

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN ANTI SURGE CONTROL
VALVE PADA HIGH DUTY GAS COMPRESSOR GUNA
MENDUKUNG KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL
S.S ENERGY FRONTIER**

Oleh:

RAHAYU NUR ALAMSYAH

NIS: 01326/T-1

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT -1

JAKARTA

2016

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama	:	RAHAYU NUR ALAMSYAH
NIS	:	01326/T-1
Program Pendidikan	:	DIKLAT PELAUT ATT-1
Jurusan	:	TEKNIKA
Judul	:	OPTIMALISASI PERAWATAN ANTI SURGE CONTROL VALVE PADA HIGH DUTY GAS COMPRESSOR GUNA MENDUKUNG KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL S.S ENERGY FRONTIER

Jakarta, September 2016

Pembimbing Materi,

Pembimbing Penulisan,

MOHAMAD RIDWAN S, Si.T, MM

Penata Muda Tk.I (III/b)

NIP. 197807072009121005

ASMAN ALA, ST, MT

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 197002071998031002

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

NAFI ALMUZANI, M.MTr

Penata (III/c)

NIP. 197209012005021001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : RAHAYU NUR ALAMSYAH
NIS : 01326/T-1
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT ATT - 1
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN ANTI SURGE
CONTROL VALVE PADA HIGH DUTY GAS
COMPRESSOR GUNA Mendukung
KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL S.S
ENERGY FRONTIER

Penguji I

Penguji II

Penguji III

DR. Ir. DESAMEN SIMATUPANG, SE., MM

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 195812291993031001

WINARTO EDI PURNAMA

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 196607261998081001

ARIF HIDAYAT, S.Pel, MM

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 197407171998031001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

NAFI ALMUZANI, M.MTr

Penata (III/c)

NIP. 197209012005021001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat TUHAN yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, hikmat kepada penulis sehingga bisa dan dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul:

OPTIMALISASI PERAWATAN ANTI SURGE CONTROL VALVE PADA HIGH DUTY GAS COMPRESSOR GUNA MENDUKUNG KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL S.S ENERGY FRONTIER

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan yang wajib dilaksanakan oleh setiap Pasis dalam menyelesaikan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta pada jenjang terakhir, khususnya jenjang Ahli Teknika Tingkat I, sesuai keputusan Kepala Badan Pendidikan dan Latihan Perhubungan Nomor 233/HK 602/Diklat-98 dan mengacu pada ketentuan Konvensi Internasional SCTW-78 Amandemen 2010.

Penulis sangat menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dan menambah wawasan serta pengetahuan sangat diharapkan agar terciptanya hasil karya yang lebih baik lagi di masa mendatang.

Dalam kesempatan yang baik ini, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan makalah ini, terutama kepada :

1. Bapak Pranyoto, S.Pi, MAP selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Nafi Almuzani, M.MTr, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Bapak DRS Bambang Sumali MSc , selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
4. Bapak M. Ridwan, S,Si.T. MM, selaku Dosen Pembimbing Materi yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan bimbingan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan makalah ini.

5. Bapak Asman Ala,ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Penulisan yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan bimbingan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan makalah ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan.
7. Orang tua, Istri dan Anak tercinta yang telah memberikan Doa, dorongan dan semangat kepada penulis selama mengikuti pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta hingga terselesaikannya makalah ini.
8. Seluruh rekan-rekan perwira siswa tingkat ATT I angkatan 44 dan semua pihak yang telah memberikan dorongan, masukan dan bantuan untuk selesainya makalah ini. Besar harapan penulis semoga makalah ini dapat bermanfaat utamanya bagi diri penulis sendiri maupun pihak-pihak yang membutuhkan, terutama dari kalangan akademisi Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Jakarta, September 2016

Penulis,

Rahayu Nur Alamsyah

NIS.01326 /T-1

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah, Batasan dan Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Manfaat	4
D. Metode Penelitian	5
E. Waktu dan Tempat Penelitian	7
F. Sistematika Penulisan Makalah	8
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.....	10
B. Kerangka Pemikiran.....	39
BAB III : ANALISA DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data.....	42
B. Analisa Data.....	44
C. Pemecahan Masalah.....	57

BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

A.	Kesimpulan	60
B.	Saran-saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1 *Operasional High Duty Gas Compressor*
2. Tabel 3.2 Nilai 5 Parameter
3. Tabel 3.3 Batasan signal 4 – 20 mA

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1 Proses Kerja Kompresor
2. Gambar 2.2 *Compressor performance curve* dengan P_1 bervariasi
3. Gambar 2.3 *Compressor performance curve* dengan ω bervariasi
4. Gambar 2.4 *Compressor system Curve*
5. Gambar 2.5 *Compressor operating point Curve*
6. Gambar 2.6 *Konfigurasi performance Control Variable*
7. Gambar 2.7 *Constan speed curve*
8. Gambar 2.8 *Variable speed curve*
9. Gambar 2.9 *Konfigurasi fix set point anti surge control*
10. Gambar 2.10 *Fix set point performance curve*
11. Gambar 2.11 *Konfigurasi set point anti surge control*
12. Gambar 2.12 *Universal surge line curve*
13. Gambar 2.13 *Surge line dan kontrol line*
14. Gambar 2.14 *Configurasi load sharing control*
15. Gambar 2.15 Pembagian pelaksanaan perawatan
16. Gambar 2.16 *Bath tub curve*
17. Gambar 2.17 Kurva kerusakan komponen berdasarkan usia
18. Gambar 2.18 *Jenis preventive maintenance*
19. Gambar 2.19 Kurva perbandingan *preventive maintenance time base* dan *condition base*
20. Gambar 3.1 Perbedaan *set point* dan perbedaan tekanan
21. Gambar 3.2 Bagian – bagian *Surge control valve*
22. Gambar 3.3 *Solenoid valve*
23. Gambar 3.4 *Surge Valve*

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : RAHAYU NUR ALAMSYAH
NIS : 01326/T-1
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT ATT - 1
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN ANTI SURGE
CONTROL VALVE PADA HIGH DUTY GAS
COMPRESSOR GUNA MENDUKUNG
KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL S.S
ENERGY FRONTIER

Penguji I

DR. Ir. DESAMEN SIMATUPANG, SE., MM

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 195812291993031001

Penguji II

WINARTO EDI PURNAMA

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 196607261998081001

Penguji III

ARIF HIDAYAT, S.Pel, MM

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 197407171998031001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

NAFI ALMUZANI, M.MTr

Penata (III/c)

NIP. 197209012005021001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama	:	RAHAYU NUR ALAMSYAH
NIS	:	01326/T-1
Program Pendidikan	:	DIKLAT PELAUT ATT-1
Jurusan	:	TEKNIKA
Judul	:	OPTIMALISASI PERAWATAN ANTI SURGE CONTROL VALVE PADA HIGH DUTY GAS COMPRESSOR GUNA MENDUKUNG KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL S.S ENERGY FRONTIER

Jakarta, September 2016

Pembimbing Materi,

MOHAMAD RIDWAN S, Si.T, MM
Penata Muda Tk.I (III/b)
NIP. 197807072009121005

Pembimbing Penulisan,

ASMAN ALA, ST, MT
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 197002071998031002

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik

NAFI ALMUZANI, M.MTr
Penata (III/c)
NIP. 197209012005021001

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan sarana transportasi laut yang memegang peranan penting di dunia dewasa ini, khususnya kapal tanker yang mengangkut muatan gas cair atau LNG (*liquefied natural gas*) yang sangat berbahaya mengancam setiap saat, mudah terbakar bahkan mudah meledak. Dalam operasinya kapal LNG Tanker harus sangat ekstra hati – hati terutama saat kegiatan bongkar muat. Pada kapal yang bermuatan LNG, dilengkapi oleh *high duty gas compressor* yang mempunyai peranan penting untuk mendukung proses memuat berjalan dengan lancar. Pada proses memuat ini, *high duty gas compressor* berfungsi untuk menghisap uap LNG dari tangki muatan diatas kapal dan mengirimkannya ke tangki penampungan di terminal pelabuhan darat. Kegiatan yang dilakukan oleh *High duty compressor* ini bertujuan untuk mengatur dan menjaga tekanan tangki muatan diatas kapal agar sesuai yang di inginkan.

Pada tekanan atmosfer titik uap dari LNG adalah -160°C , perbandingan antara gas alam yang belum di cairkan dengan LNG (yang telah dicairkan) adalah 1 berbanding 600 yang artinya 1 (satu) m³ LNG sama dengan 600 m³ gas alam yang belum di cairkan (sumber buku panduan LNG MOL *training center*).

Kegiatan muat ini adalah hal yang sangat penting dalam pengoperasian kapal sehingga dituntut *high duty gas compressor* harus selalu dalam kondisi prima dan siap untuk di operasikan, tapi pada kenyataannya terjadi masalah pada pengoperasian *high duty gas compressor* yang menyebabkan terhambatnya proses

kegiatan muat yang disebabkan oleh *surging control valve* tidak bekerja secara otomatis.

Surging adalah suatu kondisi dimana kompressor bekerja pada *flow* yang rendah sehingga tekanan kompressor akan menurun drastis sedangkan *head system* mempunyai tekanan yang sangat tinggi. Hal ini mengakibatkan aliran balik yang terjadi berulang-ulang pada frekuensi yang sangat tinggi, akibat dari fenomena ini maka kompressor beroperasi pada kondisi yang tidak stabil dan menimbulkan getaran yang tinggi. Apabila operasi ini dilanjutkan dan tidak cepat ditindak lanjuti, maka mengakibatkan kerusakan fatal pada kompresor. Fenomena surging ini adalah salah satu gangguan pada kompresor yang dapat menghambat kelancaran operasional di atas kapal.

Jadi dapat dipastikan bahwa yang menjadi pokok utama dalam kapal yang bermuatan gas cair ini adalah bagaimana cara pengaturan tekanan tangki dan muatan di dalam tangki tersebut. Pengaturan tekanan tangki ini akan berjalan dengan lancar apabila setiap permesinan yang berperan dalam operasional ini selalu dalam kondisi baik. Kondisi ini dapat dijaga dengan melakukan perawatan yang baik dan tepat terhadap setiap permesinan pendukung dalam hal ini adalah *high duty gas compressor*.

High duty gas compressor yang diperlengkapi oleh beberapa peralatan pendukung dalam system kerjanya seperti *transmitter*, *solenoid valve*, *control valve* dan yang lainnya membutuhkan perawatan yang terencana dan terjadwal serta dilakukan secara baik dan tepat juga. Seperti halnya yang terjadi pada *differential pressure flow transmitter* dimana pada sistem pipa pengukurannya terdapat cairan yang mengganggu keakuratan pengukuran *transmitter* sehingga *anti surge control valve* tidak bekerja secara otomatis. Hal ini disebabkan pelaksanaan perawatan pemeriksaan parameter *zero* dan *span setting transmitter* yang sebelumnya telah dilakukan dengan metode *U tube* menggunakan media air tidak dilakukan dengan baik dan tepat. Begitu juga dengan rusaknya *O-ring* pada *solenoid valve* untuk *anti surge control valve* sehingga tidak dapat membuka dan menutup berdasarkan kontrol otomatis, yang sebenarnya kerusakan *O-ring* tersebut dapat terdeteksi

sebelumnya apabila dirancang sistem perawatan yang baik dan dilakukan dengan tepat.

Dari semua yang terkait dalam kegiatan muat dikapal LNG perlu mengadakan dan mengatasi kendala yang seharusnya tidak terjadi agar tidak mempengaruhi kelancaran operasional kapal, maka dalam penyusunan makalah ini penulis memilih judul:

“OPTIMALISASI PERAWATAN ANTI SURGE CONTROL VALVE PADA HIGH DUTY GAS COMPRESSOR GUNA MENDUKUNG KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL S.S. ENERGY FRONTIER”.

Pada dasarnya system perawatan yang ada di atas kapal adalah perawatan terencana yang telah terjadwal waktu dan jenis perawatannya. Namun hal tersebut apabila tidak dilaksanakan dengan metode dan pemahaman yang baik terhadap bahan, cara kerja dan fungsi dari setiap bagian yang akan dilakukan perawatan maka hasilnya tidak akan maksimal. Sebaliknya hal tersebut akan menyebabkan bagian-bagian yang tadinya dalam keadaan baik menjadi tidak baik setelah dilakukan perawatan.

Kegiatan perawatan yang terencana adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang, begitu pula dengan pengoperasian permesinan. Pada pelaksanaannya yang berulang-ulang dapat dipastikan bahwa tingkat pemahaman terhadap cara kerja dan karakteristik mesin dan bagian – bagiannya akan lebih mendalam, hal ini dapat membantu dalam menjaga kelancaran operasional kapal.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang permasalahan diatas, penulis dapat mengidentifikasi permasalahan sesuai judul di atas adalah sebagai berikut:

- a. Perawatan yang tidak dilakukan dengan baik dan tepat sehingga *surge control valve* yang bekerja secara otomatis untuk menghindari *High duty*

gas compressor bekerja dalam kondisi surging tidak dapat bekerja dengan baik.

- b. Kurangnya pemahaman operator terhadap keadaan – keadaan yang akan menyebabkan kompressor bekerja dalam kondisi surging.
- c. Pelaksanaan prosedur pengoperasian *high duty gas compressor* yang tidak tepat
- d. Pengaturan tangki muatan yang tidak tepat sebelum kapal tiba di pelabuhan muat

2. Batasan Masalah

Banyaknya penyebab timbulnya masalah pada saat penulis bertugas di kapal S.S. ENERGY FRONTIER, maka penulis membatasi masalah dan menjadi pokok permasalahannya adalah perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat sehingga *surge control valve* tidak dapat bekerja secara otomatis.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah di uraikan di atas maka masalah tersebut perlu di rumuskan secara spesifik agar masalah tersebut dapat di jawab dengan baik dan benar. Dalam masalah tersebut dapat kita pahami bahwa sistem otomatisasi *anti surge control valve* tidak dapat bekerja dengan baik.

Jadi rumusan masalahnya adalah apakah perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat mempengaruhi kinerja *high duty gas compressor* sehingga *surge control valve* yang seharusnya bekerja secara otomatis untuk menghindari *high duty gas compressor* bekerja dalam kondisi surging tidak dapat bekerja dengan baik.

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Dengan mengangkat permasalahan tentang perawatan pada *high duty gas compressor* yang lebih pokok pada *anti surge control valve*, besar harapan penulis hal ini dapat menjadi masukan – masukan dan pengetahuan tambahan bagi penulis khususnya dan masinis lain pada umumnya yang mana tujuan dan manfaat makalah ini dapat penulis urutkan sebagai berikut:

1. Tujuan

- a. Untuk mengetahui manajemen perawatan seperti apakah yang harus di terapkan pada *antisurge control* sehingga *kinerja high duty gas compressor* dapat terjaga
- b. Untuk memahami fenomena surging dan hal – hal yang dapat di sebabkan oleh surging
- c. Untuk memahami hal – hal apakah yang perlu di lakukan agar kompressor tidak bekerja dalam area surging

2. Manfaat

- a. Aspek Teoritis:
Memberikan sumbangan pemikiran bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang *perawatan high duty gas compressor* khususnya *anti surging control* yang akan menuntun kita untuk menjaga kompressor tidak bekerja dalam area surging.
- b. Aspek Praktis:
Dari segi praktis untuk dapat membantu para masinis khususnya diatas kapal S.S Energy Frontier, bagaimana metode yang benar dalam melakukan perawatan dan pengukuran terhadap *system anti surging control* ini, sehingga dapat di laksanakan dengan baik dan benar selama kita bertugas di atas kapal. Dengan pengetahuan ini juga menjaga kita agar menghindari masalah serupa yang terjadi pada *high duty gas compressor anti surging control valve* sehingga kegiatan di atas kapal dapat berjalan lancar.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode pendekatan yang meliputi study kasus dan *problem solving* adalah yang penulis gunakan dalam makalah ini. Dimana masalah ini langsung terjadi dan di alami oleh penulis sendiri selama bertugas di atas kapal

2. Teknik Pengumpulan Data

Data adalah informasi yang digunakan dalam suatu penelitian agar dapat memberikan yang jelas bagi objek yang diteliti sehingga persoalan yang diteliti dapat dibahas. Biasanya data yang diperoleh dan dianalisa berupa data primer

dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan serta diperoleh langsung dari objek diteliti pada saat penulis menjalankan kerja di atas kapal. Data sekunder adalah data yang diperoleh dalam bentuk yang sudah jadi atau sudah dikumpulkan oleh pihak lain secara perorangan atau kelompok. Data dan informasi yang lengkap, objektif dan dapat dipertanggung jawabkan serta dipergunakan agar dapat diolah dan disajikan menjadi gambaran data penulisan yang benar. Untuk mengolah data yang empiris dipergunakan data teoritis yang dapat menjadi tolak ukur, oleh karena itu dalam pembuatan dan penyusunan makalah ini penulis akan menjelaskan bagaimana tehnik pengumpulan data yang dibutuhkan dan sangat penting bagi bahan analisis untuk menyelesaikan semua permasalahan yang telah dirumuskan. Data – data ini disusun secara sistimatis dan sesuai dengan masalah penelitian, khususnya dalam hal ini masalah yang berkaitan dengan *High duty gas compressor* di atas kapal.

a. Objek Praktis

Mengadakan pengamatan langsung masalah yang terjadi serta menganalisis setiap kejadian-kejadian yang terjadi selama pengoperasian yang terjadi selama pengoperasian *high duty gas compressor* berlangsung pada saat kapal dalam kegiatan memuat sesuai dengan pengalaman penulis bekerja di atas kapal SS NERGY FRONTIER

Pengamatan diatas kapal tersebut dapat diperoleh dengan cara

1) Observasi

Observasi adalah tehnik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung ke lapangan tempat dilakukan pengamatan atau penelitian. Penulis melakukan pengamatan dan pencatatan data berdasarkan kejadian yang pernah penulis alami diatas kapal S.S ENERGY FRONTIER.

2) Wawancara

Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengambil informasi dari pihak masinis dan anak buah kapal mesin selama hal itu terjadi sehingga dapat diambil langkah untuk melakukan tindakan perawatan dan pencegahan terjadinya hal serupa

b. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan pengumpulan data yang mengambil dasar pembahasan masalah secara teoritis dengan membaca buku – buku atau sumber lain yang dijadikan sebagai acuan pemecahan masalah yang berhubungan dengan masalah yang penulis bahas pada makalah ini. Dalam hal ini penulis mengumpulkan data yang di kutip dari berbagai sumber yang berhubungan dengan surging. Daftar pustaka diambil dari penjelasan buku pedoman / petunjuk high duty gas compressor

3. Subjek Penelitian

Subyek penelitian yang penulis tuangkan berdasarkan acuan dari kapal S.S ENERGY FRONTIER yang penulis alami selama bekerja di atas kapal tersebut

4. Teknik Analisis Data

Adapun metode yang digunakan penulis dalam teknik analisis adalah metode teknik deskriptif kualitatif, yang mana data – data yang ada di lapangan di analisa dan dijabarkan untuk mengetahui kondisi yang ada sehingga didapat sebuah jawaban atas permasalahan yang ada..

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian serta pengamatan yang dilakukan secara langsung yang terkait dengan masalah yang diangkat dalam penulisan masalah ini dilakukan pada saat bekerja di atas kapal tersebut dari mulai 28 Oktober 2015 sampai dengan 24 april 2016.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dimana penulis melaksanakan penelitian ini adalah di atas kapal SS. ENERGY FRONTIER milik perusahaan MITSUI OSK LINES. Ltd

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan bertujuan menuntun penulis untuk mengangkat dan menyajikan suatu masalah kedalam makalah sehingga dapat terurai dengan jelas dan mudah dipahami. Berdasarkan pada pedoman penulisan makalah Diklat pelaut tingkat I (satu) maka dapat penulis jabarkan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan latar belakang masalah yang selanjutnya diidentifikasi sehingga diperoleh beberapa masalah yang akan di tentukan menjadi salah satu masalah pokok sekaligus membatasi permasalahan yang akan di angkat dan dituangkan dalam penulisan makalah. Dalam bab ini juga di jelaskan mengenai tujuan dan manfaat penulisan makalah. Metode penelitian juga di jelaskan dalam bab ini beserta waktu dan tempat penulisan. Pada akhir bab di jelaskan sistematika penulisan pada setiap bab nya.

BAB II : LANDASAN TEORI

Menerangkan landasan teori yang didukung dari beberapa tinjauan pustaka dan masalah yang di ambil kemudian di susun dengan kerangka pemikirannya.

Teori- teori yang dikutip merupakan teori yang berhubungan dengan anti surge control, perawatan dan manajemen perawatan.

BAB III : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini di uraikan deskripsi data dari pengalaman dilapangan yang kemudian akan dianalisa data masalah yang timbul untuk kemudian di ambil langkah-langkah pemecahan masalahnya.

BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup bab ini menjabarkan hasil-hasil dari penelitian melalui kesimpulan untuk kemudian diutarakan saran yang sebaiknya dapat di laksanakan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pada identifikasi masalah maka telah ditentukan bahwa yang menjadi masalah pokok adalah perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat sehingga *surge control valve* yang harusnya dapat bekerja secara otomatis untuk menghindari *high duty gas compressor* bekerja dalam kondisi surging tidak bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat di cegah agar tidak terulang kembali karena akan berakibat pada terganggunya kelancaran operasional kapal yang akan mengakibatkan kerugian.

Sebagai dasar untuk pembahasan masalah dalam makalah ini penulis buku petunjuk instruction manual yang berada di atas kapal dan beberapa literature yang penulis peroleh dari internet. Berikut adalah landasan – landasan teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan yang penulis kutip dari sumber internet www.asro-wordpress.com berikut dengan keterangan – keterangan gambarnya. Kumpulan instrument yang berperan dalam surge control ini antara lain *suction compressor* harus di ketahui tekanan, suhu dan aliran sedangkan pada *discharge compressor* harus diketahui tekanan dan suhu. Seperti yang kita ketahui bahwa yang paling mendasar dalam proses kontrol adalah dimulai dengan pengukuran. Jadi untuk mengetahui dan mengendalikan dengan baik maka pengukuran harus dilakukan dengan benar.

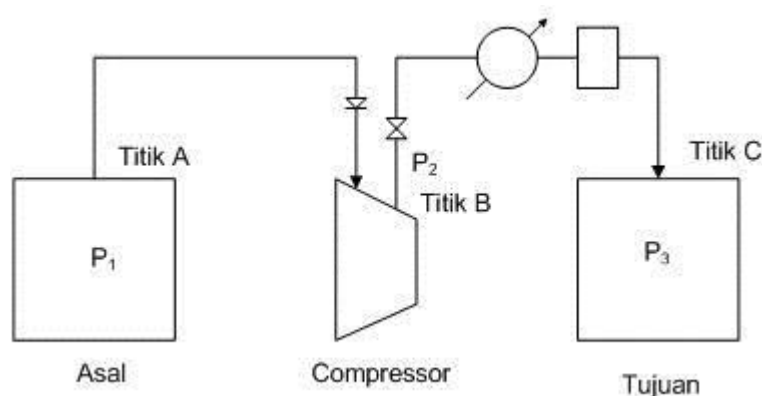
Anti surge proses kontrol menghimpun variabel dari *transmitter – transmitter* tersebut dengan akurat. Informasi tersebut dibandingkan dengan nilai normalnya yang bukan berada pada daerah surging. Seperti yang sudah ditulis di atas bahwa

ada 5 (lima) variabel yang berperan dalam system anti surge ini, yaitu tekanan hisap, suhu hisap, tekanan *discharge*, suhu *discharge* dan jumlah aliran. Dan hanya ada 1 (satu) variabel yang bias di atur untuk memenuhi ke-5 variabel tersebut secara bersamaan.

Anti surge control valve di pasang pada *by pass line* bekerja berdasarkan perkembangan system harus berada pada kondisi *low-energy* pada saat ada kejadian *fail*. *Low energy* dapat diartikan sebagai kondisi aman. Misalkan kejadian terburuk terjadi yaitu pada *downstream compressor* pipanya tersumbat maka *pressure discharge* akan naik drastis. Kondisi akan aman jika *by pass line* terbuka artinya *anti surge control valve* terbuka sehingga gas pada *discharge* di *recycle* kembali kejalur hisapan sehingga compressor tetap aman.

Maka harus selalu dipastikan bahwa *anti surge control valve* dapat bekerja secara baik selama *high duty gas compressor* beroperasi. Hal ini dapat dilakukan dengan pelaksanaan dan perawatan yang baik dan tepat terhadap setiap bagian-bagian dan sistem dari *anti surge control valve* ini

Dalam industri proses, compressor banyak digunakan untuk menangani gas (*gas handling*) yaitu dengan jalan menaikkan tekanan gas. Seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini, gas dari titik A hendak dipindahkan ke titik C. Untuk melakukan ini, sebuah kompressor digunakan untuk menaikkan tekanan gas dari P_1 ke P_2 , sehingga gas bisa mengalir ke titik C. Tekanan di titik C, $P_3 < P_2$ karena ada tekanan yang hilang di perjalanan (pada pipa).



Gambar 2.1

Proses kerja kompressor

Sebagaimana peralatan proses lainnya, maka operasi kompresor juga perlu dikontrol sehingga kondisi operasi yang diinginkan oleh unit proses yang dilayaninya selalu terpenuhi.

Ada 3 jenis kompresor yang biasa digunakan, yaitu *Centrifugal compressor*, *Rotary compressor* dan *Reciprocating compressor*. Makalah ini membahas permasalahan yang ada pada surge control valve untuk centrifugal compressor. *Centrifugal compressor* merupakan peralatan yang mengkonversi momentum gas menjadi *head (pressure)*.

Sebelum membahas metode kontrol yang digunakan dalam *centrifugal compressor*, terlebih dahulu akan diuraikan beberapa dasar yang berkaitan dengan *centrifugal compressor*, yaitu *compressor performance curve*, *surge phenomena*, *system curve* dan *compressor operating point*. Berikut ini adalah persamaan kerja *centrifugal compressor*

$$H = \frac{\tau \omega}{W}$$

$$H = \frac{\psi u^2}{2g}$$

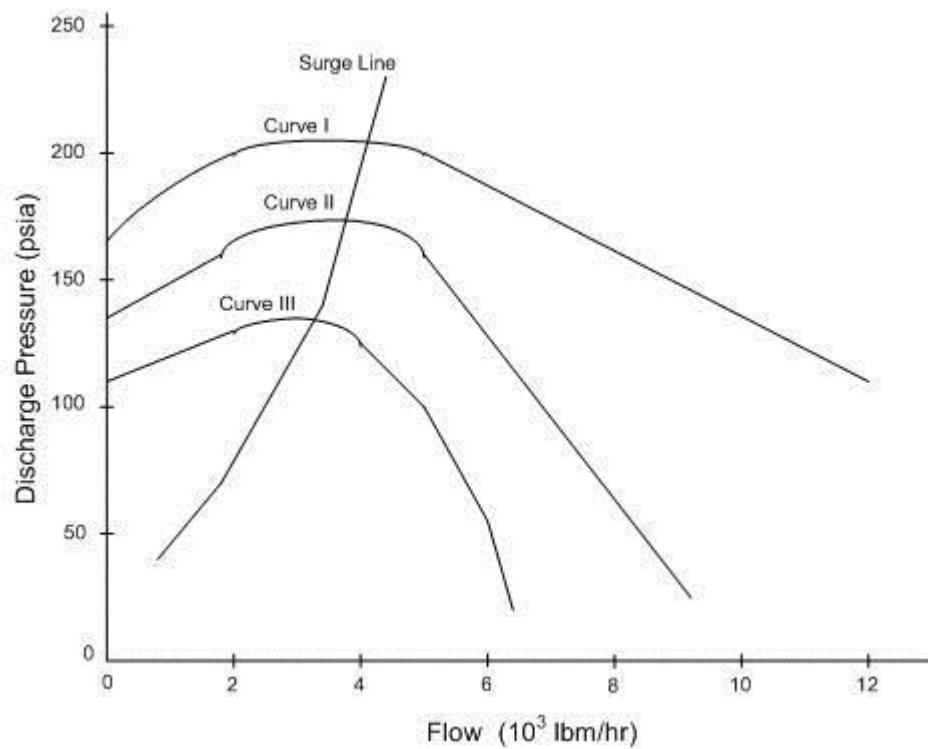
$$H = \frac{Z R T_i}{(n - 1/n)} [(P_D/P_i)^{(n-1/n)} - 1]$$

$$\frac{\tau \omega}{W} = \frac{Z R T_i}{(n - 1/n)} [(P_D/P_i)^{(n-1/n)} - 1] \gg \gg \text{Constant speed}$$

$$\frac{\psi u^2}{2g} = \frac{Z R T_i}{(n - 1/n)} [(P_D/P_i)^{(n-1/n)} - 1] \gg \gg \text{Variable speed}$$

H	: polytropic compressor head (ft)
n	: polytropic coefficient
P _D	: discharge pressure (psia)
P _i	: inlet pressure (psia)
R	: gas constant (1,544/molecular weight)
T _i	: inlet temperature
u	: rotor tip speed (ft/sec)
W	: weight flow (lbm/hr)
Z	: gas compressibility factor
τ	: motor torque (ft-lbf)
ψ	: head coefficient
ω	: angular velocity (radians/hr)

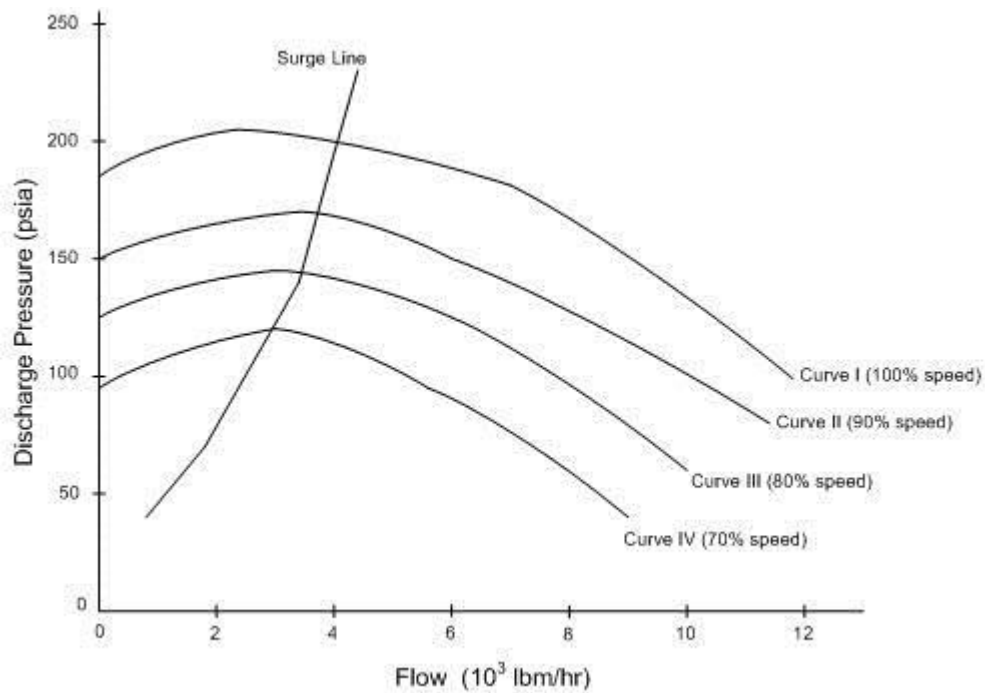
Compressor Performance Curve. Apabila compressor dioperasikan pada ω , T_1 , R , n , τ dan Z yang constant, maka kurva P_D terhadap W untuk beberapa nilai P_1 dapat digambarkan sbb:



Gambar 2.2

Compressor performance curve dengan P_1 bervariasi

Sedangkan bila ω berubah-ubah, maka kurva-nya dapat digambarkan sebagai berikut :



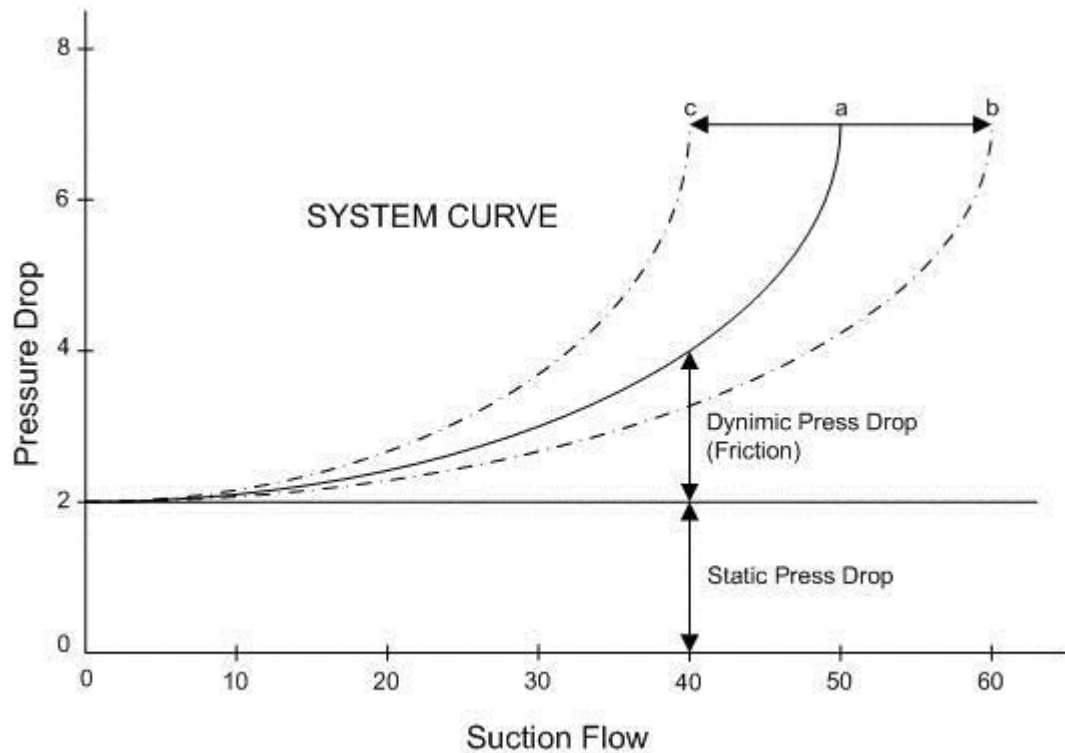
Gambar 2.3

Compressor performance curve dengan ω bervariasi

Surge Phenomena. Seperti terlihat pada kedua kurva diatas, terdapat garis yang berbentuk parabolik disebelah kiri kurva, yang disebut *surge line*. Apabila kompressor beroperasi pada aliran rendah sehingga melewati *surge line* kekiri, maka operasi kompressor akan menjadi tidak stabil dan terjadi aliran bolak-balik yang akan menyebabkan vibrasi dan kerusakan. Kondisi ini disebut *surging*. Untuk menghindari *surging*, kompressor harus dioperasikan pada flow yang lebih besar dari *surge line*, jadi titik operasi kompressor harus berada disebelah kanan *surge line*.

System Curve. Bila gas dengan tekanan/pressure tertentu dialirkan melalui suatu sistem pemipaan (yang terdiri dari *pipa*, *valve*, *elbow*, *reducer* serta komponen sistem pemipaan lainnya), akan terjadi kehilangan tekanan (*pressure drop*) sepanjang sistem pemipaan tersebut. Apabila kita plot kurva antara *pressure drop* vs *flow*, maka akan terbentuk kurva seperti terlihat pada gambar berikut. Kurva tersebut disebut *system curve*. Pada curve ini, *pressure drop* terdiri dari 2 komponen, yaitu *static pressure* antara dua titik sebagai titik acuan dan *dynamic pressure drop* sebagai akibat dari adanya friksi aliran sepanjang sistem pemipaan

antara kedua titik acuan tersebut. *Static pressure* bernilai tetap dan tidak bergantung pada aliran/flow yang melalui system, sebaliknya *dynamic pressure drop* berbanding lurus dengan kwadrat kecepatan alir (flowrate).



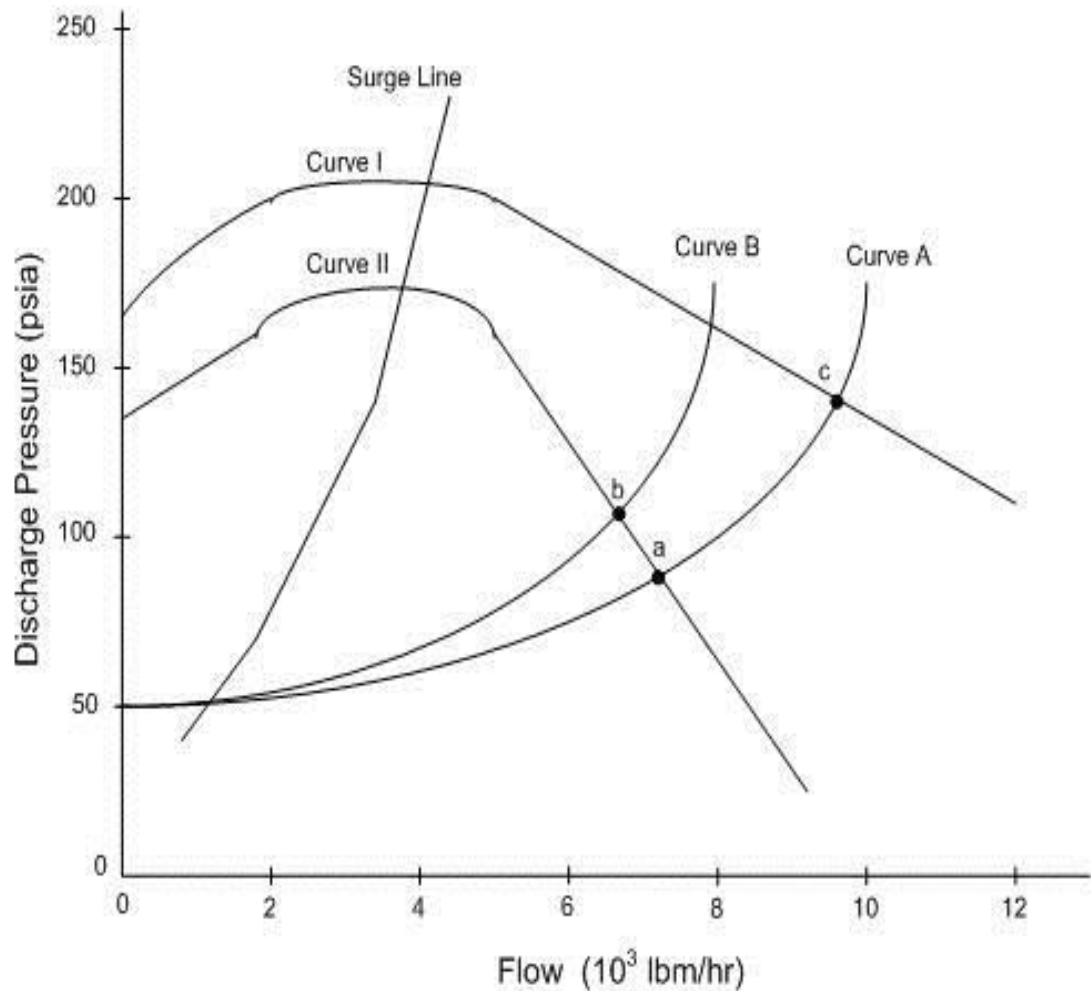
Gambar 2.4

Compressor system curve

Sistem curve tidak bergantung pada sumber atau peralatan yang menyupply gas (kompresor), jadi meskipun terjadi perubahan pada peralatan supply gas tersebut, sistem curve tidak berubah. System curve akan berubah jika terjadi perubahan pada system, misalnya perubahan ukuran pipa atau membuka atau menutupnya valve. Seperti terlihat pada gambar diatas, jika valve membuka (friksi sistem berkurang), maka flow akan bertambah dan pressure drop berkurang, system kurva akan bergeser ke kanan (kurva b). Sebaliknya jika valve menutup (friksi bertambah), maka system kurva akan bergeser ke kiri (kurva c).

Compressor Operating Point. Ketika compressor dikoneksikan dengan system, titik operasi (*operating point*) dari compressor tersebut dapat diperoleh dengan

meletakkan system curve dan compressor performance curve dalam suatu curve. Titik perpotongan antara kedua curve tersebut merupakan titik operasi dari compressor, seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.5

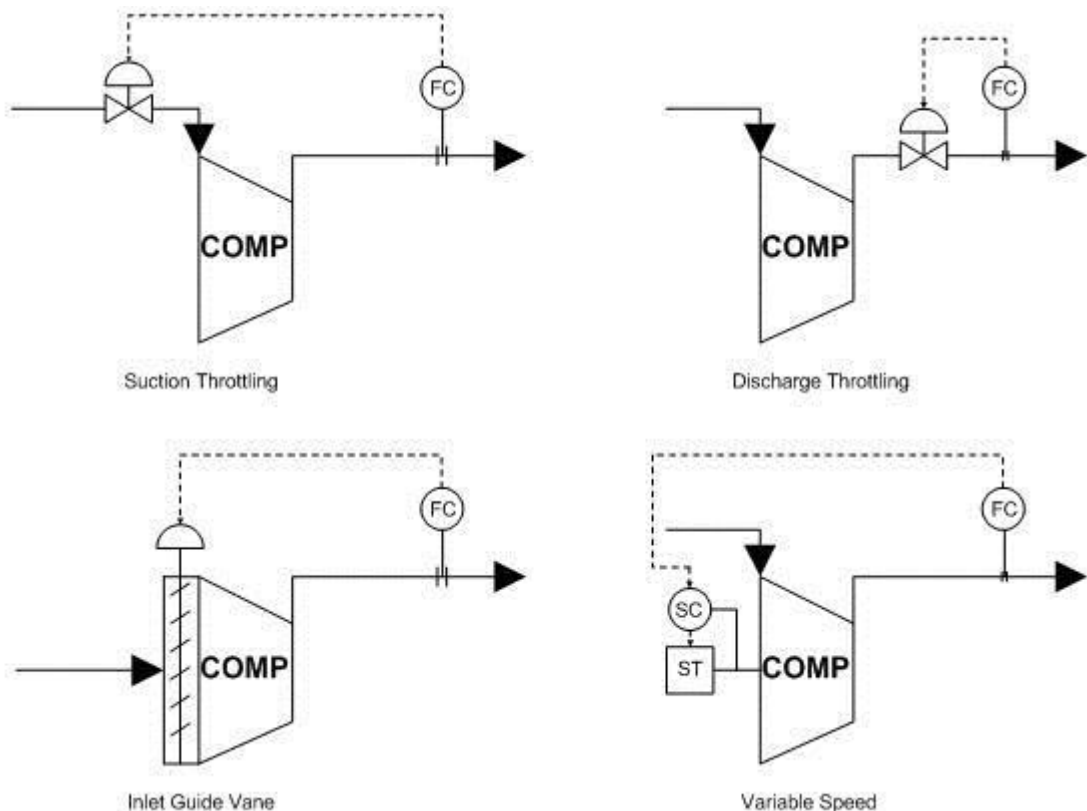
Compressor operating point curve

Besarnya *flow* dan *pressure* yang diberikan/dihasilkan oleh compressor bisa dibaca pada titik perpotongan tersebut. Titik operasi dapat digeser/diubah dengan cara mengubah system curve (dari titik a ke titik b) atau mengubah performance curve (dari titik a ke titik c). Prinsip inilah yang mendasari cara kerja compressor control yaitu menjaga titik operasi di lokasi tertentu pada kurva.

Compressor Control Type. Ada beberapa jenis sistem kontrol *compressor centrifugal*, yaitu :

1. *Performance Control.*

Dalam pembahasan mengenai performance control juga terdapat dua hal penting, yaitu penentuan *controlled variable* dan *manipulated variable*. Untuk hal pertama, yang menjadi *controlled variable* dalam performance control bisa *flow/kapasitas*, *discharge pressure* atau *inlet/suction pressure*, bergantung pada pertimbangan operasi. Sedangkan hal kedua, yaitu *manipulated variable* juga terdiri dari beberapa opsi, yaitu suction flow/pressure melalui *suction throttling*, suction flow/pressure melalui *inlet guide vane*, discharge flow/pressure melalui *discharge throttling* dan *variable speed*. Gambar berikut menunjukkan beberapa konfigurasi *performance control* dengan *flow/kapasitas* sebagai *control variable*.

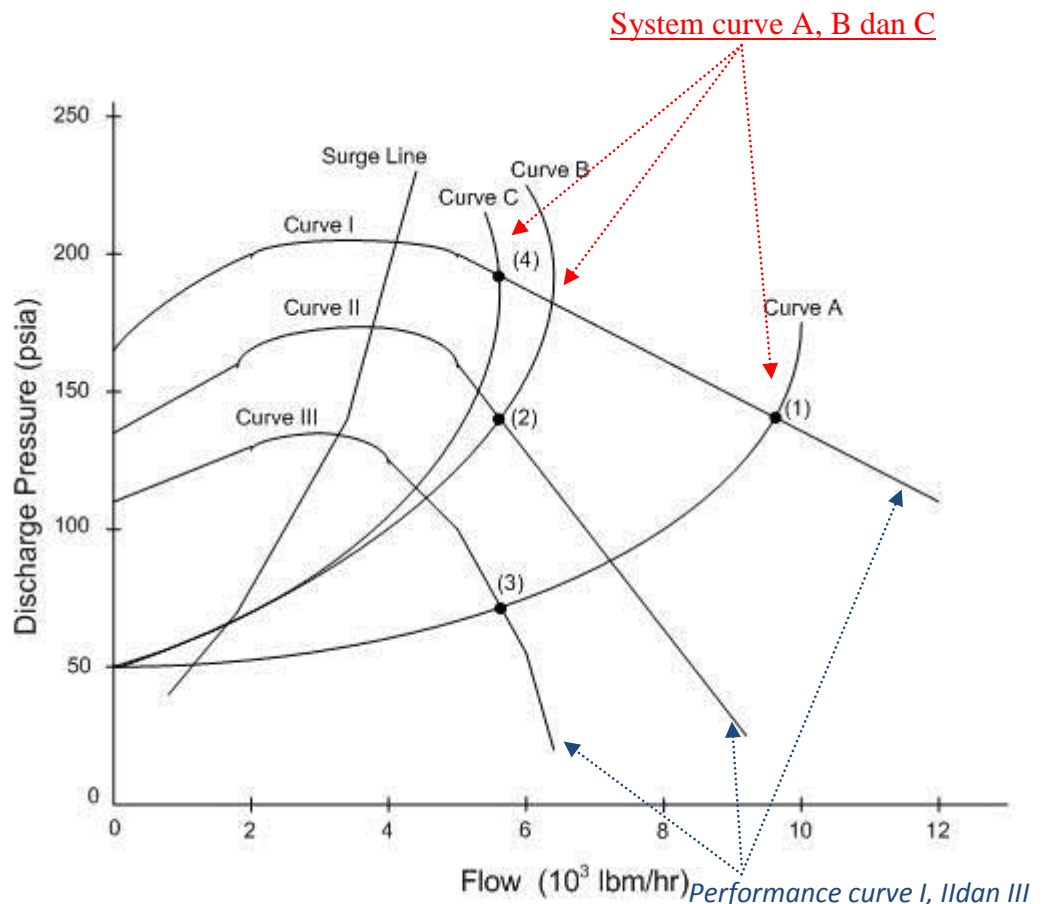


Gambar 2.6

Konfigurasi performance control variable

a. Suction throttling.

Kapasitas kompressor dapat dikontrol dengan memanipulasi *inlet pressure* P_1 , yaitu dengan jalan menempatkan *control valve* di *suction* (*suction throttling*). Untuk menjelaskan operasi kompressor pada konfigurasi ini, perhatikan *constant speed curve* pada gambar dibawah ini. Andaikan pada awalnya kompressor beroperasi pada titik (1), yang merupakan perpotongan antara *performance curve* I dan *system curve* A, yaitu pada *flow* 9,600 lbm/hr dan *discharge pressure* 140 psia. Selanjutnya diinginkan *flow* berkurang menjadi 5,600 lbm/hr. Dengan *suction throttling* (mengubah inlet pressure P_1), berarti mengubah *performance curve*, dengan *system curve*-nya tetap. Jadi titik operasi baru tersebut terletak pada *system curve* lama A dan *performance curve* baru (katakan *curve* III), dengan *flow* sebesar 5,600 lbm/hr dan *discharge pressure* sebesar 70 psia, titik (3). Jika *performance curve* I tidak berubah, *flow* sebesar 5,900 lbm/hr terletak pada titik (4), dengan *discharge pressure* sebesar 190 psia. Untuk mengubah/menggeser titik dengan *flow* sebesar 5,900 lbm/hr di *performance curve* I (titik 4) ke *performance curve* III (titik 3), kita harus mengurangi *discharge pressure* sebesar $190 \text{ psia} - 70 \text{ psia} = 120 \text{ psi}$. Jika *compressor pressure ratio* sebesar 10, maka untuk mengurangi *discharge pressure* ini diperlukan pengurangan *inlet pressure* sebesar $120/10 = 12 \text{ psi}$, yang dilakukan dengan menutup *suction control valve*



Gambar 2.7

Constan speed curve

b. *Discharge throttling.*

Kapasitas kompresor dapat juga dikontrol dengan menempatkan *control valve di discharge*. Dengan *discharge throttling* berarti yang diubah adalah *system curve*, sedangkan *performance curvenya* tetap. Untuk menjelaskan prinsip kerjanya perhatikan kembali *constant speed curve* pada gambar diatas. Mula-mula *compressor* beroperasi pada titik (1) yang merupakan perpotongan antara *performance curve I* dan *system curve A*, yaitu pada *flow* 9,600 lbm/hr dan *discharge pressure* 140 psia. Selanjutnya dikehendaki *flow* berkurang menjadi 5,900 lbm/hr. Pada *performance curve I*, *flow* sebesar 5,900 lbm/hr, terletak pada titik (4) yang merupakan perpotongan dengan *system curve C*, dengan *discharge pressure* sebesar 190 psia. Jika *system curve* tidak berubah, maka *flow* sebesar 5,900 lbm/hr

ini di *system curve* A terletak pada titik (3), pada *pressure* 70 psia. Untuk mengubah/menggeser titik (3) pada *curve* A ke titik (4) pada *curve* C perlu pengurangan *pressure* sebesar $190-70=120$ psi, yang diperoleh dengan menutup *discharge control valve*.

Selanjutnya, mari kita lihat bagaimana jika titik operasi compressor bergeser dari titik (1) ke titik (2). Titik (1) merupakan perpotongan antara *performance curve* I dan *system curve* A, yaitu pada *flow* 9,600 lbm/hr dan *discharge pressure* 140 psia. Sedangkan titik (2) merupakan perpotongan antara *performance curve* II dan *system curve* B, yaitu pada *flow* 5,900 lbm/hr dan *discharge pressure* 140 psia. Karena titik operasi baru terletak pada *performance curve* dan *system curve* baru, yang berbeda dengan sebelumnya, maka pergeseran ini hanya bisa dilakukan dengan jalan *suction throttling* (merubah *performance curve*) dan *discharge throttling* (mengubah *system curve*) sekaligus. Kita mulai dengan melihat perubahan *system curve* A ke B. *Flow* sebesar 5,900 lbm/hr pada *curve* A terletak di titik (3) pada *discharge pressure* 70 psia, sedangkan *flow* yang sama pada *curve* B terletak pada titik (2) pada *pressure* 140 psia, jadi harus ada pengurangan *discharge pressure* sebesar $140-70=70$ psi, yaitu dengan menutup *discharge control valve*. Selanjutnya mari kita lihat perubahan *performance curve* I ke II. *Flow* sebesar 5,900 lbm/hr pada *curve* I terletak di titik (4) yaitu pada *pressure* 190 psia, sedangkan pada *curve* II terletak di titik (2) pada *pressure* 140 psia, jadi harus ada pengurangan *discharge pressure* $190-140=50$ psi. Jika *compressor pressure ratio* sebesar 10, maka untuk pengurangan *discharge pressure* ini diperlukan pengurangan *inlet pressure* sebesar $50/10=5$ psia, ini dilakukan dengan menutup *suction control valve*.

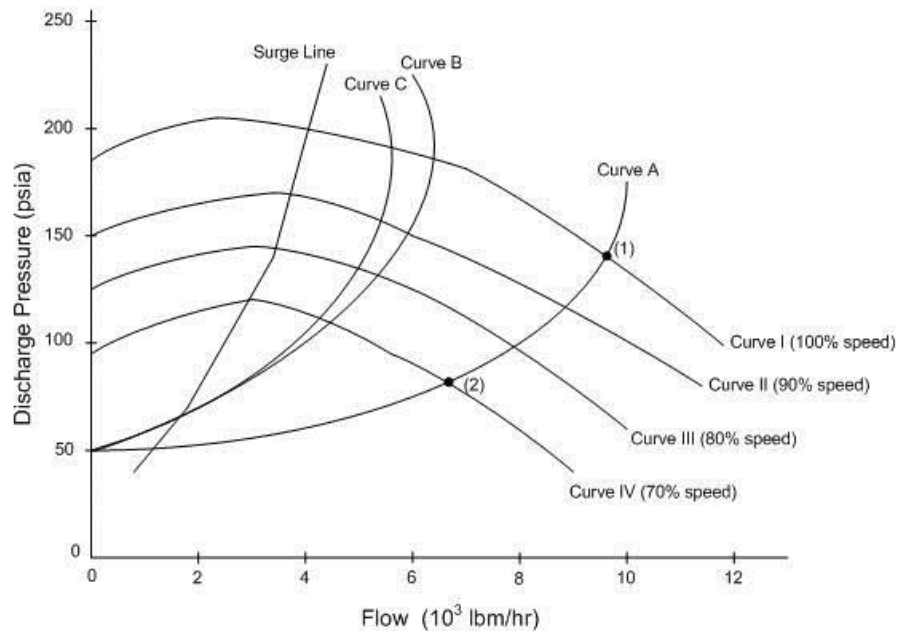
c. Inlet Guide Vane.

Dalam metode ini, *inlet pressure/flow* diubah-ubah dengan mengatur *guide vane* yang terletak pada *inlet compressor*. Jadi prinsip kerjanya sama dengan *inlet throttling*, yaitu mengubah *performance curve*. Keuntungan *guide vane* dibandingkan dengan *inlet throttling* adalah lebih efisien karena *pressure loss* yang terjadi sangat kecil. Akan tetapi, kekurangannya adalah

lebih kompleks dan harganya jauh lebih mahal dibandingkan dengan *control valve*.

d. Variable Speed.

Kapasitas control juga dapat dilakukan dengan mengubah-ubah *speed compressor*. Untuk lebih jelasnya perhatikan kurva *variable speed* berikut.



Gambar 2.8

Variable speed curve

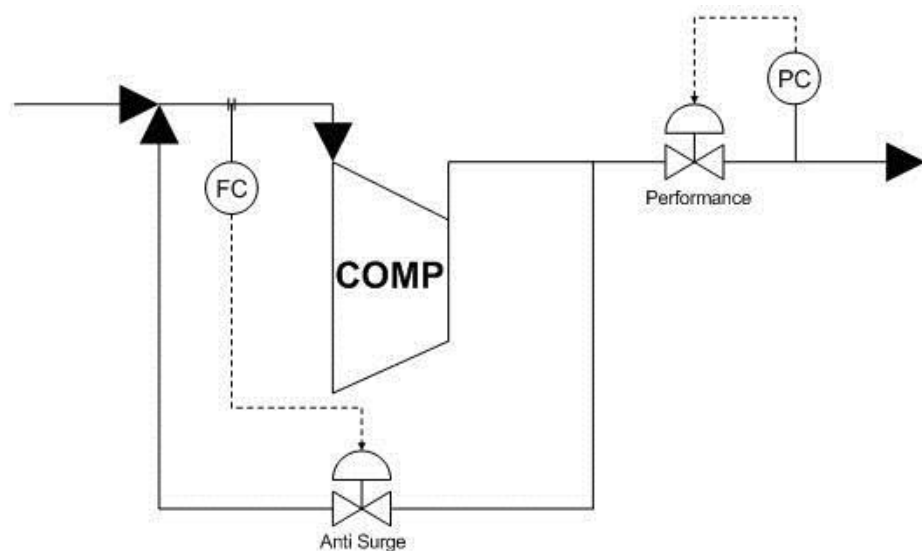
Andaikan kita mau mengubah titik operasi kompresor dari (1) pada *flow* 9,600 lbm/hr dan *discharge pressure* 140 psia ke (2) pada *flow* 6,700 lbm/hr dan *discharge pressure* 80 psia, maka yang dilakukan adalah hanya dengan mengurangi *speed compressor* dari 100% menjadi 70%. Jika hal ini dilakukan dengan *suction throttling*, maka *inlet pressure* harus dikurangi $(140-80)/10=6$ psi, yang merupakan kehilangan *pressure (losses)* di inlet *control valve*. Ini sangat bertolak belakang dengan *variable speed*, dimana pengurangan *speed* ke 70% berarti daya yang diperlukan juga berkurang. Hal inilah yang merupakan keuntungan dari *variable speed control* dibandingkan dengan *suction throttling*, yaitu lebih efisien.

2. Antisurge Control.

Antisurge control berfungsi untuk menjaga agar tidak terjadi surging pada compressor yang sedang beroperasi, yaitu dengan jalan menjaga titik operasinya agar selalu berada di sebelah kanan surge line. Terdapat banyak konfigurasi antisurge control, sebagian akan dibahas di sini.

a. Fixed Setpoint Antisurge Control.

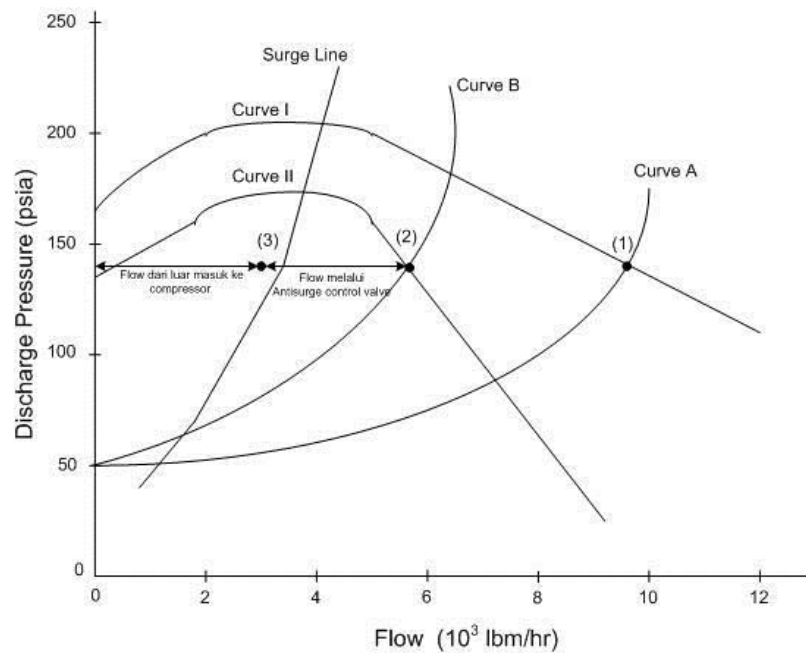
Untuk menjaga agar titik operasi kompressor selalu berada di sebelah kanan surge line, yang berarti juga menjaga agar *discharge flow* selalu lebih besar dari *surge flowrate*, dapat dilakukan dengan mengembalikan sebagian *flow* dari *discharge* ke *suction/inlet compressor*, seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.9

Konfigurasi Fixed set point antisurge control

Sesuai dengan namanya, maka pada konfigurasi ini, setpoint untuk *antisurge controller* (FC) dibuat *fixed*/tidak berubah. Biasanya nilai setpoint tersebut diambil cukup besar sehingga aman untuk semua kondisi operasi. Sebagai contoh perhatikan *performance curve* berikut ini.



Gambar 2.10

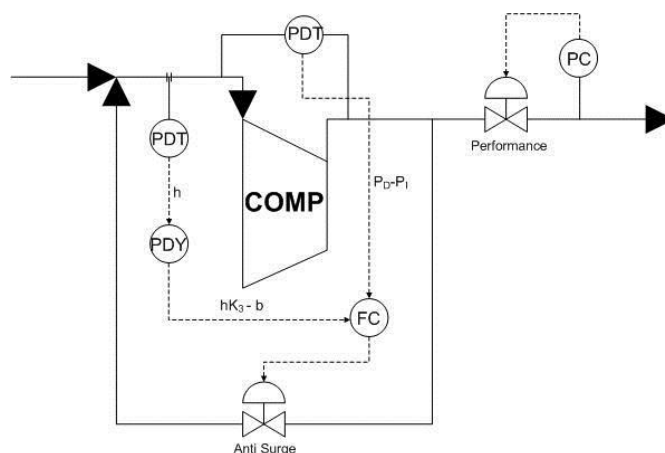
Fixed setpoint performance curve

Misalnya titik operasi kompresor berada pada titik (1) yang merupakan perpotongan antara *performance curve* I dan *system curve* A, yaitu pada *flow* 9,600 lbm/hr dan *discharge pressure* 140 psia. Andaikan *setpoint antisurge control* (FC) adalah 5,700 lb/hr. Apabila karena sesuatu hal, *flow* yang berasal dari hulu kompresor berkurang, yang berarti *suction pressure* turun, maka *performance curve* akan bergeser ke bawah, *discharge pressure* turun. Untuk mempertahankan *discharge pressure*, *performance control* (PC) akan menutup *discharge control valve*, *system curve* akan bergeser ke atas. Jika *suction flow* berkurang hingga 5,700 lbm/hr, maka titik operasi baru akan bergeser ke titik (2) yang merupakan perpotongan antara *performance curve* II dan *system curve* B, yaitu pada *flow* 5,700 lbm/hr dan *discharge pressure* 140 psia. Jika *flow* dari hulu terus turun, maka *antisurge valve* akan mulai membuka, sehingga sebagian *discharge flow* akan dikembalikan ke *suction*. Dengan cara ini *flow* yang masuk ke kompresor akan dijaga pada 5,700 lbm/hr, sehingga tidak terjadi *surging*, walaupun mungkin *flow* yang dari hulu sudah berada di bawah *surge line*.

b. *Variable Setpoint Antisurge Control.*

Konfigurasi *fixed setpoint antisurge control* di atas mempunyai banyak kelemahan, diantaranya tidak efisien karena untuk menjaga agar kondisi tetap aman pada semua kondisi operasi, maka setpoint untuk *antisurge control* harus diambil cukup besar sehingga akan banyak gas (*flow*) yang dikembalikan ke *suction*. Untuk meningkatkan efisiensi, bisa saja *setpoint controller* diambil tidak terlalu besar/tidak terlalu jauh dari *surge line* sehingga tidak banyak gas dikembalikan ke *suction*, akan tetapi ini bisa mendatangkan risiko, yaitu apabila terjadi perubahan kondisi operasi yang menyebabkan *surge line* bergeser ke kanan, maka bisa jadi *setpoint* tersebut sudah masuk ke daerah *surgings*. Untuk mengatasinya, maka setpoint *antisurge controller* dibuat tidak *fixed*, tetapi berubah-ubah sesuai kondisi operasi saat itu.

Surge curve dapat dihitung (diperkirakan) dengan persamaan $(P_D - P_I) - K_I Q^2 (P_I/T_I)$, dengan Q adalah *volume flowrate* dan K_I merupakan konstanta. Karena *head loss (differential pressure)* pada *orifice* $h = K_2 Q^2 (P_I/T_I)$ maka dapat diperoleh persamaan untuk *surge curve* $(P_D - P_I) = K_3 h$. Titik operasi aman berada pada kondisi $(P_D - P_I) < K_3 h$, jadi *antisurge control* dapat dilakukan dengan menjaga kondisi ini, seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.11

Konfigurasi *variable setpoint* antisurge control

Nilai b adalah *safety margin* yang merupakan jarak antara *surge point* dan *setpoint*. Dengan konfigurasi ini, *setpoint antisurge control* tidak *fix*, melainkan bergantung pada kondisi operasi. Jika *surge point*nya bergerak ke kiri, maka *setpoint*nya juga ikut bergerak ke kiri dengan jarak tetap sebesar b , dengan cara ini *energy loss* akibat kebanyakan *flow* yang dikembalikan ke *suction* dapat dihindari. Karena control dalam konfigurasi ini bersifat *discontinuous*, maka *controller* yang digunakan harus dilengkapi dengan *anti reset windup*.

c. *Trisen Antisurge Control*.

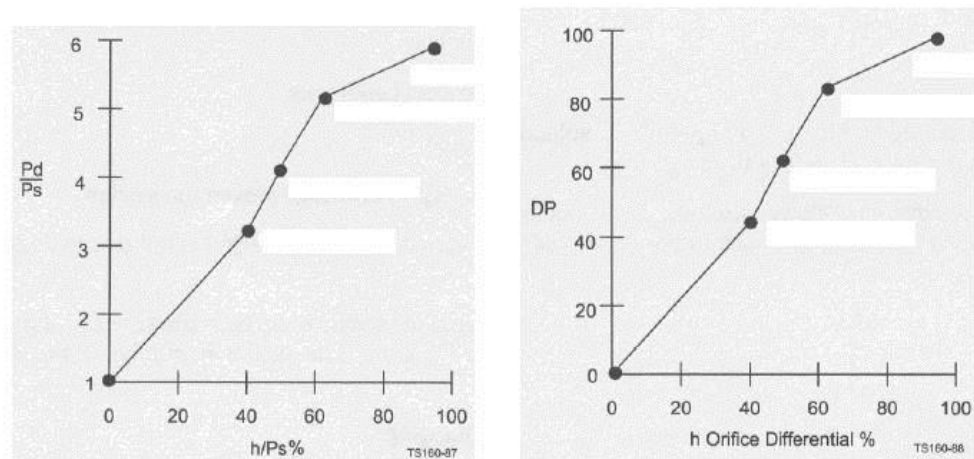
Pada kedua tipe *antisurge control* sebelumnya, dapat dilihat bahwa pencegahan *surging* dilakukan dengan mengembalikan sebagian *discharge flow* ke *suction*, pada hal mengembalikan *flow* ke *suction* sama saja dengan membuang-buang energi. Karena itu, pokok yang paling penting dalam *antisurge control* adalah bagaimana merancang konfigurasi *antisurge control* sedemikian sehingga energi yang terbuang tersebut bisa diminimumkan sambil tetap menjaga agar tidak terjadi *surging*. Hal inilah yang juga mendasari perancangan *Trisen Antisurge Control*.

Secara garis besar, beberapa fitur yang dimiliki oleh *Trisen Antisurge Control* adalah:

- 1) Tersedia dua jenis *performance curve* sebagai basis algoritma, yaitu (P_D/D_I) vs (h/P_I) dan (P_D-P_I) vs h .
- 2) Berdasarkan *control line* dengan *safety margin* berubah secara otomatis jika terjadi *surging*.
- 3) Dilengkapi dengan *setpoint hover function* yang mengembalikan titik operasi mendekati *control line*.
- 4) Tersedia algoritma dengan *dynamic adaptive gain*.
- 5) Dilengkapi *proportion only function* yang akan membuka *antisurge valve* tanpa dipengaruhi oleh normal *antisurge control*.

6) Dilengkapi *valve linearization function*.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa *surging line* pada curve dibuat dengan asumsi kondisi suction maupun gas *properties konstan*, pada hal pada kondisi aktual tidak demikian, sehingga bisa saja terjadi pada saat operasi, *surging line* akan bergeser ke kanan atau ke kiri, yang menyebabkan surging terjadi diluar prediksi *controller*. Untuk mengatasi permasalahan ini, dalam *Trisen control*, *performance curve* tidak diplot dengan basis PD vs V tetapi menggunakan basis R_c (P_D/P_I) vs h_c (h/P_I) (h adalah *orifice differential pressure*), yang disebut sebagai *pressure ratio methode*. Pada *curve* baru ini, *surge line* tidak berubah, walaupun terjadi perubahan pada kondisi *suction* maupun gas *properties*. Oleh karena itu, *curve* ini disebut juga dengan *universal surge line*. Atau pada kondisi dimana P_I relatif konstant atau *surge line linear* maka bisa menggunakan basis yang lebih sederhana, yaitu $(P_D - P_I)$ vs h , yang disebut dengan *pressure rise methode*.

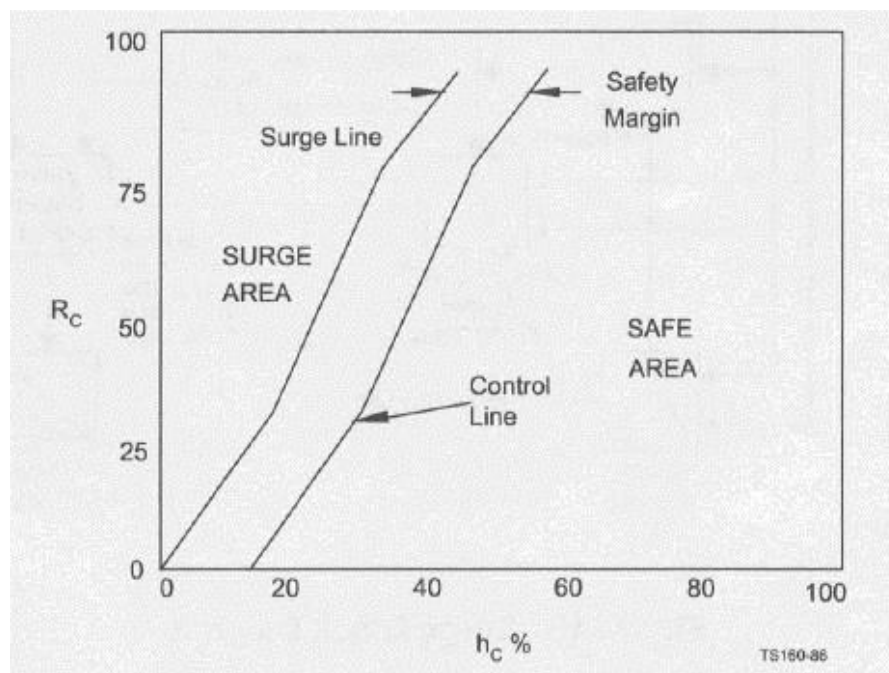


Gambar 2.12

Universal surge line Curve

Seperti terlihat pada *performance curve* di atas, bahwa *surge line* tidak tegak lurus tetapi berbentuk *parabolik*, yang berarti bahwa *surge flow* berubah-ubah bergantung pada kondisi operasi saat itu. Selain itu, mengingat adanya *delay* baik yang berasal dari karakteristik controlnya sendiri maupun dari

prosesnya, maka untuk menghindari surging, control harus sudah mulai beraksi sebelum terjadinya *surging*. Jadi harus ada *safety margin* antara *surge point* dan *point* dimana kontrol mulai beraksi. Untuk maksud ini, didefinisikan suatu parameter yang disebut dengan *control line*, yaitu sebuah garis yang identik dengan *surge line* dan terletak di sebelah kanan *surge line*, yang dibuat dengan cara menambah nilai *safety margin* ke *surge line*. *Setpoint* untuk *antisurge control* akan mengikuti *control line* ini. *Control line* ini tidak tetap tetapi bisa berubah. Jika karena sesuatu sebab (misalnya *transmitter* rusak, *surge line* yang dibuat salah, *safety margin* yang terlalu kecil, kondisi proses yang berubah secara cepat atau karena *controller tuning* yang tidak benar) sehingga terjadi *surging* (titik operasi menyeberangi *surge line* ke kiri), maka *safety margin* secara otomatis akan bertambah sehingga dengan sendirinya *control line* akan bergeser ke kanan. Ini dimaksud agar *surge control* dapat bereaksi lebih cepat, untuk mengembalikan titik operasi ke daerah aman.



Gambar 2.13

Surge line dan control line

Umumnya, titik operasi kompressor tidak selalu berada pada *control line*, terkadang dia berada jauh di sebelah kanan *control line*. Suatu fungsi dalam *Trisen Control* yang disebut dengan *setpoint hover function* digunakan untuk mengembalikan titik operasi ke *control line* dengan jalan mengurangi *setpoint* (*ramped down*).

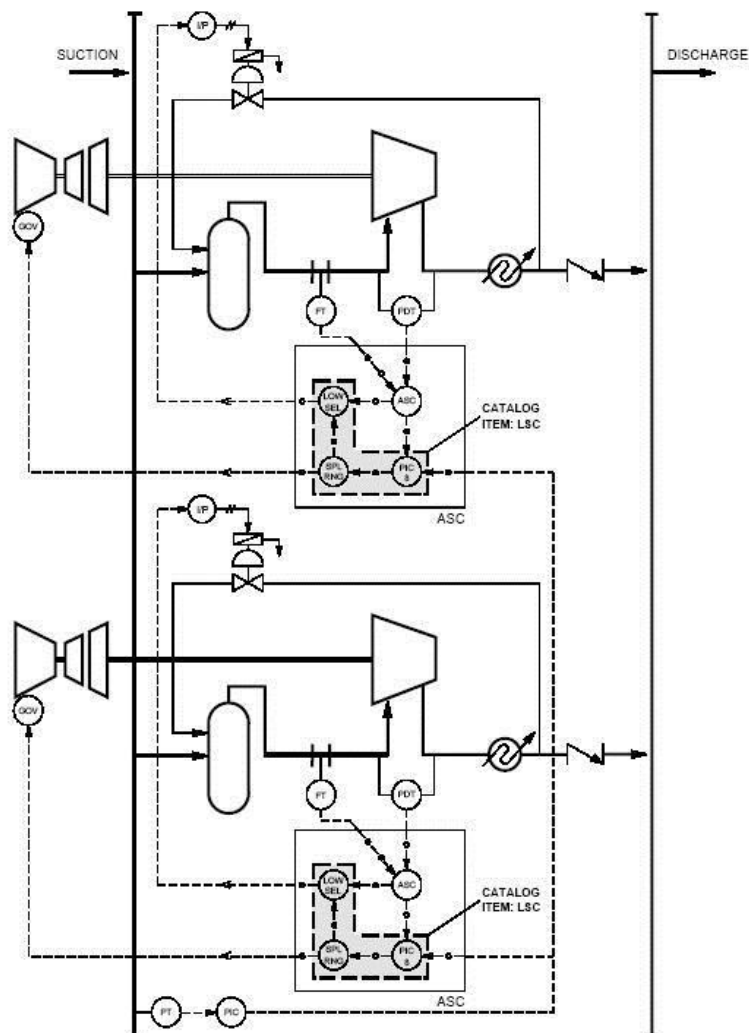
Trisen Control juga dilengkapi dengan *dynamic adaptive gain*. Jika titik operasi berada di sebelah kanan *control line*, maka *control gain* akan berkurang. Sebaliknya jika titik operasi bergerak mendekati *control line*, *control gain* akan bertambah dan terus bertambah jika titik operasi masih terus bergerak ke kiri mendekati *surge line*. Dengan cara ini, maka *surge control* akan *meresponse* dengan cepat untuk membuka *antisurge control valve* ketika titik operasi mendekati *surge line* sehingga surging bisa dihindari. Sebaliknya jika titik operasi bergerak ke kanan, *antisurge control valve* akan menutup secara perlahan.

Trisen Control juga dilengkapi dengan *proportional only function*. Dengan fungsi ini, *Trisen Control* akan memaksa membuka *control valve* tanpa menghiraukan aksi normal *antisurge control*. Fitur ini berfungsi pada kondisi dimana oleh karena suatu sebab (misalnya terjadi process upset) sehingga titik operasi bergeser ke kiri melewati *control line*, dan normal *antisurge control* tidak mampu mengembalikannya. Pada kondisi tersebut, fungsi ini akan memulai membuka *antisurge control valve* pada jarak/margin tertentu dari *surge line* (sesuai *setting*) dan mencapai bukaan penuh saat titik operasi mencapai *surge line*. Dengan fungsi ini, kompressor bisa terhindar dari terjadinya *surging*.

Trisen Control juga menyediakan *valve linearization function* untuk *control valve* dengan tipe *equal presentage*, sehingga bisa diperoleh proses gain yang linear. Dengan cara ini, ketidak stabilan sistem yang disebabkan perubahan titik operasi dapat dihindari.

3. Load Sharing Control.

Dalam operasinya sering kali dua atau lebih compressor digunakan secara paralel. Tujuannya bermacam-macam antara lain untuk meningkatkan kapasitas atau agar bisa digunakan dalam mode *operation/standby/repair*. *Load sharing control* berguna untuk menyeimbangkan beban kepada semua *compressor* yang digunakan secara *parallel* tersebut. Tujuannya adalah untuk mencegah jangan sampai ada compressor yang mengalami surging sementara compressor lainnya masih jauh dari surging, juga untuk meningkatkan efisiensi. Gambar berikut adalah contoh konfigurasi *load sharing control*.



Gambar 2.14

Configurasi load sharing control

Berdasarkan penjelasan di atas mengenai jenis system control pada kompressor *centrifugal* , pada ketepatan dan kualitas hasil pelaksanaannya akan di pengaruhi oleh hal – hal berikut:

1. Hardware

selain konfigurasi/struktur kontrol yang digunakan, pemilihan perangkat keras yang akan digunakan juga akan mempengaruhi kinerja *compressor control* yang dibangun, terutama menyangkut *response time* dari perangkat keras tersebut. Compressor merupakan sistem dengan response yang sangat cepat, oleh karena itu perangkat keras yang digunakan juga harus memiliki response time yang cepat.

2. Control System Hardware

Hingga saat ini, jenis perangkat keras control system yang digunakan untuk aplikasi *compressor control* sangat bervariasi, mulai dari *pneumatic control*, *analog electronic* sampai dengan perangkat yang berbasis teknologi digital. Untuk mengimbangi respon kompressor yang sangat cepat, maka waktu eksekusi (*execution time*) kontrol juga harus cepat, umumnya yang digunakan adalah lebih kecil dari 100 ms. Itu sebabnya, mengapa beberapa vendor menyediakan perangkat kompressor kontrol khusus dengan waktu eksekusi yang lebih cepat dibandingkan dengan perangkat control untuk pemakaian yang lebih umum.

3. Control Valve

Control valve yang digunakan untuk *compressor control* juga harus memiliki response yang cepat. Umumnya *response time control valve* sekitar 10 detik. Akan tetapi dengan menggunakan *special stroke*, response control valve bisa lebih cepat hingga dibawah 1 detik.

4. Transmitter

Response time transmitter juga perlu diperhatikan, terutama *PD transmitter*. *Transmitter* umumnya terdiri dari moving part sehingga memiliki sifat redam

(*dump*), hal inilah yang menyebabkan transmitter tidak bisa me-response dengan cepat. Ukuran response time transmitter adalah 63.2% *response time*, yaitu waktu yang diperlukan untuk mencapai 63.2% response terhadap step input. Umumnya PD transmitter memiliki response time lebih besar dari 1 detik. Akan tetapi ada transmitter dengan design khusus memiliki *response time* lebih kecil dari 1 detik. Transmitter jenis ini bisa digunakan untuk aplikasi *compressor control*.

Dengan mengkombinasikan pengetahuan system *anti surge control* yang baik dan manajemen perawatan yang tepat maka kinerja *high duty gas compressor* dapat dijaga pada kondisi yang selalu siap pakai. Teori- teori yang penulis kutif dari sumber – sumber internet www.yefrichan.wordpress.com/category/perawatan menyangkut perawatan dan manajemennya akan penulis uraikan sebagai berikut:

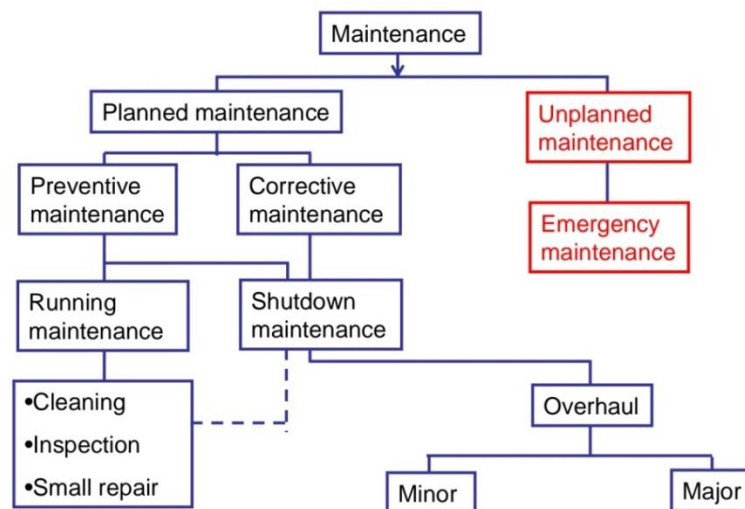
1. Kegiatan perawatan

Kegiatan perawatan dan perbaikan adalah kegiatan yang dilakukan secara terus menerus atau berkesinambungan terhadap peralatan dan perlengkapan agar selalu dalam keadaan baik dan siap operasi. Usaha perawatan ini juga bertujuan untuk mempertahankan kondisi dan menjaga agar tingkat kemerosotan serendah mungkin.

Kegiatan perawatan ini dilakukan sebagai berikut:

- a. *Unplaned maintenance*: Kegiatan perawatan tidak terjadwalkarena keadaan darurat
- b. *Planed maintenance*: Kegiatan perawatan terjadwal (biasanya jangka panjang/tahunan). Karena seringkali permesinan tidak dapat dihentikan begitu saja untuk perawatan
- c. *Breakdown maintenance* (RTF = Run To Failure): Kegiatan perawatan dimana mesin dibiarkan saja beroperasi sampai kerusakan terjadi.
- d. *Preventive maintenance*: Strategi perawatan (*Cleaning, inspection, small repair, lubrication*) untuk mencegah konsekuensi kegagalan pada tingkat komponen maupun tingkat pabrik

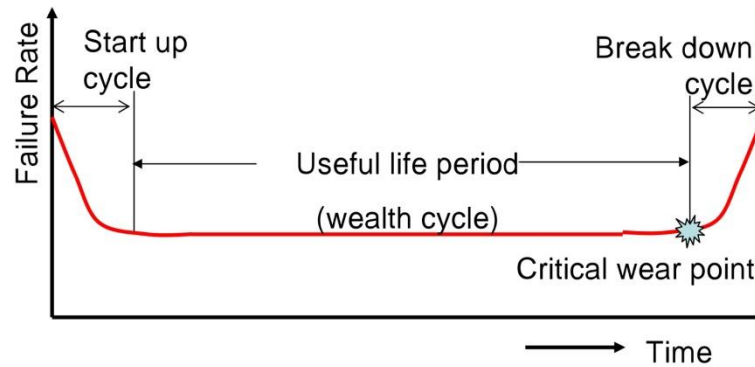
- e. *Corrective maintenance*: adalah kegiatan untuk memperbaiki komponen yang mengalami kegagalan
- f. *Running maintenance*: Kegiatan perawatan yang dapat dikerjakan ketika mesin sedang beroperasi
- g. *Shutdown maintenance*: kegiatan maintenance yang hanya dapat dikerjakan ketika mesin sedang tidak beroperasi



Gambar 2.15

Pembagian pelaksanaan perawatan

Berdasarkan pada teori pembagian pelaksanaan perawatan dan mengikuti *bathtub curve* sebagai berikut



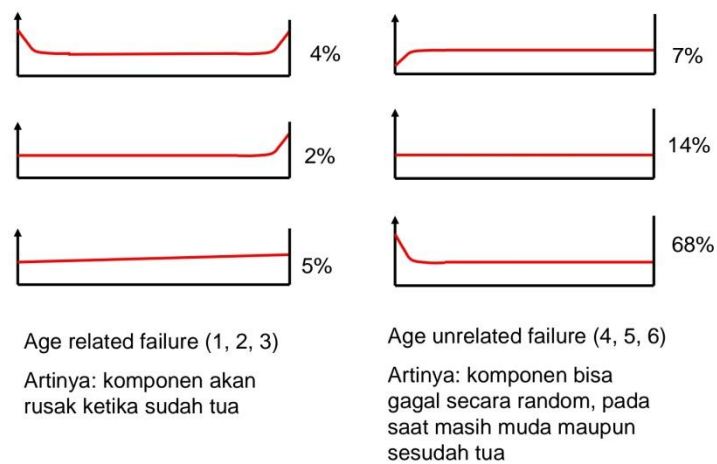
Gambar 2.16

Bath tube curve

Keterangan kurva diatas sebagai berikut:

- a. *Star up cycle* pada area ini kerusakan terjadi karena ketidak sempurnaan material, pengerjaan, pemasangan, pelatihan operator. Pada saat awal komponen mesin akan saling menyesuaikan karena berbagai ketidak kesempurnaan pembuatan.
- b. *Useful life* pada area ini mesin akan bekerja dengan baik karena komponen-komponenya sudah saling menyesuaikan
- c. *Breakdown cycle* pada area inikomponen mengalami kelelahan, keasusan berlebih, erosi, abrasi dan sebagainya.

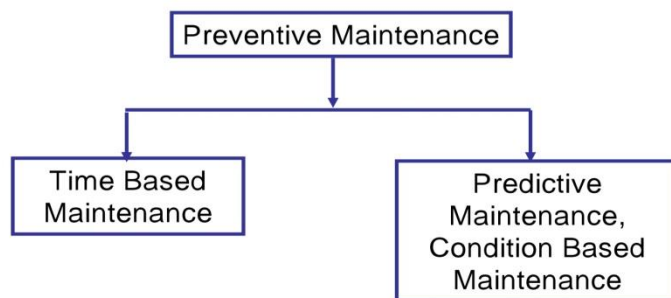
Berdasarkan *bathtub curve* bahwa suatu perlengkapan permesinan akan rusak seiring dengan usianya, setelah usia pakainya terlalu lama maka akan memasuki area *breakdown* dan mengalami kerusakan. Namun tidak semuanya perlengkapan akan mengalami usia pakai yang efektif sesuai dengan *bathtub curve* karena sewaktu-waktu dalam usia pakai sebentar ataupun lama, perlengkapan dan mesin akan mengalami kerusakan. Seperti kurva yang ditunjukan di bawah ini.



Gambar 2.17

Kurva kerusakan komponen berdasarkan usia

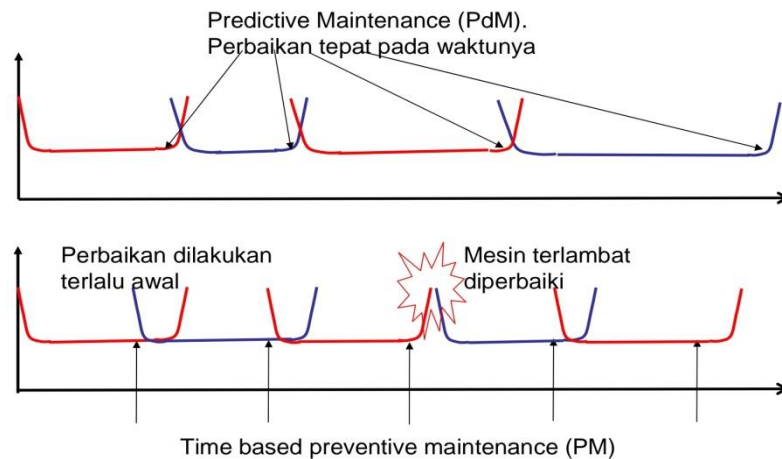
Kegiatan perawatan pada umumnya dilakukan dengan menggunakan cara pencegahan *preventive maintenance* yaitu suatu tindakan untuk menjaga agar peralatan semua dapat beroperasi dengan cara mengukur, mendeteksi dan pecegahan kerusakan. *Preventive maintenance* ini terbagi dalam 2 jenis yaitu:



Gambar 2.18

Jenis preventive maintenance

Berdasarkan pembagian *preventive maintenance* di atas maka terdapat kurva perbandingan hasil *perawatan antar preventive maintenance* yang berdasarkan pada waktu seperti mingguan, bulanan, triwulan, 1000 jam dan lain sebagainya dengan *predictive maintenance* berdasarkan pada kondisi yang di monitor terus berdasarkan getaran, suhu, tekanan, keausan, alignment, sebagai berikut:



Gambar 2.19

Kurva perbandingan preventive maintenance time base dan condition base.

Pola perawatan yang berada di atas kapal S.S ENERGY FRONTTIER adalah sebagai berikut:

a. Perawatan terencana (*Planned maintenance System*)

Perawatan terencana (PMS) adalah system perawatan yang dilakukan terhadap pesawat- pesawat permesinan dan peralatan lainnya dikapal secara terencana dan berkesinambungan, menurut petunjuk Makernya masing-masing untuk menghindari kerusakan (*breakdown*) yang dapat menghambat kelancaran beroperasinya kapal. Pada saat diadakan pemeriksaan oleh *Port State Control Officer* ketika kapal tiba di pelabuhan manapun, pelaksanaan PMS menjadi bagian program dari pemeriksaan. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka dewasa ini telah digunakan sistem

perencanaan dan pencatatan perawatan di computer. Ada 2 cara sistem pencatatan di computer yakni:

1. Cara pencatatan biasa.

Daftar rencana perawatan komponen – komponen mesin dan peralatan lainnya di kapal dimasukkan di komputer, agar dipakai sebagai referensi perawatan PMS. Tiap kali selesai mengadakan perawatan atau perbaikan maka dicatat di computer, sehingga bila mana diperlukan maka dapat dibaca dan menjadi referensi.

2. Cara diprogram terlebih dahulu di komputer

Daftar rencana perawatan komponen-komponen mesin dan peralatan lainnya di kapal diprogram di computer sehingga jika diadakan perawatan, lalu dicatat di computer, maka otomatis computer akan mengingatkan kapan perawatan berikutnya akan dilakukan lagi, jadwal perawatannya dilakukan berdasarkan 2 cara:

- a) Berdasarkan waktu kalender (calendar base) misalnya mingguan/weekly (W), bulanan/Monthly (M) atau tahunan/Yearly (Y).
- b) Berdasarkan jam kerja (Running Hours) yakni perawatan dilakukan jika jam kerja mesin sudah mencapai waktu yang ditentukan. Apabila dilakukan perawatan.

b. Perawatan untuk menghadapi internal/external audit

Dengan berlakunya ISM Code maka perawatan pesawat-pesawat permesinan diwajibkan untuk menghadapi internal atau external audit. Pada gas carriers perawatan dan *safety check line* wajib dikeluarkan oleh *Oil Companies International Maritime Forum* (OCIMF) mengenai *Ship Inspection Report (SIRE)* program. Disamping itu ketentuan lain untuk kapal LPG dan LNG tanker serta *international safety guide for oil tanker and terminals* (ISGOTT) dari tahun ke tahun ada perubahan atau tambahan

sehingga pengetahuan untuk perawatan dan persiapan untuk menghadapi internal/external audit perlu di update dengan adanya edisi terbaru.

- c. Perawatan untuk menghadapi pemeriksaan oleh perwira pemeriksa dari *Port State Control (Port State Control Officer/PSCO)*. Secara berkala *Port State Control Officer (PSCO)* akan memeriksa kapal di pelabuhan Negara manapun kapal berada. Pemeriksaan meliputi sertifikat kapal, keselamatan pengoperasian kapal, pencegahan terjadinya polusi dan pengawakan kapal.
- d. Perawatan dan perbaikan sesuai dengan *continous Machinery Survey (CMS)*. Perawatan yang dikeluarkan oleh Biro Klasifikasi dimana kapal di registrasikan (sesuai bendera kapal). Ketentuan biro klasifikasi mengharuskan agar minimum dari 1/5 komponen pesawat permesinan dan perlengkapan kapal yang termasuk dalam daftar CMS harus *dioverhaul* untuk perawatan dan pemeriksaan oleh surveyor dari Biro Klasifikasi dimana kapal di registrasi.
- e. Perawatan dan perbaikan saat kapal naik dock. Beberapa perusahaan pelayaran menghendaki supaya anak buah kapal (ABK) melakukan perawatan terhadap komponen PMS yang sudah tiba waktunya dirawat atau diperbaiki menjelang kapal naik dok untuk menghemat biaya dok. Jika kebetulan komponen tersebut termasuk dalam daftar CMS dari biro Klasifikasi kapal, maka KKM bias melakukan confirmatory survey tanpa kehadiran surveyor klasifikasi kapal.
- f. Selanjutnya KKM melakukan laporan overhaul dilampiri hasil pengukuran yang diperlukan dan foto perawatan lalu dikirim ke kantor pusat agar diteruskan ke surveyor kelas untuk diendors.
- g. Namun beberapa perusahaan mengambil kebijakan sebaiknya PMS dan CMS dilakukan saat kapal berada di dok, ditambah pula dengan pekerjaan-pekerjaan yang termasuk dalam docking survey dan pekerjaan-pekerjaan lain. Tentunya hal ini menyangkut biaya dan waktu dok, akan tetapi bagi perusahaan pelayaran besar terutama yang kapal-kapalnya di charter, biasanya Cuma cukup dana untuk biaya dok.

2. Manajemen perawatan

Manajemen merupakan suatu proses yang terdiri dari rangkaian kegiatan, seperti perencanaan, pengorganisasian, penggerakan dan pengendalian atau pengawasan yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan melalui pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya.

Manajemen hanya merupakan alat untuk mencapai tujuan yang diinginkan, sarana atau alat manajemen untuk mencapai tujuan tersebut adalah:

- a. *Men*, yaitu manusia atau tenaga kerja manusia baik pimpinan maupun pelaksana
- b. *Money*, yaitu uang yang diperlukan untuk mencapai tujuan
- c. *Machine*, yaitu mesin sebagai pembantu manusia
- d. *Material*, yaitu bahan – bahan yang di perlukan
- e. *Methode*, yaitu cara yang di gunakan untuk mencapai tujuan
- f. *Market*, yaitu proses untuk menjual barang dan jasa yang dihasilkan

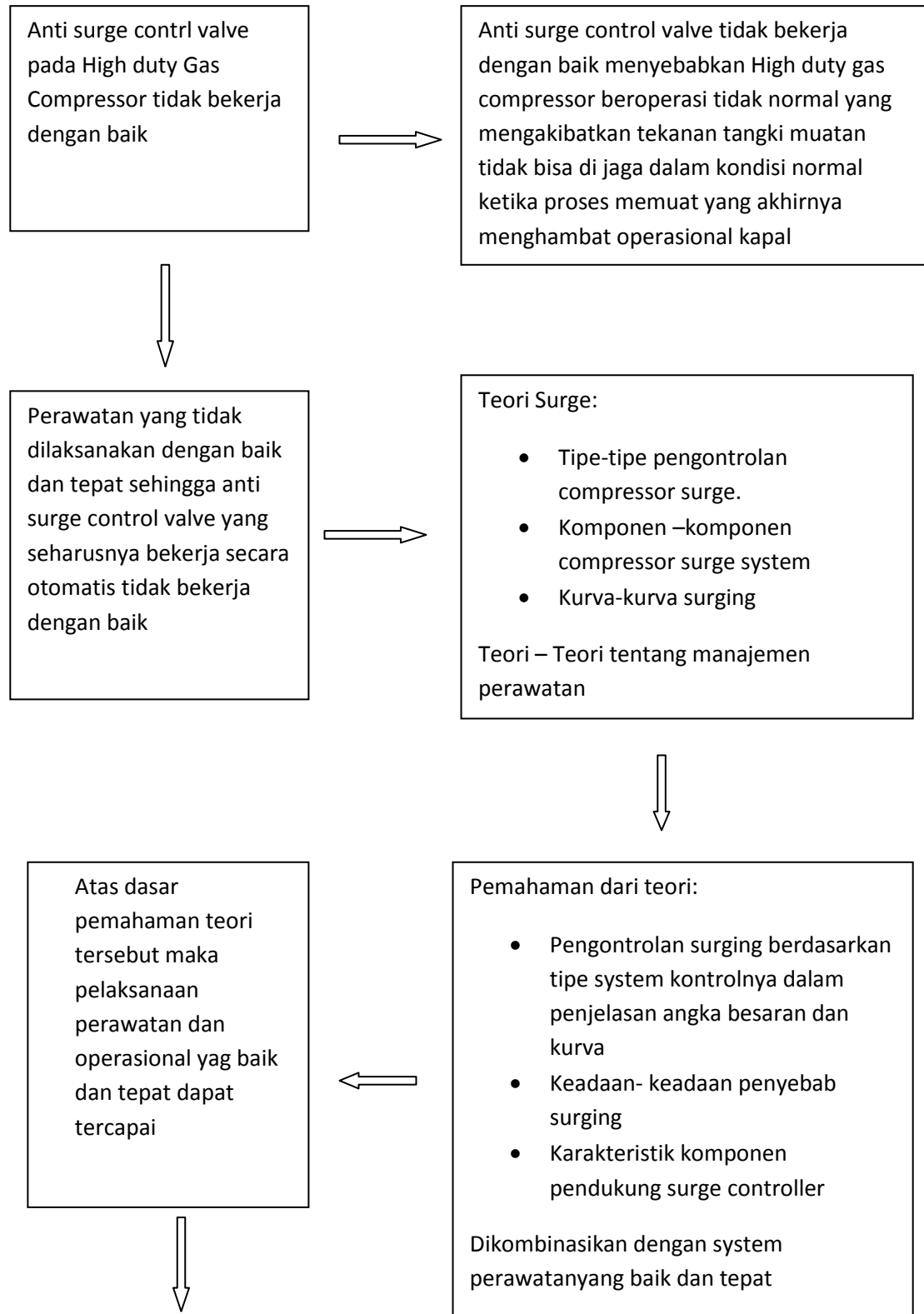
Manajemen berasal dari kata *to manage* yang artinya mengatur. Tumbuh pertanyaan tentang apa yang di atur, apa tujuan di atur, siapa yang mengatur, dan bagaimana mengaturnya, yaitu:

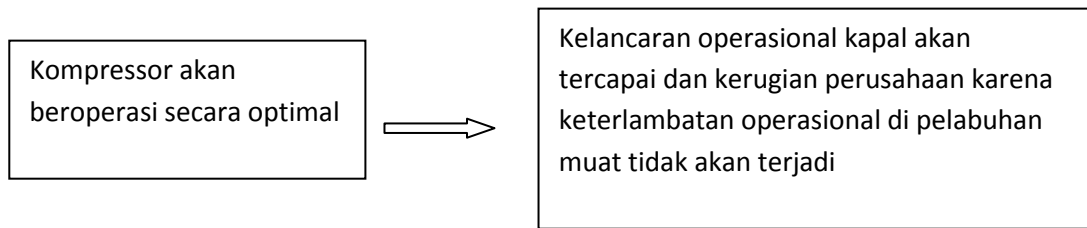
- a. Yang diatur adalah semua unsur manajemen yaitu 6 M
- b. Tujuannya adalah 6 M lebih berdaya guna dan berhasil guna dalam mewujudkan tujuan
- c. Harus diatur agar 6 M itu bermanfaat optimal, terkoordinasi dan terintegrasi dalam menunjang terwujudnya tujuan organisasi
- d. Yang mengatur adalah pimpinan dengan kepemimpinannya sesuai struktur kepemimpinan di atas kapal.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan teori yang di uraikan di atas dan dihubungkan dengan pokok permasalahan yang penulis angkat dalam makalah ini yaitu perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat sehingga surge control valve yang seharusnya

bekerja secara otomatis untuk menghindari high duty gas compressor bekerja dalam kondisi surging tidak dapat bekerja dengan baik, dapat penulis gambarkan dalam sebuah alur flow chart sebagai berikut:





Dari diagram di atas dapat kita pahami bagaimana kerangka pikiran ini dibentuk sehingga dapat menuntun untuk mendapatkan pemecahan masalah. Menurut diagram di atas kita dapat mengetahui berbagai hal yang berhubungan dengan *surgings*. Bagaimana *surgings* bisa terjadi, contoh dalam satuan angka besar, sistem pengontrolan *surgings* hingga komponen – komponen yang bekerja dalam pengontrolan itu. Dimana komponen-komponen tersebut terdiri dari atas *software* dan *hardware* dari *pneumatic control*, *analog elektronik* sampai dengan perangkat yang sampai dengan perangkat yang berbasis teknologi digital. Pemilihan perangkat keras yang akan digunakan juga akan mempengaruhi kinerja kompresor kontrol yang dibangun, terutama menyangkut *response time* dari perangkat keras tersebut. kompresor merupakan sistem dengan respon yang sangat cepat oleh karena itu perangkat keras yang digunakan juga harus memiliki *response time* yang cepat. Begitu juga dengan perangkat – perangkat lainnya seperti *control valve* dan *transmitter* juga harus memiliki *response time* yang cepat

Setiap peralatan yang beroperasi secara terus menerus ataupun berkala, perlu untuk dilakukan perawatan. Perawatan berarti suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, memperbaikinya sampai pada suatu kondisi yang dapat diterima. Hal ini dapat dilakukan untuk menjaga agar setiap peralatan dalam keadaan siap pakai secara optimal. Pencapaian pada peralatan yang selalu siap pakai secara optimal ini akan tergantung pada pemahaman operator terhadap sistem kerja peralatan sehingga metode yang diambil dalam setiap pelaksanaan perawatannya adalah tepat.

Pemahaman operator terhadap sistem kerja tersebut berarti mengetahui hal-hal yang akan berpengaruh dan mereduksi kemampuan optimal setiap peralatan dalam sistem. Hal tersebut dapat berupa bahan yang digunakan dalam setiap pelaksanaan perawatan. Metode yang digunakan dalam setiap perusahaan ataupun interval perawatannya. Dengan demikian pelaksanaan perawatan yang dilaksanakan akan berjalan secara baik dan tepat sehingga kelancaran operasional kapal dapat dicapai dan terjaga

BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Mengingat kejadian yang pernah penulis alami selama berada di atas kapal yang bertugas sebagai *cargo engineer* (Jr 1st Engineer) sewaktu melakukan proses memuat di pelabuhan Prigorodnoye, Rusia pada tanggal 16 January 2016, dimana *antisurging control valve* terus dalam posisi terbuka, setelah dilakukan pemeriksaan menyeluruh diketahui hal ini dikarenakan terdapat cairan di dalam *system differential pressure orifice flow transmitter* sehingga pengukuran tidak berlangsung baik.

Adapun uraian kejadiannya adalah dalam pengoperasian yang normal *antisurging control valve* akan menutup 3 (tiga) menit setelah kompressor dioperasikan, pada saat itu kompressor nomer 1 (satu) yang dioperasikan. Setelah melewati batas waktu setelah 10 (sepuluh) menit tetapi keadaan tidak berubah *antisurging control valve* tetap dalam posisi terbuka sehingga sebagian gas hanya bersirkulasi saja. Akhirnya diputuskan untuk menghentikan kompressor nomer 1 (satu) dan mengoperasikan kompressor nomer 2 (dua). Kompressor nomer 2 (dua) berjalan dengan baik, *antisurging control valve* menutup setelah kompressor beroperasi 3 (tiga) menit yang berarti parameter yang diukur dalam batas normal. Setelah kompressor berjalan normal maka pengaturan tangki muatan dapat berjalan dengan optimal dan proses memuat dapat berjalan dengan lancar.

Hanya pemeriksaan awal pada sistem pneumatik dan mekanikal katup saja yang dilakukan setelah proses memuat berjalan normal. Pengecekan yang dilakukan

seperti kebocoran pada sistem pneumatik, tekanan control air, fungsi *solenoid control air valve* dan *O-ring* dari *solenoid* tersebut yang ternyata semua dalam keadaan normal. Pemeriksaan detail terhadap *anti surging control valve* nomer 1(satu) kompressor dilakukan setelah proses memuat berakhir dan kapal meninggalkan pelabuhan. Karena apabila dilakukan pemeriksaan secara detail pada saat proses memuat sedang berlangsung terutama pada sistem elektriknya dikhawatirkan akan mengganggu kompressor nomer 2 (dua) yang sedang beroperasi yang malahan akan menyebabkan proses memuat akan tertunda.

Setelah kapal selesai memuat dan meninggalkan pelabuhan, pemeriksaan menyeluruhpun dilakukan. Berdasarkan catatan kejadian operasional *high duty gas compressor*, ternyata hal di atas bukan pertama kalinya terjadi. Hal ini telah terjadi beberapa kali pada masa tugas Jr. 1st Engineer sebelumnya. Dan penyebab dari kondisi tersebut adalah nilai zero dan span dari *differential flow orifice transmitter* yang tidak tepat 4-20mA tetapi melebihi batas saturationpoint bahkan mencapai angka alarm point pada saat pemeriksaan dilakukan yaitu 3.78-21.45mA

Tabel 3.3
Batasan signal 4-20 mA

	4 – 20 mA	4 – 20 mA
Level	Saturation	Alarm
Low	3.9 mA	≤ 3.75 mA
High	30.8 mA	≥ 21.75 mA

Berdasarkan pada catatan perawatan juga diketahui, karena penyebab selalu terjadi dari *differential pressure flow transmitter* maka penggantian *transmitter* dengan menggunakan suku cadang baru telah dilakukan berdasarkan hasil konsultasi kepada Chief Engineer. Kejadian pada *surge valve* ini yang disebabkan oleh *differential pressure flow transmitter* berulang dalam interval kurang lebih lima bulan. Hal tersebut telah dikonsultasikan kepada *maker* namun tidak ada jawaban yang pasti, hanya merekomendasikan pengecekan *zero* dan *span setting* secara berkala. Berdasarkan keadaan tersebut maka pemeriksaan dan kalibrasi *zero* dan *span setting* 4 – 20 mA dilakukan dalam interval satu kali sekali setiap dua kali

melakukan proses memuat di pelabuhan atau satu bulan sekali mana saja yang terlebih dahulu tercapai biasanya dilakukan sehari sebelum tiba di pelabuhan muat. Maka pengecekan konsentrasi pengecekanpun langsung tertuju pada *differential flow transmitter*, hal yang dilakukan pun sama yaitu melakukan pengecekan *nilai zero* dan *span* 4 – 20mA. Pada saat persiapan pengecekan operasional katup – katup pada manifold transmitter yaitu menutup area tekanan tinggi dan rendah katup dan membuka *by pass* dan membuka koneksi untuk dihubungkan dengan alat kalibrasi, ditemukan cairan menetes. Berdasarkan hal ini cairan bisa berasal dari alat kalibrasi pada saat pelaksanaan kalibrasi dilakukan yaitu sehari sebelum proses memuat dilakukan.

Dalam setiap pelaksanaan kalibrasinya menggunakan metode *U tube* yang menggunakan media air untuk memberikan tekanan maksimal hingga 50KPa yang berarti 20mA yang diukur menggunakan multi tester output function pada terminal positif dan negative transmitter. Dalam pelaksanaan perawatan kalibrasi, *Jr 1st Engineeer* akan di bantu oleh seorang *rating engine gas man* yang diketahui dan disetujui pelaksanaannya oleh *Chief Engineer*.

Pelaksanaan pemeriksaan dengan kalibrasi pada *transmitter* ini rutin dilakukan dengan interval yang tidak akurat karena tidak ada indikator yang bisa langsung dilihat dan dibandingkan untuk menentukan kondisi *transmitter* baik atau tidak. Tidak seperti pada *suction pressure* dan *temperature*, *discharge pressure* dan *temperature* yang ditampilkan dalam satuan tekanan KPa dan suhu °C yang dapat dilihat dan dibandingkan setiap saat.

Keadaan pada *surge control* ini harus segera diketahui karena apabila *antisurging control valve* terbuka terus maka pengiriman uap gas metan dari tangki muatan ke tangki darat dengan tujuan menjaga tekanan tangki muatan diatas kapal agar berada dalam batas normal tidak dapat berjalan secara optimal, dikarenakan sebagian gas yang dihisap hanya akan bersirkulasi antara gas dari tangki muatan kapal dengan yang dikirimkan kembali ketangki darat dan tidak terkontrol. Oleh karena itu operasional normal sesuai data pada table di atas, dengan kondisi tekanan tangki muatan dapat terjaga dan lama waktu memuat untuk mencapai 145000 m³ dengan waktu 13 jam 33 menit tidak akan tercapai.

Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi terjadinya penguapan dan banyaknya penguapan LNG di dalam tangki dalam kondisi tangki berisi muatan, sebagai berikut:

1. Suhu air laut : 32°C
2. Suhu udara luar : 45°C
3. Suhu muatan dalam tangki : -161.5°C
4. Jenis muatan : LNG dengan maksimum metan
5. Tekanan tangki : 106kPaA (6 kPaG)
6. Keadaan laut : Tenang

Dari kondisi di atas, LNG akan menguap sebanyak 0.01% dari 145000m³ perharinya. Dalam pelayaran dapat dijaga tekanan tangki oleh pesawat bantu yang dinamakan *low duty gas compressor* dengan maksimum *suction capacity* hanya 6700m³/h yang berbeda jauh dengan minimum *suction capacity high duty gas compressor* 9800m³/h yang selalu dioperasikan melebihi minimum *suction capacity* pada saat proses memuat berlangsung. Jadi dapat kita lihat perbandingan *boil of gas* pada saat tangki bermuatan penuh dan pada saat proses memuat berlangsung yang memperlihatkan betapa pentingnya peranan *high duty gas compressor*.

B. ANALISIS DATA

Pada saat kapal tiba di pelabuhan tekanan tangki akan di atur serendah mungkin, yaitu dengan mengalirkan gas metan (CH₄) dari hasil penguapan LNG didalam tangki ke ketel uap di kamar mesin sebagai bahan bakar gas. Selama proses muat berlangsung tekanan tangki muatan akan naik seiring dengan bertambahnya *loading rate*, agar dapat menjaga tangki muatan *vapour* atau gas metan (CH₄) yang berada di paling atas tangki akan dikirimkan keruang mesin sebagai bahan bakar untuk ketel uap.

Penggunaan bahan bakar untuk ketel uap dikapal LNG dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. *FO firing*, ketel uap hanya menggunakan bahan bakar *fuel oil*

2. *Dual firing*, bahan bakar yang digunakan adalah gabungan dari *fuel oil* dan *gas methan* yang dikirimkan dari tangki muatan
3. *Gas firing*, dengan menggunakan hanya bahan bakar gas methan

Apabila tekanan tangki muatan terus naik, pihak kapal akan mengoperasikan *High duty compressor* untuk mengirimkan kembali *boil of gas* dari dalam tangki kapal ke tangki darat. Dengan demikian dapat dilakukan pengaturan tekanan tangki yang optimal, sehingga pengaturan tekanan tangki akan efektif untuk terhindar dari aktivasi system keamanan tangki muatan yang apabila system keamanan ini bekerja maka akan mengganggu kelancaran operasional kapal.

Berikut ini adalah system keamanan yang dipasang pada proses pengaturan tangki muatan, dilihat dari perbedaan tekanan tanki muatan dan tekanan ruang hampa (*Cargo hold*) sebagai berikut:

- | | |
|-------------|--|
| 1. -3 kPaG | : <i>High differential alarm</i> |
| 2. -4 kPaG | : <i>Automatic trip system activate</i> (semua mesin cargo akan berhenti dan katup – katup remote akan tertutup) |
| 3. -5 KpaG | : <i>Relief valve</i> akan terbuka |
| 4. -22 KpaG | : <i>Tank pressure high alarm</i> |
| 5. -25 KpaG | : <i>Tank pressure hig trip</i> (tanki cargo relief valve terbuka) |
| 6. 1 KpaG | : <i>cargo tank low pressure alarm</i> |
| 7. 0 KpaG | : <i>Cargo tank low pressure trip</i> (semua mesin cargo akan berhenti dan katup2 remot akan tertutup) |

Arti (-) minus pada -3,-4, -5 kPaG merupakan dari hasil perbedaan tekanan antara tekanan tangki muatan dan tekanan ruang hampa (*cargo hold*) lebih besar dari pada tekanan tangki muatan, yang mana seharusnya keadaan tekanan tangki muatan selalu dijaga agar lebih besar daripada tekanan pada ruang hampa (*cargo hold*) sehingga apabila terjadi kebocoran maka akan terdeteksi di ruang hampa dan tangki muat tidak terkontaminasi oleh udara dari ruang hampa.

Dari keterangan diatas dapat kita lihat bahwa peranan *high duty gas compressor* sebagai mesin bantu yang menjaga tekanan tangki yang sangatlah vital dalam mendukung kelancaran operasional kapal.

Agar pelaksanaan bongkar muat dikapal dapat dilaksanakan dengan lancar, kita harus memperhatikan proses pengaturan tekanan pada tangki muatan. Selama muatan masih di atas kapal suhu dan tekanan tangki harus selalu dijaga sehingga siap untuk melakukan proses bongkar muat dipelabuhan. Karna itu perlunya perhatian yang khusus terhadap pengaturan tekanan tangki muatan agar dapat mengoptimalkan proses pengiriman muatan tersebut.

Dengan kapasitas *high duty gas compressor minimum suction capacity* sebanyak 9800 m³/h dan maksimum 3200 m³/h maka berdasarkan table dibawah ini yang di ambil pada proses memuat, tanggal 16 January 2016 pelabuhan Prigorodnoye Rusia dapat kita lihat bagaimana compressor dapat bekerja menjaga tekanan tangki muatan agar berada dalam batas normal.

Tabel 3.1

Operasional high duty gas compressor

Waktu	Kegiatan	Loading rate & kapasitas H/D comp.(m ³ /h)	Tekanan tangki muatan (KPaG)				Hold press (KPaG)
			N0.1	N0.2	N0.3	N0.4	
11:10	No. 1 pump start	2700	9.27	9.52	9.55	9.47	4.99
11:12	No. 1 H/D Gas Comp. start	10000	9.46	9.78	9.88	9.80	4.99
11:17	No. 2 Pump start	5300	9.81	9.93	10.26	10.14	4.98
11:20	Menaikan beban H/D gas comp.	20000	9.40	9.56	9.51	9.80	4.99
11:35	No. 3 Pump	8100	9.20	9.37	9.30	9.45	4.95

	start & Menaikan beban H/D gas comp.	300000					
11:50	No. 4 Pump start	10900	9.76	9.57	9.59	10.37	4.94
11:52	Menaikan beban H/D gas comp.	31500	9.24	9.13	9.30	9.78	4.93

Berdasarkan data table diatas maka proses memuat dengan *loading rate* 11000 m³/h dengan menggunakan 4 (empat) pompa memuat dari darat dan kondisi *high duty compressor* dalam keadaan baik maka akan memakan waktu selama 13 jam 33 menit hingga mencapai 1450000m³ sesuai jumlah memuat yang telah disetujui, dan kondisi ini adalah kondisi normal.

Apabila *high duty gas compressor* tidak dapat beroperasi secara normal maka proses memuat tidak akan berjalan secara lancar. Sesuai dengan pokok masalah yang penulis angkat dalam makalah ini yaitu perawatannya yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat sehingga *surge control valve* yang harusnya bekerja secara otomatis untuk menghindari *high duty gas compressor* bekerja dalam kondisi *surging* tidak dapat bekerja dengan baik. Bekerja dengan baik berarti dengan kondisi 5 (lima) parameter dalam keadaan normal yaitu *suction pressure*, *suction temperature*, *discharge pressure*, *discharge temperature* dan *flow* maka *anti surge control valve* akan bekerja secara otomatis dalam sistem ini untuk menutup apabila normal dan membuka pada saat kondisi abnormal (*fail close*), dalam arti salah satu atau lebih 5 (lima) parameter diatas tidak sesuai dengan nilai yang telah ditentukan.

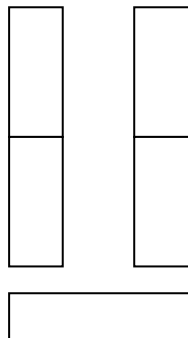
5(lima) parameter tersebut ddalam bentuk table berdasarkan data dari buku petunjuk operasional *high duty compressor* adalah sebagai berikut :

Table 3.2**Nilai lima parameter**

No	Parameter	Kondisi pada operasi normal	Setting range	Kondisi membuka surge valve	Signal
1	Suction pressure	4KPa	-2,5~20KPa	ΔP comp	4~20mA
2	Discharge pressure	103 KPa	0~110KPa		4~20mA
3	Suction temperatur	-140°C	200~100 °C	+35 °C	4~20mA
4	Discharge tempertur	-109,4 °C	200~100 °C	-90 °C	4~20mA
5	Process gas flow	40,8KPa	0~50KPa	ΔP_{ori}	4~20mA

Nilai pada *suction* dan *discharge pressure* hanya bias dilihat berdasarkan persentase yaitu perbandingan antara *setpoint* (sp) dengan perbedaan tekanan yang terjadi karena system yang digunakan adalah jenis *variable setpoint antisurge control* maka *setpoint* adalah berubah ubah yang dipengaruhi oleh inlet guide vane position dan system ini tidak dipengaruhi oleh perbedaan suhu pada *suction* dan *discharge*.

SP ΔP Orifice



Surge Valve

Comment Signal

Gambar 3.1

Perbandingan setpoint dan perbedaan tekanan

Apabila perbedaan tekanan kompressor ataupun *orifice* yang diukur melebihi daripada *setpoint* maka *surge control valve* akan membuka

Dari Penjelasan di atas dan deskripsi data maka dapat kita analisis sebagai berikut:

1. Mengapa anti surging control valve tidak bisa bekerja secara otomatis

Anti surging control valve merupakan peralatan keamanan yang diperlengkapi untuk menjaga kompressor tidak bekerja pada kondisi *surging*. Karena pada dasarnya *surging* adalah kondisi yang tidak dapat dihadapi oleh kompressor oleh karena efek kerusakan yang dapat ditimbulkannya sehingga para produsen memperlengkapi kompressor gasnya dengan *anti surging control valve*. *Anti surging control valve* harus bekerja dengan *respon time* yang cepat dan bekerja secara otomatis berdasarkan pada pengukuran parameter *suction pressure* dan *temperature*, *discharge pressure* dan *temperature*, dan *differential pressure orifice flow* yang diukur dan dikonversikan oleh *transmitter* kepada sistem elektrik pada panel kontrol. Setelah dapat masukan dari *transmitter* tersebut dan diolah oleh kontrol panel maka keluarannya akan mengkonversikan system elektrik pada panel control. Setelah mendapat masukan dari *transmitter* tersebut dan diolah oleh kontrol panel maka keluarannya akan mengkonversikan system elektrik menjadi *pneumatic* yang melalui *solenoid valve*, *actuator* dan *valve lever* menjadi pergerakan mekanik yang akhirnya akan membuka atau menutup *anti surging control valve* oleh tenaga pneumatik.

Kerusakan yang mungkin terjadi sehingga *surge valve* tidak dapat bekerja secara otomatis dapat terjadi pada system mekanik, pneumatik maupun elektriknya. Atau keadaan yang diukur adalah memang berada dalam kondisi yang berada pada area *surging* yang dapat diketahui berdasarkan teori – teori dan kurva – kurva yang terdapat pada bab 2 (dua) hal inilah yang paling pertama dapat kita amati dan dapat dijadikan titik tolak untuk melakukan identifikasi pada bagian – bagian lainnya. Jadi dapat kita ketahui dan dikelompokkan bahwa hal-hal yang dapat menyebabkan *antisurging control valve* tidak dapat bekerja secara

otomatis adalah dikarenakan terjadi kerusakan atau fungsi yang tidak optimal pada system dan keadaan berikut:

a. Sistem pneumatik

Komponen – komponen yang menjadi bagian dari system pneumatik dan dimungkinkan mengalami kerusakan antara lain:

1. Air pressure regulator

Tidak dapat menjaga tekanan angin dalam sistem pada tekanan yang diinginkan. Hal ini dapat disebabkan kerusakan pada *membrane*, *spring* ataupun pada *O-ring* yang terdapat pada *pressure regulator*. *Air regulator* ini menurunkan tekanan dari 8 Kg/cm² menjadi 3 kg/cm² untuk operasional *anti surge control valve* yang dapat terus dimonitor melalui *indicator pressure gauge*.

2. Air pressure gauge

Kerusakan pada *pressure gauge* sebagai indicator tekanan udara yang diukur didalam sistem akan membuat operator lalai dalam mendeteksi kesalahan yang berada di dalam sistem. Sebagai contoh kadang kita mendapati bahwa jarum indicator pada *pressure gauge* tetap berada pada posisi tertentu walaupun sebenarnya pada kondisi tekanan di dalam sistem telah berkurang atau bertambah sesuai pengaturan oleh *air pressure regulator* maka harus selalu dipastikan bahwa *pressure gauge* memberikan indicator yang benar pada system sebelum (8 Kg/cm²) dan setelah (3Kg/cm²) *air pressure regulator*

3. Water filter absorbent

Fungsi *absorbent* yang sudah tidak optimal sehingga kandungan uap air yang masih terdapat di dalam udara dalam jangka waktu yang tertentu akan merusak pada sistem elektrik yang berkaitan dengan sistem pneumatik. Walaupun udara yang digunakan adalah udara yang telah dikeringkan melalui *air drier*, pada sistem pendistribusian yang begitu jauh memungkinkan timbulnya uap air terutama pada daerah dengan tingkat humidity yang tinggi. Filter yang ditempatkan pada sistem sebelum *air pressure regulator* ini mempunyai batasan perbedaan tekanan maksimum sebelum dan sesudah sebesar 1.5 Kg/cm²

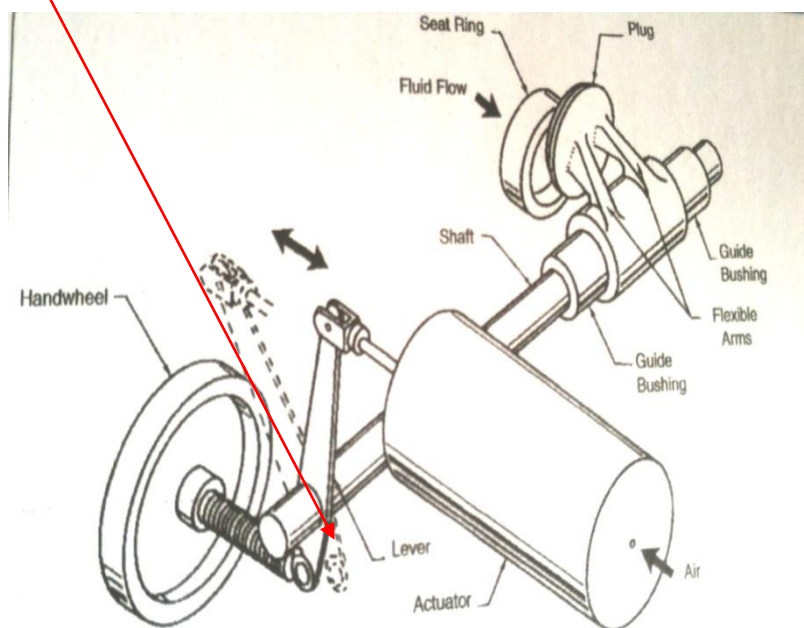
b. Sistem mekanik

Yang dimaksud sistem mekanik adalah pergerakan yang terjadi pada *anti surge control valve* akibat tekanan udara yang berasal dari sistem pneumatik. Kerusakan dapat terjadi pada bagian- bagian berikut:

1. *Lever* dan *shaft*

Lever harus berada pada posisi yang mengikat pada *shaft* sehingga pada saat *lever* digerakan oleh *actuator* maka *shaft* pun akan ikut bergerak sesuai arah pergerakan *lever* dan *actuator*. Tetapi ikatan *lever* pada *shaft* menjadi tidak kuat sehingga pada saat *lever* bergerak tetapi *shaft* tidak ikut.

Bagian yang
di maksud



Gambar 3.2

Bagian – bagian *surge control valve*

2. *Actuator* dan *membrane*

Didalam *actuator* terdapat *membrane* yang dapat menurun keelastisannya sehingga pergerakan pegas di dalam *actuator* tidak dapat bekerja dengan baik.

c. Sistem elektrik

Bagian- bagian dalam sistem elektrik yang dapat menjadi penyebab *anti surging control valve* tidak bekerja secara otomatis adalah sebagai berikut:

1. Transmitter

Diantaranya adalah *transmitter* untuk *suction pressure* dan *temperature*, *discharge pressure* dan *temperature*, dan *differential pressure orifice flow transmitter* yang mengkonversikan besaran tekanan kPa, (kilo pascal) menjadi besaran elektrik mA (mili Ampere). Dalam hal ini range untuk besaran tekanan yang diukur adalah 0 – 50 kPa yang berarti sama dengan besaran elektrik dalam 4 – 20 mA. Dalam keadaan normal angka besaran yang terukur adalah 0 kPa = 4mA dan 50 kPa = 20mA, dikarenakan pengukuran perbandingan tekanan dan arus yang dilakukan *transmitter* tidak tepat maka pengolahan data pada *surge controller* menjadi tidak optimal dan menghasilkan keluaran yang tidak tepat pula.

Lakukan kalibrasi baik *zero calibration* maupun *span calibration* sehingga nilai yang timbul selalu sesuai masukan. Alat ini tidak mengenal istilah *offset* (selisih) *Offset* hanya terjadi pada sistem kendali jenis sebanding (proporsional) bukan pada sebuah *transmitter*.

2. Universal transmitter

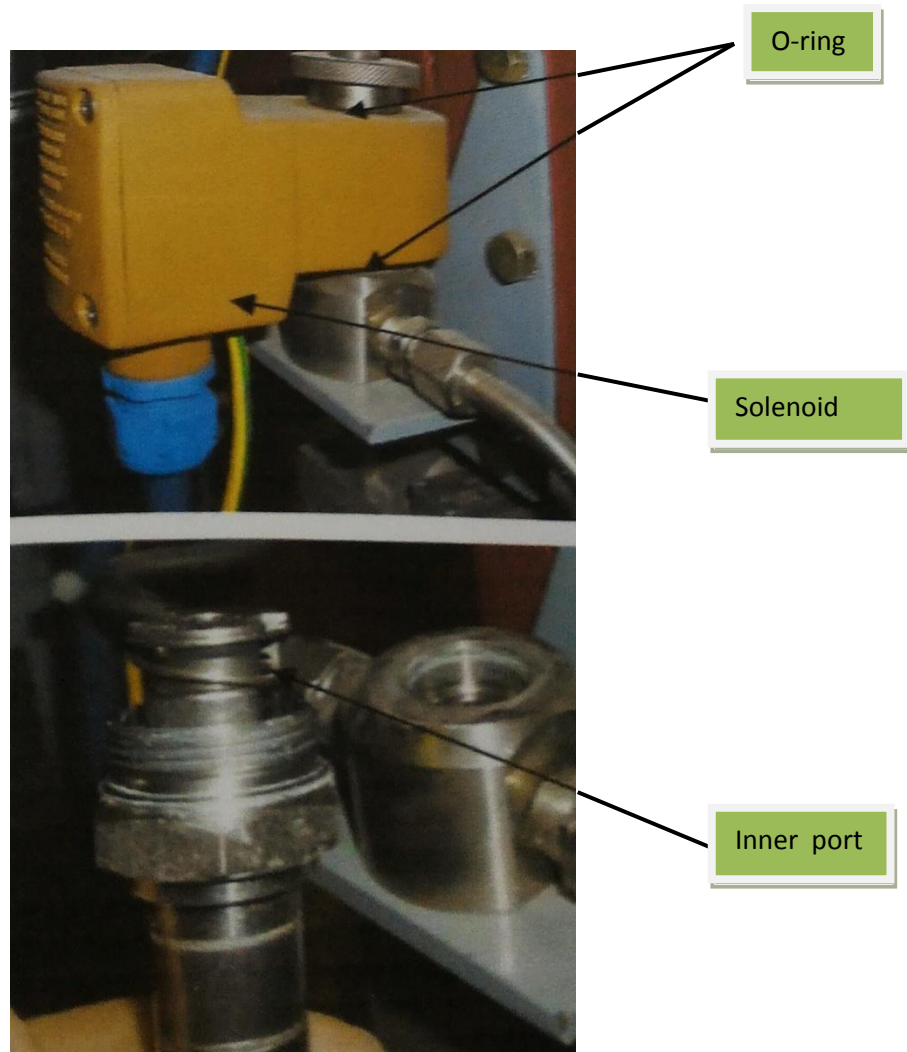
Merupakan peralatan yang mengkonversikan signal input mA (*mili Ampere*), mV (*mili Volt*) ataupun *voltage* yang berasal dari *pressure* dan *differential pressure transmitter* menjadi signal on/off. Apabila transmitter ini terganggu fungsinya dikarenakan factor seperti jam kerja, Komponen elektronik yang rusak maka rantai otomatisasi *surge control* berhenti hanya sampai disini.

3. Auxiliary relay

Berfungsi untuk meneruskan signal on/off dari *universal transmitter* yang akan mengaktifkan ataupun menonaktifkan *solenoid valve* yang akan mensupply atau menghentikan *air control* untuk *surge control* sehingga akan membuka atau menutup. Apabila *relay* ini mengalami kerusakan maka dapat dipastikan bahwa *anti surging control valve* tidak akan berfungsi secara otomatis.

4. *Solenoid valve*

Fungsi *solenoid valve* sebagai ujung tombak supply tenaga pneumatik kepada *surge control valve* yang tidak bekerja dengan baik dapat disebabkan oleh karena *coil*, *O-ring* rusak ataupun *inner port* yang tersumbat seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.3

Solenoid valve

Berdasarkan keadaan-keadaan di atas maka otomatisasi *surging control* tidak akan bekerja secara baik yang akan menimbulkan gangguan kelancaran operasional memuat diatas kapal

2. Mengapa terjadi kerusakan yang tidak terdeteksi pada peralatan dalam sistem *surge control*.

High duty gas compressor adalah permesinan dengan perlengkapannya yang bekerja hanya pada waktu – waktu tertentu dengan jangka waktu tertentu pula. Bekerja pada proses memuat dengan jam kerja normal dalam sekali proses memuat hanya 12 jam dalam operasional lain *high duty gas compressor* bekerja pada saat sebelum dan sesudah kapal *docking* yang dilaksanakan dalam interval 2.5 (dua setengah) tahun sekali. Perawatan yang tercantum dalam *Plan Maintenance System (PMS) High duty compressor* pun hanya bagian- bagian besar yang meyangkut kompressornya saja. Sementara peralatan yang terdapat dalam *system surge control* yang meliputi pneumatik, mekanik dan elektrik tidak tercantum.

Hal – hal tersebut di atas adalah beberapa penyebab yang dapat menimbulkan kelalaian sehingga terjadi kerusakan yang terdeteksi hanya pada saat mesin beroperasi, yang sesungguhnya dapat diusahakan pencegahan awal dengan melakukan pemeriksaan dan strategi perawatan rutin yang terjadwal dan tercatat. Dengan operasional rutin yang dilakukan pada pelabuhan muat saja, seharusnya selama pelayaran akan menjadi waktu yang lapang untuk melakukan pemeriksaan dan perawatan pada setiap sistem pendukung kompressor. Dari pengelompokan sistem *surge control* yang telah disebutkan di atas yaitu pneumatik, mekanik dan elektrik seharusnya ada beberapa hal yang kita lakukan dalam usaha identifikasi awal kerusakan dengan strategi perawatan yang berdasarkan pada kondisi dan jam kerja yaitu melakukan hal – hal sebagai berikut:

- a. Sistem pneumatik.

- 1) *Air pressure regulator*

Melakukan pemeriksaan dan pengetesan kapasitas minimum hingga maksimum tekanan yang dapat diatur oleh *regulator*, secara berulang – ulang sehingga kita mengetahui respon yang diberikan oleh *membrane sepring* dan *o-ring* yang terdapat dalam regulator apakah masih baik atau tidak. Sehingga kerusakan dapat di deteksi dari awal. Interval

pemeriksaan tersebut dapat disesuaikan dengan jam kerja untuk mempertimbangkan factor ekonomis.

2) *Air Pressure gauge*

Pressure gauge sebagai *indicator* tekanan sistem adalah salah satu hal yang terpenting untuk menghasilkan operasional yang efektif pengecekan dengan metode kalibrasi dengan interval waktu tertentu akan efektif untuk mengetahui dan menjaga *pressure gauge* selalu berada dalam kondisi baik.

3) *Water filter absorbent*

Perhatian juga harus tertuju pada peralatan ini yang akan menjaga peralatan lain dalam system lebih akurat dengan jam kerja yang lebih lama. Perawatan dapat dilakukan dengan mengganti *filter* secara berkala sesuai buku petunjuk manual.

b. Sistem mekanik

1) *Lever dan shaft*

Pemeriksaan dapat dilakukan secara berkala dengan membuka dan menutup secara manual melalui *handwheel* sehingga kita mengetahui dan yakin bahwa *lever* mengikat pada *shaft*.

2) *Aktuator dan membrane*

Pergerakan pegas dan fungsi *membrane* didalam *actuator* dapat kita ketahui dengan melakukan pemeriksaan dan pengetesan secara berkala pada *control valve* dengan mensupplay udara penggerak pada *actuator* dengana melihat apakah *lever* bergerak dengan baik atau tidak.

c. Sistem elektrik

1) *Transmitter*

Dalam keadaan normal angka besaran yang terukur adalah $0 \text{ kPa} = 4\text{mA}$, dan $50\text{kPa} = 20\text{mA}$, Hal inilah yang harus kita pastikan kebenarannya dan keakuratannya bahwa pengukuran yang dilakukan oleh *transmitter* adalah tepat.

Metode yang dilakukan di atas kapal untuk melakukan pemeriksaan keakuratan tekanan yang dikonversikan tersebut adalah dengan melakukan pengukuran *zero* dan *span* dengan menggunakan peralatan U – *tube* dimana membutuhkan media air dalam pelaksanaannya. Oleh sebab itu purging system dengan N2 gas harus dilakukan untuk meyakinkan bahwa tidak ada air yang masuk dalam system dan transmitter. Hal ini dapat dilakukan secara berkala menyesuaikan intensitas jam kerjanya.

2) *Universal transmitter*

Pada transmitter ini hal yang dapat dilakukan untuk memastikan bahwa alat ini berfungsi secara baik dengan memperhatikan kondisi lampu led indikatornya yang terdiri dari lampu power dan lampu on/off. Apabila lampu LED (*ligh emitting diode*) *indicator powernya* tidak menyala< pengukuran pada terminal *supply powernya* harus dilakukan untuk meyakinkan bahwa memang *universal transmitter* dalam keadaan rusak sehingga rantai otomatisasi surge control berhenti sampai disini. Berdasarkan apa yang penulis alami terkadang hal – hal kecil ini terlupakan dan operator tidak yakin pada kondisi dan fungsi lampu-lampu indicator tersebut, yang pada dasarnya bisa menjadi *detector* awal yang dilihat apabila terjadi hal – hal yang *abnormal*.

3) *Auxiliary relay*

Pemeriksaan pada relay ini juga dapat dilakukan secara visual pada lampu *indicator Ligh Emitting Diode (LED)* nya atau dengan melakukan tes dengan menggunakan *resistance meter* untuk meyakinkan bahwa *normally open* kontak memang tidak terhubung dan *normaly close* kontak dalam keadaan terhubung sehingga rantai otomatisasi berjalan dengan baik.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisa data yang telah diuraikan di atas maka akan di ungkap kan beberapa cara *alternative* yang dapat dilakukann sebagai upaya pemecahan permasalahan yang diangkat pada makalah ini yaitu perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat sehingga *surge control valve* yang bekerja secara otomatis untuk menghindari *High duty gas compressor* bekerja dalam kondisi surging tidak dapat bekerja dengan baik, hal – hal tersebut antara lain:

1. Memahami fungsi dari setiap bagian – bagian dalam *system surge control*.

Surge control bekerja berdasarkan kolaborasi sistem pneumatik, mekanik, dan elektrik yang satu sama lain adalah saling mendukung dan tidak dapat dipisahkan dalam operasinya. Pemahaman yang baik terhadap fungsi, cara kerja dan karakteristik setiap bagian dalam *surge control* akan membawa kita pada pelaksanaan perawatan yang baik dan tepat. Baik dan tepat berarti dapat mempertimbangkan pelaksanaan perawatan berdasarkan beberapa factor yang antara lain:

a. Metode

Yaitu pelaksanaan perawatan dilaksanakan dengan cara dan langkah - langkah yang benar sehingga pelaksanaan perawatan yang seharusnya mencegah dan menjaga agar selalu dalam kondisi siap pakai dapat terlaksana dan tidak menimbulkan kerusakan pada bagian lain pada saat pelaksanaan perawatan

b. Ekonomis

Pelaksanaan perawatan mempertimbngkan jam kerja setiap perlengkapan sehingga pelaksanaan perawatan akan memiliki interval waktu. Dengan interfal waktu yang tepat resiko resiko yang mungkin timbul oleh karena terlalu sering bongkar pasang sehingga kemungkinan rusak bagian lain yang tidak seharusnya diganti tidak terjadi atau malah terlalu lama tidak pernah di rawat bisa menimbulkan kerugian yang lebih besar dari pada penggunaan suku cadang secara normal.

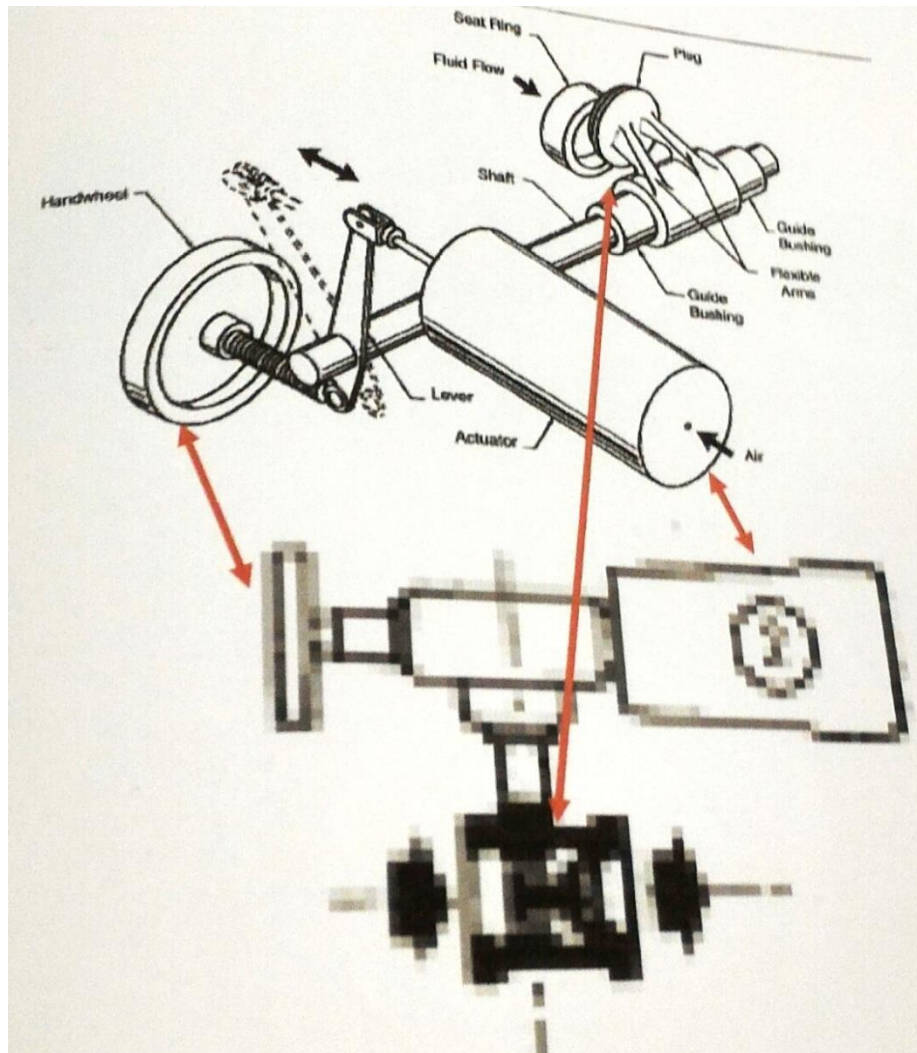
2. Membuat catatan perawatan berkala system surge control yang tidak tercantum dalam *Plan Maintenance System* (PMS)

Seperti yang telah diuraikan pada analisis data bahwa perawatan high duty gas compressor yang tercantum pada plan maintenance system (PMS) hanya bagian – bagian yang menyangkut pada kompressor saja. Dengan mengetahui dan memahami peralatan yang ada dalam sistem *surge control* maka akan mudah untuk mendata dan mencatatnya sehingga menjadi bagian daripada perawatan rutin. Catatan perawatan tersebut akan dikelompokkan dalam 3 (tiga) bagian sistem yaitu pneumatik, mekanik, dan elektrik sehingga akan mudah untuk pelaksanaan dan pemahamannya.

3. Membuat prosedur manual cara melakukan perawatan.

Perawatan yang dilakukan terhadap bagian pada sistem *surge control* terutama pada sistem elektrik adalah perawatan yang harus dilakukan secara tepat dan bertahap agar tidak mengakibatkan kerusakan pada bagian yang lainnya. Dengan dibuatnya *procedure manual* pelaksanaan perawatan resiko kesalahan dalam pelaksanaan perawatan dapat diminimalisir. Semua langkah kerja dilakukan secara bertahap, tidak ada yang terlupakan dan tidak mengganggu komponen – komponen yang lainnya.

Berdasarkan 3 (tiga) cara alternative pemecahan masalah di atas yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang di angkat yaitu perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat sehingga surge control valve yang bekerja secara otomatis untuk menghindari high duty gas compressor bekerja dalam kondisi surging tidak dapat bekerja dengan baik. Poin pertama yaitu memahami fungsi dari setiap bagian – bagian dalam sistem *surge control* merupakan cara pemecahan masalah yang dirasa paling efektif dan tepat sasaran. Karena dengan pemahaman yang baik maka poin maka poin kedua dan ketiga dari alternative pemecahan masalah dapat terlaksana juga. Sehingga pelaksanaan perawatan yang baik dan tepat terhadap system surge control yang terdiri atas sistem pneumatik, mekanik dan elektrik dapat terlaksana dengan efektif dan menghasilkan kelancaran operasional compressor dan kapal.



Gambar 3.4

Surge Valve

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan solusi pemecahan masalah yang telah diuraikan, dimana semua hal tersebut mengacu pada pokok permasalahan yang diangkat dalam makalah ini yaitu perawatan yang tidak dilaksanakan dengan baik dan tepat sehingga *surge control valve* yang bekerja secara otomatis untuk menghindari *high duty gas compressor* bekerja dalam kondisi *surging* tidak dapat bekerja dengan baik, dapat penulis simpulkan sebagai berikut, yaitu perawatan yang tidak dilaksanakan secara baik dan tepat pada anti surging control valve akan mengganggu kinerja *high duty gas compressor* dan kelancaran operasional kapal.

B. SARAN- SARAN

Dari permasalahan yang ditemui dalam praktek, dan agar tidak terjadi lagi kesalahan yang tidak diinginkan sehubungan dengan *antisurging control valve* maka dapat di ajukan saran – saran sebagai berikut;

1. Sebaiknya mencantumkan perlengkapan sistem *surge control* yang meliputi pneumatik, mekanik, dan elektrik kedalam *Plan Maintenance System (PMS)*
2. Sebaiknya membuat procedure langkah – langkah perawatan terhadap sistem yang interval waktu perawatannya lama atau rumit sehingga akan meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi.

ENERGY FRONTIER

Ship's Particulars

1. Ship Name	: ENERGY FRONTIER
2. Owner	: Tokyo LNG Tanker Co. Ltd
3. Operator	: Mitsui O.S.K Lines Ltd
4. Hull No.	: 1520
5. Builder	: Kawasaki Ship Building Corporation, Sakaide Shipyard
6. Keel Laid	: 24 th June 2002
7. Keel Launching	: 8 th November 2002
8. Delivery	: 16 th September 2003
9. Classification	: NK, NS* (Tanker, Liquefied Gases, Max. Press. 25kPaG and Min. Temp. -163oC, Type 2G, Class ID Ice Strengthening. Design Temp. T Db, for Hull Structure MNS* (MOB), PMM, BRS I
10. Nationality	: Japan
11. Port of Registry	: Tokyo
12. Official number	: 137173
13. Signal Letter	: JPTX
14. Class Number	: 032027
15. IMO Number	: 9245720
16. MMSI	: 432420000 (Maritime Mobile Service Identities)
17. Service Route	: Ocean Going
18. Kind of Cargo	: Liquefied Natural Gas
19. Kind Of Ship	: LNG Carrier
20. Type of Ship	: Flush Decker Type (Without forecastle, with Sunken Deck at Stern Part) and shall have a Bulbous Bow, Transmission stern with Fins, and single Screw driven by a slow speed Steam Turbine.
21. Tonnage	: International Gross : 119,393 T Net : 35,817 T Suez Tonnage Gross : 126068.09 T Net : 112813.47 T
22. L.O.A	: 289.53 m
23. L.P.P	: 277.00 m
24. B mld	: 49.00 m
25. D mld	: 27.00 m
26. Summer Draft (mld)	: 11.600 m
27. Deadweight	: 73,795 T
28. ID number	: INMARSAT-C 443242010 INMARSAT-B (TEL) 343242010 INMARSAT-B (FAX) 343242040 ID for DSC (MF/HF/VHF) 43242000 ID for NBDP (5 digit) 71714 JPTX X ID for NBDP (9 digit) 432420000 JPTX X ID for satellite EPIRB 43242000

Master of ENERGY FRONTIER

DAFTAR PUSTAKA

Kawasaki Shipbuilding corporation, High duty gas compressor instruction manual,
Maret 2004.

Kawasaki Shipbuilding corporation, Cargo handling manual, maret 2004

<http://www.asro-wordpress.com>, 2 Agustus 2016, jam 23:22

<http://yefrichan.wordpress.com/category/perawatan-mesin/>, 4 Agustus 2016, jam 20:00