

Analisis Kelayakan Air Terproduksi untuk *Water Injection* Berdasarkan Parameter pH, *Oil Content*, dan *Total Dissolved Solids* (TDS)

Eryka Puji Lestari*, Puspa Ratu

Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Blora

INFORMASI NASKAH

Diterima : 11 Januari 2026

Direvisi : 17 Maret 2026

Disetujui : 6 April 2026

Terbit : 6 April 2026

Email korespondensi:

erykapujilestari02@gmail.com

Laman daring:

<https://doi.org/10.37525/sp/2026-1/1747>

ABSTRAK

Air terproduksi (*produced water*) merupakan produk samping dari kegiatan produksi minyak dan gas bumi yang mengandung berbagai senyawa organik maupun anorganik. Evaluasi kelayakan air terproduksi untuk diinjeksikan kembali ke reservoir menjadi aspek penting karena kualitas air yang tidak memenuhi standar dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, kerusakan peralatan, serta gangguan pada formasi reservoir. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air terproduksi berdasarkan parameter pH, *oil content*, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) dengan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dari Fasilitas Darat (*onshore*). Penelitian dilakukan di PT XYZ, Tuban, Jawa Timur, dengan pengambilan sampel pada outlet *storage tank* TK-8002 A sebelum fluida memasuki *injection pump* selama periode pemantauan 11 hari (18–28 Februari 2023). Analisis pH dilakukan menggunakan *pH meter* sesuai SNI 06–6989.11–2004, sedangkan analisis *oil content* dan TDS menggunakan metode gravimetri masing-masing berdasarkan SNI 06–6989.10–2011 dan SNI 06–6989.27–2005. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai pH berada pada rentang 7,40–7,82 dan seluruhnya masih memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan (6–9). Namun demikian, konsentrasi *oil content* berada pada kisaran 39,04–84,91 mg/L, melampaui batas maksimum yang ditetapkan sebesar 25 mg/L. Parameter TDS juga menunjukkan nilai yang sangat tinggi, yaitu 17.410,0–18.212,9 mg/L, jauh melebihi baku mutu sebesar 4.000 mg/L. Secara keseluruhan, meskipun nilai pH memenuhi persyaratan dan tidak menunjukkan potensi korosivitas yang signifikan, tingginya *oil content* berpotensi menyebabkan penyumbatan pada sistem injeksi (*plugging*) dan menurunkan kemampuan injeksi (*injectivity*), sedangkan konsentrasi TDS yang tinggi meningkatkan risiko pembentukan kerak (*scaling*) dan kerusakan formasi (*formation damage*). Oleh karena itu, air terproduksi yang diuji dinyatakan belum memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan kembali sebagai fluida *water injection*.

Kata kunci: Air Terproduksi, *Oil Content*, pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Water Injection*



PENDAHULUAN

Air terproduksi (*produced water*) didefinisikan sebagai produk samping dari pengolahan minyak dan gas bumi yang mengandung berbagai senyawa organik dan anorganik. Air terproduksi diklasifikasikan sebagai aliran limbah terbesar dari fasilitas produksi lapangan minyak (*oilfield production facilities/OFPF*) karena volumenya yang sangat besar dan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya usia lapangan minyak atau gas (Bolaji, 2022).

Air terproduksi terbentuk bersamaan dengan *crude oil* dan gas disebut sebagai air produksi lapangan minyak (*oilfield produced water/OFPW*), campuran kompleks senyawa organik dan anorganik (Bolaji, 2022), bahan kimia berbahaya dan unsur-unsur lain yang berasal dari reservoir, termasuk minyak terlarut dan terdispersi, padatan tersuspensi, gas terlarut, dan mineral terlarut (garam) (Eldos et al., 2022). Dalam kegiatan produksi migas, volume *oilfield produced water* yang besar menjadi tantangan tersendiri dalam pengelolaan operasional. Air terproduksi umumnya dimanfaatkan kembali sebagai fluida injeksi ke dalam reservoir untuk mempertahankan tekanan dan meningkatkan perolehan minyak. Namun demikian, penggunaan kembali air ini berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan operasional, seperti pembentukan asam biogenik, korosi pada peralatan, serta pengendapan mineral (*scaling*). Di sisi lain, pembuangan air terproduksi ke lingkungan tanpa proses pengolahan yang memadai dapat menyebabkan akumulasi unsur-unsur berpotensi toksik (*potentially toxic elements*) yang dapat mengganggu organisme perairan dan mempengaruhi keseimbangan ekosistem (Bolaji, 2022). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air terproduksi menjadi aspek penting dalam mendukung operasi yang aman dan berkelanjutan.

Total Dissolved Solids (TDS) merepresentasikan total konsentrasi zat terlarut dalam air, baik komponen organik maupun anorganik, yang terdiri dari kation seperti kalsium, magnesium, kalium, dan natrium dan anion seperti karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida, dan sulfat (Zhang, 2017)(Eldos et al., 2022). Sumber TDS berasal dari aktivitas alami (*natural sources*) maupun antropogenik (*anthropogenic sources*). Sumber alami meliputi intrusi air laut, mata air mineral, deposit garam, dan deposit karbonat, sedangkan sumber antropogenik mencakup limbah domestik, limpasan perkotaan, limbah industri, serta bahan kimia yang diaplikasikan dalam sistem treatment air dan limbah cair (Pushpalatha et al., 2022). Konsentrasi TDS tipikal dalam *produced water* dapat berkisar antara 1.000 mg/L– 400.000 mg/L, yang juga dipengaruhi oleh usia sumur minyak, lokasi sumur minyak, dan variasi geologis antara basin dan sumber daya air (Al-ghouti et al., 2019). Konsentrasi *total dissolved solid* (TDS) yang tinggi menjadi penyebab utama *scaling* dan *fouling* dalam sistem pengolahan dan pipa, akumulasi endapan mineral akibat tingginya TDS berpotensi menghambat aliran fluida, menurunkan kinerja proses, serta menyebabkan kerusakan pada peralatan (Elmobarak et al., 2021).

Selain itu analisis pH sangat penting karena digunakan untuk mengevaluasi tingkat keasaman atau kebasaan air terproduksi, yang merupakan faktor penting dalam menentukan tingkat korosifitas air tersebut. Air dengan nilai pH yang rendah (asam) dapat menyebabkan korosi pada peralatan dan infrastruktur yang digunakan dalam sistem injeksi, sementara pH yang sangat tinggi (basa) dapat memicu pembentukan *scale* atau endapan mineral pada pipa dan peralatan *water injection* (Bolaji, 2022). Kandungan minyak (*oil content*) yang tinggi dalam air injeksi dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran injeksi, mengurangi efisiensi injeksi, dan berpotensi merusak reservoir dengan mengubah permeabilitas dan saturasi. Dampak ini dapat menurunkan efisiensi injeksi serta mengganggu proses recovery minyak secara keseluruhan (Radelyuk et al., 2019).

Berdasarkan potensi pencemaran dan kerusakan peralatan yang ditimbulkan, air yang akan diinjeksikan memerlukan regulasi mutu yang ketat. Di Indonesia, baku mutu air limbah untuk kegiatan eksplorasi dan produksi migas dari fasilitas darat (*on-shore*) diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010. Regulasi ini menetapkan batas maksimum kritis untuk pH (6



hingga 9), kandungan minyak (maksimum 25 mg/L), dan *total dissolved solids* (TDS) (maksimum 4.000 mg/L) (Effendi et al., 2020). Evaluasi karakteristik kualitas air terproduksi menjadi dasar dalam penetapan teknologi treatment yang efisien untuk menurunkan kadar kontaminan hingga memenuhi spesifikasi fluida injeksi (Herawati et al., 2023).

Penelitian ini berfokus pada analisis kelayakan air terproduksi untuk *water injection*. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengujian air terproduksi berdasarkan parameter pH, *oil content*, dan *total dissolved solids* (TDS), serta menginterpretasikan hasilnya dengan membandingkan terhadap standar Baku Mutu Air Limbah Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010. Hasil evaluasi ini diperlukan untuk memastikan bahwa operasi berjalan sesuai dengan regulasi lingkungan yang berlaku serta efisiensi operasional.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. XYZ yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Sampling dilakukan pada *outlet storage tank* dengan kode TK-8002 A sebelum fluida masuk ke *injection pump* dengan periode monitoring 11 hari (18 Februari – 28 Februari 2023).

Pengujian air terproduksi bertujuan untuk mengetahui kadar dan jumlah unsur pencemar dalam air tersebut, yang menjadi faktor krusial dalam menentukan kelayakan air untuk diinjeksikan kembali ke reservoir. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap batas baku mutu yang ditetapkan dalam regulasi lingkungan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dari Fasilitas Darat (*on-shore*).

Tabel 1. Permen LH No. 19/2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dari Fasilitas Darat (*on-shore*).

Parameter	Kadar Maksimum	Unit
pH	6 – 9	-
<i>Oil Content</i>	25	mg/L
<i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	4000	mg/L

Sumber : Permen LH No. 19/2010

Data hasil analisis kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan kelayakan injeksi ke dalam sumur injeksi. Dalam hal ini, prosedur analisis mencakup tiga tahapan yaitu tahap persiapan meliputi studi literatur mengenai setiap parameter yang akan diuji. Kemudian pada tahap pelaksanaan meliputi kegiatan analisis laboratorium terhadap sampel air terproduksi, dengan fokus pada tiga parameter yang digunakan untuk menilai kesesuaian air terproduksi sebagai fluida injeksi, yaitu pH, *oil content*, dan *total dissolved solids* (TDS). Pada tahap penyelesaian, data hasil analisis diolah dan dievaluasi untuk menilai kesesuaian kualitas air terproduksi terhadap standar baku mutu serta menentukan kelayakannya untuk digunakan sebagai fluida injeksi.

A. Prosedur Analisis Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan mengacu pada metode SNI 06-6989.11-2004 menggunakan *pH meter*. Sebelum pengukuran, alat dikalibrasi menggunakan larutan buffer standar dengan pH 4, 7, dan 10. Sampel air terproduksi dimasukkan ke dalam gelas beaker yang bersih dan bebas kontaminasi. Elektroda *pH meter* kemudian dicelupkan ke dalam sampel hingga pembacaan nilai pada layar alat menunjukkan kondisi stabil. Nilai pH yang diperoleh dicatat sebagai hasil pengujian. Untuk memastikan keandalan dan konsistensi data, pengukuran dilakukan secara duplo.

B. Prosedur Analisis Kandungan Minyak (*Oil Content*)

Analisis kandungan minyak dilakukan menggunakan metode gravimetri sesuai SNI 06-6989.10-2011. Metode ini dilakukan dengan mengekstraksi minyak dan lemak yang terdapat dalam sampel

menggunakan pelarut organik *n-heksana*. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan corong pisah melalui proses pengocokan, kemudian diikuti dengan pemanasan untuk menguapkan pelarut. Residu yang tersisa selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh massa konstan. Konsentrasi minyak–lemak dalam sampel dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{(A - B) \times 1000}{V}$$

Keterangan

A = Bobot kering residu + cawan (mg)

B = Bobot cawan (mg)

1000 = Faktor konversi

V = Volume sample (mL)

C. Prosedur Analisis *Total Dissolved Solids (TDS)*

Total Dissolved Solids (TDS) merupakan parameter yang menunjukkan total konsentrasi zat terlarut dalam air, baik komponen organik maupun anorganik (Herawati *et al.*, 2023). Analisis TDS dilakukan menggunakan metode gravimetri sesuai SNI 06–6989.27–2005. Sampel sebanyak 100 mL terlebih dahulu disaring menggunakan kertas saring dengan ukuran pori 0,45 µm untuk menghilangkan padatan tersuspensi. Filtrat kemudian diuapkan dalam cawan porselin yang bobot awalnya telah diketahui. Residu yang terbentuk dikeringkan dalam oven pada suhu 103–105°C hingga mencapai massa konstan, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Nilai TDS dinyatakan dalam satuan *milligram per liter* (mg/L) atau ekuivalennya *part per million* (ppm), dan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{(A - B) \times 1000}{V}$$

Keterangan :

A = Bobot kering residu + cawan (mg)

B = Bobot cawan (mg)

1000 = Faktor konversi

V = Volume sample (mL)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Air terproduksi (*produced water*) didefinisikan sebagai produk samping dari pengolahan minyak dan gas bumi yang mengandung berbagai senyawa organik dan anorganik, jika tidak dikelola secara tepat, air ini berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam hal ini, perlu dilakukan pengujian terhadap air terproduksi untuk mengetahui karakteristik dari air tersebut sebagai dasar kelayakan sebelum dilakukan proses injeksi (Bolaji, 2022)(Salsabila & Affandy, 2025).

Pada penelitian ini, karakteristik air terproduksi dianalisis berdasarkan beberapa parameter, yaitu pH, *oil content*, *Total Dissolved Solids (TDS)*. Prosedur pengujian mengacu pada standar baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dari Fasilitas Produksi Darat (*on-shore*). Berikut ini merupakan data hasil pengujian air terproduksi:

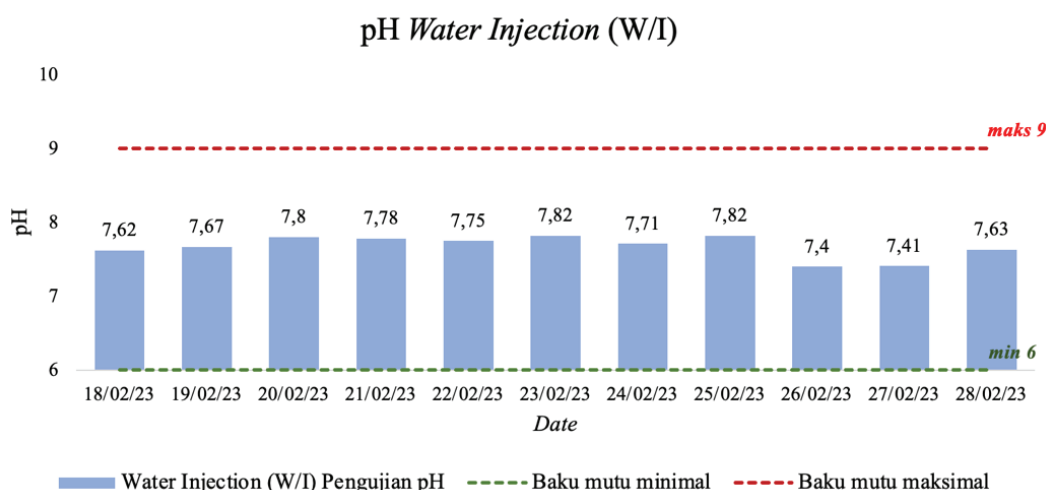
Tabel 2. Data Hasil Pengujian sampel *water injection*

<i>Water Injection (W/I)</i>			
<i>Date</i>	<i>pH</i>	<i>Oil Content (mg/L)</i>	<i>Total Dissolved Solids (TDS) (mg/L)</i>
18/02/2023	7,62	49,18	17502,8
19/02/2023	7,67	78,86	17689,4
20/02/2023	7,80	39,04	18212,9



21/02/2023	7,78	48,37	18061,4
22/02/2023	7,75	80,86	18063,5
23/02/2023	7,82	60,10	17955,2
24/02/2023	7,71	63,55	18120,0
25/02/2023	7,82	63,50	17844,3
26/02/2023	7,40	84,91	17466,0
27/02/2023	7,41	59,92	17410,0
28/02/2023	7,63	57,30	18120,0

A. Hasil analisis pH sampel *water injection*

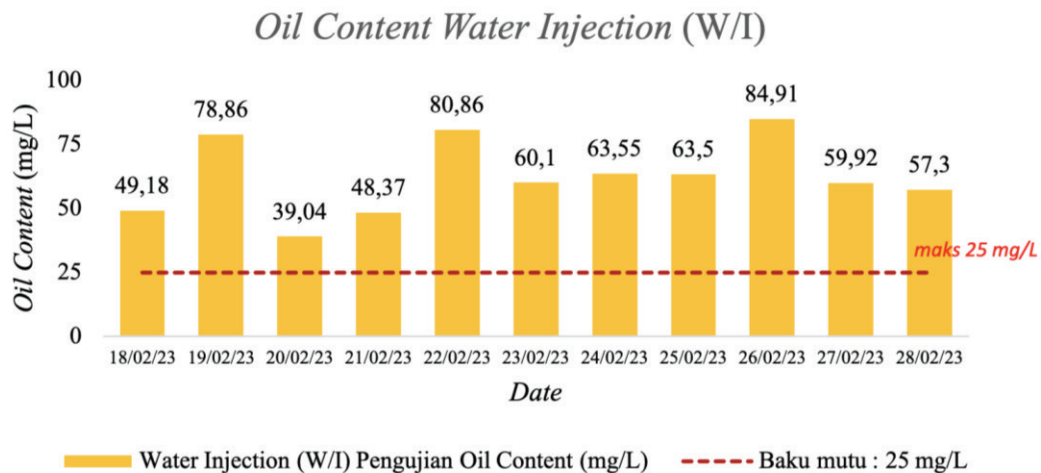


Gambar 1. Evaluasi parameter pH sampel *water injection* terhadap baku mutu berdasarkan Permen LH No. 19/2010.

Analisis pH merupakan parameter penting dalam evaluasi kualitas air terproduksi karena berkaitan langsung dengan potensi korosivitas maupun kecenderungan pembentukan endapan mineral dalam sistem injeksi. Nilai pH yang rendah (bersifat asam) dapat mempercepat proses korosi pada peralatan dan infrastruktur yang digunakan dalam sistem *water injection*, sedangkan pH yang terlalu tinggi (bersifat basa) berpotensi memicu pembentukan *scale* atau endapan mineral pada pipa dan peralatan proses (Bolaji, 2022). Berdasarkan hasil pengujian air terproduksi pada titik *water injection* (W/I) selama periode pengamatan 11 hari, diperoleh rentang nilai pH antara 7,40 hingga 7,82. Nilai pH terendah tercatat sebesar 7,40 pada 26 Februari 2023, sedangkan nilai tertinggi sebesar 7,82 pada 25 Februari 2023. Rentang nilai tersebut menunjukkan bahwa air terproduksi berada pada kondisi netral hingga sedikit basa.

Dari perspektif regulasi lingkungan, nilai pH tersebut masih berada dalam batas yang dipersyaratkan, yaitu antara 6 hingga 9 untuk limbah air dari kegiatan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi pada fasilitas darat (*onshore*), sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010. Selain itu, secara operasional nilai pH dalam rentang tersebut juga relatif aman terhadap potensi korosi. Literatur menyebutkan bahwa larutan dengan pH antara 4 hingga 10 umumnya tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap laju korosi, sementara kondisi sangat asam ($\text{pH} < 4$) dapat secara signifikan meningkatkan risiko korosi (Bolaji, 2022). Dengan demikian, berdasarkan parameter pH, air terproduksi pada titik *water injection* dapat dikategorikan memiliki risiko korosi yang relatif rendah dan masih berada dalam kondisi operasional yang terkendali.

B. Hasil analisis *Oil Content* sampel *water injection*



Gambar 2. Evaluasi parameter *Oil Content* sampel *water injection* terhadap baku mutu berdasarkan Permen LH No. 19/2010.

Kandungan minyak dalam air terproduksi merupakan campuran kompleks hidrokarbon yang umumnya berada dalam bentuk terdispersi atau tersuspensi, mengingat air tidak mampu melarutkan senyawa hidrokarbon secara sempurna. Konsentrasi minyak terdispersi maupun terlarut (*oil content*) menjadi parameter penting dalam mengevaluasi kualitas air serta kelayakan operasional sistem *water injection* (Ali et al., 2018).. Keberadaan *oil content* yang tinggi dalam air injeksi berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan operasional maupun dampak lingkungan, sehingga pengendaliannya menjadi aspek penting dalam pengelolaan air terproduksi.

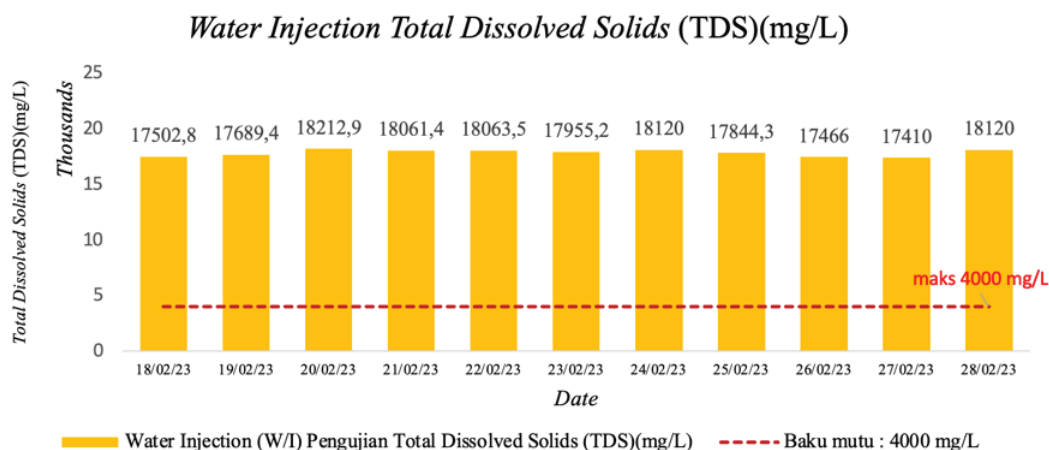
Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi *oil content* pada air terproduksi berada pada rentang 39,04 mg/L hingga 84,91 mg/L, dengan nilai terendah tercatat pada 20 Februari 2023 dan nilai tertinggi pada 26 Februari 2023. Apabila dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dari Fasilitas Darat (*onshore*), yaitu maksimum 25 mg/L, maka seluruh nilai yang diperoleh masih melampaui batas yang dipersyaratkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pemisahan minyak dan air sebelum tahap injeksi belum berlangsung secara optimal.

Pada sistem yang diamati, pemisahan minyak dan air dilakukan pada tangki penyimpanan TK-8002 A yang berfungsi menampung sementara air terproduksi sebelum dialirkan menuju sumur injeksi. Proses pemisahan di dalam tangki berlangsung melalui mekanisme gravitasi, di mana minyak dengan densitas lebih rendah akan terakumulasi pada permukaan fluida, sementara fase air berada pada bagian bawah tangki. Minyak yang terkumpul di permukaan kemudian dialirkan ke ruang penampungan minyak. Namun demikian, tingginya nilai *oil content* yang masih terdeteksi menunjukkan bahwa proses pemisahan gravitasi tersebut belum mampu menghilangkan fraksi minyak terdispersi secara efektif.

Kandungan minyak yang tinggi dalam air injeksi berpotensi mempengaruhi karakteristik aliran fluida di dalam formasi reservoir. Injeksi air dengan kandungan minyak yang tinggi dapat menyebabkan perubahan permeabilitas efektif serta distribusi saturasi fluida di dalam reservoir, yang pada akhirnya dapat menurunkan kemampuan formasi untuk menerima fluida injeksi (*injectivity*) (Bolaji, 2022). Selain itu, keberadaan minyak yang terinjeksi juga dapat memicu pembentukan emulsi pada daerah sekitar sumur (*near-wellbore region*), yang berpotensi menyumbat pori-pori batuan dan mengurangi konduktivitas aliran fluida di dalam reservoir.



C. Hasil analisis *Total Dissolved Solid (TDS)* sampel *water injection*



Gambar 3. Evaluasi parameter *Total Dissolved Solids* (TDS) sampel *water injection* terhadap baku mutu berdasarkan Permen LH No. 19/2010.

Total Dissolved Solids (TDS) merepresentasikan total konsentrasi zat terlarut dalam air, baik komponen organik maupun anorganik, yang terdiri atas berbagai ion terlarut seperti kation kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), kalium (K^{+}), dan natrium (Na^{+}), serta anion karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (HCO_3^{-}), nitrat (NO_3^{-}), klorida (Cl^{-}), dan sulfat (SO_4^{2-}) sulfat (Zhang, 2017)(Eldos et al., 2022). Parameter TDS sering digunakan sebagai indikator utama tingkat salinitas air terproduksi yang dapat mempengaruhi kualitas air injeksi dan kestabilan operasi sistem *water injection*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai TDS pada titik *water injection* (W/I) berada pada rentang 17.410,0 mg/L hingga 18.212,9 mg/L. Nilai terendah tercatat pada 27 Februari 2023 sebesar 17.410,0 mg/L, sedangkan nilai tertinggi sebesar 18.212,9 mg/L pada 20 Februari 2023. Rentang nilai tersebut menunjukkan bahwa air terproduksi memiliki tingkat salinitas yang sangat tinggi.

Kandungan TDS yang tinggi berkaitan erat dengan potensi pembentukan kerak mineral (*scale formation*) serta penyumbatan pada sistem perpipaan (*pipe clogging*) (Samhan et al., 2020)(Bolaji, 2022). Proses pembentukan kerak terjadi akibat kristalisasi mineral dari ion-ion terlarut yang mengalami kondisi supersaturasi atau ketidakcocokan kimia (*incompatibility*) di dalam sistem fluida. Konsentrasi ion terlarut yang tinggi menyebabkan air bersifat keras (*hard water*), yang apabila diinjeksi ke dalam reservoir berpotensi menimbulkan kerusakan formasi (*formation damage*) serta menurunkan kinerja sumur injeksi. Kondisi ini pada akhirnya dapat menghambat efektivitas proses *enhanced oil recovery* (EOR) dalam jangka Panjang (Bolaji, 2022) (Ahmad et al., 2020).

Berdasarkan evaluasi terhadap baku mutu lingkungan, seluruh nilai TDS yang diperoleh masih melampaui standar yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dari Fasilitas Darat (*onshore*), yaitu maksimum 4.000 mg/L. Ketidaksesuaian tersebut menunjukkan bahwa air terproduksi pada titik injeksi memiliki tingkat salinitas yang tinggi sehingga memerlukan pengelolaan operasional yang lebih ketat pada sistem *water injection*. Pengendalian ini penting untuk meminimalkan potensi *scale formation*, penyumbatan sistem, serta penurunan kemampuan formasi dalam menerima fluida injeksi (*injectivity*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kualitas air terproduksi selama periode monitoring 11 hari, parameter pH berada pada rentang 7,40–7,82 dan seluruhnya memenuhi persyaratan Baku Mutu Air Limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010, sehingga tidak berpotensi menimbulkan korosi pada peralatan maupun formasi reservoir. Namun, parameter *oil content* berkisar antara 39,04–

84,91 mg/L, melampaui batas maksimum 25 mg/L, yang berpotensi menyebabkan *plugging*, penurunan *injectivity*, dan gangguan stabilitas proses injeksi. Sementara itu, nilai *total dissolved solids* (TDS) yang sangat tinggi berkisar antara 17.410,0–18.212,9 mg/L juga tidak memenuhi standar dan meningkatkan risiko pembentukan *scale*, *fouling*, serta kerusakan formasi. Evaluasi terhadap ketiga parameter tersebut, air terproduksi yang diuji belum layak digunakan sebagai fluida injeksi tanpa pengolahan lebih lanjut. Diperlukan upaya penurunan kadar *oil content* dan *total dissolved solids* (TDS) sebelum air terproduksi dapat digunakan secara aman dalam operasi *water injection*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N. A., Goh, P. S., Yogarathinam, L. T., & Zulhairun, A. K. (2020). Current advances in membrane technologies for produced water desalination. *Desalination*, 493(July), 114643. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114643>
- Al-ghouti, M. A., Al-kaabi, M. A., Ashfaq, M. Y., & Adel, D. (2019). Journal of Water Process Engineering Produced water characteristics , treatment and reuse : A review. *Journal of Water Process Engineering*, 28(February), 222–239. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.02.001>
- Ali, D. al deen A., Palaniandy, P., & Feroz, S. (2018). *Advanced Oxidation Processes (AOPs) to Treat the Petroleum Wastewater*. 99–122. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5766-1.ch005>
- Bolaji, T. A. (2022). *Evaluation of corrosion and scaling potentials of oil fi eld waters in an offshore producing facility , Niger Delta*. 85(12), 3493–3509. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.182>
- Effendi, D., Hani, B., Selly, R., Studi, P., Perminyakan, T., Tanri, U., Selatan, J., Tinggi, S., Payakumbuh, T., Barat, S., Matematika, P., & Jambi, U. (2020). *PENENTUAN KARAKTERISTIK AIR PADA STASIUN PENGUMPUL (SP) LAPANGAN MINYAK Y SESUAI PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP (PER-MEN LH) NO . 19 TAHUN 2010 (Determination of Water Characteristics at Gathering Station oil Field Y According to Minister of Envi*. 54(2), 111–125.
- Eldos, H. I., Khan, M., Zouari, N., Saeed, S., & Al-ghouti, M. A. (2022). Case Studies in Chemical and Environmental Engineering Characterization and assessment of process water from oil and gas production : A case study of process wastewater in Qatar. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6(March), 100210. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100210>
- Elmobarak, W. F., Hameed, B. H., Almomani, F., & Abdullah, A. Z. (2021). *A Review on the Treatment of Petroleum Refinery Wastewater Using Advanced Oxidation Processes*. 1–29.
- Herawati, N., Hatta, M., Yusuf, M., Iqbal, M. M., Ahmad, K., & Nasir, S. (2023). Materials Today : Proceedings Removal of total dissolved solids from oil-field-produced water using ceramic adsorbents integrated with reverse osmosis. *Materials Today: Proceedings*, 87(8), 360–365. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.624>
- Pushpalatha, N., Sreeja, V., Karthik, R., & Saravanan, G. (2022). *Total Dissolved Solids and Their Removal Techniques*. 2(2), 13–30.
- Radelyuk, I., Tussupova, K., & Zhapargazinova, K. (2019). *Pitfalls of Wastewater Treatment in Oil Refinery Enterprises in Kazakhstan — A System Approach*. 1–20. <https://doi.org/10.3390/sul1061618>
- Salsabila, S. A., & Affandy, M. R. J. (2025). *PENGUJIAN AIR TERPRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN SPESIFIKASI PERMENLH UNTUK SUMUR INJEKSI WATERFLOODING*. 7(1).
- Samhan, M. Al, Al, K. A. J., Al, F. F., & Mukadam, A. S. (2020). Evaluating scale deposition and scale tendency of effluent water mix with seawater for compatible injection water. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 0123456789, 1–7. <https://doi.org/10.1007/s13202-020-00849-w>



Zhang, C. (2017). Analysing the correlations of long-term seasonal water quality parameters , suspended solids and total dissolved solids in a shallow reservoir with meteorological factors. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8402-1>



