

ANALISIS PENGARUH *BASE SEDIMENT AND WATER* TERHADAP KUALITAS *CRUDE OIL* DI PT. PERTAMINA RU V BALIKPAPAN TERMINAL LAWE-Lawe

Irfandi¹, Parji², Raden Andang Iskandar³

^{1,2,3}Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan, Indonesia

Email: irfandiirfan054@gmail.com

ABSTRAK

PT. Pertamina RU V Terminal Lawe-Lawe merupakan fasilitas penyimpanan crude oil dengan tujuh tangki berkapasitas 800.000 barel dan dua tangki berkapasitas 1.000.000 barel. Kualitas crude oil sangat dipengaruhi oleh kandungan sedimen dan air yang disebut base sediment and water (BS&W); semakin tinggi nilai BS&W, semakin rendah kualitas minyak sehingga diperlukan proses treatment lanjutan. Penelitian ini bertujuan menentukan kualitas crude oil berdasarkan kandungan BS&W dan mengidentifikasi tangki dengan kandungan BS&W tertinggi. Pengujian dilakukan terhadap sampel crude oil dari tangki A, C, D, E, dan F menggunakan metode sentrifugasi ASTM D-4007. Hasil pengujian diolah menggunakan diagram pareto untuk menentukan tangki dengan frekuensi kandungan BS&W tertinggi, kemudian dianalisis dengan diagram fishbone untuk mengidentifikasi akar penyebab serta rencana penanggulangannya. Hasil penelitian menunjukkan seluruh sampel memiliki kadar BS&W pada kisaran 0,05%-0,10%, jauh di bawah ambang batas kilang sebesar 0,5%, sehingga crude oil dinyatakan layak diproduksi. Diagram pareto menunjukkan Tangki D, A, E, C, dan F secara berurutan memiliki frekuensi kejadian BS&W tertinggi, dengan Tangki D dan A menyumbang lebih dari separuh total kejadian. Analisis fishbone mengidentifikasi faktor manusia, metode, dan mesin sebagai penyebab utama, dengan rekomendasi berupa pelatihan operator, penerapan alarm otomatis, serta perawatan valve dan gland packing secara berkala.

Kata Kunci: *Base Sediment and Water, ASTM D-4007, Diagram Pareto, Diagram Fishbone.*

Abstract

PT. Pertamina RU V Lawe-Lawe Terminal is a crude oil storage facility comprising seven tanks with a capacity of 800,000 barrels each and two tanks with a capacity of 1,000,000 barrels each. Crude oil quality is strongly affected by the sediment and water content, known as base sediment and water (BS&W); the higher the BS&W value, the lower the crude oil quality, requiring further treatment. This study aims to determine crude oil quality based on BS&W content and to identify the tank with the highest BS&W content. Testing was conducted on crude oil samples from tanks A, C, D, E, and F using the ASTM D-4007 centrifuge method. The results were processed using a Pareto diagram to determine the tank with the highest frequency of BS&W occurrence, followed by a fishbone diagram analysis to identify root causes and corrective actions. The results show that all samples had BS&W levels ranging from 0.05% to 0.10%, well below the refinery threshold of 0.5%, indicating that the crude oil is suitable for production. The Pareto diagram shows that Tanks D, A, E, C, and F, respectively, had the highest frequency of BS&W occurrence, with Tanks D and A accounting for more than half of the total occurrences. The fishbone analysis identified human, method, and machine factors as the main causes, with recommended corrective actions including operator training, automatic alarm implementation, and regular valve and gland-packing maintenance.

Keywords: *Base Sediment and Water, ASTM D-4007, Pareto Diagram, Fishbone Diagram.*

A. PENDAHULUAN

Terminal Lawe-Lawe merupakan salah satu area operasi PT. Pertamina RU V yang terletak di Desa Lawe-Lawe, Kecamatan Penajam, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur, sekitar 20 km barat daya Kota Balikpapan. Terminal ini berfungsi sebagai tempat penampungan (storage plant) minyak mentah yang dibongkar dari kapal tanker melalui Single Point Mooring (SPM) sebelum ditransfer menuju kilang RU V Balikpapan. Minyak mentah yang diterima memiliki karakteristik yang berbeda-beda, baik dari segi jenis maupun berat jenisnya, sehingga pengelolaannya memerlukan pengendalian kualitas yang ketat mulai dari tahap penerimaan, pencampuran di dalam tangki, hingga penyimpanan sebelum dikirim ke kilang.

Dalam industri minyak dan gas, pengelolaan *crude oil* menjadi salah satu upaya penting untuk memastikan kesesuaian kualitas dan kuantitas dengan standar operasional serta kebutuhan produksi (Iwana, 2025). Salah satu parameter yang menentukan kualitas *crude oil* adalah kandungan *Base Sediment and Water* (BS&W), yaitu jumlah sedimen dan air yang terkandung dalam minyak mentah. Semakin tinggi nilai BS&W, semakin rendah kualitas *crude oil* sehingga diperlukan proses treatment lebih lanjut sebelum minyak dapat diproses di kilang. Kandungan BS&W yang tinggi juga berpotensi menimbulkan korosi pada peralatan, menyumbat aliran fluida, mengganggu proses pengolahan (*refining*), serta menurunkan harga jual minyak. Oleh karena itu, penentuan kualitas *crude oil* berdasarkan BS&W dan identifikasi tangki dengan kandungan BS&W tertinggi menjadi permasalahan penting untuk diteliti agar dapat dirumuskan langkah pengendalian yang tepat.

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kandungan BS&W memiliki pengaruh yang signifikan terhadap aspek teknis maupun ekonomis dalam industri migas. Pangindoman et al. (2022) menemukan bahwa kandungan BS&W dalam *crude oil* berpengaruh terhadap peningkatan laju korosi internal pada pipa API 5L Gr B sehingga dapat menurunkan keandalan sistem perpipaan. Faputri & Setiorini (2022) menyatakan bahwa kandungan air merupakan pengotor yang harus diminimalkan karena dapat memengaruhi kinerja proses *crude distillation unit*. Putri et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan demulsifier yang tepat mampu menurunkan kandungan BS&W hingga berada di bawah batas toleransi 1% berdasarkan pengujian metode sentrifugasi. Sementara itu, Rosihanzah et al. (2026) menegaskan bahwa hasil pengujian BS&W menggunakan metode ASTM D-4007 menjadi dasar dalam menentukan kelayakan minyak mentah untuk diproses lebih lanjut di kilang.

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji distribusi kandungan BS&W pada tangki-tangki penyimpanan di Terminal Lawe-Lawe masih terbatas. Identifikasi tangki dengan kandungan BS&W tertinggi sangat diperlukan untuk menentukan prioritas pengendalian dan perbaikan operasional. Selain itu, analisis akar penyebab tingginya kandungan BS&W juga penting dilakukan agar dapat dirumuskan langkah penanggulangan yang efektif dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menentukan kualitas *crude oil* berdasarkan kandungan BS&W menggunakan metode sentrifugasi ASTM D-4007, mengidentifikasi tangki penyimpanan yang memiliki kandungan BS&W tertinggi dengan menggunakan diagram Pareto, serta menganalisis akar penyebab dan menyusun rencana penanggulangannya melalui diagram fishbone (cause and effect diagram). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis bagi pengelolaan *crude oil* di Terminal Lawe-Lawe sehingga kualitas minyak mentah yang disalurkan ke kilang dapat lebih terjaga dan risiko gangguan operasional dapat diminimalkan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. *Crude Oil*

Minyak mentah (*crude oil*) merupakan hasil eksplorasi dan eksploitasi pada daerah yang mengandung cadangan minyak bumi, yang selanjutnya diolah menjadi berbagai produk energi dan petrokimia di unit pengilangan (*refinery unit*) (Faputri & Setiorini, 2022). Secara fisik, *crude oil* merupakan campuran kompleks senyawa hidrokarbon dan non-hidrokarbon yang terbentuk secara alami di dalam lapisan bumi, berwarna cokelat kehitaman hingga hitam, berbentuk cair, dan mengandung gas-gas terlarut. *Crude oil* memiliki berat jenis (*specific gravity*) yang umumnya berkisar antara 0,8000 hingga 1,0000 (Faputri & Setiorini, 2022). Nilai *specific gravity* berkaitan erat dengan struktur kimia hidrokarbon penyusunnya; *crude oil* dengan *specific gravity* rendah cenderung bersifat parafinik dan menghasilkan fraksi ringan dalam jumlah lebih besar, sedangkan *crude oil* dengan *specific gravity* tinggi menghasilkan fraksi berat yang lebih dominan.

Klasifikasi minyak bumi berdasarkan *specific gravity* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Minyak Bumi Berdasarkan *Specific Gravity*

Klasifikasi Minyak Bumi	SG 60/60°F
Ringan	< 0,830
Medium ringan	0,830 – 0,850
Medium berat	0,850 – 0,865
Berat	0,865 – 0,905
Sangat berat	> 0,905

Sumber: Iwana (2025)

Minyak mentah biasanya diperoleh melalui pengeboran yang selanjutnya dimurnikan dan diolah menjadi berbagai bentuk, seperti bensin, minyak tanah, aspal, dan lain-lai (Ginting et al., 2018). Produk minyak bumi dikatakan memiliki kualitas yang baik apabila mengandung senyawa kontaminan dalam jumlah yang rendah, seperti hidrogen sulfida (H_2S), karbon dioksida (CO_2), peroksida organik, karbonil sulfida (COS), asam hidrosianida (HCN), serta senyawa kontaminan lainnya. (Atmaja et al., 2016). Minyak mentah (*crude oil*) merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan (*non-renewable resource*), yaitu sumber daya yang memerlukan waktu sangat lama untuk terbentuk melalui proses geologi alami sehingga tidak dapat diperbarui sebanding dengan laju pemanfaatannya oleh manusia. Oleh karena itu, ketersediaan minyak mentah bersifat terbatas dan perlu dikelola secara bijaksana agar pemanfaatannya dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan (Sulardi., 2024).

2. *Base Sediment and Water (BS&W)*

BS&W merupakan parameter yang menunjukkan kandungan air dan sedimen yang terdapat dalam *crude oil*, yang umumnya berasal dari air formasi dan partikel batuan reservoir yang ikut terangkat bersama minyak mentah pada saat produksi (Pangindoman et al., 2022). Kadar BS&W yang direkomendasikan pada *crude oil* secara umum kurang dari 1%, sedangkan standar kilang (*refinery*) umumnya lebih ketat, yaitu di bawah 0,5%, untuk mencegah korosi, penyumbatan aliran fluida, dan kerusakan peralatan pengolahan. Untuk transportasi melalui pipa (*pipeline*), batasan yang digunakan umumnya maksimal 1%. Apabila kadar BS&W melebihi batas tersebut, biasanya dilakukan pemotongan harga (*price penalty*) atau minyak harus diolah kembali di tangki pengendapan sebelum dijual.

Pengujian kadar BS&W umumnya dilakukan dengan metode sentrifugasi (*centrifuge*) mengacu pada standar ASTM D-4007, yang bekerja berdasarkan prinsip gaya sentrifugal sehingga komponen-komponen yang terkandung dalam *crude oil* bergerak menjauhi pusat putaran dan terpisah berdasarkan perbedaan berat jenisnya (Putri et al., 2023). Dibandingkan dengan metode Dean and Stark, metode sentrifugasi relatif lebih cepat, peralatannya mudah dipindahkan, dan tingkat penguapan sampel sangat kecil karena menggunakan sistem tertutup.

Kandungan BS&W yang tinggi dapat menurunkan harga jual minyak, menyebabkan korosi pada peralatan, mengganggu proses refining, serta meningkatkan biaya pemurnian.

3. *Diagram Pareto dan Diagram Fishbone*

Diagram pareto merupakan gabungan antara grafik batang dan grafik garis yang digunakan untuk menunjukkan perbandingan berbagai kategori data secara keseluruhan. Melalui diagram ini, faktor atau permasalahan yang paling dominan dapat diidentifikasi dengan mudah sehingga membantu dalam menentukan prioritas tindakan perbaikan (Oktaviana & Auliandri, 2023). Setelah faktor dominan teridentifikasi, diagram tulang ikan (fishbone diagram) digunakan untuk menguraikan berbagai faktor penyebab yang memengaruhi permasalahan tersebut secara lebih rinci, sehingga hubungan antara sebab dan akibat dapat dipahami melalui cabang-cabang yang menyerupai tulang ikan (Oktaviana & Auliandri, 2023).

C. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Agustus, bertempat di PT. Pertamina RU V Terminal Lawe-Lawe yang beralamat di Jalan Penajam KM 15-Kuaro, Lawe-Lawe, Penajam, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif, yaitu penentuan kadar BS&W pada crude oil yang selanjutnya diolah dengan diagram pareto untuk mengetahui tangki dengan kandungan BS&W tertinggi dan diagram fishbone untuk mencari akar penyebab permasalahan.

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung dengan operator maupun pembimbing lapangan mengenai proses pengambilan sampel dan pengujian crude oil. Data sekunder meliputi data hasil verifikasi level automatic tank gauging (ATG) terhadap manual dipping, data bongkar-muat minyak, serta data draft test report crude oil yang diperoleh dari operator laboratorium PT. Pertamina Terminal Lawe-Lawe. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

Penentuan kadar BS&W pada sampel crude oil dilakukan dengan metode sentrifugasi mengacu pada standar ASTM D-4007, dengan tahapan sebagai berikut: (1) sampel dikocok kuat hingga homogen; (2) sampel dimasukkan ke dalam dua tabung sentrifus hingga mencapai garis 50 mL pada masing-masing tabung; (3) toluen dituangkan ke dalam tabung hingga garis 100 mL, dan ditambahkan lebih awal apabila sampel terlalu kental; (4) tabung ditutup dengan stopper yang sesuai lalu dibolak-balik agar tercampur; (5) stopper dilonggarkan dan tabung direndam pada water bath bersuhu 60°C selama minimal 15 menit, kemudian permukaan tabung dikeringkan; (6) stopper dieratkan kembali dan tabung diguncang dengan cara dibalik agar sampel dan pelarut tercampur homogen; (7) stopper dilepas perlahan untuk melepaskan tekanan, kemudian dipasang dan dikencangkan kembali; (8) tabung dimasukkan ke dalam mesin sentrifus dengan posisi seimbang, lalu diputar selama 10 menit; (9) volume total air dan sedimen pada ujung bawah tabung dibaca dan dicatat, dan apabila pemisahan belum jelas, ditambahkan beberapa tetes demulsifier lalu diulang; dan (10) proses sentrifugasi diulang hingga volume air dan sedimen pada dua pembacaan berturut-turut stabil, dengan toleransi selisih tidak lebih dari satu skala subdivisi tabung.



Gambar 1. Proses Pengambilan Sampel Crude Oil

Sumber: Data Perusahaan (2023)

Hasil pengujian BS&W dari tangki A, C, D, E, dan F selanjutnya direkapitulasi dan diolah menggunakan diagram pareto untuk menentukan tangki dengan frekuensi kandungan BS&W tertinggi berdasarkan urutan kontribusi terbesar hingga terkecil. Selanjutnya, dilakukan analisis diagram fishbone untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab tingginya kandungan BS&W pada tangki tersebut, yang dikelompokkan ke dalam faktor manusia, metode, dan mesin, serta dirumuskan rencana penanggulangannya.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian BS&W

Pengujian BS&W dilakukan terhadap 56 data pengukuran pada tangki A, C, D, E, dan F menggunakan metode sentrifugasi ASTM D-4007. Hasil pengujian menunjukkan seluruh sampel *crude oil* memiliki kadar BS&W pada kisaran 0,05% hingga 0,10%. Nilai tersebut jauh berada di bawah ambang batas umum industri sebesar 1% maupun standar kilang (*refinery*) yang mensyaratkan kadar BS&W di bawah 0,5%. Dengan demikian, *crude oil* yang tersimpan pada kelima tangki tersebut dinyatakan layak dan dapat diproses lebih lanjut di kilang RU V Balikpapan.

Rekapitulasi frekuensi kejadian pengujian BS&W berdasarkan kategori status operasional (buka/tutup valve serta jalur pengiriman) pada setiap tangki disajikan pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Rekapitulasi Frekuensi Kejadian Pengujian BS&W Per Tangki

Kategori Status Operasional	101-T-1A	101-T-1C	101-T-1D	101-T-1E	101-T-1F	Total
Close Buco	2	1	1	-	1	5
Close Intertank	3	-	2	2	1	8
Close Reffinery	3	-	1	2	-	6
Close Refinery	-	1	1	1	-	3
Open Buco	1	-	3	-	1	5
Open ELF	-	2	-	1	-	3
Open Next Reffinery	2	2	3	-	-	7

ARTIKEL

Open Next Refinery	-	-	-	2	1	3
Lain-lain	2	4	5	2	3	16
Total Keseluruhan	13	10	16	10	7	56

Sumber: Pengolahan Data (2026)

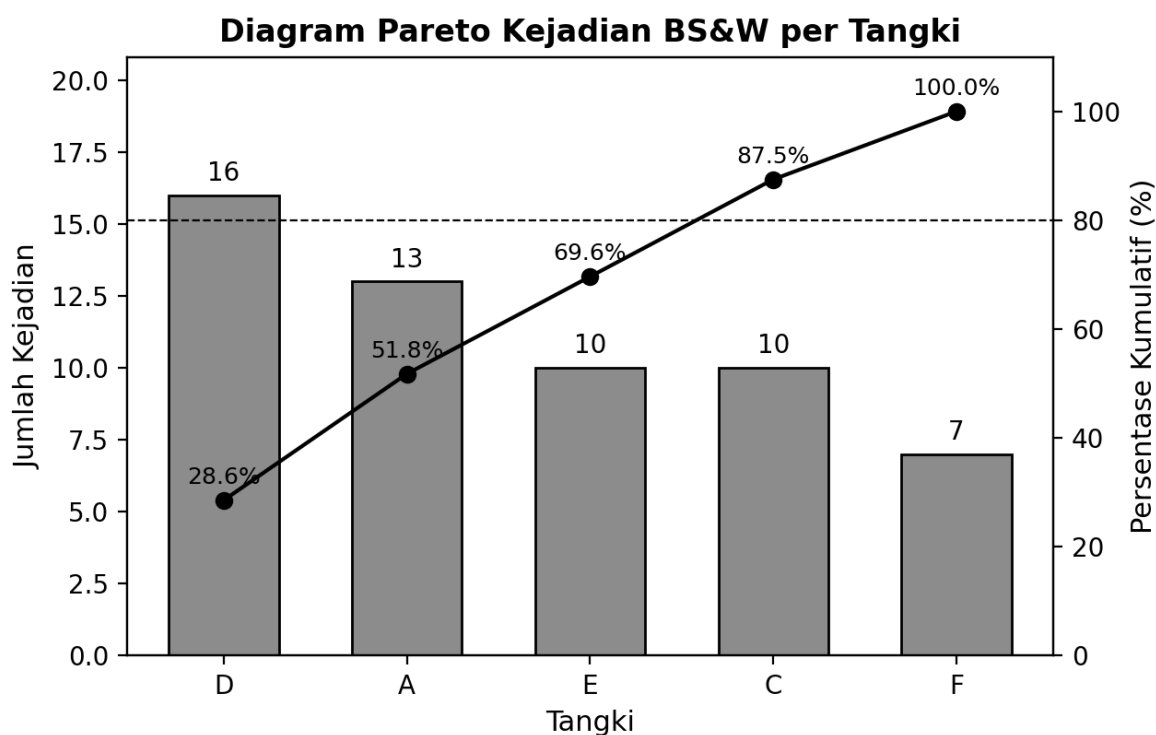
2. Analisis Diagram Pareto

Berdasarkan rekapitulasi pada Tabel 3, jumlah kejadian pengujian BS&W pada masing-masing tangki kemudian diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah untuk memperoleh prioritas tangki yang perlu mendapat perhatian khusus, sebagaimana disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Tangki Penampung BS&W Tertinggi Hingga Terendah

No	Tangki	Jumlah Kejadian	Persentase Kumulatif
1	D	16	28,57%
2	A	13	51,79%
3	E	10	69,64%
4	C	10	87,50%
5	F	7	100,00%

Sumber: Pengolahan Data (2026)



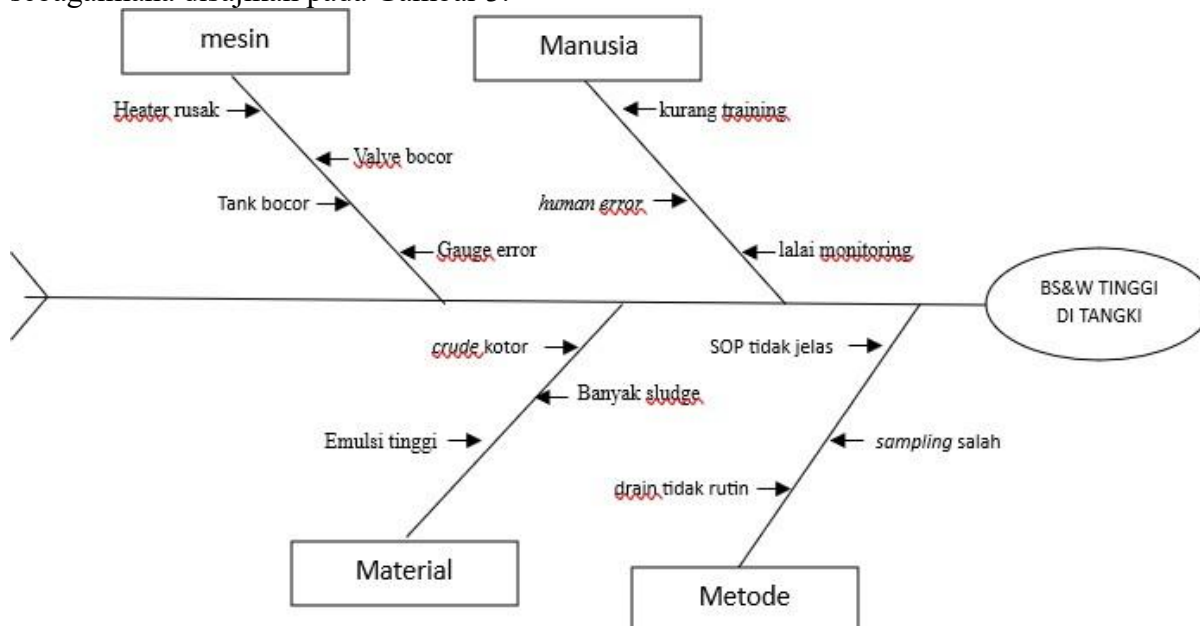
Gambar 2. Diagram Pareto Kejadian BS&W Per Tangki

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan prinsip pareto (80/20), Gambar 2 menunjukkan bahwa Tangki D dan Tangki A merupakan kontributor utama dengan total kontribusi 51,79% dari keseluruhan kejadian, sedangkan penambahan Tangki E menaikkan kontribusi kumulatif menjadi 69,64%. Ketiga tangki tersebut (D, A, dan E) menyumbang hampir 70% dari total kejadian sehingga menjadi prioritas utama dalam upaya pengendalian kandungan BS&W, sementara Tangki C dan F memiliki kontribusi yang relatif lebih rendah.

3. Analisis Diagram Fishbone

Untuk mengetahui akar penyebab tingginya frekuensi kejadian BS&W pada tangki, khususnya Tangki D dan Tangki A, dilakukan analisis menggunakan diagram fishbone sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Fishbone Penyebab Tingginya Kejadian BS&W dalam Tangki

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Hasil analisis fishbone mengidentifikasi tiga kelompok faktor penyebab utama, yaitu faktor manusia, metode, dan mesin/peralatan. Ringkasan permasalahan pada masing-masing faktor beserta rencana penanggulangannya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor Penyebab dan Rencana Penanggulangan Tingginya BS&W

Faktor	Permasalahan	Rencana Penanggulangan
Manusia	Kurangnya pelatihan operator, kelalaian dalam monitoring, dan human error saat pengoperasian valve.	Peningkatan kompetensi tenaga kerja melalui pelatihan berkala dan penerapan sistem reward and punishment untuk mendorong motivasi kerja.
Metode	SOP yang belum jelas, kesalahan pada saat sampling, serta terbentuknya emulsi minyak dan air.	Penyusunan SOP yang lebih rinci, penerapan automatic sampling, dan pemanasan/penambahan demulsifier untuk memisahkan emulsi.
Mesin/Peralatan	Gangguan pada gauging, kerusakan pada heater/boiler, serta kebocoran internal maupun eksternal pada valve dan sambungan.	Perawatan berkala, pengencangan gland nut, penggantian gland packing dan seal/o-ring, seat lapping, serta penggantian gasket pada sambungan flange.

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Secara keseluruhan, hasil pembahasan menunjukkan bahwa meskipun seluruh sampel crude oil pada penelitian ini masih memenuhi standar kualitas kilang (BS&W di bawah 0,5%), frekuensi kejadian yang tinggi pada Tangki D dan Tangki A mengindikasikan perlunya perhatian khusus pada aspek operasional, khususnya terkait kompetensi operator, kejelasan SOP, dan kondisi peralatan (valve, gland packing, dan heater). Penerapan rekomendasi penanggulangan pada Tabel 5 diharapkan dapat menurunkan frekuensi kejadian BS&W tinggi

pada tangki-tangki tersebut serta menjaga konsistensi kualitas crude oil yang dikirim ke kilang RU V Balikpapan.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh base sediment and water terhadap kualitas crude oil di PT. Pertamina RU V Balikpapan Terminal Lawe-Lawe, dapat disimpulkan bahwa kualitas crude oil berdasarkan BS&W ditentukan melalui pengujian sentrifugasi mengacu pada standar ASTM D-4007, dengan ambang batas maksimal kandungan BS&W secara umum tidak lebih dari 1% dan standar khusus kilang di bawah 0,5%. Hasil pengujian pada tangki A, C, D, E, dan F menunjukkan kadar BS&W berkisar 0,05%–0,10%, sehingga crude oil dinyatakan layak dan dapat diproses lebih lanjut. Berdasarkan pengolahan diagram pareto, tangki dengan kandungan BS&W tertinggi secara berurutan adalah Tangki D, Tangki A, Tangki E, Tangki C, dan Tangki F, dengan Tangki D dan Tangki A menjadi prioritas utama karena bersama-sama menyumbang lebih dari separuh total kejadian. Analisis fishbone menunjukkan bahwa faktor manusia, metode, dan mesin merupakan penyebab utama tingginya frekuensi kejadian tersebut, sehingga perusahaan disarankan untuk secara rutin melakukan pembersihan tangki penampungan crude oil guna mengurangi endapan akibat proses penyimpanan, terutama pada Tangki D, serta menerapkan rekomendasi penanggulangan berupa pelatihan operator, penerapan SOP dan sistem alarm otomatis, dan perawatan berkala terhadap valve, gland packing, dan peralatan gauging.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalucia, S., & Septiana, F. A. (2023). Perhitungan volume transfer crude oil dengan metode Quantity Accounting System (QAS) pada Tangki 02 Stasiun Pengumpul 1 Talang Jimar PPP–Prabumulih KSO Pertamina EP Bass Oil Sukananti. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(10).
- Faputri, A. F., & Setiorini, I. A. (2022). Analysis of testing results of liquid samples from drilling wells in oil and gas industry. *Jurnal Teknik Perminyakan*, 11(2).
- Haryono, I., & Nolandiy, H. (2019). *Analisa pelumas bekas uji engine berbahan bakar minyak mentah (crude oil)*. Balikpapan: Sekolah Tinggi Teknologi Migas.
- Iwana, D. P. (2025). *Minyak bumi: Asal usul, proses pembentukan, fraksi & manfaat*. Balikpapan: Sekolah Tinggi Teknologi Migas.
- Kartika, R., Erlinasari, & Sipan, M. (2023). Mengamati sinyal r gelombang dengan interpolasi linier. *Prosiding Internasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVIII Tahun 2023 (ReTII)*, 856–861.
- Melisa, N. (t.t.). *Laporan praktik kerja lapangan Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Oktaviana, A. C., & Auliandri, T. A. (2023). Analisis pengendalian kualitas produksi meja dan kursi menggunakan diagram pareto dan fishbone diagram pada PK. SKM Jati. *Jurnal Inovasi Bisnis dan Manajemen*, 6(4).
- Pangindoman, M. I., Zikri, A., & Yuliati, S. (2022). Analisis dampak base sediment & water terhadap laju korosi internal pipeline API 5L Gr B. *Jurnal Kinetika*, 13(3), 1–6.
- Putri, F. N. J., Rahalintar, P., & Nirmala, G. S. (2023). *Analisis pengaruh variable konsentrasi demulsifier pada kandungan BS&W terhadap proses identifikasi karakteristik crude oil*. Balikpapan: Sekolah Tinggi Teknologi Migas.
- PT. Pertamina. (t.t.). *Terminal Lawe-Lawe*. Diakses dari: www.pertamina.com/id/news-room/terminal-lawe-lawe

- Rosihanzah, M. G. F., Nirmala, G. S., & Umbara, R. (2026). Analisis penentuan kualitas dan kuantitas minyak pada Lapangan X menggunakan metode ASTM-D4007. *Jurnal Eksplorasi dan Produksi Migas*, 4(1).
- Sukania, I. W., & Earlecia. (2021). Analisis pengendalian kualitas pada produk flat LM di PT. XYZ. *International Conference on Mechanical, Industrial and Electrical Engineering*.
- Sulardi. (2024). *Pengantar Industri Minyak dan Gas Bumi*. Cirebon: Nusa Litera Inspirasi.
- Atmaja, B. T., Suhadak, S., Hidayat, R. R. (2016). *Analisis Pengaruh Timbal Balik Ekspor Impor Minyak dan Gas Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (Studi pada Bank Indonesia Periode 2006-2014)* (Doctoral Dissertation, Brawijaya University).
- Ginting, K. K. B., Sarungu, S., & Sanjaya, A. S. (2018). Optimasi Pembuatan Marine Diesel Oil (MDO) untuk Meningkatkan Profit Kilang Pertamina RU V Balikpapan. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 22-29.