

## PERAWATAN DAN PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM MEKANIK REAKTOR

Sentot Alibasya Harahap, Santosa Pujiarta, Makmuri, M.Yahya, Dede Solehudin Fauzi, M.Taufik,  
Yuyut Suraniyanto, Bambang Cony Irawan, Bambang Murjati

### ABSTRAK

**PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM PENYEDIA UDARA TEKAN (SCA02 AN01), UNIT SIRKULASI AIR DINGIN PADA *CHILLER WATER UNIT*, SAFETY RELATED (QKJ10 AP102) DAN NON-SAFETY RELATED (QKJ02 AP202) RSG-GAS.** Telah dilakukan penggantian unit-unit utama pada sistem penyedia udara tekan yaitu *screw air compressor*, pompa sirkulasi air dingin pada *chiller water unit*, *safety related* dan *non safety related* sehingga keandalan sistem dapat dipertahankan untuk memenuhi kebutuhan pasokan yang sesuai dengan dipersyaratkan, yaitu: untuk udara tekan, tekanan udara nominal adalah 4-6 bar, udara kering dan bebas kandungan minyak. Untuk sirkulasi air dingin pada *chiller water unit*, *safety related* batas minimum tekanan air 3 bar dengan laju alir 15,05 m<sup>3</sup>/jam dan untuk *non safety related* batas minimum tekanan air 4 bar dengan laju alir 35,9 m<sup>3</sup>/jam. Tidak terpenuhi batas minimum operasi akan menimbulkan kegagalan operasi dari sistem.

### ABSTRACT

**MAKE-UP OF RELIABILITY SYSTEM OF THE COMPRESSOR AIR SYSTEM (SCA02 AN01), CIRCULATION OF COOL WATER AT THE CHILLER WATER UNIT, FOR THE SAFETY RELATED (QKJ10 AP102) AND THE NON-SAFETY RELATED (QKJ02 AP202) RSG-GAS.** Have been done by replacement of especial at the compressor air system that is screw air compressor type, circulation of cool water at the chiller water unit, for the safety related (QKJ10 AP102) and the non-safety related (QKJ02 AP202) so that system reliability can be defended to fulfill requirement of supply matching with qualifying, that is: for air compressor, nominal air pressure is 4-6 bar, free oil content and dry air. For the circulation of cool water at unit water chiller, water pressure minimum in system of the safety related is 3 bar with flow rate is 15,05 m<sup>3</sup>/hour and the non safety related safety is 4 bar with flow rate is 35,9 m<sup>3</sup>/hour. Had not fulfilled of limit operation will be failure of unit of the system.

### PENDAHULUAN

#### Sistem Udara Tekan (SCA02 AN01)

Sistem udara tekan (SCA02 AN01) adalah suatu sistem pemasok udara tekan untuk kebutuhan udara tekan di dalam gedung RSG-GAS. Pasokan udara tekan digunakan pada sistem-sistem lain yang meliputi sistem pneumatik antara lain sistem pintu untuk akses barang dan alat (*material access*, JMF01); *rabbit system*, untuk memasukan dan mengeluarkan kapsul iradiasi dengan waktu relatif singkat (JBF01); dan penggerak katup-katup pneumatik pada fasilitas *inpile-loop*. Penggunaan lain adalah untuk pembilasan air pada sistem tabung berkas neutron (*beam tube flooding system*, KWA01) dan sistem pembilasan resin (*resin flushing system*, KBK01), serta sistem penyekat kolam reaktor (JAA01) dengan kolam penyimpanan bahan bakar bekas (JAC01).

Penggunaan udara tekan yang mencakup pada bagian-bagian alat/peralatan iradiasi, pneumatik dan pengisi udara tekan pada karet (*rubber inflatle*) penyekat maka persyaratan

kualitas pasokan udara yang diperlukan harus bebas dari kandungan air dan kandungan minyak harus lebih kecil dari 5 mg minyak/m<sup>3</sup> udara,.

Pada kondisi normal operasi tekanan keluaran (*discharge air pressure*), adalah sebesar: 6 bar, dimana tekanan nominal pada sisi pengguna (*utilities*), adalah sebesar: 4 – 6 bar. Untuk dapat memenuhi kebutuhan tekanan nominal pada sisi pengguna maka pengaturan tekanan operasi sistem udara tekan, adalah: antara 6 – 9 bar, dimana pada tekanan 6 bar merupakan pengaturan tekanan batas bawah dan 9 bar adalah pengaturan tekanan batas atas. Harga batas bawah tercapai mengindikasikan bahwa kompresor udara dalam kondisi operasi (*“ON”-condition*) dan harga batas dicapai mengindikasikan kompresor udara kondisi tidak beroperasi (*“OFF”-condition*). Untuk mencegah harga batas atas berlebihan dari pengaturan tekanan maka pada sistem digunakan katup pengaman (*safety valve*) dengan batas pengaturan tekanan, sebesar: 11 bar.

Kompresor udara yang digunakan untuk menghasilkan udara tekan adalah jenis ulir, dimana kompresor ulir adalah salah satu jenis mesin-mesin turbo yang dapat memproduksi udara dengan kriteria kelas menengah ditinjau dari segi kapasitas dalam satu satuan laju alir per tekanan udara.

#### **Sistem Penyedia Air Dingin (*Chiller Water System, QKJ\_*)**

Sistem penyedia air dingin di RSG-GAS terbagi atas 2 (dua) sistem, yaitu: sistem penyedia air dingin tidak berhubungan terhadap keselamatan (*non-safety related*) yang terdiri dari 3 (tiga) unit (QKJ01/02/03) dan yang berhubungan dengan keselamatan (*safety related*) juga terdiri dari 3 (tiga) unit (QKJ10/20/30).

Pembagian kriteria keselamatan di dasarkan kepada fungsi dan kegunaan dari sistem penyedia air dingin tersebut, dimana untuk *non-safety related* bila catu daya listrik dari PT.PLN padam maka sistem tidak akan beroperasi, tetapi untuk *safety related* bila tidak ada catu daya listrik dari PT.PLN maka catu daya listrik masih di pasok dari catu daya listrik pembangkit tenaga listrik diesel darurat (BRV01/02/03) sehingga sistem tetap beroperasi.

Segi kapasitas beban pendingin (*cooling load*) dimana beban pendingin sistem penyedia air dingin *safety related* kira-kira sepertiga dari sistem penyedia air dingin *non-safety related* (  $[Q]_{QKJ01/02/03} \approx \frac{1}{3} \times [Q]_{QKJ10/20/30}$  [kW] ), sehingga dimensi dan cakupan air dingin yang di sirkulasi relatif lebih banyak dan laju alir akan lebih besar.

Jenis rangkaian sirkulasi air dingin pada kedua sistem penyedia air dingin adalah jenis

sirkulasi tertutup (*close loop*) dimana sirkulasi air dingin dari dan ke alat penyedia air dingin (*chilled water units*) satu satuan bagian yang saling berhubungan, sehingga penggunaan pompa tidak memerlukan kemampuan tinggi tekan (*head*) yang besar dan hanya memerlukan laju alir yang relatif kecil (*low capacity*) dan disesuaikan kepada kemampuan evaporator untuk dapat menerima perubahan tekanan (*pressure drop*) yang diijinkan.

## TATA KERJA

Di dalam lingkup kegiatan perawatan yang terpenting adalah ketersediaan komponen/alat/unit dari sistem agar diperoleh hasil keluaran yang maksimum, jika hal ini tidak dapat diwujudkan maka akan berdampak terhadap ketidak handalan kegiatan yang dilakukan. Pada dasarnya tata kerja kegiatan perawatan dan refungsionalisasi yang dilakukan bersifat normatif, yaitu: untuk mendapatkan spesifikasi teknik komponen/alat/unit yang sama dan mempunyai nilai rekayasa (*engineering added value*) yang tinggi dengan atau tanpa merubah konstruksi yang telah ada.

Pendekatan nilai rekayasa ini yang selalu digunakan untuk acuan agar diperoleh keandalan sistem dapat dipertahankan atau dapat ditingkatkan yang lebih tinggi lagi, mengingat rancang bangun dari komponen/alat/unit yang akan diganti berdasarkan teknologi tahun tujuh puluhan, maka untuk ini diperlukan kecermatan di dalam pemilihan material dari komponen/alat/unit pengganti.

Dasar pemilihan unit kompresor udara tekan, adalah:

1. Jenis kompresor : ulir (*screw*)
2. Mampu menghasilkan tekanan hingga : 10 bar (tekanan maksimum 11 bar)
3. Tingkat kebisingan yang dihasilkan : 100 dB maksimum dengan jarak 2m)
4. Ukuran utama harus sama dnegan ukuran utama dari unit yang lama
5. Asal pabrik & negara pembuat

Dasar pemilihan unit pompa sirkulasi air dingin untuk sistem penyedia air dingin *safety related* dan *non- safety related*, adalah:

1. Jenis pompa sentrifugal : *Etabloc*
2. Mampu menghasilkan laju alir hingga : 16 m<sup>3</sup> (untuk *safety related*)  
: 36 m<sup>3</sup> (untuk *non-safety related*)
3. Mampu beroperasi pada daerah kerja : *Ventilation & Air Conditioning System (VAC System)*

4. Ukuran utama harus sama dengan ukuran utama dari unit yang lama

5. Asal pabrik & negara pembuat

Langkah berikutnya adalah melakukan pemasangan dan pengujian alat yang baru, dimana untuk melakukan pemasangan dan pemasangan mengacu kepada standard yang baku, antara lain: catu daya listrik harus padam (*power supply OFF condition*); dilakukan penggantian unit yang baru secara utuh; nyalakan catu daya listrik (*power supply ON condition*); operasikan sistem secara menyeluruh dan pantau parameter operasi.

Parameter operasi antara lain, meliputi: tekanan [bar], suhu [ $^{\circ}\text{C}$ ], arus listrik [A, *ampere*] dan pantau suara (tingkat kebisingan) dari unit. Harga parameter ini yang dapat dieksekusi sebagai komperatif terhadap kemampuan unjuk kerja dari alat yang telah diganti, sedangkan parameter operasi lain merupakan parameter dari sistem tersebut yang dapat berupa bagian utama yang di akuisisi dalam suatu indikasi kegagalan sistem (*failure mode*), sebagai contoh: 1. Pompa sirkulasi air dingin beroperasi normal tetapi batas minimum laju alir tidak tercapai maka sistem akan mengalami kegagalan. Kegagalan yang terjadi merupakan indikasi bahwa proteksi pada sistem bekerja normal; tujuannya untuk mencegah kerusakan pada komponen pompa, berupa: sil mekanik (*mechanical seals*), impeler dan perapat (*gasket*) pada rumah pompa (*volute*). 2. Kompresor udara tekan beroperasi normal tetapi katup pengaman (*safety valve*) beroperasi/terbuka akibatnya udara tekan lepas ke lingkungan; tujuannya untuk mencegah tabung pecah.

## PEMBAHASAN

Fungsi dan kegunaan sistem udara tekan (SCA02 AN01), adalah untuk menyediakan udara tekan yang bersih, yaitu bebas dari kandungan minyak dan air, serta dapat memasok udara ke unit/sistem pengguna (*utilities*), dengan tekanan antara: 4 – 6 bar.

Model operasi dari sistem ini, adalah: 2 x 50%, yaitu untuk 2 (dua) unit melayani kebutuhan kapasitas udara tekan keseluruhan, dimana: 1 (satu) unit untuk memenuhi kebutuhan dasar kapasitas udara tekan (*base load*) dan 1 (satu) unit lagi untuk memenuhi kebutuhan beban puncak (*peak load*). Bila hanya 1 (satu) unit saja yang dapat beroperasi maka rentang waktu operasi (“*ON*”) dengan berhenti beroperasi (“*OFF*”) relatif sangat cepat, sehingga terjadi pemacuan unit atau dengan kata lain: untuk satu satuan waktu operasi dan kapasitas yang sama dihasilkan jumlah operasi yang lebih besar, akibatnya kebolehjadian komponen/alat/unit akan makin cepat mengalami degradasi yang di indikasikan adanya kegagalan operasi (*fault indication*).

Waktu yang dibutuhkan untuk penelusuran kegagalan hingga dapat beroperasi normal kembali pada suatu sistem memerlukan waktu yang relatif lama, sebab seluruh komponen yang ada pada sistem tersebut memberikan kontribusi terjadinya kegagalan operasi. Untuk mendapatkan kepastian dari komponen yang menyebabkan timbulnya kegagalan pada sistem, diperlukan suatu pengalaman yang khusus akibat keterbatasan kemampuan teknisi/manusia. Jika kegagalan yang terjadi masih dalam batas aman maka dapat di kompensasi kepada modifikasi, dan bila kegagalan yang terjadi sudah tidak dapat di modifikasi lagi serta sudah menyangkut kepada faktor keutamaan (dominan) dari sistem, maka alternatif yang terbaik adalah refungsionalisasi (*refurbish*). Tujuan utama refungsionalisasi, adalah: untuk mencegah terjadinya kegagalan operasi yang berulang-ulang pada sistem tersebut. Maka dengan refungsionalisasi diharapkan sistem dapat memenuhi kebutuhan nominal udara tekan untuk fasilitas pengguna (*utilities*).

Fungsi dan kegunaan pompa sirkulasi air dingin pada sistem penyedia air dingin *safety related* dan *non-safety related* (QKJ10 AP102 & QKJ02 AP202), adalah untuk mendistribusikan/mensirkulasikan air dingin kesetiap beban-beban pendingin dan sebagai alat transportasi kalor dari dan ke sistem penyedia air dingin (*chiller water system*).

Model operasi untuk sistem penyedia air dingin *safety related* (QKJ10 AP102), adalah: 1 x 100%, sedangkan untuk keseluruhan sistem, adalah: 3 x 100% dengan 1 (satu) unit cadangan siap beropersi (*redundancy*). Untuk sistem penyedia air dingin *non-safety related* (QKJ02 AP202), adalah: 1 x 100%, sedangkan untuk keseluruhan sistem, adalah: 3 x 100% dengan 2 (dua) unit cadangan siap beropersi (*redundancy*). Kondisi cadangan yang lebih dari 1 (satu) unit maka tingkat keandalan sistem di dalam memasok air dingin ke beban-beban pendingin adalah relatif tinggi, sebab bila ada satu unit kompresor hermetik yang tidak dapat beroperasi pada setiap unit penyedia air dingin maka dapat di kombinasikan dengan model operasi 2 (dua) unit penyedia tetapi yang beroperasi hanya masing-masing 1 (satu) unit kompresor hermetik.

Kegagalan pompa sirkulasi air dingin dapat mengakibatkan sistem tidak dapat beroperasi, indikasi awal adalah batas minimum laju alir tidak dapat tercapai yang diakuisisi oleh kendali laju alir (*CF, control flow*) yang berfungsi sebagai pencegah ketidakadanya aliran air (*anti draining protection*), sedangkan indikasi lanjut adalah adanya kenaikan arus listrik lebih pada motor listrik penggerak pompa yang terakuisisi oleh arus beban lebih (*overload relay*) lepas atau tidak hubung. Jika kegagalan yang terjadi

masih dalam batas aman maka dapat di kompensasi kepada modifikasi, dan bila kegagalan yang terjadi sudah tidak dapat di modifikasi lagi serta sudah menyangkut kepada faktor keutamaan (*urgently*) dari sistem, maka alternatif yang terbaik adalah refungsionalisasi (*refurbish*). Tujuan utama refungsionalisasi, adalah: untuk mencegah terjadinya kegagalan operasi yang berulang-ulang pada sistem tersebut. Maka dengan refungsionalisasi diharapkan sistem dapat memenuhi kebutuhan nominal jumlah laju alir air dingin agar proses pengolahan beban pendingin dapat beroperasi secara berkesinambungan.

## **KESIMPULAN**

### **Sistem Udara Tekan (SCA02 AN01)**

Setelah refungsionalisasi sistem udara tekan maka produksi udara tekan dapat menghasilkan kualitas dan kuantitas sesuai dengan rancangan spesifikasi teknik dari sistem tersebut, yaitu: diperoleh kandungan air dan kandungan minyak lebih kecil dari 5 mg minyak/m<sup>3</sup> udara, serta tekanan udara antara 6 – 9 bar.

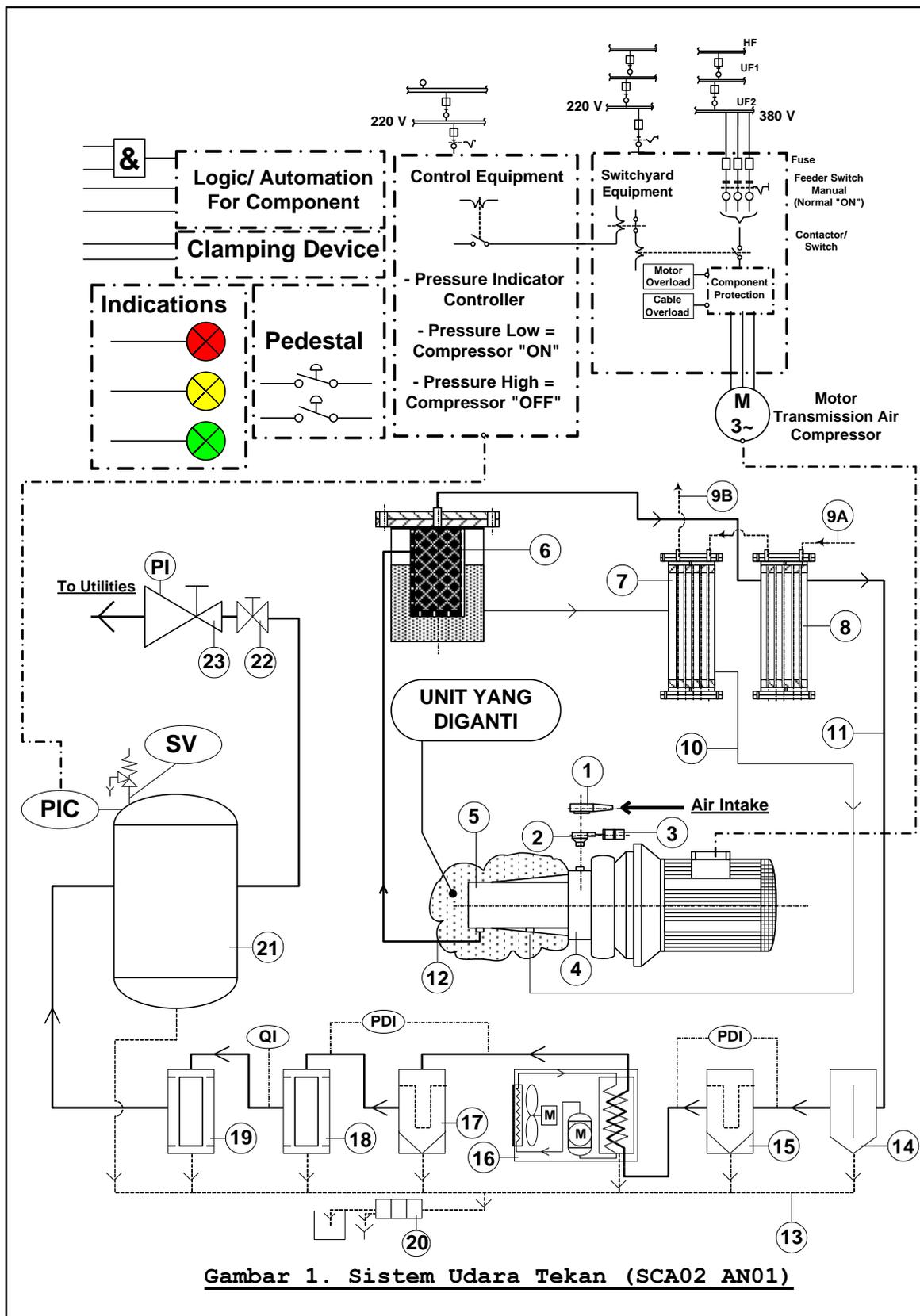
### **Sistem Penyedia Air Dingin (*Chiller Water System, QKJ\_*)**

Setelah refungsionalisasi sistem penyedia air dingin maka dipenuhi jumlah aliran air dingin yang dibutuhkan pada setiap beban pendingin, yang indikatornya adalah tercapainya suhu air dingin sesuai dengan rancangan spesifikasi teknik dari sistem tersebut, yaitu: suhu air dingin masuk, ( $t_{am}$ ):  $12 \pm 1$  °C dan suhu air dingin keluar, ( $t_{ak}$ ):  $6 \pm 1$  °C.

Kegagalan pompa sirkulasi pada unit yang sama relatif tidak ada dalam rentang waktu satu tahun setelah refungsionalisasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Anonymous., Operating Instruction for Mahle Screw Compressor., Mahle GmbH. EC-Werk, Stuttgart-Bad Constatt, Pragstraße 56. 7000 Stuttgart 1. Germany. 1984.
2. Anonymous., Operating Instruction for Chiller Water Units., Trane Technische Büro Frankfurt GmbH & Co.KG. Ohmstraße 7., 6157 Maintal-Darmaheim. Germany. 1984.
3. Anonymous., Operating Instruction for Etabloc Pump., KSB Pumpen Aktiengesellschaft. Turmstraße 92-100., 06110 Halle Saale. Germany. 1990.



**KETERANGAN GAMBAR 1. SISTEM UDARA TEKAN (SCA02 AN01)**

No	KETERANGAN
1	Cyclone (Air intake)
2	Air Filter
3	Cylinder Pneumatic (cylinder for throttle valve)
4	Gear Box + Elastic Coupling
5	Air Comp. Unit (Screw Type + Electric Motor)
6	Separator Unit (Air, Water & Oil Separated + Filters)
7	Cooler Unit (Oil - Coolant Water)
8	Cooler Unit (Air - Coolant Water)
9A/B	Coolant Water - Inlet & Outlet
10	Water Trap & Automatic Drain
11	Air Pipe Line
12	Air Supply
13	Drain Pipe
14	Pre Filter
15	Absolute Filter
16	Air Dryer Unit (Type: ARA05; Refr: R-12; P <sub>N</sub> : 0.38kW/220V/50HZ)
17	Absolute Filter
18	Charcoal Filter
19	Charcoal Filter
20	Liquid Waste Separator (Water & Oil Drain)
21	Tank (Capacity: 2 m <sup>3</sup> ; Operation Pressure: 10 bar)
22	Valve (manual)
23	Regulating Valve (P <sub>IN</sub> = 6.5 - 9 bar & P <sub>OUT</sub> = 5.2 - 6 bar)
24	<b>PI</b> = Pressure Indicator; <b>PIC</b> = Press.Ind.Control, <b>PDI</b> = Press.Diff.Indicator; <b>SV</b> = Safety Vale; <b>M</b> = Electric Motor





