

ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA *HIGH PRESSURE* PADA SAAT PROSES BONGKAR MUATAN DI KAPAL LPG/C PRIMA LAUTAN I

Tessa Juandriani Rismar¹, Arya Widiatmaja², Rizal Rochmansyah³, Syafni Yelvi Siska⁴, Syamsyir⁵

^{1,2,3,4,5}Politeknik Pelayaran Sumatera Barat

tessarismar@gmail.com¹

ABSTRACT

Liquefied Petroleum Gas Carriers (LPG/C) play a critical role in national energy distribution systems; however, their cargo discharge operations carry significant technical risks, particularly the phenomenon of high pressure that can trigger a Cargo Temporary Stop. This study aims to identify the causative factors of high pressure during cargo discharge operations, analyze the mechanism leading to Cargo Temporary Stop, and formulate preventive measures aboard LPG/C Prima Lautan I.

Keywords: *high pressure, cargo temporary stop, LPG carrier, discharge operation, Fishbone Diagram.*

ABSTRAK

Kapal LPG/Carrier (LPG/C) memegang peranan penting dalam sistem distribusi energi nasional, namun operasi bongkar muatnya menyimpan risiko teknis yang signifikan, terutama fenomena *high pressure* yang dapat memicu *Cargo Temporary Stop*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *high pressure* pada proses bongkar muat, menganalisis mekanisme yang mengakibatkan *Cargo Temporary Stop*, serta merumuskan upaya pencegahannya di kapal LPG/C Prima Lautan I.

Kata kunci: *high pressure, cargo temporary stop, LPG carrier, discharge operation, Fishbone Diagram.*

A. Pendahuluan

Industri pelayaran gas cair dunia sedang berada di titik pertumbuhan yang tidak bisa diabaikan. Pasar Tanker LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) global telah mencapai nilai USD 210,1 miliar pada tahun 2024 dan

diproyeksikan akan terus tumbuh dengan *Compound Annual*

Growth Rate (CAGR) sebesar 5,4% hingga mencapai USD 320,0 miliar pada tahun 2033, sebuah angka yang mencerminkan betapa sentralnya peran LPG dalam lingkup energi dunia

saat ini. Lebih jauh, permintaan LPG global tumbuh sebesar 3,5% dan total konsumsi global mencapai rekor tertinggi sepanjang masa sebesar 342 juta ton pada tahun 2022, dengan pertumbuhan lebih lanjut yang diprediksi akan terus berlanjut seiring ekspansi produksi. Kapal LPG *Carrier* (LPG/C), sebagai ujung tombak dari rantai distribusi gas cair ini, beroperasi dalam kondisi teknis yang sangat *demanding*. Muatan berupa LPG memiliki karakteristik yang berbeda jauh dari kargo konvensional, yakni ia bersifat mudah terbakar, bertekanan, dan sangat sensitif terhadap perubahan suhu. *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk* (IGC Code), yang berlaku wajib di bawah SOLAS (*International Convention for the Safety Of Life At Sea*) Chapter VII sejak 1 Juli 1986 dan diperbarui secara komprehensif melalui resolusi MSC.370(93) (*Marine Safety Committee*) yang berlaku efektif pada 1 Juli 2016, memberikan standar internasional untuk pengangkutan gas cair secara aman termasuk persyaratan teknis sistem pengendalian tekanan muatan.

Proses bongkar muat pada kapal LPG adalah momen paling kritis, pada tahap inilah seluruh sistem muatan bekerja secara bersamaan, pompa *cargo* beroperasi penuh, *vapour return line* aktif, kompresor muatan berputar, dan *manifold* menjadi titik pertemuan tekanan dari dua arah sekaligus.

Dalam kondisi yang seharusnya terkendali ini, fenomena *high pressure* atau tekanan berlebih pada sistem muatan dapat terjadi secara tiba-tiba, memicu *alarm* dan bahkan memaksa terjadinya *temporary stop* atau penghentian sementara operasi bongkar muat. Faktor manusia terbukti menjadi variabel paling dominan dalam hampir semua insiden maritim, dan sektor kapal tanker tidak terkecuali. Berdasarkan analisis yang dilakukan dalam investigasi keselamatan oleh *European Maritime Safety Agency* (EMSA), dari periode 2014 hingga 2023 ditemukan bahwa 58,4% peristiwa kecelakaan terkait dengan tindakan manusia dan 49,8% dari faktor-faktor yang berkontribusi berhubungan dengan perilaku manusia, serta ketika kedua faktor tersebut dipertimbangkan bersamaan, unsur manusia berhubungan dengan 80,1% dari seluruh

kecelakaan maritim yang diinvestigasi. Data ini menggambarkan bahwa penanganan teknis yang salah, pengambilan keputusan yang lambat, atau prosedur yang tidak dipatuhi dengan benar oleh awak kapal selama operasi bongkar muat dapat menjadi pemicu langsung dari kejadian *high pressure*. Salah satu permasalahan yang dapat terjadi selama proses discharge operation adalah high pressure. Kondisi ini merupakan keadaan ketika tekanan pada sistem muatan meningkat hingga mendekati atau melampaui batas operasional yang telah ditentukan. Apabila kondisi tersebut tidak segera dikendalikan, maka dapat mengganggu kelancaran proses bongkar muatan dan meningkatkan risiko terhadap keselamatan operasi.

Pada LPG/C Prima Lautan I, terjadi beberapa kali penghentian sementara proses bongkar muatan atau Cargo Temporary Stop pada saat kegiatan discharge di Jetty Island Berth Balongan. Berdasarkan data penelitian, kejadian tersebut terjadi sebanyak lima kali dengan total waktu penghentian selama 25 jam 48 menit. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa permasalahan high pressure tidak

hanya berdampak terhadap keselamatan, tetapi juga menyebabkan keterlambatan dan menurunkan efektivitas operasi bongkar muatan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tekanan dari sisi darat meningkat akibat kondisi shore tank yang telah mendekati kapasitas maksimum. Permasalahan tersebut diperburuk oleh tidak tersedianya fasilitas vapour return line pada terminal. Selain itu, informasi mengenai kondisi aktual kapasitas shore tank belum disampaikan secara berkala kepada pihak kapal sehingga tindakan pencegahan tidak dapat dilakukan sejak awal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya high pressure, mekanisme kejadian hingga menyebabkan Cargo Temporary Stop, serta merumuskan upaya pencegahan yang dapat meningkatkan kelancaran operasi bongkar muatan di LPG/C Prima Lautan I.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode

kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Metode tersebut digunakan untuk memperoleh pemahaman secara mendalam mengenai peristiwa *high pressure* yang terjadi selama proses bongkar muatan di LPG/C Prima Lautan I. Pendekatan kualitatif digunakan karena penelitian tidak hanya berfokus pada data angka, tetapi juga pada proses, kondisi operasional, interaksi antar pihak, serta pengalaman informan yang terlibat secara langsung.

Penelitian dilaksanakan di kapal LPG/C Prima Lautan I dengan fokus pada kegiatan *discharge operation* di Jetty Island Berth Balongan. Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara terhadap informan yang terlibat dalam proses operasi bongkar muatan. Informan penelitian terdiri dari *captain, chief officer, gas engineer, third officer* dan *loading master*.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan secara langsung selama kegiatan operasi bongkar muatan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk

memperoleh informasi mengenai kondisi operasional dan faktor penyebab *high pressure*. Sementara itu, dokumentasi dilakukan dengan menelaah berbagai dokumen operasional kapal, termasuk *Port Log Book, Cargo Discharging Records, Deepwell and Booster Pump Log*, serta *Time Sheet*.

Analisis data dilakukan melalui proses reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Selanjutnya, hasil data dianalisis menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi faktor penyebab berdasarkan dimensi manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), lingkungan (*environment*), pengukuran (*measurement*), dan material (*material*).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian *high pressure* pada proses bongkar muatan LPG/C Prima Lautan I dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan. Faktor lingkungan merupakan faktor yang paling dominan dalam terjadinya *high pressure*. Kondisi *shore tank* yang

telah mendekati kapasitas maksimum menyebabkan kemampuan terminal untuk menerima tambahan muatan menjadi terbatas. Ketika muatan terus dialirkan dari kapal menuju terminal, tekanan pada sistem perpipaan meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan munculnya *back pressure* dari sisi darat menuju sistem kapal. Situasi tersebut semakin diperburuk karena terminal tidak memiliki fasilitas *vapour return line* untuk menyeimbangkan tekanan.

Faktor manusia berkaitan dengan pola komunikasi antara pihak kapal dan terminal. Informasi mengenai kondisi aktual kapasitas *shore tank* belum disampaikan secara berkala kepada pihak kapal. Komunikasi yang terjadi cenderung bersifat reaktif, yaitu informasi baru diberikan ketika tekanan sudah mendekati batas operasional. Kondisi tersebut menyebabkan pihak kapal memiliki waktu yang terbatas untuk melakukan penyesuaian *flow rate* atau tindakan pencegahan lainnya.

Dari aspek metode, ditemukan bahwa *pre-discharge checklist* belum secara khusus

mencantumkan verifikasi kapasitas *shore tank* sebelum kegiatan bongkar muatan dimulai. Selain itu, belum terdapat prosedur tertulis yang secara jelas mengatur langkah penyesuaian *flow rate* apabila tekanan mulai meningkat. Kriteria untuk menentukan peralihan dari *Cargo Temporary Stop* menjadi *Emergency Shutdown* juga belum dijelaskan secara spesifik dalam prosedur operasional. Kelemahan tersebut menunjukkan bahwa prosedur yang tersedia belum sepenuhnya mampu mengantisipasi kondisi *back pressure* yang berasal dari sisi terminal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor mesin bukan merupakan penyebab utama terjadinya *high pressure*. Seluruh peralatan utama kapal, termasuk sistem pompa, instrumen tekanan, dan sistem pemantauan, beroperasi secara normal selama kegiatan bongkar muatan. Instrumen tekanan mampu mendeteksi peningkatan tekanan sehingga awak kapal dapat mengetahui kondisi abnormal sebelum berkembang menjadi kondisi yang lebih berbahaya.

Dengan demikian, sumber permasalahan lebih dominan

berasal dari kondisi eksternal terminal dibandingkan dengan kerusakan peralatan kapal.

Mekanisme terjadinya *high pressure* dapat terjadi akibat, *Shore tank* telah mendekati kapasitas maksimum sebelum proses bongkar muatan dimulai, Kondisi kapasitas *shore tank* tidak dikomunikasikan secara lengkap kepada pihak kapal, Proses bongkar muatan tetap berlangsung sesuai rencana, Kapasitas terminal yang semakin terbatas menyebabkan tekanan pada sistem darat meningkat, Tidak tersedianya *vapour return line* menyebabkan tekanan balik tidak dapat diseimbangkan, *Back pressure* diteruskan melalui sistem perpipaan menuju manifold kapal dan Ketika tekanan mencapai sekitar 11,9 barg, pihak terminal meminta kapal melakukan *Cargo Temporary Stop*. Karena kapasitas *shore tank* belum segera tersedia kembali, kondisi tersebut berulang hingga terjadi lima kali *Cargo Temporary Stop* dengan total durasi 25 jam 48 menit.

Terjadinya *high pressure* memberikan dampak langsung terhadap kelancaran proses bongkar muatan. Dampak utama yang terjadi adalah penghentian

sementara operasi sebanyak lima kali. Selain meningkatkan waktu operasi, kondisi tersebut juga menyebabkan penurunan efektivitas kerja kapal dan terminal. Penghentian operasi secara berulang mengharuskan kru kapal melakukan prosedur penghentian dan persiapan ulang sebelum proses bongkar muatan dapat dilanjutkan. Dari sisi keselamatan, *Cargo Temporary Stop* merupakan tindakan pengendalian yang diperlukan untuk mencegah tekanan meningkat ke tingkat yang lebih berbahaya. Oleh karena itu, keputusan penghentian sementara merupakan langkah penting untuk menjaga sistem muatan berada dalam batas operasi yang aman. beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terulangnya kejadian *high pressure* adalah Melakukan pelaporan kapasitas *shore tank* secara berkala.

Pihak terminal perlu memberikan informasi aktual mengenai kapasitas dan tingkat keterisian *shore tank* kepada pihak kapal secara rutin, Melakukan verifikasi kapasitas *shore tank* sebelum discharge. Kondisi kapasitas tangki

darat harus menjadi bagian dari pemeriksaan sebelum proses bongkar muatan dimulai, Checklist perlu mencantumkan pemeriksaan kapasitas *shore tank*, kesiapan sistem penerimaan muatan, fasilitas *vapour return*, serta prosedur penanganan *back pressure*, Setiap kejadian *high pressure* perlu dievaluasi bersama untuk mengetahui kelemahan prosedur dan menentukan tindakan perbaikan. Hasil penelitian menegaskan bahwa masalah *high pressure* tidak dapat diselesaikan hanya dari sisi kapal. Koordinasi aktif antara kapal dan terminal menjadi faktor penting dalam menjaga kestabilan tekanan dan kelancaran proses bongkar muatan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penyebab terjadinya *high pressure* pada saat proses bongkar muatan di kapal LPG/C Prima Lautan I, dapat disimpulkan Terjadinya *high pressure* dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, terutama faktor lingkungan, manusia, dan metode. Faktor lingkungan berupa

kondisi *shore tank* yang hampir penuh dan tidak tersedianya *vapour return line* menjadi penyebab utama terjadinya *back pressure*. Faktor manusia berkaitan dengan komunikasi antara kapal dan terminal yang belum dilakukan secara proaktif. Faktor metode berkaitan dengan belum lengkapnya prosedur dan *pre-discharge checklist*. Sementara itu, faktor mesin tidak menjadi penyebab karena seluruh peralatan kapal berfungsi normal.

Mekanisme *high pressure* dimulai dari kondisi *shore tank* yang telah mendekati kapasitas maksimum. Tekanan dari sisi terminal meningkat dan tidak dapat diseimbangkan karena tidak tersedianya *vapour return line*. Tekanan balik kemudian diteruskan menuju sistem kapal melalui manifold hingga tekanan mencapai sekitar 11,9 barg. Kondisi tersebut menyebabkan dilakukannya *Cargo Temporary Stop* sebanyak lima kali dengan total durasi 25 jam 48 menit.

Upaya pencegahan yang dapat dilakukan adalah meningkatkan

koordinasi dan komunikasi antara kapal dan terminal, melakukan pelaporan kapasitas *shore tank* secara berkala, merevisi *pre-discharge checklist*, menetapkan prosedur penyesuaian *flow rate*, serta melakukan evaluasi terhadap setiap kejadian gangguan tekanan selama proses bongkar muatan.

DAFTAR PUSTAKA

Adhitya. (2024). *Analisis Terjadinya High Pressure Tank pada Saat Loading di Kapal LPG/C Cipta Diamond*.

International Maritime Organization. (2016). *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code)*.

International Maritime Organization. (2024). *International Gas Carrier Code dan ketentuan instrumentasi sistem muatan*.

Maharani. (2025). *Analisis Penyebab High Pressure Tank pada Saat Loading LPG di Kapal Gas Attaka*.

Nindyaningrum, F. R. (2022).

Analisis High Pressure Tank pada Saat Loading di Kapal LPG/C Gas Nuri Arizona.

Pratama, et al. (2024). *Identifikasi Terjadinya Overpressure Hose saat Proses Discharging pada MT Navigator Global di PMB IV Tanjung Priok*.

SIGTTO. (2016). *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals*.

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.

Suprapti, Susanto, Hendrawan, et al. (2023). *Optimization of Reliquefaction System on Gas Carrier to Maintain the Condition and Temperature of Cargo Tank*.