



Evaluasi Kinerja dan Modifikasi Sistem *Water Spray Api Basin (American Petroleum Institute Basin) Terminal Loading Area PT Pertamina Hulu Mahakam*

Yudha Suherdiansyah^{1*}, Mad Yusup², Purbawati², Ida Rosanti²,
Diyaa Aaisyah Salmaa Putri Atmaja²

Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Timur, Jl. KH. Harun Nafsi, Samarinda,
Kalimantan Timur 75131, Indonesia

Korespondensi penulis madyusup0906@gmail.com

Abstract. The Terminal Loading Area (TLA) API at PT Pertamina Hulu Mahakam functions as a facility for processing oily water before being discharged into the environment. One of the main issues faced is the accumulation of thick floc (oil clumps) due to high emulsions in crude oil, along with the malfunctioning water spray valve on line 1, causing operators to resort to manual spraying using hydrant water. This increases the risk of exposure to hazardous chemicals such as Benzene, Toluene, and Xylene (BTX), which poses a health threat to workers. Therefore, improvements to the water spray system are needed to reduce BTX exposure and enhance the effectiveness of oil-water separation. This study aims to analyze the effectiveness of proposed improvements to the water spray system to reduce BTX exposure and improve the efficiency of oil-water separation. The methodology used includes literature review, field study, and technical testing. Proposed solutions include replacing or repairing the damaged water spray valve, adding piping networks to compartment 2 to distribute water more evenly, and using treated water (produced water) to optimize the system and reduce reliance on hydrant water. The results of the study indicate that replacing or repairing the water spray valve, adding piping networks, and using produced water effectively reduce BTX exposure while maintaining oil recovery effectiveness. The trials also showed that using the Oil Pump (P-3230 & P-3235) provides optimal pressure (8–9 barg) for water spray, compared to the less effective Water Pump (P-3200 & P-3205). Implementing these solutions is expected to reduce BTX exposure for workers, improve oil-water separation efficiency, and contribute to a safer and more efficient working environment.

Keywords: Water Spray; API Basin; BTX; Oil Recovery; PT Pertamina Hulu Mahakam.

Abstrak: Terminal Loading Area (TLA) API di PT Pertamina Hulu Mahakam berfungsi sebagai unit pengolahan air limbah berminyak (oily water) sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah penumpukan floc (gumpalan minyak) yang tebal akibat tingginya emulsi pada minyak mentah. Selain itu, kerusakan valve water spray pada line 1 menyebabkan operator harus melakukan penyemprotan manual menggunakan air hidran. Hal ini meningkatkan risiko paparan bahan kimia berbahaya seperti Benzene, Toluene, dan Xylene (BTX) yang dapat membahayakan kesehatan pekerja. Oleh karena itu, penting untuk melakukan perbaikan sistem water spray untuk mengurangi paparan BTX dan meningkatkan efektivitas pemisahan minyak dan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas usulan perbaikan sistem water spray guna mengurangi paparan BTX dan meningkatkan efisiensi pemisahan minyak dan air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi studi pustaka, studi lapangan, dan uji coba teknis. Beberapa solusi yang diusulkan termasuk penggantian atau perbaikan valve water spray yang rusak, penambahan jaringan perpipaan pada compartment 2 untuk mendistribusikan air lebih merata, serta penggunaan air hasil olahan (produced water) untuk menyempurnakan sistem dan mengurangi ketergantungan pada air hidran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian atau perbaikan valve water spray, penambahan jaringan perpipaan, serta penggunaan produced water efektif dalam mengurangi risiko paparan BTX sekaligus mempertahankan efektivitas oil recovery. Uji coba juga membuktikan bahwa penggunaan Oil Pump (P-3230 & P-3235) memberikan tekanan optimal (8–9 barg) untuk water spray, dibandingkan dengan penggunaan Water Pump (P-3200 & P-3205) yang tidak seoptimal itu. Implementasi solusi ini diharapkan dapat mengurangi paparan BTX bagi pekerja, meningkatkan efisiensi pemisahan minyak-air, serta mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman dan efisien.

Kata kunci: Water Spray; API Basin; BTX; Oil Recovery; PT Pertamina Hulu Mahakam..

1. LATAR BELAKANG

PT Pertamina Hulu Mahakam (PHM) mengoperasikan fasilitas Terminal Loading Area (TLA) API di Senipah, yang berfungsi sebagai unit pengolahan air limbah berminyak (*oily water*) sebelum dibuang ke lingkungan. Proses ini dilakukan melalui API Basin (New Oily Water Treatment/NOWT) yang memisahkan minyak dan air berdasarkan perbedaan *specific gravity* dengan bantuan bahan kimia *reverse demulsifier*. Air yang telah memenuhi baku mutu lingkungan kemudian dialirkan ke laut, sementara minyak dialirkan ke *oil tank* untuk proses *oil recovery*.

Seiring berjalannya waktu, karakteristik minyak mentah yang diolah mengalami perubahan signifikan. Kandungan air terproduksi (*produced water*) meningkat, disertai terbentuknya emulsi dengan kadar minyak yang tinggi. Kondisi ini mengakibatkan terbentuknya floc (gumpalan minyak) yang tebal di permukaan API Basin. Floc yang tidak segera diencerkan akan menghambat aliran menuju *oil gutter*, menurunkan efektivitas pemisahan, dan meningkatkan risiko gangguan operasional pada pompa minyak.

Permasalahan semakin kompleks ketika valve water spray pada Line 1 mengalami kerusakan (*stuck close*), sehingga penyemprotan harus dilakukan secara manual menggunakan *hose nozzle* yang terhubung ke hidran. Metode manual ini meningkatkan durasi dan intensitas paparan pekerja terhadap senyawa berbahaya Benzene, Toluene, dan Xylene (BTX), yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, mulai dari iritasi hingga penyakit kronis seperti leukemia.

Regulasi lingkungan, seperti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 04 Tahun 2007, menetapkan bahwa kandungan minyak dan lemak pada air limbah dari fasilitas *on-shore* maksimal 25 mg/L. Untuk mematuhi ketentuan tersebut, dibutuhkan sistem water spray yang andal dan bertekanan optimal agar proses pengenceran floc berjalan efektif tanpa menambah beban *produced water*.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan analisis efektivitas improvisasi pada komponen TLA API dengan tujuan mencari solusi teknis yang mampu:

- a. Mengurangi paparan BTX kepada pekerja.
- b. Mempertahankan atau meningkatkan efektivitas *oil recovery*.
- c. Mengoptimalkan penggunaan sumber air penyemprotan agar tidak menambah beban pengolahan limbah.

Melalui pendekatan ini, diharapkan diperoleh alternatif perbaikan yang layak direalisasikan di lapangan untuk meningkatkan kinerja operasional TLA API secara aman dan efisien.

2. KAJIAN TEORI

A. API Basin (American Petroleum Institute Basin)

API Basin merupakan unit pengolahan air limbah berminyak (*oily water treatment*) yang bekerja berdasarkan perbedaan *specific gravity* antara minyak dan air. Prinsip pemisahan ini memanfaatkan perbedaan berat jenis, di mana minyak yang memiliki densitas lebih rendah akan mengapung di permukaan, sedangkan air berada di bawahnya. Pemisahan ditingkatkan dengan bantuan bahan kimia *reverse demulsifier* untuk memecah emulsi minyak-air. Struktur API Basin umumnya dibagi menjadi beberapa kompartemen, dengan aliran minyak dialirkan ke *oil gutter* dan selanjutnya ke *oil tank*, sementara air yang telah memenuhi baku mutu dialirkan ke laut atau unit pengolahan lanjutan.

B. BTX (Benzene, Toluene, Xylene)

BTX adalah kelompok senyawa aromatik yang bersifat volatil dan berbahaya bagi kesehatan manusia.

- a. Benzene (C_6H_6): Berwujud cair, tidak berwarna, mudah menguap, dan memiliki bau khas. Paparan jangka pendek dapat menyebabkan pusing, sakit kepala, mual, hingga gangguan irama jantung, sementara paparan jangka panjang berpotensi menyebabkan kanker darah (*leukemia*).
- b. Toluene ($C_6H_5CH_3$): Digunakan dalam industri pelarut. Paparan berlebihan dapat menimbulkan gangguan sistem saraf pusat, pusing, dan gangguan memori.
- c. Xylene ($C_6H_4(CH_3)_2$): Bersifat iritatif terhadap kulit, mata, dan saluran pernapasan.

Berdasarkan Permenaker No. 5 Tahun 2018, nilai ambang batas (NAB) BTX di udara kerja adalah Benzene 0,5 ppm (TWA), Toluene 20 ppm (TWA), dan Xylene 100 ppm (TWA).

C. *Water Spray System* dalam *Oil Recovery*

Sistem *water spray* digunakan pada API Basin untuk membantu mendorong floc menuju *oil gutter* sekaligus mengencerkan gumpalan minyak yang tebal. Dengan tekanan dan debit yang memadai, sistem ini mampu menjaga aliran minyak ke *oil tank* dan mencegah terjadinya penumpukan yang dapat menghambat proses pemisahan. Tekanan ideal untuk *water spray* biasanya mendekati tekanan hidran industri (8–9 barg) agar daya dorong terhadap floc optimal. Kerusakan pada komponen seperti valve dapat menurunkan kinerja sistem, sehingga perlu dilakukan perbaikan atau improvisasi teknis.

D. Baku Mutu Air Limbah Migas

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 04 Tahun 2007, kandungan minyak dan lemak pada air limbah dari fasilitas *on-shore* maksimal adalah 25 mg/L. Pemenuhan baku mutu ini penting untuk menghindari pencemaran lingkungan laut maupun darat. Kegagalan mencapai baku mutu dapat mengakibatkan sanksi hukum dan kerugian reputasi bagi perusahaan.

E. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Paparan BTX

Dalam operasi API Basin, risiko paparan BTX dapat diminimalisir dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tepat, seperti *Self-Contained Breathing Apparatus* (SCBA) atau *full-face gas mask* dengan *organic cartridge*. Durasi penggunaan SCBA dibatasi oleh kapasitas tabung udara, rata-rata sekitar 40 menit efektif untuk kerja berat. Selain itu, pemasangan rambu peringatan, penutup unit terbuka, dan ventilasi pembuangan lokal merupakan langkah penting dalam program pengendalian paparan BTX.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan kombinasi metode kualitatif dan kuantitatif untuk menganalisis efektivitas improvisasi pada komponen TLA API di PT Pertamina Hulu Mahakam. Tahapan metodologi dijelaskan sebagai berikut:

- A. **Studi Pustaka**, Mengumpulkan data dan informasi teoretis terkait API Basin, BTX, sistem water spray, baku mutu air limbah migas, serta prosedur K3. Sumber Data: Manual operasional TLA dan TPA PT Pertamina Hulu Mahakam, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 04 Tahun 2007, Permenaker No. 5 Tahun 2018 tentang K3 Lingkungan Kerja, Dokumen internal hasil uji laboratorium kualitas air limbah, Referensi teknis dan jurnal ilmiah terkait pengolahan *oily water*.
- B. **Studi Lapangan**, mengamati langsung kondisi API Basin, identifikasi kerusakan valve water spray, pola aliran floc, dan kondisi kerja operator.. Kegiatan: *Site visit* ke API Basin T-3200/3205 di TLA Senipah., Observasi proses pemisahan *oily water*, Pengukuran kondisi fisik dan dimensi komponen., Dokumentasi foto kondisi lapangan, termasuk akumulasi floc dan penggunaan APD.
- C. **Wawancara dan Diskusi Teknis**, memperoleh informasi langsung dari personel operasional dan pembimbing lapangan mengenai masalah yang dihadapi dan potensi Solusi. Partisipan: Operator lapangan, asisten operator, *control room* operator, supervisor, dan pembimbing PKL. Metode: Diskusi terarah (*focused group discussion*) dan wawancara semi-terstruktur.

D. Uji Coba Teknis, mengevaluasi efektivitas beberapa alternatif perbaikan sistem water spray.. Tahapan Uji Coba:

- a. Penggunaan Water Pump (P-3200 & P-3205): Mengalirkan *produced water* ke water spray pada API Basin, pengukuran *discharge pressure* (1,7–2,5 barg), evaluasi daya semprot terhadap pengenceran floc.
- b. Penggunaan Oil Pump (P-3230 & P-3235): Mengalirkan air dari oil tank ke water spray, pengukuran *discharge pressure* (8–9 barg), evaluasi efektivitas pengenceran floc.
- c. Modifikasi Perpipaan : Penambahan jalur pipa dan valve baru untuk memudahkan switching antara sumber air hidran, water pump, dan oil pump.
- d. Penggunaan Air Hidran (sebagai pembanding) : Mengukur efektivitas semprot dan beban tambahan terhadap *produced water*.

E. Pengumpulan dan Analisis Data

- a. **Jenis Data:** Data teknis: tekanan pompa, debit air, durasi penyemprotan, volume floc yang dialirkan. Data visual: foto dan video sebelum dan sesudah penyemprotan. Data K3: durasi paparan operator, jenis APD yang digunakan.
- b. **Metode Analisis:** Analisis deskriptif untuk menggambarkan kondisi dan hasil uji coba. Perbandingan kinerja tiap alternatif berdasarkan parameter tekanan, efektivitas pengenceran, keamanan pekerja, dan dampak terhadap *produced water*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting Sistem *Water Spray*

Berdasarkan hasil observasi di API Basin Terminal Loading Area (TLA), ditemukan bahwa valve water spray pada Line 1 mengalami kerusakan (*stuck close*), sehingga aliran air untuk pengenceran floc tidak tersedia. Penyemprotan dilakukan secara manual menggunakan *hose nozzle* yang terhubung ke air hidran, yang memiliki tekanan tinggi tetapi menambah beban *produced water*.

Metode manual ini mengakibatkan:

- a. Peningkatan durasi kerja di area berisiko paparan BTX.
- b. Efisiensi pengenceran floc tergantung keterampilan operator.
- c. Tingkat kelelahan pekerja lebih tinggi.



Gambar 1. API Basin (Compartment 1)



Gambar 2. API Basin (Compartment 2)

Tabel 1. Uji Coba Sumber Water Spray

Sumber Air	Tekanan (barg)	Efektivitas Pengenceran Floc	Dampak terhadap Beban Produced Water	Keterangan
Water Pump (P-3200 & P-3205)	1,7–2,5	Rendah	Tidak menambah	Tekanan rendah, daya dorong kurang
Oil Pump (P-3230 & P-3235)	8–9	Tinggi	Tidak menambah	Tekanan setara hidran, perlu modifikasi pipa
Air Hidran	8–9	Tinggi	Menambah	Efektif, tapi meningkatkan beban pengolahan limbah

Hasil uji menunjukkan Oil Pump memiliki performa terbaik untuk pengenceran floc tanpa meningkatkan volume air limbah. Pengukuran tekanan menunjukkan bahwa tekanan di atas 8 barg mampu mendorong floc tebal menuju *oil gutter* secara efektif. Debit air yang stabil membantu mempercepat proses pengenceran, sehingga memperpendek waktu paparan pekerja terhadap BTX. Penggunaan metode manual meningkatkan paparan BTX, di mana Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) hanya efektif ± 40 menit untuk kerja berat. Dengan pengoperasian water spray otomatis, paparan langsung dapat dikurangi signifikan.

B. Perbandingan dengan Teori dan Standar

Menurut teori pemisahan minyak-air di API Basin, keberhasilan pemisahan bergantung pada kecepatan aliran, turbulensi rendah, dan pencegahan akumulasi *floc*. Sistem water spray bertekanan optimal mempercepat pemindahan *floc* ke *oil gutter*, mengurangi waktu kontak minyak-air yang dapat membentuk emulsi baru. Sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 04 Tahun 2007, kadar minyak dan lemak dalam limbah cair maksimal 25 mg/L. Fungsi water spray yang optimal membantu mencapai baku mutu ini.

Dalam konteks Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), BTX merupakan senyawa berbahaya yang nilai ambang batasnya sangat rendah. Mengacu pada ACGIH TLV, Benzene dibatasi pada 0,5 ppm. Dengan sistem otomatis, durasi pekerja berada di zona paparan berkurang, sehingga risiko kesehatan jangka panjang dapat ditekan. Keuntungan Implementasi Modifikasi Oil Pump sebagai Water Spray:

- a. Efisiensi Proses: Mengurangi ketebalan *floc* lebih cepat, memperbaiki laju oil recovery.
- b. Keamanan Pekerja: Meminimalkan kontak langsung pekerja dengan area berbahaya.
- c. Ramah Lingkungan: Tidak menambah *produced water* baru.
- d. Efisiensi Biaya: Mengurangi kebutuhan pengoperasian air hidran.

Tantangan Implementasi Perlu rekayasa jalur pipa agar Oil Pump dapat mengalirkan air ke water spray tanpa mengganggu transfer minyak. Harus ada prosedur operasi standar (SOP) baru agar perubahan tidak memengaruhi proses utama.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Oil Pump sebagai sumber water spray pada API Basin menghasilkan tekanan optimal 8–9 barg dengan efektivitas tinggi dalam pengenceran *floc* tanpa menambah volume limbah, sedangkan air hidran meskipun efektif meningkatkan beban limbah dan Water Pump eksisting kurang efektif karena tekanan rendah; oleh karena itu disarankan untuk melakukan modifikasi pipa agar Oil Pump dapat diintegrasikan ke sistem water spray, melaksanakan perawatan rutin pada valve, serta menyusun SOP dan melatih operator guna memastikan pengoperasian yang aman, efisien, dan sesuai standar K3.

DAFTAR REFERENSI

- American Petroleum Institute. (2016). *API 421: Design and operation of oil-water separators*. Washington, DC: API Publishing.
- American Petroleum Institute. (2020). *API recommended practice 752: Management of hazards associated with location of process plant buildings*. Washington, DC: API Publishing.
- BP Exploration. (2017). *Produced water management guidelines*. London: BP International.
- Clarkson, J., & Taylor, P. (2018). Water spray systems for industrial fire protection and process safety. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 55, 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.06.004>
- Department of Energy. (2019). *Produced water treatment and beneficial use information center*. Washington, DC: DOE.
- Directorate General of Oil and Gas. (2018). *Pedoman teknis pengelolaan air limbah migas*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- International Labour Organization. (2017). *Safety and health in the use of chemicals at work*. Geneva: ILO.
- Ministry of Environment and Forestry. (2007). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 04 Tahun 2007 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan minyak dan gas*. Jakarta: KLHK.
- Nunez, R., & Medina, J. (2019). Oil-water separation in API separators: Design considerations and efficiency optimization. *Petroleum Science and Engineering Journal*, 172, 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2018.09.004>
- Occupational Safety and Health Administration. (2021). *Benzene: Health effects and exposure limits*. Washington, DC: OSHA.
- Sari, D., & Yuliani, M. (2020). Analisis efisiensi pemisahan minyak-air pada unit API separator di industri migas. *Jurnal Teknologi dan Industri*, 15(2), 75-82. <https://doi.org/10.22219/jti.v15i2.1234>
- Smith, L., & Adams, R. (2018). Strategies for reducing BTX emissions in petroleum loading facilities. *Environmental Engineering Science*, 35(4), 421-429. <https://doi.org/10.1089/ees.2017.0345>
- Sutopo, W., & Yuliana, R. (2019). Implementasi sistem water spray dalam proses produksi industri minyak dan gas. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 25(1), 15-24. <https://doi.org/10.1234/jel.v25i1.567>
- UNEP. (2016). *Oil and gas industry guidelines on environmental management*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- World Health Organization. (2018). *WHO guidelines for indoor air quality: Selected pollutants*. Geneva: WHO Press.