



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA**

FINAL
KNKT.15.11.07.03

Laporan Investigasi Kecelakaan Pelayaran

**Kebakaran di Kamar Mesin *MT. Nusa Bintang*
(IMO No. 9005508)
Jetty Terminal LPG Tanjung Sekong, Merak Banten
Republik Indonesia
20 November 2015**



2017

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

Keselamatan merupakan pertimbangan utama KNKT untuk mengusulkan rekomendasi keselamatan sebagai hasil suatu penyelidikan dan penelitian.

KNKT menyadari bahwa dalam pengimplementasian suatu rekomendasi kasus yang terkait dapat menambah biaya operasional dan manajemen instansi/pihak terkait.

Para pembaca sangat disarankan untuk menggunakan informasi laporan KNKT ini untuk meningkatkan dan mengembangkan keselamatan transportasi;

Laporan KNKT tidak dapat digunakan sebagai dasar untuk menuntut dan menggugat di hadapan peradilan manapun.

Laporan ini disusun didasarkan pada:

1. Undang-undang nomor 17 tahun 2008 tentang Pelayaran, pasal 256 dan 257 berikut penjelasannya
2. Peraturan Pemerintah nomor 62 tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan
3. Peraturan Presiden nomor 02 tahun 2012 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi
4. IMO Resolution A.849 (21) tentang investigasi kecelakaan pelayaran
5. IMO Resolution MSC.255 (84) tentang kode investigasi kecelakaan

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Perhubungan Lantai 3, Kementerian Perhubungan, Jln. Medan Merdeka Timur No. 5, Jakarta 10110, Indonesia, pada tahun 2017.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| DAFTAR ISI | iii |
| SINOPSIS | v |
| I. INFORMASI FAKTUAL | 1 |
| I.1. DATA KAPAL..... | 1 |
| I.1.1. Data Utama Kapal..... | 1 |
| I.1.2. Permesinan kapal | 2 |
| I.1.3. Peralatan navigasi dan Komunikasi | 3 |
| I.1.4. Struktur Bangunan Atas Kapal dan Tangki Muat serta sistem pemuatannya..... | 3 |
| I.1.5. Sistem Pemadam Kebakaran Kapal | 4 |
| I.2. AWAK KAPAL..... | 4 |
| I.3. MUATAN KAPAL..... | 5 |
| I.4. KRONOLOGI KEJADIAN | 5 |
| I.5. PENANGANAN TIM DARURAT SETELAH KEBAKARAN | 7 |
| I.6. AKIBAT KECELAKAAN | 7 |
| I.6.1. Pengamatan Laboratorium..... | 10 |
| II. ANALISIS | 15 |
| II.1. KEJADIAN KEBAKARAN | 15 |
| II.2. PENANGANAN KONDISI DARURAT PROSES BONGKAR MUAT ANGKUTAN LPG ... | 16 |
| II.2.1. Penanganan korban dan kejadian kebakaran di kapal..... | 16 |
| III. KESIMPULAN | 17 |
| III.1. PENYEBAB KEBAKARAN | 17 |
| III.2. FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI..... | 17 |
| III.3. FAKTOR KESELAMATAN LAINNYA..... | 17 |
| IV. REKOMENDASI | 19 |
| IV.1. PT. JAYA PRIMA NUSANTARA | 19 |
| V. sumber INFORMASI..... | 21 |

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

SINOPSIS

Pada tanggal 19 November 2015, awak kapal MT. Nusa Bintang melakukan perawatan pada mesin bantu (Auxiliary Engine) No. 2, yaitu perbaikan pada Cylinder Head dari piston. Setelah selesai melakukan perbaikan pada cylinder head, maka masinis II melakukan uji coba dengan men-start AE tersebut. Hasil pengujian dinyatakan baik dan mesin dapat menyala kembali. Pada tanggal 20 November 2015, pukul 1445, masinis jaga menyalakan AE No. 2 untuk dipersiapkan membantu daya listrik pompa bongkar muatan.

Pada waktu mesin menyala terjadi getaran yang besar atau dikatakan mesinnya tidak normal. Selanjutnya masinis jaga bergegas ke ruang kontrol untuk mematikan mesin tersebut. Sebelum mesin berhasil dimatikan terjadi suara ledakan dan diikuti keluarnya asap tebal dan nyala api. Kebakaran mengakibatkan 2 orang awak mesin mengalami luka bakar sedang dan menyebabkan seluruh sistem kelistrikan kapal tidak dapat bekerja.

Penelitian lebih lanjut terhadap kondisi kebakaran menunjukkan bahwa kebakaran diawali pada putusnya 2 unit cap bolt (pena batang) *connecting rod* di silinder no 3. Akibat dari putusnya pena batang ini, *connecting rod* terlepas dari crankshaft dan menarik piston hingga jatuh ke luar ruang pembakaran. Selanjutnya piston ini mendapat pukulan dari *connecting rod* pada saat masih bekerja dan menimpa blok mesin sisi kiri hingga pecah. Api selanjutnya keluar dari kerusakan dan menjalar ke bagian lain di kamar mesin.

KNKT menyampaikan beberapa butir rekomendasi terkait dengan temuan-temuan selama proses investigasi yang utamanya berfokus pada peningkatan perawatan permesinan kapal. Disamping sisi teknis kebakaran, KNKT juga menyampaikan perlunya pelatihan secara berkala yang dilaksanakan dengan baik dan benar untuk meningkatkan kemampuan tim tanggap darurat baik dari sisi kapal maupun di sisi darat (terminal LPG).

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

I. INFORMASI FAKTUAL



Gambar I-1: Kondisi MT. Nusa Bintanglego jangkar di Perairan Selat Sunda

I.1. DATA KAPAL

I.1.1. Data Utama Kapal

MT. Nusa Bintang ex Cornwall (IMO No. 9005508) adalah kapal pengangkut *liquefied petroleum gas* (LPG) berbendera Indonesia yang dibangun pada tahun 1992 dengan bahan dasar baja di galangan kapal *Cantieri Navali SpA* Italia. Pada saat kejadian kapal dalam kepemilikan PT. Jaya Prima Nusantara dan disewa oleh PT. Pertamina. Kapal diklaskan pada *dual-class* yaitu pada *Lloyds Register* (LR) dan PT. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

Ukuran utama dari *MT. Nusa Bintang* adalah sebagai berikut:

| | |
|--|-------------|
| Panjang Keseluruhan (<i>Length Over All</i>) | : 145.03 m |
| Panjang antar garis tegak (<i>Perpendicular</i>) | : 109.4 m |
| Lebar Keseluruhan (<i>Breadth</i>) | : 20.00 m |
| Tinggi (<i>Height</i>) | : 10.00 m |
| Sarat maksimum (<i>draught</i>) | : 6.03 m |
| Bobot Mati (<i>Deadweight</i>) | : 9 199 ton |
| Berat Kapal ringan (<i>lightweight</i>) | : 6903 ton |
| Tonase Kotor (GT) | : 11361 |
| Tonase Bersih (NT) | : 4774 |
| Lambung Timbul | : 1673 mm |

I.1.2. Permesinan kapal

Mesin Induk

Untuk berolah gerak, kapal dilengkapi dengan satu unit mesin induk jenis diesel 4 langkah merk *SULZER type 5RTA52* dengan daya 9600 HP. Mesin induk ini menggerakkan satu unit *fixed pitch propeller* dan dapat menghasilkan kecepatan kapal hingga 17 knot pada putaran mesin maksimum (MCR).

Mesin Bantu

Daya kelistrikan kapal didukung oleh 3 unit mesin bantu jenis diesel merk MAN B & W model: 6 L 23/30 buatan tahun 1990. Pada putaran mesin maksimum mesin bantu dimaksud akan dapat menghasilkan daya sebesar 790 Kw.

Berdasarkan spesifikasi mesin yang dikeluarkan oleh pabrikan didapatkan data-data mesin bantu dimaksud sebagai berikut:

| | |
|--------------------------------|---|
| <i>Cycle</i> | : 4-stroke |
| <i>Configuration</i> | : In-line |
| <i>Cyl. Nos. available</i> | : 5-6-7-8 |
| <i>Power range</i> | : 650-1280 kW |
| <i>Speed</i> | : 720/750/900 rpm |
| <i>Bore, Stroke, Ratio</i> | : 225 mm, 300 mm, (1.33:1) |
| <i>Piston area per cyl.</i> | : 398 cm ² |
| <i>Swept volume per cyl.</i> | : 11.9 ltr. |
| <i>Compression ratio</i> | : 13.5:1 |
| <i>Max. comb. Pres</i> | : 130 bar* |
| <i>Turbocharging principle</i> | : Constant pressure system and intercooling |
| <i>Fuel quality acceptance</i> | : HFO (up to 700 cSt/50° C, RMK700), MDO (DMB) - MGO (DMA, DMZ), according ISO8217-2010 |

Mesin AE No. 2 dibuat pada tahun 1992. Data kinerja permesinan menunjukkan bahwa *running hour* mesin AE No. 2 telah mencapai 74.478 jam pada pemeriksaan terakhir tanggal 19 November 2015. Berdasarkan keterangan awak mesin mesin AE No. 2 telah beberapa kali mengalami perbaikan baik yang bersifat perbaikan ringan maupun perbaikan keseluruhan (*overhaul*).

Seluruh permesinan kapal di atas MT. Nusa Bintang mengikuti *planned maintenance system*. Hal ini berarti seluruh kondisi permesinan berikut kinerja seluruh komponen terpantau dan tercatat dengan baik. Perbaikan besar (*major overhaul*) terhadap mesin AE No. 2 dilakukan pada tahun 2014. Seminggu sebelum kejadian, perbaikan *top overhaul* dilakukan terhadap mesin AE No. 2 silinder no. 1 dan no. 6.

Pengikatan pena batang

Pena batang ini dipasang untuk mengunci batang menghubungkan. Pada saat pemasangannya perlu diperhatikan besaran torsi pada masing-masing pena batang. Gaya puntir yang dihasilkan pada masing-masing pena batang harus sama dan dilakukan pengukuran secara berkala pada saat perbaikan. Pengikatan yang melebihi batas bisa menyebabkan timbulnya tegangan mula yang dapat mempercepat putusnya baut pena engkol. Pergantian terhadap komponen perlu diperhatikan pada saat kinerja mesin mencapai 25000 sampai dengan 30000 jam.

Berdasarkan keterangan awak kapal terkait, overhaul besar mesin AE no. 2 dilakukan pada tahun 2014 yang dilakukan oleh pekerja darat. Catatan awak kapal menyatakan bahwa pada saat itu dilakukan pembongkaran dan pemasangan ulang seluruh komponen mesin AE No. 2 termasuk pelepasan komponen terkait dan perbaikan pada silinder no. 3. Pada periode berikutnya perawatan mesin AE No. 2 yang dilakukan merupakan perawatan ringan seperti halnya top overhaul yang dilakukan sebelum kejadian. Investigasi KNKT tidak menemukan adanya catatan di kapal tentang adanya besaran kunci torsi pada baut pena engkol di mesin AE no. 2 khususnya pada silinder no. 3. Namun demikian, dapat disampaikan beberapa hal yang dapat menyebabkan adanya perbedaan torsi atau kekuatan ikat pena engkol dimaksud.

- Pada waktu pemasangan pena engkol batang penghubung di silinder no. 3 dimungkinkan terjadi perbedaan kekuatan penguncian.
- Bahan-bahan logam yang cacat dan pengerjaannya yang buruk juga dapat menyebabkan patahnya baut pengikat bantalan pena engkol.

Kinerja mesin AE. No. 2 silinder no. 3 ditengarai kurang baik. Hal ini ditunjukkan adanya guratan pada permukaan silinder liner (**Error! Reference source not found.**). Goresan tersebut besar kemungkinan terjadi antara piston ring dengan silinder liner karena kurang baiknya sistem pelumasan. Pada mesin yang mengalami overspeed running maka gaya inersial dari piston akan meningkat tajam sampai menyebabkan bahan baut mencapai/melewati batas kekuatannya

I.1.3. Peralatan navigasi dan Komunikasi

Pada MT. Nusa Bintang terpasang serangkaian peralatan navigasi yang terdiri dari radar, ECDIS, GPS Receiver, AIS receiver, dan Radio Telekomunikasi yang terdiri dari VHF dan two way radio.

I.1.4. Struktur Bangunan Atas Kapal dan Tangki Muat serta sistem pemuatannya

MT. Nusa Bintang didesain untuk dapat mengangkut beberapa jenis muatan komponen LNG seperti halnya Butan, Butadiene, Propane, Propylene, Ammonia dan VCM (vinyl chloride monomer). Kapal memiliki 6 tangki muat jenis C type¹ yang terpasang kanan dan kiri dengan kapasitas total sebesar 16 664 m³. Tanki-tanki muat ini terletak di depan bangunan akomodasi kapal. Untuk pemuatan, kapal dilengkapi dengan:

- 6 unit *deepwel pump* dengan kapasitas 250 m³/jam,

¹ C type tank: Tanki kompresi berbentuk silindris

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

- 2 *cargo booster centrifugal pump* dengan kapasitas masing-masing 250 m³/jam,
- 3 Cargo Compressor 2 stage dengan kapasitas masing-masing 1063 m³/jam

Prinsip dukungan daya listrik untuk proses bongkar muat adalah dengan mengoperasikan 2 unit mesin AE dan 1 unit untuk *standby*.

I.1.5. Sistem Pemadam Kebakaran Kapal

Di atas kapal dilengkapi dengan serangkaian peralatan pendeteksi dan pemadam kebakaran baik yang berupa *fixed installation* maupun *portable* sesuai dengan ketentuan peraturan keselamatan kapal angkut LPG. Peralatan pendeteksi bahaya kebakaran berupa *heat sensor*, *smoke sensor*, *flame sensor* dan *combustible gas censor*.

Tim pemadam kebakaran dilengkapi dengan peralatan pemadam api jinjing yang berupa CO₂ dan *dry chemical*, peralatan pemadam api tetap berupa selang dan *hydrant*. Khususnya di kamar mesin, kapal dilengkapi dengan instalasi pemadam api tetap CO₂ yang diaktifkan dari *Engine Control Room*.

I.2. AWAK KAPAL

Pada saat kejadian, *MT. Nusa Bintang* diawaki oleh 24 orang yang semuanya berkebangsaan Indonesia yang terdiri dari 10 perwira dan 14 rating.

Nakhoda *MT. Nusa Bintang* memiliki sertifikat kompetensi Ahli Nautika Tingkat (ANT)-I yang diambil pada tahun 2014. Yang bersangkutan memulai karir sebagai pelaut sejak tahun 2001 di berbagai jenis kapal pengangkut gas. Nakhoda bergabung dengan *MT. Nusa Bintang* sejak bulan Juni 2015.

Kepala Kamar Mesin memulai karir sebagai pelaut sejak tahun 1998. Pada saat kejadian KKM telah memiliki sertifikat kompetensi Ahli Teknik Tingkat (ATT)-I yang didapatkan pada tahun 2013. Yang bersangkutan telah bergabung dengan *MT. Nusa Bintang* sejak September 2015 dengan jabatan sebagai KKM.

Mualim I memulai karir sebagai pelaut sejak tahun 2005 di berbagai jenis kapal. Yang bersangkutan pada saat kejadian telah memiliki sertifikat kompetensi ANT-II yang didatkan pada tahun 2009. Mualim I bergabung dengan *MT. Nusa Bintang* sejak Oktober 2015

Masinis 2 memiliki sertifikat kompetensi ATT-IV yang didapatkan pada tahun 2000. Yang bersangkutan bergabung dengan *MT. Nusa Bintang* sejak November 2015.

Masinis 3 memiliki sertifikat kompetensi ATT-IV yang didapatkan pada tahun 2005. Yang bersangkutan bergabung dengan *MT. Nusa Bintang* sejak Juni 2015.

Electrician memiliki sertifikat kompetensi ATT-D yang didapatkan pada tahun 2001. Yang bersangkutan memiliki pengalaman berlayar 15 tahun. *Electrician* bergabung dengan *MT. Nusa Bintang* 5 hari sebelum kejadian kecelakaan. Semenjak bergabung dengan *MT. Nusa Bintang*, yang bersangkutan baru menerima familiarisasi awal dan belum pernah mengikuti pelatihan kondisi darurat di kapal.

I.3. MUATAN KAPAL

MT. Nusa Bintang membawa 8000 KL muatan *Liquefied Petroleum Gases (LPG)*. LPG merupakan substansi yang biasanya terdiri dari dua unsur utama yaitu *propane* dan *butane*. Kedua substansi ini dapat dikemas secara terpisah atau juga dicampur sekaligus dalam pengapalannya.

Secara umum, gas yang dicairkan merupakan *hydrocarbon* dan tingkatan titik kebakarannya yang membuat gas ini menjadi sumber energy dunia. Namun demikian titik bakar itu juga yang membuat gas ini menjadi sangat berbahaya. Dikarenakan pengiriman gas ini dalam jumlah yang sangat besar, harus dipertimbangkan secara seksama tentang keselamatannya terutama potensi kebocoran dan pembatasan terhadap seluruh resiko sumber kebakaran.

LPG merupakan gas yang sangat mudah terbakar. Jika terjadi kebocoran yang berupa cairan atau gas, prioritas utama dalam kondisi darurat yang harus diperhatikan oleh Tim Penanganan Darurat harus berfokus pada:

- Menghentikan aliran gas
- Mencegah terjadinya percikan api atau potensi kebakaran lain
- Menghilangkan awan gas yang timbul

I.4. KRONOLOGI KEJADIAN

Pada tanggal 19 November 2015, MT. Nusa Bintang melakukan pemuatan 8000 Metric Ton LPG di terminal LPG Teluk Semangka. KKM memerintahkan Masinis 3 untuk melakukan perbaikan terhadap Mesin Bantu/*Auxiliary Engine (AE)* No. 2 dengan mengganti *packing seal cylinder head (top overhaul)* pada silinder no.3. Pukul 14.42 WIB, pemuatan selesai dilakukan. Pukul 17.12 WIB, Kapal selanjutnya berangkat dari Terminal Teluk Semangka menuju Tanjung Sekong.

Proses *top overhaul* terhadap mesin AE No. 2 selesai dilakukan pada hari itu juga.

Pada tanggal 20 November 2015, pukul 08.24 WIB, MT. Nusa Bintang tiba di Terminal LPG Tanjung Sekong untuk melakukan pembongkaran 8000 Metric Ton LPG.

KKM memerintahkan Masinis 3 untuk menyiapkan AE No.1 dan AE No.3 untuk mensuplai daya listrik ke pompa muatan. Pukul 07.00 WIB, AE no. 3 mulai dinyalakan.

Pukul 08.36 WIB, kapal mulai sandar di Jetty Terminal Tanjung Sekong.

Pukul 09.18 WIB, tim darat yang terdiri dari keagenan kapal dan *loading master* bersama dengan tim kapal melaksanakan *discharging briefing* yang berisi tentang keselamatan proses pembongkaran muatan. Briefing keselamatan ini disertakan *checklist* yang berisi hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat bongkar muat. Termasuk pembagian kewenangan terhadap kondisi tanggap darurat yang dapat terjadi. Pukul 10.42 WIB, *Marine Loading Arm (MLA)* terpasang dengan *cargo manifold* di kapal. Pukul 10.48 WIB, dilakukan pengujian kebocoran dan dinyatakan *loading system* dalam kondisi baik dan siap untuk dilaksanakan pembongkaran.

Pukul 11.42 WIB, pembongkaran muatan mulai dilakukan. Mualim I memeriksa kondisi *manifold* pemuatan secara reguler.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

Pukul 12.00 WIB, pada saat makan siang KKM meminta Masinis 3 untuk mengoperasikan AE No.2 untuk berjaga (*standby*) membantu daya listrik ke pompa bongkar.

Pukul 13.30 WIB, Masinis 2 dan *Electrician* berada di kamar mesin untuk melakukan perawatan terhadap *freshwater generator* (Mesin pembangkit air tawar).

Pukul 14.45 WIB, Masinis 3 menuju ke *engine control room* untuk menyalakan mesin AE No.2. Mesin mulai berjalan dengan posisi suplai daya *standby*. Sementara itu proses pembongkaran muatan telah mentransfer 800 KL dari rencana 8000 KL muatan LPG.

Pukul 14.55 WIB, terdengar bunyi dan getaran yang tidak biasa di mesin AE No.2. Selanjutnya terjadi ledakan dan api muncul dari mesin AE No.2. Pemeriksaan terhadap kebakaran menunjukkan dinding mesin (*deck shell*) mesin AE No. 2 mengalami kerusakan/pecah pada silinder no. 3 yang disebabkan benturan *piston crown* yang terlepas dari silinder dimaksud.

Pada saat *piston crown* membentur dan menjebol *deck shell*, mesin AE no. 2 masih beroperasi meskipun silinder no. 3 sudah mengalami kerusakan. Pada kondisi dimaksud, *injector* bahan bakar masih tetap mensuplai bahan bakar. Akumulasi bahan bakar ini yang selanjutnya menjadi sumber bahan mudah terbakar dan mengakibatkan kebakaran ke bagian lain di kamar mesin.

Api menyambar Masinis 2 dan *Electrician* yang sedang berada di posisi sekitar lokasi awal kebakaran. Masinis 2 yang terkena kebakaran segera melarikan diri menuju geladak utama melalui anak tangga terdekat. Akibat ledakan, *Electrician* tidak sadarkan diri dan masih berada di dalam kamar mesin. Api selanjutnya menyambar ke bagian lain kamar mesin di sekitar mesin AE No. 2. Asap hitam pekat muncul dan memenuhi ruang mesin.

Pukul 15.01 WIB, Nahkoda bergegas ke anjungan dan mengaktifkan tombol *shut down* darurat untuk cargo, menekan tombol penghentian dari anjungan dan mengaktifkan tombol darurat *fire pump*.

Pukul 15.02 WIB, *signal general alarm* dinyalakan. Sekitar pukul 15.05 WIB, Nahkoda mengambil keputusan untuk meninggalkan kapal dan memisahkan kapal dari *Jetty*.

Pukul 15.07 WIB, seluruh awak kapal dievakuasi ke darat dan meninggalkan 2 orang di atas kapal di geladak agil untuk bersiap menjatuhkan jangkar.

Pukul 15.09 WIB beberapa awak kapal kembali menuju manifold untuk membantu tim *jetty* memutuskan dan melepaskan *manifold loading arm*. Sekitar pukul 15.12 WIB, *manifold loading arm jetty* terlepas dari manifold kapal.

Pukul 15.12 WIB, 2 unit kapal tunda didatangkan untuk mulai menarik kapal menjauh dari *jetty*. Selanjutnya tali *mooring* mulai dilepaskan.

Pukul 15.40 WIB, Nahkoda memutuskan untuk kembali ke kapal dan mulai mengaktifkan sistem CO2.

Pukul 16.00 WIB, MT. Nusa Bintang berhasil ditarik oleh 2 kapal tunda keluar ke area labuh jangkar di area depan dermaga Tanjung Sekong pada posisi 05° 54.432' S/ 105° 59.694' T

Pukul 16.45 WIB, api berhasil dipadamkan

I.5. PENANGANAN TIM DARURAT SETELAH KEBAKARAN

Masinis 2 dan *Electrician* yang terkena kebakaran berupaya untuk meloloskan diri dari kebakaran. Masinis 3 yang posisinya lebih dekat dengan tangga akses segera naik ke geladak utama dan keluar dari ruang akomodasi menuju geladak cuaca. *Electrician* masih berada di kamar mesin dalam kondisi tidak sadarkan diri. Nakhoda memerintahkan awak kapal untuk melakukan evakuasi terhadap *Electrician*. Tim pemadam kapal segera mengenakan *breathing apparatus* karena asap terlalu tebal. Setelah mencapai dek utama kamar mesin, tim pemadam menemukan *Electrician* dan langsung mengevakuasi yang bersangkutan ke luar kamar ke Managemensin.

Berita kebakaran juga diterima oleh Manajemen Terminal LPG Tanjung Sekong. Tim penanganan darurat terminal LPG dikerahkan untuk membantu menangani kebakaran. Pada stasiun *loading arm*, Nakhoda memerintahkan untuk segera mengaktifkan *emergency shutdown valve* dan melepaskan *loading arm*. Namun petugas darat stasiun *loading arm* menyatakan bahwa *emergency shutdown device* tidak dapat segera diaktifkan karena masih adanya tekanan dalam *loading arm*.

Sementara itu, Masinis 2 dan *Electrician* segera dibawa ke ambulance dan selanjutnya diantarkan ke Rumah Sakit Krakatau Medika Cilegon untuk penanganan lebih lanjut.

Pada saat tekanan jalur pengisian sudah turun, *loading arm* segera dilepas dan awak kapal mulai untuk persiapan lepas dari stasiun LPG. Nakhoda memerintahkan kapal untuk segera lepas dari area terminal LPG. Setelah dipastikan tidak ada awak kapal lain di ruang mesin, KKM melepaskan CO2 untuk memadamkan api di kamar mesin.

Tanggal 21 November 2015, sekitar pukul 08.00 WIB ventilasi ruang mesin dibuka untuk sirkulasi dan proses *free gas* dan pengeluaran CO2 dimulai. Awak kapal berada di kapal membersihkan sisa kebakaran dan menyetel genset yang lain untuk selanjutnya dapat dioperasikan dan mendukung daya listrik di kapal.

I.6. AKIBAT KECELAKAAN

Api yang keluar dari ruang bakar lewat dinding mesin yang rusak segera menyebar dan menyambar 2 awak mesin yang sedang bekerja di dekat mesin bantu no. 2. Masinis 3 mengalami luka bakar yang lebih ringan dari pada *Electrician*. Luka bakar yang diderita pada kedua korban meliputi kebakaran tingkat 3 pada bagian wajah dan badan di daerah sekitar leher dan bagian telapak tangan.

Di Kapal, kebakaran mengakibatkan seluruh system kelistrikan kapal mengalami kerusakan dan kapal mengalami *blackout*.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015



Gambar I-2: kondisi mesin AE#2 setelah kecelakaan tampak depan



Gambar I-3: kondisi mesin AE No. 2 setelah kecelakaan tampak samping

Pemeriksaan pada lokasi kejadian, tim investigasi menemukan sisa-sisa kebakaran dan arah penjalaran dari kebakaran. Urutan arah penjalaran kebakaran menunjukkan titik awal kebakaran umumnya berfokus pada sekitar AE no. 2 yang berada di *upper deck* kamar mesin.

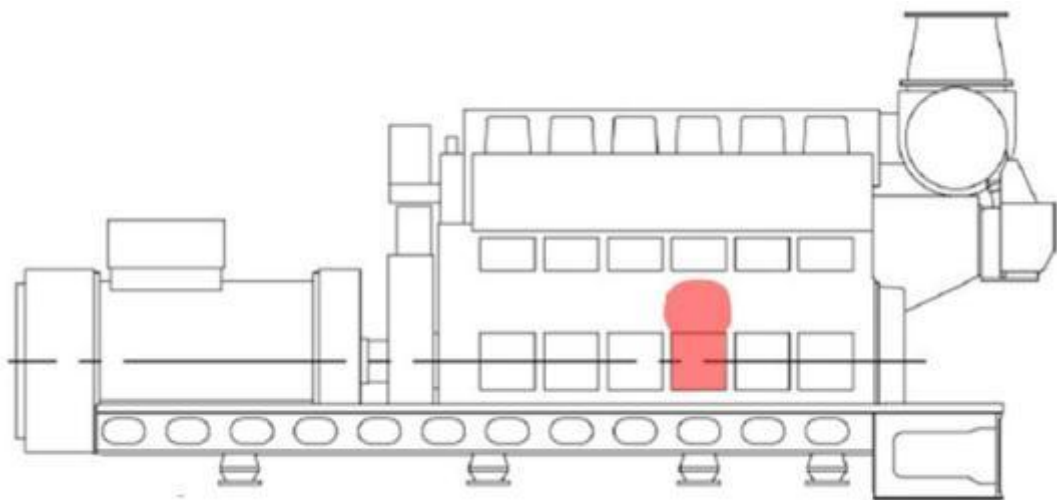
KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

Pada pemeriksaan AE no. 2, terdapat kerusakan berupa pecahnya dinding mesin. Pemeriksaan pada bagian ruang bakar juga menemukan adanya kerusakan pada permukaan.



Gambar I-4: kerusakan dinding block mesin pada cylinder no 3. Mesin AE No.2.



Gambar I-5: sketsa lokasi kerusakan pada block mesin AE#2

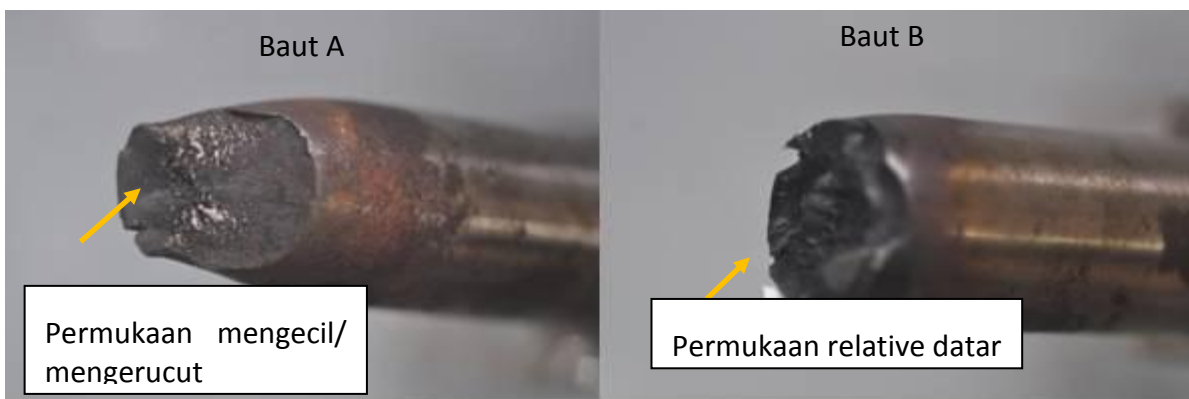
Di lokasi sekitar mesin bantu no. 2, tim Investigasi menemukan pecahan berupa *piston crown*, serpihan dinding piston, potongan pena engkol, stang piston (*Connecting rod*).

I.6.1. Pengamatan Laboratorium

KNKT melakukan pengamatan terhadap komponen mesin yang mengalami kerusakan dengan dibantu fasilitas laboratorium metalurgi Institut Teknologi Bandung.



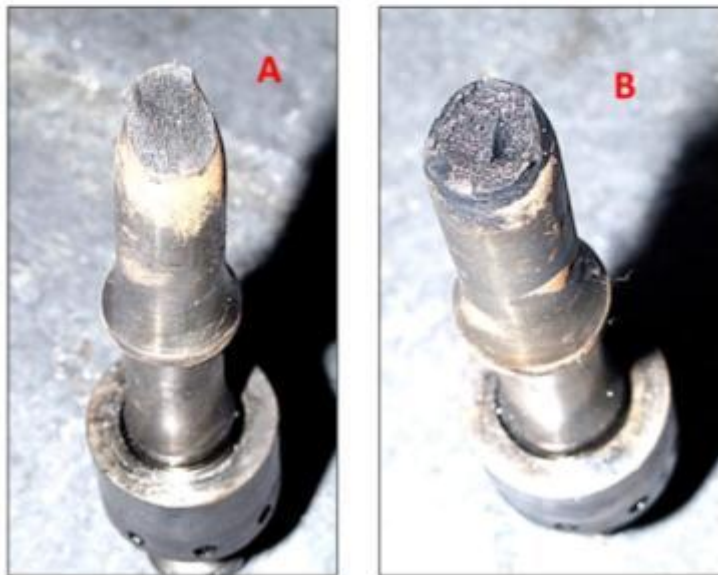
Gambar I-6: Patahan dg reduksi penampang yg besar (atas) Patahan dg reduksi penampang yg kecil (bawah)



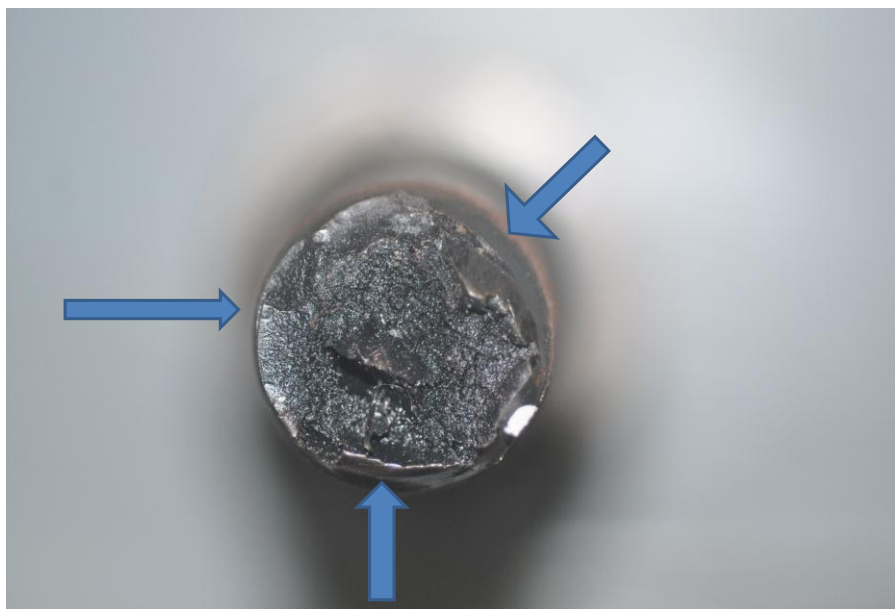
Gambar I-7: Patahan baut stang piston tampak samping

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015



Gambar I-8: Baut pengencang stang piston (Conecting Road) ke poros engkol (crankshaft) tampak atas



Gambar I-9: Tepi permukaan patahan baut B yang mengalami retak fatigue

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

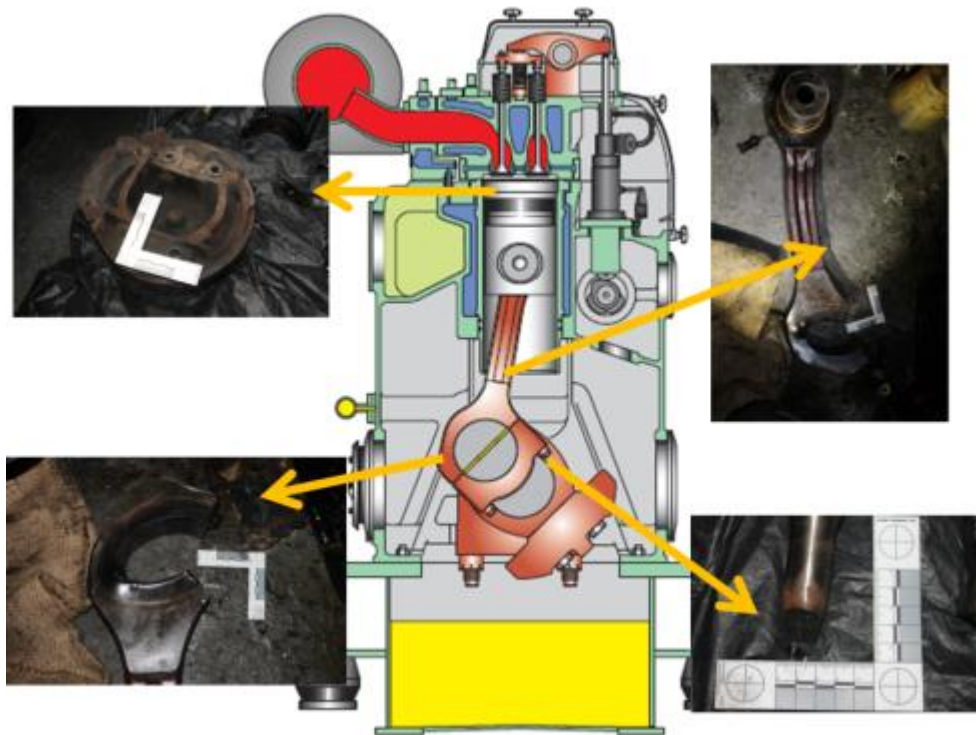
MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

Berdasarkan foto makro dari patahan baut pengikat stang piston ke poros engkol dapat diketahui ciri-ciri patahan dan proses urutan patahnya dari keduanya sebagai berikut:

1. Baut B dengan permukaan yang relative lebih datar dan pada daerah yang ditandai oleh panah biru menunjukkan adanya inisiasi patah lelah (fatigue) yang dimulai dari samping baut atau pada bagian bawah ulir. Selanjutnya patah lelah tersebut berlanjut dengan patah lelah dengan periode yang lebih singkat atau dikenal dengan istilah "Low Cycle Fatigue"
2. Pada baut A terlihat penampang melintang dari diameternya mengalami pengerucutan atau pengecilan, hal ini menandakan bahwa baut tersebut mengalami gaya static yang lebih besar dari batas Ultimatenya. Selanjutnya baut patah akibat besarnya gaya yang bekerja telah melebihi Ultimate strenghtnya. Ciri-ciri patahan tersebut menandakan bahwa baut tersebut patah statis atau pada saat kejadian dan ini juga menunjukkan bahwa material baut cukup ulet atau ductile.
3. Melihat tanda-tanda patahan tersebut dapat ditarik urutan kejadian patahnya, yaitu baut B mengalami patah lelah terlebih dahulu dan selanjutnya baut A menerima beban atau gaya diatas batas ultimatenya sehingga mengalami pemuluran dan kemudian mengalami patah statis atau saat itu juga.



Gambar I-10: Bagian bawah stang piston menunjukkan adanya bekas goresan dan benturan



Gambar I-11: Rekonstruksi kerusakan bagian dalam mesin AE#2

Gambar diatas menunjukkan bahwa setelah putusya baut B pengikat stang piston ke poros engkol (*crankshaft*), bagian tersebut masih ikut berputar bersama dengan *crankshaft* dengan diikat oleh baut A saja. Akibat dari keadaan ini bantalan lucurnya terlepas dan *crankshaft* bersentuhan langsung dengan stang piston. Setelah terjadi perputaran beberapa saat kemudian baut A patah dan berakibat stang piston terlepas dari kedudukanya dan terlempar menabrak dinding mesin. Akibat benturan dengan dinding mesin tersebut stang piston menjadi bengkok. Sementara pada bagian atas yang terikat dengan piston menjadi terlepas dan pistonya pecah.



Gambar I-12: kerusakan berupa lecetan dan guratan pada crankshaft (kiri) dan kerusakan pada ruang pembakaran (kanan)

Pemeriksaan terhadap kondisi ruang bakar menunjukkan adanya goresan-goresan. ujung pipa titik mati bawah menunjukkan adanya kerusakan berat dan patah. Pada crankshaft terlihat adanya bekas luka goresan dan luka bekas benturan yang cukup dalam dan lebar.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

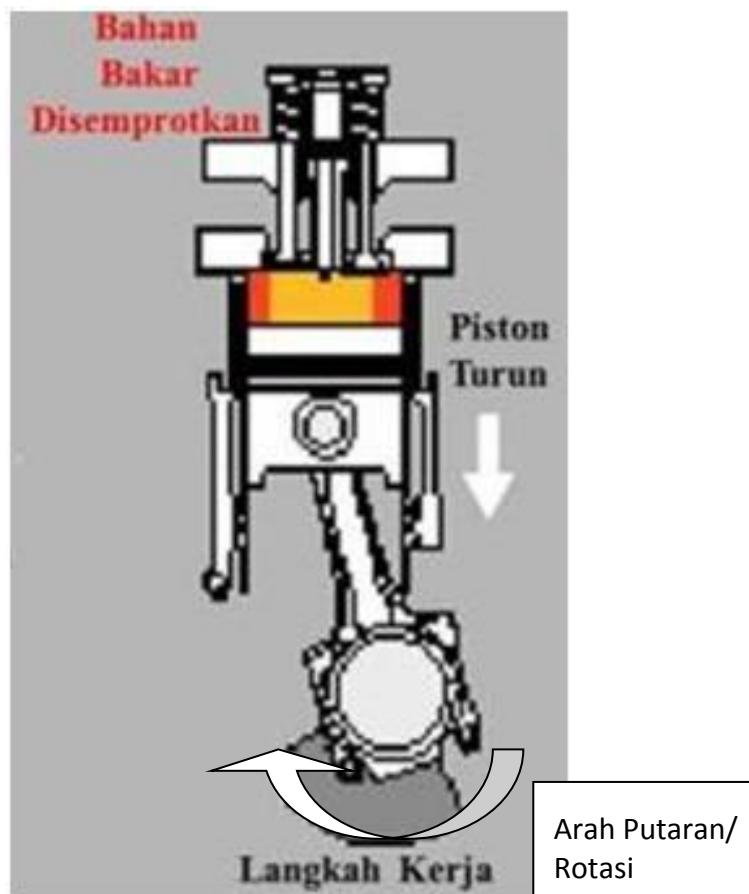
MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

II. ANALISIS

II.1. KEJADIAN KEBAKARAN

Berdasarkan data faktual yang terdapat pada Bab I, maka untuk ini kami melakukan analisa untuk menentukan penyebab timbulnya kebakaran di ruang mesin.

Kejadian kebakaran diawali dengan terdengarnya suara tidak biasa pada mesin AE No.2. Selanjutnya terjadi ledakan disertai panas, kilatan api dan asap hitam yang dengan cepat memenuhi kamar mesin.



Gambar II-1: Mesin dilihat dari depan kebelakang arah putaran searah jarum jam/ jika dilihat dari belakang arah putaran berlawanan arah jarum jam

Ketika mesin AE no 2 dinyalakan, sesaat setelah mesin hidup terdengar suara yang tidak normal dan diikuti getaran mesin yang cukup kuat. Tidak lama setelah itu terdengar suara dentuman keras diikuti dengan timbulnya asap dan api dari mesin tersebut. Selama mesin masih hidup maka bahan bakar akan terus keluar dari nozzle piston no 3 yang menimbulkan api dan asap tebal.

Dari hasil pengamatan baut pengikat stang piston ke poros engkol diketahui bahwa baut B mengalami patah akibat adanya fatigue atau kelelahan, maka baut pengikatnya tinggal sisi sebelah dengan kondisi mesin yang tetap masih hidup. Keadaan demikian ini mesin akan mengalami getaran yang cukup hebat. Sesaat setelah baut pengikat A putus akibat gaya yang bekerja pada baut melebihi ultimate strengthnya, maka baut A putus.

Dari gambar bahwa bagian bawah stang piston yang terikat dengan poros engkol, maka bagian ini stang piston bersama poros engkol mengalami gerak rotasi ke arah berlawanan jarum jam. Sedangkan stang piston bagian atas bersama pistonya akan mengalami gerak translasi (ke atas dan ke bawah). Maka dengan data yang ada bahwa stang piston dan piston keluar ke arah kiri dari mesin (Dilihat dari belakang kedepan) serta *cylinder headnya* tidak mengalami benturan, bahwa hal ini menunjukkan saat putusnya baut A gerak translasi stang piston bagian atas dan piston dalam langkah turun. Sedangkan stang piston bagian bawah berputar berlawanan arah jarum jam. Gabungan gerak translasi ke bawah (langkah usaha atau hisap) dan rotasi menyebabkan stang piston dan pistonya terlempar ke bawah dan ke samping kiri mesin sehingga membentur dinding bagian bawah dari *cylinder liner*.

Berdasarkan analisis di atas, maka dapat dikatakan bahwa penyebab kebakaran adalah akibat patahnya baut pengikat stang piston ke poros engkol dan menyebabkan terlepasnya stang piston dan piston yang selanjutnya membentur dinding *cylinder liner* dan blok mesin.

II.2. PENANGANAN KONDISI DARURAT PROSES BONGKAR MUAT ANGKUTAN LPG

II.2.1. Penanganan korban dan kejadian kebakaran di kapal

Potensi kebakaran di kapal akan selalu ada dikarenakan berbagai sumber. Seperti halnya sistem permesinan kapal yang masih menggunakan bahan bakar utama maupun dari muatan yang dibawa kapal.

Pada saat kejadian, Masinis 3 dan *Electrician* merupakan awak mesin yang posisinya terdekat dengan titik awal kejadian. Setelah tersambar api, Masinis 3 langsung naik ke tangga akses ke luar sementara *Electrician* masih berada di lokasi kejadian. Yang bersangkutan menyatakan bahwa sempat terjadi kebingungan untuk mencari akses darurat. *Electrician* baru 5 hari bergabung dengan *MT. Nusa Bintang* sebelum kejadian. Yang bersangkutan belum sepenuhnya menjalani *Safety Induction* di atas kapal.

Dari pengamatan terhadap luka bakar yang diderita olah para korban, perlu ditingkatkan kembali akan pentingnya penggunaan peralatan perlindungan diri (APD) yang sesuai untuk pekerjaan di kapal. Selain itu, familiarisasi terhadap prosedur darurat sangat diperlukan untuk dengan cepat dan tepat diketahui oleh awak kapal yang baru bergabung.

Namun demikian, penanganan kebakaran yang dilakukan awak kapal *MT. Nusa Bintang* berhasil melokalisir api untuk tidak merambat ke lokasi lain seperti halnya area muatan kapal dan bagian kapal yang lainnya.

III. KESIMPULAN

III.1. PENYEBAB KEBAKARAN

Berdasarkan data factual dan hasil analisis terhadap mesin pembangkit AE no. 2 dapat disimpulkan bahwa penyebab terjadinya kebakaran di *MT Nusa Bintang*, adalah disebabkan putusnya baut pengikat stang piston (*connecting rod*) yang menyebabkan terlepas dan terlemparnya stang piston beserta pistonya ke arah samping mesin. Sehingga hal ini menyebabkan dinding mesin pecah dan mesin masih terus dalam keadaan hidup, oleh karena itu nozel bahan bakar dari piston silinder no 3 tetap mengeluarkan bahan bakar sehingga menyebabkan api terus keluar dari mesin tersebut.

Investigasi tidak dapat menentukan terjadinya perbedaan torsi pada pena engkol.

III.2. FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI

Berikut ini adalah faktor-faktor berkontribusi terhadap terjadinya kebakaran dimaksud.

- Pemeriksaan terhadap kondisi torsi pena engkol kurang dilakukan dengan efektif untuk mengetahui kondisi pengikatan.

III.3. FAKTOR KESELAMATAN LAINNYA

- Kurangnya familiarisasi secara utuh terhadap awak kapal yang baru bergabung menyebabkan Electrician tidak segera dapat melarikan diri dari kamar mesin pada saat terjadi kebakaran;

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

IV. REKOMENDASI

KNKT menyampaikan rekomendasi-rekomendasi berikut ditujukan kepada pihak-pihak terkait guna pencegahan terjadinya kecelakaan serupa di masa mendatang serta dijadikan sebagai salah satu acuan dalam rangka perbaikan terhadap sistem keselamatan transportasi pelayaran.

IV.1. PT. JAYA PRIMA NUSANTARA

- Mengintensifkan penerapan *planned maintenance system* khususnya pada aspek perawatan mesin-mesin kapal.
- Melakukan pemeriksaan ulang secara lebih detail terhadap kondisi mesin-mesin eksisting di armada difokuskan pada kondisi torsi pena engkol, kondisi pembakaran pada setiap cylinder dan mewaspadaikan pada kondisi fatigue material, cacat pada komponen

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

MT. Nusa Bintang, Jetty Terminal LPG Pertamina Tanjung Sekong, 20 November 2015

V. SUMBER INFORMASI

Kantor Syahbandar dan Otoritas Pelabuhan Merak, Banten;

PT. Biro Klasifikasi Indonesia (Persero);

Lloyds Register (LR);

PT. Jaya Prima Nusantara;

PT. Pertamina (Persero), Terminal LPG, Tanjung Sekong;

Awak Kapal *MT. Nusa Bintang*;

Referensi

Kirk's Fire Investigation, John D. DeHaan, 2002.

Kerusakan mesin kapal dan pencegahannya

Man Diesel & Turbo, L23/30H, Project Guide – MarineFour-stroke GenSet, compliant with IMO Tier II