontak yang kurang baik (masa umur pakai menurun) sehingga mengakibatkan kuat arus dan panas menjadi naik dan *oil valve assembly*. Hal ini sangat mengganggu operasional sistem VAC gedung IRM, sehingga perlu dilakukan revitalisasi atau modifikasi pada panel kontrol. Untuk menghindari kerusakan yang berat atau kegagalan operasi pada kompresor yang beroperasi dilakukan sistem kanibalisme. Pengadaan suku cadang yang perlu diadakan untuk mendukung perawatan adalah oli,

filter udara, filter pelumas dan *filter* separator tank semua ini harus selalu tersedia untuk mendukung kegiatan operasi alat. Selain itu perlu dilakukan pengecatan ulang agar tampilan kompresor menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. www.wikipedia-indonesia.com
2. PT. Truba Jurong Engineering, 1990, Petunjuk pemasangan, pengoperasian dan perawatan kompresor udara model M90/110/132/150 kW
3. PT. Fajar Mas Murni, manual book compressor ingersoll-rand SSR MH 110
4. Modul diktat PUSDIKLAT BATAN, 2015, Sistem dukung operasi IRM- Ir. Tonny Siahaan.
5. Modul diktat STTN, 2004, Teknik manajemen perawatan.