



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA**

FINAL
KNKT.15.09.04.03

Laporan Investigasi Kecelakaan Pelayaran

**Kebakaran di *KM.Otong Kosasih*
Pelabuhan Khusus Pusri, Palembang, Sumatera Selatan
20 September 2015**



2017

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 Transportasi.
3. Peraturan Presiden nomor 02 tahun 2012 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi.
4. 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

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan telah selesainya penyusunan Laporan Final Investigasi Kecelakaan Pelayaran Kebakaran di *KM. Otong Kosasih* di Pelabuhan Khusus PUSRI Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015.

Bahwa tersusunnya Laporan Final Investigasi Kecelakaan Pelayaran ini sebagai pelaksanaan dari amanah atau ketentuan Peraturan Pemerintah nomor 62 Tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi pasal 39 ayat 2 huruf c, menyatakan “Laporan investigasi kecelakaan transportasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas laporan akhir (*final report*)”

Laporan Final Investigasi Kecelakaan Pelayaran ini merupakan hasil keseluruhan investigasi kecelakaan yang memuat antara lain; informasi fakta, analisis fakta penyebab paling memungkinkan terjadinya kecelakaan transportasi, saran tindak lanjut untuk pencegahan dan perbaikan, serta lampiran hasil investigasi dan dokumen pendukung lainnya. Di dalam laporan ini dibahas mengenai kejadian kecelakaan pelayaran tentang apa, bagaimana, dan mengapa kecelakaan tersebut terjadi serta temuan tentang penyebab kecelakaan beserta rekomendasi keselamatan pelayaran kepada para pihak untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kecelakaan dengan penyebab yang sama agar tidak terulang dimasa yang akan datang. Penyusunan laporan final ini disampaikan atau dipublikasikan setelah meminta tanggapan dan atau masukan dari regulator, operator, pabrikan sarana transportasi dan para pihak terkait lainnya.

Demikian Laporan Final Investigasi Kecelakaan Pelayaran ini dibuat agar para pihak yang berkepentingan dapat mengetahui dan mengambil pembelajaran dari kejadian kecelakaan ini.

Jakarta, September 2017

KOMITE NASIONAL
KESELAMATAN TRANSPORTASI
KETUA

Dr. Ir. SOERJANTO TJAHHONO

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISTILAH	ix
SINOPSIS	xi
I. INFORMASI FAKTUAL	1
I.1. DATA KAPAL	1
I.1.1. Data Utama Kapal	1
I.1.2. Peralatan Navigasi dan Komunikasi	2
I.1.3. Struktur Bangunan Atas Kapal	2
I.1.4. Sistem Kelistrikan Kapal	3
I.1.5. Sistem Pemadam Kebakaran Kapal	3
I.2. AWAK KAPAL	3
I.3. KRONOLOGI KEJADIAN	4
I.4. AKIBAT KECELAKAAN	5
II. ANALISIS	7
II.1. PENYEBAB KEBAKARAN	7
II.1.1. Identifikasi Kondisi Area Awal Kebakaran	9
II.1.2. Penyebab Awal Kebakaran	12
II.2. SISTEM PENCEGAHAN DAN PENANGANAN KEBAKARAN DI ATAS KAPAL	17
II.2.1. Pencegahan Kebakaran	17
II.2.2. Penanganan Kebakaran Oleh Awak Kapal	18
II.3. PERAWATAN INSTALASI LISTRIK DI ATAS KAPAL	19
III. KESIMPULAN	21
III.1. PENYEBAB KEBAKARAN	21
III.2. FAKTOR-FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI	21
IV. REKOMENDASI	23
IV.1.1. Operator Kapal	23
SUMBER INFORMASI	25

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1: Kondisi KM. Otong Kosasih sandar di dermaga pelabuhan khusus PUSRI, Palembang.....	1
Gambar I-2: Rencana umum tampak samping KM. Otong Kosasih	2
Gambar I-3: Layout Poop Deck.....	3
Gambar II-1: Quadrant kebakaran.....	7
Gambar II-2: Pola penjalaran kebakaran yang ditunjukkan dengan jelaga, diawali dari poop deck sisi kiri.....	9
Gambar II-3: Rekontruksi kerusakan pada poop deck. Area merah sebagai perkiraan awal mula kebakaran.	10
Gambar II-4: Sisa kebakaran pada sisi dinding luar dinding kamar Electrician.....	10
Gambar II-5: Pintu mess dari akses utama. Tampak dari dalam mess (kiri) dan tampak dari lorong (kanan)	11
Gambar II-6: Kondisi Sensor asap yang terdapat di ruang dapur.	11
Gambar II-7: posisi sambungan kabel yang menjuntai ke bawah setelah kebakaran. Inzet: perbesaran.....	12
Gambar II-8: kondisi penemuan kotak pengaman sambungan di ruang Electrician	13
Gambar II-9: Contoh sambungan kabel yang didapatkan pada instalasi di atas mess room ..	13
Gambar II-10: instalasi listrik pada posisi yang sama dengan area lokasi awal kebakaran yang ditinjau di KM. Soemantri Brodjonegoro.	14
Gambar II-11: Digaram Instalasi listrik untuk area poop deck	15
Gambar II-12: Kotak sambungan kabel yang terpasang di instalasi kabel.....	15
Gambar II-13: Kondisi panel penerangan untuk area B Deck, Poop Deck Light	16
Gambar II-14: Bekas Tabung Oksigen (insert: peralatan APAR yang digunakan awak kapal pada saat upaya pemadaman)	18
Gambar II-15: Contoh kerusakan akibat hewan pengerat pada sambungan listrik yang terbuka.	19

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

DAFTAR ISTILAH

Kecelakaan sangat berat (very serious casualty) - adalah suatu kecelakaan yang dialami satu kapal yang berakibat hilangnya kapal tersebut atau sama sekali tidak dapat diselamatkan (total loss), menimbulkan korban jiwa atau pencemaran berat;

Penyebab (causes) - adalah segala tindakan penghilangan/kelalaian (omissions) terhadap kejadian yang saat itu sedang berjalan atau kondisi yang ada sebelumnya atau gabungan dari kedua hal tersebut, yang mengarah terjadinya kecelakaan atau insiden;

Investigasi dan penelitian - adalah kegiatan investigasi dan penelitian keselamatan (safety investigation) kecelakaan laut ataupun insiden laut yakni suatu proses baik yang dilaksanakan di publik (in public) ataupun dengan alat bantu kamera (in camera) yang dilakukan dengan maksud mencegah kecelakaan dengan penyebab sama (casualty prevention);

Investigator Kecelakaan Laut (Marine Casualty Investigator) atau **investigator** – adalah seseorang yang ditugaskan oleh yang berwenang untuk melaksanakan investigasi dan penelitian suatu kecelakaan atau insiden laut dan memenuhi kualifikasi sebagai investigator;

Kebakaran - adalah proses oksidasi yang cepat, yang merupakan reaksi kimia yang menghasilkan evolusi cahaya dan panas dalam berbagai intensitas;

Kelaiklautan kapal - adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan keselamatan kapal, pencegahan pencemaran perairan dari kapal, pengawakan, pemuatan, kesehatan dan kesejahteraan Awak Kapal, serta penumpang dan status hukum kapal untuk berlayar di perairan tertentu;

Pelayaran - adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan angkutan di perairan, kepelabuhanan, serta keamanan dan keselamatan;

Rute pelayaran - adalah lintasan kapal yang berlayar dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan melalui jalur pelayaran yang telah ditetapkan;

Lokasi Kecelakaan - adalah suatu lokasi/tempat terjadinya kecelakaan atau insiden laut yang terdapat kerangka kapal, lokasi tubrukan kapal, terjadinya kerusakan berat pada kapal, harta benda, serta fasilitas pendukung lain;

Keselamatan kapal - adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan material, konstruksi, bangunan, permesinan dan kelistrikan, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk radio, dan elektronika kapal.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

SINOPSIS

Pada tanggal 20 September 2015, *KM. Otong Kosasih* Sandar di Terminal Khusus PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang untuk melakukan pemuatan pupuk urea dalam bentuk curah.

Sekitar pukul 09.45 WIB, Electrician meninggalkan kamarnya untuk bekerja di kamar mesin. Pukul 10.00 WIB, alarm kebakaran berbunyi terus menerus. Jurumudi jaga yang *standby* di geladak operasi bergegas melakukan pemeriksaan. Jurumudi jaga kemudian naik ke *poop deck* dan mendapati asap muncul di plafon atas pintu keluar ke kiri di area sekitar kamar Electrician.

Selanjutnya Jurumudi jaga meneriakan “Kebakaran...”. Mengetahui adanya kebakaran di sekitar plafon depan kamar Electrician di *poop deck*, awak kapal langsung melakukan tindakan pemadaman api dengan menggunakan APAR (Alat Pemadaman Api Ringan) jenis *dry powder* dan air hidran.

Pukul 10.06 WIB, Nahkoda berkoordinasi dengan keagenan dan pihak manajemen PT. PILOG lewat telepon untuk meminta bantuan pemadaman kebakaran dari PT. Pusri Palembang dan PT. Indonesia Port Company (Pelabuhan Palembang).

Pukul 10.20 WIB, mobil pemadam kebakaran beserta tim dari PT. Pusri Palembang datang untuk membantu pemadaman api. Selanjutnya pada pukul 14.10 WIB, kebakaran di *KM. Otong Kosasih* sudah dapat dipadamkan.

Pemeriksaan terhadap lokasi kebakaran telah mengidentifikasi titik awal perkiraan terjadinya kebakaran yang didasarkan pada analisis terhadap pola perambatan kebakaran, identifikasi terhadap potensi kebakaran, keterangan saksi mata dan kajian terhadap sistem kelistrikan kapal. Dari analisis dimaksud dapat disampaikan bahwa penyebab kebakaran yang paling memungkinkan adalah terjadinya panas yang cukup pada sambungan listrik di area sekitar *poop deck* untuk menimbulkan bara api dan selanjutnya membakar material langit-langit ruangan dan membakar barang-barang mudah terbakar lainnya di kamar Electrician.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

I. INFORMASI FAKTUAL



Gambar I-1: Kondisi KM. Otong Kosasih sandar di dermaga pelabuhan khusus PUSRI, Palembang

I.1. DATA KAPAL

I.1.1. Data Utama Kapal

KM. OtongKosasih (IMO No. 7518537) merupakan kapal angkutan muatan curah khusus (*Specialised bulk carrier*) untuk angkutan urea. Kapal dibangun pada tahun 1976 dengan bahan dasar baja di *Mitshubishi Heavy Industry LTD, Yokohama Shipyard & Engine Work*, Jepang. Pada saat kejadian kapal dalam kepemilikan PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang dan dioperasikan oleh PT. Pusri Indonesia Logistik (PILOG). Kapal di-klas-kan pada PT. Biro Klasifikasi Indonesia.

Ukuran utama dari KM. Otong Kosasih adalah sebagai berikut:

Panjang Keseluruhan (Length Over All)	: 110.03 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 (<i>Draught</i>)	: 6.03 m
Bobot Mati	: 9 199 ton
Tonase Kotor (GT)	: 7451
Tonase Bersih (NT)	: 2344

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

Lambung Timbul : 3700 mm

Untuk berolah gerak, kapal dilengkapi dengan dua unit mesin induk merk Daihatsu dengan daya masing-masing 2500 HP¹. Dengan daya mesin tersebut, kapal dapat bergerak pada kecepatan operasional 10 knot.

I.1.2. Peralatan Navigasi dan Komunikasi

Pada *KM. Otong Kosasih* terpasang serangkaian peralatan navigasi yang terdiri dari radar, *GPS Receiver*, *AIS receiver*, *Voyage Data Recorder (VDR)* dan *Radio Telecommunication* yang terdiri dari VHF dan two way radio.

I.1.3. Struktur Bangunan Atas Kapal

Kapal memiliki bangunan atas yang berada di bagian belakang sedangkan ruang muat yang terdiri dari 10 palka berada di bagian depan bangunan atas. Kegiatan bongkar muat dibantu dengan *self discharging gear* yang terpasang di depan bangunan atas.

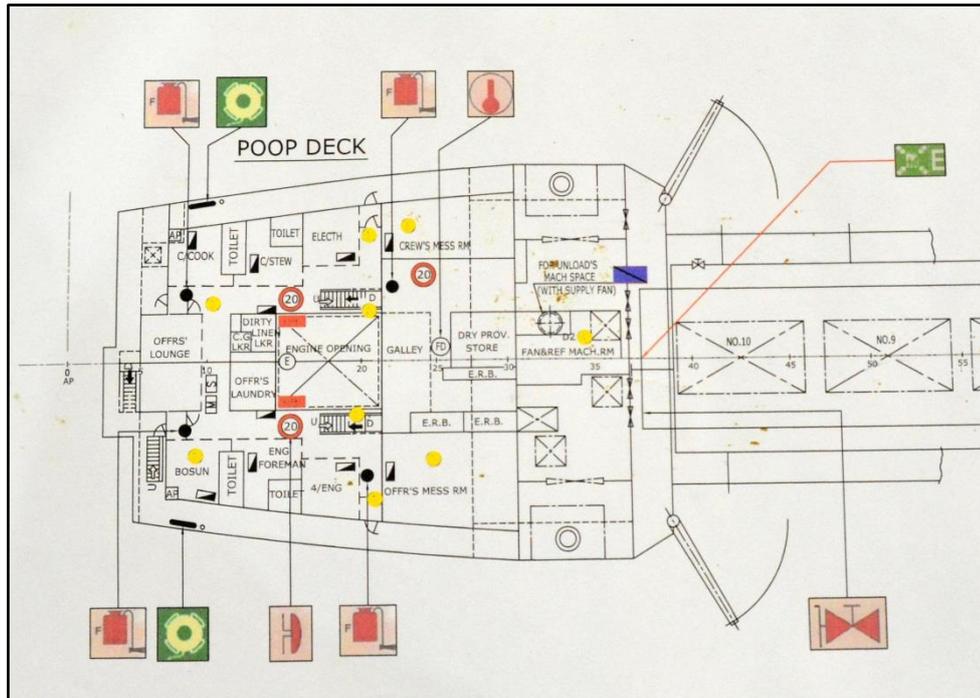


Gambar I-2: Rencana umum tampak samping KM. Otong Kosasih

Bangunan atas kapal terbagi menjadi 6 geladak yang terbagi menjadi *upper deck*, *poop deck*, *C Deck*, *B Deck*, *Pilot House Deck/Bridge Deck* dan *Pilot House Deck*.

Upper/Operation deck merupakan geladak kerja bagi para awak kapal dimana terdapat ruang-ruang kendali operasi bongkar muat dan ruang penyimpanan perlengkapan kapal. *Poop deck* merupakan area akomodasi dan ruang rekreasi bagi para awak kapal yang berisi *galley* (dapur), *mess room* dan ruang-ruang akomodasi bagi awak kapal tingkat rating.

¹Horse power



Gambar I-3: Layout Poop Deck

I.1.4. Sistem Kelistrikan Kapal

Sistem kelistrikan kapal didukung oleh 2 unit generator set merek Daihatsu 6 PSHT6-26D buatan tahun 1973 dengan kapasitas 740 PS² pada putaran 750 RPM³. Rangkaian listrik yang ada di kapal menggunakan jaringan listrik sesuai dengan standar klas.

I.1.5. Sistem Pemadam Kebakaran Kapal

Di atas KM. Otong Kosasih terpasang serangkaian peralatan pendeteksi, penahan dan pemadam kebakaran yang tersebar di berbagai titik. Peralatan yang terkait dengan penanganan bahaya kebakaran berupa:

- Hidran dan selang di berbagai titik
- Pemadam Api Jinjing (*portable extinguishers*) yang berupa *Chemical Powder*, *Foam* dan *CO2*
- Peralatan pendeteksi kebakaran berupa *smoke detector*
- Alarm kebakaran

I.2. AWAK KAPAL

Pada saat kejadian kapal diawaki oleh 32 orang yang terdiri dari 8 perwira, 19 rating dan 5 orang kadet. Secara umum para awak kapal bergabung dengan KM. Otong Kosasih pada tahun 2015.

²Pferdestärke

³Revolution per minute

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

Nakhoda *KM. Otong Kosasih* memiliki sertifikat Ahli Nautika Tingkat (ANT) I yang dikeluarkan pada tahun 2005. Yang bersangkutan telah memiliki pengalaman berlayar 25 tahun diberbagai jenis pelayaran. Tahun 1992, Nakhoda bergabung dengan PT. Pusri untuk mengawaki kapal-kapal yang berada di bawah manajemen PT. Pusri dengan berbagai posisi perwira kapal. Sejak bulan Mei 2015, yang bersangkutan bergabung dengan *KM. Otong Kosasih* sebagai Nakhoda.

Kepala Kamar Mesin (KKM) memiliki ijazah Ahli Teknik Tingkat (ATT) I yang dikeluarkan pada tahun 2010. Yang bersangkutan memiliki pengalaman berlayar selama 21 tahun di berbagai kapal.

I.3. KRONOLOGI KEJADIAN

Pada tanggal 18 September 2015, pukul 12.48 WIB *KM. Otong Kosasih* sandar di Dermaga V Pelabuhan Khusus PT. Pusri Palembang.

Pukul 16.30 WIB pemuatan pupuk urea curah dimulai.

Pada tanggal 19 September 2015, pukul 22.30 WIB, pemuatan muat pupuk urea curah cargo selesai. Total muatan yang diangkut sebanyak 7301.562 MT. Kapal tetap sandar menunggu suplai air tawar, MDF⁴ dan Jadwal keberangkatan.

Tanggal 20 September 2015, sekitar pukul 09.45 WIB, Electrician meninggalkan kamar untuk bekerja di kamar mesin.

Pukul 10.00 WIB, alarm kebakaran berbunyi terus menerus, Jurumudi jaga yang *standby* di geladak operasi bergegas melakukan pemeriksaan. Jurumudi jaga kemudian naik ke *poop deck* dan mendapati asap muncul di plafon atas pintu keluar ke kiri di area sekitar kamar Electrician.

Selanjutnya Jurumudi jaga meneriakan "Kebakaran...". Mengetahui adanya kebakaran di sekitar plafon depan kamar Electrician di *poop deck*, awak kapal langsung melakukan tindakan pemadaman api dengan menggunakan APAR (Alat Pemadaman Api Ringan) jenis *dry powder* dan air hidran. Blower isap dan tekan beserta AC sentral dimatikan dan pintu-pintu kedap kamar mesin ditutup.

Pukul 10.06 WIB, Nakhoda berkoordinasi dengan keagenan dan pihak manajemen PT. PILOG lewat telepon untuk meminta bantuan pemadaman kebakaran dari PT. Pusri Palembang dan PT. IPC (Pelabuhan Palembang).

Pukul 10.20 WIB, mobil pemadam kebakaran beserta tim dari PT. Pusri Palembang datang untuk membantu pemadaman api.

Pukul 10.35 WIB, sebagian awak kapal membantu Mualim III menyelamatkan dokumen awak kapal beserta *log book* harian deck dan mesin.

Pukul 11.00 WIB, 3 Kapal tunda Tug Boat Tg. Buyut I, Tug Boat Tg. Buyut II, dan Tug Boat Selat Legundi datang membantu memadamkan api.

Pukul 11.15 WIB, kapal mengalami *blackout* dan selanjutnya generator kapal *KM. Otong Kosasih* dimatikan.

⁴ Marine diesel fuel

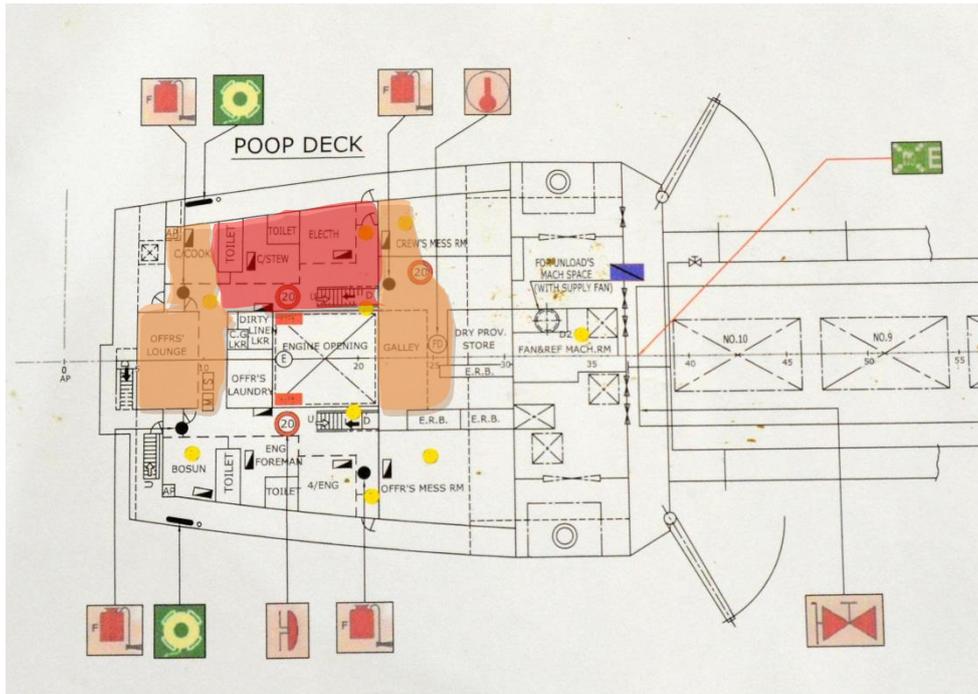
Pada pukul 14.10 WIB, kebakaran di KM. Otong Kosasih sudah dapat dipadamkan.

I.4. AKIBAT KECELAKAAN

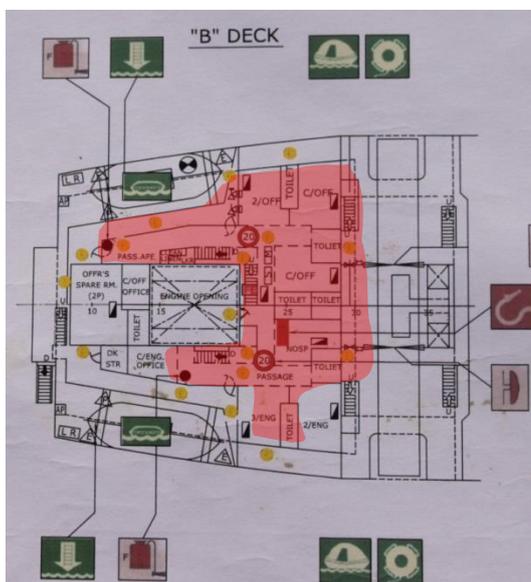
Akibat dari kecelakaan, tidak ada korban jiwa maupun luka-luka. Kebakaran mengakibatkan kerusakan pada bangunan atas mulai dari poop deck sampai dengan anjungan. Kebakaran juga mengakibatkan rusaknya seluruh peralatan navigasi dan komunikasi kapal. Sehingga kapal secara sebagian tidak dapat dioperasikan (*disable ship*).

Kebakaran ini ditinjau dari kerusakan konstruksi kapal, identifikasi area yang terimbas kebakaran dapat dilihat pada diagram berikut:

1. Area poop deck



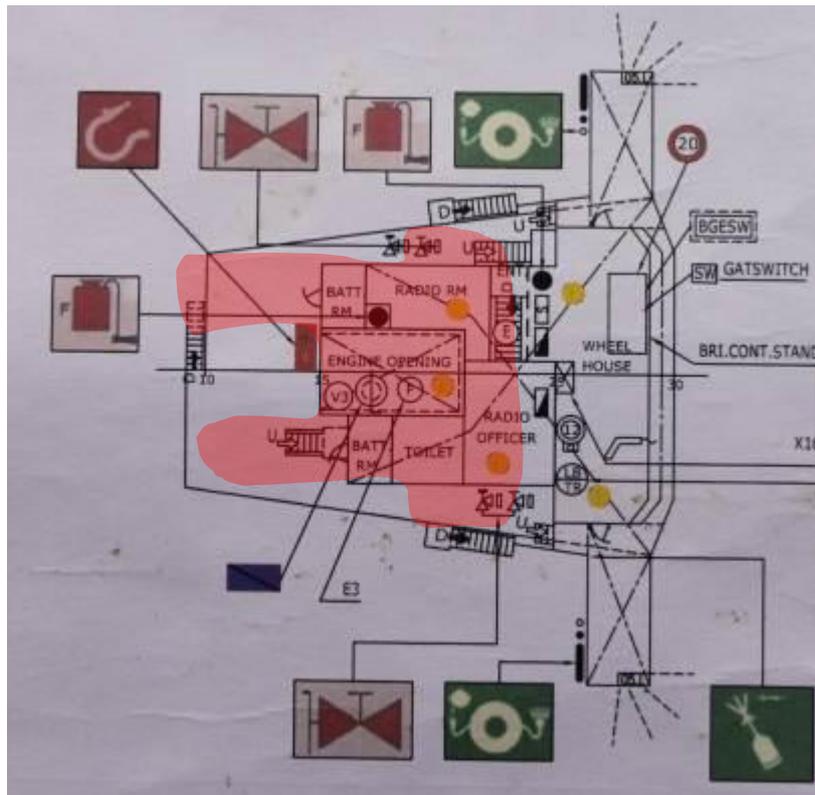
2. Area B deck



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

3. Pilot/Bridge Deck



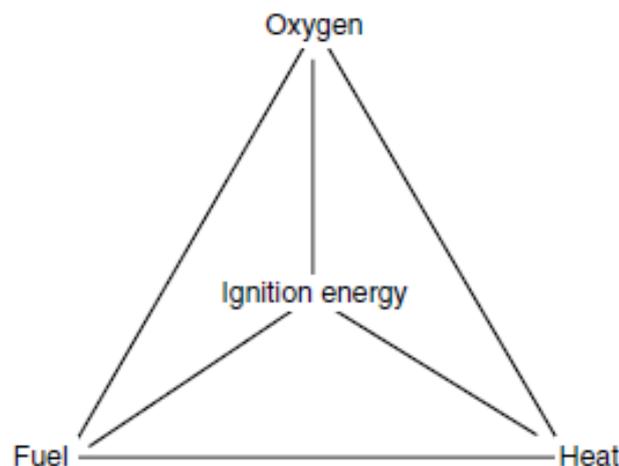
II. ANALISIS

Investigasi kecelakaan kebakaran di akomodasi KM. Otong Kosasih menitikberatkan pada penyebab awal kebakaran berdasarkan pada pemeriksaan fisik, olah lokasi kejadian dan keterangan saksi.

KNKT melakukan pemeriksaan fisik pada tanggal 23 september 2015. Pemeriksaan dilakukan bekerjasama dengan pihak PT. Pusri dan Kantor Syahbandar dan Otoritas Pelabuhan Palembang.

II.1. PENYEBAB KEBAKARAN

Prinsip terjadinya kebakaran secara umum dijelaskan melalui konsep segitiga kebakaran. Untuk terjadi suatu kebakaran diperlukan tiga komponen utama yaitu unsur oksigen (O_2), bahan mudah terbakar (*flammable material*) dan sumber panas (*source of ignition*). Pada bagian berikut akan disampaikan hasil identifikasi terhadap ketiga komponen dimaksud.



Gambar II-1: Quadrant kebakaran

Secara umum, peristiwa kebakaran disebut sebagai suatu proses reaksi kimia eksotermik yang melibatkan proses pelibatan oksigen dari bahan yang mudah terbakar selanjutnya menghasilkan energi dalam bentuk cahaya dan panas.

Penyebab kebakaran dari salah satu perangkat listrik (atau lebih) dengan kejadian berikut:

1. Kesalahan rancangan – pelindung panas tidak dirancang secara benar untuk tahan panas dan pada bagian belakang bisa menjadi sangat panas, atau isolasi perangkat elektrik diantara 2 konduktor tidak dirancang dengan benar dan unit nya menjadi sangat lentur, menyebabkan kedua konduktor menyatu atau terhubung.
2. Cacat bawaan pabrik – unit nya di rancang dengan tepat, tetapi ada kesalahan dimana seseorang lupa untuk memasang-meng-instal pelindung panas; koneksi perangkat listrik dibiarkan terlepas dan resistensi tingkat tinggi yang disebabkan oleh

- hubungan perangkat listrik yang buruk menyebabkan isolasi bahan mudah terbakar dan akhirnya memunculkan jalur busur, diikuti pengapian dari insulator plastik.
3. Instalasi atau pemakaian yang tidak wajar – pemanas digunakan di dalam lemari/kabinet dimana terdapat perangkat listrik yang menyatu dengan minyak, atau di instalasi dalam tambahan isolasi dimana dibutuhkan pendingin yang konvektif untuk mempertahankan kehilangan tingkat temperatur/suhu yang aman.
 4. Penggunaan dari peralatan yang disetujui untuk kepentingan aplikasi yang tidak disetujui – digunakan dalam tingkat kelembaban yang tinggi atau lingkup lingkungan dengan temperatur yang tidak sesuai dengan rancangan awal; kegunaan dari kontrol pemanas termostatik dalam lingkungan yang tinggi bahan peledak (*explosive environment*)
 5. Kecelakaan – pemanas di rancang, di bangun dan di instal sesuai dengan kebutuhan, tetapi terjadi robekan pada pelindung kabel dan menyala; sebuah kaleng berisi cairan thinner yang mudah terbakar digunakan untuk membersihkan tumpahan cairan di ubin dan uap menyatu dengan thermostat pada saat terjadi sobekan

Bahaya yang sering ditemukan pada saat pemasangan instalasi kabel listrik, antara lain:

1. Bahaya dari pemasangan kawat disebabkan oleh gesekan permukaan yang tajam ketika ditarik keluar dari saluran atau kotak.
2. Isolasi konduktor memburuk disebabkan karena penyusutan usia atau ledakan panas, lembab atau uap kimia.
3. Bahaya mekanis ke plastik – isolasi kabel yang disebabkan oleh hewan pengerat (terkontaminasi), ujung yang tajam, atau kuku atau stapler yang terdorong ke dalam isolasi (tidak dengan merusak/menghancurkan bagian luar).
4. Konduktor dimaksudkan bagi jasa tertentu yang sudah melebihi kapasitas (*overload*) (sebagai pengganti perangkat dengan kapasitas besar).
5. Sambungan/hubungan antara konduktor tidak tersambung dengan baik atau kawat nutted, mengakibatkan daya tahan tingkat tinggi menciptakan lokalisasi panas dengan degradasi komponen plastik.
6. Pengkawatan (18-kabel lampu) dipasang secara “sementara” dan tidak pernah di ganti/diremajakan.
7. Kesalahan pada saat instalasi dalam tanah atau murni kesalahan sistem distribusi yang dengan cepat tersampaikan/tersalurkan ke pemakai atau *outlet*, bukan kembali ke jalur konduktor, kembali melalui jalur alternatif, bahan pelapis metal, kadang melalui saluran pipa, saluran pemanas atau kawat plesteran di dalam rumah.
8. Penutup *outlet* atau kotak dipindahkan, sehingga debu atau bahan mudah terbakar dapat masuk.
9. Konduktor dari sistem “*open-wiring*” (knob dan tabung) terpisah dari pangkalnya dalam rangka berhubungan atau tersambung satu sama lain atau tersambung dengan pipa atau saluran listrik.

10. Kabel dan tali membawa aliran listrik secara substansi tetapi “aman” yang terkubur di bawah isolator, karpet atau alas; melingkar dalam masa yang besar; atau meledak dalam kondisi temperatur tinggi, semua yang akan menciptakan “kondisi tidak aman” dengan anggapan degradasi isolasi

Di atas kapal, resiko dan potensi kebakaran ada disetiap bagian kapal. Potensi kebakaran di area akomodasi cenderung lebih kecil dibandingkan area kamar mesin dimana terdapat pelibatan atau penggunaan bahan mudah terbakar yang lebih banyak. Namun demikian resiko kebakaran di ruang akomodasi dapat menjadi besar jika perawatan dan perlindungan terhadap potensi kebakaran berkurang atau tidak ada. Sumber bahaya kebakaran di area akomodasi lebih banyak ditimbulkan dari instalasi listrik. Dikarenakan hampir semua peralatan dan perlengkapan kapal yang ada di ruang akomodasi bergantung pada energi listrik. Meskipun demikian tidak menutup kemungkinan adanya kondisi eksotermik lainnya misal dari aktifitas manusia maupun reaksi kimia dari barang-barang yang ada di area akomodasi.

II.1.1. Identifikasi Kondisi Area Awal Kebakaran

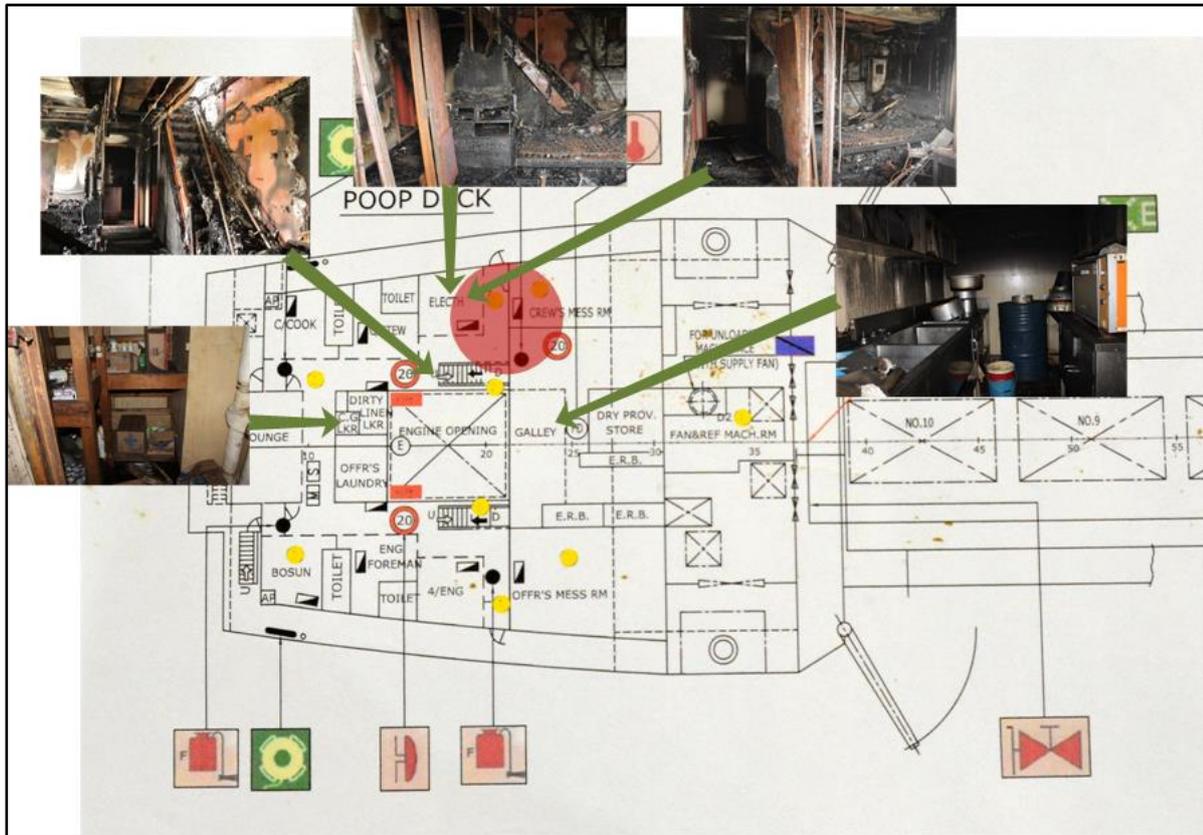
Identifikasi terhadap potensi sumber awal kebakaran dirunut berdasarkan pola penjalaran kebakaran. Pada umumnya pola penjalaran akan membentuk pola huruf “V”. hal ini menunjukkan sifat api yang jika berawal dari satu titik kebakaran akan menunjukkan penyebaran yang melebar secara vertikal.



Gambar II-2: Pola penjalaran kebakaran yang ditunjukkan dengan jelaga, diawali dari poop deck sisi kiri

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015



Gambar II-3: Rekonstruksi kerusakan pada poop deck. Area merah sebagai perkiraan awal mula kebakaran.

Menurut keterangan para saksi, awal kebakaran dimulai dari geladak akomodasi utama. Saat itu Juru mudi jaga mendapati api sudah mulai menjalar di langit-langit pintu masuk ke geladak utama. Pemeriksaan terhadap area yang terkena kebakaran menunjukkan perkiraan awal dimulai dari *poop deck* sisi kiri.



Gambar II-4: Sisa kebakaran pada sisi dinding luar dinding kamar Electrician

Pemeriksaan terhadap kerusakan internal menunjukkan pola yang sama. Area kerusakan berawal pada bagian dalam di *poop deck* menerus ke bagian atas. Pola penjalaran kebakaran di *poop deck* menunjukkan awal kebakaran berawal dari area lorong. Kerusakan *poop deck* akibat kebakaran berkurang pada area buritan. Area dapur (*galley*) hanya ditemukan kerusakan berarti dan hanya terdapat jelaga. Pada ruang *mess room* di sebelah perkiraan awal kejadian kebakaran dalam kondisi baik namun tidak halnya dengan pintu akses. Kondisi ini diperkirakan kebakaran tertahan oleh pintu akses dimaksud.



Gambar II-5: Pintu mess dari akses utama. Tampak dari dalam mess (kiri) dan tampak dari lorong (kanan)

Sebelum saksi mata melihat kondisi kebakaran, yang bersangkutan mendengar bunyi alarm kebakaran. Sesuai dengan diagram kebakaran, sensor kebakaran yang berupa *smoke detector* jenis *photoelectric* terdekat dengan lokasi perkiraan awal kebakaran ada di area *Galley*. Sesuai dengan cara kerjanya, *smoke detector* akan memicu alarm kebakaran pada saat akumulasi asap sampai dengan tingkat tertentu menutupi sensor cahaya di ruang deteksi di dalam sensor kebakaran. Untuk dapat menimbulkan asap sampai dalam kuantitas tertentu dan mencapai sensor kebakaran tentunya membutuhkan waktu tertentu. Posisi sensor kebakaran dengan lokasi perkiraan awal kebakaran cukup berjauhan ditambah dengan adanya akses yang cukup berliku. Pada saat alarm menyala, besar kemungkinan api sudah cukup besar dan mulai membakar barang-barang yang ada di dalam ruang *Electrician*.



Gambar II-6: Kondisi Sensor asap yang terdapat di ruang dapur.

Pada gambar di atas, terlihat kondisi sensor yang tertutup jelaga pekat namun tidak rusak akibat kebakaran. Kondisi demikian menunjukkan hanya asap saja yang mencapai sensor namun tidak disertai dengan panas maupun lidah api.

Saksi mata yang melihat awal kebakaran pertama melihat asap tebal sudah timbul di bagian atas di lorong akomodasi kiri *poop deck*. Hal ini sesuai dengan pola penjalaran kebakaran bahwa awal kebakaran dimulai dari area di sekitar lorong di *poop deck* sebelah kiri depan ruang Electrician.

II.1.2. Penyebab Awal Kebakaran

Selanjutnya pemeriksaan difokuskan pada identifikasi terhadap indikasi awal kebakaran. Secara lebih spesifik, tim investigasi melakukan pendataan terhadap seluruh potensi kebakaran yang ada di area awal titik kebakaran. Dalam keterangan yang diberikan, Electrician menyatakan bahwa tidak ada barang elektronik yang dalam kondisi menyala.

Electrician menyatakan bahwa saluran listrik digunakan untuk menyalakan lampu-lampu kapal di area sekitar *poop deck*. Pemeriksaan terhadap panel listrik untuk saluran di sekitar *poop deck* juga menunjukkan dalam posisi "On".



Gambar II-7: posisi sambungan kabel yang menjuntai ke bawah setelah kebakaran. Inzet: perbesaran

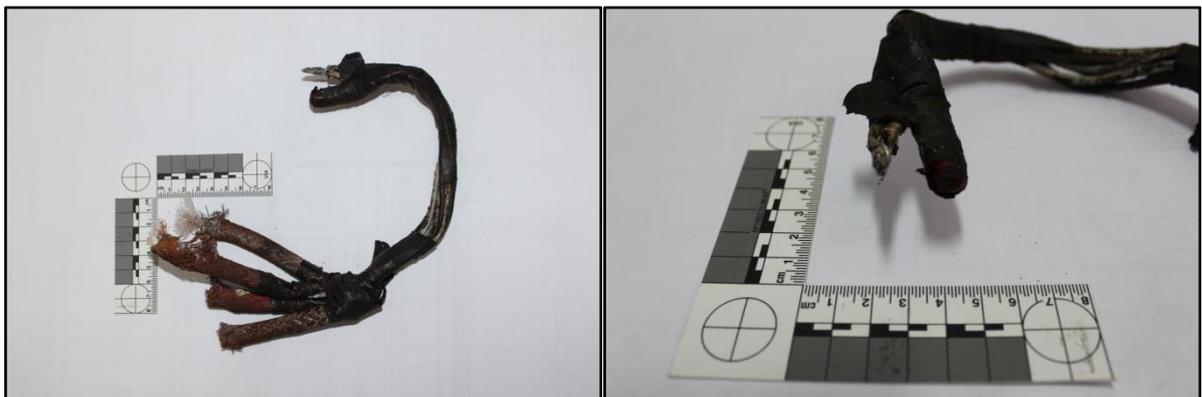
Sambungan kabel dimaksud berada tepat di atas kamar Electrician. Kondisi kabel akibat kebakaran menunjukkan tidak adanya yang rusak atau hampir putus. Masing-masing kabel dalam kondisi baik tapi tidak lagi terlihat adanya sisa sambungan antar masing-masing kabel. Dilihat dari diagram listrik, sambungan dimaksud merupakan satu-satunya sambungan instalasi listrik yang berada di area perkiraan awal kebakaran.



Gambar II-8: kondisi penemuan kotak pengaman sambungan di ruang Electrician

Selanjutnya pada pemeriksaan ruangan Electrician, ditemukan benda berupa kotak. Benda dimaksud selanjutnya teridentifikasi sebagai kotak pengaman sambungan listrik. Tepat di atas kotak listrik dimaksud terdapat 4 bekas kabel yang tergabung menjadi satu.

Investigasi selanjutnya melakukan pemeriksaan terhadap kondisi sambungan lain yang berada di dekat area awal kebakaran. Sambungan kabel ditemukan berada di ruang *mess room* atau tepat di sebelah lokasi perkiraan awal kebakaran. Sambungan dimaksud dibuka dan diambil sebagai sampel untuk pemeriksaan lebih lanjut. Dari tindakan pembongkaran diketahui bahwa sambungan tidak berada didalam kotak pengaman sambungan listrik. Ditinjau dari kualitas sambungan kabel pada titik sambungan di *mess room*, kabel dimaksud diklem dan diinsulasi. Insulasi dimaksud menggunakan pita perekat.



Gambar II-9: Contoh sambungan kabel yang didapatkan pada instalasi di atas mess room

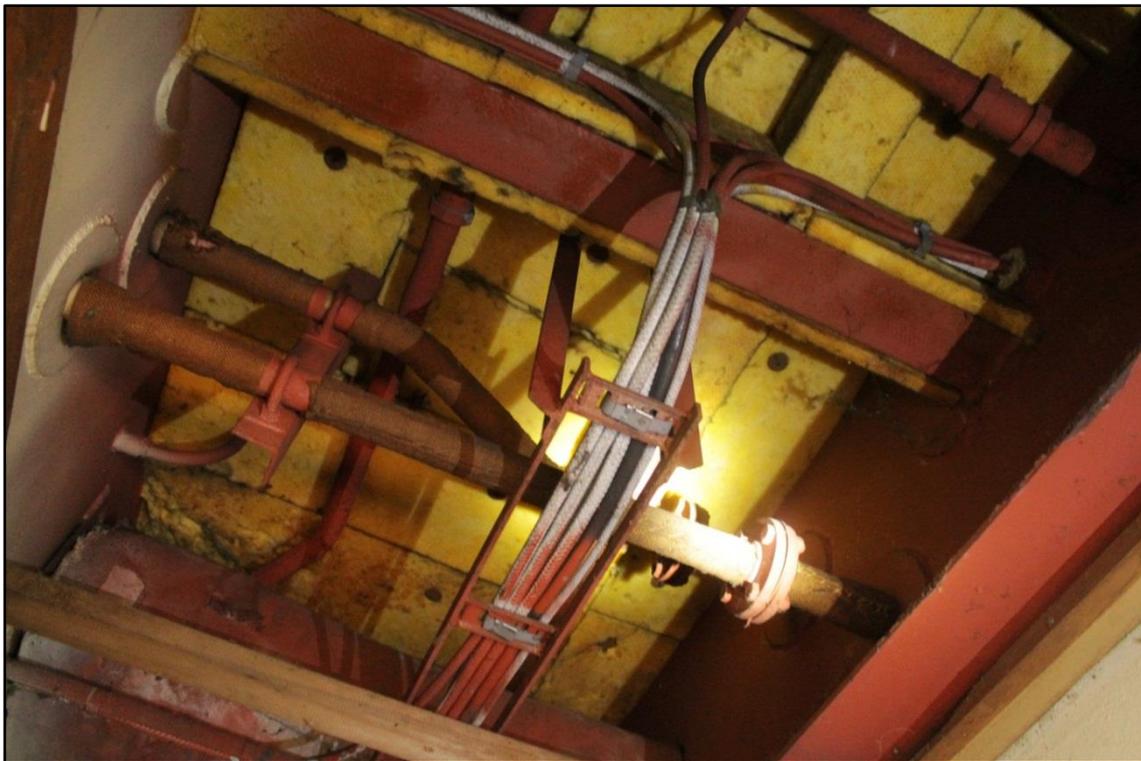
KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

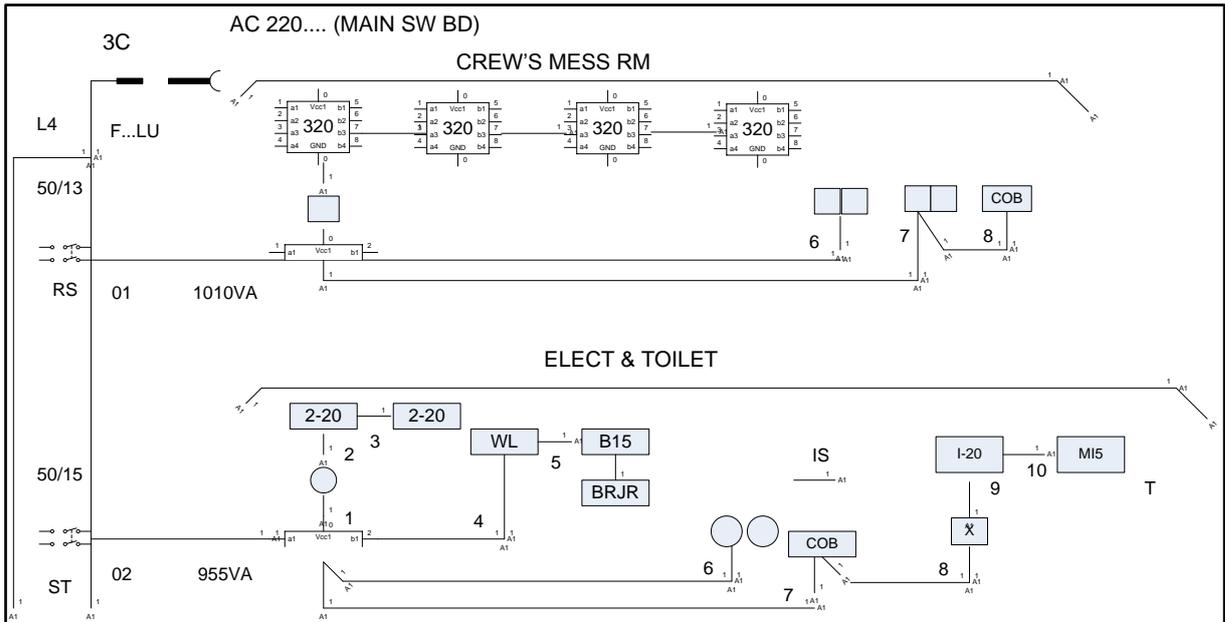
Sambungan pada sampel di atas melibatkan 4 kabel utama yang digabung menjadi satu dan dibungkus dengan insulasi plastik. Pada sambungan tersebut terlihat adanya sisa materi berupa warna kekuningan.

Untuk mendapatkan kondisi awal sebelum kebakaran, tim investigasi melakukan pengamatan terhadap *KM. Soemantri Brodjonegoro* yang merupakan *sister ship* dari *KM. Otong Kosasih*. Kabel yang digunakan dalam instalasi kapal ini merupakan kabel dengan insulasi baja untuk dijadikan saluran listrik utama. Dari pemeriksaan terhadap instalasi yang serupa, tidak ada sambungan terbuka di area lorong yang ditengarai sebagai awal kebakaran. Sambungan kabel dimaksud terdapat sesuai dengan diagram listrik di bawah. Sambungan ini terdapat pada ruang electrician dan *mess room*. Sambungan listrik hanya ada di area yang sudah ditentukan yaitu pada kotak pengaman sesuai dengan diagram kelistrikan.

Diagram kelistrikan menunjukkan sambungan pada titik di ruang Electrician sebagai percabangan ke peralatan listrik. Pada sambungan listrik yang berada di titik perkiraan awal kejadian, sambungan di ruang Electrician menghubungkan seluruh peralatan listrik yang ada di dalam kamar. Dirunut ke area yang lain, sambungan listrik tersebut terhubung dengan area dapur dan *mess room* awak kapal.



Gambar II-10: instalasi listrik pada posisi yang sama dengan area lokasi awal kebakaran yang ditinjau di *KM. Soemantri Brodjonegoro*.



Gambar II-11: Digaram Instalasi listrik untuk area poop deck



Gambar II-12: Kotak sambungan kabel yang terpasang di instalasi kabel

Berdasarkan keterangan Electrician, beban kerja listrik pada saat kejadian cukup besar di daerah *poop deck*. Penerangan untuk area dimaksud disuplai dari generator. Panel listrik untuk penerangan menunjukkan posisi *standby* dan bukan pada posisi "On" atau "Off". Kondisi demikian dimungkinkan terjadi karena penurunan tegangan pada saat kebakaran terjadi.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

Sambungan listrik yang kurang tepat/baik dapat menghasilkan kondisi yang disebut *resistive heating*, adalah istilah yang biasanya digunakan untuk menggambarkan pengaruh/efek dari hubungan/koneksi yang buruk dalam sebuah konektor listrik. Hal ini bisa ditimbulkan karena adanya terminal sekrup yang longgar atau kawat tembaga yang sudah pudar atau suram. Aliran listrik dari sambungan kurang baik yang dihasilkan dapat mengakibatkan penolakan atau ketidaksesuaian daya tahan yang beresiko tinggi di bandingkan dengan aliran arus listrik normal. Dalam mengatasi ketidaksesuaian daya tahan tersebut, maka dihasilkan panas yang bercampur selama aliran arus listrik normal, dimana rangkaian/sirkuit tersebut memang dirancang menjadi satu. Dalam satu waktu, temperatur tinggi yang dihasilkan menyebabkan tingkat oksidasi tinggi atau degradasi dalam sambungan listrik. Dalam beberapa kejadian, sambungan terbentuk, sehingga kelihatannya menyala/berpijar secara stabil.



Gambar II-13: Kondisi panel penerangan untuk area B Deck, Poop Deck Light

Sambungan listrik dapat menghasilkan panas yang lebih dibandingkan dengan panas yang ada pada kabel itu sendiri. Selain itu, pada sambungan juga dapat muncul percikan api. Kondisi tersebut dapat terjadi jika kondisi sambungan dalam keadaan terbuka atau tidak disambung berdasarkan ketentuan dan pertimbangan besar arus maupun tegangan dalam instalasi tersebut.

Ketika kawat terhubung dalam koneksi yang tidak aman, misal 2 kawat yang tanpa pelindung menyatu tanpa adanya tekanan mekanik, biasanya menimbulkan busur electrical (*electrical arc*). Besaran dan durasinya tergantung dari pelindung yang digunakan saat ini (sekering atau pemutus) dan kondisi fisik dimana kawat tersebut menyatu. Apabila hasil dari *arc* tersebut tidak terbatas termasuk tambahan yang sesuai, maka temperatur tinggi dari *arc* tersebut akan menyala sangat tipis atau akhirnya akan terbagi dengan bahan yang mudah terbakar. Terkadang, inilah yang disebut *arcing* yang utama (*primary arcing*)

Perlindungan sambungan listrik diperlukan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Panas yang timbul mungkin tidak serta merta memicu terjadi kebakaran namun jika terjadi secara terus menerus atau berulang pada intensitas yang berbeda maka akan timbul kondisi yang rentan terhadap bahaya kebakaran.

KM. Otong Kosasih menunjukkan adanya potensi dan resiko bahaya kebakaran yang cukup besar ditinjau dari aspek instalasi listrik yang ada di area akomodasi. Untuk mengurangi resiko kebakaran perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dan perbaikan pada instalasi-instalasi yang diidentifikasi beresiko kebakaran tinggi.

II.2. SISTEM PENCEGAHAN DAN PENANGANAN KEBAKARAN DI ATAS KAPAL

II.2.1. Pencegahan Kebakaran

Untuk menahan laju kebakaran di atas kapal di pasang material yang sesuai. Ketentuan SOLAS menyatakan untuk daerah tertentu material yang dipasang sebagai perlindungan kebakaran harus dapat menahan laju kebakaran hingga pada temperatur dan batasan waktu tertentu.

Berdasarkan aturan SOLAS, penempatan dan pemasangan material harus dapat mempertimbangkan perlindungan terhadap bahaya kebakaran. Aturan SOLAS mengkategorikan penggunaan bahan-bahan untuk dipasang di kapal dalam tiga kategori utama:

Class A Divisions

- *Built in steel or other equivalent material*
- *Suitably stiffened*
- *Built to be capable of preventing the passage of smoke and flame to the end of the one-hour*
- *Insulated with approved non-combustible materials such that the average temperature of the unexposed side will not rise more than 140°C above the original temperature, nor will the temperature, at any one point, including any joint, rise more than 180°C above the original temperature, within the following time intervals:*
 - *A60 - 60 min.*
 - *A30 - 30 min.*
 - *A15 -15 min*
 - *A0 - 0 min.*

Class B Divisions

- *Constructed of approved non-combustible materials*
- *Built to avoid the passage of flames during at least 30 minutes of the standard test*
- *Insulated such that the average temperature of the unexposed side will not rise more than 140° C, nor will the temperature at any one point, including any joint, rise more than 225°C above the original temperature, after:*
 - *B15 - 15 min.*
 - *B0 - 0 min.*

Class C Divisions

- *Constructed of approved non-combustible materials, without any particular requirements.*

Kejadian kebakaran diketahui berawal dari *poop deck* yang selanjutnya merambat ke bagian lain. Kebakaran merambat melalui tangga akses yang berada di sebelah ruang electrician dan selanjutnya menjalar ke bagian lainnya yang berada di sisi kiri atas kapal. Perambatan ini diketahui melalui medium dinding yang terbuat dari material triplek dan asbes. Perambatan kebakaran relatif cukup cepat sehingga api menjadi susah dikendalikan.

II.2.2. Penanganan Kebakaran Oleh Awak Kapal

Pada saat awak kapal pertama kali mendengarkan alarm kebakaran, diketahui asap tebal sudah terbentuk dan panas muncul dari perkiraan awal kebakaran. Tindakan yang diambil adalah dengan mengandalkan peralatan pemadam kebakaran jinjing yang ada di sekitar lokasi awal kebakaran. Namun api menjadi lebih besar dan semakin tidak terkendali.



Gambar II-14: Bekas Tabung Oksigen (insert: peralatan APAR yang digunakan awak kapal pada saat upaya pemadaman)

Upaya awak kapal selanjutnya adalah dengan menggunakan selang hidran dan menyemprotkan air laut dinilai kurang maksimal untuk menahan laju kebakaran. Awak kapal kebanyakan sedang berada di luar dikarenakan kapal dalam posisi *standby*. Tidak banyak awak kapal yang terlibat dalam menahan laju kebakaran sebelum akhirnya tim darat dan bantuan beberapa kapal tunda datang. Beberapa awak kapal mencoba menembus titik awal kebakaran dengan mengenakan peralatan bantu pernafasan (*breathing apparatus*) sambil membawa selang hidran. Namun upaya pemadaman ini masih belum dapat menahan laju kebakaran.

Pelatihan kondisi darurat sudah semestinya memberikan kesempatan kepada awak kapal untuk mengatasi kondisi darurat di kapal. Kesigapan awak kapal dalam mengatasi bahaya kebakaran akan semakin meningkat seiring dengan pelaksanaan pelatihan pemadaman. Selain pelatihan, deteksi terhadap awal kebakaran merupakan hal yang utama. Semakin awal kebakaran terdeteksi, tindakan pemadaman yang diupayakan cenderung akan lebih ringan.

Sekiranya, awak kapal perlu untuk mendapat pelatihan dan praktik yang lebih sehingga potensi resiko kebakaran dapat diketahui sedini mungkin.

II.3. PERAWATAN INSTALASI LISTRIK DI ATAS KAPAL

KNKT melakukan pemeriksaan terhadap instalasi kelistrikan di bagian lain *KM. Otong Kosasih*. Dari hasil pemeriksaan diketahui adanya kondisi-kondisi yang dapat berakibat pada kegagalan kelistrikan.



Gambar II-15: Contoh kerusakan akibat hewan pengerat pada sambungan listrik yang terbuka.

Pada pemeriksaan di area *poop deck* sisi kanan ditemukan sambungan listrik yang termakan tikus. Sambungan listrik ini menggunakan kabel dengan pembungkus baja seperti halnya instalasi listrik lainnya. Namun pada bagian yang terbuka menunjukkan adanya kerusakan yang besar kemungkinan akibat dari hewan pengerat. Sambungan dimaksud juga ditemukan tidak berada di dalam kotak pengaman. Berdasarkan catatan di kapal, fumigasi untuk menghilangkan hewan pengerat maupun potensi penyakit dari hewan lainnya sudah sering kali dilaksanakan. Namun demikian, awak kapal menyatakan masih melihat adanya hewan pengerat yang berkeliaran di atas kapal.

Pada saat investigasi lapangan, kerusakan terhadap sambungan yang terindikasi akibat hewan pengerat terpantau di beberapa lokasi.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

Pada pemeriksaan instalasi listrik di *galley* terlihat adanya bagian gosong di dekat sambungan listrik untuk peralatan pemanas air. Gosong pada material dinding ini terlihat cukup dalam dan diperkirakan sudah terjadi dalam cukup waktu lama. Gosongnya dinding di dekat soket listrik ini sangat besar dimungkinkan terjadi akibat percikan listrik serta panas yang berlebih.

Dari kondisi yang didapatkan selama proses investigasi menunjukkan adanya potensi-potensi kebakaran lainnya di atas kapal selain sistem kelistrikan. Diperlukan upaya dari manajemen kapal untuk melakukan pemeriksaan dan perbaikan lebih lanjut terhadap seluruh sistem kelistrikan di kapal. Pemeriksaan tidak hanya mencakup instalasi listrik namun juga melihat kondisi insulasi yang dinilai sudah tidak dapat menahan laju kebakaran.

III. KESIMPULAN

III.1. PENYEBAB KEBAKARAN

Dari analisis terhadap data dan informasi yang didapatkan selama proses investigasi dapat disimpulkan bahwa kebakaran di atas *KM. Otong Kosasih* kemungkinan yang paling besar diakibatkan oleh munculnya panas yang berlebih pada sambungan kabel di area langit-langit sekitar ruang Electrician. Panas ini selanjutnya diperkirakan menjalar ke insulasi dan material langit-langit yang selanjutnya memicu terjadinya kebakaran yang lebih besar.

III.2. FAKTOR-FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI

- Kurangnya kualitas pengamanan dan insulasi sambungan 4 kabel besar yang berada di atas ruangan Electrician;
- Tidak digunakannya kotak pengaman sambungan untuk melindungi sambungan instalasi listrik;
- Tidak bekerjanya instalasi penahanan dan material pelindung kebakaran menyebabkan kebakaran menjadi menjalar ke ruangan yang lain dengan cepat.
- Awal terjadi kebakaran terjadi dalam cukup waktu yang lama, namun tidak diketahui oleh awak kapal.
- Terindikasi adanya kerusakan pada instalasi listrik dari hewan pengerat. Kerusakan yang ditimbulkan dapat menurunkan perlindungan insulasi panas kabel listrik.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

IV. REKOMENDASI

KNKT menyampaikan rekomendasi berikut kepada pihak-pihak terkait untuk dijadikan sebagai acuan dalam pencegahan kecelakaan serupa di masa mendatang dan peningkatan keselamatan transportasi pelayaran

IV.1.1. Operator Kapal

- Melakukan pemeriksaan dan perbaikan terhadap seluruh instalasi listrik di kapal termasuk juga kapal-kapal yang sejenis terutama dalam kaitannya kondisi insulasi sambungan kabel.
- Meningkatkan kemampuan awak kapal dalam menangani kondisi darurat seperti halnya pemadaman kebakaran.
- Meningkatkan upaya fumigasi secara menyeluruh dalam membersihkan potensi bahaya dan penyakit kapal dari keberadaan hewan pengerat.

Sampai dengan diterbitkannya laporan final investigasi kecelakaan ini, KNKT belum mendapatkan tanggapan maupun *safety action* terhadap rekomendasi yang disampaikan kepada pihak dimaksud.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

KM. Otong Kosasih, Pelabuhan Khusus Pusri Palembang, Sumatera Selatan, 20 September 2015

SUMBER INFORMASI

Kantor Syahbandar dan Otoritas Pelabuhan Boom Baru Palembang, Sumatera Selatan;

PT. Biro Klasifikasi Indonesia;

PT. Pusri Indonesia Logistik;

PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang;

Awak Kapal *KM. OtongKosasih*;

Awak Kapal *KM. SoemantriBrodjonegoro*

Referensi

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

NFPA, Smoke Alarms in US Home Fires, 2015.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI REPUBLIK INDONESIA

Jl. Medan Merdeka Timur No.5 Jakarta 10110 INDONESIA

Phone : (021) 351 7606 / 384 7601 Fax : (021) 351 7606 Call Center : 0812 12 655 155

website 1 : <http://knkt.dephub.go.id/webknkt/> website 2 : <http://knkt.dephub.go.id/knkt/>

email : knkt@dephub.go.id

ISBN
BARCODE