ATRIA: Jurnal Inovasi, Keilmuan dan Manajemen
Vol. 1., No. 2, Oktober 2026, pp. 50-54

p-ISSN: 3164-5852, e-ISSN:3164-533X
https://atria.indiepress.id/index.php/ATRIA

Kajian Penyebab Banjir Ruang Muat dan Dampaknya terhadap Keselamatan Operasional MV. Prima Sentosa Kajian Penyebab Banjir Ruang Muat

Dewi Ayu Nawang Bulan [a,1,*], Prijiantono Dilyanto [b,2], Marselia [c,3]

[a,b,c] Politeknik Maritim Negeri Indonesia, Jl. PTP Ngobo, Desa Wringinputih, Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, Kode Pos 50552, Indonesia
[1]dewiayunawang1111@gmail.com*; [2] yeyek@polimarin.ac.id; [3] marselia@polimarin.ac.id
* Dewi Ayu Nawang Bulan

Diterima 02 Oktober 2026; Direvisi 08 Oktober 2026; Diterima 13 Oktober 2026

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya risiko banjir pada ruang muat kapal bulk carrier yang dapat mengancam keselamatan operasional, stabilitas kapal, dan keselamatan awak. Kejadian banjir ruang muat pada MV. Prima Sentosa menunjukkan adanya permasalahan pada sistem ballast, hatch cover, pipa bilge, serta penerapan prosedur keselamatan kapal. Kondisi tersebut perlu dikaji karena masuknya air ke ruang muat dapat berkembang menjadi progressive flooding dan menyebabkan penurunan stabilitas akibat free surface effect. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor penyebab banjir ruang muat, menganalisis dampaknya terhadap keselamatan operasional kapal, serta mengevaluasi upaya pencegahan dan penanganannya berdasarkan prosedur operasional dan sistem manajemen keselamatan kapal. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus melalui observasi, wawancara dengan Captain, Chief Officer, dan Bosun, serta studi dokumentasi. Data dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi faktor teknis, operasional, dan manajerial yang berkontribusi terhadap terjadinya banjir ruang muat.

KATA KUNCI
Banjir Ruang Muat;
Bulk Carrier;
Sistem Ballast;
Keselamatan Operasional;
Progressive Flooding

ABSTRACT

This research was motivated by the high risk of cargo hold flooding on bulk carrier vessels, which can threaten operational safety, ship stability, and crew safety. The cargo hold flooding incident on MV. Prima Sentosa indicated problems involving the ballast system, hatch cover, bilge pipes, and the implementation of ship safety procedures. This condition requires further examination because water entering the cargo hold may develop into progressive flooding and reduce ship stability due to the free surface effect. This study aims to identify the factors causing cargo hold flooding, analyze its impacts on ship operational safety, and evaluate prevention and handling measures based on operational procedures and the ship safety management system. A qualitative approach with a case study design was employed through observations, interviews with the Captain, Chief Officer, and Bosun, as well as documentation studies. The data were analyzed descriptively to identify the technical, operational, and managerial factors contributing to cargo hold flooding.

KEYWORD
Banjir Ruang Muat;
Bulk Carrier;
Sistem Ballast;
Keselamatan Operasional;
Progressive Flooding

This is an open-access article under the CC–BY-SA license

1. Pendahuluan

Kapal bulk carrier merupakan salah satu jenis kapal niaga yang memiliki peran penting dalam mengangkut muatan curah kering, seperti batubara, bijih besi, dan berbagai komoditas industry [1]. Kapal jenis ini memiliki ruang muat berkapasitas besar yang dilengkapi hatch cover untuk melindungi muatan dari pengaruh lingkungan laut. Namun, karakteristik tersebut juga menyebabkan kapal bulk carrier memiliki risiko terhadap masuknya air ke dalam ruang muat (*cargo hold flooding*). Kondisi tersebut dapat mengganggu keselamatan muatan, stabilitas kapal, serta keselamatan operasional secara keseluruhan.

Banjir ruang muat dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik teknis maupun operasional. Kerusakan atau kebocoran hatch cover, korosi pada sistem perpipaan, kegagalan valve, gangguan sistem bilge, serta kesalahan dalam pelaksanaan prosedur operasional merupakan beberapa kondisi yang dapat menyebabkan masuknya air ke dalam ruang muat [2], [3]. Oleh karena itu, kejadian banjir pada ruang

p-ISSN: 3164-5852, e-ISSN:3164-533X
https://atria.indiepress.id/index.php/ATRIA

muat tidak hanya berkaitan dengan kondisi peralatan kapal, tetapi juga dipengaruhi oleh pelaksanaan prosedur keselamatan dan pengawasan operasional awak kapal.

Permasalahan tersebut ditemukan pada MV. Prima Sentosa, kapal bulk carrier dengan Gross Tonnage sebesar 33.044 GT. Setelah melaksanakan kegiatan pembongkaran muatan dan perawatan di Lontar Anchorage, kapal melanjutkan pelayaran menuju Merak, Banten, pada September 2025. Pada 3 September 2025 ditemukan genangan air dengan ketinggian sekitar satu meter di palka nomor 3 ketika dilakukan inspeksi oleh Chief Officer bersama tim dek. Kejadian tersebut menunjukkan adanya cargo hold flooding yang diduga berkaitan dengan gangguan sistem ballast, fungsi valve yang tidak optimal, kebocoran hatch cover, maupun kegagalan sistem kedap air lainnya.

Masuknya air ke dalam ruang muat dapat menimbulkan konsekuensi terhadap keselamatan operasional kapal. Akumulasi air dapat menambah berat kapal dan menimbulkan free surface effect yang berpotensi menurunkan stabilitas [4]. Apabila tidak segera dikendalikan, kondisi tersebut dapat berkembang menjadi progressive flooding dan meningkatkan risiko terhadap keselamatan kapal. Penelitian ini memfokuskan kajian pada faktor penyebab banjir ruang muat yang berkaitan dengan sistem ballast, sistem bilge, serta pelaksanaan prosedur operasional awak kapal. Implikasinya dikaji terutama terhadap stabilitas kapal, keselamatan muatan, dan kelancaran operasional pelayaran.

Kajian mengenai permasalahan banjir ruang muat juga menunjukkan bahwa faktor teknis dan faktor manusia dapat saling berkaitan. Penelitian terdahulu yang dikaji dalam skripsi menunjukkan bahwa genangan pada palka dapat dipengaruhi oleh kebocoran sounding pipe, tersumbatnya bilge line, kurang optimalnya kinerja bilge pump, lemahnya prosedur operasional, serta kurangnya perhatian awak kapal terhadap perawatan peralatan. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa pencegahan banjir ruang muat memerlukan pendekatan yang tidak hanya berorientasi pada perbaikan teknis, tetapi juga pada kepatuhan terhadap prosedur dan penerapan manajemen keselamatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisis yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor penyebab banjir ruang muat pada MV. Prima Sentosa serta implikasinya terhadap keselamatan operasional kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya banjir ruang muat, menganalisis implikasinya terhadap keselamatan operasional kapal, serta mengevaluasi upaya pencegahan dan penanganannya berdasarkan prosedur operasional dan sistem manajemen keselamatan kapal.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kajian keselamatan pelayaran, khususnya mengenai risiko banjir ruang muat pada kapal bulk carrier. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi bahan evaluasi bagi perusahaan pelayaran dalam meningkatkan pemeliharaan kapal, pengawasan operasional, penerapan prosedur keselamatan, serta kesiapsiagaan awak kapal dalam menghadapi kondisi darurat.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem ballast berfungsi mengatur trim, draft, distribusi beban, dan karakteristik stabilitas kapal melalui pengisian serta pengeluaran air ballast [5]. Sistem ini tersusun atas tangki, perpipaan, valve, pompa, sea chest dan jalur pembuangan. Keandalan setiap komponen diperlukan agar air dapat diarahkan sesuai konfigurasi operasi dan tidak masuk ke kompartemen yang seharusnya tetap kering.

Ballast line yang melewati atau berdekatan dengan ruang muat harus memiliki integritas struktural yang memadai. Korosi, penurunan kualitas gasket, kerusakan seal dan kegagalan valve dapat menurunkan kekedapan [6]. Apabila kebocoran tidak terdeteksi, air dapat masuk secara bertahap dan membentuk genangan. Kondisi tersebut menjadi semakin kritis apabila sistem bilge tidak mampu membuang air secara optimal.

Integritas kedap air pada palka melibatkan hatch cover, hatch coaming, rubber packing, cleats, drain channel dan komponen pendukung lain [7]. Penutupan secara visual belum cukup untuk menjamin watertight integrity; kondisi seal, pemerataan tekanan dan kebersihan saluran drainase juga harus diverifikasi. Pemeliharaan yang kurang optimal dapat menyebabkan penurunan fungsi komponen kedap air, khususnya ketika kapal menghadapi hujan deras atau kondisi laut yang berat.

Progressive flooding adalah penyebaran air secara bertahap dari satu kompartemen ke kompartemen lain akibat kegagalan sistem kedap air atau meningkatnya volume air hingga melampaui batas pengendalian [8]. Pada kapal bulk carrier, kondisi ini dapat berkembang dari genangan awal menjadi

p-ISSN: 3164-5852, e-ISSN:3164-533X
https://atria.indiepress.id/index.php/ATRIA

gangguan yang lebih luas apabila sumber kebocoran tidak segera dihentikan dan air tidak dikeluarkan secara efektif.

Akumulasi air juga menimbulkan free surface effect. Ketika cairan bebas bergerak mengikuti oleng kapal, distribusi massa berubah dan stabilitas awal dapat berkurang. Dalam kasus flooding yang tidak dikendalikan, risiko list, perubahan trim, penurunan stabilitas dan gangguan terhadap keselamatan struktur dapat meningkat [9]. Rodrigues menjelaskan bahwa perkembangan flooding bersifat bertahap dan bergantung pada waktu, volume air, perpindahan antar-kompartemen serta kondisi kapal.

Keselamatan operasional dipahami sebagai hasil interaksi antara kondisi teknis, faktor manusia, organisasi dan lingkungan. Penerapan International Safety Management (ISM) Code melalui Safety Management System (SMS) menjadi salah satu kerangka untuk mengendalikan risiko, mengatur tanggung jawab, menetapkan prosedur operasi, memelihara peralatan, menyiapkan respons darurat, dan mengevaluasi ketidaksesuaian [10].

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Desain tersebut dipilih karena penelitian berfokus pada pemahaman mendalam terhadap kejadian cargo hold flooding dalam konteks operasional nyata MV. Prima Sentosa. Fokus analisis meliputi kondisi teknis peralatan, pelaksanaan prosedur, tindakan awak kapal, serta aspek manajerial yang berkaitan dengan PMS dan sistem manajemen keselamatan.

Objek penelitian adalah situasi operasional kapal yang mencakup ruang muat dan sistem pendukungnya sebagai tempat, awak kapal sebagai pelaku, serta kegiatan inspeksi, pemeliharaan, ballast handling dan penanganan flooding sebagai aktivitas. Data primer diperoleh dari observasi langsung dan wawancara mendalam dengan Captain, Chief Officer dan Bosun. Data sekunder diperoleh dari laporan inspeksi, checklist keselamatan, catatan PMS, dokumentasi foto, serta literatur dan peraturan yang relevan.

Observasi dilakukan terhadap kondisi ruang muat, sistem ballast, sistem bilge dan aktivitas awak kapal. Wawancara digunakan untuk memperoleh penjelasan mengenai kronologi kejadian, dugaan sumber air, kondisi valve dan pipa, kinerja sistem bilge, penerapan PMS, serta tindakan darurat. Dokumentasi digunakan untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara.

Analisis data dilakukan melalui pengumpulan dan pengorganisasian data, reduksi data, penyajian data, kategorisasi, analisis tematik, penafsiran dan verifikasi. Temuan dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: faktor teknis, faktor operasional dan faktor manajerial. Triangulasi dilakukan dengan membandingkan informasi observasi, wawancara dan dokumentasi untuk memastikan konsistensi temuan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil

MV. Prima Sentosa merupakan kapal bulk carrier dengan GT ±33.044 yang digunakan untuk mengangkut muatan curah kering. Kapal dilengkapi sistem ballast, bilge dan hatch cover yang mendukung stabilitas dan integritas kedap air. Setelah kegiatan discharge cargo dan maintenance di Lontar Anchorage, kapal berlayar menuju Merak, Banten.

Pada 3 September 2025, Chief Officer menginstruksikan Bosun, Able Seaman, Ordinary Seaman dan Deck Cadet melakukan inspeksi ruang muat. Inspeksi menemukan genangan air dengan ketinggian sekitar satu meter di palka nomor 3. Temuan tersebut segera dilaporkan dan dilakukan pemeriksaan lanjutan untuk mencari sumber air.

Observasi, wawancara dan dokumentasi menunjukkan adanya indikasi gangguan ballast system. Valve ballast ditemukan tidak tertutup sempurna, sedangkan pipa bilge mengalami korosi dan alirannya terganggu oleh sisa muatan. Kondisi tersebut menyebabkan air dapat masuk dan tidak segera dikeluarkan dari palka. Pemeriksaan pasca-maintenance dan pengawasan terhadap komponen kritis juga belum mampu mendeteksi potensi kebocoran sejak dini.

p-ISSN: 3164-5852, e-ISSN:3164-533X
https://atria.indiepress.id/index.php/ATRIA

Temuan penelitian kemudian dikelompokkan menjadi tiga faktor. Faktor teknis terdiri atas kegagalan fungsi valve, korosi pipa bilge dan penurunan integritas sistem kedap air. Faktor operasional mencakup pemeriksaan pasca-ballasting dan monitoring yang belum optimal serta keterlambatan deteksi indikasi awal. Faktor manajerial berkaitan dengan pelaksanaan PMS, pendekatan pemeliharaan berbasis risiko, pengawasan kepatuhan prosedur dan evaluasi SMS.

4.2. Pembahasan

Implikasi paling langsung dari genangan air adalah terhadap stabilitas kapal. Air yang terkumpul di palka menambah massa kapal dan, karena dapat bergerak bebas ketika kapal mengalami rolling, menghasilkan free surface effect. Hasil wawancara dengan Captain menegaskan bahwa masalah utama bukan hanya berat air, tetapi pergerakan air yang dapat memengaruhi titik berat efektif kapal. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan stabilitas dan meningkatkan kecenderungan kapal mengalami list atau perubahan trim. Apabila sumber air tidak segera dihentikan, volume genangan dapat bertambah dan berpotensi berkembang menjadi progressive flooding. Dalam penelitian ini kondisi tersebut belum mencapai tahap penyebaran ke kompartemen lain, tetapi risikonya tetap signifikan. Progressive flooding dapat mengurangi stabilitas sisa dan memperbesar konsekuensi apabila pengendalian terlambat.

Implikasi lainnya adalah terganggunya kelancaran operasi kapal. Ruang muat yang tergenang membutuhkan pemeriksaan, pengurasan, pembersihan dan investigasi sebelum kegiatan berikutnya dapat berlangsung normal. Genangan juga dapat merusak muatan dan komponen di ruang muat. Dengan demikian, keselamatan dan efisiensi operasional tidak dapat dipisahkan; pengendalian water ingress merupakan bagian dari upaya menjaga kontinuitas operasi.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Cargo hold flooding pada MV. Prima Sentosa dipengaruhi oleh kombinasi faktor teknis, operasional dan manajerial. Faktor teknis yang paling menonjol adalah valve ballast yang tidak tertutup sempurna serta pipa bilge yang mengalami korosi dan penyumbatan sisa muatan. Faktor tersebut diperparah oleh pemeriksaan pasca-ballasting dan pengawasan yang belum optimal, serta belum maksimalnya efektivitas PMS dan evaluasi sistem manajemen keselamatan. Genangan air di palka nomor 3 menimbulkan risiko terhadap keselamatan operasional karena dapat menyebabkan free surface effect, menurunkan stabilitas, mengubah trim dan list, serta berpotensi berkembang menjadi progressive flooding apabila sumber air tidak segera dikendalikan. Flooding juga dapat mengganggu kelancaran kegiatan operasional dan berpotensi merusak muatan maupun komponen ruang muat. Upaya pencegahan perlu dilakukan melalui pemeriksaan rutin sistem ballast, bilge, hatch cover dan alarm, penguatan PMS berbasis risiko, konsistensi post-ballasting check, peningkatan kompetensi awak, serta penguatan audit dan evaluasi SMS. Saat kejadian, tindakan cepat berupa pelaporan, identifikasi sumber kebocoran, isolasi, pengurasan dan pemantauan stabilitas diperlukan untuk membatasi konsekuensi flooding.

5.2. Saran

Perusahaan pelayaran perlu meningkatkan efektivitas PMS, terutama pada valve ballast, pipa bilge, hatch cover dan sistem deteksi air, dengan memprioritaskan komponen berdasarkan tingkat risiko. Awak kapal perlu meningkatkan kedisiplinan pada ballast handling, post-ballasting check, sounding ruang muat dan pemeriksaan watertight integrity dengan checklist yang benar-benar diverifikasi secara fisik. Pelatihan dan emergency drill flooding perlu dilakukan secara berkala agar koordinasi, pengoperasian peralatan darurat dan pengambilan keputusan dapat dilakukan secara cepat dan tepat. Implementasi ISM Code perlu diperkuat melalui audit internal, pelaporan non-conformity, evaluasi PMS, serta penggunaan hasil investigasi flooding sebagai dasar corrective action dan preventive action.

Daftar Pustaka

[1] S. Yahya, R. Rusman, and Z. Y. Idris, *Transportasi Laut*. CV. Edu Akademi, 2026.

[2] R. FABHIO, “ANALISIS PERAWATAN HYDRAULIC PIPE PADA HATCH COVER GUNA KESIAPAN SAAT BONGKAR MUAT DI MV. MANALA.” Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, 2025

p-ISSN: 3164-5852, e-ISSN:3164-533X
https://atria.indiepress.id/index.php/ATRIA

[3] P. R. NANDA, “UPAYA PERAWATAN HYDRAULIC PIPE HATCH COVER GUNA KESIAPAN SAAT BONGKAR MUAT DI MV. MANALAGI DASA.” POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG, 2023.

[4] R. H. R. Rumbawa, A. Azhar, and K. Priohutomo, “Pengaruh Volume Air di Ruang Muat terhadap Stabilitas Kapal Pengangkut Ikan Hidup,” *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 14, no. 2, pp. 43–50, 2020.

[5] M. Arsikin and M. U. H. ARSIKIN, “Pengaruh Air Ballast Terhadap Stabilitas Di MV. Aishakamilah.” Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, 2024.

[6] L. TASKIR, “PENTINGNYA PENGGUNAAN BALLAST UNTUK STABILITAS SETELAH BONGKAR MUAT DI MT. MARLIN 8.” Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, 2025.

[7] A. MALIKA, “PENGARUH PERAWATAN HATCH COVER TERHADAP KESELAMATAN MUATAN DI MV. DEWI AMBARWATI.” STIP, 2025.

[8] D. R. Lekatompessy, H. S. Lainsamputty, and S. T. A. Lekatompessy, *Konstruksi Dasar Kapal: Teori dan Aplikasinya*. Deepublish, 2026.

[9] G. W. T. Pali, “ANALISIS TINGKAT DAN PENANGANAN RISIKO PADA PROYEK PEMBANGUNAN POLDER (STUDI KASUS PROYEK DINAS SDA DKI JAKARTA)= LEVEL ANALYSIS AND RISK HANDLING IN POLDER DEVELOPMENT PROJECT CASE STUDY OF DKI JAKARTA WATER RESOURCES AGENCY PROJECT.” Universitas Hasanuddin, 2024.

[10] R. Wanda Putra, I. Kadek Laju, M. A. Patma Nugraha, E. Wirza, A. Widiatmaja, and D. Y. Langandriansyah, “Manajemen Penjaminan Mutu Sektor Transportasi Laut: Konsep, Implementasi, Dan Evaluasi Jilid 1.” PT. Media Penerbit Indonesia, 2025.