

Analisis Overflow dan Overpressurized Tank terhadap Kegiatan Bongkar Muat di MT. Marina Aman

Nevlin Diela Atmaja¹, B.L. Hentri Widodo^{2*}, Devy Kusumaningrum³,

Haryani⁴, Erwin Sutantyo⁵

^{1,2,3,4} Politeknik Bumi Akpelni

⁵ Politeknik Maritim Negeri Indonesia

bl.hentri@akpelni.ac.id

Abstract

The operations of cargo loading and unloading on chemical tankers have a high level of risk because they involve hazardous liquid cargo and complex technical systems. These conditions can cause operational disruptions if they are not supported by proper supervision, coordination, and optimal operation of the cargo system, one of which is the occurrence of overflow and overpressurized tank. This study aims to analyze the causes of overflow and overpressurized tank and their impacts on cargo loading and unloading activities on the chemical tanker MT. Marina Aman. This study used a qualitative approach with a descriptive case study method. Data were obtained through observation, interviews, and documentation studies. The results showed that the overflow occurred due to an abnormality in the Pump Remote Control Assembly of the 4S cargo tank pump, which caused the pump to operate without a command and resulted in cargo being transferred to the 2S tank without being noticed. This condition was worsened by the malfunction of the remote tank gauging system on the 2S tank and the failure to report an early indication in the form of an abnormal pump sound. Meanwhile, the overpressurized tank was caused by the less optimal performance of the Pressure/Vacuum (P/V) valve and pressure sensors, as well as delays in maintenance. These results show that the occurrence of overflow and overpressurized tank was not caused by a single factor, but was influenced by a combination of equipment conditions, monitoring systems, maintenance, and human factors. The impacts included disruption of cargo loading and unloading activities, damage to the tank structure, and operational losses for the company. Therefore, improvements in equipment maintenance, cargo system monitoring, and more effective communication and reporting are needed during cargo loading and unloading activities.

Keywords: *Overflow, Overpressurized Tank, Loading and Discharging Operation, Chemical Tanker.*

Abstrak

Kegiatan bongkar muat pada kapal chemical tanker memiliki tingkat risiko yang tinggi karena melibatkan muatan cair berbahaya serta sistem teknis yang kompleks. Kondisi tersebut dapat menimbulkan gangguan operasional apabila tidak didukung oleh pengawasan, koordinasi, dan pengoperasian sistem muatan yang optimal, salah satunya berupa kejadian overflow dan overpressurized tank. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya overflow dan overpressurized tank serta dampaknya terhadap kegiatan bongkar muat di kapal chemical tanker MT. Marina Aman. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus deskriptif. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa overflow terjadi karena adanya keabnormalan pada Pump Remote Control Assembly pompa muatan tangki 4S yang menyebabkan pompa beroperasi tanpa perintah dan mengakibatkan muatan berpindah ke tangki 2S tanpa disadari. Kondisi tersebut diperparah oleh tidak berfungsinya remote tank gauging system pada tangki 2S serta tidak dilaporkannya indikasi awal berupa suara pompa yang tidak normal. Sementara itu, overpressurized tank disebabkan oleh kurang optimalnya kinerja Pressure/Vacuum (P/V) valve dan pressure sensors serta keterlambatan pelaksanaan pemeliharaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kejadian overflow dan overpressurized tank tidak hanya disebabkan oleh satu faktor, tetapi dipengaruhi oleh gabungan antara kondisi peralatan, sistem pemantauan,

pemeliharaan, dan faktor manusia. Dampak yang ditimbulkan meliputi terhambatnya proses bongkar muat, kerusakan struktur tangki, dan kerugian operasional bagi perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan pemeliharaan peralatan, pengawasan sistem muatan, serta komunikasi dan pelaporan yang lebih efektif selama kegiatan bongkar muat.

Kata Kunci: *Overflow, Overpressurized Tank, Bongkar Muat, Chemical Tanker.*

PENDAHULUAN

Industri pelayaran memiliki peran strategis dalam distribusi kargo cair secara global, terutama melalui pengoperasian *chemical tanker* yang dirancang untuk mengangkut berbagai jenis bahan kimia dengan karakteristik dan tingkat bahaya yang berbeda. Kompleksitas muatan tersebut menyebabkan kegiatan bongkar muat pada *chemical tanker* menjadi salah satu operasi yang memiliki tingkat risiko tinggi sehingga harus dilaksanakan sesuai dengan standar keselamatan internasional, seperti *International Bulk Chemical (IBC) Code* dan MARPOL. Meskipun berbagai regulasi dan prosedur operasional telah diterapkan, insiden *overflow* dan *overpressurized tank* masih terjadi dalam kegiatan bongkar muat. Kedua kejadian tersebut berpotensi menghambat kelancaran operasi, menyebabkan kerusakan pada sistem muatan dan struktur kapal, membahayakan keselamatan awak kapal, serta meningkatkan risiko pencemaran lingkungan.

Penelitian mengenai kegagalan operasi bongkar muat pada kapal tanker telah banyak dilakukan. Jamison & Mentzer (2019) menjelaskan bahwa insiden *tank overfill* umumnya disebabkan oleh kombinasi *human error*, kelemahan sistem proteksi, dan ketidakefektifan prosedur operasional. Banaszek (2024) menunjukkan bahwa keandalan sistem pompa muatan berperan penting dalam menjaga keselamatan dan efisiensi operasi bongkar muat. Di Indonesia, Sitorus (2020) menemukan bahwa *overflow cargo* dipicu oleh kesalahan komunikasi antarperwira jaga serta kerusakan *Tank Level Gauge*, sedangkan Saputra *et al.*, (2019) menekankan pentingnya perawatan *Pressure/Vacuum (P/V) Valve* untuk mencegah gangguan tekanan pada tangki muatan. Hardiyanto (2018) juga menyimpulkan bahwa ketidakakuratan instrumen pemantauan muatan menjadi salah satu penyebab utama terjadinya *overflow*. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya hanya membahas satu aspek kegagalan operasi, baik *overflow*, sistem *P/V Valve*, maupun instrumen pemantauan. Belum banyak penelitian yang menganalisis secara terpadu penyebab *overflow* dan *overpressurized tank* beserta dampaknya terhadap kelancaran kegiatan bongkar muat pada *chemical tanker*, sehingga masih terdapat celah penelitian (*research gap*) yang perlu dikaji.

Berdasarkan *research gap* tersebut, penelitian ini berargumen bahwa *overflow* dan *overpressurized tank* merupakan dua kejadian yang dipengaruhi oleh keterkaitan antara faktor teknis dan faktor manusia. Keandalan sistem pompa, *venting system*, instrumen pemantauan muatan, serta efektivitas komunikasi dan koordinasi antara kru kapal dengan pihak terminal diduga berkontribusi terhadap munculnya kedua kejadian tersebut. Oleh karena itu, analisis yang mengintegrasikan kedua aspek tersebut diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai penyebab dan dampaknya terhadap kelancaran kegiatan bongkar muat pada *chemical tanker*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya *overflow* dan *overpressurized tank*, mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan terhadap kegiatan bongkar muat di MT. Marina Aman, serta mengevaluasi keterkaitan kedua kejadian tersebut terhadap kelancaran operasional bongkar muat.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus deskriptif untuk menganalisis penyebab *overflow* dan *overpressurized tank* serta dampaknya terhadap kegiatan bongkar muat di MT. *Marina Aman*. Metode studi kasus dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengkajian secara mendalam terhadap peristiwa *overflow* dan *overpressurized tank* yang terjadi di MT. *Marina Aman*. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi faktor penyebab, memahami proses terjadinya peristiwa, serta menganalisis dampak yang ditimbulkan terhadap kegiatan bongkar muat. Stake (2005) menjelaskan bahwa studi kasus menekankan pemahaman terhadap suatu kasus secara spesifik dan mendalam. Oleh karena itu, metode ini sesuai digunakan dalam penelitian untuk mengkaji peristiwa *overflow* dan *overpressurized tank* di MT. *Marina Aman*, khususnya dalam mengidentifikasi faktor penyebab, proses terjadinya, serta dampaknya terhadap kegiatan bongkar muat. Penelitian dilaksanakan selama praktik laut penulis pada periode 16 September 2024 hingga 26 September 2025 di kapal MT. *Marina Aman*. Peneliti berperan sebagai instrumen utama dengan terlibat secara langsung dalam kegiatan bongkar muat serta proses perbaikan sistem muatan dan tangki di Huarun Dadong (HRDD) *Shipyard*, sehingga memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai kondisi operasional dan permasalahan yang diteliti.

Teknik sampling penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan keterlibatan dan tanggung jawab dalam kegiatan bongkar muat. Menurut Sugiyono (2022) teknik sampling *purposive* merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu, di mana peneliti memilih sampel sumber data yang relevan dan cocok terhadap permasalahan atau fenomena yang ada. Informan penelitian terdiri atas *Chief Officer*, *Second Officer*, *Third Officer*, *Second Engineer*, *Electro Technical Officer*, dan *Pumpman*. *Chief Officer* relevan karena berperan sebagai *senior officer* yang bertanggung jawab atas kegiatan bongkar dan muat di atas kapal, *Second Officer* dan *Third Officer* dipilih menjadi informan karena berperan sebagai *officer* yang bertugas pada saat kegiatan bongkar dan muat, *Pumpman* dipilih sebagai informan karena berperan dalam pelaksanaan operasional bongkar muat di atas *deck*, khususnya dalam pengoperasian *valve*, serta memiliki pengalaman dan pemahaman teknis mengenai sistem bongkar muat di kapal, *2nd Engineer* dan *Electro Technical Officer* dipilih karena memiliki tanggung jawab terhadap kondisi teknis pompa muatan, termasuk pelaksanaan pemeliharaan, pemeriksaan, dan perbaikan untuk memastikan pompa muatan dapat beroperasi dengan baik.

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data-data dari sumber primer dan sumber sekunder untuk mendukung proses penelitian. Ajayi (2023) menyatakan bahwa sumber data primer merupakan sumber dari data yang diperoleh secara real-time atau data asli yang dikumpulkan langsung oleh peneliti sendiri. Pada penelitian ini sumber data primer diperoleh secara langsung melalui observasi dan wawancara dengan pihak yang terlibat dalam kegiatan operasional bongkar muat di MT. *Marina Aman*, sedangkan Ajayi (2023) juga menyatakan bahwa sumber data sekunder merupakan data yang dapat diperoleh dari berbagai informasi yang telah ada sebelumnya atau data-data yang telah dikumpulkan atau dihasilkan oleh pihak lain. Menurut pengertian dari data sekunder, Peneliti mengumpulkan data-data sekunder dari laporan kejadian, buku, jurnal & juga arsip kapal. Penggunaan kedua sumber data tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi yang lebih lengkap dan mendukung keakuratan hasil penelitian..

Analisis data dilakukan menggunakan model Miles dan Huberman yang meliputi reduksi data (*data reduction*), penyajian data (*data display*), serta penarikan dan verifikasi kesimpulan (*conclusion drawing/verification*). Reduksi data dilakukan dengan memilih informasi yang relevan mengenai penyebab *overflow* dan *overpressurized tank*. Selanjutnya,

data disajikan dalam bentuk uraian naratif agar hubungan antar-temuan dapat dipahami secara sistematis. Tahap akhir dilakukan melalui penarikan dan verifikasi kesimpulan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab serta dampak kedua kejadian tersebut terhadap kelancaran kegiatan bongkar muat di MT. Marina Aman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebab Terjadinya *Overflow* di MT. Marina Aman

Hasil observasi, wawancara, dan investigasi menunjukkan bahwa kejadian *overflow* pada MT. Marina Aman disebabkan oleh gabungan antara keabnormalan sistem kendali pompa muatan dan ketidakoptimalan sistem pemantauan level muatan. Keabnormalan sistem kendali terjadi pada *Pump Remote Control Assembly* pompa muatan 4S. Berdasarkan hasil investigasi, ditemukan bahwa *pilot valve* pada komponen tersebut berada dalam kondisi terbuka dan mengirimkan sinyal kepada *Speed Torque Control* (STC) seolah-olah terdapat perintah dari operator untuk menjalankan pompa. Kondisi tersebut menyebabkan pompa muatan 4S beroperasi tanpa adanya perintah pengoperasian, baik melalui *remote control* maupun *local control*. Temuan ini dibuktikan ketika dilakukan pengecekan, di mana seluruh sistem pengendalian pompa berada dalam kondisi *standby* dan *control lever* tidak dioperasikan, tetapi tetap terdapat indikasi pompa beroperasi yang ditunjukkan oleh suara dari dalam tangki.

Keabnormalan tersebut kemudian menjadi faktor awal yang menyebabkan muatan dari tangki 4S berpindah ke tangki 2S tanpa disadari oleh awak kapal. Kondisi ini menjadi semakin berisiko karena *remote tank gauging system* atau *tank radar* pada tangki 2S tidak berfungsi sehingga peningkatan level muatan di dalam tangki tidak dapat dipantau secara optimal. Pada saat kejadian, pemantauan menggunakan *Ullage Temperature Interface* (UTI) juga belum dilakukan karena secara operasional kegiatan pembongkaran belum dimulai. Akibatnya, *Chief Officer* dan *Duty Officer* sebagai perwira jaga yang berada di *Cargo Control Room* tidak memperoleh informasi bahwa level muatan pada tangki 2S terus meningkat, sementara kondisi awal muatan telah mencapai sekitar 98% kapasitas tangki. Muatan yang terus berpindah dari tangki 4S menyebabkan level pada tangki 2S mencapai batas maksimum hingga akhirnya muatan meluap melalui *Pressure/Vacuum (P/V) valve*.

Selain faktor teknis, *human error* turut berkontribusi dalam meningkatkan risiko terjadinya *overflow*. Berdasarkan hasil wawancara, sebelumnya telah terdengar suara pompa yang tidak normal sebagai indikasi adanya gangguan pada sistem pompa muatan. Namun, indikasi tersebut tidak segera dilaporkan kepada *officer in charge* sehingga tidak dilakukan pemeriksaan dan tindakan perbaikan secara lebih awal. Akibatnya, kondisi abnormal pada sistem pompa tidak teridentifikasi dan tertangani sejak awal hingga kemudian berkontribusi terhadap terjadinya perpindahan muatan dari tangki 4S ke tangki 2S dan menyebabkan *overflow*.

Berdasarkan rangkaian kejadian tersebut, dapat dipahami bahwa *overflow* pada MT. Marina Aman tidak disebabkan oleh satu kegagalan teknis, tetapi merupakan hasil dari beberapa kegagalan pada sistem pengendalian dan pemantauan muatan dan juga *human error* yang kemudian membuat *snowball effect*. Keabnormalan *Pump Remote Control Assembly* menyebabkan perpindahan muatan berlangsung tanpa perintah operator, sedangkan kegagalan *tank gauging system* menyebabkan perubahan level muatan tidak terdeteksi. Kedua kondisi tersebut saling memperkuat karena pompa tetap memindahkan muatan sementara sistem pemantauan tidak mampu memberikan informasi level secara akurat. Dengan demikian, kejadian *overflow* berkembang karena tidak terdapat pengendalian yang efektif untuk menghentikan perpindahan muatan maupun mendeteksi peningkatan level pada tangki penerima.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Jamison & Mentzer (2019) yang menyatakan bahwa kejadian tank *overflow* dapat dipengaruhi oleh kombinasi kegagalan sistem teknis dan *human error*. Temuan ini juga sejalan dengan Sitorus (2020) yang menunjukkan bahwa kesalahan komunikasi dan gangguan sistem pemantauan muatan dapat menjadi faktor penyebab *overflow cargo*. Persamaan tersebut memperlihatkan bahwa faktor teknis dan manusia memiliki keterkaitan dalam terjadinya *overflow*. Namun, penelitian ini menunjukkan karakteristik yang lebih spesifik, yaitu adanya gangguan pada *Pump Remote Control Assembly* yang menyebabkan pompa muatan beroperasi tanpa perintah sebelum kegiatan pembongkaran dimulai. Temuan tersebut memberikan kontribusi dengan menunjukkan bahwa gangguan pada sistem kendali pompa dapat menjadi faktor awal terjadinya *overflow*, terutama ketika terjadi bersamaan dengan kegagalan sistem pemantauan level muatan.

Penyebab Terjadinya *Overpressurized Tank* di MT. Marina Aman

Hasil observasi, wawancara dan dokumentasi menunjukkan bahwa kondisi *overpressurized tank* pada tangki muatan 4S di MT. Marina Aman disebabkan oleh kombinasi faktor teknis dan *human error*. Dari aspek teknis, penyebab utama berasal dari tidak optimalnya kinerja *Pressure/Vacuum (P/V) valve* sebagai *primary venting system*. Hasil investigasi menunjukkan bahwa *P/V valve* masih berfungsi, namun tidak mampu melepaskan tekanan secara cepat sehingga terjadi akumulasi tekanan di dalam tangki muatan. Kondisi tersebut juga diperparah oleh tidak berfungsinya beberapa *pressure sensors* pada *tank gauging system* sehingga tekanan di dalam tangki tidak dapat dipantau secara *real time*. Akibatnya, peningkatan tekanan tidak terdeteksi sejak dini dan menyebabkan kerusakan pada struktur tangki muatan 4S.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa kerusakan tangki tidak hanya berkaitan dengan kemampuan *P/V valve* dalam melepaskan tekanan, tetapi juga dipengaruhi oleh tidak optimalnya sistem pemantauan tekanan. Dengan kata lain, kegagalan *venting system* dan *monitoring system* secara bersamaan mengurangi kemampuan awak kapal untuk mendeteksi dan mengendalikan peningkatan tekanan sebelum mencapai kondisi yang membahayakan struktur tangki.

Dari hasil wawancara menunjukkan bahwa pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) terhadap *P/V valve*, *pressure sensors*, dan instrumen pendukung lainnya tidak selalu terlaksana sesuai jadwal. Tingginya intensitas operasional kapal, keterbatasan waktu pelayaran, serta prioritas pelaksanaan *tank cleaning* menyebabkan beberapa pekerjaan pemeliharaan tertunda. Kondisi ini menunjukkan bahwa faktor operasional dapat memengaruhi keandalan sistem teknis, karena keterlambatan pemeliharaan meningkatkan kemungkinan peralatan mengalami penurunan kinerja ketika dibutuhkan.

Temuan tersebut sejalan dengan Saputra *et al.*, (2019) yang menjelaskan bahwa penurunan kinerja *P/V valve* dapat mengganggu pengaturan tekanan pada tangki muatan apabila tidak didukung pemeliharaan yang memadai. Temuan ini juga mendukung Banaszek (2024) yang menekankan pentingnya kondisi sistem pendukung dalam menjaga keselamatan dan kelancaran operasi bongkar & muat. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kondisi *venting system* dan pemeliharaan peralatan merupakan aspek penting dalam pengendalian tekanan tangki. Namun, penelitian ini menemukan bahwa kejadian *overpressurized tank* pada MT. Marina Aman melibatkan kombinasi yang lebih kompleks, yaitu penurunan kinerja *P/V valve*, kegagalan *pressure sensors*, dan keterlambatan PMS akibat tingginya intensitas operasional kapal. Temuan ini memberikan kontribusi bahwa pencegahan *overpressurized tank* perlu dilakukan secara bertahap melalui peningkatan kondisi dan kinerja dari *venting system*, sistem pemantauan tekanan, dan pengelolaan jadwal pemeliharaan.

Dampak *Overflow* dan *Overpressurized Tank* terhadap Kegiatan Bongkar Muat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *overflow* pada MT. *Marina Aman* memberikan dampak langsung terhadap kelancaran kegiatan bongkar muat. Kejadian tersebut menyebabkan kegiatan pembongkaran harus dihentikan sementara untuk melakukan *clean up* terhadap muatan yang tumpah. Penghentian kegiatan tersebut mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proses bongkar muat, meningkatnya waktu operasional kapal, berkurangnya jumlah muatan, serta menimbulkan potensi pencemaran lingkungan. Selain itu, proses *clean up* melibatkan personel dari departemen *deck* dan *engine*, sehingga meningkatkan beban kerja awak kapal dan berpotensi memengaruhi pemenuhan *rest hour*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *overflow* tidak hanya merupakan gangguan teknis pada sistem muatan, tetapi dapat berkembang menjadi gangguan operasional yang membutuhkan tambahan waktu dan sumber daya untuk penanganannya.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Sitorus (2020) yang menemukan bahwa kejadian *overflow cargo* pada MT. Timur Laut Mas 2 menyebabkan berkurangnya sekitar 13 ton muatan CPO dan menimbulkan kerugian materiil bagi pihak pencharter. Kejadian tersebut juga menyebabkan kerugian waktu karena proses pemuatan mengalami keterlambatan akibat penanganan muatan yang tumpah. Namun, pada penelitian MT. *Marina Aman*, dampak *overflow* ditemukan dalam konteks kegiatan bongkar muat muatan *Rubber Processed Oil* dan melibatkan kebutuhan *clean up* menyeluruh yang berdampak pada beban kerja awak kapal. Temuan ini memperlihatkan bahwa kerugian akibat *overflow* dapat berkembang dari kehilangan muatan menjadi gangguan operasional yang memerlukan tambahan waktu dan sumber daya untuk penanganannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian *overpressurized tank* pada MT. *Marina Aman* menyebabkan kerusakan pada struktur tangki muatan 4S sehingga kegiatan operasional kapal tidak dapat dilanjutkan secara normal. Kerusakan tersebut mengharuskan kapal menjalani pemeriksaan dan perbaikan melalui *dry docking*. Proses perbaikan tidak hanya mencakup struktur tangki, tetapi juga pemeriksaan dan perbaikan terhadap *tank gauging system*, *pressure sensors*, *Pressure/Vacuum (P/V) valve*, dan sistem pendukung lainnya. Kondisi tersebut menyebabkan kapal kehilangan waktu operasional dan menimbulkan konsekuensi ekonomi bagi perusahaan berupa biaya perbaikan, kehilangan kesempatan operasi (*off-hire*), serta tertundanya kegiatan *charter*.

Temuan tersebut memiliki kesamaan dengan laporan investigasi National Transportation Safety Board (2020) dan Maritime and Port Authority of Singapore, (2024) mengenai kejadian *overpressurization* dan *rupture of cargo tank* pada MT. Fairchem Filly dan juga yang tertulis pada *incident report* yang dikeluarkan oleh MPA Singapore yang disebabkan oleh *malfunction of Pressure/Vacuum valves*. Dalam kejadian tersebut, peningkatan tekanan pada cargo tank menyebabkan tangki mengalami ruptur dan muatan masuk ke ruang ballast tank. Akibat kerusakan tersebut, kegiatan transfer muatan dihentikan dan kapal memerlukan pemeriksaan serta perbaikan untuk mengembalikan kondisi kapal ke keadaan operasional.

Temuan pada MT. Fairchem Filly menunjukkan kesamaan dengan kejadian pada MT. *Marina Aman*, yaitu tekanan berlebih (*overpressurization*) pada *cargo tank* yang menyebabkan kerusakan hingga terjadi kerusakan pada tangki. Pada kedua kasus tersebut, kerusakan tangki akibat tekanan berlebih berdampak pada terhentinya kegiatan operasional dan memerlukan tindakan pemeriksaan serta perbaikan. Kesamaan ini memperkuat temuan penelitian bahwa *overpressurization* pada *cargo tank* dapat berkembang menjadi kerusakan struktural yang serius dan mengganggu keberlangsungan kegiatan bongkar muat dan juga kerugian biaya.

Dalam kasus MT. *Marina Aman*, kerusakan tersebut menyebabkan kapal harus menjalani *dry docking* untuk pemeriksaan dan perbaikan, sehingga kapal kehilangan waktu operasional dan perusahaan menghadapi kerugian ekonomi akibat biaya perbaikan dan

kehilangan kesempatan beroperasi (*off-hire*). Temuan ini menunjukkan bahwa pengendalian tekanan *cargo tank* tidak hanya penting untuk mencegah kerusakan struktur kapal, tetapi juga untuk mempertahankan kontinuitas kegiatan operasional dan meminimalkan kerugian perusahaan.



Gambar 1. Peristiwa *Overflow* di MT. Marina Aman



Gambar 2. Kondisi Tangki Muatan 4S

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kejadian *overflow* dan *overpressurized tank* pada MT. Marina Aman dipengaruhi oleh kombinasi faktor teknis dan faktor manusia. *Overflow* terjadi akibat keabnormalan *Pump Remote Control Assembly*, kegagalan *remote tank gauging system* dalam memantau level muatan secara akurat, serta kurang efektifnya komunikasi antar awak kapal selama kegiatan bongkar muat. Sementara itu, *overpressurized tank* disebabkan oleh menurunnya kinerja *Pressure/Vacuum (P/V) valve*, tidak berfungsinya *pressure sensors* secara optimal, serta belum terlaksananya *Planned Maintenance System (PMS)* sesuai jadwal akibat tingginya intensitas operasional kapal. Temuan tersebut menunjukkan bahwa keandalan peralatan harus didukung oleh komunikasi yang efektif dan pelaksanaan pemeliharaan yang konsisten untuk meminimalkan risiko kegagalan operasi.

Kejadian *overflow* dan *overpressurized tank* memberikan dampak yang signifikan terhadap kegiatan bongkar muat, antara lain penghentian sementara operasi, keterlambatan proses bongkar muat, peningkatan beban kerja awak kapal, potensi pencemaran lingkungan, serta kerusakan tangki muatan yang mengharuskan kapal menjalani *dry docking*. Oleh karena itu, peningkatan keandalan sistem kendali pompa, *tank gauging system*, *venting system*, dan pelaksanaan PMS secara disiplin, disertai penguatan komunikasi serta koordinasi antara awak kapal dan pihak terminal, menjadi langkah penting untuk meningkatkan keselamatan dan efektivitas kegiatan bongkar muat pada *chemical tanker*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajayi, V. O. (2023). *A Review on Primary Sources of Data and Secondary Sources of Data*. 2(3), 3–5.
- Banaszek, A. (2024). *Calculations of Performance Characteristics of Submerged Cargo Pumps with Hydraulic Drive and Constant Torque Controllers , Taking into Account the Energy*

Efficiency of the Drive Motor.

- Hardiyanto, H. (2018). *Analisa Terjadinya Overflow Saat Pemuatan Solar di Kapal MT. Merbau* [Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang]. <https://repository.pip-semarang.ac.id/>
- Jamison, C., & Mentzer, R. (2019). *A Study of Tank Overfill Incidents*.
- Maritime and Port Authority of Singapore. (2024). *Monitoring of Proper Functioning of Cargo Tank Pressure/Vacuum Valves*. <https://www.mpa.gov.sg/media-centre/details/no-22-of-2004---monitoring-of-proper-functioning-of-cargo-tank-pressure-vacuum-valves>
- National Transportation Safety Board. (2020). *Overpressurization and Rupture of Cargo Tank on Cargo Vessel Fairchem Filly* (Issue 3).
- Saputra, I., Ahmad, M., & Saputra, I. (2019). *Analisis Fungsi P / V Valve dan Strategi*. 03(November), 27–38.
- Sitorus, R. H. (2020). *Cybernetics: Journal Educational Research and Social Studies*. 1, 186–190.
- Stake, R. E. (2005). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (eds.); 3rd ed.). SAGE Publications.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.