

# Pengembangan Model Gas Conditioning Unit Dalam Sistem Seal Gas di Kompresor Sentrifugal Man Turbo RB28-5 Kapasitas 2142 m<sup>3</sup>/h : Studi Kasus Kerusakan Komponen Dry Gas Seal

Riswan Adhitya Saputra  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

## INFORMASI NASKAH

Diterima : 09 Januari 2021  
Direvisi : 25 Februari 2021  
Disetujui : 10 Maret 2021  
Terbit : 30 Juni 2021

Email korespondensi:  
riswan.adhitya.s@mail.ugm.ac.id

Laman daring:  
<https://doi.org/10.37525/mz/2021-1/272>

## ABSTRAK

*Dry gas seal* merupakan komponen penting dalam sistem *sealing* di kompresor sentrifugal. Suplai *seal gas* yang masuk ke dalam *dry gas seal* harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan berdasarkan *API 692*. Namun dalam kenyataan dilapangan kerusakan *dry gas seal* sering terjadi salah satunya akibat kontaminasi dari suplai *seal gas* yang akan masuk ke dalam *dry gas seal*. Kontaminasi sulfur dalam *process gas* yang bersifat korosif menjadikan umur dan keandalan dari *dry gas seal* berkurang. Di tambah dengan pemilihan model *gas conditioning unit* yang kurang tepat akan menghasilkan kualitas suplai *seal gas* di luar spesifikasi yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan kualitas suplai *seal gas* yang baik dilakukan pengembangan dalam *gas conditioning unit* yang ada yaitu desain *seal gas strainer* menggunakan tipe *dupleks* dan penggantian tipe *strainer*, pergantian ukuran *seal gas filter* dari 0,3 micron ke 0,1 micron dan penggunaan *coalescing filter*, perbaikan *seal gas heater* dan pemasangan *heat tracing* di jalur pipa suplai *seal gas*, dan pergantian komponen *seal gas booster*. Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa pengembangan model *gas conditioning unit* dalam sistem seal gas memberikan dampak yang positif terhadap keandalan dari *dry gas seal* di kompresor sentrifugal ini.

**Kata kunci:** (*Dry Gas Seal*, *Suplai Seal Gas*, *Kontaminasi*, *Seal Gas Conditioning Unit*)

## ABSTRACT

*Dry gas seal is an important component in the sealing system in centrifugal compressors. The gas seal supply that enters the dry gas seal must meet the specifications that have been determined based on API 692. However, on reality at the site dry gas seal damage often occurs, one of which is due to contamination from the gas seal supply that will enter the dry gas seal. The sulfur contamination in the corrosive process gas reduces the life and reliability of the dry gas seal. In addition, the selection of a gas conditioning unit model that is not quite right will result in the gas seal supply quality beyond the predetermined specifications. In this study, to obtain a good quality gas seal supply, development was carried out in the existing gas conditioning unit, upgrade seal gas strainer design using the duplex type and changing the type of strainer; changing the size of the gas filter seal from 0.3 micron to 0.1 micron and the use of coalescing filter; repair seal gas heater and heat tracing installation on the seal gas piping, and finally replacement of seal gas booster components. From the analysis, it can be concluded that the development of the gas conditioning unit model in the gas seal system has a positive impact on the reliability of the dry gas seal in this centrifugal compressor.*

**Keywords:** (Dry gas seal, Seal gas supply, Contamination, Seal Gas Conditioning Unit)

## PENDAHULUAN

Penggunaan *dry gas seal* dalam kompresor gas sentrifugal telah meningkat secara dramatis selama dua puluh tahun terakhir, menggantikan *seal oil* yang telah digunakan di sebagian besar aplikasi. Lebih dari 80% kompresor gas sentrifugal yang diproduksi saat ini dilengkapi dengan *dry gas seal*. Spesifikasi gas yang kering, temperatur dan tekanan yang ditentukan menjadi tuntutan yang wajib dipenuhi baik dari *process gas*, dan sistem pendukung yang kedepannya akan membutuhkan perbaikan berkelanjutan baik dalam desain lingkungan, internal maupun eksternal dari kompresor. Kontaminasi adalah penyebab utama degradasi *dry gas seal* yang menyebabkan keandalan yang berkurang. Pada bulan Agustus tahun 2019 terjadi kegagalan dalam sistem sealing kompresor di kedua kompresor man turbo RB28-5 High Pressure Kompresor Train A dan Train B dengan penyebab yang hampir sama yaitu komponen *dry gas seal* dengan parameter *primary vent seal leakage* yang tinggi. *Primary vent seal* terletak diantara *secondary seal* dan *primary seal*. *Primary vent line* inilah menjadi salah satu parameter adanya gangguan dari sistem seal gas. Suplai seal gas berasal dari *2<sup>nd</sup> stage impeller* kompresor yang berasal dari process gas itu sendiri. Perubahan kondisi proses gas

yang fluktuatif seperti kandungan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S yang tinggi hingga masuknya cairan dari proses dalam gas di tambah *gas treatment* yang kurang maksimal dan sistem filtrasi suplai seal gas yang kurang optimal menjadikan suplai gas yang masuk ke dalam sistem seal gas memiliki kualitas yang kurang baik yang mengakibatkan beberapa komponen dari *dry gas seal* mengalami kerusakan.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Dry gas seal* sebagai salah satu komponen yang digunakan pada sentrifugal kompresor sebagai sealing system untuk mencegah produk gas keluar ke atmosfer. Kemampuan yang ditawarkan *dry gas seal* permukaan seal yang tidak bersentuhan saat operasi, material seal yang baik, keandalan yang kuat dan teknologi canggih menjadikannya pilihan yang banyak digunakan di bidang industri minyak dan gas bumi.

### A. Kandungan Process Gas

Di lapangan migas ini, terdapat sistem injeksi gas dan air untuk menjaga tekanan di *reservoir* ( $VRR < 1$ ). Berat jenis gas, ketika di tekan secara signifikan lebih rendah daripada cairan. Metode *gas-lift* diaplikasikan di sumur dengan menyuntikkan gas ke dalam *casing* untuk meringankan kolom fluida dan mengurangi tekanan *bottomhole* yang mengalir. *Gas-lift* digunakan terus menerus untuk:

meningkatkan produksi sumur, dan mendapatkan aliran produk yang stabil. Tentunya metode *gas lift* membutuhkan alat mekanik yaitu gas kompresor untuk menyuntikkan gas ke dalam *reservoir*. Kompresor yang digunakan adalah *centrifugal compressor multistage* dengan *dry gas seal* sebagai sistem sealing. Komposisi dari kandungan H<sub>2</sub>S yang masih tinggi di dalam gas menjadikan sistem kompresi ini sedikit terganggu. Dimulai dari terjadinya penyumbatan di suplai gas ke *dry gas seal*, penyumbatan *primary vent seal line orifice* hingga terbentuknya kerak kotoran di *compressor blade*. Berikut sampel kandungan gas yang di produksi sebelum masuk ke inlet gas kompresor.

**SAMPLE DESCRIPTION :**

Sampling Date : 22-Oct-2019  
 Sampling Time : 17:30  
 Sampling Location : CPF Plant  
 Sample Description : GAS  
 Sampling Point : Gas Inlet GLC 1st Stage A  
 Sampling Conditions : 139 Psig @ 57.7 °C

The above sample was tested in accordance with the test method(s) stipulated, with the result(s) as follows :

TEST	METHODS	UNIT	SPECIFICATION	RESULT
Water Content	UOP-213 (Karl Fischer)	Lb/MMscf	Report	235.73
H2S	UOP-9 (Tutwiler)	%Vol	Report	1.29

**REMARK :**

Gambar 1. Kandungan gas di sisi masuk kompresor

**B. Seal Gas Conditioning Unit**

*Seal gas conditioning unit* merupakan sistem pendukung untuk menyediakan suplai seal gas ke *dry gas seal* pada saat perubahan operasi (transient condition) kompresor. Sebelum masuk ke sistem sealing suplai gas tersebut akan di olah agar mendapatkan kualitas *seal gas* yang sesuai spesifikasi yaitu:

- 1) Bersih, kering dan suplai *seal gas* yang terus menerus
- 2) *Particulates* < 3 microns
- 3) > 36°F (20°C) diatas titik didih
- 4) Kecepatan aliran suplai *seal gas* 15 ft/sec (5 m/s) diatas proses gas
- 5) Aliran suplai seal gas yang memadai selama perubahan kondisi

Untuk itu komponen-komponen utama dari *GCU* harus bekerja dengan baik. Berikut komponen utama dari sistem seal gas di *gas lift compressor*

**1. Seal Gas Strainer**

*Strainer* ini digunakan untuk penghalang pertama menyaring gas sebelum masuk ke *seal gas filter*. Filter memisahkan solid partikel (> 74 micron) dalam gas dengan sistem pemantauan tekanan diferensial mengukur tekanan diferensial antara sisi hisap filter dan sisi keluar filter. Ketika kontaminasi meningkat, tekanan diferensial di filter juga meningkat dan untuk pergantian unit kompresor harus di matikan.

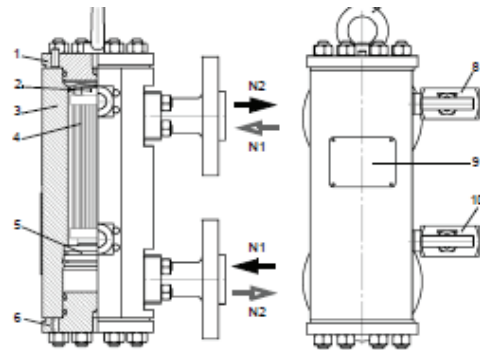


Fig. 5-1 Overview of assembly groups

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 1 Cover                     | 7 Eye bolt       |
| 2 Centring plate with strap | 8 Vent (valve)   |
| 3 Housing                   | 9 Type plate     |
| 4 Filter element            | 10 Drain valve   |
| 5 Element support           | N1 Filter inlet  |
|                             | N2 Filter outlet |

Gambar 2. Seal Gas Strainer

**2. Seal Gas Filter**

*Filter dupleks* digunakan dalam kasus di mana elemen filter yang kotor harus diganti tanpa mengganggu proses penyaringan. *Duplex filter* umumnya dipasang sebagai filter pelindung di aliran utama. Sistem pengaman menggunakan tekanan diferensial dimana mengukur tekanan diferensial antara *inlet filter* dan *outlet filter*. Dengan meningkatnya kekotoran, tekanan diferensial dalam filter juga meningkat

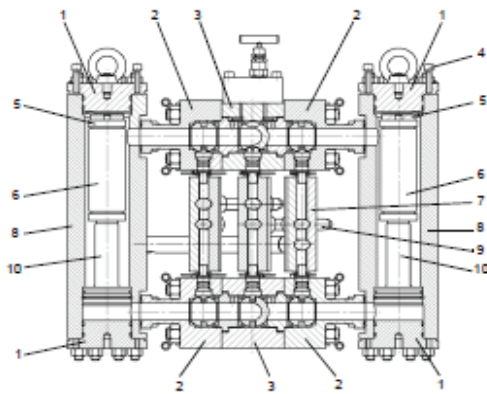


Fig. 5-2 Overview of assembly groups (view)

1	Cover	6	Filter element
2	Auxiliary valve	7	Coupling
3	3-way ball valve	8	Housing
4	Jacking bolt	9	Shift rod
5	Holding plate with strap	10	Element support

Gambar 3. Seal gas filter

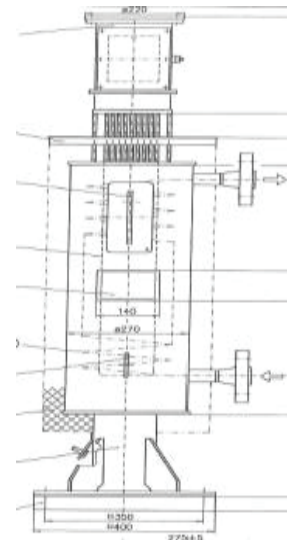
### 3. Seal Gas Booster

Perbedaan tekanan antara *compressor suction* dan *discharge* diperlukan untuk menggerakkan suplai seal gas melalui panel kontrol untuk mensuplai gas ke dalam *dry gas seal*. Selama mode operasi tertentu seperti pada saat *start-up*, *shutdown*, ataupun *transient condition*, kompresor tidak dapat menghasilkan tekanan yang memadai untuk mensuplai *seal gas*. Dalam mode operasi seperti itu *dry gas seal* rentan terkontaminasi dari *process gas* yang mengalir tanpa di filtrasi menuju ke area *sealing* dalam *dry gas seal*. Sistem *seal gas booster* menggunakan gerakan bolak-balik, penggerak udara, *boosting compressor* untuk menaikkan tekanan di *seal gas*. Ketika diperlukan, *Programmable logic control (PLC)* akan mengaktifkan *seal gas booster*. Suplai *seal gas* kemudian dialihkan ke sistem *seal gas booster*. Setelah melewati *intensifier*, gas yang di tambah akan di alirkan menuju ke hulu jalur suplai seal gas dari bagian pengontrol aliran di panel. Ketika kompresor menghasilkan perbedaan tekanan yang cukup untuk pasokan suplai *seal gas* tanpa sistem penguat, *PLC* akan mematikan *seal gas booster*. Suplai *seal gas* akan diteruskan ke jalur yang normal melalui sistem pengontrol *dry gas seal*.

### 4. Seal Gas Heater

*Seal gas heater* diperlukan untuk menaikkan temperatur gas agar menjauhi *dew point*, setelah

melewati filtrasi dimana standard temperatur yang ditambahkan pada *heater* adalah antara 100°C sampai 200°C.



Gambar 4. Seal gas heater

## METODE PENELITIAN

Metode RCA yang akan digunakan adalah mempelajari studi literatur terkait penyebab kerusakan *dry gas seal*, mengumpulkan data-data di lapangan dan mengolah data dari *Process Interface* menggunakan software *XHQ*, menganalisa hasil temuan dengan menggunakan *PROACT method*. Variabel penelitian kali ini menitikberatkan pada konfigurasi desain gas conditioning unit yang ada untuk menyediakan kualitas suplai seal gas. Berikut beberapa tahapan analisa penelitian antara lain dengan:

- 1) Mengumpulkan data-data parameter saat kerusakan *dry gas seal* terjadi
- 2) Membentuk tim untuk menganalisa data
- 3) Menganalisa data-data yang dikumpulkan
- 4) Mengkomunikasikan temuan dan memberikan rekomendasi pengembangan gas conditioning unit.
- 5) Melacak dan memonitor data rekomendasi yang sedang berjalan

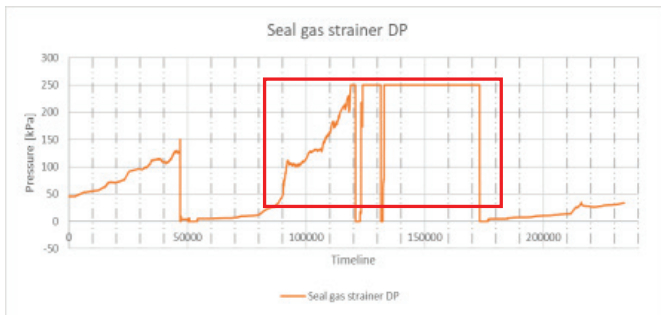
Dari tahapan analisa penelitian akan memberikan hasil rekomendasi pengembangan gas conditioning yang tepat untuk di terapkan dalam kondisi proses gas sekarang.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Kompresor RB28-5 menggunakan tipe dry gas seal gaspac, tandem seal dengan sistem pendukung gas conditioning unit. High pressure kompresor Train A mengalami shutdown dengan parameter primary vent seal leakage high-high 600 Kpa (Alarm: 250 Kpa, Shutdown: 600 Kpa) dan aliran seal gas leakage sebesar 11.8 m<sup>3</sup>/h (Alarm: 7 m<sup>3</sup>/h, Shutdown: 12 m<sup>3</sup>/h).

Peneliti mengumpulkan data-data parameter di lapangan antara lain tekanan diferensial seal gas strainer, seal gas filter, temperatur seal gas heater, tekanan seal gas booster dan beberapa data proses sistem dehidrasi gas, wawancara, membentuk tim investigasi, menganalisa data temuan dalam dry gas seal. Berikut data trending parameter sebelum dan saat terjadinya kerusakan dry gas seal.

**A. Seal gas strainer**

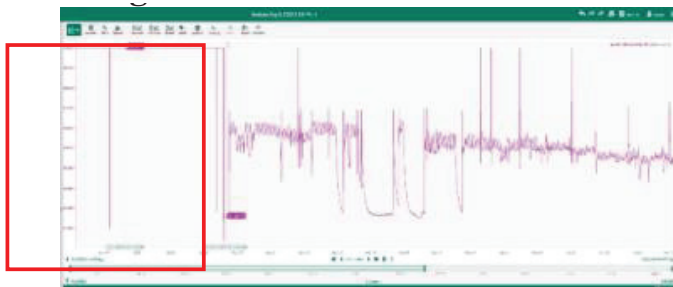


Gambar 5. Tekanan diferensial seal gas strainer bulan Agustus 2019

Keterangan:

Tekanan diferensial dari *strainer* menunjukkan grafik yang tinggi sebelum terjadinya kegagalan kompresor pada bulan Agustus. Nilainya berkisar di angka 180-200 Kpa (alarm: 250 kpa). Dimana normal operasi *strainer* diantara 5-10 Kpa. Hal ini menunjukkan bahwa sisi masuk dari *strainer* mengandung kontaminan yang kotor.

**B. Seal gas heater**

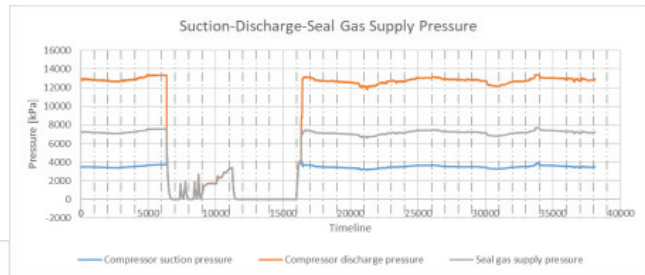


Gambar 6. Temperatur seal gas heater bulan Agustus 2019

Keterangan:

Temperatur seal gas heater yang konstan di 200°C (normal 85°C sampai 120°C) mengindikasikan komponen thyristor dari heater tidak berfungsi dengan baik sehingga tidak dapat mengontrol temperatur yang telah ditetapkan. Konfigurasi *seal gas heater* akan diatur ulang mengenai *setting* dari *thyristor* untuk menjaga temperatur dari *seal gas* berada di atas *dew pointnya*.

**C. Seal gas booster (Tekanan suplai)**



Gambar 7. Tekanan suplai seal gas booster saat transient condition

Keterangan:




- Merah : Tekanan buang kompresor
- Biru : Tekanan masuk kompresor
- Abu-abu : Tekanan suplai seal gas

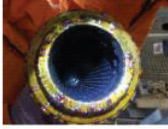

Tekanan masuk, keluar dan suplai seal gas 0 Kpa. Saat transient conditions seperti start up dan shutdown kompresor perlu adanya tekanan suplai seal gas dari luar untuk menjaga dry gas seal tetap bertekanan agar mencegah kontaminasi kotoran dari luar. Selain data di atas beberapa penyebab lain telah di identifikasi antara lain:

- 1) Prosedur saat *start up* dan *shutdown* perlu ditingkatkan untuk mencegah kerusakan pada komponen dalam di kompresor
- 2) Kurangnya efisiensi filtrasi *dry gas seal* (tidak memenuhi standar *API 692*)
- 3) Personel perlu kemampuan lebih dan pengetahuan untuk merespon kondisi atau mengerti tentang respon dari sistem
- 4) Keterbatasan sumber (terlalu banyak item yang di monitor)
- 5) Kerusakan struktur packing di sistem dehidrasi yang menyebabkan kandungan air t i n g g i yang lama hingga hal inilah salah satu yang menyebabkan kerusakan dry gas seal terjadi.

Dari hasil analisa temuan di atas beberapa penyebab yang menjadikan kerusakan *dry gas seal* salah satunya adalah kurangnya efisiensi filtrasi. Peran *gas conditioning unit* yang efektif diperlukan untuk mencegah terjadinya proses korosif di sistem *dry gas seal*. Hal ini diperparah dengan filtrasi sistem *seal gas* sebagai penghalang terakhir agar mendapatkan suplai *seal gas* yang bersih dan kering tidak sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Untuk menunjang analisa penyebab kerusakan *dry gas seal*, berikut beberapa bukti temuan peneliti dari sistem *sealing* kompresor:

- 1) Ditemukannya cairan di pembuangan filter dan strainer
- 2) Efektifitas filter yang terpasang tidak memenuhi standar API 692
- 3) Lubang orifice yang tertutup serbuk kuning akibat kontaminasi sulfur yang terbentuk
- 4) Kebanyakan hasil sampel yang diambil terdiri dari unsur Fe, S dan O yang berasal dari sour dan sweet corrosion terjadi pada sistem
- 5) Perubahan kondisi yang dinamis dan transient memberikan dampak terbesar pada sistem
- 6) Vendor secara independen melakukan analisa yang menunjukkan hasil adanya benda padat mengandung Fe dan sulfur

Sumber temuan	Gambar	Catatan
Seal gas supply port DE Side		Padatan serbuk hitam dan sulfur
Dry gas seal at DE Side		Lubang primary vent seal gas tertutup serbuk hitam dan ditemukan adanya cairan proses gas yang terbawa
Seal gas filter		

Seal gas strainer		Serbuk hitam dan cairan berupa crude oil
Suplai seal gas orifice		Elemental sulfur menutupi lubang orifice

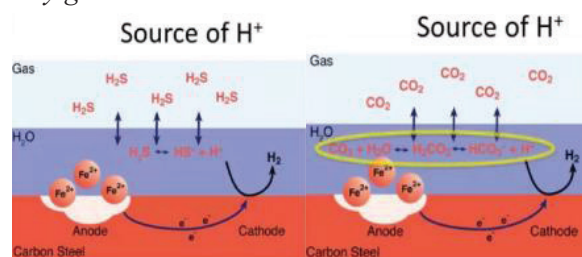
Gambar 8. Data temuan di sistem *seal gas*

Hasil temuan selanjutnya diverifikasi ke laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat dalam kontaminan untuk selanjutnya di tentukan penyebab utama dari kontaminasi agar solusi yang diberikan tepat sasaran. Berdasarkan hasil laboratorium dari beberapa sampel yang diambil:

Dari hasil temuan dan analisa laboratorium dapat disimpulkan bahwa ada tiga tipe kontaminasi yang ditemukan:

### 1. Bubuk hitam (*Black Powder*)

Serbuk hitam yang ditemukan di *seal gas strainer*, *seal gas filter*, *dry gas seal*, dan jalur suplai *seal gas* sebelum masuk kompresor suspek berasal dari produk korosi dari jalur pipa downstream sistem dehidrasi sebelum masuk ke kompresor. Kurang efektifnya sistem dehidrasi gas yang menyebabkan masih terdapatnya kandungan air dalam gas yang terdiri dari  $H_2S$  dan  $CO_2$  dengan tekanan tinggi bertemu di dalam pipa carbon steel menjadikan terjadinya pelepasan unsur elektron pada Fe yang menghasilkan serbuk hitam dengan unsur carbon dan Fe yang tinggi. Ditambah dengan penghalang terakhir sistem filtrasi yang kurang efektif menjadikan serbuk hitam lolos ke dalam *dry gas seal*



Gambar 9. Sour and Sweet Corrosion

2. Bubuk Sulfur (*Sulfur Powder*)

Bubuk sulfur terbentuk karena proses gas terdiri dari  $H_2S$  bereaksi dari oksigen dimana kandungan oksigen terdapat pada sistem  $N_2$  yang digunakan pada *buffer gas* dan *secondary seal gas* dan diduga berasal dari sulfur yang menguap di suplai *seal gas* dikarenakan saat temperatur sistem *seal gas* di bawah dari  $110^{\circ}C$ .

3. Cairan proses (*Process liquid*)

Kondensasi sepanjang jalur *seal gas* menghasilkan penurunan tekanan atau pada saat *transient condition* menghasilkan gas akan menyentuh ke grafik *dew point* yang membentuk phase liquid terjadi. Tingginya jumlah aliran yang melewati sistem pemisahan di *upstream kompresor* menjadikan cairan proses terbawa oleh gas ke sisi hisap kompresor dan menjadikan suplai *seal gas* yang notabene diambil dari  $2^{nd}$  stage impeller masih membawa cairan proses ke sistem suplai seal gas.

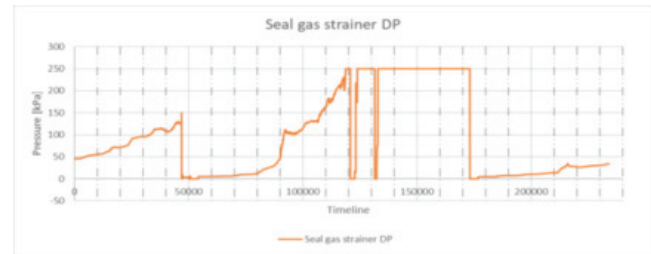
**D. Pengembangan Seal Gas Conditioning Unit**

Salah satu rekomendasi dengan memperbaiki sistem dehidrasi gas dan mengembangkan *seal gas conditioning unit* menjadi prioritas utama untuk mencegah kejadian kerusakan *dry gas seal* ini berulang-ulang. Pengembangan *seal gas conditioning unit* dilakukan untuk menyediakan suplai *seal gas* yang sesuai spesifikasi dengan menjaga temperatur di sistem *seal gas*, meningkatkan efisiensi sistem filtrasi pada *strainer* dan *filter*, meningkatkan kualitas dari komponen *seal gas booster* untuk mengakomodir tekanan suplai *seal gas* agar kotoran dan cairan proses tidak masuk ke *dry gas seal* terutama pada saat *transient mode*.

1. *Seal Gas Strainer*

*Seal gas strainer* yang terpasang sekarang menggunakan tipe *simplex filter* buatan *Boll and Krich*. *Seal gas strainer* ini di desain untuk menyaring hanya fluida gas. Di bagian bawah filter terdapat katup buang untuk membuang cairan yang tertangkap. *Seal gas strainer* yang digunakan 74 microns untuk menyaring partikel kotoran yang terkandung dalam gas. *Delta pressure* dari *strainer* menunjukkan grafik yang tinggi sebelum terjadinya kegagalan kompresor pada bulan

Agustus. Nilainya berkisar di angka 180-200 Kpa (alarm: 250 kpa). dimana normal operasi *strainer* diantara 5-10 Kpa.



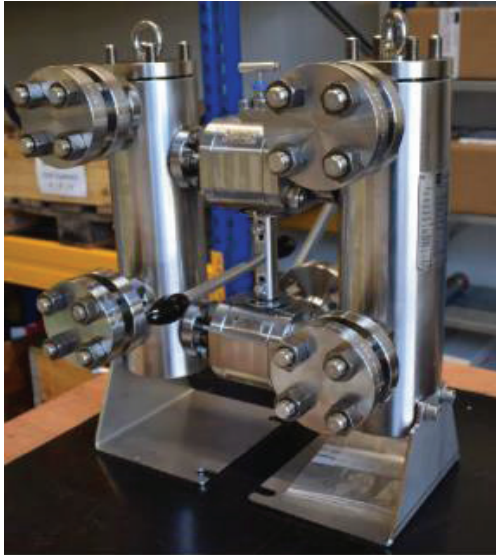
Gambar 10. Data trending tekanan diferensial *seal gas strainer*

Hal ini menunjukkan bahwa sisi masuk dari *strainer* mengandung kontaminan yang kotor. Kinerja dari *strainer* akan bertambah berat manakala desain dari *strainer simplex* atau tunggal. Untuk pergantian *strainer* membutuhkan kompresor harus mati dikarenakan tidak adanya redundant filter lainnya (tipe *dupleks*).

2. *Seal Gas Filter*

*Coalescing filter* menjadi alternatif pilihan terbaik saat ini dimana dari luas penampang yang lebih besar dari seal gas filter yang sekarang akan memberikan efisiensi filtrasi yang lebih untuk mencegah kotoran halus melewati dari filter yang terpasang. Filter ini terdiri dari silinder serat anorganik halus dengan kepadatan dan kedalaman yang telah ditentukan cukup untuk memastikan penyaringan maksimum fluida yang mengalir. Elemen ini juga dirancang untuk mempertahankan aliran dengan kecepatan yang relatif rendah melalui kedalaman filter untuk memastikan pembuangan cairan yang terkandung dalam gas secara efisien. Untuk memastikan suplai gas bersih dan menghilangkan cairan dari process gas dimana gas proses yang ada terdiri dari kontaminan berat dengan adanya cairan dan cairan yang menggumpal pada saringan atau *strainer* dan *dry gas seal*. Belerang juga ditemukan pada gas proses dan sampel yang diambil dari *dry gas seal*. Penggunaan *coalescing filter* dengan *vane pack* akan melakukan penyaringan partikulat yang berat dan cairan yang masuk. Momentum menyebabkan partikel berat yaitu tetesan-tetesan cairan yang terkumpul menabrak *vane* hingga tercapainya berat dan ukuran yang menyebabkan mereka jatuh

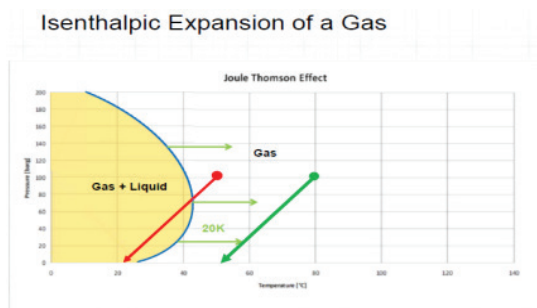
ke bawah filter karena gravitasi untuk selanjutnya dibuang ke jalur *close drain* berdasarkan *auto drain* ataupun dengan pembuangan manual. *Clean pac filter* bisa dipasang dengan pengaturan *duplex filter*. Satu filter *on duty* dan filter lainnya *standby* dimana pada saat operasi bisa melakukan pergantian filter tanpa unit shutdown.



Gambar 11. Dupleks Strainer

### 3. Seal Gas Heater & Heat Tracing

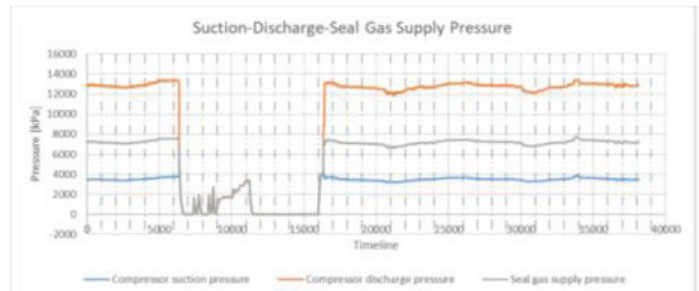
Seal gas heater untuk menyediakan suplai seal gas di  $20^{\circ}\text{C}$  diatas *dew point*. Suplai seal gas diukur setelah keluar dari *heater* dan dikontrol oleh panel kontrol *heater*. Bagaimanapun kontaminasi akan kompleks dengan adanya partikel sulfur yang ditemukan di kompresor. Sulfur akan mengalir pada suhu kompresor normal, untuk itu kita perlu membantu kinerja dari *seal gas heater* dengan memasang *heat tracing* di jalur pipa suplai *seal gas* sebelum masuk ke dalam kompresor



Gambar 12. Grafik *dew point* gas

### 4. Seal Gas Booster

Salah satu faktor kegagalan *dry gas seal* pada dua kompresor ini terjadi pada saat transient condition yaitu pada saat menghidupkan kompresor. Kontaminasi dari proses gas paling sering terjadi pada fase transisi ini. Dimana aliran dan tekanan seal gas harus tersedia dalam segala kondisi dimana diketahui suplai *seal gas* berasal dari *2<sup>nd</sup> stage impeller* kompresor itu sendiri. Seperti halnya pada tahap *pressurized* kompresor, aliran suplai gas tidak ada karena kompresor belum hidup yang mengakibatkan *process gas* akan migrasi ke *dry gas seal* yang akan menyebabkan kebocoran dari *dry gas seal* tersebut



Catatan:

Tekanan masuk, keluar dan suplai seal gas 0 Kpa. Peringatan *transient conditions* perlu adanya suplai *seal gas* dari luar.

Gambar 13. Data trending tekanan *seal gas booster*

Hal ini menjadikan pemicu untuk mengkaji ulang mengenai *seal gas booster* yang digunakan sekarang. Salah satunya dengan mengubah desain katup masuk dan buang pada kompresor *booster* dimana model yang lama rentan mengalami stuck pada *ball* terhadap *valve cage* yang menjadikan tekanan buang dari *booster* tidak dapat mengirim tekanan suplai *seal gas* yang cukup.

Dengan desain *valve cage* yang kokoh dan tebal membuat posisi dari *ball valve* aman dan memudahkan dalam pergerakan saat langkah operasi hisap maupun buang. Namun ada beberapa hal yang perlu dikaji lebih dalam terkait pengaruh kandungan dari suplai gas yang masih mengandung hidrogen sulfida terhadap ketahanan dari material seal gas booster.





Gambar 14. Seal Gas Booster Valve Upgrade Assy

### E. Validasi Hasil Pengembangan Seal Gas Conditioning Unit

Revisi pertama dilakukan mengacu pada hasil rekomendasi, waktu yang diperlukan, ketersediaan material, vendor dan lain-lain. Adapun revisi yang dilakukan adalah:

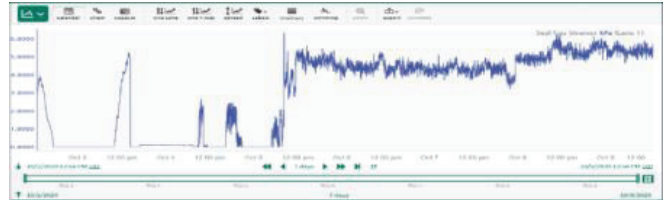
- 1) Pergantian tipe *simplex strainer* menjadi *dupleks strainer* dengan standar spesifikasi yang sama
- 2) Perbaikan komponen *seal gas heater* dan pemasangan *heat trace* pada jalur pipa sistem *seal gas* mulai dari jalur *seal gas strainer* hingga *primary vent seal gas* di sisi *drive end* maupun *non drive end*
- 3) Pergantian *seal gas filter* ukuran mesh dari 0.3 micron menjadi 0.1 micron
- 4) Pengembangan *seal gas booster valve suction* dan *discharge valve* untuk menjaga keandalan dari *booster*

#### 1. Seal Gas Strainer

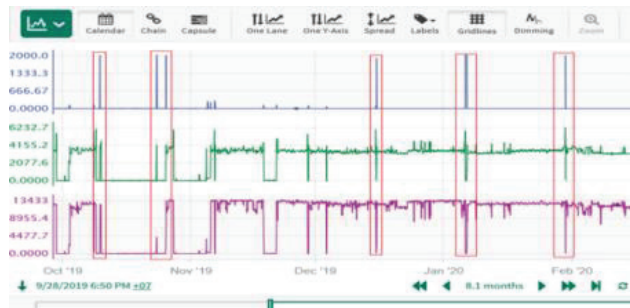
Setelah pergantian tipe *strainer* dan pemasangan *dupleks strainer*, tekanan diferensial strainer cukup stabil yang mengindikasikan efisiensi dari filtrasi cukup baik.

#### 2. Seal Gas Booster

Data di bawah ini menggambarkan bahwa *seal gas booster* bekerja dengan baik dimana mampu menjaga tekanan suplai *seal gas* pada saat kompresor mati dimana saat terjadi perbedaan tekanan diferensial sisi masuk dan keluar kompresor di bawah 400 Kpa *seal gas booster* akan aktif



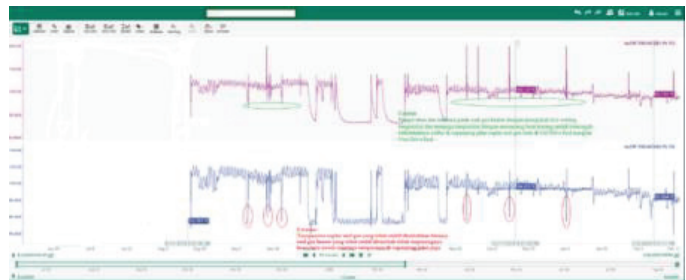
Gambar 15. Seal gas strainer tekanan diferensial



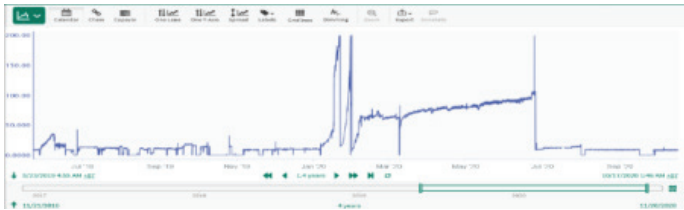
Gambar 16. Seal gas booster tekanan suplai

#### 3. Seal Gas Heater

Temperatur *seal gas* berkisar antara 80-120°C untuk menjaga *seal gas* tetap kering dan mencegah terbentuknya sulfur di jalur pipa yang akan menghambat suplai *seal gas* ke *dry gas seal* dan memasang *seal gas heater* di jalur pipa dari *seal gas strainer* hingga *orifice* di sisi masuk kompresor.



Gambar 17. Seal gas heater temperatur



#### 4. Seal Gas Filter

Berdasarkan data perubahan ukuran *mesh* dari 0,3 ke 0,1 micron untuk memaksimalkan proses penyaringan partikel halus, tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap tekanan diferensial dari filter dan performa dari filtrasi sehingga perubahan ukuran filter ini aman untuk di aplikasikan

#### KESIMPULAN.

*Gas conditioning unit* sebagai sistem pendukung untuk menyediakan suplai seal gas yang bersih dan kering sesuai spesifikasi *API 692* tidak bekerja secara optimal dikarenakan desain yang digunakan belum mampu mengakomodir perubahan kondisi proses gas sekarang. Pengembangan awal yang telah dilakukan pada *gas conditioning unit* yaitu perubahan seal gas filter dari 0,3 micron menjadi 0,1 micron, perbaikan *seal gas heater* dan pemasangan *heat tracing* di jalur pipa suplai *seal gas*, pengembangan komponen dalam komponen *seal gas booster* memberikan hasil yang positif dengan indikator interval pergantian *strainer* yang turun dan parameter *primary seal vent leakage* yang stabil

#### DAFTAR PUSTAKA

Alvarado, V., & Manrique, E. (2010). Enhanced oil recovery: an update review. *Energies*, 3, 1529e1575.

Caudle, B., & Dyes, A. (1958). Improving Miscible Displacement by Gas-Water Injection.

Davarpanah, A. (2018). A Feasible Visual Investigation for Associative Foam Polymer Injectivity Performances in the Oil Recovery Enhancement. *Eur. Polym. J.*

Eastoe, J., Hatzopoulos, M. H., & Tabor, R. (2013). Microemulsions. In T. Tadros (Ed.), *Encyclopedia of Colloid and Interface Science* (pp. 688e729). Springer Berlin Heidelberg.

John S. E. (2002). Recovery of Sulfur from

Sour Acid Gas: Review of the Technology. *Environmental Progress*, 143-162.

Rachmat, S. (2011). *Reservoir Minyak dan Gas Bumi*. Buku Pintar Migas Indonesia.

Ayu Wandira Bande, Djameluddin, & Hasbi Bakri. (2016). Analisis Penanganan Konsentrasi Hidrogen Sulfida Dalam Minyak Bumi Lapangan Tiaka Kabupaten Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Geomine*, 4(2), Agustus 2016.

Angelika Permatasari, Faisal Harris, & Utik Dwi Pratiwi. (2016). Teknologi Pengolahan Gas Alam, Gas Alternatif Energi Ramah Lingkungan. *Engineer Weekly*.

ExxonMobil. (2015). Solutions for sour gas treating problems, Flexsorb™ Technology.

Latino, Robert. J., & Latino, Kenneth. C. (2002). *Root Cause Analysis: Improving Performance for Bottom-line Results (Second Edition)*. CRC Press.

Uptigrove, Stan. O., Eakins, Paul. S., & Sears, John. E. (1996). *Dry Gas Seal Developments and Contamination Prevention*. IPC 1996-1986, International Pipeline Conference

Flowserve Flow Division Solutions. (1999). *Gaspac Compressor Gas Seals*. Flowserve Corporation, Dortmund.

Sutherland, Ken. (2008). *Filters and Filtration Handbook (Fifth Edition)*. Butterworth-Heinemann, Elsevier Limited.

Shahin, I. (2016). Gas Seal Performance and Start-up Condition Enhancement with Different Seal Groove Geometries. *Journal of Aeronautics and Aerospace Engineering*, 5(4).

Yan Wang, Qiong Hu, Jianjun Sun, Da Wang, & Xiaoqing Zhen. (2019). Numerical Analysis of T-Groove Dry Gas Seal with Orientation Texture at the Groove Bottom. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(1), 1-12. [journals.sagepub.com/home/ade](http://journals.sagepub.com/home/ade).