

## REVITALISASI PANEL KOMPRESOR UDARA INSTALASI RADIOMETALURGI

Saud Maruli Tua, Tonny Siahaan, Asep Fathudin, Yoskasih Okdayani  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

### ABSTRAK

Revitalisasi panel kompresor udara Instalasi Radiometalurgi merk INGERSOLL RAND model MH 110 /150 kW di gedung MES Instalasi Radiometalurgi sangat perlu direalisasikan, karena kompresor yang beroperasi sering mengalami kegagalan operasi yang disebabkan komponen elektrik yang tidak beroperasi oleh karena umur komponen yang telah berumur diatas 20 tahun. Revitalisasi yang dimaksud disini adalah mengganti komponen yang lama dengan yang baru dengan spesifikasi yang sama dan yang dimaksud dengan modifikasi adalah melakukan penggantian komponen yang lama dengan mengubah spesifikasi dan diperlakukan menyesuaikan panel elektrik. Modifikasi dilakukan karena komponen yang ada sangat sulit didapat di pasaran dan juga sangat mahal, sehingga dicari komponen yang mudah di dapat dipasaran dan harganya relatif murah. Panel yang telah direvitalisasi dan dimodifikasi ini digunakan untuk menggantikan panel kompresor lama, hal ini dilakukan agar kompresor dapat secepatnya beroperasi kembali.

**Kata kunci** : revitalisasi, modifikasi, panel

### PENDAHULUAN

Instalasi Radiometalurgi (IRM) merupakan Instalasi Nuklir Non Reaktor (INNR) yang dilengkapi dengan Sistem Ventilasi dan Tata Udara (VAC) fasilitas nuklir. Salah satu fungsi dari Sistem Ventilasi dan Tata Udara (VAC) fasilitas nuklir adalah menciptakan tekanan udara di dalam gedung yang lebih rendah dari tekanan udara luar serta menciptakan pola alir udara (*air flow pattern*) di dalam gedung sehingga udara mengalir dari ruangan dengan potensi radioaktivitas rendah menuju ruangan dengan potensi radioaktivitas yang lebih tinggi.

Dalam pengoperasiannya, Instalasi Radiometalurgi (IRM) dilengkapi dengan peralatan – peralatan *redundan* (cadangan), dimana pada saat satu peralatan beroperasi, maka alat yang lainnya pada posisi *stand-by*. Jika peralatan yang sedang beroperasi mengalami gangguan, unit pengganti dapat segera dioperasikan.

Salah satu peralatan yang dilengkapi *redundan* (cadangan) adalah sistem udara tekan. Sistem udara tekan terdiri dari distribusi normal yang beroperasi pada keadaan operasi normal (sumber listrik PLN) dan distribusi darurat yang beroperasi pada keadaan operasi darurat (sumber listrik Genset).

Distribusi udara tekan dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu *Instrument Air* (IA) yang melayani peralatan kontrol VAC dan *Process Air* (PA) yang melayani peralatan kontrol dan proses pada laboratorium di mana masing-masing mempunyai tangki timbun yang terpisah.

Udara tekan (*compressed air*) yang dihasilkan kompresor bekerja pada tekanan 6 s.d 8 bar dan disalurkan kedalam tangki tekan, kemudian dilewatkan melalui pengering

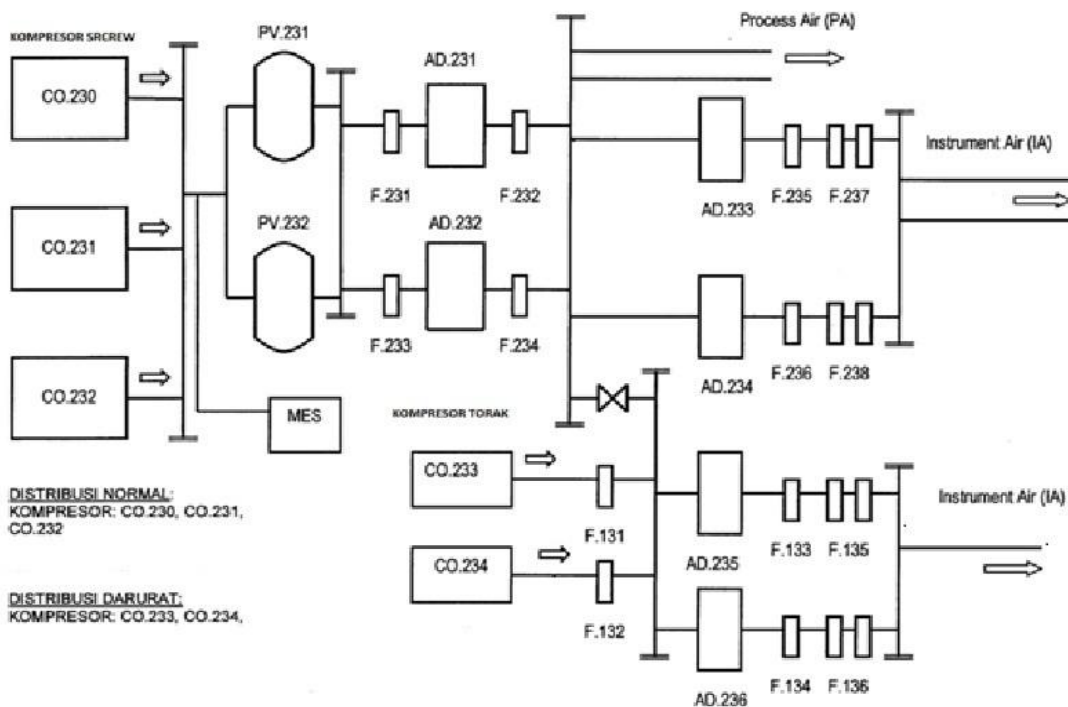
udara (*air dryer*) serta penyaring udara tekan sehingga diharapkan udara yang dikirim ke pengguna sudah kering dan bersih.

Sistem udara tekan distribusi darurat meliputi dua unit kompresor udara dengan kode peralatan CO. 233 dan CO. 234 jenis torak (*reciprocating compressor*) dan dua unit pengering udara jenis *absorpsi* dengan kode peralatan AD. 235 dan AD. 236. Sistem ini dihubungkan dengan pasokan daya listrik darurat yang bersumber dari *generator set* (*genset*)<sup>[1]</sup>.



Gambar 1. Kompresor udara merk Ingersoll Rand, jenis SSR

Sistem udara tekan distribusi normal meliputi tiga unit kompresor udara merk *Ingersoll Rand* jenis SSR, model MH-110 dengan kode peralatan: CO. 230, CO. 231 dan CO. 232. kompresor ini memiliki tekanan maksimal 10 bar / 145 psig dan daya 123,5 kW dengan kapasitas 16 m<sup>3</sup>/mnt. Sistem udara tekan merk *Ingersoll Rand* jenis SSR, model MH-110 (gambar 1) ini memiliki diagram alir seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir sistem udara tekan fasilitas radiometalurgi <sup>[1]</sup>

Dalam operasinya sistem udara tekan distribusi normal dilengkapi dua unit pengering udara jenis *refrigerasi* dengan kode peralatan AD. 231 dan AD. 232, dua unit jenis *absorpsi* dengan kode peralatan AD. 233 dan AD. 234 dan dua unit tangki timbun dengan kode peralatan PV. 231 dan PV. 232. Pendingin kompresor menggunakan air pendingin yang dihasilkan penukar kalor (HE) dengan media pendingin air dingin yang dihasilkan oleh mesin pendingin (*water chiller*) air pendingin kompresor disirkulasikan dari kompresor menuju penukar kalor oleh pompa sirkulasi dengan kode peralatan PU. 253, PU. 254, PU. 255<sup>[1]</sup>.

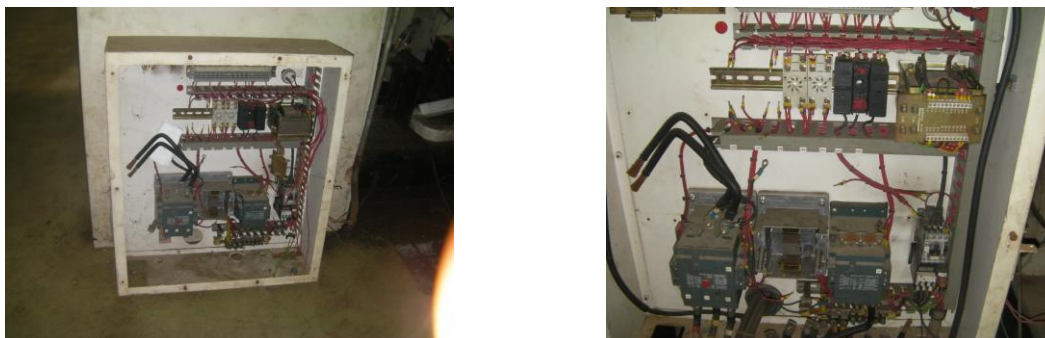
Saat ini keadaan ketiga kompresor distribusi normal cukup memprihatinkan dikarenakan umur pakai komponen yang sudah tua dan sering mengalami gagal operasi, sehingga dua dari tiga kompresor tersebut tidak dapat dioperasikan. Kegagalan operasi sebagian besar diakibatkan oleh komponen elektrik aktif yang terus menerus beroperasi, misalnya: *relay, timer, contactor*.

Selain karena terbatasnya anggaran perbaikan, penyebab lainnya adalah sulitnya mengadakan komponen-komponen yang dibutuhkan karena harus import atau sudah tidak diproduksi kembali. Oleh karena hal di atas maka kadangkala teknisi melakukan modifikasi pada sistem elektrik di panel kompresor dengan mengganti komponen yang rusak dengan komponen lain yang memiliki karakteristik sama dengan komponen aslinya.

Kompresor yang digunakan Instalasi Radiometalurgi adalah kompresor Merk INGERSOLL-RAND, Jenis SSR, Model MH-110. Kompresor ini adalah kompresor *rotary screw* tipe *positive displacement* yang menggunakan *helical screw* yang berputar untuk menghasilkan udara terkompresi. Keuntungan dari kompresor *screw* tipe *oil flooded* adalah tekanan dan kapasitas udara kompresi yang dihasilkan lebih besar, karena ada proses pendinginan di area *screw*.

Kompresor jenis ini digunakan selain memiliki kapasitas yang besar juga udara yang dihasilkan bebas dari oli/kering, karena instalasi Radiometalurgi di lengkapi oleh peralatan-peralatan yang sensitif dan mahal.

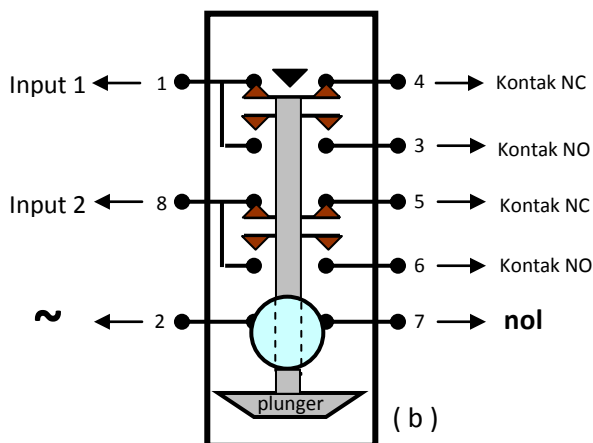
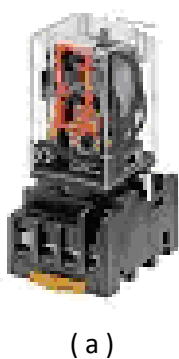
Revitalisasi dan modifikasi hanya dilakukan pada panel kontrol (gambar 3), karena proses dan kerja kompresor tersebut dikendalikan dan dikontrol oleh komponen elektrik yang berfungsi sebagai pengaman dan keselamatan baik untuk peralatan itu sendiri maupun teknisi yang mengoperasikan.



Gambar 3. Panel kontrol kompresor

Komponen-komponen elektrik yang ada di panel kontrol kompresor Merk INGERSOLL-RAND, Jenis SSR, Model MH-110 terdiri dari :

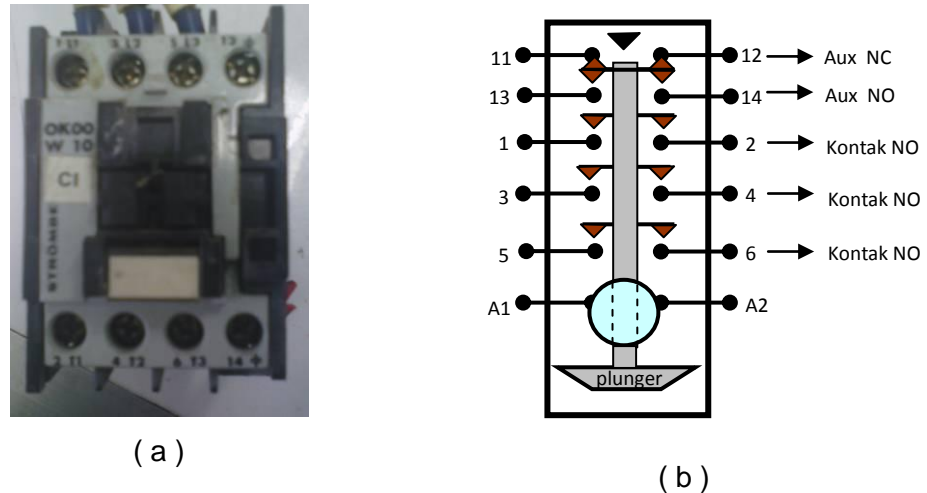
1. *Relay Electromechanis* (EMR) adalah suatu saklar *magnetis* yang dapat membuka atau menutup kontak-kontaknya (NO/NC) dengan bantuan koil/kumparan sebagai sumber *magnetis* (gambar 4). *Relay* biasanya memiliki satu koil/kumparan, tetapi *relay* memiliki beberapa kontak yaitu kontak *statis/diam* dan kontak *dinamis/bergerak*. Kontak yang bergerak dipasang pada *plunger*. Saat kumparan diberi tegangan, akan terjadi medan elektromagnetis yang menyebabkan *plunger* bergerak pada kumparan lalu menutup kontak NO dan membuka kontak NC. Kontak *normally open* (NO) akan membuka ketika kumparan tidak mendapat tegangan, tetapi akan menutup jika kumparan mendapat tegangan. Sebaliknya kontak *normally close* (NC) akan tertutup jika kumparan tidak mendapat tegangan, tetapi akan membuka jika kumparan mendapat tegangan.



Gambar 4. Gambar sebuah *relay* (a) dan gambar bagian dalam dari sebuah *relay* (b)

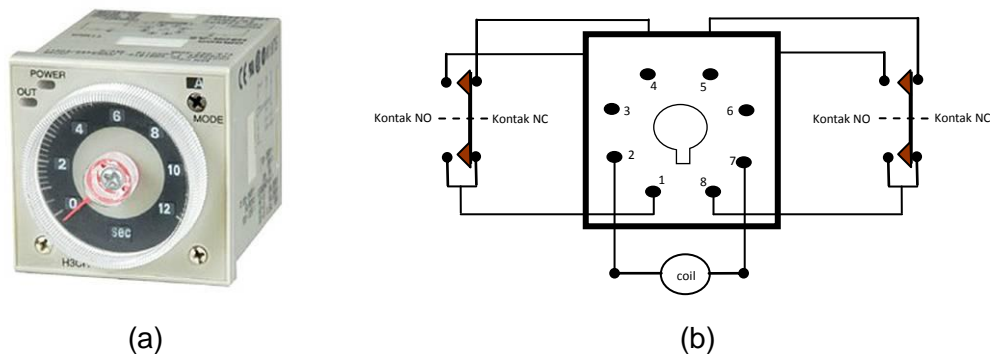
2. Kontak magnet (gambar 5), juga disebut saklar magnetis atau sering disingkat dengan kontak magnet, memiliki cara kerja yang hampir sama dengan *relay* pengendali elektromekanis (EMR). Yang membedakan antara *relay* dan kontak magnet adalah besarnya beban/Kapasitas arus (kontak-kontaknya), Tegangan kerja (kumparan),

Jenis tegangan (AC atau DC). kontaktor berfungsi untuk melindungi, memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian listrik yang satu ke rangkaian listrik yang lainnya



Gambar 5. (a) Gambar sebuah kontaktor dan (b) Gambar bagian dalam dari sebuah kontaktor

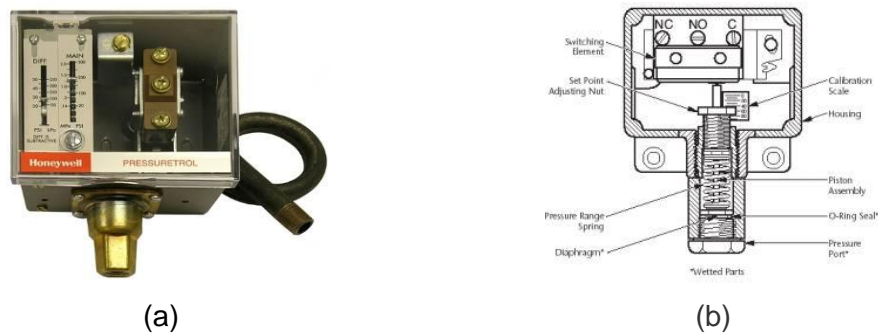
3. *Time Delay Relay (TDR)* disebut juga *relay timer* atau *relay penunda batas waktu* (gambar 6). Cara kerja *relay timer* hampir sama dengan *relay* pengendali elektromekanis (EMR) hanya kontak NO/NC diatur oleh penunda batas waktu.



Gambar 6. (a) Gambar sebuah *relay timer* dan (b) Gambar bagian dalam dari sebuah *relay timer*

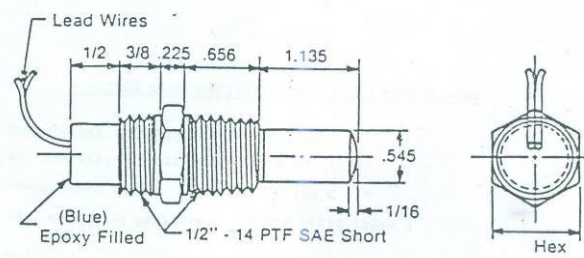
4. *Pressure Switch* atau sering disebut saklar tekanan adalah saklar yang bekerja berdasarkan tekanan pada membran baik berupa tekanan udara, air, oli maupun steam sehingga kontak-kontaknya akan terhubung atau terlepas (gambar 7). Pada umumnya sebuah saklar tekanan mempunyai kontak *Single Pole Double Throw (SPDT)* yang artinya satu kutub/fasa dengan dua kontak yaitu kontak *Normaly Open (NO)* dan kontak *Normaly Close (NC)*. Cara kerja saklar tekanan adalah berdasarkan besarnya pengaturan *range* batas atas dan batas bawah tekanan udara dari

kompresor, kontak NC terhubung dalam keadaan tekanan bawah sedangkan kontak NO akan terhubung dalam keadaan tekanan atas.



Gambar 7. (a) Gambar sebuah *Pressure Switch* dan  
(b) Gambar bagian dalam dari sebuah *Pressure Switch*

5. *Thermistor* adalah salah satu jenis resistor yang mempunyai koefisien temperatur yang sangat tinggi (gambar 8). Kegunaan utama dari komponen ini adalah untuk merubah *resistansi* listrik dari satu rangkaian dengan adanya perubahan temperatur pada suatu benda.



Gambar 8. Gambar sebuah *Thermistor* <sup>[3]</sup>

6. *Transformator* adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk memindahkan energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandingan magnet berdasarkan prinsip induksi elektromagnet (gambar 9). Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik



Gambar 9. Gambar sebuah *Transformator*

## METODOLOGI

Untuk mendukung kinerja kompresor agar lebih handal dan tidak gagal operasi maka perlu dilakukan revitalisasi dan modifikasi pada panel kompresor.

### 1. Revitalisasi

Yang dimaksud dengan revitalisasi disini adalah mengganti komponen yang lama dengan yang baru dengan spesifikasi dan karakteristik yang sama.

### 2. Modifikasi

Yang dimaksud dengan modifikasi disini adalah mengganti komponen yang lama dengan komponen yang baru tetapi mengubah spesifikasi dan karakteristik dengan menyesuaikan panel elektrik yang ada tanpa mengurangi sistem keamanan dan keselamatan alat maupun teknisi.

Modifikasi dilakukan jika komponen yang ada sudah tidak diproduksi atau sangat sulit didapat dipasaran

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Banyak hal yang dapat membuat kompresor merk *Ingersoll-Rand*, jenis SSR, type MH-110 gagal beroperasi, pertama tidak tersedianya pasokan listrik dari panel utama, kedua temperatur pada sistem pelumas meningkat akibat fan atau pendinginan yang tidak bekerja, ketiga kelebihan beban pada motor listrik penggerak dan yang sering terjadi adalah kegagalan sistem kontrol kelistrikan pada panel. Kegagalan beroperasi yang diakibatkan oleh sistem kontrol kelistrikan pada panel oleh karena penurunan umur pakai komponen yang telah berusia lebih dari 20 tahun, memang tidak semua komponen telah berumur demikian, karena telah dilakukan pergantian di tengah jalan operasi karena memang telah mengalami kerusakan. Tetapi sebagian besar komponen utama pada panel kompresor telah berusia tua, padahal persyaratan umur pakai komponen kelistrikan tidak boleh lebih dari 15 tahun.

Kompresor yang ada di gedung MES digunakan untuk memasok kebutuhan proses dan instrumen laboratorium Instalasi Radiometalurgi dan kompresor ini dioperasikan selama 24 jam *non stop*. Oleh karena itu seringkali kompresor tersebut mengalami kegagalan operasi tetapi dalam operasinya pasokan sistem udara tekan ke laboratorium tidak mengalami gangguan karena kompresor ini memiliki sistem *redundan* (pengganti), artinya jika kompresor mengalami kegagalan operasi maka kompresor lain akan menggantikannya.

Jika kompresor mengalami kegagalan operasi maka teknisi akan segera melakukan identifikasi kerusakan sehingga dengan cepat dapat diketahui penyebab rusaknya dan segera diperbaiki, jika rusaknya berat atau memerlukan

penanganan khusus maka akan dilakukan prosedur perbaikan dengan pihak ketiga tetapi jika hanya kerusakan yang tidak terlalu berat dan tersedianya suku cadang, maka teknisi akan melakukan perbaikan. Contoh perbaikan yang bersifat sederhana adalah terjadinya kerusakan pada komponen listrik yang aktif di panel seperti *Relay Electromechanic* (EMR), *Pressure Switch* (PS) atau *Time Delay Relay* (TDR). Kerusakan pada komponen aktif, diakibatkan seringnya komponen tersebut bekerja membuka (NO) atau menutup (NC) sehingga mengalami keausan pada kontak-kontaknya selain itu oleh karena getaran kadangkala soket menjadi kendur/terlepas sehingga mengalami kegagalan operasi. Ini semua diakibatkan oleh karena komponen tersebut telah mengalami penurunan fungsi.

Kendala yang dihadapi oleh teknisi saat menangani kerusakan pada kompresor adalah tidak tersedianya suku cadang yang dibutuhkan, hal ini bukan hanya diakibatkan tidak adanya anggaran untuk membeli, tetapi sukarnya mencari suku cadang di pasaran/distributor. Untuk menghadapi hal tersebut biasanya teknisi melakukan modifikasi dengan cara mengganti suku cadang yang rusak dengan suku cadang yang baru yang memiliki cara kerja yang sama dan mudah mendapatkannya di pasaran, yang membedakan adalah tegangan kerjanya, contohnya adalah *Time Delay Relay* (TDR).

Setelah dilakukan evaluasi selama operasi pada kompresor merk *Ingersoll-Rand*, jenis SSR, type MH-110 pasca modifikasi, kompresor bisa beroperasi dengan baik. Hal ini memunculkan ide untuk melakukan revitalisasi pada panel kompresor dengan mengganti semua komponen yang ada dengan suku cadang yang asli dan jika ada komponen yang sukar didapat di pasaran maka akan dilakukan modifikasi pada komponen dengan merubah tegangan kerjanya dan menambahkan relay sebagai penghubung.

Revitalisasi dan modifikasi pada panel kontrol kompresor perlu dilakukan pada kompresor yang masih beroperasi yaitu kode peralatan CO. 230 dan CO. 232 sedangkan CO. 231 telah mengalami kerusakan permanen (gambar 10). Untuk menghindari lamannya waktu perawatan penggantian komponen panel kontrol maka dilakukan sistem kanibal artinya panel kontrol CO. 231 yang sudah tidak beroperasi akan bongkar lalu akan diinstalasi ulang dengan mengganti semua komponen dengan yang baru. Jika telah selesai diinstalasi maka panel kontrol tersebut akan dipasang pada kompresor yang beroperasi.















Gambar 10. Panel kompresor CO. 231 yang akan direvitalisasi

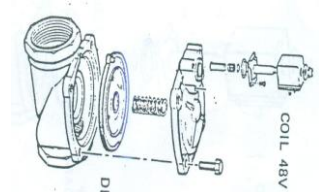
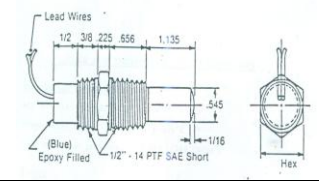
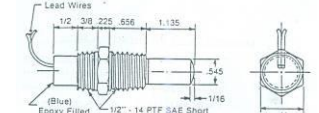
Berikut pada tabel 1 nama dan spesifikasi komponen panel kompresor, merk *Ingersoll-Rand*, jenis SSR, type MH-110 yang dibutuhkan untuk revitalisasi panel kontrol :

Tabel 1. Permohonan pengadaan komponen panel kompresor, merk *Ingersoll-Rand*, jenis SSR, type MH-110

NO.	Nama komponen	Kode	Spesifikasi teknik	Gambar	Keterangan
1.	Main Contactor Triple Pole Aux. NO ( MC/1 )	MC	Merk : STROMBERG Type : OKYM 4 W 22 Made in : Finland Coil : 48 V Contact Relay : AC 3 / 380 V / 65 kW Ith 160 A / IEC 158-1 Aux. Cont. NEMA A 600 – P 300 NEMA size 4		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
2.	Delta Contactor Triple Pole Aux. NC ( DC/1 ) & NO ( DC/2 )	DC	Merk : STROMBERG Type : OKYM 4 W 22 Made in : Finland Coil : 48 V Contact Relay : AC 3 / 380 V / 65 kW Ith 160 A / IEC 158-1 Aux. Cont. NEMA A 600 – P 300 NEMA size 4		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232

3.	Star Contactor Triple Pole Aux. NC ( SC/1 ) & NO ( SC/2 )	SC	Merk : STROMBERG Type : OKYM 3 W 22 Made in : Finland Coil : 48 V Contact Relay : AC 3 / 380 V / 45 kW Ith 160 A / IEC 158-1 Aux. Cont. NEMA A 600 – P 300 NEMA size 4		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
4.	Fan Contactor Triple Pole Aux. NO ( C1/1 )	MF 1-2-3	Merk : STROMBERG Type : OK 00 Made in : Finland Coil : 48 V Contact Relay : AC 3 / 380 V / 4 kW Ith 25 A / IEC 158-1 Aux. Cont. NEMA A 600 – P 300 NEMA size 4		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
5.	Overload Fan Motor	FOL	Merk : STROMBERG Type : PATAM 1K2.2 Made in : Finland NEMA size 4 AC 3 / 380 V / 4 kW Ith 5 A / IEC 292		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
6.	Star/Delta timer with delayed	1TR	Merk : Hele Type : S3V60 Coil : 48 Vac Contact Relay : 250 V/ 1,5 kW Ith 8 A / VDE 0435		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
7.	Auto Restart timer with delayed	2TR	Merk : Omron timer Type : H3CR-A8 Coil : 48 Vac Contact Relay : 250 V/ 5 A		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
8.	Control Circuit relay with 2 Normally open contact . 1CR/1 & 1 CR/2	1CR	Merk : Omron Type : MK2P-I Coil : 48 Vac Contact Relay : 250 V/Ith 10 A		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232

<p>9.</p>	<p><i>Control Circuit relay with Normally open contact 4CR/1 Normally close contact 4 CR/2</i></p>	<p>4CR</p>	<p><i>Merk : Omron Type : MK2P-I Coil : 48 Vac Contact Relay : 250 V/lth 10 A</i></p>		<p>Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232</p>
<p>10.</p>	<p><i>Main motor thermistor relay</i></p>	<p>THC</p>	<p><i>Merk : Cutler-Hammer / UK Type : Temp-tect / 69400H314 Coil : 48 Vac Contact Relay : 300 Vac/8 A Thermistors giving 750 Ω</i></p>		<p>Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232</p>
<p>11.</p>	<p><i>Load Solenoid Valve</i></p>	<p>1 SV</p>	<p><i>Merk : Burkert / germany Type : 451921R Coil : 48 Vac Max. 55 psi</i></p>		<p>Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232</p>
<p>12.</p>	<p><i>Blowdown Solenoid Valve</i></p>	<p>3 SV</p>	<p><i>Merk : Burkert / germany Type : 451921R Coil : 48 Vac Max. 55 psi</i></p>		<p>Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232</p>
<p>13.</p>	<p><i>Cold Start Blowdown Solenoid Valve</i></p>	<p>8 SV</p>	<p><i>Merk : Burkert / germany Type : 451921R Coil : 48 Vac Max. 55 psi</i></p>		<p>Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232</p>
<p>14.</p>	<p><i>Line pressure switch</i></p>	<p>1 PS</p>	<p><i>Merk : Condor pressure control Type : MDR-F Coil : 48 Vac Max. 10 bar</i></p>		<p>Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232</p>
<p>15.</p>	<p><i>Annunciator P.C.B terminals</i></p>	<p>X</p>			<p>Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232</p>

16.	<i>Oil Stop Valve Assembly</i>		Merk : <i>Ingersoll Rand</i> Type : <i>M90/110</i> Coil : <i>48 Vac</i>		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
17.	<i>Discharge Temperature Switch</i>	1 TAS	Merk : <i>Ingersoll Rand</i> Type : <i>M90/110</i> Coil : <i>48 Vac</i>		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232
18.	<i>High bearing Temperature Switch</i>	5 TAS	Merk : <i>Ingersoll Rand</i> Type : <i>M90/110</i> Coil : <i>48 Vac</i>		Spare Part untuk : CO. 230 CO. 232

Pengajuan revitalisasi komponen panel kontrol kompresor telah dilakukan dalam tahap pengadaan, kendala yang dihadapi adalah kurangnya dana untuk pembelian komponen, sehingga revitalisasi tidak dapat dilakukan dalam waktu singkat.

## KESIMPULAN

Revitalisasi pada kompresor udara tekan merk *Ingersoll-Rand*, jenis SSR, type MH-110 sangat diperlukan karena alat ini sering mengalami kegagalan operasi saat dioperasikan. Kegagalan operasi dapat ditanggulangi karena sistem udara tekan dilengkapi oleh sistem redundan yang artinya jika salah satu alat mengalami kegagalan operasi maka alat lain akan menggantikannya. *Redundan* yang seharusnya ada satu beroperasi dan dua kompresor yang *standby* menjadi satu beroperasi dan satu yang *standby* karena salah satunya telah rusak permanen.

Walaupun sistem udara tekan masih dapat beroperasi dengan status satu beroperasi dan satu yang *standby* tetapi oleh karena umur kompresor yang sama kadangkala kegagalan operasi tetap terjadi. Hal ini yang membuat perlu dilakukan revitalisasi pada panel kontrol dengan mengganti semua dengan suku cadang yang baru. Revitalisasi menggunakan sistem kanibalisme artinya panel kontrol kompresor yang telah rusak dicabut dan diinstal dengan mengganti komponen yang lama dengan komponen yang baru lalu setelah diinstal panel tersebut dipasang pada kompresor yang beroperasi, hal ini dilakukan agar waktu perawatan tidak memakan waktu yang lama.

Kendala yang dihadapi adalah tidak tersedianya dana yang cukup untuk melakukan revitalisasi dalam waktu singkat, sehingga panel kontrol belum dapat diinstal.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Modul diktat PUSDIKLAT BATAN, 2015, Sistem dukung operasi IRM - Ir. Tonny Siahaan
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 11*