

Evaluasi Oil Catcher Tipe Corrugated Plate interceptor Terhadap Manfaat Penurunan Kadar Limbah Cair Minyak dan COD di Unit Kilang Minyak Cepu, Jawa Tengah.

Chara Laurida Malau¹, Elvis Umbu Lolo², Widiyanto³.

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Teknologi Solo
E-mail Koresponding : eumbulolo@yahoo.co.id

Diterima :01 Juni 2026

Disetujui: 10 Juni 2026

ABSTRAK

Sumber limbah cair minyak yang berasal dari proses kilang minyak akan masuk kedalam bak penangkap minyak, oleh karena itu harus diketahui kapasitas dari oil catcher tipe CPI dan factor-faktor yang berpengaruh terhadap penurunan kadar limbah cair minyak dan COD. Penelitian bertujuan mengetahui kapasitas dari oil catcher tipe CPI, mengetahui jenis komponen pencemar yang ada dalam limbah cair sebelum maupun sesudah diolah di dalam oil catcher tipe CPI, mengetahui besar penurunan kadar limbah cair setelah melalui oil catcher, mengetahui besarnya efisiensi dari oil catcher tipe CPI. Metodologi penelitian menggunakan uji hipotesa untuk mengetahui hubungan antara kadar minyak dan COD yang ada dalam limbah cair. Hasil dari perhitungan untuk kapasitas dari oil catcher sebesar 15,2 m³/jam untuk satu bak dan debit per jam sebesar 7,5 m³/jam sehingga debit belum melampaui kapasitas bak. Penurunan kadar minyak dan COD sebesar 998,11 mg/l dan komponen pencemar sebelum dan sesudah diolah di dalam oil catcher mengandung unsure minyak. Efisiensi dari oil catcher sebesar 90,73%, sedangkan hasil perhitungan limbah cair berdasarkan standar deviasi, standar skor, standar error dan uji hipotesis menggunakan t-test diperoleh data $t_{hitung} < t_{tabel}$ yaitu $-1,678 < 2,45$. Hal tersebut berarti bahwa antara kadar minyak dan COD tidak memiliki perbedaan karena COD yang ada merupakan bagian dari minyak.

Kata Kunci: CPI, Evaluasi, Oil Catcher, Limbah Cair

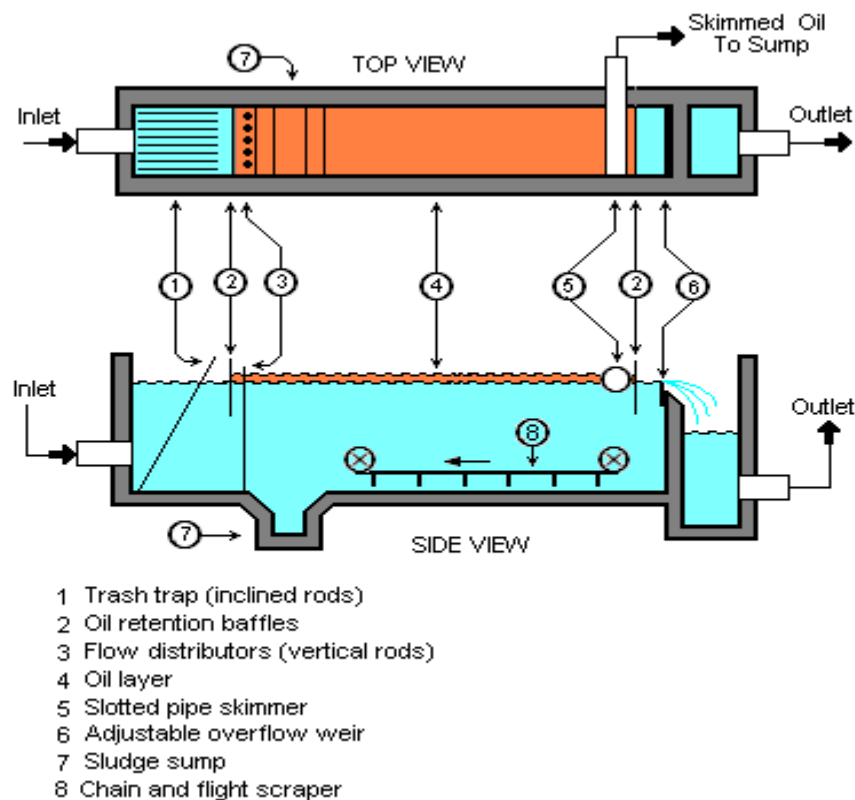
ABSTRACT

Oil wastewater from the oil refinery process enters the oil-catching tank; therefore, it is essential to determine the capacity of the CPI-type oil catcher and the factors influencing the reduction of oil content and COD levels. This study aims to determine the capacity of the CPI-type oil catcher, identify the types of pollutants present in the wastewater before and after treatment, measure the reduction in wastewater contaminant levels after passing through the unit, and calculate the efficiency of the CPI-type oil catcher. The research methodology employs hypothesis testing to examine the relationship between oil content and COD levels in the wastewater. Calculations indicate a CPI oil catcher capacity of 15.2 m³/hour per tank and an hourly flow rate of 7.5 m³/hour, meaning the flow rate remains within the tank's capacity. The reduction in oil and COD levels amounted to 998.11 mg/L, and pollutant analysis confirmed the presence of oil components both before and after treatment. The oil catcher achieved an efficiency of 90.73%. Statistical analysis—incorporating standard deviation, standard scores, standard error, and a t-test—yielded a result where $t_{calculated} < t_{table}$ ($-1.678 < 2.45$). This indicates no significant difference between the oil content and COD levels, as the measured COD is attributable to the oil content itself.

Key words: CPI, Evaluation, Oil Catcher, Wastewater

1. Pendahuluan

Unit pengolahan minyak yaitu yang dikenal sebagai kilang minyak merupakan sarana untuk mengolah minyak mentah menjadi produk bahan setengah jadi dan bahan jadi yang siap digunakan. Selama kegiatan pengolahan minyak berlangsung maka tiap unit pengolahan tersebut akan menghasilkan limbah, baik limbah padat, limbah cair maupun gas[1]. Limbah padat yang dihasilkan berupa lumpur (*sludge*) yang berasal dari kegiatan pengolahan sedangkan untuk gas berasal dari kegiatan pembakaran di *furnace* (tungku pemanas)[2]. Limbah cair yang dihasilkan selama proses pengolahan minyak di unit kilang masih mengandung bahan baku minyak bahan kimia pembantu yang berbahaya dan beracun [3][4]. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak bumi di kilang umumnya masih mengandung minyak dan lemak (*oil and grease*), hidrokarbon aromatik seperti benzena, toluena, etilbenzena, dan xilena (BTEX), fenol, sulfida, amonia, serta residu bahan kimia proses seperti natrium hidroksida (NaOH), asam sulfat (H_2SO_4), monoetanolamin (MEA; C_2H_7NO), koagulan, flokulan, dan inhibitor korosi yang berasal dari berbagai tahapan proses pengolahan minyak bumi [5][6][7]. Senyawa-senyawa tersebut dapat meningkatkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), toksisitas, serta potensi pencemaran badan air apabila limbah tidak diolah secara memadai sebelum dibuang ke lingkungan [8][9][7]. Oleh karena itu apabila limbah cair ini dibuang ke perairan tanpa diolah terlebih dahulu, maka akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Pusdiklat Migas Cepu mengolah limbah cair minyak tersebut dalam suatu bak yang disebut *oil catcher*. Bentuk dan disain dari *oil catcher* seperti terlihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Oil Catcher [10]

Fungsi oil Catcher adalah menangkap minyak bebas yang ada dalam limbah cair minyak [11], mereduksi pencemar minyak sebelum masuk pada tahap pengolahan lanjutan, menjaga pompa, pipa serta peralatan pengolahan dari dampak minyak[12], menaikkan efisiensi peralatan API, CPI, DAF dan proses pengolahan biologi serta mengurangi konsentrasi minyak dan lemak (*oil and grease*) sehingga dapat memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan pemerintah[10].

Limbah yang masuk ke unit pengolahan limbah harus melalui 3 oil catcher untuk menurunkan kadar minyaknya. Oil catcher tipe API I (*American Petroleum Institute*), CPI (*Corrugated Plate Interceptor*) dan API II

(*American Petroleum Institute*). API dan CPI adalah peralatan pengolahan limbah cair dalam industri perminyakan yang mekanisme kerjanya melakukan pemisahan berdasarkan berat jenis[13].

Kadar minyak yang melalui oil catcher harus memiliki kadar yang rendah sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan. Corrugated Plate Interceptor (CPI) merupakan salah satu unit pengolahan awal (*primary treatment*) pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri minyak dan gas bumi yang berfungsi memisahkan minyak bebas (*free oil*), padatan tersuspensi, dan air limbah berdasarkan perbedaan massa jenis (*gravity separation*)[14]. Pemisahan gravitasi (*gravity separation*) merupakan proses utama untuk memisahkan minyak bebas dari air limbah kilang[15]. Unit API (*American Petroleum Institute Separator*) Separator ini banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi pemisahan minyak sebelum air limbah memasuki proses pengolahan lanjutan, seperti flotasi, pengolahan biologis, atau filtrasi.[16][1].

Beberapa penelitian telah mengkaji topik penelitian ini: [17] menemukan bahwa CPI dinilai efektif sebagai pretreatment untuk memisahkan minyak bebas sebelum pengolahan lanjutan. Namun, CPI memiliki keterbatasan dalam menghilangkan minyak teremulsi dan senyawa organik terlarut sehingga diperlukan proses lanjutan agar memenuhi baku mutu COD. Sementara [18] menemukan bahwa adanya pengaruh desain corrugated plate terhadap efisiensi pemisahan minyak-air. Studi lain menurut [19] menemukan performa CPI berdasarkan parameter oil content. Efisiensi penyisihan minyak mencapai kisaran lebih dari 80% pada kondisi operasi normal. Faktor yang paling berpengaruh adalah kecepatan aliran, ukuran droplet minyak, kondisi corrugated plate, serta waktu tinggal fluida. Penelitian menyimpulkan bahwa CPI masih efektif sebagai unit pemisahan minyak bebas (*free oil separator*). Menurut [20] kemampuan sistem IPAL berbasis CPI dalam menurunkan Biochemical Oxygen Demand (BOD). Nilai BOD setelah pengolahan mengalami penurunan menunjukkan bahwa CPI mampu mengurangi sebagian beban organik sebelum memasuki unit biologis.[16] menjelaskan bahwa unit CPI masih mampu menurunkan COD secara signifikan dan memenuhi fungsi sebagai unit pengolahan primer sebelum proses lanjutan. Efisiensi dipengaruhi oleh waktu tinggal (*hydraulic retention time*), debit aliran, dan kondisi fisik pelat bergelombang.

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, masih terdapat beberapa keterbatasan yaitu penelitian ini telah dilakukan di luar negeri akan tetapi belum dilakukan di Indonesia yaitu menggunakan CPI untuk mengolah limbah cair minyak dan COD. Selain itu Penelitian di Indonesia (khususnya di PPSDM Migas Cepu) lebih banyak mengevaluasi satu parameter kualitas air limbah, yaitu COD, BOD, atau oil content secara terpisah. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kemampuan CPI untuk mengolah limbah minyak dan COD di Pusdiklat Migas Cepu, Jawa Tengah, Indonesia.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimental yaitu penelitian terapan skala laboratorium. Lokasi penelitian dilakukan di Pusdiklat Migas Cepu yang beralamat di jalan Sorogo No. 1 Cepu, Jawa Tengah dengan objek penelitian adalah limbah cair minyak yang berasal dari unit kilang.

Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi data primer, data sekunder dan wawancara. Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, buku referensi dan data dari instansi terkait.

Variabel penelitian ini meliputi :

1. Variabel bebas (*independent*) adalah debit limbah cair, bilangan Reynold dan bilangan Fraude.
2. Variabel terikat (*dependent*) adalah COD dan minyak

Uji standar data dilakukan untuk mengetahui keakuratan data dapat dipergunakan sebagai sampel penelitian.

Uji standar ini dicari dengan cara statistik. Adapun uji standar yang digunakan sebagai berikut :

a. Uji Standar Deviasi

Sutrisno Hadi (2001, 264) menyatakan bahwa standar deviasi merupakan salah satu standar pengukuran variasi yang terpenting dalam penelitian. Standar deviasi merupakan salah satu ukuran penyebaran (*dispersion*) yang menunjukkan besarnya variasi data terhadap nilai rata-ratanya[21].

Rumus Standar Deviasi :

$$SD = \frac{\sqrt{\sum X^2}}{N}$$

b. Uji Standar Skor

Standar skor menunjukkan keberadaan angka kasar pada rata-rata yang berfungsi untuk tinggi rendahnya data terhadap hasil mean.

Rumus Standar Skor :

$$Z = \frac{X - M}{SD}$$

c. Uji Standar Error

Standar kasalahan mean (standar error of the mean) sebagai suatu estimasi tentang standar deviasi dari suatu distribusi mean-mean yang diperoleh dari sampel-sampel yang diambil secara random terus-menerus dari populasinya.

Rumus Standar Error :

$$SD_M = \frac{SD}{\sqrt{N-1}}$$

Uji hipotesis dilakukan dengan cara statistik. Perhitungan uji hipotesis dengan menggunakan rumus t-test untuk mencari perbedaan antara kadar minyak dengan kadar COD dalam zat cair.

Rumus t-test :

$$t = \frac{m_1 - m_2}{SD} \cdot \frac{\sqrt{1}}{n_1} + \frac{1}{n_2}$$

Dalam penelitian dihitung efisiensi penurunan kadar minyak dan COD setelah melewati oil catcher.

$$\text{Rumus Efisiensi : } E = \frac{Co - Ci}{Co} \times 100\%$$

Dimana :

E = Efisiensi (%)

Co = Konsentrasi minyak dan COD sebelum masuk oil catcher

Ci = Konsentrasi minyak dan COD setelah masuk oil catcher.

3. Hasil Penelitian

Hasil data penelitian dikelompokkan menjadi 7 kelompok, satu kelompok berdasarkan pada lamanya waktu, yaitu satu jam. Dalam bukunya yang berjudul Metodologi Research [22] menyatakan bahwa standar deviasi merupakan salah satu standar pengukuran variasi yang terpenting dalam penelitian, sebab standar deviasi untuk mengetahui normal tidaknya suatu sampel penelitian. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh SD untuk minyak sebesar 4,02. Hasil ini menunjukkan bahwa sampel yang digunakan normal. Sampel yang normal tersebut ditunjukkan hasil dari standar skor sebesar +18,40. Artinya, angka kasar terletak 1 SD diatas mean. Standar error diperoleh hasil sebesar 1,64; artinya sampel diterima [22].

Perhitungan COD diperoleh hasil SD sebesar 31,49. Hasil ini menunjukkan bahwa sampel yang digunakan normal. Sampel yang normal tersebut ditunjukkan hasil dari standar skor sebesar +16,82. Artinya, angka kasar terletak 1 SD diatas mean. Standar error diperoleh hasil sebesar 13,04; artinya sampel diterima [22].

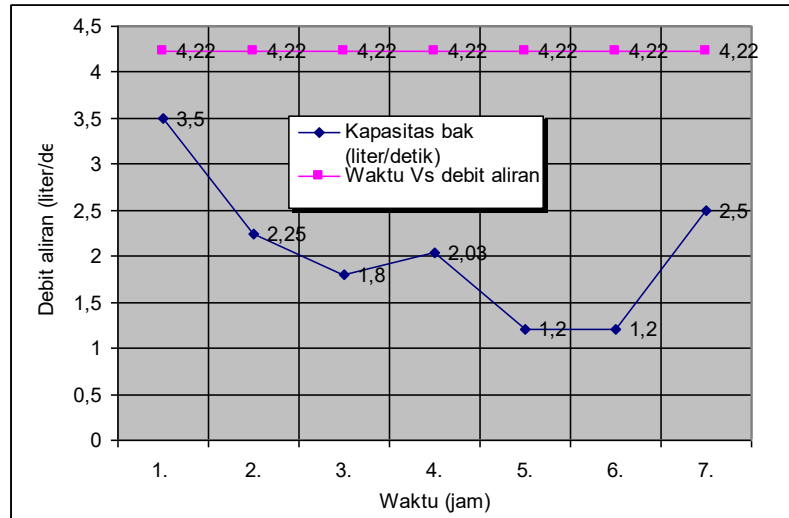
Untuk mengetahui perbedaan antara kadar minyak dengan kadar yang terkandung dalam larutan zat cair menggunakan rumus uji t-test. Berdasarkan hasil perhitungan dengan taraf signifikan 5% diperoleh $t_{hitung} < t_{tabel}$ atau $-1,678 < 2,45$. Hasil yang demikian ini menyatakan bahwa kadar minyak dan COD dalam air limbah tidak ada perbedaan. Oleh karena itu, tidak ada perbedaan antara kadar minyak dan COD dalam limbah. Berdasarkan hasil tersebut, maka hipotesis yang menyatakan bahwa besarnya kadar minyak akan diikuti oleh besar kadar COD diterima kebenarannya. Hasil perhitungan kapasitas oil catcher tipe CPI diperoleh hasil sebesar 15,2 m³/jam (untuk satu bak) sehingga kapasitas bak masih dapat menerima beban limbah cair yang memiliki debit sebesar 7,5 m³/jam

Adapun kemampuan minimum diameter partikel yang dapat dipisahkan oleh oil catcher tipe CPI sebesar 0,0516 mikron dengan kecepatan pengapungan sebesar 3,61 x 10⁻³/detik.

Komponen pencemar dalam limbah cair terdiri berbagai macam zat. Warna limbah cair minyak berwarna coklat kekuning-kuningan dikarenakan unsur minyak adalah unsur yang paling banyak terkandung limbah cair. Komponen pencemar dalam limbah cair sebelum dan sesudah diolah di dalam oil catcher tipe CPI mengandung unsur minyak. Besar penurunan kadar limbah setelah dihitung melalui oli catcher tipe CPI diperoleh hasil 998,11 mg/l.

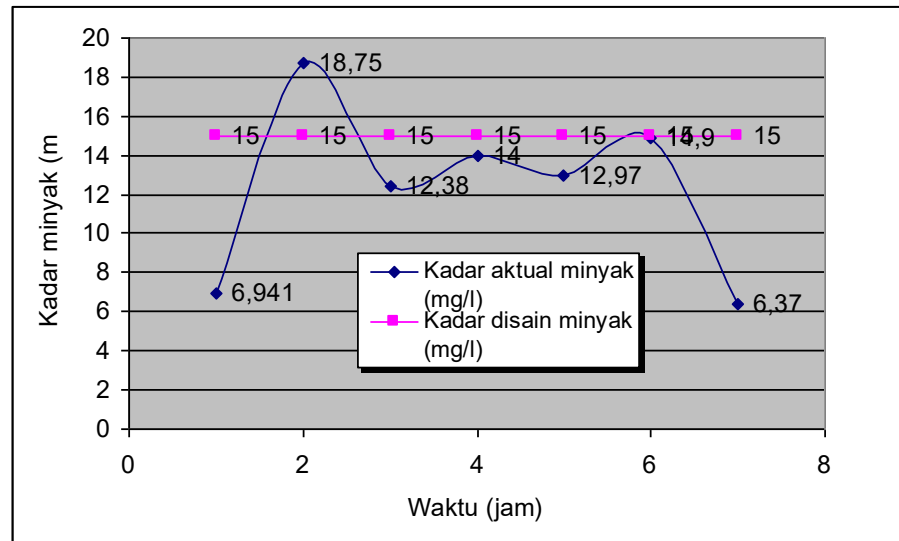
Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil bilangan Fraude < 10, oleh karena itu debit yang terlalu kecil berpengaruh terhadap bilangan Fraude, yang berdampak pada kestabilan aliran tidak bisa terpenuhi. Apabila

bilangan Fraude terpenuhi, maka akan terjadi aliran yang stabil pada alat perangkap minyak. Hal ini akan berpengaruh terhadap hasil pemisahan minyak yang berarti kadar minyak pada effluen rendah. Hasil pengamatan pada effluen dapat diketahui sebagai berikut :



Gambar .1 Grafik Debit Aliran.

Dari gambar grafik 1 dapat dilihat bahwa debit aliran masih jauh dibawah kapasitas bak yaitu 15,2 m³/jam atau 4,22 l/detik dan debit aliran terlalu kecil. Sedangkan kadar minyak yang diharapkan keluar setelah melalui oil cather tipe Corrugated Plate Interceptor adalah 15 m/l. Dibawah ini disajikan gambar yang menunjukkan kadar desain minyak dengan kadar minyak aktual.



Gambar 2 Grafik Aktual dan Desain Minyak.

Berdasarkan hasil grafik gambar 2 di atas dapat diketahui bahwa hasil pembuangan kadar limbah minyak tidak stabil. Ketidakstabilan penurunan kadar minyak dan COD dapat dilihat dari hasil perhitungan SD, karena kadar minyak yang seharusnya adalah 13,97 mg/l (kadar maksimum), dan 10,69 mg/l (kadar minimum), sedang untuk COD adalah 102,60 mg/l (kadar maksimum) dan 76,52 mg/l (kadar minimum).

Ketidakstabilan kadar minyak selain disebabkan oleh debit limbah cair dapat juga disebabkan oleh faktor-faktor lain. Faktor-faktor lain tersebut diantaranya yaitu :Kebersihan bak tidak terjaga dengan baik. Bak hanya dibersihkan apabila sudah kotor. Kondisi sel mulai kotor atau tersumbat, hal ini akan menyebabkan bilangan

Reynold menjadi tinggi dan akibatnya kadar minyak pada effluen naik.

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa mean debit air sebesar $7,5 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan $Fr = 9,27 \times 10^{-6} > 10^{-5}$. Adapun syarat untuk mencapai aliran yang stabil diperlukan $Nfr > 10^{-5}$, namun bilangan fraude yang dihasilkan lebih kecil dari 10^5 . Dengan demikian hasil kerja penurunan limbah cair kurang begitu stabil sebab belum memnuhi persyaratan pada $Nfr > 10^{-5}$.

Perhitungan efisiensi penurunan kadar minyak dan COD melalui oil catcher tipe CPI diperoleh hasil sebesar 998,11 mg/l. Dengan hasil yang demikian ini dapat disimpulkan bahwa efisiensi penurunan kadar limbah cair minyak yang melalui oil catcher tipe CPI sebesar 90,73% termasuk sangat tinggi. Besarnya prosentase 90,73% termasuk sangat tinggi. Arikunto (1998) memberi batasan harga koefisien prosentase sebagai berikut :Antara 80% sampai dengan 100% = sangat tinggi, antara 60% sampai dengan 79% = tinggi, antara 40% sampai dengan 59% = sedang, antara 20% sampai dengan 39% = rendah dan antara 0% sampai dengan 19% = sangat rendah

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang membahas tentang penurunan kadar limbah cair (minyak dan COD) dengan menggunakan oil catcher tipe CPI dapat disimpulkan, sebagai berikut :Hasil perhitungan besarnya kapasitas alat oil catcher tipe CPI diperoleh hasil sebesar 15,2 m/jam (untuk satu bak). Adapun kemampuan minimum diameter patikel sebesar 0,0516 mikron. Dengan demikian, alat oil catcher tipe CPI termasuk alat yang efektif. Komponen pencemar dalam limbah cair sebelum dan sesudah diolah di dalam bak penangkap minyak tipe CPI adalah minyak. Besar penurunan kadar limbah setelah melalui oil catchertipe CPI diperoleh hasil 998,11 mg/l dalam satu jam. Namun, dalam penurunan kadar limbah cair minyak dan COD debit limbah cair sangat berpengaruh karena pemisahan minyak akan terjadi dengan baik bila bilangan Reynol (Nre) lebih kecil dari 50 dan bilangan Fraude (Nfr) lebih besar dari 10 sedangkan dari perhitungan diperoleh Nfr sebesar $9,27 \times 10$. Efisien penurunan kadar limbah cair minyak melalui oil catcher tipe CPI dalam penurunan efisiensi sebesar 90,73% termasuk sangat tinggi. Perbedaan antara kadar minyak dengan kadar COD yang terkandung dalam limbah cair menggunakan rumus uji t-test dan dari hasil perhitungan dengan taraf signifikan 5% diperoleh $t_{hitung} < t_{tabel}$ atau $-1,678 < 2,45$. Hasil yang demikian ini dinyatakan bahwa kadar minyak dan COD dalam air limbah tidak ada perbedaan karena COD merupakan bagian dari minyak dalam limbah cair.

5. Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada mahasiswa Teknik Lingkungan, Universitas Kristen Teknologi Solo, atas nama Chara Laurida Malau, yang telah melakukan penelitian dan menghasilkan publikasikan artikel ilmiah ini.

6. Daftar Singkatan

API	: American Petroleum Institute
CPI	: Corrugated Plate Interceptor
COD	: Chemical Oxygen Demand
BOD	: Biological Oxygen Demand
SD	: Standar Deviasi
E	: Efisiensi
Co	: Konsentrasi minyak dan COD sebelum masuk oil catcher
Ci	: Konsentrasi minyak dan COD sesudah masuk oil catcher
BETX	: benzena, toluena, etilbenzena, dan xilena
PPSDM	: Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia
DAF	: Dissolved Air Flotation

7. Daftar Pustaka

- [1] J. G. Speight, *The Refinery of the Future*. 2020. [Online]. Available: <https://www.inspectioncopy.elsevier.com/book/details/9780128169940>
- [2] A. M. Cahyani, M. Busyairi, and J. Nurdiana, "Identifikasi Timbulan Limbah Sludge Oil dari Kegiatan Eksploitasi Dan Produksi Minyak dan Gas Bumi PT. AMC," *ReTII*, 2017, Accessed: Jul. 11, 2026. [Online]. Available: <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/706>
- [3] "Kementerian ESDM RI - Media Center - Arsip Berita - Bakteri, Pengolah Limbah Minyak Bumi yang Ramah Lingkungan." Accessed: Jul. 11, 2026. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media->

- center/news-archives/bakteri-pengolah-limbah-minyak-bumi-yang-ramah-lingkungan?utm_source=chatgpt.com
- [4] Z. Zulkifliani, "Penanggulangan Tanah Terkontaminasi oleh Limbah Minyak dari Kilang/Unit Pengolahan dengan Bios Oil Removal pada Skala Laboratorium (Tahap-I)," *Lembaran Publ. Miny. dan gas bumi*, vol. 38, no. 3, pp. 30–33, Mar. 2004, doi: 10.29017/LPMGB.38.3.760.
- [5] J. G. Speight, *The Chemistry and Technology of Petroleum*, 5th ed. CRC Press, 2014.
- [6] A. P. Institute, "Waste Management in the Petroleum Industry," American Petroleum Institute, 2019.
- [7] U. S. E. P. Agency, "Technical Development Document for the Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Petroleum Refining Point Source Category," U.S. Environmental Protection Agency, 2004.
- [8] G. Tchobanoglous, H. D. Stensel, R. Tsuchihashi, and F. L. Burton, *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*, 5th ed. McGraw-Hill Education, 2014.
- [9] APHA, AWWA, and W. E. Federation, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 24th ed. American Public Health Association, 2023.
- [10] "API Separator." Accessed: Jul. 11, 2026. [Online]. Available: https://www.thewastewaterblog.com/single-post/2016/10/20/api-separator?utm_source=chatgpt.com
- [11] "Download API Separators - the Workhorse of Refinery Wastewater Treatment Systems - Docslib." Accessed: Jul. 11, 2026. [Online]. Available: <https://docslib.org/download/13704292/api-separators-the-workhorse-of-refinery-wastewater-treatment-systems>
- [12] "Refinery Wastewater: Oil & Grease Removal | Yokogawa America." Accessed: Jul. 11, 2026. [Online]. Available: https://www.yokogawa.com/us/library/resources/application-notes/refinery-wastewater-oil-grease-removal/?utm_source=chatgpt.com
- [13] V. Kayhan, S. Paniklan, S. D. Ardiansyah, P. Prayitno, and R. Mahendra Kusuma, "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Di Ppsdm Migas Cepu," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 1, pp. 141–145, Mar. 2022, doi: 10.33795/DISTILAT.V8I1.311.
- [14] "API 421: Design & Operation of Oil-Water Separators." Accessed: Jul. 11, 2026. [Online]. Available: https://studylib.net/doc/28191401/api-421-first-edition-1990?utm_source=chatgpt.com
- [15] W. Metcalf and C. Eddy, *Metcalf and Eddy Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 2014.
- [16] E. K. Sari, S. Habiba, A. Budiono, and R. M. Kusuma, "Evaluasi Kinerja Alat Cpi (Corrugated Plate Interceptor) Pada Instalasi Pengolahan Limbah Ppsdm Migas Cepu Menggunakan Analisa Cod (Chemical Oxygen Demand)," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 1, pp. 126–132, Mar. 2022, doi: 10.33795/DISTILAT.V8I1.303.
- [17] A. I. Adetunji and A. O. Olaniran, "Treatment of industrial oily wastewater by advanced technologies: a review," *Appl. Water Sci.* 2021 116, vol. 11, no. 6, pp. 98–, May 2021, doi: 10.1007/S13201-021-01430-4.
- [18] M. Oruç and S. Yayla, "Experimental Investigation Of Oil-In Water Separation Using Corrugated Plates And Optimization Of Separation System," *Sep. Sci. Technol.*, vol. 57, no. 5, pp. 788–800, Mar. 2022, doi: 10.1080/01496395.2021.1939377.
- [19] R. Ramadhani, P. Putra, and W. R. Hatiningrum, "Evaluasi Performa Corrugated Plate Interceptor (CPI) Dengan Metode Analisa Oil Content Di Unit IPAL Kilang X," *Jounal Enviromental Sci. Sustain.*, vol. 5, no. 1, pp. 18–25, Sep. 2024, doi: 10.31331/ENVOIST.V5I1.2890.
- [20] S. Habiba, E. Kartika Sari, A. Budiono, and R. Mahendra Kusuma, "Analisa Bod Unit Ipal Sistem Cpi (Corrugated Plate Interceptor) Dan Efisiensi Kinerjanya Di Ppsdm Migas Cepu," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 487–493, Aug. 2021, doi: 10.33795/DISTILAT.V7I2.282.
- [21] R. E. Walpole, R. H. Myers, S. L. Myers, and K. Ye, *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 9th ed. Boston: Pearson, 2012.
- [22] "Methodologi research - Sutrisno Hadi - Google Books." Accessed: Jul. 06, 2026. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books/about/Methodologi_research.html?id=mbn3bCkoLMoC&redir_esc=y