

# SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



## TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : REINOLD FRANSISKO SORITON  
No. Induk Siswa : 01942/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENANANGANAN MASALAH PADA DRY BULK  
HANDLING SYSTEM UNTUK KELANCARAN  
BONGKAR MUAT DI KAPAL MV.ALLIANZ GRACE

Ketua Penguji

**Ir. Supardi M.Si, M.Mar.E**  
Penata utama muda(IV/a)  
NIP. 197308252002121002

Penguji I

**Ir. Jusak J. Handoyo SE.M.Min.M.Mar.E**  
Dosen STIP

Penguji II

**Dr. Bambang Sumali MSc**  
Pembina Tk I(IV/b)  
NIP. 196011051985031001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

**Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP.198006052008121001

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : REINOLD FRANSISKO SORITON  
No. Induk Siswa : 01942/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENANGANAN MASALAH PADA *DRY BULK HANDLING SYSTEM* UNTUK KELANCARAN BONGKAR MUAT DI KAPAL MV. ALLIANZ GRACE

Jakarta, 36 Mei 2023

Pembimbing I,

**Ir. Jusak J. Handoyo, S.E., M.Min., M.Mar.E**  
Dosen STIP

Pembimbing II,

**Drs. Renhard Manurung, M.M**  
Dosen STIP

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800605 200812 1 001

# Lampiran 1

## Ship Particular

<p>Ship Name <b>ALLIANZ GRACE</b>  Call sign <b>V7VE6</b>  IMO Number <b>9652271</b>  Official Number <b>4101</b>  Year built: <b>2010</b>  Builder: <b>JINLONG Shipbuilding CO.,LTD, China</b>  Flag: <b>Marshall Islands</b>  Port of registration: <b>Majuro</b>  MMSI Number <b>538004101</b>  Inmarsat ID Number <b>453835767 / 453835768</b></p> <p><b>Classification:</b> <b>ABS</b> <b>A1, Towing Vessel,</b>  <b>Fi-Fi Vessel Class 1, Offshore Support Vessel</b>  <b>OPS-1, AMS</b></p> <p><b>Principal Dimensions:</b></p> <p>Length overall <b>59,25 m</b>  Length W.L. <b>56,00 m</b>  Length B.P. <b>52,20 m</b>  Breadth moulded <b>14,95</b>  Depth moulded <b>6.10 m</b>  Draft moulded <b>4,95 m</b>  Max. Hight from keel <b>28,60 m</b>  Deadweight @ 4,95 m draft <b>1390 T</b>  Gross / Net tonnage <b>1678 T / 503 T</b></p> <p><b>Machinery:</b></p> <p>Main Engines <b>2 Caterpillar 3516B x 2575 bhp rpm at 1600 RPM</b></p> <p>Propellers <b>2 x CPP in Kort nozzles</b>  Bowthruster <b>1 x 6 tonnes thrust, CPP , 390 kW</b>  Generators <b>3 Caterpillar C18 x 350kW / 50 Hz, diesel driven</b>  Emergency generator <b>1 Perkins x 56kW , Radiator cooled</b></p> <p><b>Speed</b></p> <p>Maximum speed <b>13.0 knots @ 16 MT per day</b>  Economic speed <b>9,5 knots @ 12 MT per day</b></p>	<p><b>Towing and anchor handling:</b>  Anchor Handling Towing Winch  Hydraulic driven, double drum, waterfall type  Anchor handling / towing winch:  Drum capacity <b>56 mm dia x 1000 m wire rope Upper drum(Towing)</b>  <b>56 mm dia x 300 m wire rope Lower drum(AH)</b></p> <p>Brake Holding <b>200 T</b>  Line pull @ 1st layer <b>150 T @ 6m/min Low speed</b>  Line pull @ 1st layer <b>75 T @ 12m/min Mid speed</b>  Line pull @ 1st layer <b>23 T @ 36m/min High speed</b>  Wire rope 56 mm dia (6 x 37 IWRC @ 165 kg/mm2)</p> <p><b>Storage Reel</b>  Spare wire rope reel <b>Electro-hydraulic, 5 T @ 15 m/min 1000 m x 56mm</b>  Chain / Wire Stoppers <b>"KARMOY" Hydraulic, retractable shark jaw</b>  Towing Pin <b>Open type: SWL 200T</b>  Karm fork <b>Shark Jaw SWL 200 T for wire 50 mm to 75 mm</b>  Stern roller <b>5 m x 1.6 m; SWL 200 T</b></p> <p><b>Deck Equipment:</b></p> <p>Capstan <b>2 x 5T @ 15m/min</b>  Tugger winch <b>2 x 10T @ 15m/min, 250 m x 22 mm wire</b>  Crane <b>3 T @ 9 m outreach</b>  Windlass <b>9 T @ 12 m/min for 38 mm chain</b>  Anchors <b>2 x HHP, 1305 kg each</b>  Anchor chain <b>2 x 440 m lengths, 38 mm dia.</b></p>																
<p><b>Bollard Pull</b> <b>70 Ton</b></p> <p><b>Cargo capacity:</b></p> <p>Clear Deck Area <b>340 m2 (L=28,8 m x B=11.8 m)</b>  Deck strength <b>7,5 Tonnes / m2</b>  Deck Cargo <b>500 T</b></p> <p><b>Discharge capabilities:</b></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Tank cap.</td> <td>Discharge cap.</td> </tr> <tr> <td>Fuel Oil <b>540 m3</b></td> <td><b>1 x 150m3/hr @ 75 m head</b></td> </tr> <tr> <td>Liquid Mud <b>400 m3</b></td> <td><b>2 x 75m3/hr @ 75 m head</b></td> </tr> <tr> <td>Portable Water <b>360 m3</b></td> <td><b>1 x 100m3/hr @ 75 m head</b></td> </tr> <tr> <td>Drill water/ballast <b>400 m3</b></td> <td><b>1 x 100m3/hr @ 75 m head</b></td> </tr> <tr> <td>Dry Bulk (H2S) <b>4 tanks x 1650 ft3 total 6600 ft3 (186,9 m3)</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Foam <b>13 m3</b></td> <td><b>Cluster nozzle at bow</b></td> </tr> <tr> <td>Detergent <b>13 m3</b></td> <td><b>Cluster nozzle at bow</b></td> </tr> </table> <p><b>Accommodation:</b></p> <p>Total complement: <b>42 persons</b>  Cabins: <b>4 x 1 single berth;</b>  <b>3 x 2 berth cabin;</b>  <b>8 x 4 berth cabin</b></p> <p>All cabins are fully air-conditioned.  Hospital <b>1 men</b></p>	Tank cap.	Discharge cap.	Fuel Oil <b>540 m3</b>	<b>1 x 150m3/hr @ 75 m head</b>	Liquid Mud <b>400 m3</b>	<b>2 x 75m3/hr @ 75 m head</b>	Portable Water <b>360 m3</b>	<b>1 x 100m3/hr @ 75 m head</b>	Drill water/ballast <b>400 m3</b>	<b>1 x 100m3/hr @ 75 m head</b>	Dry Bulk (H2S) <b>4 tanks x 1650 ft3 total 6600 ft3 (186,9 m3)</b>		Foam <b>13 m3</b>	<b>Cluster nozzle at bow</b>	Detergent <b>13 m3</b>	<b>Cluster nozzle at bow</b>	<p><b>Fire-fighting:</b></p> <p>Class 1 with waterspray</p> <p>Monitor <b>2 x Water / Foam – remote control</b>  Water <b>2 x 1,200m3/hr</b>  Foam <b>2 x 300 m3/hr</b>  Range <b>Throw: 120 m Height 45 m</b>  Pump capacity <b>2 x 1500 m3/hr at 14 bar</b>  Emergency pump <b>1 x Electric driven, 25m3/hr @ 4,5 bar</b></p> <p><b>Navigation / Communication Equipment:</b></p> <p>Radars (Furuno) <b>2 (1 x FR 2117, 1 x FR 1510 MARK 3)</b>  Gyrocompass <b>1 (Anschutz)</b>  Magnetic compass <b>2 (Cassens &amp; Plath)</b>  Speed log <b>1 (Furuno DS 80)</b>  GPS <b>1 (Furuno GP 150) + 1(KODEN KGP920)</b>  Echo sounder <b>1 (FE 700)</b>  SSB <b>1 (Furuno FS 2571C)</b>  VHF <b>2 (Furuno FM 8800S) + 1 (ICOM IC-M304)</b>  VHF portable <b>3 (SAMYUNG/ STV 160 – GMDSS)</b>  Navtex <b>1 (Furuno NX 700)</b>  GMDSS <b>Area – A1, A2, A3</b>  Inmarsat C <b>2 (Furuno Felcom 15)</b>  Iridium <b>1 (Thrane &amp; Thrane)</b>  Handheld VHF <b>3 (Motorola GP 328) + 2 (ICOM IC-M33)</b>  AIS <b>1 (Furuno FA 150)</b>  DP System <b>Kongsberg K-Pos DPS 1</b>  Joystick <b>Kongsberg cJoy Fitted @ Fwd and aft maneuvering stations.</b></p> <p><b>Life Saving equipment</b></p> <p>Liferafts <b>6 x 25 m, Life jackets 52, Immersion suits 44 .</b>  <b>FRC SOLAS for 6 persons, Diesel out-board 40 HP Tohasu with speed of 20 knots.</b></p>
Tank cap.	Discharge cap.																
Fuel Oil <b>540 m3</b>	<b>1 x 150m3/hr @ 75 m head</b>																
Liquid Mud <b>400 m3</b>	<b>2 x 75m3/hr @ 75 m head</b>																
Portable Water <b>360 m3</b>	<b>1 x 100m3/hr @ 75 m head</b>																
Drill water/ballast <b>400 m3</b>	<b>1 x 100m3/hr @ 75 m head</b>																
Dry Bulk (H2S) <b>4 tanks x 1650 ft3 total 6600 ft3 (186,9 m3)</b>																	
Foam <b>13 m3</b>	<b>Cluster nozzle at bow</b>																
Detergent <b>13 m3</b>	<b>Cluster nozzle at bow</b>																

## Lampiran 2

### Crew List

#### CREW LIST

ALLIANZ-FRM-0202.05

Vessel Name	ALLIANZ GRACE	Flag	ST/VINCENT GRENADINES	IMO No	9562271
Port of Departure	ADNOC PORT	Date of Departure	05.05.2022		

SI/No	Employee ID	Name	Rank	Nationality	Date of Birth (DD/MM/YYYY)	CDC Number	Expiry Date (DD/MM/YYYY)	Passport No	Expiry Date (DD/MM/YYYY)	Joining Date (DD/MM/YYYY)	Handover Date (Officers)	CICPA Expiry Date (DD/MM/YYYY)	RES Visa Expiry Date (DD/MM/YYYY)
1		ANDI MULIYADI	MASTER	INDONESIAN	21-Jan-83	H005308	31-Jan-25	C8466471	31-Jan-27	04-May-22	04-May-22	16-Feb-2024	12-Jun-2024
2		SURESH KUMAR	C/O	INDIAN	04-Apr-80	MUM 211093	10/3/2024	T 1500562	12/27/2028	01-May-22	01-May-22	13-Sep-2023	10-Apr-2024
3		ANTONIUS SUHARYANTO	CH/ENG	INDONESIAN	09-Oct-79	F069623	23-Nov-24	C3096284	08-May-24	06-Jan-22	06-Jan-22	1-Nov-2023	22-Mar-2024
4		SHAFEEQ MEETHAL	2/O	INDIAN	09-Mar-90	MUM 200778	04-Jul-26	Z3685677	13-Mar-29	03-Apr-22	03-Apr-22	15-Jan-2024	19-Jan-2025
5		REINOLD F SORITON	2ND ENG	INDONESIAN	24-Jan-85	F336880	25-Jun-23	C7835283	14-Jun-26	16-Mar-22	16-Mar-22	15-Jan-2024	25-Jul-2024
6		MOHAMED MAGDY M. AHMED	3RD ENG	EGYPTIAN	30-Oct-91	500023645	27/03/2025	A20970327	22-Aug-24	03-Apr-22	03-Apr-22	17-Jul-2023	2-Aug-2024
7		BASANTH PAL SINGH	BOSUN	INDIAN	16-Feb-75	MUM300744	29-Mar-26	P3617055	22-Sep-26	15-Mar-22		13-Dec-2023	2-Mar-2025
8		ABDELDA YEM AHMED MOHAMED SOLIMAN	AB.1	EGYPTIAN	03-Jun-99	2861	18-Aug-27	A20399816	02-Jul-24	01-Jan-22		22-Dec-2023	25-May-2024
9		AMRULLA BIN SINAMMU	AB.2	INDONESIAN	27-Jul-87	F 182697	17-Oct-23	C6584686	24-Dec-26	07-Dec-22		15-Jan-2024	21-Mar-2024
10		AKHIL VIJAYAN	AB.3	INDIAN	30-Sep-95	MUM 391721	25-Jul-26	T1836477	01-Jan-29	14-Oct-22		17-Aug-2023	28-Sep-2024
11		RAHUL KUMAR GUPTA	OILER	INDIAN	28-Aug-95	MUM 271994	07-Mar-27	P2326408	13-Jul-26	12-Feb-22		7-Nov-2023	29-Dec-2023
12		AWAWORYI SYLVANUS	OILER	GHANAIAN	09-Jan-82	GM002903	14-Jan-25	G3169095	18-Apr-26	28-Nov-22		24-Jul-2023	27-Aug-2023
13		NARASINGA RAO SURADA TATAYYA	COOK	INDIAN	17-Jun-84	MUM242725	16-Oct-24	W8078672	12-Dec-25	19-Jan-22		3-Oct-2023	3-Oct-2023
PASSENGERS													

\*Insert more rows if required

Master Name	ANDI MULIYADI	Master Signature		Vessel Stamp
-------------	---------------	------------------	---	--------------



## DAFTAR ISTILAH

- AHTS* : *Anchor Handling Towing Supply* adalah fasilitas yang digunakan untuk memindahkan jangkar dari tongkang ataupun anjungan pengeboran lepas pantai dan untuk menarik tongkang/ anjungan pengeboran.
- Barite* : 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 / pengeboran.
- Bentonite* : Bahan ini bila dicampur semen akan menjadi semacam perekat tambahan dan bila dicampur bahan kimia lain akan berfungsi sebagai pelicin/pelumasan pada proses pengeboran.
- Blow* : Hembusan dengan udara bertekanan.
- Diaphragm Scale* : Lembaran kain tebal khusus, dimana pori- porinya sebagai lubang laluan udara tekan, posisinya ada didasar tangki (pemisah antara udara tekan dengan ruang material).
- Cement Class* : Suatu bahan dasar semen dengan komposisi Gi cement, dan silica cement yang digunakan untuk menyemen dalam pipa casing *rig*.
- Dry Bulk Cargo* : Muatan curah kering, misalnya semen, bentonite, dan barite.
- Phurging Valve* : Katup/keran yang bisa di atur volume udaranya yang membantu memompa dry bulk ke rig atau ke tangki lainnya.
- Man Hole* : Lubang lalu orang yang terdapat di tangki bagian atas.
- Pneumatic Valve* : Katup/keran yang digerakan oleh tenaga angin.

- Running Cargo* : Kapal supply yang khusus pelayanan pengangkutan barang pada pengeboran minyak lepas pantai.
- Stuck-Off* : Adanya penyumbatan atau buntu didalam instalasi pipa karena mengerasnya material.
- Ventilation Line* : Saluran peranganin untuk membuang tekanan udara dalam tangki.
- Discharge Line* : Saluran untuk memompa dry bulk dari tangki ke tangki yang lain.
- Filling Line* : Saluran untuk menerima cargo dry bulk ke dalam tangki.

## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. DESKRIPSI DATA**

Kapal MV. Allianz Grace adalah kapal *anchor handling tug and supply* milik perusahaan Allianz Middle East. Kapal ini dilengkapi dengan dua mesin induk (*main engine CAT 3516B 2 x 1920 KW*), 3 Main generator Caterpillar C18 3 x 350 kW. Kapal MV. Allianz Grace membawa muatan curah kering (*dry bulk cargo*) berupa *cement* dan material lainnya yang mana sangat dibutuhkan pada kegiatan pengeboran minyak dan gas lepas pantai.

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal MV. Allianz Grace sebagai *Second Engineer* sejak 16 Maret 2022 sampai dengan 12 Maret 2023 ditemukan beberapa fakta kondisi sebagai berikut :

#### **1. Fakta I**

Pada tanggal 25 April 2022 saat kapal MV. Allianz Grace saat kapal beroperasi di Zakum Oil Field, tepatnya pada saat pembongkaran muatan tiba-tiba terhenti atau melambat karena di dalam pipa-pipa terjadi penyumbatan oleh sisa semen yang mengeras. Akibat seringnya terjadi pengerasan semen pada akhirnya lama-kelamaan terjadi penyumbatan di sepanjang instalasi pipa *discharge* mulai dari instalasi pipa di dalam kapal, hingga sepanjang pipa *discharge* semen ke *main deck* dan sudah pasti masalah ini akan mengakibatkan kelambatan pemindahan *product*. Walaupun pada akhirnya pihak kapal berhasil memindahkan seluruh isi semen dari dalam tangki, namun waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan tersebut sudah melampaui batas waktu dari yang seharusnya. Kondisi cuaca yang dingin suhu di bawah 26<sup>0</sup>C dan kelembaban udara turut berpengaruh pada sifat *product* semen sehingga dapat mengakibatkan terjadinya pengerasan semen.

Selain itu keberhasilan dalam aktivitas pengeboran minyak dan gas di lepas pantai, tidak terlepas dari keterkaitan antara unsur-unsur barang yang harus

tersedia secara lengkap oleh *Material Base Port* di pelabuhan dan kapal *supply* sebagai alat angkut, serta *Rig* sebagai pengguna yang merupakan tujuan akhir dari semua aktivitas tersebut.

Pada sebuah instalasi pipa udara dalam hal ini tangki semen pada kapal *supply*, telah dirancang dan dibuat sedemikian rupa dengan melalui perhitungan yang akurat dan dengan pengujian ketahanannya yang telah teruji dan terbukti, namun masih ada kesalahan dalam instalasi tersebut dimana penyambungan pipa *purging* pada sistem kurang tepat sehingga pada waktu pemompaan semen terjadi kondensasi pada sambungan pipa pengisian dengan pipa *purging* sehingga tekanan dalam sistem naik dan bahan pada pipa terjadi keausan sehingga terjadi kebocoran pada instalasi pipa udara tekan tangki semen, dengan demikian instalasi harus dijaga agar dapat beroperasi dan berfungsi dengan yang baik dan dapat diandalkan selama mungkin, tentunya dengan adanya perawatan yang teratur, tanpa adanya gangguan ataupun kerusakan-kerusakan berarti yang dapat mempengaruhi kelancaran operasional kapal.

## 2. Fakta II

Masih di waktu yang sama yaitu pada tanggal 27 April 2022 saat kapal tiba di lokasi dan langsung di panggil oleh radio operator di *rig* untuk segera merapat ke sisi kiri *rig* untuk mentransfer dry bulk jenis semen. Pada saat proses pemompaan semen dari tangki semen *port side* ke *rig* sedang berlangsung kira-kira berjalan satu jam, tiba-tiba tekanan udara pada kompresor muatan curah (*bulk compressor*) yang di tunjukkan dalam *pressure gauge* di panel *remote control* di bridge naik dengan cepat, tidak sebanding dengan tekanan udara dalam *bulk tank* yang dilalui udara tersebut.

Aliran pipa tekan dan *discharge hose* ke *rig* tidak menunjukkan adanya *dry bulk* mengalir keluar dan tekanan pada *pressure gauge* menunjukkan kalau tekanan pada *bulk tank* hampir tidak ada penurunan. Dari pihak *rig* juga menginformasikan lewat radio ke kapal bahwa tidak ada penambahan pada tangki semen penerima di atas *rig*. Selanjutnya dilakukan *blow line* dengan membuka full *purge air valve* dan menutup *discharge valve*, setelah itu mengecek tekanan udara di dalam *bulk tank*.

Jika tekanan di dalam *bulk tank* tetap dan tidak meningkat, maka asumsinya otomatis terjadi kebuntuan di dalam sistem pipa tekan. Solusi pertama yang kami coba tanpa mematikan *bulk compressor* dan melapaskan sambungan selang transfer di *deck* yaitu memakai palu berbahan karet untuk mengetok pipa-pipa tekan agar sistem pipa tekan tersebut bisa bersih kembali dan muatan semen bisa mengalir dengan lancar.

Setelah itu dicoba lagi untuk mentransfer muatan semen ke *rig* dengan cara menurunkan *purge air valve* sekitar 40% dalam posisi terbuka dan membuka *discharge valve*. Tetapi apa yang kami dapatkan bahwa tekanan udara pada *bulk* kompresor tiba-tiba naik dan tekanan udara di dalam *bulk tank* tidak menurun. Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sistem instalasi muatan curah, keselamatan kerja dan keterlambatan kerja di atas *rig* maka kami memberitahukan ke pihak *rig* bahwa untuk sementara kami akan memberhentikan proses pembongkaran untuk mengecek atau memeriksa sistem pipa-pipa tekan.

Penulis mengindikasikan bahwa mungkin pada sistem pipa-pipa tekan ada terjadi kebuntuan. Dari hasil pemeriksaan pada sistem pipa - pipa tekan kami dapatkan terjadi pengerasan dan pengendapan semen sehingga menyebabkan kebuntuan pada pipa tekan (*discharge pipe*) sebelum dan setelah *discharge valve*. Pipa yang tersumbat tersebut kami lepas lalu kami bersihkan dengan benar hingga semennya keluar dan pipa tersebut bersih kembali. Setelah pipa-pipa dibersihkan dari *dry bulk* yang mengeras, pipa tersebut di pasang kembali seperti semula dan pemompaan semen siap untuk dilanjutkan, untuk itu penulis melaporkan kepada *Master* di anjungan atau *bridge* dan diteruskan ke *rig* bahwa pemompaan *dry bulk* siap untuk dilanjutkan. Proses pemompaan semen ke *rig* akhirnya bisa berjalan dengan lancar tanpa ada hambatan lagi.

## **B. ANALISIS DATA**

Berdasarkan deskripsi data di atas tentang fakta yang terjadi di atas kapal MV. Allianz Grace maka dapat dianalisis penyebabnya sebagai berikut :

## **1. Kurangnya Kinerja ABK Mesin Dalam Melaksanakan Tugas Bongkar Muat**

Penyebabnya adalah :

### **a. Kurangnya Pemahaman ABK Mesin Tentang Prosedur Bongkar Muat**

Pelaksanaan bongkar muat dapat berjalan lancar perlu didukung dengan peralatan yang memadai dan sumber daya manusia yang kompeten. Fakta yang penulis temui di atas kapal bahwa masih terdapat ABK mesin yang kurang memahami tentang prosedur bongkar muat. Hal ini menyebabkan kendala pada saat pelaksanaan bongkar muat.

Diperlukan adanya program kerja tersebut sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Karena aktivitas kapal yang sangatlah padat, maka perawatan *bulk handling system* dan komponen utamanya tidak dapat dilaksanakan dengan benar, sedangkan kondisi *bulk tank* dan instalasinya harus selalu siap untuk digunakan. Padahal dengan waktu untuk melaksanakan perawatan *bulk handling system* yang disediakan oleh penyewa sangatlah singkat, sehingga ABK mesin tidak dapat melakukan perawatan dengan maksimal. Dari kondisi seperti itu maka sudah dapat dipastikan perawatan tidak dapat berjalan sesuai dengan *instruction manual book*.

ABK Mesin sebagai operator tidak hanya dituntut untuk mampu mengoperasikan mesin induk dan permesinan bantu lainnya, akan tetapi harus mampu dalam perawatan, perbaikan dan penanganan *bulk handling sistem* dan instalasinya secara berkesinambungan. Pengenalan sifat kekhususan di kapal-kapal AHTS sebagai kapal *general services* terutama tentang penanganan kargo semen curah dan instalasinya. tidak dapat dipisahkan dari pengetahuan dan pengalaman seorang *engineer*.

### **b. Kurangnya Kedisiplinan ABK Mesin dalam Melaksanakan Tugas Bongkar Muat**

Kedisiplinan merupakan ketaatan yang sikapnya impersonal, tidak memakai perasaan dan tidak memakai perhitungan pamrih atau kepentingan pribadi. Disiplin merupakan sikap kesediaan dan kerelaan seseorang untuk mematuhi dan mentaati norma-norma peraturan yang

berlaku disekitarnya. Disiplin karyawan yang baik akan mempercepat tujuan perusahaan, sedangkan disiplin yang merosot akan menjadi penghalang dan memperlambat pencapaian tujuan perusahaan. Disiplin menunjukkan suatu kondisi atau sikap hormat yang ada pada diri karyawan terhadap peraturan dan ketentuan perusahaan.

Kurangnya pengawasan langsung dari kepala kamar mesin, sehingga masinis yang bersangkutan tidak maksimal melakukan pekerjaan yang dilakukannya. Laporan dari ABK mesin kepada kepala kamar mesin tidak dicek ulang dengan kondisi permesinan, apakah sesuai atau tidak. Hal ini menyebabkan penerapan prosedur kerja di kamar mesin tidak terlaksana dengan baik, karena Kepala Kamar Mesin tidak mengetahui hasil dari pekerjaan yang telah dilaksanakan.

Salah satu penyebab juga kurang optimalnya pengawasan dari perwira mesin yang menyebabkan muatan semen mengeras dalam *bulk tank* dan pipa tekan dikarenakan ABK mesin belum mahir melakukan pengecekan komponen-komponen *Bulk handling system*. Kepala Kamar Mesin dalam peranannya sebagai *top management* di kamar mesin harus dapat menerapkan fungsi-fungsi manajerial seperti halnya pengawasan.

Beberapa pendapat mengemukakan mengenai pengawasan diantaranya bahwa pengawasan merupakan setiap usaha dan tindakan dalam rangka untuk mengetahui sampai dimana pelaksanaan tugas yang dilaksanakan menurut ketentuan dan sasaran yang hendak dicapai. Selain itu pengawasan merupakan proses pengamatan dari pelaksanaan seluruh kegiatan organisasi untuk menjamin agar semua pekerjaan yang sedang dilakukan berjalan sesuai dengan rencana.

## **2. Adanya Masalah pada Tangki dan Pipa-Pipa pada Instalasi Semen Curah**

Penyebabnya adalah :

### **a. Adanya Sisa Udara di Dalam Instalasi Pipa dan Tangki Semen**

Persiapan pemindahan *product* curah ke *rig* pada kapal MV. Allianz Grace adalah hal yang sangat penting guna menunjang kelancaran pengoperasian kapal *supply* tersebut tetapi dalam pelaksanaannya banyak mengalami

kendala-kendala yang menghambat kelancaran pembongkaran *product* curah kering ke *rig* yang setelah dianalisis, penyebab aliran semen dalam tangki keluar pipa tekan dari pipa transfer tidak normal yaitu ditemukan banyaknya semen yang mengeras/membatu di ujung pipa tekan (*elephant foot*) dan dasar tangki menutup *slide kanvas*.

Membekunya semen yang perlahan-lahan akan menimbulkan kebuntuan pada saluran tekan, keadaan seperti ini secara tidak langsung disebabkan oleh faktor manusianya yaitu kurangnya perawatan yang dilakukan pada instalasi tersebut. Kurangnya perawatan ini salah satunya disebabkan karena kurangnya pengetahuan dan keterampilan awak kapal terhadap perawatan tangki semen curah dan peralatan pendukungnya, juga kurangnya koordinasi kerja, pengawasan yang lemah dan kurangnya komunikasi dalam perawatan peralatan-peralatan tersebut diatas. Juga karena kurang pahamnya para Masinis (*Engineer*) akan prinsip kerja dari peralatan-peralatan tersebut.

Menurut pengalaman dan pengamatan penulis selama bekerja di kapal *supply*, hal-hal yang dapat menyebabkan mengerasnya atau mambatunya sebagian semen di dalam tangki maupun di pipa-pipa tekan adalah kondensasi karena dengan timbulnya kondensasi tersebut, maka sebagian semen akan tercampur dengan air dari kondensasi tersebut sehingga semen akan secara perlahan mengeras/membatu akibat kondensat menguap yang dapat menyebabkan kebuntuan pada saluran tekan. Jadi setelah dianalisis, kenapa sampai terjadi kondensasi didalam tangki adalah kurang pahamnya para Masinis (*Engineer*) dengan prinsip kerja yang harus dilakukan pada saat pengoperasian mulai dari pengisian sampai pemompaan.

Udara dari kompresor masuk ke *dryer* yang berfungsi untuk mengeringkan udara yang masih mengandung air sebelum masuk ke botol angin, udara yang mengandung air dalam *dryer* sepertinya hanya sekedar lewat karena tidak berfungsinya *dryer* dengan baik maka udara yang masuk kedalam bulk tank masih mengandung air.

Adanya udara yang mengandung air lolos dari *dryer* dan digunakan untuk memompakan *dry bulk*, maka sudah dapat dipastikan akan terjadi kontaminasi antara udara basah dengan *dry bulk*. Hal ini terjadi karena kurangnya perawatan atau perhatian dari komponen-komponen dari kompresor dan *dryer* sehingga udara yang masih mengandung air bisa lolos masuk kedalam tangki udara, dari tangki udarapun *drain water valve* juga tidak diperhatikan sehingga udara yang masih mengandung air bisa masuk ke *bulk tank*.

Dari terjadinya pencampuran tersebut di atas mengakibatkan kelainan pada sistem yaitu:

1) Menyempitnya pipa pembongkaran (*discharge pipe line*)

Persiapan pemompaan/pembongkaran semen curah ke *Rig* dari kapal *supply MV*. Allianz Grace adalah hal yang sangat penting sekali guna menunjang kelancaran pengoperasian kapal *supply* tersebut, akan tetapi dalam pelaksanaannya banyak mengalami kendala-kendala yang tak terduga dan dapat menghambat kelancaran pemompaan semen ke *rig*. Hal ini dapat dilihat dari pada sambungan selang (*hose*) ke *rig* yang berada di *main deck* tidak adanya sentakan-sentakan dan juga dapat dilihat pada tekanan di *manometer gauge* yang selalu menunjukkan grafik naik bukan turun, padahal seluruh keran (*valves*) yang berhubungan dengan pembongkaran semuanya dalam keadaan terbuka. Dan setelah dianalisis penyebab aliran semen dari dalam tangki keluar pipa tidak normal, karena ditemukan banyaknya semen yang mengeras di bagian dalam dinding pipa pengeluaran (*discharge pipe*) tersebut, mengerasnya semen pada pipa yang perlahan-lahan akan menimbulkan kebuntuan atau mengecilnya diameter dalam pipa pengeluaran (*discharge pipe*).

2) Dengan cara menekan balik (*back pressure system*)

Pemberian tekanan balik (*back pressure*) hanya dapat dilakukan pada volume semen yang mengeras di sepanjang pipa-pipa dan selang pengisian (*filling line*) serta bongkar (*discharge line*) dan sering juga terjadi di dasar tangki semen dengan jumlah yang tidak banyak.

Adapun caranya sebagai berikut: kompresor harus dimatikan terlebih dahulu, kemudian buang semua tekanan yang ada melalui *drain valve* untuk membuka (*disconnect*) selang/hose yang telah tersambung dengan *Rig*. Pada bagian ujung pipa buang (*discharge pipeline*) yang ada *coupling* dipasang selang (*hose*) yang diarahkan ke air laut di lambung kapal, diikat kuat pada *railing* tetapi ujungnya digantung pada sisi lambung kapal. Kemudian kompresor mulai dijalankan kembali, isi tangki semen (*pressurized tank*) dengan angin sampai tekanan maksimum 5 Bar, tutup keran buang (*discharge valve*) di geladak utama dan buka keran buang (*discharge valve*) pada tangki semen dan tutup *purgig valve* sampai 100%.

**b. Terjadinya Perubahan Tekanan yang Terlalu Cepat di Dalam Tangki**

Kurang tanggung jawab ABK Mesin, karena ingin cepat-cepat selesai dan istirahat setelah proses pemindahan tersebut dilakukan tanpa mau memikirkan akibat-akibat yang terjadi. Seperti prinsip kerja mesin pendingin, perubahan tekanan dari pipa kapiler kecil ke *evaporator* akan menyerap panas dari luar dengan cepat sehingga cepat menimbulkan embun, hal ini yang terjadi pada saat selesai pemompaan semen karena ingin cepat selesai maka para Masinis (*Engineer*) lupa dengan proses penyerapan panas tersebut.

Setelah *product* di dalam tangki habis, maka yang tertinggal di dalam tangki sebagian besar adalah udara yang bertekanan karena Masinis (*Engineer*) yang tidak sabar menunggu turunnya tekanan secara perlahan, maka dia akan membuang sisa tekanan dengan cepat agar tidak ada lagi perbedaan tekanan di dalam tangki dengan di luar tangki. Karena perubahan tekanan yang terjadi secara drastis dari tangki yang bertekanan melewati pipa ventilasi dari pipa tekan, dan karena gesekan udara itu maka udara yang bergerak cepat di dalam pipa akan menyerap panas di luar pipa. Hal ini menyebabkan timbulnya kondensasi/titik-titik embun di dalam pipa, karena terlalu banyak maka air-air embun ini akan jatuh ke dasar tangki, dimana di dasar tangki masih ada sisa semen yang menempel di permukaan diaphragm maka terjadilah pencampuran air dengan semen

sehingga menjadi batu semen. Demikian pula yang ada di dalam pipa-pipa tadi apalagi kalau setelah selesai pemompaan, tidak dilakukan pembersihan tangki / pengeringan tangki, dimana dalam pengerjaan ini *Man Hole* harus dibuka (hal ini berlaku khusus pada pemompaan semen sampai habis).

Tapi kalau semen yang dibutuhkan oleh *Rig* hanya sebagian dari isi tangki, sehingga masih ada tersisa semen di dalam tangki, maka pembersihan tangki tidak dapat dilakukan, presentase mengerasnya semen menjadi lebih besar dibandingkan tangki yang dibersihkan, karena sisa-sisa semen tadi masih akan mengendap beberapa hari di dalam tangki. Dan yang sering terjadi setelah itu diisi lagi (ditambah atau ditumpuk dengan semen baru).

Pada sebuah instalasi pipa udara dalam hal ini tangki semen, telah dirancang dan dibuat sedemikian rupa dengan melalui perhitungan yang akurat dan dengan pengujian yang ketahanannya telah teruji dan terbukti, namun masih ada kesalahan dalam instalasi tersebut, dimana penyambungan pipa *purging* pada sistem tidak tepat sehingga pada waktu pemompaan semen terjadi kondensasi pada sambungan pipa pengisian dengan pipa *purging* sehingga tekanan dalam sistem naik dan bahan pada pipa terjadi penipisan sehingga terjadi kebocoran pada instalasi pipa udara tekan tangki semen, dengan demikian instalasi harus dijaga agar dapat beroperasi dan berfungsi dengan kemampuan yang baik dan dapat diandalkan selama mungkin, tentunya dengan adanya perawatan yang teratur, tanpa adanya gangguan ataupun kerusakan-kerusakan yang berarti yang dapat mempengaruhi kelancaran operasional kapal.

Di dalam sistem pengoperasian bongkar muat *dry bulk* sering dijumpai *dry bulk* masih terisisa di dalam pipa-pipa tekan maupun pada *bulk tank*, bila hal ini dibiarkan hingga beberapa lama dan tidak dibersihkan karena beranggapan masih akan dipakai memuat *cargo* yang sama. Adapun yang kita temukan pada komponen atau pesawat bantu penunjang kerjanya *bulk handling system*, dimana perawatan yang di lakukan sangatlah kurang. Atas dasar pemikiran dan tidak pahamnya para *engineer* dalam menangani muatan *dry bulk* dan sifat-sifat dari muatan tersebut serta padatnya aktifitas kapal sehingga mempengaruhi jadwal perawatan, maka dapat dipastikan

nantinya pengoperasian instalasi *dry bulk (bulk handling system)* akan mengalami masalah.

## C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan paparan penyebab permasalahan di atas penulis mencoba untuk membahas solusi dari permasalahan yang dapat mengganggu kelancaran proses pembongkaran *product* curah kering, dengan diatasi sebagai berikut :

### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

#### a. Kurangnya Kinerja ABK Mesin Dalam Melaksanakan Tugas Bongkar Muat

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

##### 1) Memberikan pengarahan kepada ABK Mesin tentang prosedur bongkar muat

Untuk meningkatkan pemahaman ABK mesin tentang prosedur bongkar muat, dapat dilakukan dengan memberikan pengarahan atau familiarisasi secara rutin. Adapun prosedur bongkar muat *dry bulk* yaitu :

##### a) Prosedur pemuatan

- (1) Sebelum memulai pemuatan, pastikan para anak buah kapal sudah tahu akan tugas masing-masing
- (2) Selang dari tanki darat disambungkan ke *coupling* di kapal dan pastikan sudah tersambung dengan baik.
- (3) Pasang dan buka ventilasi *valve* yang ada di tangki dan di atas deck jatuhkan ujung selang ventilasi yang diberi pemberat kedalam laut (di samping kapal) dan pastikan sudah terikat kuat selang tersebut (pemberat adalah pipa sebesar selang berbentuk T dengan lubang di kedua ujungnya) agar terhindar dari debu dan sentakan selang yang dapat membahayakan keselamatan manusia.
- (4) Buka *valve* pengisian bulk tank yang mau diisi.

- (5) Periksa manhole tank harus dalam keadaan tertutup rapat
- (6) Sebelum mulai menerima material, pastikan dulu bahwa *blow line* dari *shorebase* berjalan lancar dapat dilihat di selang ventilasi.
- (7) Setelah semua persiapan pengisian sudah dilaksanakan, segera periksa ulang untuk benar-benar memastikan bahwa kapal siap menerima pemindahan muatan tersebut dan pastikan loading master sudah diberitahu volume dari pada masing-masing tanki agar tidak terjadi/menghindari kelebihan pengisian hentikan pengisian bila *indicator high level* sudah aktif.
- (8) Setelah itu laporkan ke *operator material shorebase* dan perwira jaga di anjungan kalau pihak kapal siap menerima muatan tersebut. Minta pada petugas/*operator material shorebase* untuk melakukan *blow-line* lebih kurang 15 menit terlebih dahulu untuk memastikan kalau instalasi aman dan siap digunakan. Periksa angin yang keluar dari ujung selang ventilasi yang berupa gelembung-gelembung udara karena ujung selang ada pada posisi  $\pm 20$  cm dibawah permukaan air. *Blow line* biasanya dilakukan cukup sekali.
- (9) .Pengisian material bisa dimulai, selama pengisian selalu lakukan pemeriksaan pada selang ventilasi, pipa-pipa dan tanki.
- (10) .Setelah pengisian selesai kalau berjalan normal, stop dilakukan dari darat. Mintalah pada operator untuk menekan sistem atau *blow line* pipa pengisian dan pastikan hanya angin yang keluar dari ujung selang ventilasi, langkah ini untuk membersihkan pipa agar tidak ada sisa material yang tertinggal di dalam pipa, yang dapat menyebabkan penyumbatan.
- (11) .Pastikan tekanan dalam bulk tank dan sistem 0,1 bar sebelum selang sambungan dilepas (*disconnect hose*), biarkan sisa-sisa

tekanan udara di dalam tangki dan pipa selang hilang untuk mencegah terjadinya kondensasi.

(12).Setelah tidak ada tekanan udara sisa di dalam tanki dan pipa atau selang, sambungan selang dari darat dilepas dan ujungnya dibersihkan.

(13).Tutup kran pengisian, tutup *ventilation valve*, angkat ujung selang *ventilation hose* dari dalam air, dibersihkan dan dikeringkan, kemudian tutup rapat-rapat.

(14).Buka *drain valve* yang ada di tanki untuk menjaga tekanan di dalam tanki sama dengan tekanan udara diluar tanki untuk menghindari kondensasi.

b) Prosedur pembongkaran

Bila prosedur di atas dilaksanakan dengan baik, proses pemompaan semen akan berjalan dengan lancar dan aman. Permasalahan yang terjadi dan menghambat proses *loading* terjadi akibat tidak dilaksanakannya prosedur pengoperasian sesuai dengan buku petunjuk

Prosedur ini berkaitan dengan pembongkaran *dry bulk* dari *bulk tank* di atas kapal ke *rig* melewati selang transfer. Untuk pengoperasian ini sama seperti pada proses pengisian dengan menggunakan *remote control panel* di anjungan. Komunikasi antara *operator remote kontrol* di anjungan dengan operator di *rig* sangat direkomendasikan untuk menandakan mulainya pembongkaran, laporan kosongnya *bulk tank*, perpindahan tangki dan selesainya pembongkaran. Pengoperasian ini sangat penting untuk memilih tekanan udara atau angin yang benar (*working pressure*) dan kapasitas kompresor untuk memberi pengiriman atau pemindahan dari *dry bulk* secara optimal. Faktor-faktor ini akan menentukan tingkat dari pemindahan *dry bulk* dan banyaknya *dry bulk* yang di transfer.

Berbagai faktor-faktor lain seperti panjangnya selang antara kapal dengan *rig*, sistem pemipaan, diameter dari selang transfer

dan *specific gravity (weight)* dari material *dry bulk*, akan juga berpengaruh terhadap tingkat pemindahan material *dry bulk*. Sebagai contoh dari sistem di atas kapal kami, satu kompresor normal di gunakan untuk pemindahan material *dry bulk* dari masing-masing tangki pada *working pressure* antara 4,0 bar – 4,5 bar pada pengoperasian yang digunakan atas kapal. Namun kedua kompresor dapat di gunakan untuk memindahkan atau mentransfer material *dry bulk* dari satu tangki ketika pemindahan *dry bulk* secara cepat diorder atau ketika kapal melayani semi *sub merge rig*, dan khususnya untuk material *dry bulk* yang lebih berat.

Berikut ini adalah tahapan pembongkaran (*discharging*) *dry bulk* :

- (1) Konfirmasi ke *rig* berdasarkan muatan dan banyaknya muatan yang akan di bongkar.
- (2) Selang dari *rig* disambungkan ke *manifold* kapal di deck
- (3) Siapkan selang atau *hose ventilation*, masukkan ujung selang yang sudah di beri pemberat ke dalam air laut disamping kapal kira – kira 20 cm di bawah permukaan air. Kemudian buka sedikit *ventilation valve* secara manual yang ada di deck dekat dengan *hose manifold*. Hal ini di lakukan untuk menjaga bila sewaktu-waktu terjadi hal *emergency* atau penyumbatan dalam sistem. Sisa - sisa udara di dalam *bulk tank* dan pipa-pipa tekan udara dapat di buang melalui *ventilation* ini.
- (4) Nyalakan *power source* pada panel *bulk compressor*, tekan tombol “*Remote Control*” supaya pengoperasian dapat dilakukan dari panel *remote control* di di anjungan. Nyalakan juga pompa air pendingin untuk kompresor
- (5) Pastikan tekanan pengoperasian katup antara 4,0 bar – 4,5 bar pada “*Valve Operation Air*” penunjuk tekanan pada panel.
- (6) Nyalakan *power source* pada panel *remote control* di anjungan.

- (7) Tekan tombol "*Lamp Test*" pada panel, untuk pastikan tidak ada masalah dengan lampu indikator, lampu – lampu alarm dan *buzzer*.
- (8) Pastikan semua *valve* dalam keadaan tertutup.
- (9) Buka purging valve dan katup tekan (*discharge valve*) pada manifold di deck secara manual.
- (10) Nyalakan *bulk* kompresor pada panel *remote control* di anjungan, pastikan tekanan keluar *bulk* kompresor pada penunjuk tekanan antara 4,0 bar – 5,0 bar dan buka *air valve inlet* untuk tangki yang akan dibongkar. Pastikan tekanan di dalam tangki mencapai 4,5 bar.
- (11) Informasikan ke *rig* bahwa kapal siap melakukan *blow line* terlebih dahulu agar di pastikan tidak akan terjadi penyumbatan.
- (12) Atur *jet purge air valve* pada posisi full ketika tekanan dalam tangki sudah mencapai 4,5 bar. Pastikan tekanan keluar kompresor pada penunjuk tekanan di panel 2,5–4,0 bar. Proses ini di lakukan kurang lebih 10–15 menit.
- (13) Buka *discharge valve* dan turunkan *jet purge air valve* secara perlahan-lahan kira–kira terbuka pada posisi 30% - 40%. Jaga keseimbangan tekanan udara di dalam *bulk tank (working pressure)* antara 4,0–4,5 bar.
- (14) Untuk mengetahui muatan di dalam *bulk tank* sudah habis dapat di lihat dari tekanan di dalam *bulk tank melalui pressure gauge yang* cepat sekali menurun. Hal ini dapat di ikuti dengan penutupan full *jet purge air valve* yang berarti angin yang bertekanan melewati *bulk tank* yang sudah kosong dan akan membersihkan sisa – sisa *dry bulk* yang ada di *bulk tank* maupun yang ada di sistem pipa – pipa tekan.
- (15) Pada saat pembersihan tangki yaitu setelah muatan habis, *jet purge air valve* tidak di perlukan lagi. Hanya katup tekan

(*discharge valve*) yang di tutup dan di buka, setelah muatan benar – benar habis bukalah penuh katup (*discharge valve*) dan *bulk* kompresor jangan di matikan dulu,biarkan tekanan dalam *bulk tank*atau sistem turun sampai 0,1 bar. Setelah itu matikan *bulk* kompresor dan tutup *inlet valve* dari *bulk tank*, buka *ventilation valve* secara perlahan dan tutup *discharge valve* dari *bulk tank*. Hal ini di lakukan agar tidk terjadi perubahan tekanan yang menurun secara cepat untuk mencegah terjadinya kondensasi. Informasikan ke *rig* bahwa akan dilakukan *blow line* terlebih dahulu.

(16) Ketika *pressure gauge* menunjukkan angka 0,1 bar, kemudian tutup *ventilation valve* dan buka *drain valve* pada *bulk tank*.

(17) Tutup *valve manifold* secara manual, lepas sambungan selang pada *manifold* di deck dan angkat *hose ventilation* serta tutup *valve* kembali.

## **2) Meningkatkan pengawasan terhadap ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat**

Pada saat proses bongkar muat perlu adanya pengawasan dari perwira untuk meminimalisir terjadinya kekeliruan atau kesalahan yang dilakukan ABK Mesin. Perwira harus teliti dalam memeriksa laporan agar tidak terjadi kesalahan. Pemeriksaan laporan penting sehubungan dengan sering ditemuinya pencatatan pada *Engine log book* dan *Maintenance Log Book*. Dalam melakukan pengawasan, perwira harus tegas memberikan pemahaman kepada ABK mesin. Ketika ditemui adanya suatu kekeliruan atau kesalahan dengan tidak membiarkannya secara berlarut-larut.

Untuk mengatasi kurangnya pengawasan terhadap crew mesin dapat diatasi dengan cara sebagai berikut :

a) Membuat *checklist*

*Checklist* merupakan satu kesatuan dengan SOP yang bertujuan untuk memudahkan *crew* dalam penanganan muatan. *Checklist* harus berisikan langkah-langkah pengoperasian peralatan muat dan bongkar mulai dari start sampai stop. *Checklist* pengoperasian harus selalu dilaksanakan setiap melakukan pengoperasian peralatan muat dan bongkar dengan cara mengisi kolom tanda yang telah disediakan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan crew dalam mengidentifikasi apakah pengoperasian peralatan muat dan bongkar tersebut telah sesuai dengan langkah-langkah pengoperasian peralatan yang bersumber dari buku operation manual.

b) Pengawasan secara berkala dan berkesinambungan

Pengawasan dilakukan untuk menjamin SOP yang telah dibuat berjalan dengan baik serta sesuai dengan buku *operation manual* peralatan tersebut. SOP merupakan sebuah sistem dinamis yang harus selalu disesuaikan dengan perkembangan zaman. Pelaksanaan penerapan SOP harus secara terus-menerus dipantau sehingga proses penerapannya dapat berjalan dengan baik.

Dengan memperhatikan faktor-faktor diatas, maka tercapailah sasaran-sasaran pengawasan yaitu meningkatkan disiplin dan prestasi kerja, menekan sekecil mungkin penyalahgunaan wewenang dan memperlancar segala kegiatan.

**b. Adanya Masalah Pada Tangki dan Pipa-Pipa pada Instalasi Semen Curah**

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

**1) Mengoptimalkan kinerja pada pengering udara dan pengaturan pembuangan sisa tekanan udara**

Sudah dijelaskan bahwa terjadinya pencampuran semen dengan cairan adalah karena adanya udara lembab yang masuk ke dalam

tangki semen karena adanya tekanan daripada kompresor pada saat memompa/ membongkar muatan ke *Rig* dalam jangka waktu yang lama. Seiring dengan pengisian udara yang dikompresikan melalui kompresor sebelum masuk ke tangki semen, udara dikeringkan terlebih dahulu oleh sebuah alat yang disebut *dryer*, alat ini bekerja secara otomatis dan juga melalui keran cerat (*drain valve*) yang berada pada bagian bawah dari tabungnya. Untuk menghindari adanya udara lembab yang masuk ke dalam tangki semen maka perawatan *dryer* dan instalasinya sangat diperlukan sekali pemahaman oleh setiap masinis dalam pengoperasiannya. Perlu diketahui sebelum aktivitas pemompaan muatan semen dilakukan maka yang harus diperhatikan adalah keran cerat (*drain valve*) dan harus diperiksa secara seksama, apakah ada bekerja dengan baik *auto sistem*-nya maupun manualnya.

Perawatan pengering udara atau *dryers* sesuai dengan SOP (*Standard Operating Procedure*)

- a) Mengganti partikular, *coalescer*, dan *elemen filter* yang diperlukan berdasarkan penurunan tekanan.
- b) Memeriksa menguras katup setiap hari, bersihkan seperlunya.
- c) Mengganti pengering berdasarkan rekomendasi produsen
- d) Memeriksa katup menggantikan atau memperbaiki setiap satu tahun sekali.

Pada saat sedang berlangsungnya kegiatan pemompaan/mentransfer semen ke *Rig*, Masinis (*Engineer*) jaga betul-betul mengawasi keran ceratnya (*drain valve*) karena sewaktu-waktu sistem *automatic* tidak bekerja dengan baik, dan juga harus sering dilakukan penceratan (*drain*) secara *manual*. Dalam kasus ini dimana penulis pernah mengalami hal yang demikian, maka untuk menangani masalah tersebut tidak ada jalan lain yang menguntungkan. Hanya bisa dibuang ke laut dengan cara diisap memakai *inductor* yang isapannya diambil dari aliran buang pompa *balast* dengan memakai selang yang ujungnya dimasukan kedalam tangki semen dan ujung yang lainnya

disambungkan ke pipa buang yang sudah dibuatkan *manifoldnya*. Untuk pengisian dengan memakai sistem *inductor* ini hanya boleh dilakukan pada semen yang masih berupa curah/ bubuk saja dan bagian yang sudah mengeras/membantu hanya boleh diambil dengan cara memecahkan dan diangkat sedikit demi sedikit dan di keluarkan dari tangki semen.

Pembuangan sisa tekanan udara dari dalam tangki tidak boleh dilakukan secara mendadak seperti sudah diterangkan pada proses pemompaan. Penurunan tekanan yang bertahap pada saat proses pemompaan mendekati selesai (isi tangki sudah dibawah 16 %) kita tidak memerlukan lagi penggunaan udara tekanan tinggi dari *purgig valve* untuk pengoperasian jadi hanya menggunakan katup tekan. Pada saat pembersihan tangki dengan pemompaan habis isi tangki (*blow line*), tekanan di dalam tangki akan menurun bertahap seiring dengan berkurangnya isi tangki, dan untuk mendapatkan tekanan tinggi (tekanan kerja) cukup dengan menutup keran tekan (*discharging valve*) saja setelah tekanan kerja didapat (5,0 bar).

Keran tekan dibuka mendadak tanpa membuka *purgig valve* lagi, dan rasakan ada getaran di dalam pipa tanda sisa *product* dan udara melewati pipa-pipa tekan (*discharge pipe*) tersebut. Hal yang biasa digunakan sebagai *indicator* mengalirnya *product* tersebut dengan lancar adalah selang yang bergerak-gerak dan *pressure* yang turun dengan cepat.

Cara tersebut di atas akan membuat berpindahan tekanan yang tiba-tiba atau cepat dari dalam tangki ke pipa tekan yang akan membawa campur angin. Contohnya sebuah balon yang ditiup sampai mengembang besar, kemudian ujungnya kita buka dengan perlahan, maka angin yang keluar dari balon tersebut kecepatannya lebih lambat jika dibandingkan dengan ujung yang dibuka cepat.

Hal seperti ini berlaku juga pada tangki semen ini yang disebut dengan *blow the line*, langkah ini dikerjakan 3-5 kali sampai dirasakan isi tangki benar-benar bersih, pada saat pengisian udara ke dalam tangki akan menggetarkan *slide canvas*, secara langsung akan terjadi

pergerakan udara dalam tangki yang akan membuat sisa-sisa *product* yang menempel pada dinding tangki bagian dalam akan jatuh dan mengumpul dibawah *elephant foot*, setelah tekanan kerja tercapai dan *discharge valve* dibuka secara tiba-tiba maka sisa *product* akan berkumpul di bawah *elephant foot* akan keluar terdorong tekanan udara dalam tangki melewati *elephant foot* menuju pipa tekan kemudian menuju *Rig*.

Setelah selesai proses *blow line* yang dilakukan 3-5 kali, biarkan keran tekan terbuka sampai tekanan tadi turun di bawah 1,0 bar sebaiknya *bulk compressor* tetap jalan. Setelah tekanan turun, buka keran ventilasi perlahan-lahan. Dan dilanjutkan dengan menutup keran tekan, jadi sisa udara akan keluar melewati ventilasi, kemudian matikan *bulk compressor*. Biarkan keran ventilasi ini tetap terbuka sampai sisa-sisa udara tekanan benar-benar habis, kalau pemompaan *product* sampai habis, tunggu beberapa saat sampai tidak ada kabut lagi di dalam tangki. Kemudian *man hole* dibuka untuk langkah pemeriksaan dengan catatan: sambungan selang sudah dilepas, *bulk compressor* mati, keran pengisian angin tertutup, keran masuk boleh ditutup) biarkan *man hole* terbuka sampai ada ijin dari *Safety Officer* atau Kepala Kamar Mesin (*Chief Engineer*) untuk masuk ke dalam tangki lakukan langkah pembersihan dalam tangki dengan menggunakan *PPE* yang diperlukan untuk pengerjaan tersebut.

Untuk itu para Masinis (*Engineer*) dituntut untuk cepat mempelajari dan menguasai cara pengoperasian dan teknik yang diperlukan karena hal ini cara *blow line* tidak terdapat dalam buku *instruction manual*. Untuk perawatan *valve* nya dengan cara membuka *valve* dan membersihkan bagian-bagian yang kotor atau bagian-bagian yang terkena semen yang menempel pada dudukan *valve*.

## 2) Melakukan Penceratan Terhadap Bulk Compressor dan Air dryer

Sesuai dengan perhitungan di atas maka jelaslah bahwa saat kompresor bekerja menekan udara masuk kedalam tangki semen untuk mengadakan suatu proses kompresi, pada saat sebagaimana yang telah kita ketahui untuk muatan jenis curah pada kapal-kapal *supply* untuk memompa/transfer muatannya menggunakan sistem tekanan udara dan untuk itu dipergunakan suatu alat yang dinamakan kompresor, yang pergerakannya dihubungkan dengan elektro motor dengan kapasitas 20 m<sup>3</sup>/menit, dengan tekanan 5,5 bar, dan udara luar dengan tekanan 1 atm dianggap 1 kg/m<sup>2</sup> pada temperatur normal  $\pm$  30 derajat Celcius mengandung uap air kurang lebih 0,03 kg setiap m<sup>3</sup> udara, maka jumlah kandungan air yang dihisap kompresor setiap menit menjadi  $20 \times 5,5 \times 0,03 = 3,3$  kg/menit.

Prinsip dasar operasi dari pengering udara pendingin adalah penghapusan kelembaban dengan pendingin udara ke suhu saat tertentu. Tidak ada proses yang di kenal untuk menghasilkan dingin, hanya ada pemindahan panas. Panas selalu tertarik dengan suhu dingin. Ini adalah dasar untuk pengoperasian unit pendingin.

Selama suhu dingin lebih rendah dari sumber panas, akan ada perpindahan panas. Oleh karena itu sisa-sisa kadar air setelah *after-cooler* dihilangkan dengan menggunakan pengering udara, karena udara tekan untuk keperluan instrumen dan peralatan *pneumatic* harus bebas dari kadar air. Kadar air di hilangkan dengan menggunakan adsorben seperti gel silica atau karbon aktif, atau pengering *refrigerant* atau panas dari pengering kompresor.

## **2. Evaluasi terhadap Alternatif Pemecahan Masalah**

### **a. Kurangnya Kinerja ABK Mesin Dalam Melaksanakan Tugas Bongkar Muat**

Evaluasi pemecahan masalahnya yaitu :

#### **1) Memberikan pengarahan kepada ABK Mesin tentang prosedur bongkar muat**

Keuntungannya yaitu ABK mesin lebih memahami prosedur bongkar muat sehingga mampu melaksanakan tugasnya dengan baik.

Kerugiannya yaitu pengarahan membutuhkan waktu yang terkadang terkendala oleh jadwal operasional kapal yang padat.

#### **2) Meningkatkan pengawasan terhadap ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat**

Keuntungannya yaitu dengan pengawasan maka ABK lebih disiplin dalam melaksanakan tugasnya saat kegiatan bongkar muat.

Kerugiannya yaitu memerlukan peran dari perwira jaga sebagai pengawas.

### **b. Adanya Masalah pada Tangki dan Pipa Tekan pada Instalasi Semen Curah**

Evaluasi pemecahan masalahnya yaitu :

#### **1) Mengoptimalkan kinerja pada pengering udara dan pengaturan pembuangan sisa tekanan udara**

Keuntungannya yaitu udara dapat dikeringkan terlebih dahulu sebelum masuk ke tangki semen, sehingga udara tidak lembab. Dengan demikian, dapat mencegah terjadinya kondensasi di dalam instalasi semen.

Kerugiannya yaitu membutuhkan waktu untuk mengoptimalkan kinerja pengering udara, yaitu dengan melakukan perawatan dan mengoperasikannya sesuai buku petunjuk.

#### **2).Melakukan penceratan terrhadap tangki semen**

Keuntungannya yaitu masalah kondensasi di dalam tangki dan pipa tekan pada instalasi semen curah dapat teratasi dengan maksimal sehingga proses transfer semen dapat berjalan lancar. Pembuangan sisa udara secara langsung akan membuat sisa-sisa *product* yang menempel pada dinding tangki bagian dalam akan jatuh dan mengumpul dibawah *elephant foot*.

Kerugian/kekurangannya yaitu terkadang peneratan tidak dilakukan secara maksimal dikarenakan waktu yang terbatas. Peneratan juga membutuhkan pengawasan yang cukup menyita waktu. Pembuangan sisa tekanan udara dari dalam tangki harus dilakukan secara bertahap sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama.

### **3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka penulis memilih salah satu alternatif pemecahannya yaitu :

**a. Kurangnya kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat**

Pemecahan masalah yang lebih diprioritaskan untuk mengatasi kurangnya kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat yaitu meningkatkan pengawasan terhadap ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat.

**b. Adanya masalah pada tangki dan pipa tekan pada instalasi semen curah**

Berdasarkan evaluasi pemecahan masalah di atas, solusi yang paling tepat untuk mengatasi pengerasan semen di dalam instalasi pipa yaitu dengan cara menjamin terlaksananya perawatan berkala terhadap bagian tangki dan pipa tekan.

## **BAB IV**

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang penanganan masalah pada *dry bulk handling system* untuk kelancaran bongkar muat di kapal MV. Allianz Grace, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Kurangnya kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat disebabkan kurangnya pemahaman ABK Mesin tentang prosedur bongkar muat dan kurangnya kedisiplinan ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat.
2. Adanya masalah pada tangki dan pipa tekan pada instalasi semen curah disebabkan danya sisa udara di dalam instalasi pipa dan tangki semen dan terjadinya perubahan tekanan yang terlalu cepat di dalam tangki.

### B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas maka untuk memaksimalkan penanganan masalah pada *dry bulk handling system* sehingga kegiatan bongkar muat berjalan lancar, penulis memberikan beberapa saran kepada KKM sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat disarankan untuk :
  - a. Memberikan pengarahan kepada ABK Mesin tentang prosedur bongkar muat.
  - b. Meningkatkan pengawasan terhadap ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat.
2. Untuk mengatasi terjadinya pengerasan semen di dalam Instalansi pipa disarankan untuk :
  - a. Mengoptimalkan kinerja pada pengering udara dan pengaturan pembuangan sisa tekanan udara.
  - b. Melakukan penceratan terhadap tangki semen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bulk Handling System Manual Book*, Penerbit Unislip Japan Ltd, Kobe Japan.
- Depdikbud.(2017). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka.
- MacGregor.(2019). *Dry Bulk Handling System for Offshore Supply Vessels.Marine Selfunloaders*.
- Ir.Jusak Johan Handoyo S.E.,M.Min.,M.Mar.E Manajemen perawatan kapal edisi ke-3*  
Cetakan 2022 Penerbit Djangkar, ISBN:978-979-044-621-2.
- Ir.Jusak Johan Handoyo S.E,M.Min,M.Mar.E, Abdul Rachman M.Mar.E,M.M, Tata*  
*Suryana S.T,M.T, Sistem Kontrol Edisi ke 2* Cetakan 2021 Penerbit  
Djangkar, ISBN:978-623-203-218-7.
- Soja Fatimah. (2019). *Penanganan Muatan Semen*. Bandung: Rineka Cipta.

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



**MAKALAH**

**PENANGANAN MASALAH PADA *DRY BULK HANDLING*  
*SYSTEM* UNTUK KELANCARAN BONGKAR MUAT  
DI KAPAL MV. ALLIANZ GRACE**

Oleh :

**REINOLD FRANSISKO SORITON**

**NIS. 01942/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

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



**MAKALAH**

**PENANGANAN MASALAH PADA *DRY BULK HANDLING*  
*SYSTEM* UNTUK KELANCARAN BONGKAR MUAT  
DI KAPAL MV. ALLIANZ GRACE**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

**Oleh :**

**REINOLD FRANSISKO SORITON**

**NIS. 01942/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : REINOLD FRANSISKO SORITON  
No. Induk Siswa : 01942/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENANGANAN MASALAH PADA *DRY BULK HANDLING SYSTEM* UNTUK KELANCARAN BONGKAR MUAT DI KAPAL MV. ALLIANZ GRACE

Jakarta, Mei 2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ir. Jusak J.Handoyo,S.E.,M.Min.,M.Mar.E**

Dosen STIP

**Drs. Renhard Manurung, M.M**

Dosen STIP

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M**

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**

# SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



## TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : REINOLD FRANSISKO SORITON  
No. Induk Siswa : 01942/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENANANGANAN MASALAH PADA DRY BULK  
HANDLING SYSTEM UNTUK KELANCARAN  
BONGKAR MUAT DI KAPAL MV.ALLIANZ GRACE

**Ketua Penguji**

**Penguji I**

**Penguji II**

**Ir. Supardi MSi, M.Mar.E**

Penata utama muda(IV/c)  
NIP. 197308252002121002

**Ir. Jusak.J.Handoyo SE.M.Min.M.Mar.E**

Dosen STIP

**Dr. Bambang Sumali MSc**

Pembina Tk I(IV/b)  
NIP. 196011051985031001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

**Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M**

Penata TK. I (III/d)  
NIP.198006052008121001

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa karena atas berkat dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

**“PENANANGANAN MASALAH PADA *DRY BULK HANDLING SYSTEM*  
UNTUK KELANCARAN BONGKAR MUAT DI KAPAL  
MV. ALLIANZ GRACE”**

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknika Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

1. Bapak H.Ahmad Wahid S.T.,M.T.,M.Mar.E selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Bapak Markus Yando.,SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Ir. Jusak J.Handoyo.,S.E.,M.Min.,M.Mar.E, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Drs. Renhard Manurung, M.M., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta

yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, Mei 2023

Penulis,

REINOLD FRANSISKO SORITON

NIS. 01942/T-I

## **DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b>	ii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	iv
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
D. Metode Penelitian	5
E. Waktu dan Tempat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Kerangka Pemikiran	15
<b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data	16
B. Analisis Data	18
C. Pemecahan Masalah	25
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	39
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR ISTILAH</b>	

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List

Lampiran 3. Pictures and Diagram dry bulk system

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Kapal anchor handling tug *supply* (*ahts*) merupakan salah satu alat transportasi laut yang khusus diperlukan dan digunakan untuk melayani kerja *Offshore Rig* atau *Offshore Platform* pada instalasi pengeboran minyak dan gas lepas pantai. Dari sekian jenis muatan yang diangkut oleh kapal *ahts* dalam pelayanan kerja ini terdapat muatan curah kering (*Dry Bulk Cargo*). Muatan curah kering ini terdiri dari *Cement*, *Barite* dan *Bentonite*. Adapun muatan curah kering yang diangkut oleh kapal *supply* peranannya sangatlah penting pada setiap instalasi pengeboran minyak lepas pantai, maka untuk itu diperlukan keahlian Masinis (*Engineer*) dalam melakukan perawatan-perawatan yang maksimal pada sistem penanganan muatan curah kering (*Dry Bulk Cargo Handling System*) demi kelancaran operasional.

Salah satu sistem perangkat di kapal *supply* yang tak kalah pentingnya dalam usaha untuk menunjang kelancaran pengoperasian instalasi pengeboran minyak dan gas lepas pantai adalah *dry bulk cargo handling system*. Oleh karena itu perangkat tersebut harus dijaga dan dirawat supaya dapat beroperasi dengan baik dan lancar, sehingga kita bisa mencegah seminim mungkin kendala-kendala yang mungkin akan timbul dan dapat mengakibatkan terjadinya hambatan pada operasional kapal sehingga penyuplaian bahan curah di instalasi *offshore rig platform* dapat dipenuhi.

*Dry bulk cargo handling system* menggunakan sistem *pneumatic* dengan tangki bertekanan yang berfungsi untuk menerima dan mentransfer muatan curah kering (*dry bulk cargo*). Oleh karena itu instalasi dari *dry bulk cargo handling system* tersebut menjadi salah satu prioritas dalam hal perawatan agar dalam pengoperasian berjalan dengan lancar tanpa kendala-kendala atau hambatan yang akan mengganggu pada operasional kapal maupun di instalasi *offshore rig* tersebut.

Dengan terpeliharanya perawatan sistem instalasi semen curah kering di kapal, sudah pasti akan menjadi salah satu persyaratan suatu kapal *supply* untuk dicharter oleh pihak pencharter untuk menerima ataupun mentransfer *dry bulk cargo* ke *rig* yang dalam hal ini membantu kelancaran pengoperasian pada instalasi pengeboran

minyak lepas pantai serta untuk mendapatkan hasil penilaian yang maksimal sehingga perusahaan dapat meningkatkan produktivitas dan memperoleh keuntungan atas pengoperasian kapal *supply* tersebut.

Berdasarkan pengalaman penulis ketika bekerja di atas kapal MV. Allianz Grace saat beroperasi di Zakum Oil Field. Dalam proses pemindahannya (*transfer*) semen terjadi permasalahan dimana mengalami keterlambatan pemompaan/pemindahan semen yang dikarenakan adanya penyempitan di dalam pipa-pipa *discharge* akibat sisa-sisa semen yang mengeras / membatu sehingga semen yang di *supply* ke atas rig memerlukan waktu yang lebih lama dari biasanya, hal tersebut sangat mengganggu kelancaran operasional rig dan operasional kapal. Akibat kejadian ini, dampak yang dirasakan pihak perusahaan Allianz Middle East selaku ship owner mendapat *complain* / keluhan dari pihak pencharter yang berujung pada menurunnya tingkat kepercayaan (*trust*) pencarter terhadap kredibilitas perusahaan.

Dari hal tersebut diatas, penulis tertarik untuk menuangkan pengalaman ini ke dalam bentuk makalah. Disamping itu untuk memberikan informasi bagi para pembaca mengenai proses menerima ataupun pemindahan muatan curah kering (*dry bulk cargo*) sesuai *standart procedure* di atas kapal sehingga tidak terjadi keterlambatan pemindahan muatan semen dari kapal ke *rig* maupun sebaliknya.

Sesuai dengan pengalaman penulis saat bekerja di atas kapal MV. Allianz Grace sebagai *Second Engineer* mengalami langsung permasalahan yang sering terjadi, seperti timbulnya kondensasi didalam tanki dan pipa-pipa pada instalasi semen curah dan terjadinya pengerasan semen di dalam instalasi pipa. Maka atas dasar inilah penulis tertarik melakukan penelitian melalui makalah dengan judul :

**“PENANGANAN MASALAH PADA *DRY BULK HANDLING SYSTEM* UNTUK KELANCARAN BONGKAR MUAT DI KAPAL MV. ALLIANZ GRACE”.**

## **B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH**

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

- a. Kurangnya kontrol dan kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas persiapan dan atau setelah bongkar muat.
- b. Adanya masalah di dalam tangki, valve, dan pipa-pipa pada instalasi semen curah.
- c. Kondisi volume bahan curah di dalam tangki yang masih banyak tersisa saat pembongkaran ke rig.
- d. Kurang maksimalnya air *blow line* di instalasi saluran pipa pengisian dan tekan.
- e. Dalam pengoperasian dryer system tidak bekerja dengan baik dan kurangnya penceratan manual di dryer sistem, service air tank ataupun bulk compressor yang semestinya di lakukan oleh ABK mesin yang bertugas jaga saat itu.
- f. Chief engineer ataupun masinis jaga yang kurang kompeten ataupun kurangnya pengalaman dalam pekerjaan dan pengopersian sistem bongkar muat bahan curah menjadi penyebab dari masalah tersebut.

### **2. Batasan Masalah**

Oleh karena luasnya masalah yang berkaitan dengan *dry bulk handling system* maka penulis membatasi pembahasan pada makalah ini berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di atas kapal MV. Allianz Grace, pembahasan pada makalah ini berkisar tentang :

- a. Kurangnya pengontrolan dan kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat dalam persiapan ataupun sesudah bahan curah di transfer.
- b. Adanya masalah di dalam tangki dan pipa-pipa pada instalasi semen curah.
- c.

### **3. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, maka penulis dapat merumuskan pembahasan pada makalah ini sebagai berikut :

- a. Mengapa kurangnya kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat ?
- b. Apa yang menyebabkan adanya masalah pada tangki dan pipa-pipa pada instalasi semen curah?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk mengetahui penyebab kurangnya kinerja ABK Mesin dalam melaksanakan tugas bongkar muat dan mencari solusi yang tepat untuk mengatasinya.
- b. Untuk mengetahui faktor penyebab adanya masalah pada tangki dan pipa - pipa pada instalasi semen curah dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

### **2. Manfaat Penelitian**

#### **a. Manfaat Teoritis**

Sebagai tambahan pengetahuan literatur tentang penanganan masalah penanganan masalah pada *dry bulk handling system* untuk kelancaran bongkar muat di kapal Allianz Grace.

#### **b. Aspek Praktis**

- 1) Sebagai panduan praktis dalam memecahkan masalah kondensasi di dalam tangki dan pada pipa-pipa pada Instalasi semen curah.
- 2) Sebagai masukan bagi pihak perusahaan pelayaran untuk lebih selektif dalam penerimaan ABK Mesin baru

## **D. METODE PENELITIAN**

### **1. Metode Pendekatan**

Dalam pembuatan makalah ini penulis melakukan penelitian dengan menggunakan metode pendekatan antara lain :

#### **a. Studi Kasus**

Penulis mengadakan penelitian dalam rangka mengatasi masalah yang nyata serta banyaknya kejadian-kejadian yang dapat menyebabkan kegiatan bongkar muat semen di kapal Allianz Grace tidak berjalan lancar, untuk itu perlu dicari solusi pemecahannya agar apa yang diinginkan dapat tercapai.

#### **b. Pemecahan Masalah**

Penulis berikan pemecahan masalah berdasarkan pengamatan langsung di atas kapal, dengan upaya melakukan perawatan secara rutin sesuai *plan maintenance system (PMS)*. Sehingga permasalahan tersebut bisa di minimalisir ataupun tidak lagi terjadi dalam kegiatan bongkar muat bahan curah di kapal Allianz Grace.

#### **c. Deskriptif Kualitatif**

Suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi untuk menyelidiki suatu yang berhubungan dan berkaitan dengan *dry bulk handling system*.

### **2. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam pengumpulan data-data makalah ini, penulis menggunakan teknik-teknik sebagai berikut :

#### **a. Observasi (pengamatan)**

Berdasarkan pengalaman yang dialami penulis selama bekerja di atas kapal MV. Allianz Grace khususnya dalam mengatasi masalah di dalam tangki dan pipa-pipa pada Instalasi semen curah.

### **b. Metode Perpustakaan**

Data informasi didapatkan dari buku-buku dan literatur yang berkaitan dengan judul makalah dalam hal ini berkaitan dengan manajemen perawatan dan mengacu pada SOLAS 1974 dan MARPOL 73/78 annex II bahan kimia beracun dalam bentuk curah.

### **c. Deskripsi Kualitatif**

Berdasarkan fakta-fakta permasalahan yang ditemukan sewaktu penulis bekerja di kapal MV. Allianz Grace.

## **3. Subjek Penelitian**

Dalam penyusunan makalah ini penulis mengambil *dry bulk handling system* pada kapal MV. Allianz Grace sebagai subyek pada penelitian yang mana penulis bekerja sebagai *Second Engineer* dan mengadakan pengamatan berkaitan dengan terjadinya kondensasi pada *dry bulk handling system*.

## **4. Teknik Analisis Data**

Tehnik analisis data yang penulis gunakan dalam pembuatan makalah ini adalah teknik analisis deskriptif kualitatif yaitu dengan cara menggambarkan data-data yang sudah penulis dapatkan sebelumnya. Analisis berdasarkan survei, pengamatan dan pengalaman penulis sendiri sebagai *Second Engineer* di atas kapal MV. Allianz Grace.

## **E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama bekerja di atas MV. Allianz Grace sebagai *Second Engineer* sejak 16 Maret 2022 sampai dengan 12 Maret 2023.

### **2. Tempat penelitian**

Penelitian dilaksanakan di atas kapal MV. Allianz Grace milik perusahaan Allianz Middle East, isi kotor GT 1.678 yang beroperasi di area Zakum Oil Field Abu Dhabi.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan akan mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisis data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

### **BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta hasil survei angket dan sebagainya termasuk pengolahan data. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

### **BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN**

Menjelaskan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas di dalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah ini, maka penulis membuat tinjauan pustaka yang akan memaparkan definisi-definisi, istilah-istilah dan teori-teori yang terkait dan mendukung pembahasan pada makalah ini. Adapun beberapa sumber yang oleh penulis dijadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut :

##### **1. *Bulk Handling System***

###### **a. Definisi *Bulk Handling System***

Menurut Mac Gregor bahwa *bulk handling system* adalah peralatan standar untuk kapal *supply* yang digunakan pada *offshore*, memungkinkan kapal tersebut melakukan perannya sebagai penyuplai. Fungsi utama dari sistem seperti ini adalah untuk menerima *cargo*, menyimpan dan melakukan *transfer*.

Terjadinya pengerasan semen didalam sistem pipa-pipa tekan dan *bulk tank* akibat terjadinya pencampuran antara air dan sisa-sisa muatan semen. Kandungan air terjadi akibat dari udara yang dihasilkan masih mengandung air dan kondensasi pada sistem pipa-pipa dan tangki.

Dimana udara sekitar kamar mesin dihisap oleh kompresor yang mengandung banyak uap air. Jika uap air ini tidak dikeringkan oleh *dryer* maka uap air ini akan terbawa ke sistem dan dapat menyebabkan pengerasan semen pada pipa-pipa dan *bulk tank*, sedangkan kondensasi dapat terjadi karena lebih rendahnya temperatur didalam *bulk tank* semen dengan temperatur udara luar atau kamar mesin. Dengan adanya perbedaan temperatur ini akan mengakibatkan proses kondensasi.

Kondensasi atau yang dikenal dengan pengembunan adalah perubahan wujud zat dari gas menjadi zat cair. Pengembunan atau kondensasi merupakan proses perubahan zat yang melepaskan kalor atau panas. Kondensasi atau pengembunan merupakan lawan dari penguapan atau evaporasi yang melepaskan panas.

Proses kondensasi yang terjadi pada *bulk handling system* dipengaruhi seberapa banyak kandungan air yang terbawa oleh udara yang dihasilkan oleh kompresor udara untuk menekan muatan tersebut. Uap air hanya akan terkondensasi pada suatu permukaan ketika permukaan tersebut lebih dingin dari titik embunnya atau uap air telah mencapai keseimbangan di udara, seperti kelembapan jenuh. Titik embun udara adalah temperatur yang harus dicapai agar mulai terjadi kondensasi di udara. Pengertian yang paling umum dari semen adalah bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. ([www.wikipedia.org/wiki/kondensasi](http://www.wikipedia.org/wiki/kondensasi))

Maka jelas apabila adanya pencampuran muatan semen curah dengan zat cair yang disebabkan oleh udara lembab yang mengembun masuk ke dalam *bulk tank* dan sistem pipa-pipa tekan selama proses bongkar atau muat semen curah berlangsung akan mengakibatkan pengerasan sehingga akan menghambat *cargo operation*.

## **b. *Technical Specifications Dry Bulk Handling System***

### **1) *Bulk tank***

*Bulk tank* yaitu tangki silinder yang dibentuk sedemikian rupa pada posisi horizontal atau vertikal untuk menampung *dry bulk cargo* dan menyimpan material dalam bentuk muatan curah seperti *cement*, *barite*, dan *bentonite* sebelum di *transfer* ke *rig* untuk keperluan pengeboran minyak lepas pantai. Pada tangki *dry bulk cargo* terdapat 6 *valve* utama untuk pengoperasian kegiatan muat (*loading*) atau bongkar (*discharge*).

- a) *Air Valve (AV)*, berfungsi untuk mengatur masuknya udara bertekanan dari *bulk air compressor* kedalam tangki setelah melalui *dryer*.
- b) *Discharge Valve (DV)*, berfungsi untuk mengatur *dry bulk cargo* yang sudah bercampur dengan udara bertekanan keluar dari tangki menuju ke *discharge line* untuk kemudian menuju ketangki yang dituju.
- c) *Filling Valve (FV)*, berfungsi untuk mengatur *dry bulk cargo* yang akan diisikan kedalam tangki.
- d) *Ventilation Valve (VV)*, berfungsi untuk mengatur keluaranya udara bertekanan pada saat selesai proses bongkar (*discharge*) atau pun setelah *dry bulk cargo* mengendap pada saat muat (*loading*).
- e) *Jet Purging Valve*, Valve ini berada pada sistem dimana berfungsi untuk menghembuskan line/pipa dengan udara bertekanan untuk :
  - (1) Membantu *dry bulk cargo* yang sudah bercampur dengan udara mengalir ke tangki tujuan.
  - (2) Melakukan proses *blow line* (mendorong/membersihkan sistem line/pipa dari sisa muatan).
  - (3) *Cleaning Valve*. valve ini berfungsi untuk mengatur masuknya udara bertekanan dari *compressor* untuk proses pembersihan tangki, apabila tekanan udara di dalam tangki turun menjadi 0,5 bar saat proses *discharge bulk material*, maka udara tekan akan diisi kembali ke dalam tanki sampai kurang lebih 4,0 bar untuk proses *cleaning tank*, valve ini di buka selama kurang lebih 15 detik untuk 4 - 5 kali posisi buka tutup sampai tangki benar-benar tidak bisa di transfer lagi ke tangki lainnya.

## 2) *Bulk compressor*

*Bulk compressor* digunakan untuk menghasilkan udara kemudian disupply ke dalam *bulk tank* yang nantinya di gunakan untuk proses *discharge dry bulk cargo* dari satu tangki ke tangki lain yang dikehendaki. Kompresor ini menghasilkan udara dengan tekanan yang tidak terlalu tinggi 5,0 bar sampai 6,0 bar. *Bulk Compressor* pada kapal AHTS.Allianz Grace ada 2 unit. Kapasitas udara yang dihasilkan masing-masing *bulk compressor* adalah 13 m<sup>3</sup>/menit.

## 3) *Air dryer*

*Air dryer* yaitu suatu alat yang berfungsi sebagai pengering udara tekan yang dihasilkan oleh *bulk compressor* sebelum masuk ke dalam tangki. *Air dryer* pada kapal AHTS.Allianz Grace terdapat 2 unit merk : *Xeroaqua GT-series 7075*.

## 2. Bongkar Muat

Sistem bongkar muat semen yaitu rangkaian komponen peralatan bantu yang bekerja sama sesuai dengan fungsinya demi mempermudah bongkar muat semen dari darat maupun dari rig ke kapal yang disebut muat kargo (*loading cargo*) dan dari kapal ke darat maupun ke *rig* yang disebut bongkar kargo (*discharge cargo*).

Untuk lebih memudahkan di dalam menganalisa masalah, perlu melihat *Standard Operating Procedure* (SOP) dari *Discharge dry bulk cargo* sesuai manual book Vanalst *bulk handling system* di atas kapal sebagai berikut :

- a. Pastikan *cement hose* dari *rig* telah tersambung dengan tepat dan kuat pada *manifold station* di atas kapal, serta keran - keran pada saluran pipa di atas deck dibuka secara manual.
- b. Adakan komunikasi dengan personel di atas *rig* untuk mempersiapkan sistim instalasi tangki penampung semen.
- c. Sambil menunggu persiapan di atas *rig*, kita bisa mulai menjalankan *bulk*

*air compressor* untuk menaikkan tekanan di dalam tangki semen dengan posisi *discharge valve* pada tangki tertutup, sampai dengan 4,5 bar.

- d. Setelah instalasi tangki penerima di atas *rig* sudah siap, kita bisa mulai *blow line*.
- e. Pada saat *blow line*, *jet purge air valve* dibuka 100%, perhatikan *air vent* dari tangki semen di atas *rig* dan tekanan udara pada *bulk air compressor*. Pada *air vent* harus terlihat keluarnya udara bercampur dengan debu semen yang menandakan saluran pipa-pipa semen tidak ada penyumbatan. Langkah ini dilakukan selama sekurang - kurangnya 10 menit.
- f. Setelah itu informasikan ke personel *rig* bahwa kita akan mulai *discharge* semen.
- g. Pada langkah ini *jet purge air valve* dibuka 30% - 40%, *air inlet valve* pada tangki dibuka, kemudian *discharge valve* pada tangki dibuka. Berjalannya aliran semen ditandai dengan bergerak -geraknya *cement hose* dan pada *air vent* di atas *rig* keluar debu semen.
- h. Pada waktu proses pemompaan semen, tekanan dalam tangki semen harus di pertahankan 4.0 bar – 4,5 bar dengan cara mengatur besar kecilnya pembukaan *jet purge air valve*.
- i. Apabila tekanan dalam tanki sudah turun sampai 0,5 bar maka tutup *discharge valve*, kemudian isi kembali udara bertekanan ke dalam tangki sampai 4,0 bar – 4,5 bar untuk proses pembersihan tangki dengan cara membuka *cleaning valve* dengan interval 4-5 kali selama masing-masing 15 detik posisi buka tutup sampai tanki benar-benar dalam keadaan kosong.
- j. Setelah proses pemompaan semen selesai, baik karena semua material semen habis atau karena permintaan dari pihak *rig* karena tangki penerima penuh, kemudian dilanjutkan dengan *blow line* dengan terlebih dahulu menginformasikan ke personel *rig*. Habisnya material semen dalam tangki terindikasi dari menurunnya tekanan dalam tangki semen menjadi sama dengan tekanan pada *bulk air compressor*.

- k. *Blow line* pada langkah ini dilakukan sama seperti pada langkah sebelum proses pemompaan.
- l. Langkah berikutnya matikan *bulk air compressor*, tutup semua *air inlet valve*, *discharge valve* dan *membuka air vent valve* pada tangki semen.
- m. Tahap terakhir adalah melepas *cement hose* di atas dek. Yang perlu diperhatikan sebelum membuka sambungan, pastikan keran sebelum sambungan dan setelah sambungan (di atas *rig*) sudah tertutup, kemudian cerat sisa udara tekan pada sambungan dengan membuka keran cerat yang tersedia. Setelah dipastikan tidak ada sisa tekanan udara pada sambungan, barulah *cement hose* bisa dilepas dengan aman.

### **3. Kondensasi dan Pengerasan Semen**

#### **a. Kondensasi**

Menurut Soja Fatimah bahwa kondensasi atau yang dikenal dengan pengembunan adalah perubahan wujud zat dari gas menjadi zat cair. Pengembunan atau kondensasi merupakan proses perubahan zat yang melepaskan kalor atau panas. Kondensasi atau pengembunan merupakan lawan dari penguapan atau evaporasi yang melepaskan panas.

Adapun jenis kondensasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu kondensasi eksterior dan juga kondensasi interior berikut penjelasannya:

- 1) Kondensasi Eksterior yaitu sebuah kondensasi yang terjadi pada saat udara lembab menyentuh di permukaan yang dingin seperti kaca.
- 2) Kondensasi Interior yaitu sebuah kondensasi yang terjadi pada saat kelembaban udara yang terlalu berlebihan pada suatu ruangan tertutup sehingga apabila berbanding lurus dengan banyaknya udara hangat dalam ruangan akan menyebabkan udara hangat.

Proses kondensasi yang terjadi pada *bulk handling system* dipengaruhi seberapa banyak kandungan air yang terbawa oleh udara yang dihasilkan oleh kompresor udara untuk menekan muatan tersebut. Uap air hanya akan terkondensasi pada suatu permukaan ketika permukaan tersebut lebih dingin dari titik embunnya, atau uap air telah mencapai kesetimbangan di

udara, seperti kelembapan jenuh. Titik embun udara adalah temperatur yang harus dicapai agar mulai terjadi kondensasi di udara.

Maka jelas apabila adanya pencampuran muatan semen curah dengan zat cair yang disebabkan oleh udara lembab yang mengembun masuk ke dalam *bulk tank* dan sistem pipa-pipa tekan selama proses bongkar atau muat semen curah berlangsung akan mengakibatkan pengerasan sehingga akan menghambat *cargo operation*.

#### **b. Pengerasan Semen**

Pengertian yang paling umum dari semen adalah bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. Maka jelas apabila adanya pencampuran muatan semen curah dengan zat cair yang disebabkan oleh udara lembab yang mengembun masuk ke dalam *bulk tank* dan sistem pipa-pipa tekan selama proses bongkar atau muat semen curah berlangsung akan mengakibatkan pengerasan sehingga akan menghambat *cargo operation*.

Terjadinya pengerasan semen di dalam sistem pipa-pipa tekan dan *bulk tank* penyebabnya adalah terjadinya pencampuran antara air dan sisa-sisa muatan semen. Dimana udara sekitar kamar mesin dihisap oleh kompresor yang mengandung banyak uap air. Jika uap air ini tidak dikeringkan oleh *dryer* maka uap air ini akan terbawa ke sistem dan dapat menyebabkan pengerasan semen pada pipa-pipa tekan atau udara dan *bulk tank*.

Kelembaban yang timbul karena semen menyerap uap air dan CO<sub>2</sub> dan dalam jumlah yang cukup banyak menyebabkan penggumpalan semen yang menurunkan kualitasnya karena bertambahnya *Loss On Ignition (LOI)* dan menurunnya spesifik gravity sehingga kekuatan semen menurun.

## B. KERANGKA PEMIKIRAN



