

Evaluasi Efektivitas Unit API II terhadap Pencapaian Ambang Batas Air Limbah di Cepu, Jawa Tengah

Ami Fahmi^{1*}, Rieza Mahendra Kusuma²

¹Teknologi Industri Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jatinangor-Sumedang

²Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia, Minyak dan Gas Bumi, Cepu-Blora.

INFORMASI NASKAH

Diterima : 29 Oktober 2025
Direvisi : 23 Februari 2026
Disetujui : 26 Februari 2026
Terbit : 31 Maret 2026

Email korespondensi:

ami22001@mail.unpad.ac.id

Laman daring:

<https://doi.org/10.37525/sp/2026-1/1611>

ABSTRAK

Air limbah hasil kegiatan pengolahan minyak bumi mengandung berbagai senyawa organik dan anorganik yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak ditangani secara memadai. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kinerja Unit API II dalam menurunkan kadar berbagai parameter pencemar utama pada air limbah di PPSDM Migas. Contoh uji air limbah diambil pada lokasi masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) Unit API II menggunakan metode *grab sampling*, kemudian dianalisis di Laboratorium Lindungan Lingkungan PPSDM Migas. Parameter yang diuji meliputi pH, suhu, BOD₅, COD, minyak dan lemak, amonia, serta fenol. Setiap parameter diuji berdasarkan standar nasional dan internasional, antara lain SNI 6989.72:2009 untuk BOD₅, SNI 6989.73:2009 untuk COD, SNI 06-6989.10:2004 untuk minyak dan lemak, APHA 4500-NH₃ Fenat untuk amonia, serta APHA 5530-Phenols untuk fenol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Unit API II memiliki efektivitas tinggi dalam menurunkan kadar pencemar, dengan efisiensi penurunan BOD₅ sebesar 43,55%, COD sebesar 25%, minyak dan lemak sebesar 28,53%, fenol sebesar 22,07%, dan amonia sebesar 24,65%. Nilai pH (6,87–7,15) dan suhu (32,8–31,3°C) juga masih berada dalam rentang ambang batas sesuai ketentuan Peraturan menteri LH No. 19 Tahun 2010. Secara umum, Unit API II terbukti mampu menghasilkan efluen yang memenuhi standar lingkungan. Optimalisasi kinerja masih dapat dilakukan melalui penambahan *inclined plate separator* serta pemeliharaan rutin untuk meningkatkan efisiensi pemisahan minyak dan padatan tersuspensi.

Kata kunci: Air limbah, Ambang batas, API II, Parameter, PPSDM Migas



PENDAHULUAN

Air limbah hasil industri adalah salah satu penyebab utama pencemaran lingkungan, perairan dan menimbulkan risiko terhadap kesehatan manusia. Kandungan bahan organik, padatan tersuspensi, minyak dan lemak, amonia, fenol, serta berbagai senyawa beracun lainnya dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, memicu eutrofikasi, serta mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik apabila tidak diolah secara memadai (Metcalf & Eddy, 2014). Di Indonesia, tata kelola air limbah hasil industri diatur melalui Peraturan menteri LHK No. 5 Tahun 2014 serta Peraturan menteri LHK No. 16 Tahun 2019, yang mengatur ambang batas air limbah sebagai batas maksimum kadar pencemar berdasarkan kemampuan teknologi pengolahan dan daya dukung lingkungan (KLHK, 2014; KLHK, 2019). Secara khusus, untuk industri minyak dan gas bumi, pedoman ambang batas air limbah tercantum dalam Peraturan menteri LH No. 19 Tahun 2010, yang menjadi acuan dalam evaluasi efektivitas sistem pengolahan limbah pada fasilitas migas (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010).

Parameter pH dan suhu merupakan indikator dasar yang mencerminkan kondisi kimia serta kestabilan proses pengolahan air limbah. Nilai pH memengaruhi keseimbangan reaksi kimia dan aktivitas mikroorganisme, sedangkan suhu berpengaruh terhadap laju degradasi biologis serta kelarutan oksigen terlarut. Parameter BOD_5 (*Biochemical Oxygen Demand*) serta COD (*Chemical Oxygen Demand*) digunakan untuk menilai tingkat pencemaran organik, di mana BOD_5 menunjukkan kebutuhan oksigen oleh mikroba untuk menguraikan bahan organik, sementara COD menggambarkan total oksidasi senyawa organik maupun anorganik yang dapat teroksidasi secara kimia. Parameter minyak dan lemak penting untuk memantau potensi terbentuknya lapisan film di permukaan air yang dapat menghambat difusi oksigen, sedangkan amonia berfungsi sebagai indikator kandungan nitrogen yang bersifat toksik bagi organisme air pada konsentrasi tinggi. Sementara itu, fenol dikategorikan sebagai senyawa aromatik beracun yang umumnya ditemukan pada limbah industri minyak dan gas, yang dapat menimbulkan bau, warna, serta efek toksik pada biota perairan bahkan pada konsentrasi rendah (Eljaiek-Urzola et al., 2019). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 tahun 2010 menetapkan ambang batas pembuangan air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan minyak bumi dengan kadar maksimum diantaranya untuk parameter $BOD_5 \leq 80$ mg/L, $COD \leq 160$ mg/L, minyak dan lemak ≤ 20 mg/L, fenol $\leq 0,8$ mg/L, dan amonia ≤ 8 mg/L.

Dalam sistem pengolahan limbah cair industri minyak dan gas, separator tipe API (*American Petroleum Institute*) berperan sebagai unit awal untuk memisahkan minyak bebas dan sedimen melalui prinsip gravitasi dan koalesensi. Namun, efisiensinya dapat menurun terhadap minyak emulsi halus atau droplet berukuran kecil, sehingga hasil olahan kadang belum memenuhi ambang batas. Kinerja separator sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik limbah, laju alir, waktu tinggal, serta konfigurasi desain separator (Yang et al., 2014).

Di PPSDM Migas, sistem pengolahan air limbah yang bersumber dari kegiatan kilang minyak dan unit boiler dilakukan melalui rangkaian unit pemisahan bertingkat, dimulai dari tahap awal pemisahan minyak-air (API I), dilanjutkan dengan tahap klarifikasi menengah (CPI) dan diakhiri pada unit pemisahan akhir (API II). Unit terakhir ini berfungsi sebagai fase penyempurnaan proses pemisahan minyak dan padatan tersuspensi sebelum air limbah dialirkan ke Sungai Bengawan Solo. Oleh karena itu, dilakukan pemantauan kualitas air limbah secara berkala melalui analisis laboratorium terhadap parameter seperti pH, suhu, BOD_5 , COD, minyak dan lemak, amonia, serta fenol. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi performa unit pemisahan akhir serta memastikan bahwa kualitas effluen telah memenuhi ambang batas air limbah industri minyak dan gas bumi sesuai regulasi yang berlaku.



METODE PENELITIAN

Penelitian ini tergolong sebagai penelitian eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Lindungan Lingkungan PPSDM Migas selama periode 01–31 Oktober 2025. Pengambilan contoh uji dilakukan langsung di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan seluruh proses analisis dilakukan di laboratorium tersebut. Contoh uji air limbah dikumpulkan pada titik inlet dan outlet Unit API II menggunakan metode *grab sampling* atau pengambilan sesaat pada 8 Oktober 2025 pukul 08.30 WIB. Parameter yang dianalisis mencakup BOD₅ (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), fenol, amonia, minyak dan lemak, serta pH. Pengujian BOD₅ dilaksanakan dengan metode titrasi iodometri (modifikasi azida) mengacu pada SNI 6989.72:2009 dan SNI 06-6989.14:2004. Analisis COD menggunakan metode refluks tertutup secara titrimetri berdasarkan SNI 6989.73:2009, di mana contoh uji dioksidasi oleh kalium dikromat (K₂Cr₂O₇) pada suasana asam dengan katalis perak sulfat (Ag₂SO₄). Parameter fenol diuji menggunakan metode kolorimetri 4-aminoantipyrine (reaksi Emerson) sesuai APHA 5530-Phenols. Pengukuran kadar amonia mengacu pada metode Fenat (APHA 4500-NH₃), sementara pH diukur dengan pH meter sesuai SNI 6989.11:2019. Analisis minyak dan lemak dilakukan secara gravimetri mengikuti SNI 06-6989.10-2004. Seluruh hasil pengujian disandingkan dengan ambang batas air limbah yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 untuk kegiatan pengolahan minyak bumi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Parameter pH dan Suhu

Parameter pH dan suhu digunakan untuk menilai kesesuaian karakteristik air limbah sebelum dilepaskan ke badan air penerima. Nilai pH menggambarkan tingkat keasaman atau kebasaan yang berpengaruh terhadap kestabilan senyawa kimia dan daya tahan organisme akuatik. Air limbah dengan pH rendah (bersifat asam) dapat menimbulkan korosi dan bersifat toksik, sedangkan pH tinggi (basa) dapat mengganggu keseimbangan biologis serta memengaruhi ketersediaan nutrisi (Metcalf & Eddy, 2014). Berdasarkan ambang batas lingkungan (KLHK, 2019), rentang pH yang diizinkan adalah 6–9.

Sementara itu, suhu air limbah mempengaruhi kadar oksigen terlarut (DO), reaksi kimia, dan aktivitas biologis di perairan. Air limbah dengan suhu terlalu tinggi dapat menurunkan kelarutan oksigen sehingga mengurangi suplai oksigen bagi organisme akuatik. Kondisi ini dapat mempercepat proses eutrofikasi dan menimbulkan stres termal pada biota air (Marois-Fiset et al., 2013). Selain itu, perbedaan suhu antara limbah dan badan air penerima juga dapat menyebabkan *shock thermal*, yang mengganggu keseimbangan ekosistem dan menurunkan keanekaragaman hayati (CareWater Solutions, 2023). Oleh karena itu, pengendalian suhu dan pH menjadi kriteria penting agar limbah memenuhi ambang batas sesuai Peraturan menteri LHK No. 19 Tahun 2010.

Tabel 1. pH dan Suhu pada lokasi masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) API II.

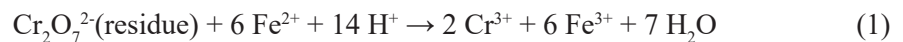
Titik Pengambilan Contoh uji	pH	Suhu (°C)
Inlet API II	6.87	32.8
Outlet API II	7.15	31.3

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai pH air limbah pada inlet API II sebesar 6,87 dan pada outlet sebesar 7,15, keduanya masih berada dalam rentang ambang batas 6,0–9,0 sesuai Peraturan menteri LHK No. 19 Tahun 2010. Peningkatan pH pada inlet ke outlet memberikan gambaran bahwa proses di unit API II efektif menstabilkan pH air limbah melalui pengurangan senyawa asam atau proses netralisasi alami. Sementara itu, temperatur air limbah menurun dari 32,8°C menjadi 31,3°C, masih jauh

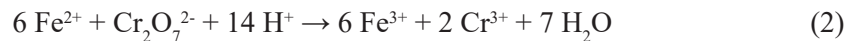
di bawah batas maksimum 45°C. Penurunan suhu ini mencerminkan bahwa proses pengolahan berhasil membantu menurunkan suhu air limbah, sehingga tidak membahayakan bagi lingkungan perairan.

B. Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Parameter COD menggambarkan kuantitas oksigen yang diperlukan dalam proses oksidasi seluruh senyawa organik serta sebagian anorganik yang terdapat dalam air limbah. Semakin tinggi nilai COD, semakin besar kandungan bahan organik yang menyebabkan peningkatan beban pencemar (Sharma & Dahiya, 2023; Islam et al., 2019). Analisis COD dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode reflus tertutup secara titrimetri (SNI 6989.73:2009). Contoh uji dioksidasi oleh larutan $K_2Cr_2O_7$ dalam kondisi asam dengan bantuan katalis Ag_2SO_4 selama dua jam pada suhu 150°C. Setelah proses reflus, sisa dikromat direduksi menggunakan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS), dan tahap akhir titrasi ditandai dengan larutan yang semula berwarna hijau kebiruan berubah menjadi coklat kemerahan menggunakan indikator ferroin (Wang et al., 2018).



Setelah proses pemanasan selesai, larutan hasil reflus didinginkan hingga mencapai suhu di bawah 60°C. Selanjutnya, ditambahkan indikator ferroin yang berfungsi mendeteksi perubahan potensial redoks. Proses dilanjutkan dengan titrasi menggunakan larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) sampai warna larutan terjadi perubahan dari hijau kebiruan menjadi coklat kemerahan sebagai tanda titik akhir titrasi. Pada tahap ini, ion $Cr_2O_7^{2-}$ yang tersisa yakni oksidator yang tidak bereaksi dengan senyawa organik akan direduksi oleh Fe^{2+} dari FAS sesuai reaksi berikut (Wang et al., 2018):



Jumlah larutan FAS yang digunakan berbanding terbalik dengan kadar COD pada contoh uji. Artinya, semakin banyak bahan organik yang teroksidasi oleh dikromat selama reflus, semakin sedikit volume FAS yang diperlukan untuk mencapai titik akhir titrasi.

Tabel 2. Hasil Pengujian COD

Contoh uji	Volume Blanko (mL)	Volume Contoh uji (mL)	Normalitas FAS (N)	Volume FAS (mL)	Rata-Rata	Kadar COD (mg/L)
Blanko	2,5	-	0,0487	3.4	3.35	-
	2,5	-	0,0487	3.3		
Inlet	-	2,5	0,0487	3	2.95	62.33
	-	2,5	0,0487	2.9		
Outlet	-	2,5	0,0487	3	3.05	46.75
	-	2,5	0,0487	3.1		
Penurunan						25%

Berdasarkan data pada tabel, nilai COD pada contoh uji inlet Unit API II tercatat sebesar 62,33 mg/L, sedangkan pada contoh uji outlet sebesar 46,75 mg/L, sehingga diperoleh penurunan konsentrasi sekitar 25%. Nilai tersebut masih jauh di bawah batas ambang batas COD maksimum (160 mg/L) untuk air limbah kegiatan pengolahan minyak bumi sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan menteri LH No. 19 Tahun 2010.



C. Parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Parameter BOD₅ mengukur kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme aerob selama lima hari dalam menguraikan bahan organik pada suhu $20 \pm 1^\circ\text{C}$ (SNI 6989.72:2009). Nilai BOD₅ yang tinggi menandakan banyaknya bahan organik yang mampu menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) serta mengganggu keseimbangan ekosistem (Abdullahi et al., 2021). Prosedur analisis dilaksanakan melalui metode inkubasi sampel pada medium pengencer yang telah dipreparasi dengan nutrisi pendukung, inokulum mikroorganisme, serta saturasi oksigen. Nilai BOD₅ diperoleh dari selisih antara DO awal dan DO setelah lima hari inkubasi di ruang gelap pada suhu konstan. Pengukuran DO dilakukan dengan metode titrasi iodometri modifikasi azida (SNI 06-6989.14:2004) di mana oksigen terlarut mengoksidasi ion Mn^{2+} menjadi Mn^{4+} membentuk endapan coklat. Setelah diasamkan dengan H_2SO_4 , endapan tersebut melepaskan I_2 dalam jumlah ekuivalen terhadap oksigen yang ada, kemudian dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga titik akhir reaksi tercapai.

Tabel 3. Data volume botol dan titrasi DO.

Contoh uji API II	Volume Contoh uji (mL)	Volume Botol DO (mL)				Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)				N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
		Blan-ko-0	Blan-ko-5	Contoh uji	Contoh uji	Blan-ko-0	Blan-ko-5	Contoh uji	Contoh uji	
				-0	-5			-0	-5	
Inlet	50	117,49	117,75	117,48	117,49	2,4	1,6	2,3	1,2	0,025
	50	117,75	117,87	117,87	117,75	2,4	1,7	2,3	1,3	0,025
Outlet	50	117,49	117,75	117,49	117,89	2,4	1,6	2,1	1	0,025
	50	117,75	117,87	117,75	117,48	2,4	1,7	2,2	1,2	0,025

Tabel 3 disajikan untuk menampilkan data utama hasil titrasi dalam penentuan oksigen terlarut (DO), yaitu volume botol DO dan volume titran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pada contoh uji dan blanko. Data ini diperlukan karena selisih volume titran digunakan secara langsung dalam perhitungan DO berdasarkan metode Winkler. Nilai DO awal dan DO setelah inkubasi yang diperoleh dari tabel ini kemudian digunakan untuk menghitung BOD, yang menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi selama degradasi bahan organik. Dengan demikian, tabel ini menjadi dasar perhitungan kuantitatif DO dan BOD seperti yang disajikan di Tabel 4.

Tabel 4. Data DO dan BOD

Contoh uji	A1	A2	A3	A4	P	Kadar BOD (mg/L)	Rata-Rata
Inlet	9,2	4,8	9,6	6	0,05	23,97	23,98
	9,2	5,2	9,6	7	0,05	23,98	
Outlet	8,4	4	9,6	6	0,1	13,63	13,53
	8,8	4,8	9,6	7	0,1	13,42	
Penurunan							43,55%

Keterangan :

A_1 = Kadar Oksigen Terlarut contoh uji standar sebelum inkubasi (mg/L)

A_2 = Kadar Oksigen Terlarut contoh uji standar setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

B_1 = Kadar Oksigen Terlarut blanko sebelum inkubasi (mg/L)

B_2 = Kadar Oksigen Terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

P = Perbandingan volume contoh uji per volume total pengenceran

Hasil menunjukkan bahwa nilai BOD₅ pada inlet sebesar 23,98 mg/L sedangkan pada outlet sebesar 13,53 mg/L, sehingga efisiensi penurunan mencapai 43,55%. Nilai ini masih di bawah ambang batas ambang batas 80 mg/L (Peraturan menteri LH No. 19 Tahun 2010), menunjukkan bahwa Unit API II bekerja secara efektif dalam menurunkan beban organik air limbah.

D. Ammonia

Amonia (NH₃) merupakan bentuk nitrogen terlarut yang umum dijumpai dalam limbah domestik maupun industri. Dalam konsentrasi tinggi, amonia bersifat toksik bagi organisme air dan berpotensi mengganggu kesehatan manusia (Tonelli & Pham, 2009; Adam et al., 2019). Pengujian kadar amonia pada penelitian ini menggunakan metode APHA 4500-NH₃ Fenat. Sebelum analisis, contoh uji didistilasi untuk menghilangkan pengotor, kemudian diencerkan agar konsentrasi berada dalam rentang deteksi instrumen. Selanjutnya, contoh uji direaksikan dengan larutan fenol dan natrium nitroprusida dalam suasana alkali sitrat, menghasilkan senyawa fenat yang bereaksi dengan amonia membentuk kompleks indofenol berwarna biru. Warna biru diperkuat melalui penambahan natrium hipoklorit (NaOCl) dan dibiarkan bereaksi selama ±1 jam dalam kondisi gelap. Terbentuknya intensitas warna biru kemudian diukur secara kolorimetrik menggunakan spektrofotometer UV-Vis di panjang gelombang 640 nm dengan koefisien determinasi R²= 0,9983.

Tabel 5. Data Pengujian Rata-rata UV-Vis Parameter Ammonia

No	Titik Pengambilan Contoh uji	Faktor Pengenceran	Nilai Absorbansi	Konsentrasi	Konsentrasi
				UV Vis	Aktual
1	Inlet	5x	0,251	0,517	2,58
2	Outlet	5x	0,188	0,390	1,95
Penurunan					24,65%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi amonia pada inlet sebesar 2,58 mg/L serta outlet sebesar 1,95 mg/L, dengan penurunan sebesar 24,65%. Nilai tersebut masih jauh di bawah ambang batas 8 mg/L untuk kegiatan pengolahan minyak bumi (Peraturan menteri LH No. 19 Tahun 2010).

E. Fenol

Fenol dikategorikan sebagai senyawa aromatik toksik yang umum dideteksi dalam air limbah industri pengolahan minyak bumi. Senyawa ini bersifat toksik dan sulit terurai secara biologis, sehingga dapat mencemari lingkungan bahkan pada konsentrasi rendah (Saputera et al., 2021). Analisis dilakukan menggunakan metode kolorimetri 4-aminoantipyrine (APHA 5530-Phenols). Contoh uji distilasi pada pH ±4 untuk menghilangkan pengotor, kemudian direaksikan dengan NH₄OH, 4-aminoantipyrine, dan kalium ferisianida membentuk kompleks berwarna merah (Kolliopoulos et al., 2015). Analisis konsentrasi fenol dilaksanakan melalui metode spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang serapan 500 nm. Pada tahap kalibrasi, diperoleh kurva standar dengan koefisien determinasi (R²) sebesar 0,9791, serta persamaan regresi linear $y = 0,1154x - 0,00351$. Hasil pengukuran konsentrasi fenol melalui analisis UV-Vis ditunjukkan pada tabel berikut:



Tabel 6. Hasil Pengukuran Konsentrasi Rata-rata UV-Vis untuk Parameter Fenol

No	Titik Pengambilan Contoh uji	Nilai Absorbansi	Konsentrasi Aktual
1	Inlet	0,031	0,49
2	Outlet	0,018	0,38
Penurunan			22,07%

Hasil spektrofotometri panjang gelombang 500 nm UV-Vis menunjukkan kadar fenol pada inlet sebesar 0,49 mg/L dan outlet sebesar 0,38 mg/L, dengan efisiensi penurunan 22,07%. Nilai ini masih memenuhi ambang batas 0,8 mg/L (Peraturan menteri LH No. 19 Tahun 2010).

F. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak pada air limbah mencakup senyawa seperti lilin, trigliserida, dan minyak mineral yang berasal dari bahan petrokimia. Keberadaan senyawa ini dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, menghambat fotosintesis alga, serta menimbulkan gangguan fisiologis pada biota akuatik (Eldos et al., 2022; Masifwa et al., 2020). Analisis dilakukan secara gravimetri mengikuti SNI 06-6989.10-2004, dimana senyawa minyak dan lemak diekstraksi menggunakan pelarut, kemudian residu hasil penguapan ditimbang.

Tabel 7. Data Hasil Minyak dan lemak secara Gravimetri

Contoh uji	Wi(mg)	Wd (mg)	Volume Contoh uji (mL)	Kadar
Inlet	110,440	110,437	550	5,45
Outlet	116,147	116,145	590	3,89
Penurunan				28,53

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar minyak dan lemak pada lokasi inlet sebesar 5,45 mg/L dan outlet sebesar 3,89 mg/L, dengan efisiensi penurunan sebesar 28,53%. Nilai tersebut jauh di bawah ambang batas 20 mg/L, sehingga Unit API II dinilai efektif dalam mengurangi konsentrasi minyak dan lemak pada air limbah.

G. Tinjauan Efektivitas Proses Pengolahan Limbah di Unit API II

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Pengujian Parameter Air Limbah Pada Unit API II.

Parameter	Kadar (mg/L)		Efisiensi Penurunan (%)	Ambang batas Maksimum (mg/L)
	Inlet	Outlet		
BOD	23,98	13,53	43,55%	80
COD	62,33	46,75	25%	160
pH	6,87	7,15	-	6-9
Suhu	32,8	31,3	-	45°C
Minyak dan Lemak	5,45	3,89	23,53%	20
Fenol	0,49	0,38	22,07%	0,8
Ammonia	2,58	1,95	24,65%	8

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh parameter kualitas air limbah dari inlet hingga outlet Unit API II telah memenuhi ketentuan ambang batas yang berlaku untuk proses operasional kilang minyak bumi. Hal ini juga menunjukkan bahwa limbah cair yang masuk ke unit ini berasal dari hasil olahan CPI dan secara umum sudah berada dalam kondisi aman untuk dibuang ke badan air. Namun, keberadaan

Unit API II tetap krusial sebagai tahap akhir yang berfungsi menurunkan sisa kandungan minyak, lemak, dan bahan organik sebelum effluen dialirkan ke Sungai Bengawan Solo.

Adanya perbedaan nilai parameter antara inlet dan outlet menunjukkan bahwa proses pengolahan pada API II berjalan secara efektif dan efisien dalam menurunkan kadar pencemar. Kinerja unit ini dapat terus ditingkatkan melalui beberapa langkah teknis, antara lain modifikasi desain separator dengan penambahan pelat bergelombang, *inclined plate separator*. Desain tersebut dapat memperbesar peluang partikel minyak kecil untuk bergabung membentuk agregat yang lebih besar agar lebih mudah dipisahkan. Di samping itu, efisiensi pemisahan dapat dioptimalkan melalui penerapan teknologi tambahan seperti sistem filtrasi membran atau *coalescer* media, meskipun opsi tersebut membutuhkan investasi dan biaya operasional lebih besar. Pemeliharaan berkala, pengendalian laju alir, serta pembuangan *sludge* secara rutin juga menjadi faktor penting untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal dan stabil dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan selama kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PPSDM Migas pada periode 1–31 Oktober 2025, dapat disimpulkan bahwa Unit API II memiliki kinerja yang baik dalam mengolah air limbah dan menurunkan konsentrasi parameter pencemar utama. Penurunan tertinggi diperoleh pada parameter BOD₅ sebesar 43,55%, diikuti COD sebesar 25%, minyak dan lemak sebesar 28,53%, fenol sebesar 22,07%, serta amonia sebesar 24,65%. Nilai pH (6,87–7,15) dan suhu (32,8–31,3°C) juga masih berada dalam rentang ambang batas sesuai Peraturan menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa air limbah yang keluar dari Unit API II telah memenuhi ambang batas untuk kegiatan pengolahan minyak bumi (BOD₅ ≤ 80 mg/L, COD ≤ 160 mg/L, minyak dan lemak ≤ 20 mg/L, fenol ≤ 0,8 mg/L, dan amonia ≤ 8 mg/L). Efektivitas pengolahan dipengaruhi oleh faktor operasional seperti laju alir, waktu tinggal, juga kondisi peralatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, A.B. et al. (2021). *The analysis of (Biological Oxygen Demand) and COD (Chemical Oxygen Demand) contents in the water of around laying chicken farm*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 788(1), p. 012155. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012155>
- Al-Harbi, T. M., Ahmad, A. L., & Shafie, Z. M. (2019). *Performance evaluation of API oil–water separator for industrial wastewater treatment*. Journal of Water Process Engineering, 31, 100852. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100852>
- American Petroleum Institute. (1990). *Design and Operation of Oil–Water Separators (API Publication 421)*. Washington, D.C.: API.
- CareWater Solutions. (2023, July 4). *Effects of high temperatures on wastewater treatment*. CareWater Solutions. <https://carewater.solutions/en/effects-of-high-temperatures-on-wastewater-treatment/>
- Eljaiek-Urzola, M., Restrepo, M., & García, M. (2019). *Phenol removal from aqueous solutions using bioadsorbents derived from agricultural residues: A review*. Environmental Science and Pollution Research, 26(14), 14173–14189. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04835-7>
- El-Naas, M. H., Alhaja, M. A., & Al-Zuhair, S. (2014). *Evaluation of various desalination reject brine treatment processes for industrial wastewater reuse*. Desalination, 335, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2013.12.009>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Ambang batas Air Limbah*. Jakarta: KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Menteri LHK Nomor 16 Tahun 2019 tentang Perubahan atas Peraturan menteri No. 5 Tahun 2014 tentang*



Ambang batas Air Limbah. Jakarta: KLHK.

- Khalil, M. F., Al-Mashaqbeh, I. A., & Batarseh, M. I. (2021). *Effect of aspect ratio on the oil separation efficiency of conventional oil–water separators*. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 101231. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101231>
- Metclaf and Eddy (2003) *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. New York: Mc Graw Hill Inc.
- Qasem, N.A.A., Mohammed, R.H. and Lawal, D.U. (2021) ‘*Removal of heavy metal ions from wastewater: a comprehensive and critical review*’, *npj Clean Water*, 4(1), p. 36. doi: <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00127-0>.
- Rahman, M. M., Haque, M. N., & Rahim, M. A. (2023). *Industrial wastewater treatment and its impact on environment: A review*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(2), 109826. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109826>
- Saputera, W.H. et al. (2021) ‘*Technology Advances in Phenol Removals: Current Progress and Future Perspectives*’, *Catalysts*, 11(8), p. 998. doi: <https://doi.org/10.3390/catal11080998>.
- Zhao, Y., Wang, S., & Liu, J. (2020). *Advances in oil–water separation technologies: A comprehensive review*. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122917. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122917>



