

EVALUASI AIR TERPRODUKSI DENGAN DAN TANPA MENGGUNAKAN FILTER

Salma Alisia Salsabila^{1*}, Ainul Qodri Zakirman¹, Ilham Thariq Ramadhan¹, Tun Sriana¹

¹Teknik Pengolahan Migas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jalan Gajah Mada No. 38 Cepu, Blora, 58315

*E-mail: salma.alisiaa@gmail.com

ABSTRAK

Air terproduksi (*produced water*) yang terdapat dalam suatu plant selalu mengandung berbagai zat kimia dan polutan yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pemantauan secara berkala terhadap kualitas *produced water* untuk memastikan kesesuaian terhadap standar lingkungan yang berlaku sehingga perlu diukur parameter-nya. Beberapa parameter yang digunakan adalah pH, *conductivity*, *color*, *density*, dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang disesuaikan dengan spesifikasi PerMenLH No. 19 Tahun 2010 untuk Baku Mutu Air Limbah (BMAL) Migas. Nilai tersebut diperoleh dari *produced water* yang terdapat pada tangki penyimpanan dengan kode T-0901 yang akan diinjeksikan ke sumur gas. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah *produced water* yang diuji telah sesuai atau belum dengan spesifikasi yang berlaku serta bagaimana dampaknya bagi lingkungan sekitar. Tangki T-0901 dibagi menjadi enam kode yaitu T-0901A, T-0901A after filter, T-0901B, T-0901B after filter, T-0901C, dan T-0901C after filter. Dari keenam kode tersebut, maka T-0901C after filter merupakan sampel yang paling baik dibandingkan lainnya karena hasil uji yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan spesifikasi, yaitu kadar pH, densitas, warna, konduktivitas, dan COD yang diperoleh berturut-turut ialah 5,08; 1 g/mL; berwarna bening; 0,350 mS; 1450 g/mL. Sehingga sampel yang telah dilakukan filtrasi kandungan pengotornya akan menurun yang menyebabkan sampel layak dibuang ke lingkungan.

Kata kunci: air terproduksi, limbah, parameter

1. PENDAHULUAN

Air terproduksi ialah air hasil samping dari aktivitas produksi minyak dan gas bumi, yang merupakan campuran kompleks mengandung air formasi, air injeksi, hidrokarbon, dan berbagai zat kimia. Apabila air terproduksi dibuang secara sembarangan, maka air tersebut dapat menimbulkan dampak lingkungan yang serius, seperti pencemaran tanah, air permukaan, dan udara. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan proses pengolahan yang efektif untuk memisahkan minyak, gas, dan zat-zat berbahaya lainnya. Teknologi pengolahan yang ada saat ini terus berkembang, namun masih menghadapi tantangan, seperti biaya yang tinggi dan kompleksitas proses. Pemanfaatan kembali air terproduksi, seperti untuk injeksi kembali ke formasi atau sebagai sumber air untuk industri, dapat mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi produksi [1].

Sifat atau karakteristik dari air terproduksi berbeda-beda sesuai dengan sumber, kondisi lapangan, dan bahan-bahan kimia yang digunakan pada proses produksi minyak bumi ataupun kedalaman *reservoir*. Dalam hal ini, senyawa-senyawa yang terkandung di dalam air terproduksi merupakan senyawa pencemar. Apabila nilai dari senyawa-senyawa tersebut melebihi baku mutu standar lingkungan yang ditetapkan, maka potensi terjadinya pencemaran ke lingkungan melalui badan air akan terjadi semakin besar [2].

Limbah air terproduksi yang diinjeksikan kembali ke sumur injeksi terdapat banyak manfaat, baik dari sektor lingkungan maupun keuntungan bagi perusahaan daripada teknologi pembuangan air terproduksi lainnya. Apabila dilihat dari bidang ekonomi, maka cara ini merupakan metode yang paling murah biayanya. Penggunaan serta pelepasan air terproduksi ke lingkungan yang belum diolah akan banyak mengandung bahan berbahaya yang dapat merusak keseimbangan lingkungan [3].

Limbah air terproduksi yang tidak dapat dimanfaatkan kembali dan dilepaskan secara langsung ke lingkungan, dimana masih mengandung banyak bahan berbahaya, seperti kandungan logam yang tinggi, zat terlarut organik yang mudah menguap, bahan beracun yang disertakan dengan produk hidrokarbon, dan kandungan padatan terlarut yang tinggi yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan. Karakteristik air terproduksi harus diketahui untuk menemukan cara yang tepat untuk mengurangi kadar bahan berbahaya di dalam air sebelum dibuang ke lingkungan. Dengan demikian, pengolahan yang tepat akan memungkinkan air terproduksi tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik. Sebelum dimanfaatkan, air terproduksi perlu dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui konsentrasi senyawa yang terkandung di dalamnya sesuai dengan baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 [4].

Karakteristik dari air terproduksi harus diketahui untuk dapat menemukan cara yang efektif dalam mengurangi kandungan bahan berbahaya di dalam air tersebut sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan yang tepat dan efektif membuat air terproduksi dapat dimanfaatkan kembali dengan baik. Apabila air terproduksi akan dialirkan menuju ke aliran sungai, maka air tersebut harus memiliki karakteristik yang memenuhi baku mutu yang berlaku. Jumlah air terproduksi dapat dimanfaatkan kembali untuk berbagai hal. Dalam hal ini seperti pada saat pembuangan yang diinjeksikan ke dalam sumur injeksi yang dapat menstabilkan tekanan pada sumur, digunakan dalam proses irigasi, dan dijadikan sebagai komsumsi satwa liar yang sebelumnya dilakukan pengolahan terlebih dahulu [5].

Pada dasarnya pengukuran pH didasarkan pada kemampuan potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang ada pada elektroda gelas (*membrane glass*) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif sehingga elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau disebut juga dengan *potential hydrogen*. pH adalah parameter terukur dan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH cair (dalam kasus khusus senyawa semi padat) disebut pH meter. Komponen yang paling penting dari pH meter adalah *probe* (elektroda kaca atau untuk aplikasi khusus menggunakan *Ion Selective Field-Effect (ISFET)*) yang terhubung ke sebuah alat yang mengukur dan menampilkan pembacaan pH. Semua pH meter dikalibrasi terhadap larutan *buffer* dengan aktivitas ion hidrogen yang diketahui. Penggunaan satu rangkaian larutan penyangga (standar operasional pH) telah diusulkan oleh IUPAC. [6]

Densitas atau biasa dikenal dengan massa jenis suatu benda menunjukkan seberapa berat suatu benda dalam ukuran tertentu. Semakin padat suatu benda, maka dalam volume yang sama, benda tersebut akan memiliki massa yang lebih besar. Massa jenis rata-rata suatu benda didapat dari hasil pembagian total massa dengan total volumenya. Benda yang padat akan menempati ruang yang lebih kecil dibandingkan benda yang kurang padat dengan massa yang sama. Satuan standar untuk mengukur kepadatan adalah kilogram per meter kubik. Setiap jenis zat memiliki densitas yang berbeda, sehingga dapat mengidentifikasi suatu zat berdasarkan kepadatannya. Meski massa dan volume suatu benda berubah, namun kepadatannya akan tetap sama. Pada air murni memiliki kepadatan 1 gr/cm^3 . Dengan demikian, massa adalah ukuran jumlah materi dalam suatu benda, sedangkan berat adalah gaya tarik bumi pada benda tersebut. Kedua komponen ini berbeda, namun saling berkaitan.[7]

Uji *color* pada air secara visual didasarkan pada persepsi manusia terhadap warna. Manusia memiliki kemampuan untuk membedakan berbagai warna dengan bantuan sistem penglihatan mereka. Dalam pengujian ini mengandalkan mata manusia sebagai alat pengukur untuk mengevaluasi warna air. Warna air dapat diubah oleh kandungan zat-zat tertentu, seperti bahan organik, senyawa kimia, logam berat, atau partikel terlarut. Perubahan warna ini dapat mengindikasikan adanya pencemaran atau kualitas air yang buruk.[8]

Conductivity meter adalah alat yang digunakan untuk mengetahui dan mengukur nilai konduktivitas listrik (*specific or electric conductivity*) suatu larutan atau cairan. Nilai konduktivitas listrik sebuah zat cair menjadi acuan atas jumlah ion serta konsentrasi padatan (*Total Dissolved Solid* atau TDS) yang terlarut di dalamnya. Konsentrasi di dalam larutan berbanding lurus dengan daya hantar listriknya. Semakin banyak ion mineral yang terlarut, maka akan semakin besar kemampuan larutan tersebut untuk menghantarkan listrik. Dengan demikian, sifat kimia tersebut yang digunakan sebagai prinsip kerja *conductivity meter*. [9]

Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) ialah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi CO₂ dan H₂O. Metode ini digunakan untuk penentuan Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam air bersih dan air buangan atau air limbah dimana kandungan KOK biasanya digunakan untuk mengukur pencemaran pada air limbah.[10]

Pemanfaatan kembali serta pembuangan air hasil produksi yang mengandung zat-zat berbahaya tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mengganggu keseimbangan alam. Berdasarkan penelitian sebelumnya sehingga peneliti saat ini melakukan perlakuan pada air terproduksi sebelum diinjeksikan ke sumur kembali agar lingkungan tidak tercemar oleh bahan berbahaya dengan tujuan untuk membandingkan perlakuan mana yang lebih efektif antara tanpa filter dengan menggunakan filter yang sesuai dengan spesifikasi yang berlaku [11].

2. METODE

Dalam melakukan penelitian ini, bahan utama yang digunakan berupa air terproduksi dengan metode yang digunakan dibagi menjadi tiga tahapan yaitu persiapan, pelaksanaan, dan penyelesaian. Pada tahap pertama yaitu persiapan dimulai dengan studi literatur mengenai setiap parameter yang akan diuji. Pada tahap pelaksanaan dilakukan dengan pengujian pH menggunakan *probe* pH meter *type* HI1131, *Density* menggunakan pH meter *type* HI1131, *Color* menggunakan indra penglihatan (mata), *Conductivity* menggunakan *portable conductivity meter* CD-4301, dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) menggunakan *spectrometer* DR 3900. Pada tahap penyelesaian dilakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan. Dalam hal ini, analisis dilakukan dengan membandingkan hasil yang didapatkan sesuai atau tidak berdasarkan dasar teori yang relevan. Kemudian, dilanjutkan dengan melakukan perbandingan antara hasil penelitian dengan informasi yang telah tersedia. Pada metode ini dilakukan dengan dan tanpa menggunakan filtrasi. Dalam hal ini, filtrasi merupakan suatu proses penyaringan yang memiliki tujuan utama untuk memisahkan padatan, minyak, dan kontaminan sehingga dapat meningkatkan kualitas air yang diperoleh dan menjadikan air terproduksi yang dihasilkan menjadi lebih bersih dan aman untuk dibuang maupun digunakan kembali.

3. PEMBAHASAN

Data hasil pengujian air terproduksi (*produced water*) pada PT. XYZ dengan menggunakan parameter uji utama berupa pH, *Conductivity*, dan *Chemical Oxygen Demand (COD)*. Kemudian dibantu dengan menggunakan parameter uji pendukung berupa *Density* dan *Color*. Dengan demikian, maka diperoleh data yang tersaji pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Air Terproduksi

Sampel	pH	Densitas (g/mL)	Warna	Konduktivitas (mS)	COD (g/mL)	Keterangan
Sampel 1	5,17	1	Bening	0,400	2370	T-0901 A
Sampel 2	5,13	1	Bening	0,388	2100	T-0901A After Filter
Sampel 3	5,09	0,995	Bening	0,367	1724	T-0901B
Sampel 4	5,08	1	Bening	0,351	1640	T-0901B After Filter
Sampel 5	5,46	1	Bening	0,438	1540	T-0901C
Sampel 6	5,08	1	Bening	0,350	1450	T-0901C After Filter

Dalam dunia industri khususnya pada PT. XYZ, filtrasi memegang peran krusial dalam proses produksi. Dalam hal ini, sampel air terproduksi yang mengalami *after filter* menunjukkan bahwa proses filtrasi tersebut telah dilakukan untuk menghilangkan partikel padat. Dalam hal ini, filtrasi efektif dalam mengurangi suatu kontaminan sehingga dapat meningkatkan kualitas air yang sesuai dengan spesifikasi dari setiap parameternya. Dengan demikian, air terproduksi yang diperoleh menggunakan *after filter* maupun dengan perlakuan tanpa menggunakan filter dapat dibandingkan hasil mana yang lebih efektif diantara keduanya.

Parameter pertama yang digunakan adalah pH (*potential hydrogen*). Parameter pH berfungsi untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaaan pada suatu sampel air atau larutan. Dari data yang telah disajikan pada tabel, maka dapat dilihat bahwa pada sampel sebelum filtrasi, pH yang diperoleh berkisar antara 5,17 hingga 5,46. Dalam hal ini, seperti halnya pada tangki T-0901A, sampel saat sebelum difiltrasi memiliki pH sebesar 5,17 yang kemudian turun menjadi 5,13. Dari data tersebut, maka sampel yang telah melalui proses filtrasi memiliki pH yang cenderung lebih rendah atau stabil. Hal ini menunjukkan bahwa proses filtrasi dapat menurunkan nilai pH, tetapi tidak mengubahnya secara signifikan dan menjaga air tersebut tetap berada dalam kisaran yang relatif asam. Proses filtrasi dilakukan dengan menggunakan filter sehingga air terproduksi yang diperoleh telah tersaring sehingga terpisah dari kontaminannya. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 mengatur baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi nilai pH yang diperbolehkan untuk air terproduksi yang dibuang ke lingkungan ialah berkisar antara 6 hingga 9. Berdasarkan hal tersebut sampel pada data di atas tidak memenuhi persyaratan yang diperbolehkan, sehingga harus dilakukan proses lanjutan agar nilai pH pada air terproduksi tersebut meningkat dan sesuai dengan spesifikasi yang diperbolehkan.

Parameter densitas digunakan untuk mengukur massa air per satuan volume. Pada tabel yang telah disajikan, mayoritas dari sampel memiliki densitas yang sama yaitu sebesar 1 gr/mL. Dalam hal ini, baik sampel sebelum maupun sesudah filtrasi, sebagian besar menunjukkan hasil densitas yang konsisten. Namun, terdapat sedikit pengecualian pada sampel saat berada pada tangki T-0901B. Pada saat sebelum filtrasi, densitas yang diperoleh turun menjadi 0,995 gr/mL. Hal ini diakibatkan karena air yang diuji mengandung banyak *impurities* sehingga membuat

hasil yang berbeda dengan pengujian yang lain. Dari data tersebut menunjukkan bahwa proses filtrasi tidak memberikan pengaruh besar pada densitas air yang disebabkan oleh komposisi zat padat terlarut yang tidak banyak berubah oleh filtrasi.

Parameter konduktivitas pada air terproduksi tersebut mencerminkan kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik yang bergantung pada jumlah ion terlarut di dalamnya. Dari tabel yang telah tersaji, maka terlihat bahwa konduktivitas air terproduksi sebelum filtrasi lebih tinggi dibandingkan setelah filtrasi. Dalam hal ini, seperti halnya pada tangki T-0901C, saat sampel belum melakukan filtrasi memiliki nilai konduktivitas sebesar 0,438 mS. Sementara itu, saat setelah filtrasi pada hari yang sama pula, konduktivitasnya menurun menjadi 0,350 mS. Hal ini menunjukkan bahwa filtrasi efektif dalam mengurangi jumlah ion terlarut atau partikel bermuatan dalam air yang mencakup garam mineral atau polutan.

Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan parameter yang mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air. Dalam tabel yang telah tersaji, maka nilai COD untuk sampel sebelum filtrasi sangat tinggi, mencapai 2370 mg/L pada tangki T-0901A dan turun menjadi 2100 mg/L setelah filtrasi. Penurunan COD ini menunjukkan bahwa filtrasi berhasil mengurangi jumlah bahan organik terlarut yang terdapat di dalam air yang berpotensi mencemari lingkungan apabila dilepaskan ke dalam perairan alami tanpa pengolahan yang memadai.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 mengatur baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi. Peraturan ini bertujuan untuk melindungi lingkungan dari dampak negatif kegiatan industri migas. Spesifikasi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 untuk BMAL Migas pada parameter pH yaitu sebesar 6-9, *Density* yaitu sebesar 1 gr/mL, dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yaitu maksimal sebesar 200 mg/L. Pada parameter pH, semua hasil pengujian yang diperoleh berada di bawah batas minimum yang telah ditetapkan. Dalam hal ini mengindikasikan bahwa air tersebut bersifat asam yang belum sesuai dengan kondisi netral yang ideal untuk pembuangan ke lingkungan.

Pada parameter densitas, umumnya memenuhi spesifikasi baku mutu. Dalam hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi zat terlarut pada air tersebut secara umum masih dalam batas yang diperbolehkan. Pada parameter COD, semua hasil pengujian berada jauh di atas batas maksimum yang telah ditetapkan. Dalam hal ini, nilai COD yang tinggi mengindikasikan bahwa adanya bahan organik yang sangat tinggi sehingga menyebabkan pencemaran dan penurunan kualitas air.

Dari ketiga kode tangki yang telah tersaji, maka tangki T-0901C merupakan tangki yang paling bagus dibandingkan tangki lainnya. Hal ini dikarenakan nilai COD yang lebih rendah dan paling mendekati spesifikasi apabila dibandingkan dengan tangki lainnya. Untuk parameter lainnya, dapat dilihat bahwa nilai yang diperoleh kurang lebih tidak jauh berbedanya antara tangki satu dengan yang lainnya. Dari hasil yang telah didapatkan, air terproduksi yang diberi perlakuan dengan menggunakan filter memiliki dampak yang lebih baik apabila dibandingkan dengan tanpa menggunakan filter. Dalam hal ini, air terproduksi yang menggunakan filter lebih ramah lingkungan dan mencegah pencemaran apabila dibandingkan air terproduksi yang tanpa menggunakan filter.

4. SIMPULAN

Perbandingan antara sampel sebelum dan setelah filtrasi menunjukkan bahwa filtrasi memiliki efek positif dalam memperbaiki kualitas air. Meskipun pada parameter pH dan densitas tidak mengalami perubahan yang signifikan, filtrasi dapat mengurangi nilai konduktivitas dan *chemical oxygen demand*. Penurunan konduktivitas mengindikasikan bahwa berkurangnya jumlah ion atau zat terlarut dalam air. Sedangkan, penurunan *chemical oxygen*

demand mencerminkan bahwa terdapat bahan organik yang membutuhkan oksigen untuk terurai juga berkurang. Dengan demikian, proses filtrasi tidak hanya mengurangi polutan terlarut, tetapi juga menurunkan potensi dampak negatif terhadap lingkungan jika air tersebut dilepaskan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Effendi, "Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan," Yogyakarta, 2007.
- [2] W. Atima, "BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah," *Biology Science and Education*, vol. 4, pp. 83–93, 2015.
- [3] J. Al-Hubail and K. El-Dash, "Managing Disposal of Water Produced with Petroleum in Kuwait," *J Environ Manage*, vol. 79, pp. 43–50, 2006.
- [4] W. W. Nandari, A. , Utami, E. Yogafanny, and M. T. Kristiati, "Pengolahan Produced water dengan Membran Bioreaktor di Wilayah Penambangan Wonocolo," *Jurnal Prodi Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta*, vol. 15, 2018.
- [5] F. R. A. Ahmadun, L. C. Pendashteh, D. R. A. Abdullah, S. S. Biak, Z. Z. Madaeni, and Abidin, "Review of Technologies for Oil and Gas Produced Water Treatment," *J Hazard Mater*, vol. 170, pp. 530–551, 2009.
- [6] G. Corrieu and C. Beal, "The Product and Its Manufacture," Caballero, B., Finglas, P., and Toldra, F. (ed). *The Encyclopedia of Food and Health Vol.5*, Pp. 617-624, 2016.
- [7] Soedjojo and Peter, "Fisika Dasar," Yogyakarta, 1999.
- [8] Kanginan and Marthen, "Fisika.," Jakarta, 2002.
- [9] C. Chang, Sommerfeldt T.G, Carefoot J.M, and Schaalje G.B, *Relationship of Electrical Conductivity with Total Dissolved Salts and Cation Concentration of Sulfate Dominan Soil Extracts*, vol. 63. 1982.
- [10] Estikarini, Hadiwidodo, and L, "Penurunan Kadar COD dan TSS Pada Limbah Tekstil Dengan Metode Ozonasi," 2016.
- [11] Effendi, Dahrul, Berkah Hani, Rosda Selly, and Syamsyida Rozi, "PENENTUAN KARAKTERISTIK AIR PADA STASIUN PENGUMPUL (SP) LAPANGAN MINYAK Y SESUAI PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP (PER-MEN LH) NO. 19 TAHUN 2010," *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi Vol. 54 No. 2, Agustus 2019*, pp. 111–125, 2020.