

OPTIMALISASI KINERJA SYSTEM BULK COMPRESSOR PADA SAAT BONGKAR MUATAN BARITE KE JACK UP RIG DEEP DRILLING 8 DI KAPAL AHTS MV. TRINE K

Hadiid Artha Purbaya
PIP Semarang DP – 1 Ank 3
E-mail: hadiid.erlangga@gmail.com

Abstrak: Kapal *supply* adalah salah satu alat transportasi laut dan merupakan sarana yang sangat diperlukan pada pelayanan anjungan lepas pantai (*Rig/Plat Form*) untuk melayani pengeboran minyak lepas pantai. Salah satu muatan yang umumnya diangkut oleh kapal *supply* adalah muatan dalam bentuk curah yang diantaranya *barite*. *Barite* merupakan suatu bahan yang terbuat dari *barium sulfat* bebatuan granit yang dibuat serbuk, juga mengandung sejumlah kecil kuarsa, silikon kristalin berguna sebagai pemberat untuk menutupi kebocoran-kebocoran gas di dasar laut atau pengeboran. Pentransferan *barite* dalam bentuk curah pada umumnya mempunyai kendala-kendala sehingga sering mengalami *delay time* yang akan menghambat proses pekerjaan yang dijadwalkan pada *rig* atau *platform*. Menurut penulis adalah faktor yang dapat menyebabkan masalah dalam sistem operasi, mulai dari mesin atau motor, kompresor untuk semen tangki dalam penyediaan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kepustakaan dengan pendekatan deskriptif eksploratif. Oleh karena itu perawatan yang sesuai dengan *Plan Maintenance System (PMS)* pada *system bulk compressor* harus dilakukan dan dilaksanakan seoptimal mungkin.

Abstract: Ship supply is one of the marine transportation and an indispensable means to service the offshore rig (Rig/Plat Form) to serve the offshore oil drilling. One charge is generally transported by cargo ship supply is in bulk form which include *barite*. *Barite* is a material made of barium sulfate powder made of granite rocks, also contains small amounts of quartz, crystalline silicon useful as ballast to cover gas leaks on the seabed or drilling. Transferring *barite* in bulk generally have constraints that often experience a delay time which would impede the process scheduled jobs on the rig or platform. According to the authors is a factor that can cause problems in the operating system, ranging from engines or motors, compressors for cement in the supply tank. The method used is literature study with a descriptive exploratory approach. Therefore, treatment in accordance with the Plan Maintenance System (PMS) in the bulk compressor system should be made and implemented optimally.

PENDAHULUAN

Kapal *supply* adalah salah satu alat transportasi laut dan merupakan sarana yang sangat diperlukan pada pelayanan

anjungan lepas pantai (*Rig/Plat Form*) untuk melayani pengeboran minyak lepas pantai.

Menurut pengalaman penulis terdapat hal-hal yang dapat mengakibatkan masalah dalam sistem kerja, mulai dari mesin/penggerak, kompresor sampai ke tangki semen curah di kapal *supply*. Dengan terpeliharanya tangki semen curah, dapat memperlancar kegiatan muat bongkar ke *Rig/Plat Form*, yang sudah tentu akan menjadi penentu jadi atau tidaknya suatu kapal *supply* dicharter oleh pihak pencharter untuk mentransfer semen curah ke *Rig/Plat Form* yang secara langsung telah membantu atas kelancaran pengoperasian kapal *supply* dan untuk mendapatkan hasil yang maksimal sehingga perusahaan dapat meningkatkan produktifitas dan memperoleh keuntungan atas pengoperasian kapal *supply* tersebut.

Muatan bentuk curah yang biasa diangkut di dunia *Offshore* antara lain *Barite*, *Cement "G"* dan *Bentonite* dari ketiga muatan tersebut cara penanganan pada saat bongkar muat juga berbeda dikarenakan perbedaan SG. Pada muatan *barite* mempunyai SG yang paling berat yaitu 2,16, *cement "G"* 1,52 sedangkan *bentonite* 0,96.

Manfaat yang diberikan oleh perawatan yang teratur serta berkala pada sistem *bulk compressor* dan sistemnya adalah dapat menunjang salah satu sistem kerja yang sedang berlangsung secara terus menerus di pengeboran minyak lepas pantai atau *Offshore Drilling* bersinergi dengan kinerja yang optimal dan dapat didefinisikan dengan jelas diantaranya sebagai berikut:

1. Memperpanjang usia asset, baik yang performancenya selalu baik atau siap pakai.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang di pasang guna operasional.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dan seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat bila terjadi kebocoran gas saat pengeboran.

Tujuan dari penelitian ini menganalisa masalah, menemukan penyebab dan menentukan upaya untuk mengoptimalkan fungsi kinerja *bulk compressor* dan sistemnya di kapal AHTS MV. Trine K pada saat bongkar muatan *barite* dalam bentuk curah. Metode yang digunakan adalah kajian kepustakaan dengan pendekatan secara eksploratif deskriptif.

PEMBAHASAN

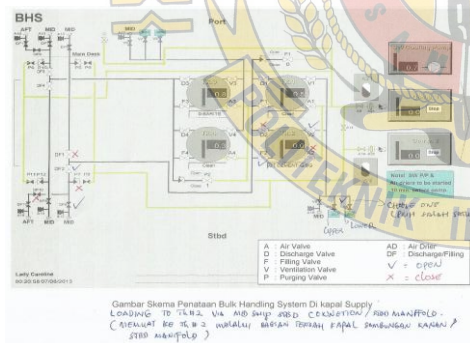
Pengoperasian dan perawatan *bulk air compressor system*

Pengoperasian dari *bulk handling* sistem sangat tergantung dari kemampuan dari operatornya dalam hal perawatan dan pengoperasian bongkar muat semen curah kering khususnya *barite* ke *rig* dan dari *rig* juga tak kalah pentingnya dalam hal ini menyangkut masalah *spare part* yang ada, waktu untuk perawatan dan kelambatan pengiriman/*supply spare part* dari perusahaan. Berdasarkan latar belakang, maka objek penelitian ini dilakukan di kapal *supply* AHTS MV. Trine K dengan data sebagai berikut:

no	Spesifikasi	Data
1	Capacity dry bulk	170 m ³ (4x1500 cft)
2	Bulk air compressor	Tamrotor SWS125S (2 unit)
3	Model	Screw compressor type
4	Maker	Hokuetsu Industries CO. Ltd
5	Air Dryer	CKD Xeroaqua GT series (2 unit)
6	Butterfly valve	Tyco

Sumber data : *MV Trine k ship particular*

Unit bulk handling system di lengkapi dengan system dan komponen instalasi listrik untuk dapat bekerja dengan baik. System dan component tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 1. bulk handling system

Pada umumnya cara pengoperasian *bulk compressor* pada setiap kapal berbeda-beda tergantung sesuai spesifikasi yang ada, untuk lebih memudahkan pengidentifikasian masalah, perlu kiranya terlebih dahulu kita mengetahui cara

kerja dan tangki semen di atas kapal sebagai berikut:

- 1) Sebelum *bulk air compressor* dijalankan pastikan bahwa *purging air valve* dan *discharge valve* di *deck* yang menggunakan sambungan *camlock hose* ke *rig* dalam keadaan terbuka dan adakan komunikasi ke *rig*.
- 2) Perhatikan *air blow* dan tangki semen di *rig*, dan apakah orang yang berada di *rig* sudah membuka *inlet valve* dan *air blow* di *rig*. Tekanan udara konstan ± 20 PSI.
- 3) Setelah semua saluran pipa *discharge* dan kapal di *blow* tadi berarti siap untuk melakukan mentransfer bulk ke atas *rig*.
- 4) Tutup *purger air valve* dan buka *inlet valve* ke tangki semen dan udara masuk melalui *slide* untuk menggemburkan semen.
- 5) Setelah tekanan dalam *pressure* tangki semen mencapai 45-PSI buka *Purger Air* 75% dan buka *discharge valve* (semua system pengontrolan ada di *bridge* dan hanya dioperasikan oleh *second engineer* atau *chief engineer*).
- 6) Setelah *discharge valve* terbuka 100% maka semen akan keluar, dan tetap menjaga kestabilan tekanan antara *purger air* 45 psi dan *discharge* semen 43 psi.
- 7) Setelah aliran semen dihentikan atau *discharge valve* ditutup maka didalam pipa-pipa semen masih banyak semen yang tersisa dan cara untuk mengeluarkan yaitu buka *purger air* 100% dan pastikan *discharge valve/inlet valve* dalam keadaan tertutup.

- 8) Setelah proses *flushing* atau pembersihan saluran selama 5 sampai dengan 10 menit maka *air compressor* di stop, menyusul *purger air* di stop.
 - 9) Laporkan ke rig bahwa penransferan semen selesai, tutup semua *valve* di *rig*.
 - 10) *Engineer* tetap kontrol tekanan yang masih ada di saluran, dan order ke *crew* jaga semen di *deck* untuk *blow*/buka *blow valve* di *deck*. Setelah di *bridge* kontrol tekanan pada penunjuk tekanan sudah nol maka *connection hose* boleh di buka dengan aman.
 - 11) Pada nomor 10 tersebut di atas yang banyak terjadi kecelakaan dan *crew* karena kurangnya pengetahuan dan prosedur bagaimana melepaskan *hose* setelah transfer semen juga sering terjadi *Engineer* kurang kontrol bahwa tekanan dalam line sesungguhnya masih ada di dalam sistem.
- 2) Angin dicerat keluar tanki tiap saat pada waktu *loading* semen atau *Discharge* semen.
 - 3) Semua *pressure gauge* setiap minggu dicek.
 - 4) Semua *Butterfly valve* dites kebocoran setiap 2 minggu dalam keadaan tanki kosong atau bermuatan (14 buah).
 - 5) *Nonreturn valve* diservice tiap bulan.
 - 6) Saluran pipa udara yang mungkin ada kebocoran di *deck* di test tidak tersumbat oleh kotoran setiap kapal di pelabuhan (1 bulan sekali).
 - 7) Bersihkan *filter* udara ventilasi dalam tangki semen tiap 3 bulan.
 - 8) Periksa kondisi instalasi pipa udara, pipa cerat, tiap 3 bulan.
 - 9) *Chief Engineer* membuat *certificate of Working Report*.
 - 10) Periksa *bodyslide* setiap 6 bulan (direcord dengan *certificate* oleh *Chief Engineer*).

Perawatan berencana *Bulk Air Compressor*

Pemeliharaan tanki semen dan peralatan penunjangnya dalam *Planned Maintenance System* sesuai dengan *ISM (International Safety Management)* yang meliputi *safety quality manual, safety environmental manual dan safety training manual*, yang penerapan diharapkan dijadikan sebagai berikut:

- 1) Tangki dan slide dibersihkan setiap selesai *transfer* semen oleh gabungan *crew* mesin, *deck* (*overtime* dibayar

charter) atau pekerja darat dan *chartered*.

- 2) Angin dicerat keluar tanki tiap saat pada waktu *loading* semen atau *Discharge* semen.
- 3) Semua *pressure gauge* setiap minggu dicek.
- 4) Semua *Butterfly valve* dites kebocoran setiap 2 minggu dalam keadaan tanki kosong atau bermuatan (14 buah).
- 5) *Nonreturn valve* diservice tiap bulan.
- 6) Saluran pipa udara yang mungkin ada kebocoran di *deck* di test tidak tersumbat oleh kotoran setiap kapal di pelabuhan (1 bulan sekali).
- 7) Bersihkan *filter* udara ventilasi dalam tangki semen tiap 3 bulan.
- 8) Periksa kondisi instalasi pipa udara, pipa cerat, tiap 3 bulan.
- 9) *Chief Engineer* membuat *certificate of Working Report*.
- 10) Periksa *bodyslide* setiap 6 bulan (direcord dengan *certificate* oleh *Chief Engineer*).

Dan no. a s/d j dimana *ISM* menyatakan *mandatory rules and regulations* mengikuti *Class Rules, SOLAS, MARPOL, STCW, Load Line, Flag State Rules dan Flag State Rules* (Peraturan perusahaan) bendera mengeluarkan *Manual Book* yang sesuai dengan peraturan tersebut di atas, 'yang mana pada Section 17 *PRM Manual Book*.

Yaitu mengenai perawatan yang terencana yang dalam bahasa asing di sebut sebagai *Planned Maintenance System (PMS)*:

- 1) Perawatan tiap hari

- a) Mencerat air tangki udara *bulk compressor*
- b) Mengetest lampu dan *buzzer* pada *control panel*
- 2) Perawatan tiap minggu
 - a) Memeriksa *LO level* pada *bulk compressor*
 - b) Memeriksa fungsi dari *control panel*
 - c) Menjalankan *SW cooling system*
 - d) Mencerat udara pada *control air sistem*
- 3) Perawatan 2 minggu
 - a) Check solenoid valve control system
 - b) Cleaned filter udara dari control valve
 - c) Checked filter dryer compressor
- 4) Perawatan 1 bulan
 - a) Menjalankan air compressor
 - b) Membersihkan saringan udara
 - c) Membersihkan saringan oli
 - d) Memeriksa level oli *bulk compressor*
 - e) Membersihkan saringan udara untuk *dryer*
- 5) Perawatan 3 bulan
 - a) Membersihkan *LO Cooler*
 - b) Membersihkan *Air Cooler*
 - c) Mengganti filter oli
- 6) Perawatan 6 bulan
 - a) Mengencangkan baut pondasi
 - b) Memeriksa kondisi tangki semen
 - c) *Megger test* seluruh motor

Untuk mendapatkan (SMC) *Safety Management Certificate* maka ABS mengaudit semua *crew* di kapal berdasarkan *company manual book* yang salah satunya 1 s/d 10 ada di *section 17*. Menurut ISM Code tentang hal ini harus menjadi perhatian karena akan dapat

finalti NC yang akan memperhambat kelangsungan pengoperasian kapal.

Hasil Pengolahan Data dan Pembahasan

Data Hasil

Dari fakta-fakta yang terjadi faktor-faktor penyebab terhambatnya proses bongkar muat pada saat proses bongkar muatan *barite* di kapal *supply* AHTS MV. *Trine k* dikarenakan oleh enam masalah pokok sebagai berikut:

a. Aliran semen tidak normal

Mengingat keberhasilan suatu proses pengeboran minyak dan gas bumi tidak terlepas dan keterkaitan unsur-unsur, material (logistik), yang didalamnya termasuk jenis-jenis semen, kemudian unit angkut (kapal-kapal *supply*) serta *Rig* sebagai alat pengebor.

Secara teknis pentransferan semen curah ke *Rig* pada kapal-kapal *supply* dalam melayani kegiatan pengeboran lepas pantai, sangat membutuhkan ketelitian para operator dalam hal pengoperasian secara keseluruhan, agar tugas dan tanggung jawab yang diembankan dapat dilaksanakan seefisien dan seefektif mungkin.

Pada saat pemindahan *barite* curah ke *rig* yang berlangsung terjadi ketertambatan yang disebabkan aliran men dalam tangki tidak normal, mengingat atas keterlambatan tersebut kegiatan *rig* menjadi agak terganggu yang secara langsung maupun tidak langsung mengakibatkan kerugian yang cukup besar bagi perusahaan karena

kapal akan *dioffhire* dari *pencharter*. Oleh karenanya dari perusahaan mengiriskan *tim survey* gabungan diturunkan ke lapangan untuk mencari tahu penyebab keterlambatan tersebut.

Pengecekan dilakukan pada semua instalasi *bulk transfer system* di kapal AHTS MV. Trine K maupun pada instalasi *Rig Deep Drilling 8* dengan cara mensirkulasi udara bertekanan dan unit *bulk air compressor* ke *rig*. Hasil Pengecekan tersebut didapatkan ketidaknormalan pada sistem yang bekerja mengalirkan semen tersebut.

Pemeriksaan berlanjut pada tangki semen di kapal *supply* AHTS MV. Trine K, disini diketahui bahwa semen yang berada di dalam tangki tersebut tidak turun secara merata yang mana sebagian besar semen tertahan di bagian atas tangki semen.

b. Tidak adanya perawatan dalam pipa udara yang berada di luar semen

Tangki Untuk Instalasi pipa-pipa udara pada tangki semen sering dijumpai pengerasan semen. Hal ini terindikasi, dimana tekanan udara pada *Purger air*, walaupun udara dibuka penuh *exhaust vent* di *rig* tidak mengeluarkan udara (*visual check* dengan melihat pipa ventilasi yg ada di *rig*).

Pada pipa udara *Purger air* yang berada di luar tangki semen curah di kapal *supply* dilengkapi dengan alat *non return valve* berfungsi untuk mencegah adanya *feed back* dan semen *pressure* semen dalam line. Apabila *non return valve* tidak dirawat, maka *nozzle* udara

yang seharusnya berguna untuk mencegah masuknya semen ke saluran pipa-pipa udara bila terjadi kegagalan *compressor*, tidak akan berfungsi sebagaimana mestinya.

Perawatan yang kurang pada sistim pipa udara yang berada di luar tangki semen menyebabkan timbunan semen bertambah sehingga semen masuk ke *non return valve* dan tidak bisa kembali tertutup rapat sehingga memudahkan semen masuk ketika terjadi beda tekanan yaitu *discharge line* melebihi tekanan *purger line*.

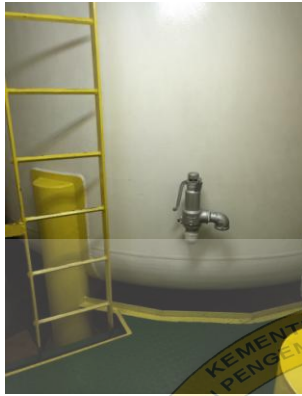
Perlunya perawatan *non return valve* yang bekerja atau terbuka bila kita akan menggunakan udara untuk membantu mendorong semen pada saat membongkar/memindahkan dan tangki ke *Rig*.

Akibat perawatan yang tidak dilakukan maka akan timbul kelemahan pada sistim mekaniknya tidak akan bekerja dengan baik (tidak bisa menutup secara sempurna) saat terjadi kegagalan dan kompresor, maka akan terjadi *back pressure* (aliran balik) dan semen sehingga masuk ke dalam pipa-pipa *purger air* sehingga proses transfer *barite* ke *rig* tidak berjalan dengan semestinya.

c. Udara tidak dicerat

Dalam pengoperasian tangki semen curah secara baik dan benar guna mencegah terjadinya gangguan yang tidak diduga adalah sangat penting, oleh sebab itu perlu diperhatikan urutan pengoperasian serta pengetahuan prinsip kerja dan semua peralatan instalasi tangki

semen curah tersebut yang diantaranya adanya pipa-pipa yang perlu mendapatkan perhatian penuh.



Gambar tangki sement

Apabila dalam operasionalnya tangki semen, tekanan udara pada sistim instalasi udara turun karena kebocoran pipa atau kurangnya perhatian sehingga kotor dan butir-butir kotoran-kotoran seperti semen ini apabila dibiarkan akan menimbun dan mengeras sehingga dapat menjadi tersumbatnya saluran pipa-pipa tersebut sehingga udara tekan dibagian sebelah bawah dan instalasi *body slide* tidak dapat dicerat.

d. Butterfly valve untuk mendorong semen sering bocor



Gambar butterfly valve

Butterfly valve yang dipasang pada semua pipa-pipa tangki semen di atas kapal *supply* yang mentransferkan semen ke *Rig*, dilengkapi sistem control yang juga digerakkan oleh tekanan udara main control ini dioperasikan oleh *engineer* dan *bridge butterfly valve* untuk mendorong semen tersebut sering bocor yang kebocorannya diakibatkan pada *valve seat*. Komponen *valve seat* jenis ini adalah terbuat dari material plate sejenis aluminium yang pada bagian luarnya semua dilapisi *rubber* keras yang tahan terhadap tekanan tinggi.

Kebocoran *butterfly valve* tersebut terjadi akibat *valve seat* harus menerima pukulan langsung dan massa semen dan udara bertekanan pada saat posisi *Discharge Valve* tidak dalam posisi membuka maksimum.

Pukulan yang diterima *valve seat* dan aliran massa semen dan udara adalah pantulan dari massa semen yang membentuk *discharge valve* kemudian membias dan membentuk permukaan *valve seat*, apabila hal tersebut terjadi secara terus-menerus dan berulang-ulang maka *rubber* menjadi aus atau robek dan mengakibatkan kerusakan pada *valve seat* tersebut.

e. Serat penutup semen tank bocor

Dalam pelaksanaan pentransferan semen curah dan kapal *supply* ke *Rig*, apabila kurang memahami mengenai prosedur dan penguasaan peralatan kerja yang digunakan dalam melaksanakan pentransferan semen curah tersebut dapat menyebabkan lambatnya pelaksanaan

pekerjaan dan tidak akan menghasilkan sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar serat penutup sement tank

Dari segi perawatan juga demikian, karena pekerjaan perawatan di atas kapal *supply* jika tidak diperhatikan akan berdampak pada resiko keterlambatan pengiriman semen curah ke *Rig* dan kendala-kendala lain dapat timbul dan menghambat pencharteran kapal *supply* tersebut. Selain dan pada itu harus pula memahami dimana prosedur perawatan

akan dilaksanakan dan alat-alat pendukung apa yang akan dipakai dalam pekerjaan tersebut. Karena alat-alat pendukung dan pekerjaan perawatan tersebut banyak macam dan masing-masingnya memerlukan penanganan yang berbeda-beda.

Dengan kurangnya pemahaman terhadap hal-hal di atas, maka tidak dapat mengadakan persiapan apa dan bagaimana tindakan yang diambil apabila terjadi kebocoran serat penutup tanki semen yang dikarenakan sudah melampaui batas waktu penggunaannya maka terjadilah perubahan bentuk karena panas dan mengakibatkan serat penutup

semen terkelupas sedikit demi sedikit dan perlu penggantian.

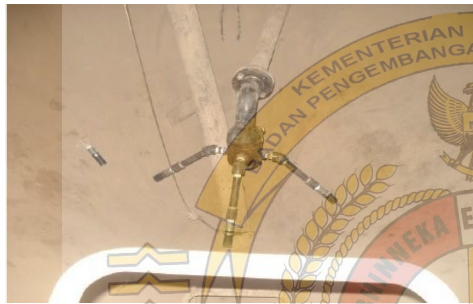
Hal ini dapat menghambat pelaksanaan pentransferan semen curah ke *Rig*. Kurangnya pengalaman kerja di kapal *supply* menyebabkan kurangnya perhatian anak buah terhadap peralatan pendukung seperti serat penutup tangki semen yang sudah sering dipakai tanpa memperhatikan bahwa serat penutup semen tersebut sudah melar dan terdapat bolong-bolong disekitarnya, yang jika dibiarkan bolong-bolong ini akan membesar dan bocor. Kendala seperti ini jika terus dibiarkan akan menghambat pentransferan semen curah ke *Rig*.

f. Udara bocor pada *butterfly valve purger air*

Dari pengalaman dan pengamatan yang pernah terjadi maka timbullah aturan yang mengatur segala tindakan dan pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja, terlebih dahulu harus direncanakan, dilakukan dan dicatat yang kita kenal dengan istilah 3 kunci keberhasilan di atas kapal *plan, do it and write*, jika 3 kunci ini diterapkan dengan penuh kedisiplinan dan penuh tanggung jawab oleh semua kepala kamar mesin yang mempunyai pendidikan dan pelatihan diterapkan dalam sistem perawatan tangki semen curah khususnya dalam perawatan *slide* dan *Body slide* agar lebih diperhatikan, maka *slide* dan *Body slide* akan bekerja dengan baik, dan keterlambatan pembongkaran semen yang diakibatkan oleh *slide* dan *bodi slide* bocor dapat dihindari. Karena system perawatan yang diterapkan *Chief Engineer* juga identik dengan manager

maka boleh dikatakan bertugas sebagai pengatur (Manager).

Sejalan dengan penggeseran ini, peranan dari *Chief Engineer* juga berubah, adalah untuk menerbitkan, mengontrol, bertindak sebagai wakil yang ditunjuk oleh perusahaan untuk memanager, mengatur kerjaan di kapal. “Pemecahan masalah dan pengambilan keputusan, (Graham Wilson, 1999:11)”



Gambar instalasi dalam cement tank

Jika penerapan sistem gaya baru manager telah dapat diterapkan di atas kapal, penulis yakin hambatan-hambatan yang merupakan kendala-kendala pada operasional kapal *supply* dapat dihindarkan, bahkan akan tercipta keharmonisan dan kesehatan kerja di lingkungan kamar mesin khususnya dalam pemeliharaan tekanan tanki (tangki semen yang bertekanan udara) di atas kapal. *supply* AHTS MV. Trine K dan perawatan *slide*, *Body slide* terutama dan kebocoran yang sering terjadi pada peralatan tersebut, agar *slide* dan *plate slide* dapat bekerja dengan baik, Ini tidak terlepas dan dukungan yang diberikan oleh management yang memandang kapal *supply* dan management perawatan adalah satu mata rantai yang tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya dan ataupun

masalah apa saja tidak pernah muncul pada saat kapal dalam pelayaran dan pengoperasian.

Dari identifikasi masalah yang menyebabkan terhambatnya dalam pelaksanaan proses bongkar muat pada muatan barite di kapal kurang optimal dalam pelaksanaannya karena fakta-fakta yang didapat dari analisa maka penulis mengidentifikasi masalah utama yang akan di bahas di bawah ini.

a. Adanya semen yang mengeras pada pipa discharge semen

Untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal kegiatan perawatan tanki mutlak diperlukan untuk menghindari terjadinya pengerasan semen pada pipa discharge tanki semen. Untuk melakukan perawatan dengan sebaik mungkin, awak kapal dituntut untuk mengetahui bagaimana melaksanakan prosedur perawatan pada instalasi pipa discharge semen yang terdapat pada tanki semen curah di kapal *supply* agar non return valve bekerja baik, butterfly valve bekerja baik atau tidak bocor pada purger air dan butterfly valve bekerja baik atau tidak bocor pada discharge line serta menjaga kelembaban tanki.

Untuk menghindari adanya pengerasan semen pada pipa discharge line udara supaya tidak terjadi pengerasan semen yang sedikit demi sedikit dapat menempel pada pipa discharge tanki semen yang lama-kelamaan mengeras, sehingga pelaksanaan proses bongkar muat muatan barite dapat berjalan lancar.

b. Adanya kebocoran pada instalasi pipa udara

Dalam mengatasi berbagai masalah yang sering terjadi di kapal khususnya yang menyangkut tangki semen curah dan peralatan di atas kapal *supply* MV. Trine K sangatlah tergantung dari pengetahuan dan ketrampilan bekerja di kapal terutama dalam melaksanakan perawatan, perbaikan maupun dalam menganalisa faktor-faktor penyebab terjadinya kebocoran pada pipa udara tangki semen dan bagaimana mengatasi kebocoran yang terjadi pada instalasi pipa udara di tangki semen tersebut, agar tidak terulang kembali atau setidaknya dapat dicegah melalui perawatan terhadap tangki semen dan semua peralatan pendukung lainnya, sehingga didapatkan selalu kondisi pipa udara tangki semen yang bekerja prima/baik dan menunjang selalu dalam operasional kapal *supply* secara optimal.

Untuk mendapatkan efisiensi yang baik pada instalasi udara tangki semen sehingga tidak terdapat kebocoran lagi pada pipa udara tersebut, maka perlunya perawatan berkala yang teratur dan berencana pada bagian-bagian tangki semen terutama pada pipa udara.

Dengan terpeliharanya pipa udara dan kebocoran, dapat memperlancar kegiatan pentransferan semen ke Rig, yang sudah tentu akan meningkatkan produktifitas dan kapal *supply* tersebut yang secara langsung telah membantu atas kelancaran pengoperasian kapal dan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Dan pada saat pemeriksaan oleh pihak pencharter dapat berjalan lancar sesuai

yang diinginkan tidak lagi terjadi kebocoran pada tangki semen dan tidak terdapat genangan air, seperti yang terjadi pada genangan air setinggi ± 10 cm di No.1 *port* tangki semen yang disebabkan kebocoran instalasi pipa udara di tangki *ballast* no.2. Masalah-masalah yang timbul seperti ini harus dihindari jangan sampai terulang sehingga perusahaan dapat memperoleh keuntungan lebih besar atas pengoperasian kapalnya secara optimal.

c. Slide dan plate slide tidak bekerja dengan baik

Telah di kemukakan tentang perawatan atau pemeliharaan tangki dengan tujuan yang jelas, hal ini dimaksudkan untuk dapat mengurangi kebocoran pada tangki semen curah yang terjadi pada pengoperasian kapal *supply* MV. Trine K.

Untuk menghindari kejadian yang terjadi pada proses pemindahan semen dan kapal MV. Trine K ke *rig* Deep Drilling 8 agar tidak terulang kejadian seperti ini, perawatan berkala *slide* dan *body slide* sangat penting, jangan sampai terjadi kebocoran-kebocoran pada *body slide* yang mengakibatkan kelambatan pentransferan semen ke Rig. Dalam keadaan normal waktu dibutuhkan adalah 1-1.30 jam/LOGO Cuf tidak bisa terlaksana tetapi menjadi 8 jam untuk mengeluarkan 2/3 x 1000 Cuf sedangkan yang sisa tidak bisa dikeluarkan karena *slide* tidak bekerja.

Penggantian dari *slide* dan *plate slide* yang memakan waktu cukup lama dan membutuhkan banyak tenaga dalam

penanganannya, seperti pengalaman yang terjadi pada kapal AHTS MV. Trine K dalam penggantian *slide* sebanyak 6 buah yang membutuhkan waktu kerja lebih kurang satu minggu dengan tenaga 12 orang, tidak perlu terulang kembali.

Analisis pemecahan masalah

Dari permasalahan yang disebutkan diatas maka penulis mengambil langkah-langkah pemecahan sebagai berikut:

1. Discharge line dibuka dan dibersihkan

Kendala-kendala yang menghambat kelancaran pembongkaran semen ke *rig*, diantaranya seperti banyaknya semen yang mengeras di pipa pengeluaran, yang perlahan-lahan akan menimbulkan kebuntuan pada saluran dan aliran semen dalam sistim menjadi tidak normal, hal ini disebabkan karena kurangnya perawatan pada instalasi tangki semen curah dan peralatan pendukungnya.

Salah satu alternatif pemecahan masalah yang perlu dilakukan untuk mendukung operasional tangki semen curah yang optimal yaitu perawatan tangki semen curah dilakukan pada semua aspek dan peralatan pendukungnya seperti *discharge line* yang perlu diperhatikan dan dijaga kebersihannya dengan cara membuka *discharge line* tersebut.

Seperti pipa-pipa pengeluaran pada tangki semen adalah hal yang perlu diperhatikan, terutama dalam pembagian tugas kerja yang melibatkan sebagian besar anak buah kapal bagian mesin di atas kapal. Dan perawatan tersebut perlu dilaksanakan dengan familiar sehingga

effisien kerja perawatan instalasi pipa udara sangat kurang, selain itu hasil dan perawatan yang dilakukan terhadap tangki semen dan peralatan pendukungnya juga tidak sempurna sehingga banyak semen yang mengeras. Pengawasan dalam pelaksanaan perawatan di pipa pengeluaran tangki semen sangat diperlukan selama anak buah melaksanakan tugas yang diberikan.

Pengkoordinasian perawatan terhadap pipa-pipa pengeluaran tangki semen dapat berjalan dengan baik apabila masing-masing personil dalam melaksanakan pekerjaannya mengetahui tugas dan tanggung jawabnya. Dalam hal ini *chief engineer* memberikan tugas dan tanggung jawab kepada masing-masing anak buah kapal untuk pelaksanaan suatu perawatan, seorang *chief engineer* yang mempunyai tanggung jawab atas keselamatan pekerjaan dan juga mengenai kelancaran operasional kapal *supply* berhak memberikan tugas-tugas perawatan yang sesuai dengan kemampuan anak buah, sehingga kendala-kendala yang ditimbulkan karena kurangnya perawatan terhadap tangki semen dan peralatan pendukungnya seperti pipa-pipa pengeluaran yang dapat mengakibatkan kebuntuan pada pipa tangki semen dapat dihindari.

Kebiasaan yang sering dilakukan oleh anak buah atau bawahan adalah tidak melaksanakan tugas dengan baik apabila pimpinan kurang mengadakan pengawasan terhadap pekerjaan yang diberikan. Demikian juga dalam pelaksanaan pekerjaan perawatan tangki semen curah, prosedur perawatan yang seharusnya dilakukan dengan kesadaran

yang tinggi sering dilewatkan dikarenakan tidak adanya pengawasan dari atasan terhadap peralatan-peralatan pendukung tangki semen curah seperti pipa-pipa discharge line yang terdapat pada tangki.

Faktor manusia dalam pengawasan ini memang sangat besar pengaruhnya, selain dan kecakapan *chief engineer* dalam mengadakan pengontrolan terhadap perawatan yang dikerjakan oleh anak buah, juga dan anak buah sendiri yang kebanyakan kurang waspada atau bersikap masa bodoh dalam melaksanakan pekerjaan perawatan tangki, dan perlunya perawatan pipa *discharge line* sebagai alternatif pemecahan yang dipilih untuk menunjang kelancaran pentransferan semen dan kapal *supply* ke *rig* tidak mengalami hambatan terutama pada valve-valve untuk pengeluaran angin dan kompresor tanpa hambatan, dan pengaliran semen melalui pipa *discharge line* berjalan lancar.

2. Bersihkan tangki semen

Sebelum memulai pembersihan tangki semen perlu diperhatikan semua selang-selang dan alat-alat pembersih tangki portable (*Butterwort*) harus dibilas dengan air untuk mengeluarkan semua udara didalam saluran selang tersebut sebelum alat-alat tersebut diturunkan ke dalam tangki. Untuk pembersihan tangki tersebut dilakukan oleh pihak pencharter biasanya menyewa tenaga kerja dari darat.

Kawat-kawat masa (Arde) jika diperlengkapi, harus disambung dengan kuat pada alat tersebut dan ujung satunya pada salah satu baut lubang tangki,

sebelum alat ini diturunkan ke dalam tangki.

Selang-selang pembersih tangki harus memakai *safety* (saringan udara) atau respirator untuk pernapasan, sarung tangan dan yang lain. Perwira jaga mengawasi dari luar *manhole*.

Perlu juga dilakukan pengecekan terhadap gas-gas dan sisa muatan semen yang mengandung bahan-bahan kimia yaitu dengan menggunakan alat yang disebut *gas detector*, pekerjaan ini harus dilaksanakan oleh perwira (*safety officer*) atau *chief engineer* dan *chief mate* kapal yang telah ditunjuk dalam pelaksanaannya.

Peralatan yang digunakan harus memenuhi *standart* yang telah disetujui dan harus selalu dicek dan dikalibrasikan sebelum digunakan, pastikan bahwa peralatan tersebut masih bekerja dengan baik. Pengetesan yang benar adalah mulai dari dasar tangki kemudian pada pertengahan dan terakhir pada permukaan tangki, selama pengetesan ini ventilasi harus dihentikan.

Bila sudah diketahui bahwa tangki semen tersebut sudah bebas gas maka barulah *chief engineer* membuat *certificate* memberitahukan bahwa tangki semen sudah dapat dimasuki untuk dibersihkan. Setelah pengetesan ini dilakukan tidak berarti tangki semen ini akan selalu bebas gas maka dari itu bila pada saat yang lain akan ada orang yang masuk ke dalam tangki, dan pengecekan kembali dilakukan pada ruang-ruang muat untuk pembersihan tangki semen tersebut.

3. Slide diganti secara berkala

Seorang pimpinan tentu mengharapkan agar pekerjaan yang dikerjakan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan. Untuk itu pimpinan yang baik harus selalu melakukan pemeriksaan pengecekan atau inspeksi dalam perawatan *slide* pada tangki semen curah dan tindakan-tindakan seperti penggantian *slide* perlu dilakukan secara berkala. Bahkan jika perlu menghindari sebelum terjadi kemungkinan adanya penyimpangan terhadap pekerjaan perawatan yang dilakukan oleh awak kapalnya. Dan bila hal ini terjadi seorang pimpinan diharuskan menempuh langkah perbaikan atau penyempurnaan. Perlu kita ketahui bahwa secanggih-canggihnya peralatan yang dipergunakan di atas kapal kalau orang yang mengendalikan peralatan tersebut, tidak mentaati prosedur, dalam hal ini perawatan terhadap peralatan tersebut dengan baik atau disiplin, maka suatu waktu hal-hal yang tidak diinginkan akan terjadi karena itu yang paling utama dibenahi adalah manusianya. Jika manusia tersebut menyadari akan tanggung jawabnya, maka segala sesuatu yang dikerjakannya dapat selesai tepat waktunya.

Disiplin adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam melaksanakan suatu pekerjaan perawatan yang dilakukan secara berkala, juga sangat diperluakan untuk menjamin suatu tugas yang sudah ditetapkan dan dilakukan secara tertib dan teratur terutama dalam penggantian *slide*.

4. *Slide* dan *body slide* dirawat

Sebelum melakukan suatu pekerjaan perawatan tangki semen curah, para anak buah kapal perlu memahami tempat dimana pekerjaan itu akan dilaksanakan serta prosedur-prosedur perawatan yang harus dilakukan untuk mengoptimalkan kerja dan tangki semen ini telah berulang kali dilakukan tetapi prosedur perawatan yang berlaku harus tetap dilaksanakan dengan benar terutama dalam perawatan *slide* dan *body slide* yang perlu diperhatikan agar tidak terdapat pengerasan semen yang dapat menghalangi peluncuran semen dalam tangki pada saat *discharge* karena dengan dilaksanakannya prosedur perawatan tersebut maka persiapan peralatan yang digunakan akan sesuai dengan pekerjaan yang hendak dilakukan selain itu masalah-masalah yang tidak diinginkan dapat dihindarkan.

Adapun permasalahan yang menjadi hambatan dalam melaksanakan sistem perawatan tangki semen curah di kapal MV. Trine K supply adalah dikarenakan kurang terawatnya *slide* dan *body slide* pada tangki semen dan metode pemecahan masalah sebagai jalan keluarnya dan hambatan yang terjadi pada pengoperasian kapal supply tersebut, maka penulis perlu mengambil suatu alternatif pemecahan masalah yang penulis anggap memegang peranan penting dan sering dijumpai. Untuk meningkatkan peranan anak buah kapal dalam perawatan tangki semen curah bukanlah suatu hal yang mudah tanpa disertai usaha-usaha yang keras dan nyata. Adapun langkah-langkah yang perlu diambil adalah harus dapat memotivasi anak buah kapal tersebut. Dan pimpinan di atas kapal secara langsung menjadi

panutan dan contoh bagi bawahannya dalam melaksanakan dan mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah digariskan dalam prosedur perawatan tangki semen terutama untuk merawat *body slide* dan *slidenya* pada tangki semen agar jangan sampai terjadi kebocoran dan genangan air yang mengakibatkan mengerasnya semen dan mengakibatkan *slide* dan *body slide* tidak bekerja dengan baik.

Baik perusahaan maupun awak kapal memiliki fungsi dan tanggung jawab dalam perawatan di kapal *supply*. Pengusaha/perusahaan lebih memikul tanggung jawab mengenai lingkungan/tempat kerja, cara dan peralatan yang dipergunakan untuk mendukung terlaksananya proses perawatan tangki semen tersebut. Awak kapal harus mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah digariskan dalam *PMS (planned maintenance system)* dan harus memperhatikan dalam perawatan *slide* dan *body slide* yang bocor, agar tidak terdapat endapan-endapan semen yang lama-kelamaan endapan tersebut akan mengeras dan akhirnya *slide* dan *body slide* harus diganti dengan yang baru. Perlunya perawatan *slide* dan *body slide* ini sangat dibutuhkan untuk menghindari kejadian serupa yang dapat mengakibatkan pengoperasian tangki semen curah di kapal *supply* terganggu.

5. Instalasi pipa udara masuk ke dalam tangki semen senantiasa diperiksa kondisinya

Dalam melaksanakan perawatan tangki semen curah perlu diperhatikan benar-benar agar tidak terjadi kesalahan

menggunakan peralatan pendukung tersebut terutama dalam memeriksa pipa udara masuk ke tangki semen, agar senantiasa diperiksa kondisinya dan dihindari terjadinya pengerasan semen pada *purge air*, pengoperasian yang salah dan kurangnya pemeriksaan terhadap instalasi pipa udara masuk ke dalam tangki semen maka kemungkinan mengalami terjadinya pengendapan semen. Oleh sebab itu pimpinan dalam hal ini *chief engineer* harus mampu untuk membina anak buah dalam penggunaan peralatan pendukung perawatan tangki semen yang bertujuan agar kondisi pipa udara dalam tangki semen tetap dalam keadaan baik kondisinya.

Salah satu cara untuk mengkoordinasikan anak buah dalam melaksanakan prosedur perawatan instalasi pipa udara pada tangki semen adalah dengan memberikan tugas kerja yang tepat, jelas dan familiar kepada masing-masing personil dalam hal ini anak buah kapal sebelum pekerjaan perawatan dilaksanakan, karena dengan demikian maka tiap-tiap personil tidak ragu dalam menjalankan tugas perawatan instalasi pipa udara yang telah diperintahkan sesuai rencana.

Selama pekerjaan perawatan instalasi pipa udara berlangsung, *chief engineer* perlu juga mengawasi jalannya pekerjaan perawatan tersebut, dengan demikian tugas perawatan yang diperintahkan dilaksanakan dengan benar dan sesuai dengan prosedur pekerjaan yang berlaku, dan sesuai dengan tanggung jawabnya masing-masing.

Dengan dilaksanakannya koordinasi yang baik oleh anak buah dalam sistem tangki semen curah maka dapat diselesaikan dengan baik dan efisiensi waktu serta tenaga dapat dicapai dalam pembetulan instalasi pipa udara.

Dalam usaha meningkatkan sistem perawatan tangki semen curah maka alternatif pemecahan yang diambil salah satunya adalah pemeliharaan instalasi pipa udara yang senantiasa dibetulkan, selain itu perlu juga ditingkatkan pengawasan dan training dan personil-personil yang bekerja di atas kapal *supply*, karena dalam hal ini faktor manusia sangat berperan sekali. Selain meningkatkan kewaspadaan perlu juga menambah pengetahuan anak buah kapal yang cukup dan keselamatan diutamakan, agar mereka dapat lebih berhati-hati, teliti dalam melaksanakan pembetulan instalasi pipa udara, dengan benar dan dapat mengawasi personil lain yang melakukan kelalaian.

6. Dalam *ballast tank* no. 2 tidak boleh ada air

Dimana saat dilakukan pemeriksaan oleh pencarter, pada salah satu tangki semen No.1 *port* ditemukan genangan air setinggi ± 10 cm dari *bottom*, tentu saja hal ini sangat menimbulkan masalah yang cukup membingungkan dikarenakan pada tangki semen No. 1 *port* tidak ada hubungan dengan instalasi pipa air dan tidak diketahui dan mana asalnya genangan air itu terjadi.

Setelah dilakukan pengurasan dan air genangan pada No.1 Port dibuang, kemudian tangki dikeringkan dengan angin agar daerah sekitar genangan air

menjadi kering, dan setelah dikeringkan tangki dibiarkan beberapa saat untuk mengetahui apakah genangan air akan timbul kembali, ternyata dalam waktu kurang lebih 2 (dua) jam diadakan pemeriksaan didapatkan genangan air yang sudah mulai kelihatan kembali.

Kemudian pemeriksaan dilakukan pada semua instalasi tanki semen dan peralatan pendukungnya dengan menelusuri tiap-tiap bagian pada instalasi pipa udara yang bocor pada tangki semen curah tersebut, kemudian diadakan sounding di *ballast tank* no.2 terdapat air, dan dari sinilah dicurigai kemungkinan adanya kebocoran pipa udara didalam tangki *ballast* no.2.

Hal ini dilaporkan oleh pihak kapal sebagai *inciden report* ke perusahaan RK *Offshore* di Singapore dan pihak kapal meminta agar segera dilakukan pemeriksaan oleh *safety officer* dari yard untuk melakukan *free gas ballast tank* no.2 tersebut dan dilakukan pula pemeriksaan instalasi pipa didalam *ballast tank* oleh pihak kapal.

Seperti kita ketahui bahwa pekerjaan-pekerjaan di atas kapal tergolong memiliki resiko tinggi terhadap kerugian yang ditimbulkan dari masalah-masalah operasional, oleh sebab itu maka timbul usaha-usaha untuk mencari jalan keluarnya guna mencegah kendala-kendala yang dapat menghambat operasional kapal dan menyebabkan kerugian bagi pihak kapal maupun pencharter. Agar tidak terjadi, maka hal-hal yang perlu diperhatikan didalam melakukan operasionalnya antara lain mempersiapkan pekerjaan-pekerjaan

yang akan dilakukan dalam mempersiapkan tangki-tangki semen pada kapal *supply* yang akan dipakai oleh pihak pencharter untuk memuat semen ke *rig*. Jangan sampai kejadian seperti yang terjadi di Brunei terulang kembali, yaitu pada saat kapal yang akan d charter oleh perusahaan *Brunei Shell Petroleum (BSP)*, diadakan pemeriksaan ditemukan air pada tangki semen ternyata penyebabnya pada pipa inlet udara sudah keropos karena *corotion* dan pada *seat* yang sama pada tangki *ballast* no.2 ada *ballast* air laut sampai masuk ke dalam tangki semen.

7. Udara bertekanan di dalam tangki semen dicerat sebelum pembongkaran dan setelah pemuatan semen curah

Metode yang umum dan tradisional yang diterapkan pada pemeliharaan tangki semen curah adalah pemeliharaan darurat tak terencana, metode ini membolehkan kerusakan terjadi sebelum diadakan perbaikan untuk mengoreksi kesalahan atau memperbaiki masalah yang timbul dalam tangki semen tersebut. Dalam cara ini kebutuhan akan perkerajaan mengendalikn organisasi dan administrasi pemeliharaan, dan kerusakan peralatan pendukung instalasi tangki semen mencerminkan kegagalan untuk memeliharanya. Untuk mengurangi efek yang timbul ini, sebagai usaha untuk mengurangi efek interupsi ini berbagai perusahaan termasuk industri perkapalan telah mengemukakan suatu cara mengorganisasi pekerja pemeliharaan yang di dalam istilah kita kenal dengan nama *PMS* yaitu *Planed Maintenance System* yang dalam bahasa Indonesia di

sebut sistim pemeliharaan terencana yang didefinisikan dengan perkerajaan yang di organisasikan dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan dengan pengendalian dan pencatatan yang dilakukan secara sistematika berdasarkan kebutuhan dan prioritas dengan merujuk pada *PMS* di atas kapal *supply* MV. Trine K kami telah melakukan namun karena ketatnya jadwal operasional kapal atau keadaan cuaca maka rencana pemeliharaan secara menyeluruh tidak berjalan sebagai mana mestinya, yang pada akhirnya kerusakan yang mengganggu kelancaran operasional kapal tidak dapat dihindari, seperti terjadinya masalah-masalah tersebut diatas.

8. Ganti pipa cerat dan *valve* dan tangki semen

Kekuatan bahan dan pipa-pipa cerat dan *valve* karena posisi letaknya berada dalam tangki *ballast* sehingga sangat cepat *corroton* dan akibat kurangnya optimalnya perawatan dan perhatian dan persyaratan untuk setiap personnel memasuki tangki *ballast* terhadap bagian-bagian tertentu dari tangki semen ini juga mengakibatkan adanya semen yang mengeras terutama pada pipa-pipa cerat dan *valve* dari tangki semen yang lama-kelamaan akan menebal sehingga akan menimbulkan tersumbatnya pipa-pipa cerat dan *valve*. Pengerasan semen yang sudah terbentuk tidak dapat dibuang. Apabila pengerasan permanen yang sudah agak lama tidak dapat dibersihkan dan dapat mengganggu kelancaran dan kerja tangki semen tersebut maka penggantian terhadap pipa-pipa cerat dan

valve harus dilakukan dalam *ballast tank* no.2 tembus ke *gangway* kamar mesin.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengamatan penulis yang selama ini terjadi pada kapal AHTS MV. Trine K tentang *bulk handling system* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terjadinya penyempitan pipa *discharge* tangki *barite* pada kapal AHTS MV. Trine K akan mengakibatkan terhambatnya proses bongkar muatan *barite* ke *rig* diakibatkan oleh kurang optimalnya perawatan yang dilakukan oleh ABK di atas kapal.
2. Kebocoran pada pipa instalasi *bulk cargo system* yang mengakibatkan tekanan udara berkurang sehingga mempengaruhi proses transfer muatan *barite* ke *rig* dan kurang optimal, yang dikarenakan masih adanya sebagian dari muatan yang tertinggal atau penumpukan di dalam tangki *barite*.
3. Sistem perawatan *slide* pada tangki *barite* selama ini belum dilakukan sesuai ketentuan yang ada sehingga, menyebabkan terlambatnya proses transfer *barite* ke *rig*.

Saran

Dari hasil pengamatan penulis di lapangan sering terjadi hambatan/permasalahan pada saat proses bongkar muatan *barite* di kapal AHTS MV. Trine K, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk mengoptimalkan dalam pelaksanaan proses bongkar muatan *barite* sebaiknya dihindari penyempitan pipa *discharge* dengan mengadakan perawatan sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* yang telah ada di atas kapal.
2. Untuk mencegah masih banyaknya sisa dari muatan *barite* yang masih ada di dalam tangki di perlukan pengecekan kebocoran secara berkala/terjadwal oleh awak kapal terutama *second engineer* terhadap *system* instalasinya sehingga kebocoran kebocoran pada pipa instalasi *bulk cargo system* dapat dihindari dan diantisipasi untuk memperoleh tekanan udara yang sesuai.
3. Perawatan *slide* tangki *barite* harus dilakukan sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* yang telah ada di atas kapal, sehingga tidak menghambat dalam proses bongkar muatan *barite*.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony Corder & Kusnul Hadi, *Tehnik Manajernen Pemeliharaan*, Erlangga 1996.
- Graham Wilson, *Pemecahan Masalah dan Pengambilan Keputusan* (Gramedia) Jakarta 1999.
- Henry Foyal, *General acid Industrial Management*, New York, MC. Craw Hill Book Company, 1994.
- A, Agus Tjahjono, MM, M. Mar. E., *Pengoperasian Kapal Saplai*, Penerbit PIP Semarang, 2015.
- NSOS, *Management Perawatan dan Perbaikan*, PT. Triasko Madra, 1983.

