

Sistem Simulasi Kesiapsiagaan Alat Penanggulangan Tumpahan Minyak Pada Oil Base Jetty di PT. Pertamina Port Panjang Lampung

Daffa Athif Sya'bana^{1*}, Sunu Arsy Pratomo², Suryo Guritno³, Fatchur Roehman⁴
Universitas Maritim Amni

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.180, Palebon, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50246

Korespondensi penulis: daffaathif0@gmail.com

Abstract. Oil spills in port waters are one of the serious threats to the marine environment and port operations. This study aims to simulate the level of preparedness of oil spill response equipment available at the Oil Base Jetty of PT Pertamina Port Panjang Lampung. Simulations were conducted based on three scenarios, namely a medium-scale spill at Jetty 1 (10,000 liters), a large spill at Jetty 2 (50,000 liters), and a combined maximum spill (60,000 liters). Evaluation was conducted on three main types of equipment: oil boom, skimmer, and dispersant, by considering their effectiveness and adequacy based on the Minister of Transportation Regulation No. PM 58 Year 2013 and guidelines from the International Maritime Organization (IMO). The simulation results show that the oil boom has high effectiveness in all scenarios, demonstrating maximum readiness in the initial containment of the spill. However, the effectiveness of skimmer and dispersant is still low, especially in large-scale scenarios, so they are not able to handle the spill volume optimally. From these results, it can be concluded that although the containment aspect is adequate, there is still a need for improvement in spill recovery facilities, both in terms of the number of units and equipment capacity. This research is expected to be a reference in planning the strengthening of the oil spill emergency response system in the port area.

Keywords: Oil Spill, Preparedness, Simulation, Oil Boom, Skimmer.

Abstrak. Tumpahan minyak di wilayah perairan pelabuhan merupakan salah satu ancaman serius terhadap lingkungan laut dan operasional pelabuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan tingkat kesiapsiagaan peralatan penanggulangan tumpahan minyak yang tersedia di Oil Base Jetty PT. Pertamina Port Panjang Lampung. Simulasi dilakukan berdasarkan tiga skenario, yaitu tumpahan skala sedang di Jetty 1 (10.000 liter), tumpahan besar di Jetty 2 (50.000 liter), dan tumpahan maksimum gabungan (60.000 liter). Evaluasi dilakukan terhadap tiga jenis peralatan utama: oil boom, skimmer, dan dispersant, dengan mempertimbangkan efektivitas dan kecukupannya berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 58 Tahun 2013 serta panduan dari International Maritime Organization (IMO). Hasil simulasi menunjukkan bahwa oil boom memiliki efektivitas tinggi di seluruh skenario, menunjukkan kesiapan maksimal dalam pengurangan awal tumpahan. Namun, efektivitas skimmer dan dispersant masih rendah terutama pada skenario berskala besar, sehingga belum mampu menangani volume tumpahan secara optimal. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun aspek pengurangan telah memadai, masih diperlukan peningkatan pada sarana pemulihan tumpahan, baik dari sisi jumlah unit maupun kapasitas alat. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan penguatan sistem tanggap darurat tumpahan minyak di area pelabuhan.

Kata kunci: Tumpahan Minyak, Kesiapsiagaan, Simulasi, Oil Boom, Skimmer.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia memiliki peran strategis dalam transportasi laut, termasuk distribusi minyak dan gas. Aktivitas ini penting bagi perekonomian, namun berisiko menimbulkan tumpahan minyak yang merusak ekosistem laut, membunuh biota, serta mengganggu aktivitas sosial ekonomi pesisir (Sultan & Ramadhan, 2024:93; Lorenz & Dahana, 2025:5). PT Pertamina Port Panjang Lampung, khususnya Jetty 1 dan 2, menjadi titik vital distribusi BBM di Sumatera, sehingga berisiko

tinggi terhadap insiden tumpahan. Regulasi nasional melalui Perpres No. 109/2006 menekankan deteksi dini dan mobilisasi peralatan, sementara konvensi internasional seperti OPRC 1990 mewajibkan kesiapan peralatan, SDM terlatih, dan kerja sama lintas negara (Winarno et al., 2025:31; Erwin & Fahririn, 2022:185). Namun, studi terdahulu mengungkap kendala teknis dan faktor manusia, mulai dari keterbatasan penyimpanan hingga pemeliharaan oil boom, skimmer, dan dispersant yang kurang optimal (Hasan, 2024:27; Jafar, 2024:39; Asfal, 2021:22; Susanto et al., 2025:67).

Kesenjangan masih terlihat antara ketersediaan peralatan dengan standar operasional internasional. Meski peralatan tersedia, sering kali tidak memenuhi standar teknis atau tidak berfungsi akibat penyimpanan yang kurang tepat. Hal ini menegaskan kelemahan sistem kesiapsiagaan yang jarang diteliti secara khusus di Jetty 1 dan 2 Port Panjang. Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada aspek oseanografi, seperti simulasi sebaran minyak di Karawang (Firmansyah et al., 2021) atau penerapan model hidrodinamika di ITS, tanpa mengevaluasi kesiapan peralatan dan SDM secara langsung. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus evaluasi jumlah, kondisi, standar, dan kelayakan peralatan, serta pemahaman SOP oleh personel. Dengan posisi Pelabuhan Panjang sebagai jalur vital distribusi energi ke wilayah barat dan tengah Indonesia, tumpahan minyak berpotensi menimbulkan dampak besar bagi ekonomi dan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menilai kesiapsiagaan peralatan di Jetty 1 dan 2, menganalisis efektivitasnya, serta mengidentifikasi kendala teknis dan operasional (Marini, 2017:15).

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoritis mengenai tumpahan minyak menegaskan bahwa insiden ini terjadi akibat aktivitas transportasi, produksi, atau distribusi, baik karena kecelakaan maupun kelalaian operasional (Khasbik, 2023). Dampaknya luas, merusak ekosistem laut, ekonomi pesisir, hingga kesehatan masyarakat, sehingga wajib disertai perangkat mitigasi (Fadila, 2024; Susanto et al., 2025). Sifat minyak yang sulit larut dan cepat menyebar membuat respons cepat menjadi krusial (Darza, 2020; Trifianingsih et al., 2022). Tumpahan minyak diklasifikasikan menurut volume dan jenis. ITOPF (2021) membaginya menjadi kecil, sedang, dan besar, sedangkan Rahardjo (2022) membedakan antara minyak ringan yang cepat menguap dengan toksisitas tinggi, dan minyak berat yang lengket serta sulit terurai. Klasifikasi ini menentukan

strategi penanggulangan, terutama di fasilitas pelabuhan seperti Jetty 1 dan 2 PT Pertamina Port Panjang (Shalahudin, 2021).

Faktor penyebab bersifat multidimensional, mulai dari teknis, manusia, hingga alam. Antoro (2022) menyoroti lemahnya koordinasi operasional, sementara Anggraeny et al. (2025) menekankan human error akibat kurangnya pelatihan. Faktor lingkungan seperti cuaca ekstrem atau gempa juga berperan (Silvianita, 2025; Djarot et al., 2020). Dari sisi hukum, kewajiban penanggulangan diatur dalam UU No. 32/2009 dan Perpres No. 109/2006. Dampaknya meluas, mencakup kerusakan ekosistem laut (Rahmawati et al., 2023), hambatan ekonomi nelayan (Maharani et al., 2022; Sanjaya et al., 2024), hingga gangguan kesehatan (Greenlab, 2023).

Strategi penanggulangan meliputi metode mekanik, kimia, dan biologis dengan peralatan seperti oil boom, skimmer, dan dispersant (RoClean Indonesia, 2025). SOPEP menjadi dokumen penting yang meningkatkan efektivitas respons (Rahman et al., 2020; Setiabudi, 2021). Kesiapsiagaan mencakup aspek teknis, administratif, dan SDM (Siregar & Pradana, 2022; Nugraha, 2021), bahkan dapat mempercepat respons hingga 50% (NOAA, 2020). Namun, koordinasi yang lemah membuat kesiapsiagaan di Indonesia masih rendah (Port Academy, 2023). Dalam konteks Jetty 1 dan 2 PT Pertamina Port Panjang, standar keselamatan tinggi menjadi keharusan karena perannya vital dalam distribusi energi (Miranda, 2024; Ridho, 2024).

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan dasar ilmiah dalam merancang hingga menyimpulkan penelitian. Menurut Sugiyono (2021:2), metode penelitian adalah cara ilmiah untuk memperoleh data valid dan reliabel guna membuktikan serta mengembangkan pengetahuan. Metodologi berfungsi sebagai peta jalan agar penelitian sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan (Neuman, 2021:9). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan kesiapsiagaan peralatan penanggulangan tumpahan minyak di Jetty 1 dan Jetty 2 PT Pertamina Port and Logistics, Port Panjang Lampung. Penelitian berlangsung enam bulan (Nov 2024–Mei 2025) dengan sampel berupa peralatan utama (*oil boom*, *skimmer*, dispersant, armada pendukung) serta responden operasional, dipilih dengan purposive sampling (Khoiriyah & Wibowo, 2022:3).

Sumber data terdiri atas primer (observasi, kuesioner, wawancara) dan sekunder (regulasi, laporan, jurnal) (Saptutyningsih & Setyaningrum, 2020:87; Fink, 2020). Instrumen berupa lembar observasi dan kuesioner telah diuji validitas serta reliabilitasnya sehingga dapat diandalkan. Analisis dilakukan secara kuantitatif menggunakan indeks dan rasio efektivitas

sesuai PM Perhubungan No. 58 Tahun 2013. Kesiapan armada seperti RIB dan speedboat juga dianalisis untuk menilai kecepatan respon. Dengan menghubungkan kesiapan teknis (peralatan dan armada) dan non-teknis (SDM), penelitian ini menyajikan gambaran komprehensif sistem tanggap darurat sekaligus berkontribusi pada literatur akademik dan praktik manajemen risiko lingkungan maritim.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan di PT Pertamina (Persero) Port Panjang Lampung menunjukkan adanya dua dermaga utama untuk aktivitas bongkar muat Bahan Bakar Minyak (BBM). Jetty 1 diperuntukkan bagi kapal kecil hingga menengah dengan LOA 60–105 meter, DWT 1.200–6.500, draft maksimal 12 meter, dan kapasitas laju alir 300 KL/jam. Meski kapasitasnya moderat, Jetty 1 tetap berisiko mengalami tumpahan minyak, terutama akibat kebocoran pipa atau kesalahan teknis, dengan potensi dampak signifikan karena lokasinya dekat pemukiman dan jalur pelayaran padat (Gambar 1). Sebaliknya, Jetty 2 melayani kapal lebih besar dengan LOA 93–180 meter, DWT 2.600–17.500, draft hingga 19 meter, serta kapasitas flow rate 700 KL/jam. Kapasitas ini memungkinkan penanganan volume bongkar muat masif, namun risikonya adalah potensi tumpahan dalam skala besar dengan penyebaran luas, sehingga memerlukan sistem tanggap darurat lebih kuat dibanding Jetty 1 (Gambar 2). Perbandingan menunjukkan Jetty 1 lebih rawan tumpahan kecil–sedang yang berdampak langsung pada masyarakat sekitar, sedangkan Jetty 2 menghadapi ancaman volume besar yang menuntut kesiapsiagaan peralatan dan respons cepat.



Gambar 1. Jetty 1 PT. Pertamina Port Panjang
Sumber : PT. Pertamina



Gambar 2. Jetty 2 PT. Pertamina Port Panjang

Sumber : PT. Pertamina

Ketersediaan Alat Penanggulangan Tumpahan Minyak

Berdasarkan hasil observasi, PT Pertamina Port Panjang Lampung telah menyiapkan berbagai peralatan khusus untuk penanganan tumpahan minyak di Jetty 1 dan Jetty 2. Peralatan tersebut mencakup oil boom sepanjang 945 meter untuk mengurung tumpahan, 4 unit skimmer berkapasitas 500 L/jam untuk menyedot minyak, 3.000 liter dispersant dengan 3 sprayer untuk mempercepat degradasi minyak, serta dukungan armada laut berupa 2 unit speedboat dan 1 unit RIB boat guna mobilisasi cepat.

Tabel 2. Daftar Peralatan Penanganan Tumpahan Minyak

No	Jenis Peralatan	Jumlah / Spesifikasi	Fungsi Utama
1	Oil Boom	945 meter (portable, bisa dirakit)	Mengurung tumpahan minyak agar tidak menyebar
2	Skimmer	4 unit, kapasitas 500 L/jam per unit	Menyedot minyak dari permukaan laut
3	Dispersant	3.000 liter	Mengurai minyak menjadi partikel kecil
4	Sprayer	3 unit (2 dipasang di kapal, 1 portabel)	Menyemprotkan dispersant ke permukaan laut
5	Speedboat	2 unit (Yamaha 115 HP & 85 HP)	Mobilisasi personel, menarik boom
6	RIB Boat	1 unit (2×200 HP Evinrude)	Kapal utama respons cepat di laut

Kesiapan ini menunjukkan sistem yang terencana dengan baik, di mana oil boom berfungsi sebagai pencegah penyebaran, skimmer untuk pemulihan, dispersant dan sprayer untuk mempercepat pemecahan minyak, serta kapal sebagai pendukung mobilitas. Dengan peralatan yang lengkap dan saling melengkapi, PT Pertamina Port Panjang Lampung membuktikan komitmennya menjaga keamanan laut, sebagaimana ditegaskan bahwa “seluruh peralatan ini dirancang untuk bekerja sama dalam satu sistem agar proses penanganan tumpahan dapat berjalan cepat dan efektif” (PT Pertamina).

Desain Simulasi Tumpahan Minyak (*Design Of Oil Spill Drill*)

Hasil penelitian ini berasal dari Desain Simulasi Tumpahan Minyak di Jetty 1 dan Jetty 2 PT Pertamina Port Panjang Lampung dengan skenario sedang (10.000 liter), besar (50.000 liter), dan simultan (60.000 liter). Tujuannya mengevaluasi kesiapan peralatan, kecepatan respons, serta efektivitas sistem tanggap darurat sesuai PM Perhubungan No. 58/2013.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efektivitas Oil Boom

Skenario	Kebutuhan Oil Boom (m)	Tersedia (m)	Efektivitas (%)	Tingkat Kesiapan (IKT)
Jetty 1	300	945	315%	Sangat Siap (91–100%+)
Jetty 2	600	945	157,5%	Sangat Siap
Jetty 1 + Jetty 2 (Simultan)	900	945	105%	Sangat Siap

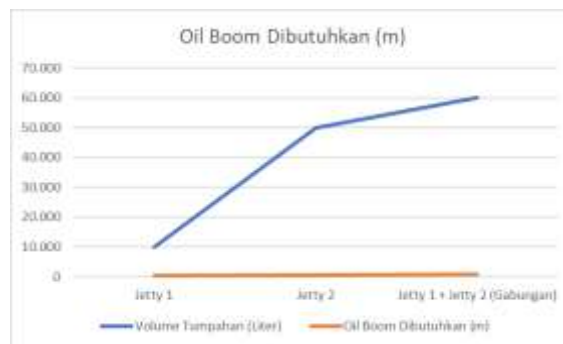
Oil boom tergolong sangat siap dengan efektivitas di atas 100% pada semua skenario. Namun, skimmer masih jauh dari mencukupi karena kapasitas total hanya 2.000 L/jam (20% di Jetty 1, 4% di Jetty 2, dan 3,33% simultan). Dispersant menunjukkan hasil memadai untuk skala kecil (300% di Jetty 1) tetapi terbatas pada tumpahan besar (60% di Jetty 2, 50% simultan). Secara keseluruhan, kesiapan PT Pertamina Port Panjang Lampung sangat baik pada tahap pencegahan (oil boom), namun lemah dalam pemulihan dan pembersihan (skimmer dan dispersant). Strategi perbaikan perlu difokuskan pada penambahan skimmer dan peningkatan stok dispersant agar sistem tanggap darurat lebih seimbang dan efektif menghadapi berbagai skenario.

Hasil Simulasi

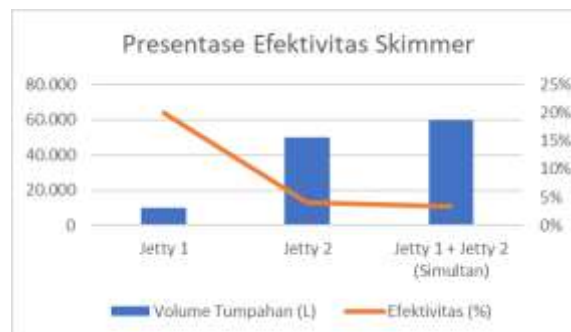
Hasil simulasi di Jetty 1 dan Jetty 2 PT Pertamina Port Panjang Lampung menunjukkan efektivitas peralatan yang bervariasi. Pada Jetty 1 (10.000 liter), oil boom sangat siap (315%) dan dispersant tinggi (300%), namun skimmer lemah (20%). Di Jetty 2 (50.000 liter), oil boom tetap sangat siap (157,5%), dispersant menurun (60%), sementara skimmer makin rendah (4%). Pada skenario simultan (60.000 liter), oil boom masih efektif (105%), tetapi skimmer (3,33%) dan dispersant (50%) terbukti terbatas untuk insiden besar.



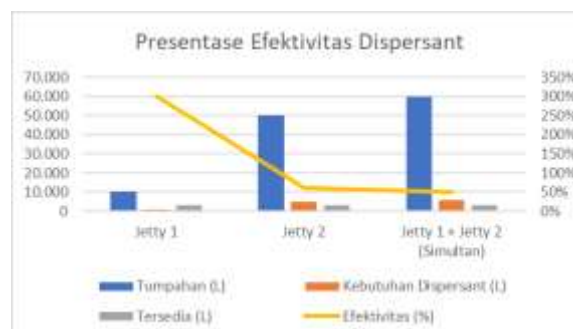
Gambar 3. Diagram Efektivitas Alat



Gambar 4. Diagram Lingkaran Kebutuhan Oil Boom



Gambar 5. Diagram Presentase Efektivitas Skimmer



Gambar 6. Diagram Efektivitas Dispersant

Gambar 5 menegaskan skimmer sebagai titik terlemah sistem, karena efektivitasnya sangat rendah sehingga berisiko memperlambat pemulihan minyak di laut. Gambar 6

memperlihatkan dispersant cukup efektif pada skala kecil, tetapi menurun pada insiden menengah hingga besar. Secara keseluruhan, kesiapan PT Pertamina Port Panjang Lampung sangat kuat pada aspek pengurungan dengan oil boom, namun masih lemah pada tahap pemulihan (*skimmer*) dan pemecahan minyak (*dispersant*). Jika mengacu pada Indeks Kesiapsiagaan Tanggap Darurat (IKT), oil boom selalu “sangat siap”, skimmer “tidak siap”, sedangkan dispersant berada pada kategori “siap namun perlu ditingkatkan” hingga “tidak siap”. Oleh karena itu, diperlukan penambahan skimmer dan peningkatan stok dispersant agar kesiapsiagaan lebih seimbang di semua lini.

Kendala yang Dihadapi Dalam Simulasi Penanggulangan Tumpahan Minyak pada Jetty 1 dan 2

Berdasarkan data efektivitas peralatan di Jetty 1, Jetty 2, dan skenario gabungan, kendala utama terdapat pada skimmer yang menunjukkan efektivitas sangat rendah. Perhitungan skor komposit (oil boom, skimmer, dispersant) memperlihatkan Jetty 1 relatif siap (73,33%), sedangkan Jetty 2 (54,66%) dan gabungan (51,11%) masih rendah karena lemahnya fungsi skimmer. Oil boom konsisten optimal, sementara dispersant perlu perhatian khusus terutama pada skenario gabungan. Skimmer dengan efektivitas 20% di Jetty 1, 4% di Jetty 2, dan 3,33% pada gabungan menjadi titik terlemah sistem, sehingga peningkatan kinerjanya harus menjadi prioritas melalui penambahan unit, pemeliharaan, serta pelatihan operator. Di sisi lain, dispersant perlu ditingkatkan pada insiden berskala besar, sementara oil boom harus tetap dijaga agar selalu siap. Dengan langkah perbaikan ini, sistem penanggulangan dapat lebih andal menghadapi potensi tumpahan minyak di masa depan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil simulasi di Jetty 1, Jetty 2, dan skenario gabungan menunjukkan kesiapsiagaan peralatan masih timpang. Oil boom konsisten sangat siap di semua skenario, sementara dispersant efektif pada skala kecil namun terbatas untuk skenario besar. Sebaliknya, skimmer selalu rendah efektivitasnya dan menjadi titik lemah sistem, sehingga pemulihan minyak dari permukaan laut belum memadai dan berisiko memperluas pencemaran pada insiden besar atau simultan. Sebagai perbaikan, penambahan unit skimmer dengan kapasitas lebih besar serta pemeliharaan rutin dan pelatihan operator menjadi prioritas. Dispersant juga perlu ditingkatkan dengan tambahan volume dan sprayer agar lebih efektif pada skenario besar. Dengan langkah

ini, sistem tidak hanya memenuhi standar regulasi, tetapi juga memperkuat komitmen perusahaan terhadap keselamatan operasional dan kelestarian lingkungan.

DAFTAR REFERENSI

- Anggraeny, E. F., Mudiyanto, & Putra, Y. E. (2025). Implementasi Aturan Komunikasi di Atas Kapal Niaga untuk Menunjang Keselamatan Pelayaran. *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 9(1), 66–76. Doi: 10.52475/saintara.v9i1.350
- Antoro, D. (2022). *Faktor-Faktor Penyebab Rendahnya Fungsi Ship Crane terhadap Proses Bongkar Muat MV. Madison*. Dikutip dari: https://www.academia.edu/81016124/Faktor_Faktor_Penyebab_Rendahnya_Fungsi_Ship_Crane_Terhadap_Proses_Bongkar_Muat_MV_Madison
- Asfal, F. (2021). *Analisis Faktor yang Mempengaruhi Keselamatan Operasional Kapal di Pelabuhan pada Kantor KSOP Bima* [Artikel, Universitas Maritim AMNI]. Dikutip dari: <http://repository.unimar-amni.ac.id/3714/>
- Darza, S. E. (2020). Dampak Pencemaran Bahan Kimia dari Perusahaan Kapal Indonesia Terhadap Ekosistem Laut. *JIMEA: Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, 4(3), 1831–1852. Doi: 10.31955/mea.v4i3.753
- Djarot, I. N., Agustan, Bintoro, O. B., & Putri, M. N. (2020). *Foresight: Teknologi Kebencanaan Indonesia 2045*. PT. Kanisius.
- Erwin, R., & Fahririn. (2022). Tanggung Jawab Negara untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kapal sebagai Sarana Transportasi Menurut Hukum Internasional dan Hukum Indonesia. *Supremasi: Jurnal Hukum*, 4(2), 177–199. Doi: 10.36441/supremasi.v4i2.716
- Fadila, N. I. (2024). Pencemaran Laut dan Kejahatan Lingkungan akibat Tumpahan Minyak: Kajian Green Criminology dan Prisma Kejahatan. *JSSH (Jurnal Sains Sosial Dan Humaniora)*, 8(1), 7–16. Doi: 10.30595/jssh.v8i1.20007
- Fink, A. (2020). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*. London: Sage.
- Greenlab. (2023). *Bahaya Paparan Zat Kimia Di Tempat Bekerja*. Dikutip dari: <https://greenlab.co.id/news/Bahaya-Paparan-Zat-Kimia-Di-tempat-Bekerja>
- Hasan, A. F. (2024). *Analisis Dampak Pembuangan Air Ballast terhadap Pencemaran Air Laut di MV. V Lucky* [Diploma thesis, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar]. Dikutip dari: <http://eprints.pipmakassar.ac.id/id/eprint/616>
- Indonesia, P. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. In *Retrieved from Undang-Undang*. Dikutip dari: https://berkas.dpr.go.id/jdih/document/uu/UU_2009_32.pdf?t=20250530134437
- Indonesia, P. P. (2006). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2006 Tentang Penanggulangan Keadaan Darurat Tumpahan Minyak di Laut*. Dikutip dari: <https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/822/191009100005PERPRES%20NO%2010>

9%20tahun%202006%20Tentang%20%20Penanggulangan%20Keadaan%20Darurat%
20Tumpahan%20Minyak%20di%20laut.pdf

Jafar, M. (2024). *Cara Olah Gerak Kapal Ketika Cuaca Buruk di atas Kapal MV. Muara Mas* (Thesis (Diploma)).

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2021). *Kemenhub Ambil Langkah Nyata Atasi Tumpahan Minyak di Laut*. Dikutip dari: <https://kemenhub.go.id/post/read/kemenhub-ambil-langkah-nyata-atasi-tumpahan-minyak-di-laut>

Khasbik, F. (2023). *Optimalisasi Penggunaan Oil Boom Sebagai Sarana Pencegahan Pencemaran pada Saat Kegiatan Bongkar Muat Kapal Tanker di Turks RU IV Pertamina Cilacap* [Skripsi, Politeknik Pelayaran Semarang]. Dikutip dari: <https://library.pip-semarang.ac.id/id/eprint/5113>

Khoiriyah, K., & Wibowo, A. M. (2022). *Metodologi Penelitian: Teori dan Praktik*. Bandung: Penerbit Widina Media Utama.

Lorenz, T. D., & Dahana, C. D. (2025). Akibat Hukum Pencemaran Laut Berupa Tumpahan Minyak di Indonesia. *Jurnal Media Akademik*, 3(2), 1–10. Doi: 10.62281/jma.v3i2.1601

Maharani, N. T., Setiawan, A., Fuad, A. Z. F., Studi, P., Kelautan, I., Perikanan, F., Brawijaya, U., Veteran, J., & Malang, K. (2022). Pemodelan Tumpahan Minyak (Oil Spill) pada Perairan Kepulauan Riau Menggunakan Perangkat Lunak General NOAA Oil Modelling Environment (GNOME). *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 5(1), 2022. Doi: 10.33387/jikk.v5i1.4856

Marini, S. (2017). *Analisis kompetisi antar moda transportasi pada lintasan Pelabuhan Panjang – Pelabuhan Tanjung Priok* [Skripsi]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Miranda, M. (2024). *Keterlambatan proses clearance in-out kapal yang di ageni oleh PT. Pertamina Trans Kontinental Pontianak dalam* [Skripsi, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta]. Repository STIP Jakarta. <http://repository.stipjakarta.ac.id>

Neuman, W. L. (2021). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches* (6th ed., Vol. 8). Boston, MA: Pearson Education.

Nomor, P. P. R. I. 109 T. 2006. (n.d.). *Penanggulangan Keadaan Darurat Tumpahan Minyak di Laut*. Sekretariat Negara, 20.

Nugraha, I. W. (2021). *Mitigasi dan Penanggulangan Tumpahan Minyak. Dari Laut*. Dikutip dari: <https://darilaut.id/berita/mitigasi-dan-penanggulangan-tumpahan-minyak>

Pemerintah Pusat, I. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Dikutip dari: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/38705/uu-no-32-tahun-2009>

Port Academy. (2023). *Prosedur Darurat yang Harus Dilakukan Saat Terjadi Tumpahan Minyak*. Dikutip dari: <https://portacademy.id/prosedur-darurat-yang-harus-dilakukan-saat-terjadi-tumpahan-minyak/>

- Rahmawati, S., Agustini, R. K., & Efridadewi, A. (2023). Analisis Dampak Serta Penanggulangan Tumpahan Minyak di Perairan Bintan. *Aufklarung: Jurnal Pendidikan*, 3(4), 1–8. Dikutip dari: <http://pijarpemikiran.com/index.php/Aufklarung>
- Ridho, S. (2024). *Operasi terminal dan kepelabuhanan*. Medan: CV Merdeka Kreasi Group.
- RoClean Indonesia. (2025). *RoClean Indonesia Joins Oil Spill Response Business in Indonesia*. Dikutip dari: <https://indonesiabusinesspost.com/3772/corporate-affairs/roclean-indonesia-joins-oil-spill-response-business-in-indonesia>
- Saptutyningsih E, & Setyaningrum E. (2020). *Penelitian Kuantitatif Metode dan Alat Analisis*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Sanjaya, L., Wa'addulloh, M., & Sangadji, R. (2024). Analisis pencegahan tumpahan minyak pada saat bunker pada KM. Dharma Rucitra 9 dan KM. Dharma Kartika 2. *Jurnal Universal Technic*, Vol. 3(2).
- Shalahudin, F. (2021). *Reduksi Cemaran Limbah Minyak dan Lemak di Pelabuhan PPI Kamal Muara Menggunakan Variasi Ukuran dan Massa Limbah Rambut Manusia* [Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. Dikutip dari: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/56977>
- Silvianita. (2025). *Manajemen Risiko pada Anjungan Minyak*. CV.Andi Offset.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sultan, D., & Ramadhan, M. F. (2024). Peran Kebijakan Pemerintah dalam Mengelola Sumber Daya Laut Indonesia. *Sensistek*, 7(1), 34–40.
- Susanto, T., Mufid, R. F., Andrean, R., Satria, F., Firmanuddin, I., Putra, P. B., Pahli, J. B., Kamila, S. H., Fauzi, H. I., Hania, S., Racmadani, A., & Affifah, N. R. (2025). *Terapan K3 di Sektor Tambang Migas*. CV. Future Science. Dikutip dari: <https://www.researchgate.net/publication/390668496>
- Trifianingsih, D., Agustina, D. M., & Tara, E. (2022). Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Kebakaran di Kota Banjarmasin (Community Preparedness to Prevent Fire Disaster in the City of Banjarmasin). *Jurnal Keperawatan Suaka Insan(JKSI)*, 7(1), 7–11.
- Winarno, Rohmah, N., & Prasetiawan, A. (2025). *Pengantar Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim untuk Transportasi Laut* (1st ed., Vol. 4). Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Dikutip dari: [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=RD1aEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA31&dq=konvensi+internasional+seperti+International+Convention+on+Oil+Pollution+Preparedness,+Response+and+Co-operation+\(OPRC\)+1990+mewajibkan+negara+pihak+untuk+mempersiapkan+peralatan+dan+sistem+respons+darurat+tumpahan+minyak,+serta+bekerja+sama+dalam+operasi+penanggulangan+tumpahan+lintas+negara.+&ots=LKo95QgKCt&sig=TTZb09lt2w82FSuTtqQglqQEMDU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=RD1aEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA31&dq=konvensi+internasional+seperti+International+Convention+on+Oil+Pollution+Preparedness,+Response+and+Co-operation+(OPRC)+1990+mewajibkan+negara+pihak+untuk+mempersiapkan+peralatan+dan+sistem+respons+darurat+tumpahan+minyak,+serta+bekerja+sama+dalam+operasi+penanggulangan+tumpahan+lintas+negara.+&ots=LKo95QgKCt&sig=TTZb09lt2w82FSuTtqQglqQEMDU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)