



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA

DRAF LAPORAN AKHIR

KNKT.22.10.09.03

Laporan Investigasi Kecelakaan Pelayaran

Kebakaran di kamar mesin *LIT Enterprise*

Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya

13 Oktober 2022

2025

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 pasal 257 berikut penjelasannya.
2. Peraturan Pemerintah nomor 62 tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi.
3. Peraturan Presiden nomor 102 tahun 2022 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi.
4. IMO Resolution MSC.255 (84) tentang Kode Investigasi Kecelakaan Pelayaran.

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 2025.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan telah selesainya penyusunan Laporan Final Investigasi Kecelakaan Pelayaran kebakaran di kamar mesin *LIT Enterprise* di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya pada tanggal 13 Oktober 2022.

Bahwa tersusunnya Laporan Akhir Investigasi Kecelakaan Pelayaran ini sebagai pelaksanaan dari amanah atau ketentuan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran pasal 256 dan pasal 257 serta 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, November 2025

Ketua Komite Nasional Keselamatan
Transportasi

Soerjanto Tjahjono

DRAFT

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vii
SINOPSIS	1
I. INFORMASI FAKTUAL	2
I.1. Kronologi kejadian	2
I.2. Pasca kejadian	5
I.3. Kerusakan akibat kebakaran	5
I.4. Kondisi lingkungan	12
I.5. Pemilik kapal dan operator kapal	12
I.6. Manajemen Keselamatan	13
I.6.1. Sistem Manajemen Keselamatan Kapal	13
I.6.2. Personil darat yang ditunjuk (DPA)	14
I.7. Deskripsi <i>LIT Enterprise</i>	14
I.8. Sertifikat <i>LIT Enterprise</i>	16
I.9. Mesin utama <i>LIT Enterprise</i>	16
I.9.1. Gambaran umum	16
I.9.2. Komponen kunci mesin utama	18
I.9.3. Perangkat monitoring crankcase	19
I.9.4. Kondisi mesin utama pasca kejadian	20
I.9.5. Pekerjaan yang dilakukan pada mesin utama di pelabuhan sebelumnya	24
I.9.6. Perawatan terencana	25
I.9.7. Riwayat pekerjaan perawatan mesin utama	26
I.10. Peristiwa di kamar mesin saat persiapan dan pergerakan kapal sandar ke Dermaga Jamrud	28
I.11. Tanggap darurat	30
I.11.1. Sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran tetap	30
I.11.2. Sistem pemadam kebakaran CO2	31
I.11.3. Inspeksi sistem pemadam kebakaran CO2	33
I.11.4. Sistem pemadam kebakaran CO2 ke kamar mesin	34
II. ANALISIS	36

II.1.	Ikhtisar kebakaran	36
II.2.	Kegagalan kerja mesin utama	36
II.2.1.	Rangkaian kejadian dan indikasi kegagalan	36
II.2.2.	Identifikasi komponen yang mengalami kegagalan.....	38
II.2.3.	Asap yang terlihat keluar dari kamar mesin	41
II.2.4.	Gambaran kegagalan komponen	41
II.3.	Manajemen perawatan	42
II.4.	Tanggap darurat	43
III.	KESIMPULAN.....	45
III.1.	Temuan.....	45
III.2.	Faktor kontribusi	45
IV.	REKOMENDASI.....	46
IV.1.	Direktorat Jenderal Perhubungan Laut	46
IV.2.	PT Biro Klasifikasi Indonesia (Persero)	46
IV.3.	PT Lintas Indonesia Timor Line.....	46
V.	SUMBER INFORMASI	47

DRAFT

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1: Kapal tunda melakukan penyemprotan ke LIT Enterprise di Dermaga Jamrud Selatan.....	3
Gambar I-2: Pemadaman oleh petugas pemadam kebakaran di Dermaga Jamrud Selatan.....	4
Gambar I-3: LIT Enterprise di area labuh Tanjung Perak pasca kejadian (tampak belakang dan lambung kanan)	6
Gambar I-4: LIT Enterprise di area labuh Tanjung Perak pasca kejadian (tampak lambung kiri belakang).....	6
Gambar I-5: Keadaan dek-1 di kamar mesin pasca kebakaran.....	7
Gambar I-6: Tombol dan kenob panel kontrol permesinan yang meleleh karena panas	8
Gambar I-7: Kondisi perkabelan dan langit-langit di dek-1	8
Gambar I-8: Kondisi Terminal Kontrol Mesin Utama.....	9
Gambar I-9: Kondisi panel kontrol CPP	9
Gambar I-10: Generator nomor 2	10
Gambar I-11: Generator nomor 1 sedang dibersihkan dan diperiksa	10
Gambar I-12: Kondisi pintu sebagai akses ke ruang MDB	11
Gambar I-13: Kondisi ruang MDB	11
Gambar I-14: Ilustrasi rute kapal dari berlabuh sampai ke Dermaga Jamrud Selatan	12
Gambar I-15: Gambar rencana umum LIT Enterprise.....	15
Gambar I-16: Mesin diesel MAK 8M32	17
Gambar I-17: Perakitan batang piston.....	18
Gambar I-18: Oil Mist Detector.....	19
Gambar I-19: Kerusakan blok mesin sekitar pintu crankcase nomor 8 (tampak sebelah kiri)	20
Gambar I-20: Kerusakan blok mesin sekitar pintu crankcase nomor 8 (tampak sebelah kanan)	21
Gambar I-21: Penutup lubang camshaft di atas pintu crankcase silinder nomor 8 rusak.....	22
Gambar I-22: Kerusakan di dalam crankcase silinder nomor 8	22
Gambar I-23: Batang penghubung piston nomor 8 dan komponen lainnya.....	23
Gambar I-24: Kepala piston tertinggal di dalam silinder nomor 8 dilihat dari bawah (kiri); Kondisi piston setelah cover kepala silinder diangkat (tengah); Sebelum cover kepala silinder diangkat (kanan)	24
Gambar I-25: Laporan Perbaikan Kapal tanggal 02 September 2022.....	27
Gambar I-26: Panel alarm kebakaran (kiri); Panel deteksi asap (kanan).....	31
Gambar I-27: Stasiun belakang sistem CO2 (Sumber: LIT Enterprise Fire Control Plan).....	32

Gambar I-28: Stasiun depan sistem CO2 (Sumber: LIT Enterprise Fire Control Plan).....	32
Gambar I-29: Pengecekan terakhir release cabinet Sistem CO2.....	33
Gambar I-30: Remote release cabinet sistem CO2 ke kamar mesin, kunci kabinetnya patah	34
Gambar II-1: Kepala piston tertinggal di dalam tabung silinder nomor 8.....	39
Gambar II-2: Piston dan batang penghubung bagian atas atau small-end (tampak kedepan). Sambungan flens di lingkaran merah.	40

DRAFT

DRAFT

DAFTAR TABEL

Tabel I-1: Data mesin utama (sumber: acceptance test record).....	17
Tabel I-2: Jadwal perawatan terencana mesin diesel MAK 8M32	25
Tabel I-3: Pekerjaan dan perawatan mesin utama LIT Enterprise (sumber: manajemen PT LIT)	26
Tabel I-4: Pergerakan mesin utama sewaktu kapal berolah gerak (sumber: Buku Olah Gerak)	29
Tabel I-5: Ruang yang di proteksi sistem pemadaman kebakaran tetap CO2	33

DRAFT

SINOPSIS

Pada hari Kamis tanggal 13 Oktober 2022, sekitar pukul 14.55¹, *LIT Enterprise* sewaktu berolah gerak untuk penyandaran mengalami kegagalan kerja mesin utama yang menyebabkan kebakaran di kamar mesin.

LIT Enterprise berhasil disandarkan di Dermaga Jamrud Selatan. Kapal Tunda Pelabuhan dan mobil Dinas Pemadam kebakaran Pelabuhan Tanjung Perak dan Pemerintah Kota Surabaya dikerahkan untuk membantu proses pemadaman kebakaran.

Sekitar pukul 18.13, kebakaran berhasil dipadamkan dan dilanjutkan dengan tindakan pendinginan. Sekitar pukul 20.09, tindakan pendinginan selesai.

Pada hari Minggu tanggal 16 Oktober 2022, sekitar pukul 11.35, setelah pembongkaran kargo selesai kemudian *LIT Enterprise* dikeluarkan dari Dermaga Jamrud Selatan. Dikarenakan mesin utama mengalami kerusakan maka kapal harus ditarik keluar dari dermaga dengan kapal tunda dan selanjutnya dilabuhkan di rede Tanjung Perak.

Semua awak kapal *LIT Enterprise* dalam keadaan selamat. Keseluruhan kargo yang ada di atas kapal dalam keadaan aman. Tidak ada kerusakan pada fasilitas di Dermaga Jamrud Selatan akibat dari kebakaran *LIT Enterprise*. Akibat dari kegagalan mesin utama *LIT Enterprise* mengalami kerusakan yang serius sehingga tidak bisa difungsikan.

¹ Semua waktu merujuk pada Waktu Indonesia Barat (UTC+7)

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1. Kronologi kejadian

Pada hari Kamis tanggal 13 Oktober 2022, pukul 13.06, awak kapal *LIT Enterprise* memulai persiapan untuk kapal sandar. *LIT Enterprise* saat itu sedang berlabuh jangkar di rede Tanjung Perak di sekitar Pelampung Suar nomor 22.

Pukul 13.41, status permesinan *Stand-by Engine* dan dinyatakan siap untuk digunakan buat berolah gerak kapal sandar.

Pukul 14.10, proses menaikkan jangkar dimulai.

Pukul 14.20, dilaporkan jangkar telah naik.

Pukul 14.40, Pandu bandar berada di atas kapal.

Pandu yang bertugas untuk melakukan penyandaran *LIT Enterprise* adalah Pandu 140.

Selanjutnya kapal tunda *Fatima 01* terikat di lambung kiri *LIT Enterprise* untuk membantu proses penyandaran lambung kanan kapal ke dermaga. Kapal kemudian bergerak dari rede menuju ke Dermaga Jamrud Selatan.

Sekitar pukul 14.55, pada saat olah gerak untuk sandar awak kapal dan Pandu 140 yang berada di anjungan merasakan kapal bergetar, namun kapal masih tetap bisa melanjutkan olah gerak.

Selanjutnya semua personil yang berada di anjungan mendengar bunyi cukup keras yang berasal dari cerobong. Kepala Kamar Mesin (KKM) sedang berada di anjungan, KKM yang bertanggung jawab dalam pengoperasian tuas kendali rpm mesin utama dan tuas kendali *controlable pitch propeller* (CPP) dengan segera menurunkan putaran mesin.

Beberapa saat kemudian asap hitam terlihat keluar dari cerobong mesin. Masinis Jaga yang bertugas di kamar mesin tiba di anjungan dan memberitahukan keadaan di dalam kamar mesin kepada KKM. Diberitahukan kepada KKM bahwa kamar mesin telah dipenuhi dengan asap. Mendengar hal itu KKM segera turun ke kamar mesin untuk melihat dan memeriksa keadaan yang terjadi. Mualim Satu juga ikut turun untuk melihat keadaan di kamar mesin. Akan tetapi KKM dan Mualim Satu tidak dapat masuk ke dalam kamar mesin karena kamar mesin sudah tertutup dengan asap tebal sehingga menghalangi pandangan.

Asap tebal keluar dari kamar mesin melalui cerobong gas buang permesinan, pintu kamar mesin dan juga dari *emergency hatch* kamar mesin sebelah kanan dan kiri. Saat asap tebal mulai menyebar di kamar mesin semua awak mesin yang bertugas di kamar mesin segera naik ke dek utama. Awak kapal lainnya berupaya melakukan pemadaman dengan menggunakan APAR jenis busa serta menyemprotkan air dengan selang pemadam ke dalam kamar mesin melalui akses *emergency hatch*.

Mesin utama kemudian mati, dan tidak lama setelah itu mesin bantu yang sedang digunakan sewaktu kapal berolah gerak juga mati. *LIT Enterprise* saat itu menjadi kapal yang tidak terkendali karena kegagalan mesin sehingga tidak mampu untuk berolah gerak sendiri. Pada saat itu posisi kapal telah sejajar dengan dermaga setelah selesai diputar guna menempatkan lambung kanan untuk bersandar, dan jarak antara lambung kanan kapal dengan dermaga sudah cukup dekat.



Gambar I-1: Kapal tunda melakukan penyemprotan ke LIT Enterprise di Dermaga Jamrud Selatan

Sekitar pukul 15.00, karena *LIT Enterprise* mengalami kegagalan mesin kemudian Pandu 140 meminta kepada Stasiun Kepanduan supaya didatangkan satu unit kapal tunda sebagai tambahan untuk dapat melanjutkan proses penyardaran.

Tidak lama berselang kapal tunda *Jayanegara-306* datang untuk membantu proses penyardaran.

Pukul 15.05, tali pertama dari *LIT Enterprise* tertambat di dermaga.

Sekitar pukul 15.30, lambung kanan *LIT Enterprise* bersandar di kade 198-285 di Dermaga Jamrud Selatan.

Setelah semua tali tros dan tali spring dari haluan dan buritan *LIT Enterprise* telah tertambat di dermaga kemudian tali kapal tunda dilepas.

Sekitar pukul 15.35, Pandu-140 turun dari *LIT Enterprise* setelah mendapat persetujuan dari Nakhoda.



Gambar 1-2: Pemadaman oleh petugas pemadam kebakaran di Dermaga Jamrud Selatan

Sebanyak 15-unit mobil Dinas Pemadam Kebakaran dari Pelabuhan Tanjung Perak dan Pemerintah Kota Surabaya dikerahkan dan sudah bersiap di dermaga selanjutnya melakukan penyemprotan untuk proses pemadaman. Demi keselamatan awak kapal *LIT Enterprise* diminta oleh petugas untuk turun dari kapal ke area aman di dermaga.

Sekitar pukul 15.50, kapal tunda *Jayanegara-306* dan kapal tunda *Khadijah* diminta bantuannya dalam membantu proses pemadaman kebakaran ke *LIT Enterprise* dari sisi laut. Kedua kapal tunda menggunakan *fire monitor* untuk melakukan penyemprotan air laut ke area cerobong dan area akomodasi.

Sekitar pukul 16.00, kapal tunda *Subali-2* dikerahkan untuk membantu penyemprotan.

Sebagai dukungan tindakan pengamanan keliling *RIB-360* disiagakan di sekitar *LIT Enterprise*.

Sekitar pukul 18.13, diberitakan bahwa kebakaran *LIT Enterprise* telah berhasil dipadamkan. Setelah itu dilanjutkan dengan tindakan pendinginan.

Pukul 18.30, kapal tunda *Subali-2*, tunda *Khadijah*, tunda *Jayanegara-306* dan *RIB- 360* meninggalkan lokasi *LIT Enterprise*.

Pukul 20.09, diberitakan bahwa tindakan pendinginan telah selesai.

I.2. Pasca kejadian

Pada hari Jumat tanggal 14 Oktober 2022, pukul 19.00, dimulai pembongkaran kontainer yang berada di atas dek serta yang berada di dalam ruang palka.

Pada saat kejadian *LIT Enterprise* sedang mengangkut kargo berupa kontainer dengan jumlah total sebanyak 220 TEU yang terdiri dari 50 kontainer berisi komoditas dan 170 kontainer kosong.

Pada hari Minggu tanggal 16 Oktober 2022, pukul 04.14, kegiatan pembongkaran kontainer dari *LIT Enterprise* selesai.

Sekitar pukul 11.35, *LIT Enterprise* dikeluarkan dari Dermaga Jamrud Selatan.

Pengeluaran *LIT Enterprise* dengan cara ditarik menggunakan kapal tunda, dan selanjutnya kapal dibawa sampai ke rede.

Sewaktu proses pengeluaran *LIT Enterprise* dari dermaga, mesin utama kapal tidak dapat difungsikan karena kerusakan yang dialaminya. Mesin bantu juga tidak dapat difungsikan karena kondisinya tidak memungkinkan untuk diaktifkan. Mesin bantu beserta panel kontrol generator dalam keadaan basah dan lembab karena terkena semprotan air laut sewaktu proses pemadaman.

Pukul 12.15, *LIT Enterprise* dilabuhkan dengan jangkar di rede Pelabuhan Tanjung Perak.

I.3. Kerusakan akibat kebakaran

Akibat dari kebakaran dan proses pemadaman yang dialami *LIT Enterprise* menyebabkan mesin utama dan mesin bantu tidak bisa difungsikan. Diketahui kemudian setelah kebakaran padam bahwa mesin utama mengalami kerusakan yang serius karena kegagalan kerja.

Tidak terdapat kerusakan pada struktur bangunan akomodasi bagian luar, sedangkan untuk bagian dalam akomodasi tidak ada yang mengalami kerusakan yang berarti.



Gambar I-3: LIT Enterprise di area labuh Tanjung Perak pasca kejadian (tampak belakang dan lambung kanan)



Gambar I-4: LIT Enterprise di area labuh Tanjung Perak pasca kejadian (tampak lambung kiri belakang)

Kerusakan akibat kebakaran di dek-1 kamar mesin yang terutama akibat terpapar oleh panas, kerusakan yang parah terlihat di bagian atas mesin utama dan sekitarnya. Langit-langit, dinding, dan peralatan yang berada di dek-1 di sekitar mesin utama permukaannya menghitam karena tertutup dengan jelaga yang bercampur minyak.



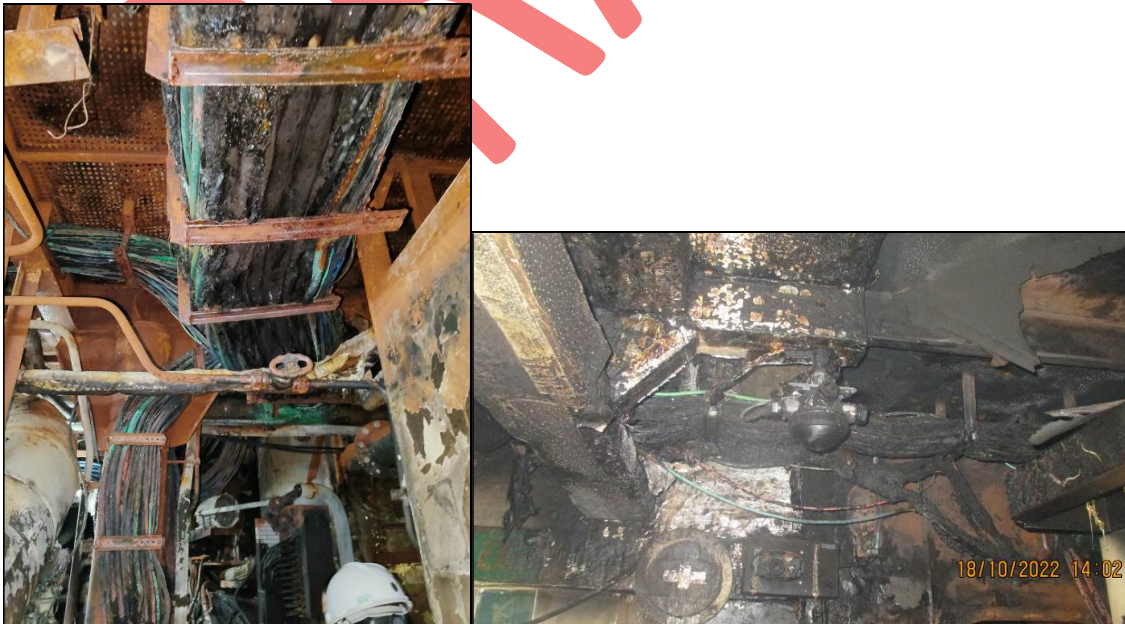
Gambar I-5: Keadaan dek-1 di kamar mesin pasca kebakaran

Tombol dan kenob yang terbuat dari material berbahan plastik atau bahan karet yang terpasang pada panel kontrol permesinan di dek-1 kondisinya terlihat rusak meleleh karena terpapar panas.



Gambar I-6: Tombol dan kenob panel kontrol permesinan yang meleleh karena panas

Di dek-0 yang merupakan level paling rendah di kamar mesin sebagian besar area kerusakan yang utamanya karena terpapar panas berada di sekitar crankcase silinder nomor 8. Pada permukaan peralatan dan perpipaan yang letaknya di sekitar mesin utama yang di dek-0 terlihat menghitam karena tertutup jelaga yang bercampur minyak. Perkabelan bagian atas di sekitar mesin utama di dek-1 permukaan pembungkusnya terlihat meleleh karena terpapar panas dan kondisi langit-langitnya tampak menghitam karena tertutup jelaga yang berminyak.

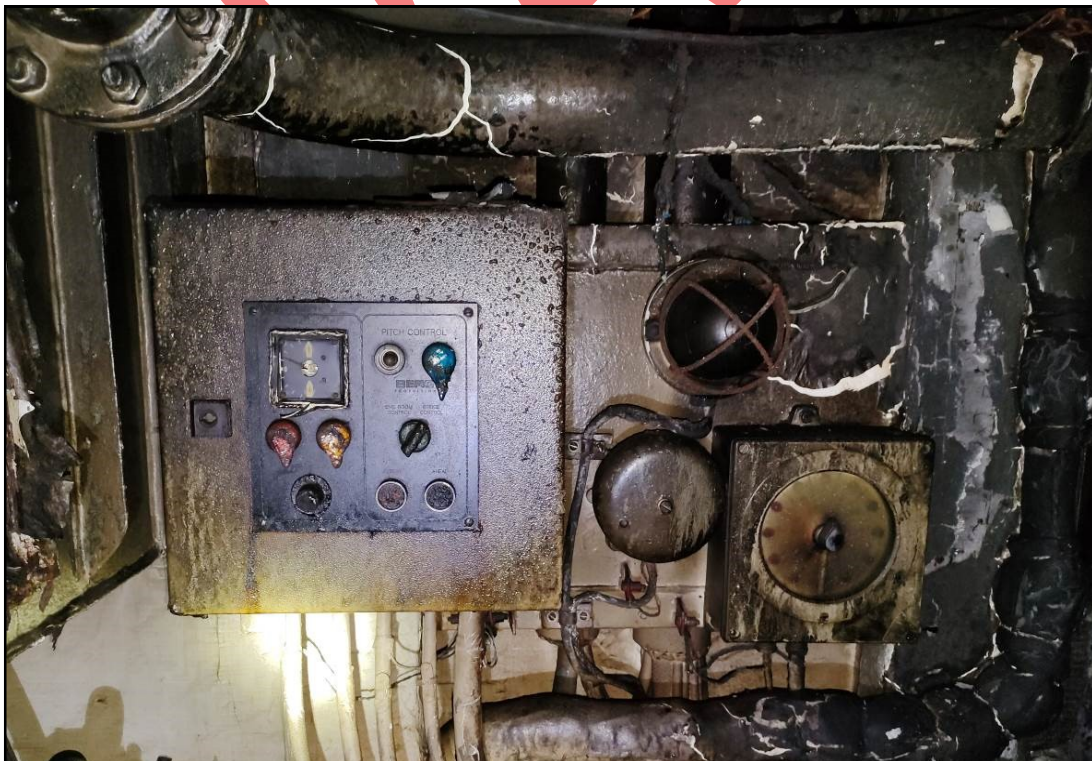


Gambar I-7: Kondisi perkabelan dan langit-langit di dek-1

Terminal kontrol mesin utama yang terletak di bagian depan sebelah kanan dari mesin utama kondisinya rusak. Penutup instrumen untuk pembacaan indikator, kenob, dan tombol pada panel terminal kontrol yang materialnya berbahan plastik dan karet ditemukan dalam keadaan rusak serta meleleh karena terpapar panas yang tinggi. Kerusakan juga terlihat pada instrumen panel kontrol untuk CPP.



Gambar I-8: Kondisi Terminal Kontrol Mesin Utama



Gambar I-9: Kondisi panel kontrol CPP

Dua unit mesin bantu yang berada di dek-1 terkena semprotan air sewaktu proses pemadaman kebakaran. Kondisi kedua mesin bantu didapati masih basah, lembab, dan pada permukaan mesin terlihat jelaga hitam yang menempel dan lengket karena bercampur minyak. Dengan kondisi tersebut membuat kedua mesin bantu perlu untuk dibersihkan, dikeringkan dan kemudian diperiksa lebih lanjut sebelum mesin diaktifkan kembali untuk mencegah timbulnya kerusakan.



Gambar I-10: Generator nomor 2

Tim investigasi KNKT kembali mendatangi *LIT Enterprise* ketika kamar mesin sudah tidak ada genangan air di dek-0. Pada kesempatan tersebut sewaktu turun ke kamar mesin tim investigasi KNKT melihat awak mesin yang sedang bekerja melakukan pembersihan dan pengecekan mesin bantu nomor 2 beserta alternatornya.



Gambar I-11: Generator nomor 1 sedang dibersihkan dan diperiksa

Pintu masuk ke dalam ruangan MDB (*Main Distribution Board*) kondisi permukaan pintu didapati rusak karena terpapar panas begitu juga dengan area sekitar pintu. Pintu terlihat gosong menghitam karena jelaga dan lapisan pelindungnya terkelupas. Permukaan pintu yang tanpa lapisan terlihat berkarat kemungkinan karena terkena semprotan air sewaktu proses pemadaman.



Gambar I-12: Kondisi pintu sebagai akses ke ruang MDB

Indikator panel di ruang MDB kondisinya banyak yang rusak karena terpapar panas. Ruangan lembab karena terkena semprotan air sewaktu proses pemadaman kebakaran. Kondisi tersebut menyebabkan kontrol panel generator, panel sinkronisasi, dan panel distribusi yang ada di dalam ruangan tidak bisa difungsikan pasca kejadian. Semua panel distribusi yang masih lembab perlu dikeringkan, dibersihkan, mengganti indikator yang tidak berfungsi, dan kemudian diperiksa lebih lanjut untuk mencegah kerusakan sebelum diaktifkan kembali.

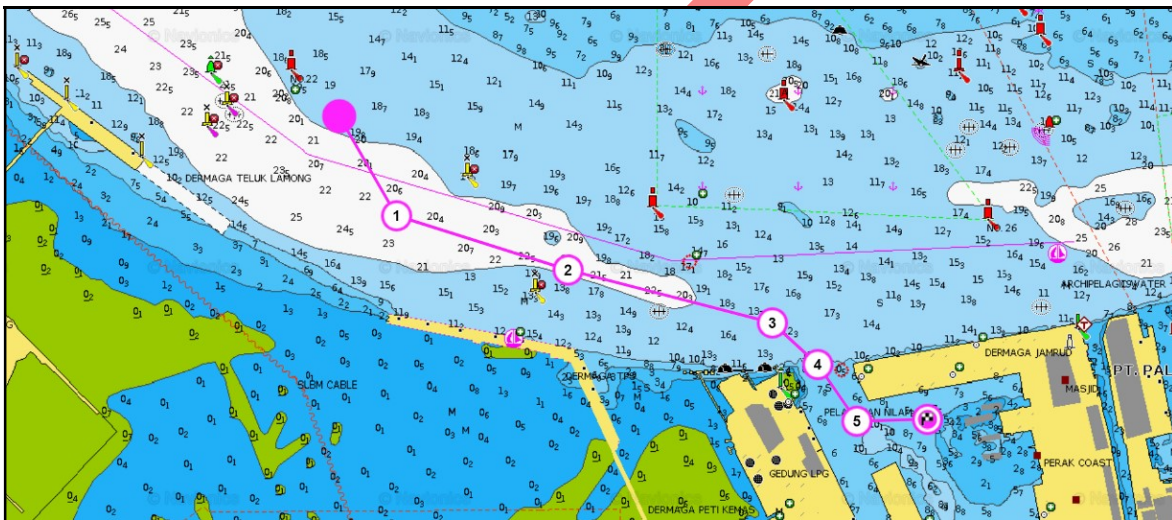


Gambar I-13: Kondisi ruang MDB

I.4. Kondisi lingkungan

Pada saat *LIT Enterprise* melakukan olah gerak sandar dari rede menuju ke Dermaga Jamrud Selatan diberitakan cuaca dalam keadaan baik. Angin bertiup pelan dan keadaan perairan pelabuhan tenang tidak berombak. Sewaktu kapal bergerak keadaan air mulai naik menuju pasang tinggi, sedangkan arus perairan pelabuhan tergolong lemah. Untuk kondisi lingkungan yang berlaku saat itu bukan sebagai kendala bagi pergerakan kapal-kapal di Pelabuhan Tanjung Perak.

Pada saat itu jarak yang ditempuh oleh *LIT Enterprise* sewaktu berolah gerak untuk penyandaran sekitar 2,3 *nautical mile* (NM), dimulai dari posisi kapal berlabuh yang lokasinya berada sebelah tenggara sekitar Pelampung Suar nomor 22 sampai di depan Dermaga Jamrud Selatan.



Gambar I-14: Ilustrasi rute kapal dari berlabuh sampai ke Dermaga Jamrud Selatan

I.5. Pemilik kapal dan operator kapal

LIT Enterprise dimiliki oleh perusahaan pelayaran PT Lintas Indonesia Timor Line yang berkedudukan di Kota Surabaya. Sampai dengan saat kejadian yang bertindak sebagai operator *LIT Enterprise* adalah perusahaan pemilik kapal itu sendiri. Dengan demikian perusahaan pelayaran PT Lintas Indonesia Timor Line merupakan sebuah perusahaan pelayaran yang sebagai pemilik kapal dan juga pihak yang mengoperasikan sendiri armada kapalnya.

Guna melengkapi serta menambah data-data faktual mengenai *LIT Enterprise* selanjutnya pada bulan November 2022 tim investigasi KNKT mengirim undangan wawancara kepada Direktur Utama PT Lintas Indonesia Timor Line yang dilaksanakan di kantor KNKT. Pada kesempatan tersebut Direktur Utama tidak dapat hadir dan sebagai penggantinya perusahaan mengirimkan perwakilannya untuk menghadiri undangan KNKT. Adapun personil yang datang ke kantor KNKT adalah personil yang sama dengan perwakilan perusahaan yang mendampingi tim investigasi KNKT ketika berada di atas kapal, dan turut bersama datang menemani adalah KKM *LIT Enterprise*.

I.6. Manajemen Keselamatan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan nomor PM 45 tahun 2012 tentang Manajemen Keselamatan Kapal, dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan Manajemen Keselamatan Kapal adalah manajemen keselamatan dalam pengoperasian kapal serta upaya pencegahan pencemaran lingkungan yang diterapkan di perusahaan dan di kapal.

LIT Enterprise merupakan kapal berbendera Indonesia yang termasuk kapal niaga yang harus memenuhi persyaratan manajemen keselamatan dan pencegahan pencemaran dari kapal karena mempunyai ukuran tonase kotor kapal lebih besar dari 500. Pemenuhan persyaratan yang dimaksud adalah *LIT Enterprise* diharuskan memiliki serta menerapkan sistem manajemen keselamatan.

PT Lintas Indonesia Timor Line selain sebagai perusahaan pemilik kapal berperan juga sebagai operator bagi *LIT Enterprise*. Perusahaan pemilik kapal juga memiliki peran sebagai *International Safety Management (ISM) Code* manager. Peran ini memiliki artian perusahaan pemilik kapal bertindak sebagai penanggung jawab dalam pembuatan, penyusunan, dan penerapan sistem manajemen keselamatan beserta dengan kewajiban pemenuhannya bagi seluruh armada kapal yang dioperasikannya.

PT Lintas Indonesia Timor Line memiliki sistem manajemen keselamatan untuk perusahaan dan sistem manajemen keselamatan untuk kapal yang merupakan bentuk pemenuhan persyaratan manajemen keselamatan. Kedua sistem manajemen keselamatan tersebut telah melalui tahapan verifikasi yang dilakukan oleh Direktur Jenderal Perhubungan Laut yang selanjutnya sertifikat diberikan.

Dokumen Penyesuaian Manajemen Keselamatan (*DOC*²) yang dimiliki PT Lintas Indonesia Timor Line diterbitkan di Jakarta pada tanggal 11 Februari 2020 oleh Direktur Jenderal Perhubungan Laut. Dokumen penyesuaian untuk perusahaan tersebut berlaku sampai dengan tanggal 09 Februari 2025.

Sertifikat Manajemen Keselamatan (*SMC*³) yang dimiliki *LIT Enterprise* diterbitkan di Jakarta pada tanggal 12 Oktober 2020 oleh Direktur Jenderal Perhubungan Laut. Sertifikat tersebut berlaku sampai dengan tanggal 11 Oktober 2025. Pelaksanaan audit verifikasi tahunan di tahun 2021 dan tahun 2022 dilakukan oleh Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak.

I.6.1. Sistem Manajemen Keselamatan Kapal

Tim investigasi KNKT mendapatkan salinan Sistem Manajemen Keselamatan (SMK) PT Lintas Indonesia Timor Line tersedia di *LIT Enterprise*. Dokumen SMK PT Lintas Indonesia Timor Line yang ada di kapal mulai diberlakukan tertanggal 21 Maret 2010 dengan status Revisi-0 yang merupakan edisi awal dokumen. Tim investigasi KNKT tidak melihat atau tidak mendapatkan adanya salinan dokumen Sistem Manajemen Keselamatan Kapal yang spesifik untuk *LIT Enterprise* berada di atas kapal.

² *Document of Compliance* adalah dokumen pemenuhan yang diterbitkan bagi perusahaan yang telah memenuhi persyaratan peraturan ini.

³ *Safety Management Certificate* adalah sertifikat yang diterbitkan untuk kapal yang membuktikan bahwa perusahaan dan manajemen di atas kapal bekerja/terselenggara sesuai dengan system manajemen keselamatan yang telah disahkan.

Tim investigasi KNKT tidak melihat dan tidak mendapatkan adanya bukti hasil implementasi dari sistem manajemen keselamatan yang dimiliki, baik yang sedang berjalan ataupun yang telah dilakukan oleh manajemen PT Lintas Indonesia Timor Line terhadap *LIT Enterprise*. Dalam hal ini perusahaan pelayaran merupakan pihak yang mempunyai tanggung jawab penuh untuk menerapkan sistem manajemen keselamatan yang dimiliki perusahaan kepada seluruh armada kapalnya.

1.6.2. Personil darat yang ditunjuk (DPA)

PT Lintas Indonesia Timor Line mengirim seorang personil ke kapal sebagai wakil manajemen sewaktu tim KNKT melakukan investigasi. Pada saat kejadian PT Lintas Indonesia Timor Line tidak mempunyai personil dalam posisi sebagai DPA yang definitif. Personil yang dikirim oleh perusahaan ke kapal adalah personil dari bagian teknik yang ditugaskan sebagai perwakilan manajemen perusahaan dalam membantu menangani urusan di lapangan serta urusan administrasi ke berbagai instansi yang berkaitan dengan kejadian kebakaran *LIT Enterprise*.

1.7. Deskripsi *LIT Enterprise*

LIT Enterprise (eks *EE Enterprise*; eks *CEC Endeavour*) merupakan jenis kapal barang umum untuk mengangkut kargo kering. Kapal memiliki perlengkapan untuk dapat membawa kargo kontainer. *LIT Enterprise* adalah kapal berbendera Indonesia dengan Pelabuhan Tanjung Perak sebagai tempat pendaftaran kapal.

LIT Enterprise dibangun di Rusia oleh *OJSC Krasniye Barrikadi Shipyard* pada tahun 2003. Berdasarkan dari Surat Ukur yang dimiliki diketahui bahwa ukuran pokok kapal adalah sebagai berikut: panjang keseluruhan 93,30 meter, lebar 16,50 meter, dan tinggi geladak tengah 7,60 meter. Sarat benaman maksimum kapal adalah 6,25 meter. Sedangkan ukuran tonase kapal adalah 3784 untuk tonase kotor dan 1839 untuk tonase bersih.

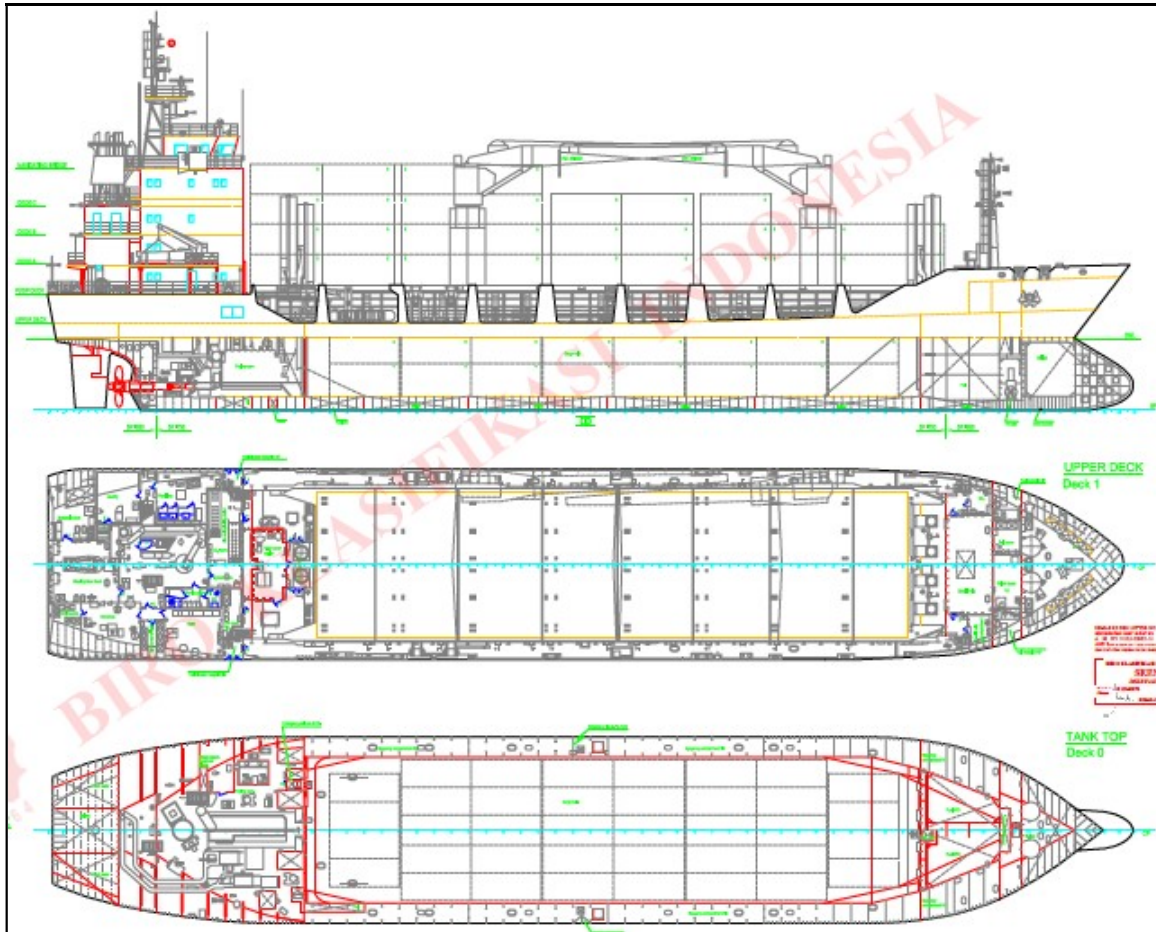
LIT Enterprise mempunyai dua palka kargo berbentuk kotak yang ber dinding ganda. Palka nomor 1 berukuran panjang 3,9 m x lebar 8,8 m x tinggi 2,1 m. Palka nomor 2 berukuran panjang 53,25 m x lebar 12,77 m x tinggi 9,1 m. Lantai dasar palka merupakan pelat baja yang dilengkapi dengan pondasi untuk meletakkan kontainer. Adapun beban yang diizinkan pada lantai dasar palka adalah 10 mt/m², sedangkan beban yang diizinkan pada penutup palka adalah 2,0 mt/m².

Untuk kapasitas kargo kontainer yang dimuat di dek dan di *hatch* sebanyak 160 TEU, dan di palka kargo sebanyak 114 TEU sehingga totalnya sebanyak 274 TEU. Kapasitas palka untuk kargo umum 6170 m³, dan kapasitas palka spesial kargo 90 m³. Kapal memiliki dua buah derek kargo (*electric hydraulic cargo cranes*) yang ditempatkan di sisi kiri. Kemampuan angkat masing-masing derek kargo adalah SWL⁴ 36t-22M. Peralatan angkat kargo tersebut digunakan untuk menunjang keperluan operasional baik pemuatan maupun pembongkaran kargo serta untuk membantu pekerjaan dek lainnya.

LIT Enterprise dilengkapi dengan satu buah mesin diesel MAK 8 M32 sebagai mesin utama. Daya yang dihasilkan mesin utama kemudian ditransmisikan ke propulsor atau baling-baling kapal yang berjenis CPP. Dalam informasi rincian data kapal dinyatakan bahwa kecepatan maksimum kapal mencapai 14 knot.

⁴ Safe Working Load

Untuk memenuhi kebutuhan daya listriknya kapal dilengkapi dengan dua unit mesin bantu MAN D2840LE yang masing-masing mesin bantu tersebut menghasilkan daya sebesar 300 kW, serta satu *shaft generator* AEM SE-315-L4 yang berdaya 300 kW. Kapal dilengkapi juga dengan satu unit mesin bantu MAN D0226MLE yang berdaya 82 kW yang difungsikan sebagai *Emergency Harbour Generator*.



Gambar I-15: Gambar rencana umum LIT Enterprise

Wilayah perdagangan untuk pelayaran *LIT Enterprise* sebelum bergabung dengan PT Lintas Indonesia Timor Line mencakup seputar perairan Eropa dan perairan Mediteranian. Selanjutnya wilayah perdagangan pelayaran kapal diperluas sampai ke wilayah Asia Tenggara. Perluasan wilayah perdagangan kemudian membawa pelayaran kapal sampai ke Surabaya. Sewaktu *EE Enterprise* (nama sebelum *LIT Enterprise*) sedang bersandar di Pelabuhan Tanjung Perak, manajemen PT Lintas Indonesia Timor Line mendengar berita kalau kapal akan dijual apabila ada pihak yang berminat membelinya. PT Lintas Indonesia Timor Line yang bekeinginan untuk menambah armada kapalnya datang melihat kapal yang kemudian berminat dan pada akhirnya membeli kapal tersebut. Manajemen perusahaan menyatakan bahwa pada tahapan proses pra-pembelian pihak PT Lintas Indonesia Timor Line tidak melibatkan pihak lain untuk memeriksa kondisi kapal. Pihak PT Lintas Indonesia Timor line sendiri yang melakukan inspeksi atau pemeriksaan kondisi kapal dengan personil dari manajemen sebagai pelaksananya, hanya saja tidak ada pencatatan yang tersedia mengenai hasil inspeksi pra-pembelian tersebut.

Sejak *LIT Enterprise* resmi masuk ke dalam jajaran armada PT Lintas Indonesia Timor Line dan sampai dengan saat kejadian *LIT Enterprise* diklasifikasikan pada Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Sewaktu kapal masih dimiliki oleh perusahaan sebelumnya yaitu *Ellingsen Ship Management AB/Sweden* lembaga klasifikasi yang ditunjuk untuk memberikan layanan jasa klasifikasi dan statutori adalah *Germanischer Lloyd (GL)*.

Proses penggantian bendera kapal yang sebelumnya Gibraltar yang kemudian menjadi Indonesia dilakukan pada tanggal 10 Juni 2015. *LIT Enterprise* selanjutnya mulai dioperasikan secara komersial oleh perusahaan sekitar 4 bulan setelah semua formalitas penggantian bendera kapal sudah selesai.

1.8. Sertifikat *LIT Enterprise*

Sertifikat Keselamatan Konstruksi Kapal Barang (Perpanjangan), Sertifikat Keselamatan Perlengkapan Kapal Barang (Perpanjangan), dan Sertifikat Keselamatan Radio Kapal Barang (Perpanjangan) diterbitkan di Surabaya oleh Kantor Syahbandar Utama Tanjung Perak pada tanggal 16 Juni 2022. Semua sertifikat keselamatan tersebut berlaku sampai dengan tanggal 19 Desember 2022.

LIT Enterprise menjalani Survey Pembaruan Klas pada tanggal 23 November 2021 sampai dengan tanggal 22 Desember 2021 di Lamongan, Jawa Timur. Sertifikat Klasifikasi Lambung dikeluarkan di Jakarta pada tanggal 04 Juni 2022 oleh Direktur Operasi Biro Klasifikasi Indonesia. Kapal di daftar dalam register dengan karakter klas $\pm A100 (I) P$ *General Dry Cargo Ship, Equipped for Carriage of Containers*. Sertifikat Klasifikasi Lambung dinyatakan berlaku sampai Survey Pembaruan Klas V (lima) pada 25 November 2026.

Sertifikat Klasifikasi Mesin dikeluarkan di Jakarta tanggal 04 Juni 2022 oleh Direktur Operasi Biro Klasifikasi Indonesia. Instalasi mesin kapal di daftar dalam register dengan karakter klas $\pm SM$. Sertifikat Klasifikasi Mesin dinyatakan berlaku sampai Survey Pembaruan Klas pada tanggal 25 November 2026.

Sertifikat Garis Muat Internasional diterbitkan di Jakarta pada tanggal 08 Maret 2022 oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Sertifikat tersebut berlaku sampai dengan 25 November 2026.

1.9. Mesin utama *LIT Enterprise*

1.9.1. Gambaran umum

Pada Sertifikat Klasifikasi Mesin yang diterbitkan oleh BKI dinyatakan bahwa mesin utama yang digunakan *LIT Enterprise* adalah satu buah mesin diesel MAK 8 M32, 4 Tak Kerja Tunggal, dengan nomor mesin 37034.

Mesin utama *LIT Enterprise* dibangun di Jerman oleh *MAK Motoren GMBH & CO* pada tahun 1998. Mesin utama mempunyai *rated power* 3520 kW. Mesin beroperasi pada kecepatan putaran tetap di 600 rpm. Mesin terhubung dengan *reduction gear* tipe VA 3451 (195 rpm) yang kemudian menggerakkan sebuah *controlable pitch propeller*. Mesin utama juga terhubung dengan *shaft generator* AEM tipe SE 315 L4, 300 kW, 1500 rpm.

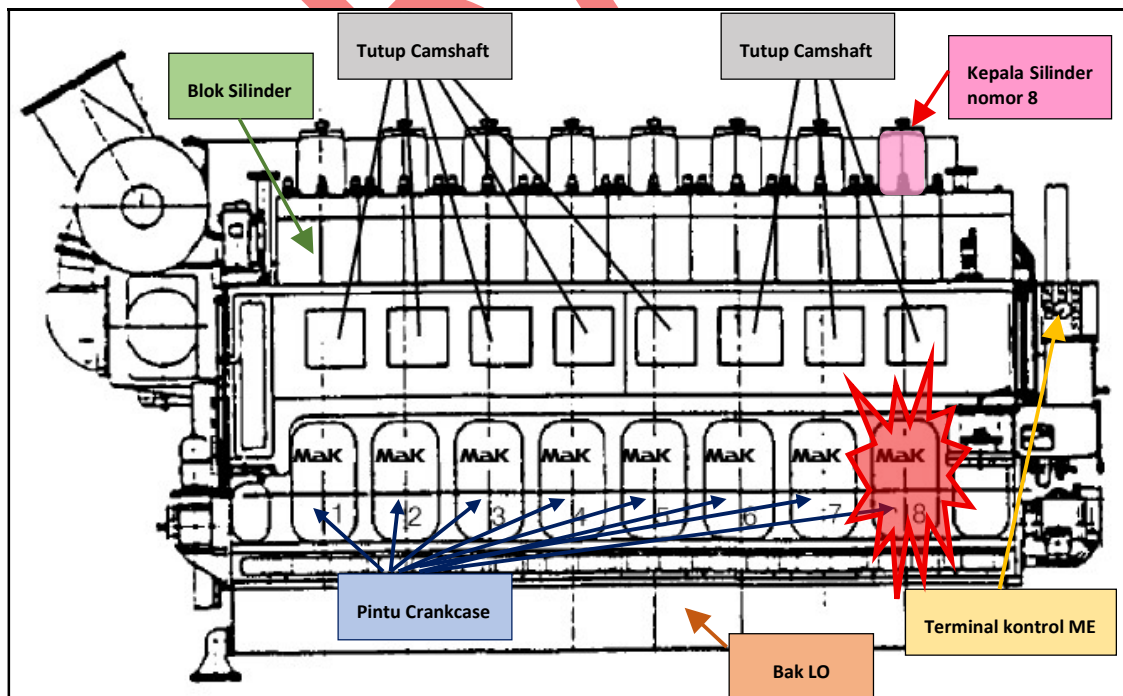
Salinan buku manual *MAK Engine Operating Instructions* Type M32 tersedia di atas kapal. Pada buku manual MAK tertera buat nomor mesin 37034. Nomor mesin tersebut sama dengan nomor mesin yang tercantum di dalam Sertifikat Klasifikasi Mesin untuk *LIT Enterprise*. Tim investigasi KNKT sewaktu di atas kapal berdiskusi mengenai mesin utama

bersama dengan petugas Syahbandar dan perwakilan manajemen perusahaan menggunakan buku manual MAK sebagai panduannya.

Tabel I-1: Data mesin utama (sumber: acceptance test record)

ENGINE TYPE: 8 M32		ENGINE SERIAL NO: 37034
Engine data: Four-stroke/direct injection/conter-clockwise rotation (viewed from the drive end)		
Rated power: 3520 kW	Rated speed: 600 rpm	Firing order: 1-3-5-7-8-6-4-2
Bore: 320 mm	Stroke: 480 mm	Ratio: 1,5
Turbocharger type: Napier NA 355	Serial No: 837	Max speed: 23000 rpm T max: 650 °C
Cylinder configuration 8 in-line	No.1 cylinder on flywheel end of engine	

Tim investigasi KNKT mengundang PT Multi Diesel Service (MDS) untuk berdiskusi mengenai mesin utama *LIT Enterprise* di Kantor KNKT. PT MDS merupakan *authorized dealer* dalam hal penyediaan suku cadang mesin MAK dan layanan di Indonesia. Menurut PT MDS, mesin diesel MAK 8 M32 termasuk mesin yang banyak digunakan di Indonesia. Mesin MAK 8 M32 adalah mesin yang dikenal luas dan populer akan keandalannya yang tinggi, operasional yang berbiaya rendah, kemudahan instalasi dan perawatannya. Hanya saja karena populer dan banyaknya penggunaan mesin diesel MAK 8 M32 membuat banyak suku cadang yang tidak orisinil yang beredar di pasaran. Berdasarkan informasi dari PT MDS diketahui bahwa PT Lintas Indonesia Timor Line pernah melakukan pembelian suku cadang untuk komponen penting mesin diesel MAK 8 M32.

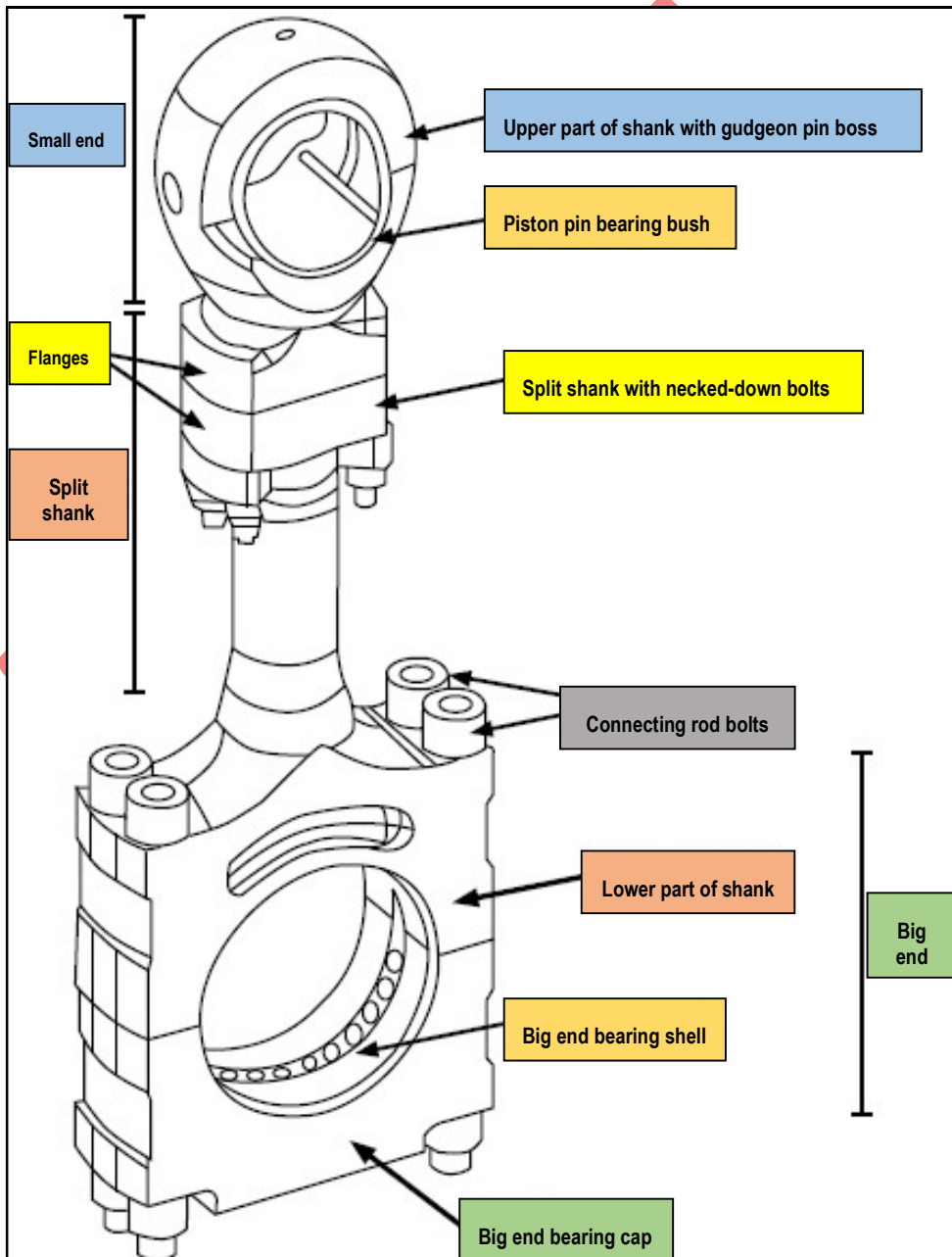


Gambar I-16: Mesin diesel MAK 8M32

I.9.2. Komponen kunci mesin utama

Mesin utama yang terpasang di kapal adalah mesin dengan satu bank yang mempunyai konfigurasi 8 silinder segaris yang dipasangkan dengan sebuah turbocharger. Tabung silinder terpisah dari tabung silinder lainnya dan terpasang pada rangka mesin atau di dalam silinder blok. Silinder diberi penomoran 1 sampai 8 dimulai dari belakang ke depan.

Pada baris silinder terletak poros nok atau camshaft yang berfungsi mengoperasikan empat katup dalam membuka dan menutup katup sesuai dengan urutan waktu pengapian serta untuk menggerakkan pompa injeksi bahan bakar. Di kedua sisi crankcase terdapat akses berupa pintu inspeksi untuk masuk ke dalam crankcase. Di sisi sebelah kiri crankcase (*exhaust side*) terpasang pintu inspeksi yang dilengkapi dengan *relief valve*.



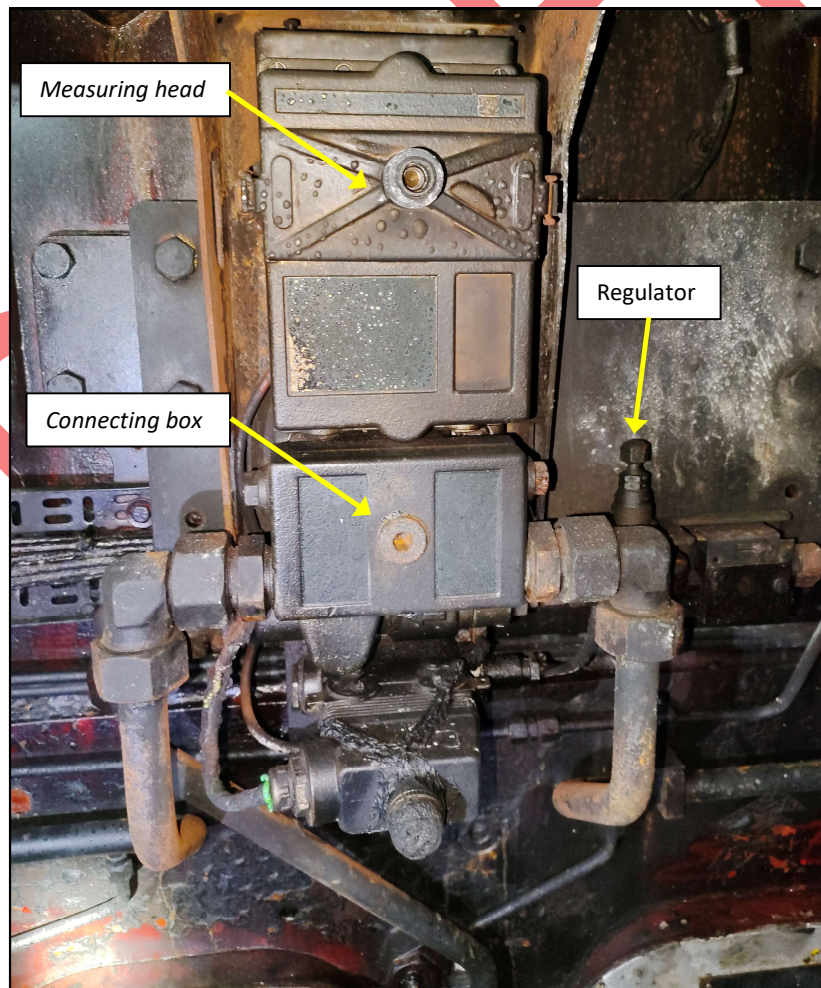
Gambar I-17: Perakitan batang piston

Poros engkol letaknya tersampir di dalam crankcase. Bagian dari poros engkol adalah jurnal poros engkol, pena engkol, pipi engkol, dan beban penyeimbang. Poros engkol bertugas untuk mengubah gerakan naik turun piston menjadi putaran. Terpasang baut *anti-fatigue* yang digunakan untuk mengikat beban penyeimbang tersebut pada tempatnya. Semua baut utama yang terdapat di dalam crankcase pengaturannya diberi tegangan hidrolik.

Pada batang penghubung ke piston terdapat koneksi atau sambungan yang menghubungkan batang utama dengan bagian atas atau *small-end* karena dua bagian tersebut terpisah. Koneksi yang dimaksud berupa flens yang dikencangkan dengan baut. Koneksi ini berguna ketika melakukan pekerjaan mencabut piston karena pekerjaan dapat dilakukan tanpa perlu melepas bantalan (*bearing*) bagian bawah atau *big-end*. Koneksi flens dapat dikatakan merupakan bagian yang terlemah pada rakitan batang penghubung ke piston.

1.9.3. Perangkat monitoring crankcase

Pada crankcase terpasang perangkat monitoring yang dinamakan *Oil Mist Detector* (OMD). Menurut buku manual mesin utama dinyatakan bahwa perangkat monitoring termasuk dalam peralatan kontrol mesin. Adapun fungsi dari perangkat OMD tersebut adalah memonitor konsentrasi kabut minyak (*oil mist*) di dalam crankcase. Selama mesin beroperasi maka kabut minyak dengan konsentrasi yang kecil pasti selalu terbentuk.



Gambar I-18: Oil Mist Detector

Peralatan OMD bertugas untuk mengukur serta untuk membandingkan konsentrasi kabut minyak yang terbentuk di dalam crankcase pada tiap kompartemennya. Terdapat alarm yang akan teraktifasi ketika mendeteksi adanya anomali. Ketika aktual konsentrasi kabut minyak yang terbentuk nilainya melebihi dari ketentuan yang telah ditetapkan maka alarm akan berbunyi. Selanjutnya jika konsentrasi kabut minyak naik semakin tinggi di dalam satu kompartemen atau lebih maka akan dapat memicu mesin untuk berhenti bekerja.

Peningkatan konsentrasi kabut minyak di dalam crankcase dapat menjadi indikasi gangguan operasional, bersama kerusakan pada bantalan (*bearing*), kerusakan pada roda gigi (*timing gear train*), gesekan antara piston dengan dinding tabung silinder atau semburan gas dari ruang bakar sebagai penyebab yang paling sering terjadi. Dengan meningkatnya konsentrasi kabut minyak maka dapat menimbulkan risiko ledakan di dalam crankcase. Ledakan crankcase dapat mengakibatkan kerusakan yang parah pada mesin dan juga cedera yang serius bagi awak mesin jika terkena imbas dari ledakan. Tim investigasi KNKT tidak menemukan adanya bukti pencatatan mengenai perawatan dan pengujian berkala terhadap peralatan OMD.

I.9.4. Kondisi mesin utama pasca kejadian

Pada kesempatan pertama naik ke atas *LIT Enterprise*, tim investigasi KNKT turun ke kamar mesin hanya sampai di dek-1 dan tidak bisa mencapai ke dek-0. Tim investigasi KNKT tidak bisa turun dan melihat bagian bawah dari mesin utama dikarenakan di dek-0 keadaannya masih tergenang air bekas penyemprotan pemadaman.



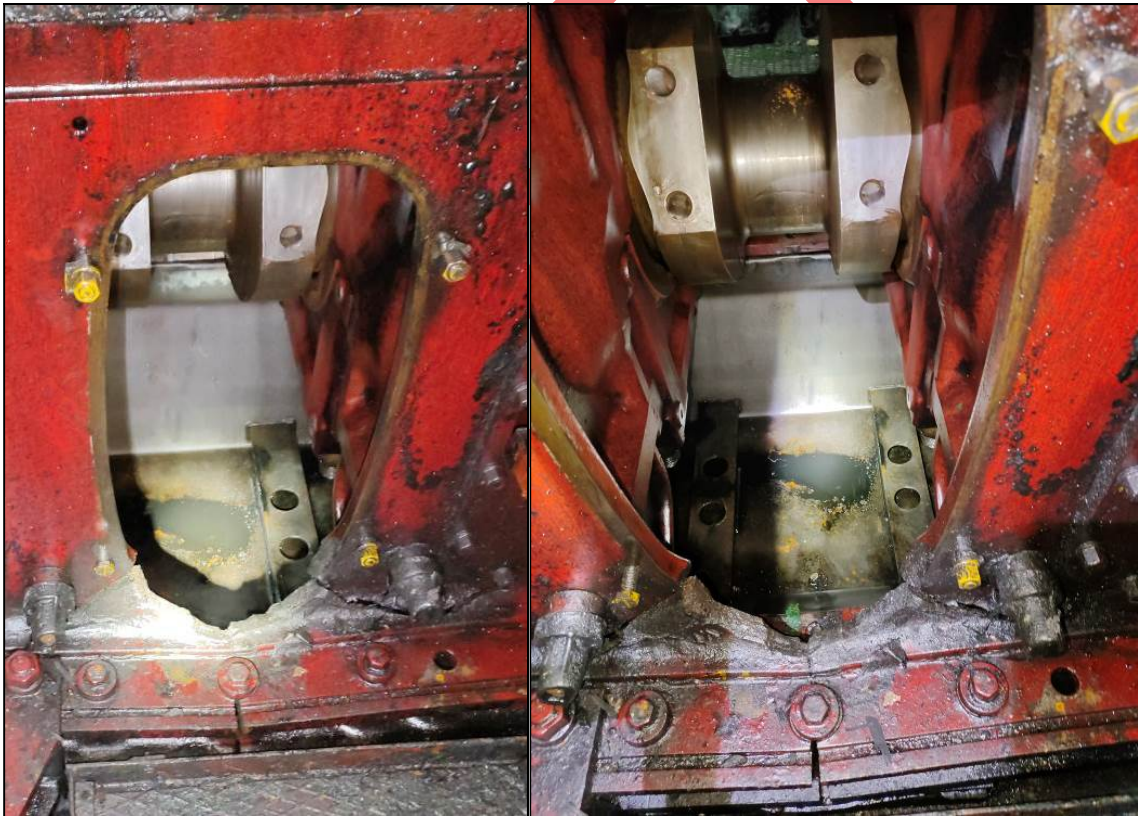
Gambar I-19: Kerusakan blok mesin sekitar pintu crankcase nomor 8 (tampak sebelah kiri)

Tim investigasi KNKT kembali ke kapal setelah mendapat informasi dari petugas Syahbandar Tanjung Perak kalau genangan air bekas penyemprotan di dek-0 telah dipompa keluar. Tim investigasi KNKT kemudian berkordinasi dengan Syahbandar Tanjung Perak supaya dapat

naik kembali ke atas *LIT Enterprise* untuk dapat melihat dari dekat kondisi keseluruhan blok mesin utama.

Setelah izin didapatkan selanjutnya tim investigasi KNKT naik ke *LIT Enterprise* dengan didampingi dua petugas Syahbadar Tanjung Perak yang berlatar belakang permesinan kapal. Tim investigasi KNKT masuk dan turun ke kamar mesin sampai ke dek-0 atau ke level *tank top* di mana mesin utama terpasang.

Tim investigasi KNKT menemukan bahwa mesin utama mengalami kerusakan parah. Batang piston untuk silinder nomor 8 terlepas dari koneksinya ke kepala piston. Saat tim investigasi KNKT datang ke kamar mesin, awak mesin telah melepas dan mengumpulkan komponen dari dalam crankcase untuk silinder nomor 8 seperti: batang penghubung piston, bagian *small-end*, piston pin, penutup bantalan dari *big end*, dan juga beban penyeimbang (*balance weight*). Sedangkan kepala piston masih tertinggal di dalam tabung silinder nomor 8. Bentuk batang penghubung piston terlihat mengalami deformasi. Tim investigasi mendapati pintu inspeksi *crankcase* sebelah kanan dan sebelah kiri dalam keadaan terbuka karena pintu pecah dan lepas dari tempatnya.



Gambar I-20: Kerusakan blok mesin sekitar pintu crankcase nomor 8 (tampak sebelah kanan)

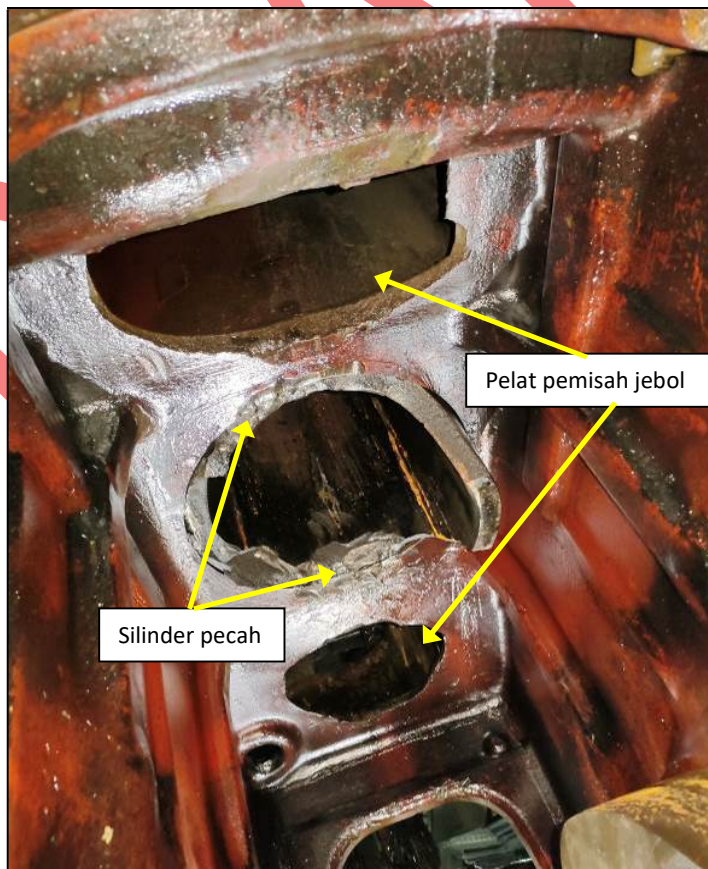
Di sekeliling pinggiran blok mesin sekitar pintu crankcase silinder nomor 8 sebelah kanan dan kiri ditemukan kondisinya retak membuka serta mengalami rompal. Bahkan yang sebelah kiri bagian rompalnya melebar kesamping sampai ke pinggiran pintu inspeksi crankcase nomor 7. Selain kerusakan yang terjadi pada pinggiran akses tersebut, kerusakan juga terjadi pada pintu penutup crankcase yang pecah dan terlepas dari tempatnya. Blok mesin di sekitar pintu crankcase silinder nomor 8 sebelah kanan dan kiri, dan pondasi bawahnya mengalami

pecah, rompal, dan retak terbuka di bagian tengah dan bagian sudut. Penutup bukaan camshaft yang letaknya di atas pintu crankcase silinder nomor 8 sebelah kanan ditemukan rusak dengan kondisi pecah sebagian.



Gambar I-21: Penutup lubang camshaft di atas pintu crankcase silinder nomor 8 rusak

Bagian bawah dari tabung silinder nomor 8 yang menggantung ditemukan dalam keadaan patah. Pelat bagian atas di dalam ruang crankcase silinder nomor 8 terlihat mengalami kerusakan parah. Pelat bagian atas di sebelah kanan dan kiri dari silinder yang merupakan pemisah kompartemen didapati kondisi pelatnya jebol sampai menembus ke ruang di atasnya.



Gambar I-22: Kerusakan di dalam crankcase silinder nomor 8

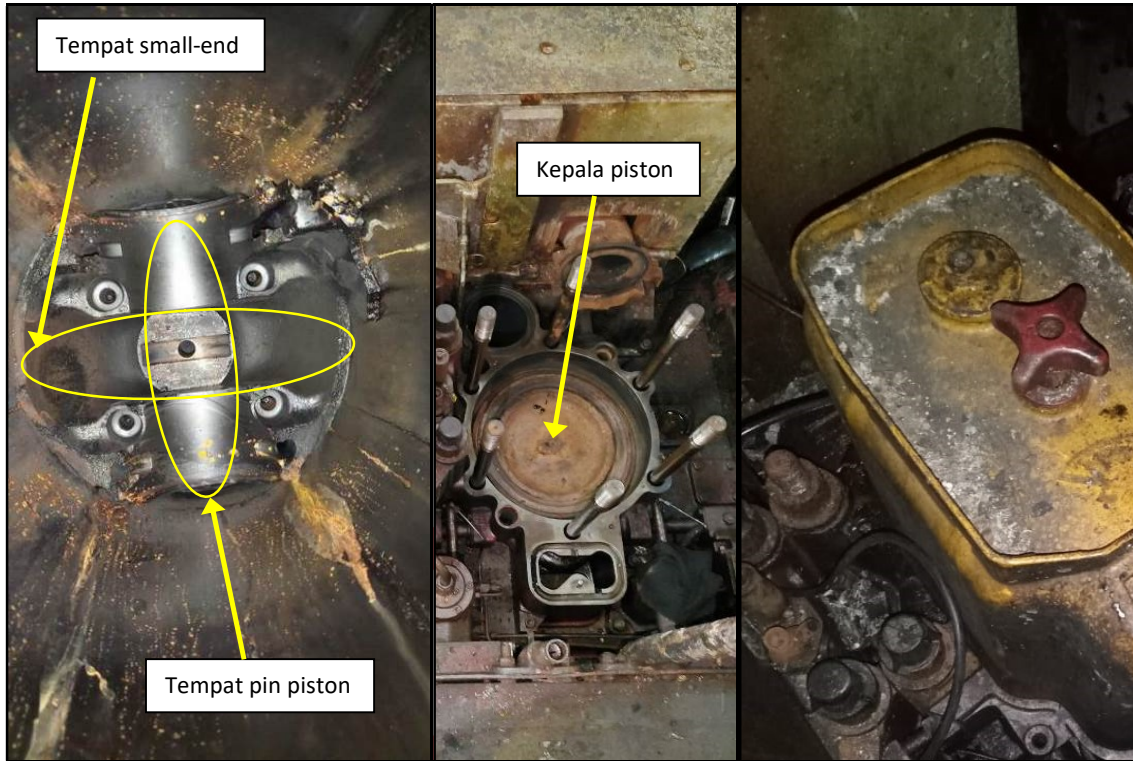
Tim investigasi KNKT menemukan batang utama penghubung piston untuk silinder nomor 8 kondisinya terpisah dari kepala piston. Bentuk batang penghubung mengalami deformasi menjadi melengkung dari bentuknya yang seharusnya lurus. Batang penghubung piston silinder nomor 8 beserta dengan bagian pengikatnya telah dilepas dari pin pena engkol oleh awak mesin.

Tim investigasi KNKT melihat komponen piston yang telah terlepas seperti *small-end*, pin piston, *big-end* beserta bantalannya, dan beban penyeimbang poros engkol. Terlihat juga lepasan komponen, kumpulan pecahan beserta serpihan dari pintu inspeksi crankcase silinder nomor 8 yang dipinggirkan dan disatukan oleh awak mesin.



Gambar I-23: Batang penghubung piston nomor 8 dan komponen lainnya

Karena batang penghubung terlepas sepenuhnya dari piston sehingga membuat kepala piston tertinggal di dalam tabung silinder nomor 8. Terlihat bercak korosi yang tersebar serta lelehan korosi di permukaan dinding dalam tabung silinder. Awak mesin mengangkat penutup kepala silinder nomor 8 dan terlihat posisi kepala piston berada di bagian atas tabung silinder.



Gambar I-24: Kepala piston tertinggal di dalam silinder nomor 8 dilihat dari bawah (kiri); Kondisi piston setelah cover kepala silinder diangkat (tengah); Sebelum cover kepala silinder diangkat (kanan)

Buku Harian Mesin Kapal yang merupakan dokumen resmi kapal untuk melakukan pencatatan data performa keseharian permesinan serta jam kerjanya dilaporkan tidak dapat dibaca karena basah terkena semprotan air sewaktu proses pemadaman kebakaran. Selain untuk mencatat data permesinan awak mesin menyatakan bahwa mereka menulis setiap kegiatan pekerjaan yang dilakukan di dalam Buku Harian Mesin Kapal.

I.9.5. Pekerjaan yang dilakukan pada mesin utama di pelabuhan sebelumnya

Pelabuhan keberangkatan *LIT Enterprise* sebelum tiba di Pelabuhan Tanjung Perak adalah Pelabuhan Atapupu, Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan keterangan dari awak mesin bahwa telah dilakukan pekerjaan membongkar silinder mesin utama nomor 1 dan nomor 6 sewaktu kapal berada di Pelabuhan Atapupu. Pekerjaan dilakukan karena adanya kebocoran dengan indikasi pendingin air tawar yang cepat menyusut dan habis.

Pada tanggal 06 Oktober 2022, *LIT Enterprise* berangkat dari Pelabuhan Atapupu. Kapal tiba dan berlabuh di rede Tanjung Perak pada tanggal 09 Oktober 2022. Tidak terdapat catatan maupun pelaporan mengenai kondisi mesin utama pasca pekerjaan pada mesin utama di Pelabuhan Atapupu. Tidak diketahui dengan pasti apakah mesin masih ada indikasi kebocoran sewaktu kapal menjalani pelayarannya dari Atapupu ke Surabaya.

I.9.6. Perawatan terencana

Penerapan Sistem Perawatan Terencana (*PMS*⁵) bagi kapal adalah wajib menurut ketentuan yang terdapat dalam *ISM Code*. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 45 Tahun 2012 tentang Manajemen Keselamatan Kapal, di pasal 9 menyatakan bahwa setiap perusahaan harus melaksanakan, dan mempertahankan sistem manajemen keselamatan yang mencakup fungsi yang dipersyaratkan meliputi perawatan kapal dan perlengkapannya.

Dari sisi administratif *LIT Enterprise* telah mematuhi aturan dan sesuai dengan ketentuan manajemen keselamatan yang berlaku. Hal ini ditandai dengan *LIT Enterprise* mempunyai dokumen SMK yang telah mendapat pengesahan dari otoritas, sedangkan kapal memiliki sertifikat SMC, dan perusahaan pelayaran pemilik kapal memiliki sertifikat DOC.

Perwakilan manajemen perusahaan menjelaskan bahwa Sistem Perawatan Terencana yang dijalankan terhadap mesin utama serta permesinan lainnya berdasarkan atas jam kerjanya (*running hours*). Perwakilan manajemen perusahaan menyatakan bahwa untuk pekerjaan *overhaul* dilakukan ketika mesin mencapai 24.000 jam kerja, sedangkan untuk pengecekan ketika mesin mencapai 12.000 jam kerja. Mengenai pencatatan jam kerja dari permesinan kapal, menurut keterangan awak mesin bahwa mereka setiap harinya melakukan pencatatan jumlah jam kerja permesinan ke dalam Buku Harian Mesin Kapal.

Jadwal perawatan komponen mesin terutama *bearings*, piston dan *cylinder liner* berdasarkan jam kerja sesuai dengan panduan dari MAK *Engine Operating Instructions Type M32* seperti yang tercantum dalam tabel I-2.

Tabel I-2: Jadwal perawatan terencana mesin diesel MAK 8M32

Deskripsi	Jam kerja
Inspeksi satu <i>big-end bearing</i>	6.000
Inspeksi/pelepasan semua <i>big-end bearing</i>	12.000
Perawatan/pengukuran <i>small-end bush</i>	24.000
Perawatan semua piston	12.000
Inspeksi semua <i>cylinder liner</i>	12.000
Perawatan/pencabutan <i>cylinder liner</i>	24.000

Perwakilan perusahaan memberikan informasi verbal mengenai pekerjaan dan perawatan yang dilakukan manajemen perusahaan terhadap mesin utama *LIT Enterprise*. Perwakilan perusahaan memberikan kepada KNKT file softcopy yang dikatakan bahwa itu adalah PMS yang telah dijalankan di kapal. File tersebut hanya berisi pekerjaan terhadap mesin utama yang dilaksanakan dan seterusnya dilaporkan oleh pihak kapal kepada manajemen setiap bulannya yang kemudian disimpan manajemen.

⁵ Planned Maintenance System

Tim investigasi KNKT tidak melihat dan mendapatkan bukti yang berkaitan dengan penerapan Sistem Perawatan Terencana terhadap mesin utama yang dijalankan oleh perusahaan kepada *LIT Enterprise*.

I.9.7. Riwayat pekerjaan perawatan mesin utama

Dua personil mewakili manajemen PT Lintas Indonesia Timor Line menghadiri undangan KNKT yang bertempat di Kantor KNKT. Perwakilan Perusahaan secara verbal menyatakan bahwa manajemen PT Lintas Indonesia Timor Line telah melaksanakan pekerjaan dan perawatan terhadap mesin utama *LIT Enterprise* sejak kapal resmi masuk ke dalam armada perusahaan. Adapun pekerjaan dan perawatan terhadap mesin utama disebutkan dilaksanakan di tahun 2017, tahun 2020 dan tahun 2021 (Tabel I-3).

Tabel I-3: Pekerjaan dan perawatan mesin utama *LIT Enterprise* (sumber: manajemen PT LIT)

Pekerjaan dan perawatan mesin utama <i>LIT Enterprise</i> yang dilakukan berdasarkan keterangan perwakilan manajemen PT Lintas Indonesia Timor Line		
Tahun	Deskripsi pekerjaan dan perawatan	Keterangan
2017	<i>Overhaul</i>	Kapal sedang menjalani dok
	- Mencabut semua <i>connecting rod</i>	Pekerjaan dilakukan oleh kontraktor
	- Mencabut piston	
	- Pengecekan metal jalan	
2020	- Mengganti ring piston keseluruhan	Pekerjaan dan perawatan dilakukan oleh awak mesin
	- Skir klep	
	- Pengecekan <i>cylinder liner</i>	
	- Perawatan <i>cylinder head</i>	
	- Mengganti liner nomor 1 (memakai liner bukan baru yang masih masuk toleransi)	
2021	<i>Overhaul</i>	Kapal sedang menjalani dok
		Pekerjaan dilakukan oleh kontraktor

Tim investigasi KNKT menerima file softcopy laporan dok *LIT Enterprise* tahun 2021. Pelaksanaan dok mulai dari 21 November sampai 20 Desember 2021. Dalam laporan dok yang dikeluarkan oleh PT Dok Pantai Lamongan tidak terdapat pekerjaan mengenai pekerjaan *overhaul* mesin utama *LIT Enterprise*. Adapun pekerjaan pada permesinan yang dilakukan di galangan PT Dok Pantai Lamongan hanya sebatas pekerjaan CPP dan daun kemudi.

Perwakilan manajemen perusahaan memberikan file softcopy yang berisi pencatatan pekerjaan terhadap mesin utama dari Januari tahun 2020 sampai Oktober tahun 2022. Pencatatan tersebut merupakan pemindahan dari 'Laporan Pekerjaan Kapal' yang dikirim oleh kapal tiap bulannya atau sebagai laporan bulanan kapal kepada manajemen. Tidak tersedianya laporan dari pekerjaan perawatan mesin utama (*overhaul*) seperti yang

Dari 'Laporan Perbaikan Kapal' tertanggal 02 September 2022 dinyatakan bahwa awak mesin telah melakukan pekerjaan terhadap mesin utama untuk silinder nomor 8. Adapun pekerjaan yang dilakukan adalah mengganti 4 buah *o-ring fresh water jacket cylinder*. Setelah pekerjaan selesai kemudian dilakukan uji coba. Dalam laporan yang dibuat terdapat keterangan mengenai hasil uji coba dan tertulis 'Baik' (lihat gambar I-25).

		LAPORAN PERBAIKAN KAPAL		
Nama Kapal ;	Bagian : DECK / MESIN	Tanggal Laporan / Voy ;		
No	Nama Bagian dan Posisi di Kapal	Uraian Kerja Perbaikan	Spare Part/Materi yang Digunakan	Jumlah
	02.09.2022.			
	MAIN ENGINE CYL No 8.	- lepas Cover cyl - lepas manifold - lepas cyl head - lepas ring FW - pasang ring FW - pasang cyl head - pasang cover - pasang manifold - pasang cover cyl	ring FW 1pc Red glicond. 1pc	1 pc 1 pc

Gambar I-25: Laporan Perbaikan Kapal t

...sarkan keterangan dari perwakilan perusahaan
...ian kebakaran dilakukan penggantian unit *turbo*
...gantian unit *turbocharger* dikerjakan oleh aw
...ikan Kapal yang didapat KNKT diketahui b
...anakan pada tanggal 29 Juni 2022. Terdapa
...ma KNKT untuk pekerjaan *balancing turbocha*

Gambar I-25: Laporan Perbaikan Kapal t

...sarkan keterangan dari perwakilan perusahaan
...ian kebakaran dilakukan penggantian unit *turbo*
...gantian unit *turbocharger* dikerjakan oleh aw
...ikan Kapal yang didapat KNKT diketahui b
...anakan pada tanggal 29 Juni 2022. Terdapa
...ma KNKT untuk pekerjaan *balancing turbocha*

Gambar I-25: Laporan Perbaikan Kapal t

...sarkan keterangan dari perwakilan perusahaan
...ian kebakaran dilakukan penggantian unit *turbo*
...gantian unit *turbocharger* dikerjakan oleh aw
...ikan Kapal yang didapat KNKT diketahui b
...anakan pada tanggal 29 Juni 2022. Terdapa
...ma KNKT untuk pekerjaan *balancing turbocha*

Berdasarkan keterangan dari Direktur Utama PT Lintas Indonesia Timor Line dijelaskan bahwa pihak manajemen mengirim personil dari perusahaan sendiri untuk melakukan pengecekan serta inspeksi pada tahap pra pembelian kapal. Tim investigasi KNKT tidak melihat dan mendapatkan laporan mengenai kondisi permesinan *LIT Enterprise* ketika perusahaan mengadakan inspeksi ke kapal sebelum melakukan pembelian, atau juga kondisi permesinan ketika serah terima kapal dari perusahaan pemilik kapal sebelumnya ketika akan melanjutkan operasional kapal.

I.10. Peristiwa di kamar mesin saat persiapan dan pergerakan kapal sandar ke Dermaga Jamrud

Proses persiapan permesinan untuk kapal berolah gerak sandar sampai start mesin utama dilakukan oleh KKM, Masinis Tiga sebagai Masinis Jaga dibantu Mandor Mesin dan Juru Minyak yang bertugas. Berdasarkan keterangan awak mesin yang berada di kamar mesin bahwa mereka sempat mendengar bunyi yang tidak normal. Bunyi tersebut seperti bunyi benturan antar metal. Yang kemudian awak mesin menduganya bunyi itu berasal dari silinder nomor 8. Awak mesin tidak ada yang mendengar adanya alarm yang teraktifasi setelah bunyi benturan yang timbul tersebut.

Menurut keterangan Masinis Jaga bahwa pada saat persiapan sandar temperatur gas buang mesin utama berkisar 415 - 420 derajat celcius. Sedangkan untuk pengambilan temperatur *turbocharger* awak mesin mengatakan tidak bisa dilakukan karena alat pengukur temperaturnya (*gauge*) dalam keadaan tidak berfungsi. Berdasarkan keterangan dari KKM bahwa ketika mesin utama telah siap untuk digunakan setelah putaran mesinnya berada pada 400 rpm. Masinis Jaga kemudian memindahkan kontrol mesin dari kamar mesin ke anjungan setelah KKM berada di anjungan. Masinis Jaga menginformasikan bahwa status mesin utama *Stand-By* ke anjungan. KKM yang memastikan kontrol mesin telah berpindah ke anjungan, dan selanjutnya KKM menaikkan putaran mesin ke 600 rpm.

Menurut keterangan dari Pandu-140 yang bertugas menyandarkan *LIT Enterprise* mengatakan bahwa sewaktu kapal berolah gerak menuju ke dermaga keadaan di anjungan dan pergerakan kapal terlihat normal. Sampai haluan kapal menghadap ke arah barat kemudian kapal terasa bergetar. Pandu 140 melihat asap tebal yang keluar dari cerobong permesinan yang letaknya di belakang anjungan. Setelah mesin utama mati Pandu-140 tidak melihat lagi asap yang keluar dari cerobong.

Sewaktu melakukan olah gerak sandar, order mesin diberikan oleh Pandu-140 yang ditindak lanjuti oleh KKM yang bertugas menggerakkan kontrol mesin. Order mesin ketika meninggalkan rede adalah 'Maju Setengah', kecepatan kapal yang dicapai sekitar 5 knot. Order mesin selanjutnya menjadi 'Maju Pelan', status mesin ini bertahan sampai kapal masuk ke kolam dalam Dermaga Jamrud. Ketika kapal mendekati dermaga order mesin menjadi 'Maju Pelan Sekali', kecepatan kapal yang dicapai sekitar 3 knot.

Sewaktu posisi *LIT Enterprise* sudah berada di depan dermaga selanjutnya Pandu-140 memutar kapal guna menempatkan lambung kanan sejajar dengan kade 198-285 untuk selanjutnya disandarkan dengan menempatkan haluan kapal mengarah keluar. Manuver pemutaran kapal masih menggunakan mesin kapal sendiri yang dibantu dengan dorongan kapal tunda.

Berdasarkan pencatatan dari Buku Olah Gerak bahwa mesin utama dioperasikan selama 35 menit (dari pukul 14.20 sampai pukul 14.55) dengan status pergerakan mesin yang beragam sesuai dengan order yang diberikan. Status mesin dimulai dari 'Maju Pelan Sekali' sampai dengan 'Stop'. Di dalam pencatatan pergerakan kapal dengan status mesin 'Maju Penuh' digunakan selama 3 menit (lihat tabel I-4) dalam satu kali order. Selama kapal berolah gerak status mesin yang tercatat di dalam Buku Olah Gerak semua status mesinnya bergerak maju dan tidak ada status mesin yang bergerak mundur.

Menurut keterangan Masinis Jaga bahwa sewaktu kapal sedang berolah gerak dengan tiba-tiba semua awak mesin yang bertugas di kamar mesin mendengar bunyi keras dari mesin utama. Masinis Jaga sempat melihat dari dek-1 ke arah mesin utama. Sekilas Masinis Jaga melihat terdapat bagian blok silinder yang mengalami kerusakan. Masinis Jaga juga sempat melihat adanya semburan asap dari tempat dimana blok silinder yang rusak tersebut. Semburan asap menyebar ke area sekitar yang dekat mesin utama. Asap kemudian terlihat menjadi asap tebal yang berwarna hitam. Berdasarkan keterangan dari Masinis Jaga dan awak mesin yang bertugas di kamar mesin bahwa mereka tidak mendengar adanya alarm yang berbunyi baik sebelum ataupun setelah bunyi keras yang mereka dengar, begitu juga sewaktu dirasakan kapal bergetar.

Tabel I-4: Pergerakan mesin utama sewaktu kapal berolah gerak (sumber: Buku Olah Gerak)

Pergerakan mesin utama yang tercatat di Buku Olah Gerak	
Status Mesin	Waktu kapal
Maju Pelan Sekali	14.20
Maju Pelan	14.21
Maju Setengah	14.25
Maju Pelan	14.38
Maju Setengah	14.41
Maju Penuh	14.44
Maju Setengah	14.47
Maju Pelan	14.50
Maju Pelan Sekali	14.53
Maju Pelan	14.54
Maju Pelan Sekali	14.55
Stop	14.55

Setelah kejadian tersebut Masinis Jaga segera menuju ke ruang MDB. Masinis Jaga mendapati indikator gas buang mesin yang berada di ruang MDB tidak berfungsi. Selanjutnya Masinis Jaga naik ke anjungan untuk melaporkan kejadian di kamar mesin kepada KKM. Tidak berapa lama berselang mesin utama mati, dan kemudian menyusul mesin bantu juga mati. Berdasarkan keterangan dari semua personil yang berada di anjungan bahwa mereka tidak mendengar adanya alarm yang teraktifasi dari perangkat yang ada di anjungan ketika merasakan kapal bergetar maupun sewaktu keluarnya asap dari mesin utama sampai keluar dari cerobong.

Asap kemudian dengan cepat berubah menjadi tebal dan memenuhi seluruh area kamar mesin dan termasuk juga ruangan-ruangan di dalamnya. Keberadaan asap yang tebal di dalam kamar mesin menghalangi pandangan awak mesin. Awak mesin yang saat itu berada di kamar mesin memutuskan untuk segera naik ke dek-1 karena merasa keadaan di dalam kamar mesin sudah membahayakan keselamatan. Untuk awak mesin yang berada di dalam ruang MDB langsung naik menuju ke dek-1 belakang melalui tangga keluar darurat.

I.11. Tanggap darurat

I.11.1. Sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran tetap⁷

Berdasarkan keterangan dari personil yang berada di anjungan serta awak mesin yang bertugas di kamar mesin bahwa mereka tidak mendengar adanya bunyi alarm ketika kebakaran terjadi. Personil yang berada di anjungan mengetahui akan adanya asap yang memenuhi kamar mesin ketika Masinis Jaga tiba di anjungan kemudian memberitahukan keadaan yang berlangsung di kamar mesin kepada KKM, serta melihat sendiri asap yang keluar dari cerobong gas buang permesinan.

Sebagai bentuk peringatan dini kepada awak kapal terhadap bahaya kebakaran, *LIT Enterprise* dilengkapi dengan sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran tetap. Adapun metode proteksi kebakaran yang dipakai di *LIT Enterprise* adalah metode IC⁸. Meskipun demikian dari rincian perangkat di *Fire Control Plan* terdapat unit detektor asap yang terpasang di dalam anjungan, di tiap kabin awak kapal, dan di *mess room*. Sedangkan untuk area *galley* dan di dalam ruang pengering pakaian terpasang unit detektor panas. Perangkat sistem pendeteksi asap yang dimiliki kapal merupakan produk dari pabrikan *Safetec* dengan tipe SDS-48.

Perangkat panel utama untuk kontrol alarm kebakaran terpasang di dalam kabinet di anjungan. Perangkat tersebut merupakan produk dari pabrikan *Scana Servoteknikk as* dengan model MBS-802. Selain perangkat panel utama, juga terdapat *remote* panel alarm kebakaran yang terpasang di dalam ruang jaga dek yang terletak di *poop deck*. Panel kontrol alarm kebakaran yang terpasang di kapal dirancang untuk melayani area yang diproteksi. Terdapat sebanyak 13 *loop* atau zona yang menghubungkan kelompok perangkat deteksi (detektor asap dan detektor panas) ke panel kontrol alarm kebakaran.

⁷ *Fixed fire detection and fire alarm system*

⁸ *Method IC: smoke detection and alarm in corridors, stairways and escape routes within accommodation space*



Gambar I-26: Panel alarm kebakaran (kiri); Panel deteksi asap (kanan)

I.11.2. Sistem pemadam kebakaran CO2

LIT Enterprise memiliki instalasi pemadaman kebakaran dengan sistem CO2. Ini merupakan suatu sistem yang memakai media CO2 yang dipergunakan untuk memadamkan kebakaran apabila kebakaran terjadi di area yang diproteksi oleh sistem. Instalasi sistem CO2 yang terpasang di *LIT Enterprise* cakupan areanya adalah kamar mesin, ruang *emergency generator*, *cargo hold* atau ruang palka, *special hold* atau ruang palka khusus, kompartemen *bow thruster*, dan ruang penyimpanan cat.

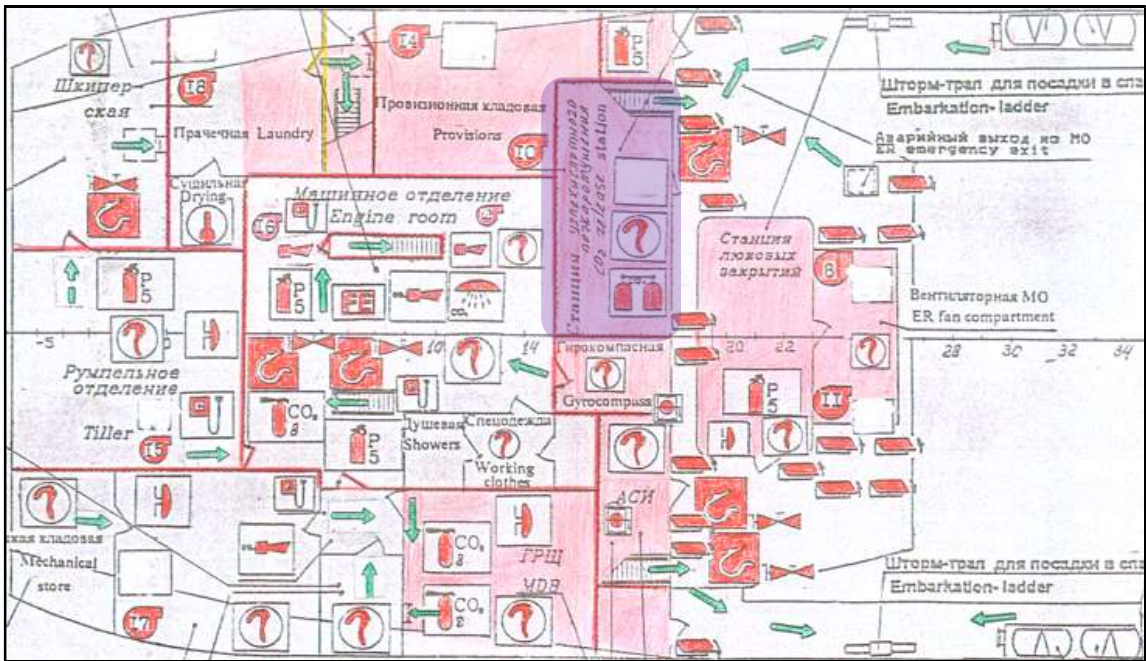
Pengaturan dan kendali peralatan sistem CO2 dibagi menjadi dua stasiun pemadaman kebakaran. Satu stasiun untuk melayani di area depan dan satu stasiun untuk melayani di area belakang. Peralatan sistem CO2 di stasiun depan disediakan untuk pemadaman kebakaran di dalam ruang palka khusus, di dalam kompartemen *bow thruster*, dan di dalam ruang penyimpanan cat. Sedangkan peralatan sistem CO2 yang berada di stasiun belakang disediakan untuk pemadaman kebakaran di dalam kamar mesin, di dalam ruang *emergency generator*, dan di dalam ruang palka buat kargo umum.

Alarm peringatan sebelum pelepasan CO2 akan diperdengarkan di dalam ruangan yang diproteksi sistem CO2 sebagai penanda akan dimulainya proses pelepasan sehingga personil yang sedang bekerja mengetahuinya dan segera meninggalkan ruangan. Alarm peringatan yang dimaksud berupa sinyal bunyi sirene serta sinyal visual berupa lampu yang berkedip. Terdapat penundaan waktu (*delay time*) pelepasan CO2 untuk ke kamar mesin dan untuk ke kompartemen *bow thruster*, sedangkan pelepasan CO2 untuk ke dalam ruang *emergency generator* tanpa adanya penundaan waktu.

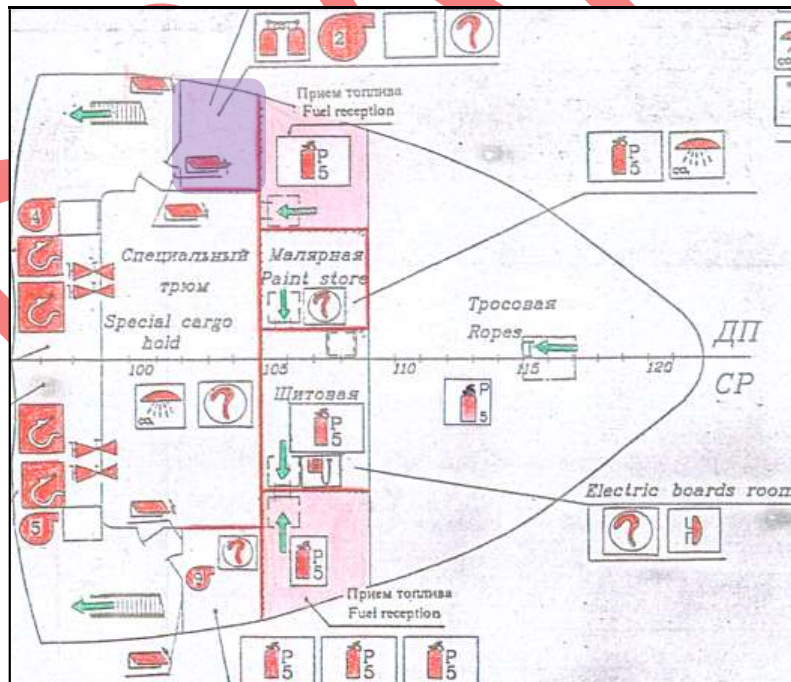
Letak ruangan stasiun belakang peralatan sistem CO2 berada di dek-1 (*upper deck*) sebelah kiri, dari *frame* 14 sampai dengan *frame* 18. Sedangkan letak ruangan stasiun depan peralatan sistem CO2 berada di dek-1 sebelah kiri, dari *frame* 103 sampai dengan *frame* 105. Seluruh peralatan sistem pemadam kebakaran CO2 yang terpasang pada *LIT Enterprise* merupakan produk dari UNITOR CO2 Fire Extinguishing System.

Kapal dilengkapi dengan perangkat pendeteksi asap di ruang palka untuk kargo umum sebagai bagian dari peralatan sistem CO2. Kontrol perangkat pendeteksi asap terpasang di stasiun belakang, sedangkan unit perangkat pengulangnya (*repeater*) terpasang di dalam anjungan. Perangkat pendeteksi asap ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan asap di dalam ruang palka terutama apabila keadaan ruang palka terisi penuh kargo. Pengambilan

udara dari ruang palka yang kemudian dipasok ke peralatan untuk menganalisis adanya asap dilakukan melalui jalur pipa yang sama untuk memasok CO₂ ke ruang palka dengan cara memindahkan atau mengganti dengan *fitting* yang sesuai.



Gambar I-27: Stasiun belakang sistem CO₂ (Sumber: LIT Enterprise Fire Control Plan)



Gambar I-28: Stasiun depan sistem CO₂ (Sumber: LIT Enterprise Fire Control Plan)

I.11.3. Inspeksi sistem pemadam kebakaran CO2

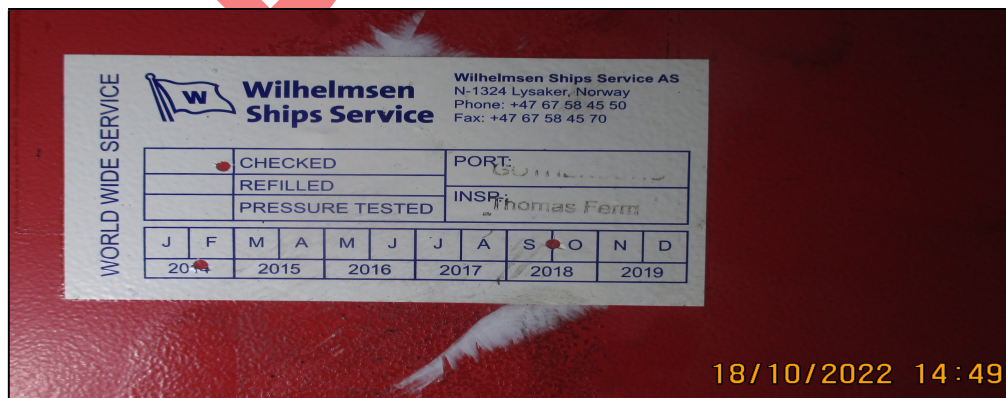
Sistem pemadam kebakaran CO2 yang dimiliki kapal mempunyai botol tabung CO2 sejumlah 97 buah di stasiun belakang dan 4 buah di stasiun depan. Kapasitas dari tiap botol tabung CO2 dari sistem ini adalah 67-liter, dan masing-masing tabungnya berisi dengan 45 kg CO2 dalam bentuk cair. Tabung CO2 tersebut merupakan bagian dari keseluruhan sistem, yang mencakup perpipaan, nosel untuk pelepasan gas, dan panel kontrol untuk aktivasi sistem secara otomatis atau manual.

Tim investigasi KNKT mendapati informasi mengenai inspeksi yang tertempel pada botol tabung CO2. Stiker informasi tersebut bertuliskan bahwa inspeksi terakhir untuk botol tabung sistem pemadam kebakaran CO2 dilakukan pada bulan Oktober 2021 oleh CV Guliga Corp di Surabaya.

Tabel I-5: Ruang yang di proteksi sistem pemadaman kebakaran tetap CO2

Ruang yang di proteksi Sistem Pemadaman Kebakaran CO2	
Ruangan	Jumlah Botol Tabung CO2
Kamar Mesin	22
Ruang Palka (kargo umum)	74 (52 dengan <i>hand wheel</i>)
Ruang <i>Emergency Generator</i>	1
Ruang Palka khusus	2
Ruang Thruster depan	1
Ruang Penyimpanan Cat	1

Pengecekan terakhir perangkat *release cabinet* sistem CO2 untuk ke kamar mesin yang terlihat dari tempelan informasi di pintu cabinet dilakukan pada Februari tahun 2014 di Pelabuhan Gothenberg oleh *Wilhelmsen Ships Service*. Jika dilihat dari periodenya pengecekan terakhir dilakukan sebelum kapal dimiliki oleh PT Lintas Indonesia Timor Line. Dari stiker informasi tersebut diketahui bahwa jadwal pengecekan berikutnya untuk perangkat *release cabinet* jatuh di periode bulan September-Oktober tahun 2018.



Gambar I-29: Pengecekan terakhir release cabinet Sistem CO2

I.11.4. Sistem pemadam kebakaran CO2 ke kamar mesin

Sistem pemadam kebakaran tetap CO2 untuk ke kamar mesin yang dimiliki *LIT Enterprise* adalah system CO2 yang bertekanan. Terdapat dua *release cabinet* yang disediakan buat mengoperasikan sistem pemadam kebakaran CO2 untuk ke kamar mesin. Yang pertama, sistem CO2 dapat dioperasikan langsung dari *release cabinet* yang terpasang di dalam ruangan CO2 di dek-1 (*upper deck*). Dan yang kedua, sistem CO2 untuk ke kamar mesin juga dapat dioperasikan dari *remote station release cabinet* yang terpasang di dek-3 (*poop deck*) di koridor tengah pada *frame 11*.

Pada *remote station* yang berada di dek-3 tersebut tim investigasi KNKT menemukan kunci pembuka *release cabinet* sistem CO2 untuk ke kamar mesin dalam keadaan patah sehingga pintu kabinet tidak bisa dibuka. *Release cabinet* berfungsi untuk mengaktifkan sistem serta melepaskan CO2. Sewaktu *release cabinet* dibuka maka akan memicu alarm peringatan CO2 untuk berbunyi dan mematikan sistem ventilasi.

Di dalam *release cabinet* terpasang dua botol tabung 'Pilot' CO2 yang berfungsi untuk membuka katup utama (*master valve*) dan membuka kepala rangkaian supaya ketika katup tabung terbuka maka media CO2 akan lepas keluar langsung ke manifold untuk menuju ke ruangan yang diproteksi melalui pipa distribusi dan nosel yang memancarkan gas CO2. Tepat berada di bawah kotak *release cabinet* terdapat kotak *remote disconnection board* dan terlihat kenob untuk *E.R Fans* berada di posisi 'ON'.



Gambar I-30: Remote release cabinet sistem CO2 ke kamar mesin, kunci kabinetnya patah

Berdasarkan keterangan dari awak kapal bahwa sistem pemadam kebakaran CO2 yang untuk ke kamar mesin tidak difungsikan ketika terjadinya kebakaran. Sewaktu tim investigasi KNKT turun ke kamar mesin tidak melihat adanya tanda atau bekas difungsikannya sistem pemadam kebakaran CO2. Begitu juga ketika tim investigasi KNKT melihat ke dalam ruangan CO2, tim investigasi KNKT mendapati tabung sistem CO2 masih dalam kondisi utuh tanpa ada satupun tabung yang bekas terpakai. Pin pengaman rangkaian botol tabung sistem CO2 yang untuk ke kamar mesin terlihat masih terpasang pada tempatnya.

DRAFT

II. ANALISIS

Pada tanggal 17 dan 18 Oktober 2022, tim investigasi KNKT mendatangi *LIT Enterprise* untuk melihat tempat kejadian kebakaran. Tim investigasi KNKT bertemu dengan perwakilan manajemen dari PT Lintas Indonesia Timor Line, Nakhoda dan awak kapal *LIT Enterprise*, dan Pandu Bandar yang saat itu bertugas menyandarkan kapal. Wawancara dengan Nakhoda dan awak kapal lainnya dilakukan di atas kapal. Salinan sertifikat serta dokumen kapal didapatkan dari Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak, dari PT Lintas Indonesia Timor Line, dan dari PT Biro Klasifikasi Indonesia.

Pada tanggal 8 November 2022, tim investigasi KNKT kembali mendatangi *LIT Enterprise* untuk melihat dari dekat kondisi mesin utama setelah genangan air di dalam kamar mesin di lantai dek-0 dikeringkan dan dibersihkan.

II.1. Ikhtisar kebakaran

Mesin utama *LIT Enterprise* mengalami kegagalan kerja sehingga mengakibatkan kerusakan mesin yang parah. Komponen mesin silinder nomor 8, bagian dalam crankcase dan bagian luar blok mesin silinder nomor 8 mengalami patah, pecah, terlepas dari tempatnya dan retak. Pintu crankcase di kedua sisinya pecah dan copot dari tempatnya yang kemudian asap dan semburan api yang bercampur uap minyak panas keluar dari dalam crankcase sehingga menyebabkan terjadinya kebakaran di kamar mesin.

Masinis jaga dan awak mesin yang sedang bertugas di kamar mesin berhasil menyelamatkan diri keluar dari kamar mesin dengan selamat. Awak kapal kemudian menggunakan alat pemadam api ringan (APAR) berbagai jenis yang ada disekitar yang kemudian disemprotkan dari dek-1 sebagai upaya mengendalikan serta membatasi rambatan kebakaran. Upaya pemadaman dari eksternal kapal dilakukan oleh kapal-kapal tunda pelabuhan yang melakukan penyemprotan dari sisi laut dan penyeprotan dari sisi dermaga oleh mobil Dinas Pemadam Kebakaran.

II.2. Kegagalan kerja mesin utama

II.2.1. Rangkaian kejadian dan indikasi kegagalan

Sewaktu *LIT Enterprise* sedang berolah gerak melakukan penyandaran, awak mesin yang bertugas di kamar mesin mendengar bunyi keras yang berasal dari mesin utama. Bunyi yang terdengar seperti bunyi metal yang saling beradu. Selain bunyi benturan kemudian terjadi getaran kuat yang dirasakan oleh awak mesin, dan personil yang berada di anjungan juga merasakan getaran tersebut. Menurut awak mesin yang bertugas tidak ada alarm di kamar mesin yang teraktifasi dan terdengar oleh awak mesin.

Tidak berapa lama berselang dari bunyi antar metal yang beradu dan terjadinya getaran kuat yang dirasakan awak mesin dan disusul kemudian di kamar mesin muncul asap tebal yang dengan cepat memenuhi ruangan permesinan. Berdasarkan keterangan dari awak mesin, awak kapal lainnya dan personil di anjungan bahwa mereka tidak mendengar adanya alarm yang teraktifasi.

KKM menyatakan bahwa setelah merasakan kapal bergetar, KKM dengan segera menurunkan putaran mesin utama dari 600 rpm ke 400 rpm (menjadi putaran idle) dari kontrol mesin di anjungan. Sampai kemudian mesin utama dilaporkan mati. Mesin utama dilengkapi dengan *emergency stop system* yang merupakan suatu sistem yang bekerja dengan mematikan mesin untuk mencegah kerusakan lebih lanjut mesin sewaktu sistem mendeteksi adanya ketidaknormalan.

Mesin utama mengalami kegagalan kerja sewaktu mesin sedang dioperasikan untuk kapal berolah gerak melaksanakan proses penyandaran. Kegagalan kerja mesin tersebut mengakibatkan mesin utama mengalami henti kerja sebelum kapal selesai manuver disandarkan, dan sebelum mesin utama dimatikan sesuai dengan prosedur yang normal. Tim investigasi KNKT mendapati kenop *E.R Fans* yang terletak di *remote disconnection board* masih pada posisi 'ON', hal ini menandakan bahwa pada saat mesin utama mengalami kegagalan kerja dan disusul dengan munculnya asap, diduga sistem ventilasi kamar mesin masih bekerja sampai kemudian kapal mengalami *black-out* karena mesin bantu mati. Penyebab dari henti kerja mesin utama berawal dari rangkaian batang penghubung ke piston di dalam silinder nomor 8 yang mengalami kegagalan yang kemudian diduga memicu terjadinya ledakan di dalam ruang crankcase.

Ledakan crankcase mengacu pada ledakan yang terjadi di dalam ruang crankcase mesin akibat dari penyalan kabut minyak. Akibat dari ledakan crankcase membuat komponen mesin yang berada di dalam crankcase mengalami kerusakan. Semua persyaratan yang diperlukan untuk terjadinya ledakan terdapat di dalam crankcase. Agar ledakan crankcase terjadi, prinsip dasar segitiga api harus terpenuhi dengan berbarengan. Hal ini memerlukan kehadiran tiga elemen penting secara bersamaan: bahan bakar yang mudah terbakar dalam bentuk kabut minyak, oksidator yang berupa udara di dalam crankcase, dan sumber penyalan yang disebut sebagai titik panas (*hot spots*).

Kondisi internal crankcase mesin diesel secara inheren atau melekat erat dengan keberadaan cairan minyak pelumas, kabut minyak, gas *blow-by*⁹, dan udara, yang secara alami menciptakan potensi terjadinya peristiwa ledakan jika kondisi spesifik untuk penyalan terpenuhi. Crankcase tentunya terisi dengan udara, dan unsur oksigen selalu ada di dalam crankcase melalui aliran udara yang masuk. Adanya sejumlah kecil gas *blow-by* di dalam crankcase adalah normal akan tetapi jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan tenaga mesin, peningkatan konsumsi oli dan bahan bakar, serta kerusakan pada komponen mesin. Kontribusi paling langsung dari gas *blow-by* terhadap risiko ledakan terletak pada peningkatan tekanan di dalam crankcase yang memfasilitasi pembentukan kabut minyak, dan juga gas *blow-by* yang berpotensi memasukkan gas hasil pembakaran yang panas ke dalam crankcase.

Suatu ledakan memerlukan sumber bersuhu tinggi sebagai titik panas yang mampu memulai penyalan. Titik panas ini dapat berasal dari komponen mesin apa saja yang menjadi panas secara signifikan di atas suhu pengoperasian normal (biasanya di atas 300-400°Celsius). Hal seperti ini sering kali terjadi dikarenakan gesekan antar komponen yang berlebihan atau karena sistem pelumasan yang buruk. Penting untuk diperhatikan apabila komponen dipanaskan di atas suhu 300-400°C maka akan dapat meningkatkan penyalan.

⁹ Gas *blow-by* adalah gas dari ruang bakar yang lolos dan masuk ke dalam crankcase

Tidak ada persyaratan berapa suhu titik panas spesifik untuk memicu ledakan kabut minyak setelah mencapai batas yang mudah terbakar. Dengan demikian kabut minyak hanya akan meledak apabila konsentrasinya berada dalam rentang '*lower explosive limit*' (LEL) dan '*upper explosive limit*' (UEL). Untuk kabut minyak di dalam crankcase besaran LEL yang ditetapkan sekitar 50 mg/l¹⁰ (~4,1 % berat minyak dalam campuran udara). Ledakan crankcase dapat terjadi jika konsentrasi kabut minyak mencapai batasan LEL yang bertemu dengan sumber panas seperti titik panas pada bantalan.

Dari keterangan awak mesin yang bertugas pada saat kejadian menunjukkan bahwa kerusakan tersebut merupakan akibat dari kegagalan komponen mesin utama yang terjadi dengan tiba-tiba, bukan akibat keausan bertahap dan/atau bukan akibat kekurangan pelumasan. Terdengarnya suara benturan antar metal yang keras, disusul kerusakan bagian dalam crankcase yang ditimbulkan dari komponen yang rusak yang masih terus bergerak dan selanjutnya terlepasnya beberapa komponen, crankcase *relief valve* yang tidak mampu melepas tekanan besar yang terjadi tiba-tiba, pintu inspeksi crankcase yang kondisinya rusak dan pecah, serta keretakan blok mesin dipinggiran pintu crankcase mendukung petunjuk kegagalan kerja mesin utama.

Terdapat perangkat monitoring *oil mist detector* (OMD) yang terpasang di dalam crankcase. Perangkat OMD tersebut terpasang untuk memonitor konsentrasi kabut minyak di dalam crankcase. OMD alarm akan berbunyi apabila konsentrasi nilai kabut minyak yang terbentuk melebihi dari yang ditetapkan, hanya saja awak mesin yang bertugas mengatakan bahwa tidak ada alarm yang berbunyi ketika kegagalan mesin terjadi. Kemungkinan tidak berbunyinya OMD alarm bisa karena ledakan crankcase yang mengakibatkan terputusnya kabel alarm. Kemungkinan yang lain, OMD gagal mendeteksi konsentrasi kabut minyak yang sebenarnya dikarenakan buruknya perawatan atau kalibrasi yang dapat membuat kondisi menjadi berbahaya dengan tidak diketahui sehingga ledakan di dalam crankcase dapat saja terjadi tanpa didahului dengan munculnya peringatan. Oleh karena itu penting bagi perangkat OMD untuk dilakukan pengecekan dan pengetesan sensitivitas dan penyesuaian secara teratur yang berguna untuk memastikan terjaganya keakuratan pendeteksian konsentrasi kabut minyak di dalam crankcase.

II.2.2. Identifikasi komponen yang mengalami kegagalan

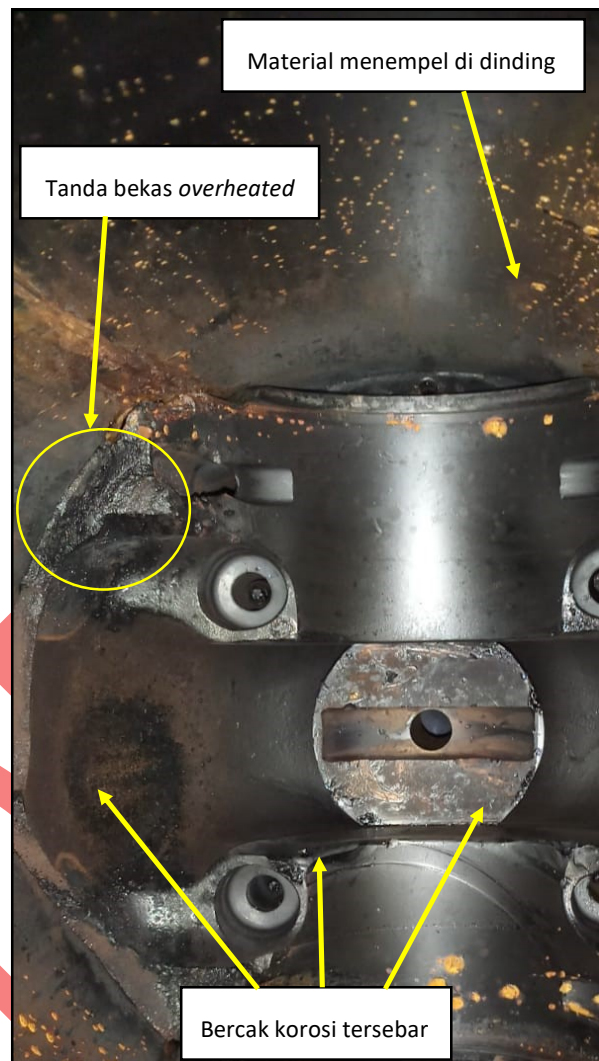
Kerusakan crankcase mesin yang terjadi hanya terbatas pada silinder nomor 8 saja. Oleh karena itu jelas bahwa kegagalan komponen dapat dipastikan juga berawal hanya di silinder nomor 8. Tim investigasi KNKT berfokus dalam mengidentifikasi kemungkinan adanya komponen yang mengalami kegagalan dan mengeliminasi kerusakan komponen yang terikut serta karena berbenturan dengan bagian lainnya di dalam crankcase.

Batang penghubung ke piston pada mesin diesel MAK 8 M32 merupakan jenis batang penghubung yang terpisah (*split off*). *Small-end* yang di bagian atas batang penghubung dapat dipisah dari batang utama (*shank*) dan *big-end* buat keperluan pekerjaan perawatan ataupun perbaikan. *Small-end eye* atau lubang bagian atas batang penghubung piston merupakan tempat untuk kedudukan pin¹¹ piston, dimana pin piston dimasukkan melalui pin

¹⁰ IACS UR M67 type test procedure for oil mist detection monitoring and alarm device of crankcase

¹¹ Piston pin: poros berongga yang menghubungkan *small end* ke piston

piston *bore*¹² yang kemudian pin duduk di dalam pin boss. Tim investigasi KNKT menemukan rangkaian batang penghubung ke piston untuk silinder nomor 8 kondisinya terlepas dari kepala piston. Kondisi piston *screw* semuanya terlihat dalam keadaan rusak, dan piston skirt mengalami pecah atau mengalami patah sehingga dengan kondisi demikian membuat rangkaian batang *small-end* dan *big-end* terpisah seluruhnya dari kepala piston. Terjadinya separasi tersebut bisa juga karena telah ada kerusakan pada piston skirt tanpa diketahui sebelumnya.



Gambar II-1: Kepala piston tertinggal di dalam tabung silinder nomor 8

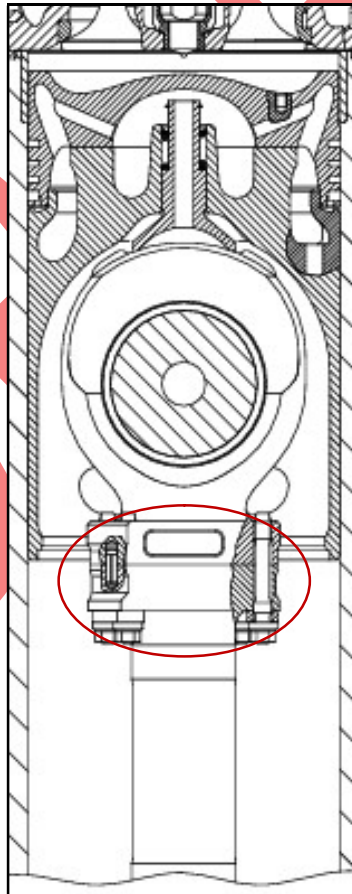
Menjadi bagian yang terpisah menyebabkan kepala piston tersangkut dan tertinggal di bagian atas tabung silinder nomor 8. Kegagalan kerja mesin kemungkinan terjadi ketika piston bergerak mendekati titik mati atas untuk menjalani langkah pembakaran. Separasi batang penghubung membuat kepala piston tertinggal di dalam silinder, diduga kuat juga ada ring piston yang mengalami patah. Adanya ring piston yang patah dapat menyebabkan

¹² Piston pin bore: lubang tembus di sisi piston yang tegak lurus terhadap gerakan piston yang untuk memasukkan piston pin

kepala piston tersangkut dan macet di dalam silinder. Ketika ring piston patah maka pecahannya tersangkut di antara piston dan dinding tabung. Pecahan patahan ring piston dapat menggores dan merusak dinding tabung, kerusakan menciptakan alur dan permukaan kasar yang semakin menghambat gerakan piston. Apabila kerusakan dinding silinder menjadi sangat parah maka kepala piston secara fisik tidak dapat bergerak. Patahnya ring piston mengganggu penutupan celah antara piston dengan dinding tabung silinder, dan juga mengganggu fungsi kendali pelumasan pada piston.

Pada dinding tabung silinder nomor 8 terlihat bekas goresan serta material yang menempel pada dinding tabung. Kemungkinan material yang menempel tersebut merupakan serpihan dari pecahan komponen yang rusak dan lepas. Pandangan dari sisi bawah kepala piston terlihat tanda bekas seperti mendapat panas yang berlebih atau *overheated* pada sisi dalam piston pada tempat kedudukannya *small-end* (gambar II-1). Melihat keadaan tersebut menunjukkan terdapat kegagalan pada bantalan *small end*. Oleh sebab itu, dimulai terjadinya kegagalan komponen pada *small-end* diidentifikasi sebagai penyebab paling mungkin dari kegagalan kerja mesin utama.

Jikalau macetnya piston yang menyebabkan kegagalan mesin maka sambungan flens batang penghubung ke piston seharusnya yang mengalami gagal terlebih dahulu karena merupakan bagian terlemah dari rangkaian batang penghubung (gambar II-2).



Gambar II-2: Piston dan batang penghubung bagian atas atau *small-end* (tampak kedepan). Sambungan flens di lingkaran merah.

II.2.3. Asap yang terlihat keluar dari kamar mesin

Asap yang terlihat oleh awak kapal, personil dan Pandu 140 di anjungan, dan pihak pelabuhan adalah asap yang keluar dari cerobong gas buang permesinan. Awal asap berasal dari mesin utama yang mengalami kegagalan kerja. Pintu inspeksi crankcase untuk silinder nomor 8 pecah dan lepas membuat akses crankcase terbuka sehingga seketika itu juga asap pembakaran, uap minyak panas disertai dengan semburan api yang menerobos keluar dari dalam crankcase. Asap yang tersembur keluar dari dalam crankcase kemudian dengan cepat memenuhi area di sekitar mesin utama dan selanjutnya asap naik ke area di atasnya serta masuk ke ruangan di dek-1.

Terdapat semburan api yang keluar dari dalam crankcase ketika pintu crankcase rusak dan pecah sehingga terbuka. Api yang menyembur keluar kemudian membakar material yang mudah terbakar yang berada disekitar mesin utama, material yang dimaksud seperti kulit pembungkus kabel, karet dan plastik. Terbakarnya jenis material yang mudah terbakar tersebut membuat asap menjadi semakin tebal dan warnanya dari kelabu menjadi gelap menghitam. Selanjutnya asap tebal menyebar dan keluar dari kamar mesin melalui cerobong gas buang permesinan, sistem ventilasi kamar mesin, akses keluar darurat dari kamar mesin yang langsung ke dek utama serta pintu akomodasi yang tidak tertutup rapat.

II.2.4. Gambaran kegagalan komponen

Pembentukan titik panas sebagai sumber penyalan buat terjadinya suatu ledakan crankcase dapat disebabkan oleh kegagalan mekanis dan keausan komponen, defisiensi pada sistem pelumasan, serta kelalaian dalam praktik operasional dan perawatan. Terjadinya kegagalan mekanis pada bagian-bagian mesin yang bergerak merupakan penyebab utama terbentuknya titik panas akibat peningkatan gesekan dan pembangkitan panas. Efektivitas sistem pelumasan minyak penting dalam mencegah pembentukan titik panas. Apabila terdapat defisiensi pada sistem pelumasan maka secara langsung dapat menyebabkan peningkatan gesekan dan panas yang berlebih pada bagian mesin yang bergerak.

Sumber terbentuknya titik panas diduga berasal dari kegagalan bantalan pada batang penghubung bagian atas atau *small-end*. Bantalan yang menjadi terlalu panas (*overheated*) diperkirakan sebagai penyebab langsung ledakan crankcase. Tidak adanya pencatatan mengenai jumlah jam kerja dari bagian *small-end* berikut bantalannya membuat patokan jam kerja menjadi susah ditentukan dengan pasti. Terdapat kemungkinan kegagalan tersebut merupakan akibat dari kerusakan yang disebabkan sewaktu melakukan *overhaul* pada *small-end*, kesalahan perakitan saat proses *overhaul* atau ketika pemasangan kembali *small-end bush*, atau mungkin juga terdapat cacat metalurgi yang muncul ketika proses produksi awal. Menjadi penting sewaktu *overhaul* untuk memastikan permukaan *small-end bush bore* pada batang boss tidak rusak. Apabila dilepas, periksa permukaan *small-end bush* secara cermat terhadap keretakan, lubang korosi, ataupun kerusakan lainnya.

Komponen yang menjadi terlalu panas dapat mengubah atmosfer di dalam crankcase yang terdiri dari udara dan tetesan minyak pelumas menjadi kabut minyak panas yang mudah menyala, serta titik panas yang kemudian bertindak sebagai sumber penyalan kabut minyak tersebut. Sewaktu *small-end* mengalami kegagalan dan terpisah dari kepala piston kemudian batang penghubung di silinder mulai berputar-putar di dalam crankcase. Dengan putaran mesin utama 600 rpm menyebabkan kerusakan di dalam silinder dan crankcase berjalan dengan sangat cepat. Kerusakan yang dimaksud seperti mematahkan bagian bawah tabung

silinder yang menonjol, menjebol pelat yang memisahkan ruang crankcase dengan ruang diatasnya, serta merusak kedua sisi pintu inspeksi crankcase. Dalam waktu singkat komponen-komponen berat yang berputar dengan energi yang besar berbenturan dengan sekitarnya sehingga membuat ada komponen yang rusak dan lepas dari tempatnya.

Meskipun seri mesin MAK 8M32 dikenal karena desain dan ketangguhannya, mesin ini masih rentan terhadap masalah-masalah mendasar yang dapat menyebabkan ledakan crankcase jika tidak ditangani dengan tepat. Hal ini menunjukkan bahwa bahkan mesin yang dirancang dengan baik sekalipun dapat mengalami kegagalan komponen yang dapat menimbulkan titik panas.

II.3. Manajemen perawatan

Pada kesempatan memenuhi undangan KNKT perwakilan dari manajemen perusahaan yang datang menyatakan bahwa perusahaan melakukan penerapan sistem perawatan terencana terhadap mesin utama berdasarkan jam kerja dari permesinan. Akan tetapi bukti catatan perawatan yang diberikan manajemen kepada tim investigasi KNKT lebih merupakan pekerjaan yang telah dijalankan oleh pihak kapal setiap bulannya terhadap mesin utama. Kegiatan pekerjaan pihak kapal ini kemudian dilaporkan dan dikirimkan kepada manajemen sebagai laporan bulanan.

Perwakilan perusahaan menjelaskan bahwa *LIT Enterprise* melakukan pekerjaan *overhaul* mesin utama sewaktu kapal menjalani pengedokan. Dijelaskan secara verbal bahwa perawatan mesin utama berdasarkan jam kerja permesinan. Data perawatan yang diberikan perwakilan perusahaan kepada tim investigasi KNKT lebih merupakan bentuk rekapitulasi laporan bulanan dari pekerjaan rutin yang dilakukan pihak kapal terhadap mesin utama setiap bulannya daripada data yang menerangkan berjalannya sistem perawatan terencana. Dengan demikian kemungkinan manajemen perusahaan belum menerapkan sistem perawatan terencana seperti yang seharusnya dilakukan, mengingat *LIT Enterprise* merupakan kapal yang memegang sertifikat manajemen keselamatan yang masih valid.

Manajemen perusahaan menyatakan adanya pekerjaan perawatan mesin yang telah dilakukan pada periode tahun 2017 dan tahun 2021 (lihat Tabel I-3) akan tetapi rincian laporan pekerjaan perawatan yang dimaksud tidak dapat diperlihatkan manajemen perusahaan kepada tim investigasi KNKT. Terdapat kemungkinan untuk pekerjaan perawatan mesin utama yang telah dilakukan tidak mencakup bersama dengan penggantian batang penghubung piston *small-end bush*¹³ yang sudah seharusnya dilakukan.

MAK mempunyai rincian prosedur perawatan dan pengukuran *small-end bush* untuk mesin 8 M32. Di dalam manual MAK dinyatakan bahwa pekerjaan pembongkaran dan pemasangan *small-end bush* sebaiknya dilakukan oleh pekerja dari MAK, atau kontraktor yang berpengalaman. Pemasangan *small-end bush* dengan tepat hampir tidak mungkin dilakukan dengan peralatan konvensional yang ada di kapal, karena *bush* harus didinginkan dan batang boss bagian atas harus dipanaskan sebelum dipasang. Prosedur perawatan MAK menyatakan bahwa untuk pengukuran jarak bebas (*clearance*) *small-end bush* dilakukan setiap 24.000 jam kerja. Jarak bebas antara piston pin dan *bush*, jarak minimumnya adalah 0,12 mm dan jarak maksimumnya adalah 0,182 mm, sedangkan batasnya adalah 0,25 mm. Batas jarak

¹³ Batang piston bantalan pin biasa disebut juga dengan *small-end bush*

bebas secara umum bisa menjadi faktor penentu dalam membuat penilaian *small-end bush*. Dengan demikian apabila batas jarak bebas telah tercapai maka penggantian *small-end bush* harus dilakukan atau ketika jarak bebas yang kemungkinannya akan terlampaui ketika jatuh pada jadwal *overhaul* berikutnya.

Tim investigasi KNKT tidak melihat dan tidak mendapatkan pencatatan mengenai pekerjaan perawatan terhadap perangkat *oil mist detector* (OMD). Penting untuk dilakukan pengecekan dan pengetesan perangkat OMD secara berkala guna memastikan perangkat masih bekerja baik dan sensor di tiap-tiap crankcase juga berfungsi dengan baik. Setelah pekerjaan selesai selanjutnya dicatat di Buku Harian Mesin dan dimasukkan ke dalam perawatan terencana.

Perwakilan perusahaan menjelaskan kalau perawatan permesinan manajemen memakai pendekatan jam kerja permesinan. Perawatan berbasis waktu merupakan pendekatan yang melibatkan pelaksanaan tugas perawatan pada interval waktu yang telah ditentukan terlepas dari kondisi peralatan. Metode ini bergantung pada data historis, rekomendasi manufaktur, dan aturan lembaga klasifikasi untuk menetapkan frekuensi perawatan. Dapat dikatakan bahwa perawatan berbasis waktu merupakan pendekatan yang terstruktur dengan intervensi yang tepat waktu.

Sistem perawatan terencana kapal merujuk pada pendekatan sistematis terhadap perawatan yang melibatkan inspeksi, servis, dan perbaikan yang dijadwalkan. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan kapal tetap berada dalam kondisi kerja yang optimal, sesuai dengan standar industri dan peraturan. Komponen utama dari perawatan terencana kapal meliputi pemeliharaan preventif, pemantauan berbasis kondisi, dan pelaksanaan tugas perawatan sesuai dengan interval yang telah ditentukan.

Lembaga klasifikasi kapal menerbitkan aturan dan peraturan terkait dengan perawatan terencana kapal (BKI Rules Vol.1, 1.3.7). Selain daripada itu, pihak manufaktur permesinan mempunyai panduan perawatan yang spesifik untuk setiap produk yang dibuatnya. Pihak manufaktur menyediakan informasi berupa instruksi untuk dilakukan seperti pengecekan rutin, pengukuran, pelumasan, dan penggantian dengan interval waktu. Mematuhi panduan manufaktur sangat penting untuk memaksimalkan umur dan kinerja permesinan di kapal.

Perawatan yang terencana terhadap mesin utama kapal memainkan peran yang krusial dalam memastikan keamanan dan efisiensi operasional kapal. Perawatan yang tidak memadai dan praktik operasional yang tidak tepat memainkan peran yang besar dalam menciptakan kondisi kondusif buat terjadinya ledakan crankcase. Perawatan rutin membantu mengenali dan mengatasi masalah potensial sebelum meningkat menjadi masalah yang berbiaya tinggi dan berbahaya bagi operasional.

II.4. Tanggap darurat

Setelah mesin utama mengalami kegagalan kerja yang membuat rusak akses crankcase sehingga terbuka kemudian timbul kebakaran yang disebabkan oleh semburan api yang keluar dari crankcase. Kerusakan akibat kebakaran terjadi di area kamar mesin dan hanya terbatas di sekitar mesin utama. Kebakaran tidak menjadi besar dan bisa diatasi, sebagian karena berkurangnya sumber bahan bakar atau bahan yang mudah terbakar, matinya mesin utama diduga bekerjanya *emergency stop system*, dan juga karena tindakan penyemprotan oleh kapal tunda serta penyemprotan oleh dinas pemadam kebakaran pelabuhan.

Keterangan dari awak mesin yang bertugas dan personil yang berada di anjungan mengatakan bahwa tidak ada yang mendengar alarm kebakaran berbunyi. Tidak berbunyinya alarm kebakaran diduga karena perangkat pendeteksi kebakaran di kamar mesin tidak berfungsi sehingga tidak memicu alarm kebakaran teraktifasi.

LIT Enterprise mempunyai Sistem Pemadam Kebakaran CO2 dan salah satu area yang dilengkapi dengan sistem CO2 adalah kamar mesin. Tim investigasi KNKT melihat bahwa sistem CO2 tidak difungsikan karena di kamar mesin tidak terdapat tanda bekas dioperasikannya sistem CO2. Didapati bahwa *release cabinet* di ruangan CO2 masih tertutup rapat, sedangkan *remote station release cabinet* tidak bisa dibuka karena kunci pembukanya patah. Hal mengenai sistem CO2 tidak difungsikan juga dipastikan ketika melihat ke dalam ruangan CO2, jalur pipa sistem CO2 dari tabung yang untuk ke kamar mesin keadaan katupnya masih tertutup, serta pada rangkaian tabung CO2 untuk ke kamar mesin pin pengamannya masih terpasang di tabung CO2.

LIT Enterprise dilengkapi dengan sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran tetap, dan sistem pemadam kebakaran CO2. Dengan sistem CO2 yang dimiliki apabila dipakai maka seharusnya sistem di kapal memungkinkan untuk dapat mengatasi sendiri kebakaran yang terjadi di kamar mesin dengan cepat serta dapat meminimalkan kerusakan yang ditimbulkan akibat kebakaran tersebut.

III. KESIMPULAN

Tim investigasi KNKT merangkum kebakaran yang terjadi di kamar mesin *LIT Enterprise* dengan menarik kesimpulan sebagai berikut:

III.1. Temuan

- Pihak manajemen perusahaan tidak memiliki dan menyimpan data historis yang komprehensif mengenai mesin utama.

Setiap hari awak mesin mencatat jam kerja permesinan ke dalam Buku Harian Mesin. Jumlah jam kerja menjadi acuan untuk melakukan perawatan permesinan kapal.

- Sistem perawatan terencana (PMS) khususnya terhadap mesin utama tidak terbentuk sebagaimana seharusnya.

Data pekerjaan perawatan mesin utama yang dimiliki perusahaan lebih merupakan laporan bulanan dari kapal, karena berisi pelaporan pekerjaan terhadap mesin utama yang dilaksanakan pihak kapal.

- Sistem Pemadaman Kebakaran CO2 ke kamar mesin tidak diaktifkan.

Kunci pembuka *release cabinet* di *remote station* kondisinya patah sehingga kabinet tidak bisa dibuka.

- Perusahaan tidak mempunyai DPA ketika kejadian.

III.2. Faktor kontribusi

- Bantalan batang penyambung piston *small-end* menjadi titik panas yang kemudian menjadi sumber penyalan.

Tidak ada data historis dan pencatatan mengenai perawatan bantalan *small-end*.

- Konsentrasi kabut minyak meningkat tinggi tanpa terdeteksi.

Perangkat pendeteksi kabut minyak tidak memberikan peringatan atas tingginya konsentrasi kabut minyak.

IV. REKOMENDASI

Dari hasil analisis dan kesimpulan di atas, KNKT merekomendasikan hal-hal berikut untuk mencegah terjadinya kejadian yang serupa di masa mendatang.

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 62 Tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi, Pasal 47 menyatakan bahwa pihak terkait wajib menindaklanjuti rekomendasi keselamatan yang tercantum dalam laporan akhir investigasi kecelakaan transportasi dan wajib melaporkan tindak lanjut rekomendasi kepada Ketua KNKT.

IV.1. Direktorat Jenderal Perhubungan Laut

- Mengawasi penerapan Sistem Perawatan Terencana permesinan kapal sewaktu pelaksanaan verifikasi berkala.

IV.2. PT Biro Klasifikasi Indonesia (Persero)

- Mengawasi penerapan Sistem Perawatan Terencana permesinan kapal sewaktu melaksanakan survey permesinan.

IV.3. PT Lintas Indonesia Timor Line

- Membuat dan menjalankan Sistem Perawatan Terencana untuk permesinan kapal sebagai penerapan dari Sistem Manajemen Keselamatan.
- Memastikan peralatan monitoring OMD mesin utama berfungsi dengan baik.
- Menetapkan DPA yang definitif.

V. SUMBER INFORMASI

KSOP Utama Tanjung Perak;
PT Pelabuhan Indonesia (Persero);
PT Lintas Indonesia Timor Line;
Awal kapal *LIT Enterprise*;
PT Biro Klasifikasi Indonesia;

DRAFT

DRAFT

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