



RANCANG BANGUN PEMISAHAN LIMBAH OLI DAN AIR DENGAN PEMANFAATAN TANGKI EKSISTING BERBASIS PEMISAHAN GRAVITASI

Beno Atha Bisma¹, Radhi Maladzi^{1*}, Arash Ilham Utama²

¹Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Badak Natural Gas Liquefaction, Bontang, Kalimantan Timur, 75321

*Corresponding author E-mail address: radhi.maladzi@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Limbah oli dan air memerlukan proses pemisahan yang efektif agar kandungan air dalam oli dapat dikurangi sebelum proses penanganan berikutnya. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengevaluasi Oily Water Settling Tank berbasis pemisahan gravitasi dengan memanfaatkan tangki eksisting melalui pendekatan reverse engineering. Perancangan dilakukan melalui evaluasi dimensi, material, ketebalan, kapasitas, dan kondisi struktur tangki, kemudian dilanjutkan dengan penambahan baffle, inlet, outlet, valve, quick coupling, leg support, dan unit filtrasi. Konfigurasi baffle ditentukan melalui pengujian skala laboratorium menggunakan variasi tiga, empat, dan lima sekat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa empat baffle dengan sudut kemiringan 10° menghasilkan waktu pemisahan tercepat, yaitu 1,46155 jam. Pengujian lapangan menunjukkan bahwa rata-rata waktu pemisahan berkurang dari 7,25 jam pada temporary tank menjadi 2,98 jam pada Oily Water Settling Tank, atau mengalami penurunan sebesar 58,92%. Evaluasi ketebalan shell menunjukkan bahwa ketebalan aktual 3 mm lebih besar daripada ketebalan minimum teoritis 1,05 mm.

Kata-kata kunci: oily water, settling tank, pemisahan gravitasi, baffle, reverse engineering

Abstract

Oil-water waste requires an effective separation process to reduce the water content in oil before further handling. This study aimed to design and evaluate a gravity-based Oily Water Settling Tank by utilizing an existing tank through a reverse engineering approach. The design process included the evaluation of tank dimensions, material, thickness, capacity, and structural condition, followed by the addition of baffles, inlet and outlet lines, valves, quick couplings, leg supports, and a filtration unit. The baffle configuration was determined through laboratory-scale testing using three, four, and five-stage variations. The results showed that four baffles with an inclination angle of 10° produced the shortest separation time of 1.46155 hours. Field testing indicated that the average separation time decreased from 7.25 hours in the temporary tank to 2.98 hours in the Oily Water Settling Tank, representing a reduction of 58.92%. Shell thickness evaluation showed that the actual thickness of 3 mm exceeded the theoretical minimum requirement of 1.05 mm.

Keywords: oily water, settling tank, gravity separation, baffle, reverse engineering

1. PENDAHULUAN

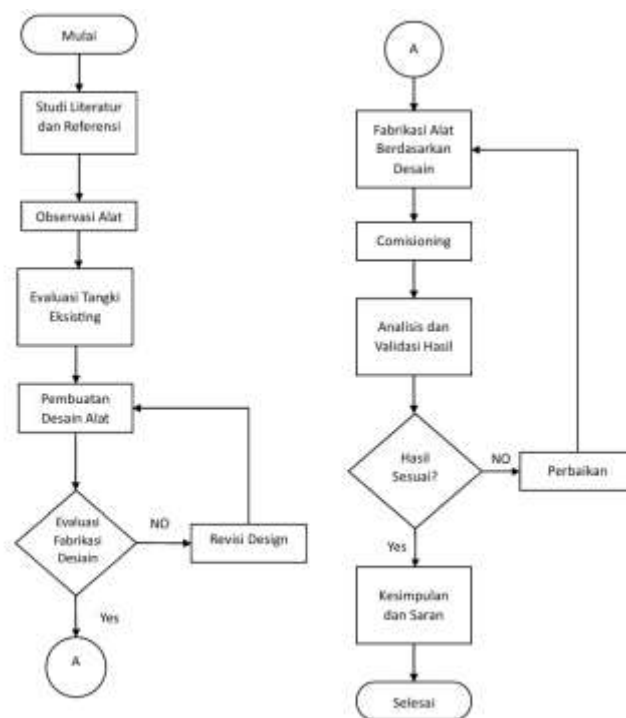
Limbah cair berminyak dapat terbentuk dari kegiatan pengoperasian, pemeliharaan, pencucian, dan kebocoran peralatan industri. Limbah tersebut umumnya mengandung campuran oli, air, lumpur, dan padatan tersuspensi yang perlu dipisahkan sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut [3]. Apabila proses pemisahan tidak berlangsung secara optimal, oli hasil pemisahan masih dapat mengandung air dalam jumlah tinggi, sedangkan fase air berpotensi membawa sisa minyak dan meningkatkan beban pada unit pengolahan berikutnya. Pemisahan oli dan air dapat dilakukan secara gravitasi dengan memanfaatkan perbedaan densitas kedua fluida[7][8]. Oli yang memiliki densitas lebih rendah akan bergerak ke permukaan, sedangkan air dan lumpur berada pada bagian bawah. Namun, efektivitas proses ini dipengaruhi oleh waktu pengendapan, komposisi umpan, kestabilan emulsi, pola aliran, serta desain internal tangki. Penggunaan tangki tanpa pengarah aliran dapat menyebabkan turbulensi dan *short-circuit flow* sehingga waktu tinggal fluida tidak merata dan proses pemisahan menjadi lebih lama[2].

Penelitian ini merancang *Oily Water Settling Tank* dengan memanfaatkan tangki eksisting melalui pendekatan reverse engineering. Perancangan dilakukan dengan mengevaluasi dimensi, material, ketebalan, kapasitas, dan kondisi struktur tangki, kemudian menambahkan komponen berupa *baffle*, *inlet*, *outlet*, *valve*, *support*, *quick coupling*, serta unit filtrasi. *Baffle* digunakan untuk mengarahkan aliran, mengurangi turbulensi, memperpanjang lintasan fluida, dan meningkatkan waktu tinggal selama proses pemisahan.

Penentuan konfigurasi *baffle* dilakukan melalui pengujian skala laboratorium dengan variasi jumlah sekat. Desain terpilih selanjutnya difabrikasi dan diuji melalui pemeriksaan visual, *dye penetrant test*, leak test, serta evaluasi load design. Kinerja unit dinilai dengan membandingkan waktu pemisahan antara tangki tanpa *baffle* dan *Oily Water Settling Tank* hasil perancangan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan unit pemisahan yang lebih efektif, mudah dioperasikan, mudah dirawat, dan memiliki kekuatan struktur yang sesuai dengan kondisi operasi[4].

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode penelitian telah disusun ke dalam sebuah diagram alir seperti gambar dibawah. Metode penelitian digunakan sebagai dasar acuan dalam melaksanakan setiap proses pengerjaan, untuk memudahkan penilaian seberapa jauh tugas akhir ini berlangsung.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Perancangan *Oily Water Settling Tank*

Identifikasi Permasalahan

Tahap awal dari penelitian ini adalah dengan cara melakukan identifikasi permasalahan dilakukan terhadap proses pemisahan limbah oli dan air yang masih membutuhkan waktu pengendapan relatif lama dan menghasilkan kualitas pemisahan yang belum konsisten. Permasalahan tersebut menjadi dasar perancangan unit pemisahan berbasis gravitasi yang mampu memperbaiki pola aliran dan mempercepat proses pemisahan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu inovasi untuk mempercepat pemisahan limbah oli dengan alir dengan cara pemanfaatan aliran fluida dan perbedaan densitas.

Studi Literatur dan Studi Lapangan

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari prinsip pemisahan oli dan air berdasarkan gravitasi, pengaruh waktu tinggal, penggunaan *baffle*, pemilihan material yang berdasarkan ASME BPVC section II Part D, konstruksi tangki, serta referensi API 650. Studi lapangan dilakukan melalui observasi tangki eksisting, pengukuran dimensi, pemeriksaan kondisi fisik, identifikasi material, dan diskusi dengan pengguna unit.

Perancangan dan Fabrikasi *Oily Water Settling Tank*

Perancangan dilakukan dengan pendekatan reverse engineering berdasarkan dimensi dan kondisi tangki eksisting. Modifikasi meliputi pembuatan desain menggunakan perangkat lunak, perancangan desain *baffle*, *bottom plate*, *inlet*, *outlet*, *valve*, *quick coupling*, leg support, dan unit filtrasi. Setelah desain ditetapkan, fabrikasi dilakukan melalui proses pemotongan material, pembuatan lubang dan ulir, pengelasan menggunakan pengelasan GTAW dan SMAW menggunakan elektroda ER308, pembuatan *baffle*, serta perakitan seluruh komponen[10]. Material yang digunakan dalam inovasi fabrikasi *Oily Water Settling Tank* ini menggunakan material berbahan *Stainless steel* SA-240 Grade 304, dan untuk material tangki eksisting berdasarkan observasi alat adalah SA-240 Grade 316.

Pengambilan data

Pengambilan data untuk menentukan jumlah *stage* pada *baffle* adalah dengan dilakukan melalui pengujian skala laboratorium dan pengujian unit pada kondisi lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi waktu pemisahan pada variasi jumlah *baffle*, waktu pemisahan menggunakan temporary tank, waktu pemisahan menggunakan *Oily Water Settling Tank*, karakteristik umpan, serta hasil pemeriksaan unit setelah fabrikasi.

Perhitungan dan Analisa

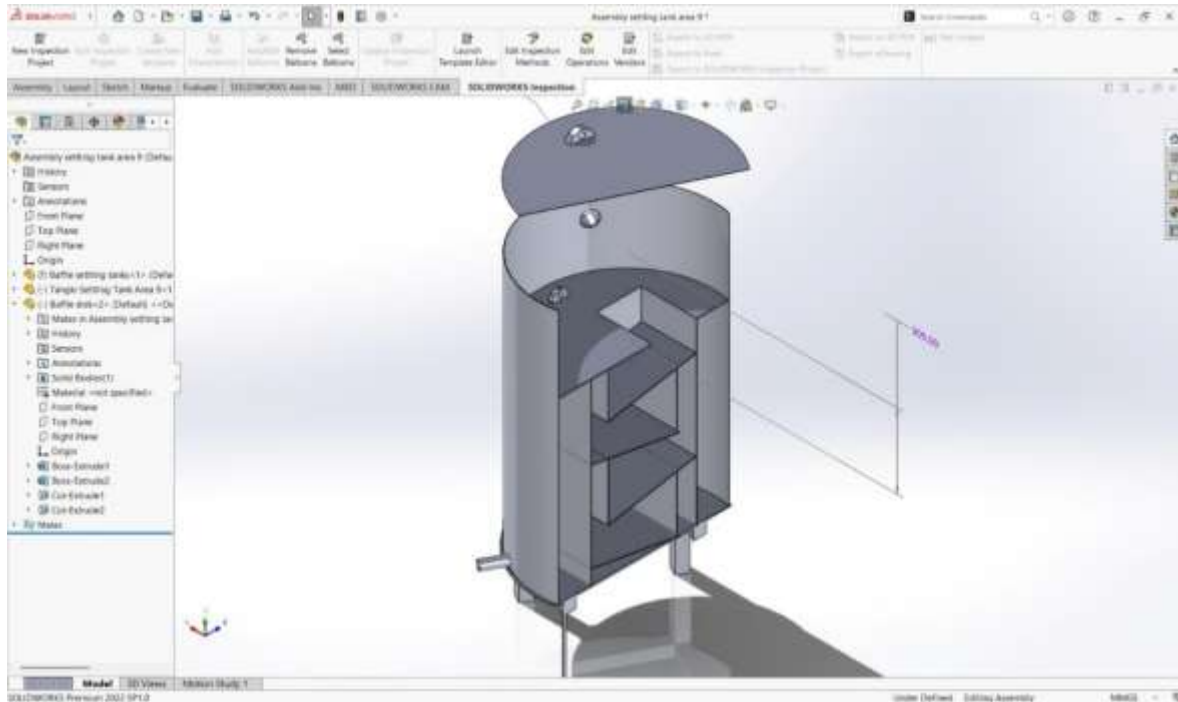
Perhitungan dilakukan terhadap kapasitas tangki, evaluasi ketebalan minimum shell, tekanan hidrostatik, dead load, mechanical load, dan total beban operasi. Analisis juga dilakukan terhadap pengaruh jumlah *baffle* dan perbandingan waktu pemisahan antara temporary tank dan *Oily Water Settling Tank* untuk mengetahui peningkatan efektivitas unit hasil perancangan.

Pengujian Unit

Pengujian unit dilakukan melalui visual check, *Dye penetrant test*, leak test, dan evaluasi load design. Visual check dan *Dye penetrant test* digunakan untuk mengevaluasi kondisi sambungan las, sedangkan leak test dilakukan dengan mengisi tangki menggunakan fluida untuk memeriksa kebocoran pada sambungan. Evaluasi load design digunakan untuk memastikan struktur tangki mampu menerima beban operasi yang direncanakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Visualisasi *Oily Water Settling Tank* dibuat menggunakan aplikasi SolidWorks berdasarkan dimensi aktual tangki eksisting. Unit dirancang sebagai alat pemisah campuran oli dan air secara gravitasi dengan memanfaatkan perbedaan densitas fluida. Sistem utama terdiri atas tangki vertikal, *baffle*, *bottom plate*, *inlet*, *outlet*, gate valve, camlock, leg support, dan unit filtrasi. Modifikasi tangki dilakukan menggunakan pendekatan reverse engineering, yaitu mengevaluasi kondisi tangki yang telah tersedia, kemudian menambahkan komponen yang diperlukan tanpa merancang ulang seluruh struktur tangki. *Baffle* ditempatkan di dalam tangki untuk mengarahkan aliran, mengurangi turbulensi, memperpanjang lintasan fluida, dan mengurangi kemungkinan terjadinya short-circuit flow.



Gambar 2. Visualisasi 3D Oily Water Settling Tank

Perhitungan Evaluasi Tangki Eksisting

Tangki eksisting memiliki diameter 1,17 m, tinggi 1,71 m, ketebalan shell 3 mm, dan kapasitas teoritis sekitar 1.838,47 liter. Identifikasi material dilakukan menggunakan X-Ray Fluorescence. Hasil pengujian menunjukkan kandungan Fe sebesar 67,37%, Cr sebesar 17,29%, Ni sebesar 10,88%, dan Mo sebesar 2,11%. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa material tangki memiliki karakteristik yang sesuai atau mendekati *Stainless steel* 316.

Evaluasi ketebalan shell dilakukan menggunakan pendekatan one-foot method berdasarkan API 650. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ketebalan minimum shell yang dibutuhkan adalah 1,05 mm. Ketebalan aktual shell sebesar 3 mm lebih besar daripada kebutuhan minimum tersebut, sehingga shell dinilai memadai untuk menerima tekanan hidrostatik pada kondisi operasi yang direncanakan, berdasarkan API 650 minimal ketebalan shell dapat dihitung melalui 1-foot method, sebagai berikut:

$$t_d = \frac{4.9D(H - 0.3)G}{S_d} + CA$$

Tabel 1. Data dari Evaluasi Tangki Eksisting

Parameter	Nilai
Diameter Tangki	1,17 m
Tinggi tangki	1,71 m
Kapasitas	1.838,47 liter
Ketebalan <i>shell</i> aktual	3 mm
Ketebalan minimal <i>shell</i>	1,05 mm
Material tangki	<i>Stainless steel</i> SA-240 grade 316

Perancangan Baffle

Baffle dirancang menggunakan pelat *Stainless steel* SA-240 Grade 304 dengan ketebalan 3 mm. Sekat dibuat dengan sudut kemiringan 10° dan dipasang secara bertingkat untuk mengarahkan aliran fluida. Penentuan jumlah *baffle* dilakukan melalui pengujian skala laboratorium menggunakan variasi tiga, empat, dan lima sekat. Sampel pengujian terdiri atas 300 ml oli dan 100 ml air. Campuran dihomogenisasi dengan membalik wadah

sebanyak sepuluh kali, kemudian didiamkan hingga terbentuk batas fase yang jelas. Setiap variasi diuji sebanyak dua kali dan dihitung nilai rata-rata waktu pemisahannya.

Tabel 2. Data Percobaan *Baffle* Hasil Skala Lab

<i>Stage Baffle</i>	Rata-rata waktu pemisahan (Jam)
3 <i>Stage</i>	2,2999
4 <i>Stage</i>	1,46155
5 <i>Stage</i>	1,7973

Konfigurasi empat sekat menghasilkan waktu pemisahan paling singkat, yaitu sekitar 1 jam 28 menit. Penggunaan tiga sekat belum mampu mengarahkan aliran secara optimal, sedangkan penggunaan lima sekat menambah hambatan dan perubahan arah aliran. Berdasarkan hasil tersebut, konfigurasi empat sekat dipilih sebagai desain akhir karena memberikan keseimbangan antara waktu pemisahan, kestabilan aliran, dan kemudahan perawatan.



Gambar 3. Percobaan Penentuan Jumlah *Baffle*

Perhitungan Load Design

Analisis load design dilakukan untuk memastikan tangki mampu menerima beban selama pengoperasian[5]. Beban yang diperhitungkan meliputi dead load dari struktur tangki, mechanical load dari komponen tambahan, serta hydrostatic load dari fluida di dalam tangki, dalam menghitung pembebanan pada struktur tangki terdapat 3 pembebanan yang harus diperhatikan yakni:

1. Pembebanan mati atau *dead load*

$$q_{bottom} = \frac{W_{bottom}}{A}$$

2. Pembebanan hidrostatik

$$q_h = \rho \cdot g \cdot h$$

3. Pembebanan mekanik

$$q_{mech} = \frac{W}{A}$$

4. Pembebanan kombinasi

- Stored liquid load

Massa fluida

$$M_f = \rho \times V$$

Beban fluida

$$F = M_f \times g$$

- Roof live load

Luas roof:

$$A_r = \frac{\pi D^2}{4}$$

Beban roof:

$$L_r = q_r \times A_r$$

- Fluid and internal pressure

$$F_l = m_l + F + P_i$$

- Wind and exstrenal pressure

$$L_c = D_l + W + F_p P_e$$

- Gravity load

$$G_l = m_t + L_r + F_p P_e$$

5. Total Pembebanan

Dead load + Hydrostatic Load + mechanical Load + Combine Load

Tabel 3. Hasil perhitungan pembebanan

Parameter	Nilai
<i>Dead load</i>	$197701 \times 10^{-8} \text{ MPa}$
Pembebanan hidrostatik	$1373400 \times 10^{-8} \text{ MPa}$
Pembebanan mekanik	$215820 \times 10^{-8} \text{ MPa}$
Pembebanan kombinasi	$0,2384 \text{ MPa}$
Total jumlah pembebanan	$0,2563 \text{ MPa}$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *hydrostatic load*, *dead load*, *mechanical load*, dan *combine load* menghasilkan total beban sebesar $0,2563 \text{ MPa}$. Sementara itu, material *Stainless steel 304* yang digunakan memiliki allowable yield strength minimum sebesar 137 MPa berdasarkan ASME II PART D. Dengan demikian, besarnya beban operasi yang diterima tangki sangat kecil dibandingkan kemampuan material untuk menahan deformasi plastis. Selain itu, *bottom plate* yang digunakan memiliki ketebalan 6 mm dan telah memenuhi ketebalan minimum yang dijadikan acuan berdasarkan API 650. Berdasarkan hasil tersebut, tangki eksisting dinilai aman dan layak digunakan sebagai *Oily water Settling Tank* pada kondisi operasi yang direncanakan.

Fabrikasi *Oily Water Settling Tank*

Fabrikasi unit dilakukan berdasarkan visualisasi desain 3 dimensi *Oily Water Settling Tank*, proses pemotongan material, pembuatan lubang, pembuatan ulir, pengelasan, pembuatan *baffle*, dan perakitan komponen. Pelat bottom dipotong menggunakan plasma cutting, sedangkan pelat *baffle* dipotong menggunakan shearing machine. Pipa *inlet* dan *outlet* serta angle bar support dipotong menggunakan sawing machine. Sambungan *bottom plate*, *baffle*, dan leg support dilas menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding. Elektroda ER308 berdiameter $2,6 \text{ mm}$ digunakan pada pelat *baffle* setebal 3 mm , sedangkan elektroda berdiameter $3,2 \text{ mm}$ digunakan pada *bottom plate* dan leg support. Arus pengelasan *baffle* dikendalikan untuk mencegah penetrasi berlebihan dan terbentuknya lubang pada pelat. Pengelasan *inlet* dan *outlet* terhadap shell dilakukan menggunakan Gas Tungsten Arc Welding dengan filler rod ER308. Metode ini dipilih karena shell memiliki ketebalan 3 mm sehingga membutuhkan pengendalian masukan panas yang lebih presisi. Sambungan yang digunakan pada proses fabrikasi adalah fillet weld

Gambar 4. *Baffle*

Gambar 5. Hasil optimalisasi Tangki eksisting

Pengujian Unit

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kualitas hasil fabrikasi dan memastikan unit dapat digunakan pada kondisi operasi. Pemeriksaan awal dilakukan menggunakan visual testing untuk mengidentifikasi cacat permukaan seperti retak, porositas, undercut, ketidakrataan logam las, dan ketidaksesuaian posisi komponen. *Dye penetrant test* dilakukan pada sambungan las untuk mendeteksi diskontinuitas terbuka yang tidak terlihat melalui pemeriksaan visual. Tahap pengujian meliputi pembersihan permukaan, aplikasi *penetrant*, pembersihan sisa *penetrant*, aplikasi developer, dan pemeriksaan indikasi cacat. Leak test dilakukan dengan mengisi tangki menggunakan fluida hingga level pengujian. Pemeriksaan dilakukan pada sambungan *bottom plate*, *inlet*, *outlet*, *valve*, *fitting*, dan bagian hasil pengelasan. Hasil pemeriksaan digunakan untuk memastikan tidak terdapat rembesan atau kebocoran sebelum unit digunakan dalam pengujian pemisahan.



Gambar 6. Hasil uji DPT

Efektivitas Pemisahan

Pengujian efektivitas dilakukan dengan membandingkan waktu pemisahan menggunakan temporary tank tanpa *baffle* dan *Oily Water Settling Tank* dengan empat *baffle*. Fluida pengujian berasal dari dua karakteristik umpan yang berbeda dan masing-masing dilakukan sebanyak dua kali percobaan, yakni

Tabel 4. Hasil percobaan skala lapangan

Jenis limbah oli	Percobaan ke-	Temporary tank biasa	<i>Oily Water Settling Tank</i>
Limbah oli ringan	1	5,31 Jam	1,19 Jam
Limbah oli berat	2	5,15 Jam	4,49 Jam
Limbah oli dominan air	1	5,85 Jam	1,349 Jam
Limbah oli emulsif	2	12,68 Jam	4,88 Jam

Rata-rata waktu pemisahan menggunakan temporary tank adalah 7,25 jam, sedangkan *Oily Water Settling Tank* menghasilkan rata-rata waktu pemisahan sebesar 2,98 jam. Berdasarkan hasil tersebut, penggunaan unit hasil perancangan menurunkan waktu pemisahan rata-rata sebesar 58,92%. Perbedaan hasil pada setiap percobaan dipengaruhi oleh karakteristik umpan. Proses pemisahan dilanjutkan apabila kandungan air dalam oli belum mencapai target di bawah 5% sebagai batas untuk proses draining dan drumming. Umpan dengan volume air lebih besar dibandingkan oli juga membutuhkan waktu lebih lama untuk membentuk lapisan yang stabil. Kualitas umpan turut memengaruhi kecepatan pemisahan. Campuran oli dan air yang membentuk emulsi relatif stabil membutuhkan waktu lebih lama. Sebaliknya, keberadaan lumpur dapat mempercepat pembentukan lapisan karena lumpur memiliki densitas lebih tinggi dan cenderung mengendap pada bagian bawah tangki. Meskipun demikian, kandungan lumpur tetap perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kualitas hasil pemisahan dan meningkatkan kebutuhan pembersihan unit.

Efektivitas penggunaan unit juga ditinjau dari aspek pengoperasian dan perawatan. Sambungan camlock pada *inlet* mempermudah pemasangan dan pelepasan selang, sedangkan gate *valve* pada *outlet* memungkinkan fluida dikeluarkan secara bertahap untuk mengurangi risiko pencampuran kembali. *Baffle* dapat dilepas untuk memudahkan proses inspeksi dan pembersihan. Komponen *valve*, selang, fitting, dan filter menggunakan sambungan mekanis sehingga dapat dibongkar tanpa melakukan pemotongan atau pengelasan ulang. Berdasarkan hasil pengujian dan implementasi, unit dinilai lebih efektif dibandingkan temporary tank dalam mendukung proses pengisian, pemisahan, draining, drumming, filtrasi, dan perawatan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, fabrikasi, dan pengujian, *Oily Water Settling Tank* berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan tangki eksisting melalui pendekatan reverse engineering. Perancangan dilakukan dengan menyesuaikan dimensi, material, kapasitas, dan kondisi struktur tangki, kemudian menambahkan komponen berupa *baffle*, *inlet*, *outlet*, *valve*, camlock, leg support, dan unit filtrasi. Hasil pengujian material menggunakan X-Ray Fluorescence menunjukkan bahwa tangki eksisting memiliki komposisi yang sesuai atau mendekati

Stainless steel 316, sehingga dinilai layak digunakan sebagai unit utama pemisahan oli dan air. Penentuan konfigurasi *baffle* dilakukan melalui pengujian skala laboratorium dengan variasi tiga, empat, dan lima sekat. Konfigurasi empat *baffle* dengan sudut kemiringan 10° menghasilkan waktu pemisahan paling cepat, yaitu rata-rata 1,46155 jam atau sekitar 1 jam 28 menit. Konfigurasi tersebut dipilih karena mampu memberikan keseimbangan antara kestabilan aliran, waktu tinggal fluida, efektivitas pemisahan, dan kemudahan perawatan.

Pada pengujian lapangan, penggunaan *Oily Water Settling Tank* mampu menurunkan rata-rata waktu pemisahan dari 7,25 jam pada temporary tank menjadi 2,98 jam. Hasil tersebut menunjukkan penurunan waktu pemisahan sebesar 58,92%. Perbedaan waktu pemisahan pada setiap pengujian dipengaruhi oleh karakteristik umpan, perbandingan volume air dan oli, kestabilan emulsi, kandungan lumpur, serta pencapaian target kandungan air dalam oli di bawah 5% sebelum proses drumming dilakukan. Hasil evaluasi struktur menunjukkan bahwa ketebalan aktual shell sebesar 3 mm lebih besar daripada ketebalan minimum teoritis sebesar 1,05 mm. Tekanan hidrostatik maksimum yang bekerja pada shell juga masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk kondisi operasi yang direncanakan. Selain mempercepat proses pemisahan, penggunaan camlock, gate valve, *baffle* yang dapat dilepas, dan sistem filtrasi juga meningkatkan kemudahan pengoperasian, draining, drumming, pembersihan, serta perawatan unit. Dengan demikian, *Oily Water Settling Tank* yang dirancang mampu memberikan kinerja pemisahan yang lebih efektif dan lebih praktis dibandingkan temporary tank tanpa *baffle*.

REFERENSI

- [1] PT BADAK NGL. (2014). MANUAL BOOK WASTE WATER TREATMENT PLANT. BONTANG
- [2] American Petroleum Institute. (2021). API STANDARD 650 THIRTEENTH EDITION
- [3] Agus Setiorini, I., Arif Pratama, S., Yudhianto, A., & Studi Teknik Pengolahan Migas Politeknik Akamigas, P. (2022). *PENGARUH NILAI WAKTU TINGGAL (WT) PADA ALAT SEPARATOR TIPE VERTIKAL DUA FASA PADA INDUSTRI MINYAK DAN GAS THE EFFECT OF RESIDENCE TIME (RT) ON TWO-PHASE VERTICAL TYPE SEPARATORS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY* (Vol. 13, Issue 01).
- [4] Hasil, J., Ilmiah, K., Fathony Akbar, I., Yudo, H., & Mulyatno, P. (2020). JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisis Kekuatan Tangki Penyimpanan Crude Oil 38T-104 Berbentuk Silinder dengan Tipe External Floating Roof pada PT Pertamina RU IV Cilacap. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(1). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [5] Dwi Sulisty, J., & Suharyadi, H. (2024). EVALUASI SISA USIA PADA TANGKI CPU-T-1013/00 DI PERTAMINA MENGGUNG. In *Jepri Dwi Sulisty, SNTEM* (Vol. 4).
- [6] Bruno, P., Bruno, F., di Bella, G., Napoli, E., & de Marchis, M. (2025). CFD study on the effect of the baffles geometry in sedimentation efficiency in wastewater treatments through Large Eddy Simulations. *Journal of Environmental Management*, 373. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123536>
- [7] SECTION II ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code. (n.d.). Retrieved <https://www.asme.org/shop/certification-accreditation>.
- [8] Inox, E. (2010). Performance of Stainless Steels in Waste Water Installations. In *Materials and Applications Series* (Vol. 13). www.turkpasder.com
- [9] *A&G Guide to Stainless Steel Tank Supports*. (n.d.). Retrieved July 3, 2026, from <https://www.agengineering.com.au/ag-guide-to-stainless-steel-tank-supports/>
- [10] Eko Prasetyo, H. H. (2023). Analisis Kekuatan Las Pada Sambungan Bejana Tekan Decolorizer. *Journal UNIVPANCASILA*

- [11] Candra, F. (2022). *ANALISIS PENYAMBUNGAN LAS GTAW (GAS TUNGSTEN ARC WELDING) / TIG MENGGUNAKAN MESIN LAS SMAW (SHIELDED METAL ARC WELDING)*. Bangka Belitung: Repository POLMAN
- [12] *Learn About Underground Storage Tanks*. (n.d.). Retrieved July 3, 2026, from <https://www.epa.gov/ust/learn-about-underground-storage-tanks>
- [13] Teknik Mesin, J. (2024). *RANCANG BANGUN ALAT BANTU PELEPAS DAN PEMASANGAN 3 PHASE ELECTRICAL PLUG IP44 AND CONNECTOR IP67 DENGAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT SKRIPSI Oleh: Reza Purnama NIM. 2002411007 PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR POLITEKNIK NEGERI JAKARTA*.
- [14] Ramaswamy, R., & Ulrich, K. (1993). *El~gineering esign Augmenting the House of Quality with Engineering Models* (Vol. 5).
- [15] API 421, “American Petroleum Institute 2001 Survey on Petroleum Industry Occupational Injuries, Illnesses, and Fatalities Summary Report: Aggregate Data Only,” 2002.
- [16] T. Darvishzadeh, B. Bhattarai, dan N. v. Priezjev, “The critical pressure for microfiltration of oil-in-water emulsions using slotted-pore membranes,” Mei 2018, doi: 10.1016/j.memsci.2018.06.020.
- [17] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (n.d.). [A Textbook for the Students of B A TEXTBOOK OF A TEXTBOOK OF A TEXTBOOK OF A TEXTBOOK OF A TEXTBOOK OF Top. In *Engg. Services*.