

## BAB II

### FAKTA dan PERMASALAHAN

#### A. Fakta

High Duty Compressor memiliki fungsi yang sangat kritis di kapal LNG. Pesawat ini selalu digunakan pada saat pemuatan LNG ke kapal selain itu juga digunakan pada operasional-operasional khusus diantaranya:

1. Proses Initial cool down, yaitu proses pendinginan tanki muatan dari temperatur ruang ke temperatur rendah (cryogenic) dimana tanki muatan dapat diisi dengan muatan LNG.
2. Proses Cargo tank warming up, yaitu proses pemanasan tanki dari temperatur kerja tanki muatan yang rendah hingga temperatur tertentu, target temperatur adalah temperatur 15°c.

Karena sangat diperlukan dan penggunaan/kebutuhan gas yang sangat banyak, pihak pencarter meminta pihak kapal agar pada semua proses yang berlangsung bisa tepat waktu dan efisien dan tidak ada gangguan selama proses berlangsung.

#### 1. Obyek Penelitian

Untuk menunjang dan guna kelengkapan penelitian ini Penulis sampaikan data spesifikasi High Duty Compressor di kapal LNG/C Coral Energy sebagai berikut:

Tabel 2.1

#### SPESIFIKASI HIGH DUTY COMPRESSOR LNG/C CORAL ENERGY

Maker	: CRYOSTAR SAS
Type	: CM 100/35 HD
Tenaga penggerak	: Motor listrik

Tahun Pembuatan	: 2010
Jumlah	: 2 unit
Putaran poros	: 11000 rpm
Kapasitas	: 3500 m <sup>3</sup> / jam
Tekanan keluar kompresor	: 0.196 MPa
Tekanan masuk kompresor	: 0.106 Mpa pada -140° c

High Duty Compressor terdiri dari tiga bagian utama, yaitu elektrik motor, unit roda-roda gigi, kompresor itu sendiri dan sistem pengontrolan. Kompresor dapat dikontrol berdasarkan tekanan masuk, tekanan keluar, aliran maupun kombinasi dari ketiganya<sup>1</sup>. Di kapal Coral Energy yang digunakan adalah kombinasi dari keduanya.

Untuk mendapatkan jumlah gas yang masuk ke kompresor sesuai yang diinginkan, jumlah gas masuk ke compressor di kontrol menggunakan *Inlet Guide vane (IGV)* yang terpasang pada akhir pipa hisap. Alat ini dioperasikan menggunakan sistem pneumatic actuator yang menerima signal dari flow controller pada pengoperasian manual setempat. Rotasi vane full memungkinkan 100% , berkisar -30% sampai 80%. Dan posisi penunjukannya bisa dilihat di lokal monitor maupun di control room monitor.

LNG, Untuk alasan keselamatan kompresor dan elektrik motornya harus berada di ruangan terpisah. Motor listrik dihubungkan ke unit roda gigi dengan poros antara (*intermediate shaft*), untuk mencegah masuknya gas metan ke ruangan motor listrik apa bila terjadi kebocoran maka di poros antara ini dipasang bulkhead seal. Unit roda gigi ini terdiri dari dua poros, poros yang terhubung dengan poros antara dan poros yang terhubung dengan kompresor. Apabila motor listrik berputar, putarannya akan diteruskan ke unit roda gigi yang kemudian juga akan memutar impeler yang ada dikompresor

---

<sup>1</sup> API Standard 617 (1995) Centrifugal Compressor for Petroleum, Chemical, and Gas Service Industries : American Petroleum Institute

unit. Pada saat impeler berputar dengan putaran tinggi energi yang ada pada impeler akan berpindah ke gas yang ada didalam casing sehingga menyebabkan gas tersebut akan terakselerasi dan menimbulkan aliran gas masuk dan keluar kompresor. Ada dua jenis impeler yang digunakan pada kompresor gas sentrifugal yaitu tipe tertutup dan semi terbuka<sup>2</sup>.

Kompresor dapat dioperasikan dengan dua cara, yaitu pada posisi Remote dan Local. Pada posisi remote, kompresor dapat dioperasikan/dijalankan dari CCR (Cargo Control Room). Dan pada posisi Local dapat dijalankan dari local starter panel. Untuk semua kran juga dapat dioperasikan dari cargo control room.

## 2. Prosedur pengoperasian

High Duty Compressor digunakan pada saat bongkar dan muat serta untuk kondisi atau pengoperasian khusus yaitu Initial cooldown setelah kapal melakukan perbaikan dimana kapal dalam kondisi kosong tanpa muatan. Dalam pengoperasiannya seperti langkah langkah berikut :

### a. Langkah persiapan

- 1). Komunikasikan dengan pihak terminal muat segala sesuatunya sehingga segala kemungkinan dan proses yang berlangsung diketahui kedua belah pihak, baik prosedur normal dan daruratnya.
- 2). Berikan instruksi yang jelas serta check list kepada awak kapal yang bertugas.
- 3). Buka katub masuk dan keluar pada sistem air pendinginan minyak lumas.
- 4). Buka katub untuk angin pengontrol instrument.

---

<sup>2</sup> API Standard 617 (1995) Centrifugal Compressor for Petroleum, Chemical, and Gas Service Industries : American Petroleum Institute

- 5). Periksa level minyak lumas pada tangki penampungan minyak lumas.
- 6). Jalankan pemanas minyak lumas  $\pm$  30 menit sebelum compressor dijalankan atau tergantung suhu kompresor dan sekitarnya. Suhu minyak lumas antara 40 °C sampai 50 °C.
- 7). Jalankan pompa bantu minyak lumas untuk menghangatkan *gear box* dan bearing  $\pm$  15 ~ 30 menit sebelum kompresor dijalankan. Periksa bilamana ada kebocoran,
- 8). Buka katub manual seal gas supply.
- 9). Buka katub masuk dan keluar pada kompresor.
- 10). Pastikan posisi *Inlet Gas Vane (IGV)* pada posisi setting 0% atau posisi start dan *Anti surge control valve* pada posisi terbuka, pada saat kompresor di stop IGV di set ke posisi 0% dan *Anti surge control valve* keposisi terbuka.
- 11). Tekan tombol COMPRESSOR RESET dan pastikan tidak ada lampu alarm atau trip yang masih menyala. Dan lampu COMPRESSOR READY dalam keadaan menyala.
- 12). Pastikan bahwa 2 *Generator* pada kondisi terhubung secara paralel sehingga cukup tenaga untuk menjalankan kompresor, konfirmasi kepada Masinis jaga.
- 13). Setelah semua persiapan tersebut selesai maka kompresor siap dijalankan.

b. Pengoperasian High Duty Kompresor.

- 1). Jalankan High Duty kompresor dengan menekan tombol START pada *Local control panel*, atau dari *Control swithboard* atau dari *IAS control*.
- 2). Anti Surge control system adalah bagian dari fungsi IAS Control sehingga katub akan menutup secara otomatis setelah mencapai setting waktu  $\pm$  120 detik.

- 3). Periksa dan pastikan pompa bantu minyak lumas berhenti secara otomatis setelah tekanan minyak lumas pada pompa utama mencapai cukup tekanan untuk sistem pelumasan.
- 4). Setelah kompressor berjalan periksa bagian-bagian berikut:
  - 1).  $\Delta P$  atau perbedaan tekanan pada seal gas yaitu 0,1 ~ 0,2 bar. Atur lagi bila perlu.
  - 2). Tekanan minyak lumas antara 2.0 bar ~ 2.5 bar.
  - 3). Suhu minyak lumas pada gear box harus lebih dari 30 °C
  - 4). Periksa local control panel, pastikan tenaga motor penggerak pada kondisi normal pada penunjukan Ampere meter, dan tidak ada lampu alarm yang menyala.
  - 5). Periksa secara lengkap semua system, baik sistem minyak lumas, seal gas, sistem angin pengontrol, maupun angin pendingin dalam kondisi normal, tidak ada kebocoran.
  - 6). Periksa semua seting point dari semua instrument pada posisi yang benar sesuai standar pengoperasian.
  - 7). Pada saat ini semua kontrol dilakukan oleh IAS kontrol, sehingga bisa dilihat semua kondisi baik tangki, muatan dan system yang bekerja. Sehingga pengontrolan bisa dilakukan dari *Cargo Control Room*.

c. Perawatan Berencana

- 1). Perawatan harian
  - a). Perawatan harian atau sebelum kompressor di jalankan adalah lakukan pengecekan kebocoran di semua sistem, baik di gas line, seal gas, sistem minyak pelumas, sitem angin pengontrol, sistem air pendingin.
  - b). Lakukan penceratan pada sistem udara pengontrol untuk membuang kandungan air kondensate yang ada

- c). Cek lampu indikator di local control panel dan Cek fungsi semua kran *pneumatic* dengan membuka menutup, untuk memastikan kran berfungsi dengan baik
- d). Periksa level minyak pelumas pada tanki penampung minyak lumas.
- e). Bersihkan saringan air pendingin minyak lumas jika di perlukan
- f). Periksa keseluruhan kompressor unit termasuk *power source* agar kompressor setiap saat siap dijalankan/dioperasikan
- g). Tulis daftar pengecekan harian /*daily check list* untuk Kompressor beserta sistemnya.

## B. Permasalahan

Kapal LNG/C Coral energy selesai melakukan perbaikan di dock berdasarkan garansi service yang ada kemudian melakukan kegiatan untuk kembali melakukan persiapan tangki dan sistem untuk memuat. Setelah melalui beberapa proses, yaitu pengisian nitrogen ketangki untuk menggantikan oksigen yang ada didalam sistem dan tangki, kemudian *Driying, Inerting, Gasing up* dan sebelum LNG dapat dimuat ke kapal terlebih dahulu harus dilakukan *Initial Cooldown* yaitu proses pengisian gas methan kedalam tangki dan pipa-pipa muatan untuk pertama kalinya sebelum tangki diisi dengan muatan dengan cara pendinginan menggunakan spray nozzle yang menyemprotkan muatan dengan tujuan agar tidak menimbulkan thermal stress pada tangki. Temperature yang di inginkan  $\pm - 110^{\circ}\text{C}$ . Proses ini menghabiskan waktu kurang lebih 12 jam yang mana dengan kondisi normal seharusnya waktu yang diperlukan tidak lebih dari 10 jam.

LNG dari fasilitas darat dipompakan ke kapal yang kemudian dialirkan ke spray nozzle melalui spray line. LNG yang keluar dari *spray nozzle* ini akan berupa partikel kecil sehingga akan lebih mudah menyerap panas yang ada didalam tanki muatan. LNG yang telah menyerap panas tersebut akan berubah menjadi vapour, vapour ini akan dihisap oleh H/D Compressor kemudian dialirkan ke fasilitas darat. Pada saat proses ini sedang berlangsung terjadi beberapa fakta kejadian yang menyebabkan proses initial cool down ini tidak berjalan sebagaimana mestinya, yaitu:

1. Tekanan di Dalam Tanki Muatan Naik Terus Menerus.

Pada saat initial cool down ini dimulai, tekanan di dalam tanki kurang lebih 0.1 bar. Setelah LNG dikabutkan melalui spray nozzle maka temperatur didalam tanki akan berangsur-angsur turun yang menyebabkan volume gas methan yang ada di dalam tanki mengecil, sehingga tekanan didalam tanki muatan secara keseluruhan juga akan turun.

Penurunan tekanan ini akan berlanjut sampai pada suatu kondisi dimana volume gas methan sudah konstan. Biasanya penurunan tekanan di dalam tanki ini sekitar 0.02 ~ 0.03 bar. Kemudian tekanan tanki akan berangsur-angsur naik.

Tekanan normal pada saat initial cool down ini adalah 0.1 bar. H/D Compressor digunakan untuk menjaga tekanan tanki muatan tetap 0.1 bar dengan menghisap vapour dari dalam tanki muatan untuk kemudian dialirkan ke fasilitas darat.

Tapi meskipun 2 unit H/D Compressor telah digunakan untuk menghisap vapour dari tanki muatan, tekanan di dalam tanki tetap saja naik bahkan hampir mendekati tekanan dimana katub keamanan tanki muatan bekerja. Untuk mencegah hal ini terjadi maka harus dilakukan venting vapour dari dalam tanki

muatan ke atmosfer. Sebelum melakukan venting ini beberapa hal harus dilakukan diantaranya menginformasikan ke pihak darat dan menutup semua ventilasi udara di kapal untuk mencegah gas metan masuk ke kamar mesin maupun ke ruangan akomodasi.

Kemudian pihak kapal juga harus meminta pada pihak darat agar mengurangi aliran LNG ke kapal untuk menjaga tekanan di dalam tanki tidak naik terlalu tinggi, sehingga akan mengakibatkan waktu pelaksanaan proses initial cool down ini lebih lama dari waktu yang telah direncanakan.

## 2. Kinerja H/D Compressor Tidak Maksimal

Beban kerja kompresor ini diatur oleh suatu komponen yang disebut *Inlet Guide Vane* (IGV). IGV ini dapat dioperasikan secara manual maupun otomatis. Semakin besar sudut bukaan dari IGV ini maka semakin banyak jumlah gas yang dipindahkan, dan demikian pula sebaliknya.

Sesuai dengan spesifikasi diatas kapasitas dari High Duty Compressor adalah  $3500 \text{ m}^3/\text{jam}$  per unit. Sehingga apa bila 2 unit kompresor digunakan akan dapat menghisap dan mengalirkan vapour dari dalam tanki sebanyak  $7000 \text{ m}^3/\text{jam}$  pada kapasitas maksimalnya.

Tapi berdasarkan penunjukan *flowmeter* jumlah vapour aktual yang dialirkan ke fasilitas darat hanya sekitar  $4000 \text{ m}^3/\text{jam}$  meskipun kedua H/D Compressor sudah bekerja maksimal dan sudut bukaan IGV juga sudah maksimal.