

Evaluasi Pengolahan Air Injeksi Minyak Bumi pada Proyek Pengembangan Injeksi Air di Lapangan X

Noradia Salsabilla^{1a)}, Mia Fitri Aurilia^{1b)} dan Fitrah Maulidina^{1c)}

¹⁾ Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

^{a)} Corresponding author: noradiasalsabilla@gmail.com

^{b)} miaaftr@gmail.com

^{c)} fitrahmaulidina@gmail.com

ABSTRAK

Proses produksi dan kegiatan injeksi air (*waterflood*) tidak lepas dari potensi pencemaran dan limbah-limbah yang terbentuk, misalnya dalam pengolahan air terproduksi yang akan digunakan untuk injeksi, ceceran minyak di sekitar sumur dan stasiun pengumpul, kain lap untuk membersihkan minyak, dan lain sebagainya. Hasil samping dari serangkaian kegiatan tersebut dapat menjadi sumber pencemar bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air injeksi pada inlet dan outlet suatu instalasi pengolahan air injeksi mulai dari *Heater Treater*, *Sand Filter*, *Cartridge Filter*, *Centrifugal Pump*, hingga masuk ke sumur injeksi, mengevaluasi pengolahan air injeksi yang ada di PT X, dan memberikan rekomendasi terhadap kondisi eksisting yang ada di PT X. Data yang digunakan dalam penelitian berupa data primer berupa hasil uji kualitas air injeksi dan kondisi eksisting daerah penelitian, serta data sekunder yang diperoleh berdasarkan studi literatur. Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif dan komparatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan belum dilakukan secara maksimal karena pengolahan yang ada hanya mengandalkan *sand filter* dan pompa sentrifugal sebagai media pengolahan. Konsentrasi pada outlet pengolahan air injeksi tidak menunjukkan perubahan angka yang signifikan. Parameter yang nilainya melampaui baku mutu yaitu pH, DO, SRB, *Scale Index*, RPI, TSS, dan kekeruhan. Rekomendasi yang diberikan yaitu memaksimalkan penggunaan alat pengolahan air injeksi, memantau kualitas baku mutu secara berkala, dan meninjau ulang baku mutu.

Kata Kunci: *Air Injeksi, Baku Mutu, Minyak Bumi, Pengolahan, Waterflood.*

ABSTRACT

The production and waterflood process cannot be separated from waste potentials that are formed, for example in the processing of produced water that will be used for injection, oil spills around wells and transfer station, cloth rags, and so on. The by-products of those activities can become a source of waste if not managed properly. This study aimed to determine the quality of inlet and outlet of the injection water in the treatment plant from Heater Treater, Sand Filter, Cartridge Filter, Centrifugal Pump, to injection well, evaluate the existing injection water treatment and provide recommendations for existing condition at PT X. The data used in this study are primary data of injection water quality and the existing conditions of the study area, as well as secondary data obtained based on literature studies. Data analysis was performed using descriptive and comparative analysis. The results showed that the process has not been done optimally because existing process only relies on sand filters and centrifugal pumps as processing medias. The concentration at the injection water treatment outlet did not show a significant change in number. PH, DO, SRB, Scale Index, RPI, TSS, and turbidity are parameters which above the quality standard. The recommendation given are optimizing the use of injection water treatment plant, monitoring the quality standards periodically, and reviewing quality standard.

Keywords: *Injection Water, Quality Standard, Crude Oil, Treatment, Waterflood.*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber energi migas memungkinkan terjadinya peningkatan permintaan terhadap energi. Keberadaan migas akan mengalami penurunan jika dilakukan pengambilan secara terus menerus dalam jangka waktu panjang tanpa dilakukan pembaruan. Hal tersebut dibuktikan dengan kondisi yang terjadi di lapangan, yang mana produksi migas mengalami penurunan setelah produksi yang cukup panjang. Turunnya laju produksi dapat disebabkan oleh

adanya indikasi penurunan tekanan reservoir yang mengakibatkan laju pengurasan reservoir tidak seimbang dengan laju *water influx* (Kristanto dan Santoso, 2015). Penurunan tekanan reservoir akibat produksi pada tingkat maksimum suatu lapangan hidrokarbon umumnya tidak diimbangi dengan strategi optimalisasi produksi sedini mungkin (Widiarsono, 2013). Berkurangnya tekanan dapat diatasi dengan penambahan tenaga pendorong seperti pompa pada sumur yang tidak dapat mengalir secara alami (*natural flow*).

Lapangan X merupakan lapangan minyak peninggalan Belanda yang terdiri dari empat struktur dan operasional lapangannya masih dikembangkan hingga saat ini. Produksi minyak awal lapangan X dimulai pada tahun 1930 yang dilakukan dengan sistem sembur alam (*natural flow*). Nilai produksi awal minyak yang dihasilkan yaitu sebesar 700 BOPD dan memiliki *watercut* sebesar 0%. Puncak produksi minyak Lapangan X pernah mencapai volume sebesar 8.886 BOPD. Seiring berjalannya waktu, angka produksi minyak di Lapangan X terus mengalami penurunan. Produksi minyak per tahun 2014 hanya sekitar 805 BOPD. Untuk mengatasi hal tersebut, perusahaan telah menerapkan teknologi injeksi air (*waterflood*) untuk meningkatkan volume produksi minyak.

Injeksi air ke dalam reservoir produksi dikenal dengan beberapa istilah, antara lain adalah *pressure maintenance*, *secondary recovery*, *waterflooding*, *supplemental recovery*, dan *enhanced recovery* (Raymond dan Leffler, 2017). Prinsip yang digunakan pada lapangan X adalah *waterflooding*. *Waterflooding* merupakan proses penginjeksian air ke dalam reservoir melalui sumur injeksi. Air akan mendesak minyak ke arah sumur produksi yang mengakibatkan terproduksinya minyak (Effendi dan Pramurti, 2019). Perolehan minyak di lapangan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti *water influx*, karakteristik reservoir, reservoir *voidage*, kualitas air injeksi, dan fluida hidrokarbon (Effendi dan Pramurti, 2019 dan Kristanto dan Santoso, 2015). Kegiatan *waterflood* di Lapangan X merupakan kegiatan yang sedang berjalan dan terus dilakukan pengembangan dengan penginjeksian air yang berasal dari air terproduksi sumur maupun air dari struktur lain.

Proses produksi dan kegiatan *waterflood* yang dijalankan tidak lepas dari potensi permasalahan. Air yang akan diinjeksikan kembali harus sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh suatu perusahaan. Air injeksi yang tidak sesuai dengan baku mutu dapat menyebabkan berbagai permasalahan diantaranya *scaling* pada pipa, penurunan jumlah produksi dan biaya pemeliharaan, dsb. Oleh karena itu, untuk meminimalisir permasalahan yang ada dibutuhkan pengelolaan terhadap air injeksi yang dihasilkan sehingga meminimalisir dampak buruk bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air injeksi yang dihasilkan oleh lapangan X, mengevaluasi pengolahan air injeksi yang ada di lapangan X, dan memberikan rekomendasi pengolahan terhadap rekomendasi terhadap kondisi eksisting yang ada di lapangan X.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan metode analisis data secara deskriptif dan komparatif. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah melakukan deskripsi mengenai penelitian berupa kegiatan yang dilakukan pengaruhnya terhadap lingkungan dan membandingkan hasil kualitas air injeksi Lapangan X dengan baku mutu yang diacu (**Tabel 1.**). Metode pengumpulan data dilakukan berdasarkan data primer dan sekunder. Data primer yang didapatkan yaitu berupa data hasil pengujian kualitas air injeksi setelah masuk ke pengolahan pertama dan sebelum dimasukkan ke sumur injeksi. Data sekunder didapatkan dengan studi literatur mengenai Lapangan X yang bersumber dari PT. X serta wawancara mengenai pengolahan yang dilakukan saat ini.

Air yang didapatkan dari proses produksi diolah dengan enam tahap pengolahan. Setiap tahap pengolahan dilakukan pengujian kualitas air terhadap sepuluh parameter yaitu kandungan minyak, *Dissolved Oxygen* (DO), *Corrosion Rate*, pH, *Sulfur Reduction Bacterial* (SRB), *Total Suspended Solid* (TSS), *Relative Plugging Index* (RPI), *Scale Index* (SI), *Turbidity* dan *Suspended Particle Size* (SPS). Data kualitas air yang disajikan dalam penelitian ini merupakan data hasil pengujian kualitas air dari pengolahan pertama dan pengolahan terakhir. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui penurunan nilai kualitas air sebelum dapat diinjeksikan kembali ke dalam sumur injeksi.

Tabel 1. Baku Mutu Kualitas Air Injeksi Lapangan X

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan <i>Water Injection</i>	Metode Analisa
1.	Kandungan Minyak	ppm	≤ 5	Spectrometer
2.	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	ppm	$< 0,2$	<i>Dissolved Oxygen</i> Meter
3.	<i>Corrosion Rate</i>	mpy	$< 0,4$	<i>Corrosion Probe at</i> <i>Pipe</i>
4.	pH	-	7,0 – 8,0	pH Meter
5.	<i>Sulphur Reduction Bacterial</i> (SRB)	Koloni	0	<i>Sanicheck</i>
6.	<i>Scale Index</i> (SI)	-	0	<i>Calculation</i>
7.	<i>Relative Plugging Index</i> (RPI)	-	< 10	<i>Calculation</i>
8.	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	ppm	< 8	<i>Gravimetric</i>
9.	<i>Turbidity</i>	NTU	< 7	<i>Turbidity Meter</i>
10.	<i>Suspended Particle Size</i> (SPS)	μm	< 5	<i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)

Sumber: Standar Baku Mutu Injeksi Air PT. X (2018)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

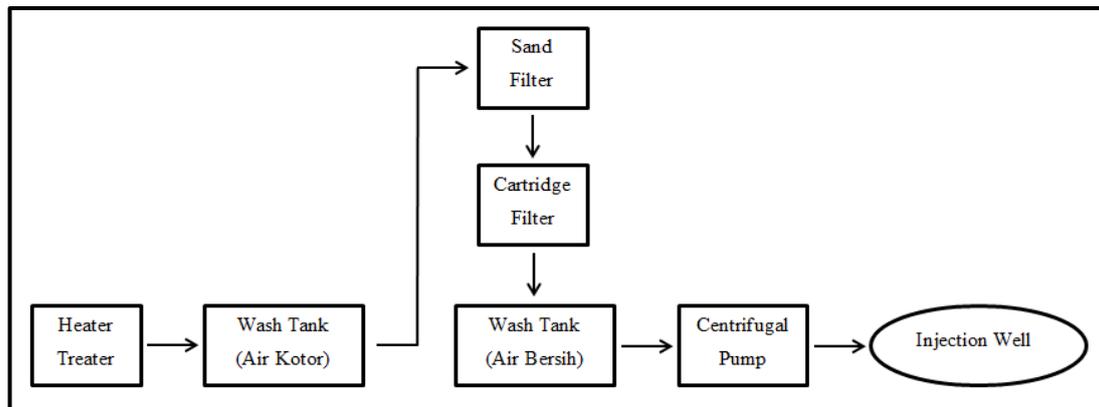
a. Kondisi Eksisting Lapangan X

Lokasi produksi saat ini berada di perkebunan karet milik warga sekitar, persawahan, dan pemukiman. Wilayah perkebunan di area Lapangan X termasuk bagian dari program *enclave* yang secara resmi menjadi milik negara atau aset BMN (Barang Milik Negara). Lapangan X berada di bentuk lahan perbukitan yang relatif landai. Formasi penyusun Lapangan X bertindak sebagai batuan induk yang baik karena mengandung material organik untuk menghasilkan hidrokarbon. Selain itu, formasi ini tersusun dari batuan sedimen silisiklastik yang memiliki porositas yang baik sehingga berperan sebagai batuan reservoir (Ghifarry dkk, 2017). Lapangan X memiliki jenis tanah yang biasa disebut dengan tanah merah. Tanah ini memiliki ukuran butir lempung sehingga bisa juga disebut dengan tanah lempung. Tanah lempung terbuat dari proses pelapukan batuan silika dari asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi. Tanah lempung merupakan campuran dari partikel-partikel pasir dan debu dengan bagian-bagian tanah yang memiliki sifat dan karakteristik yang berlainan (Khoiriyah, 2015).

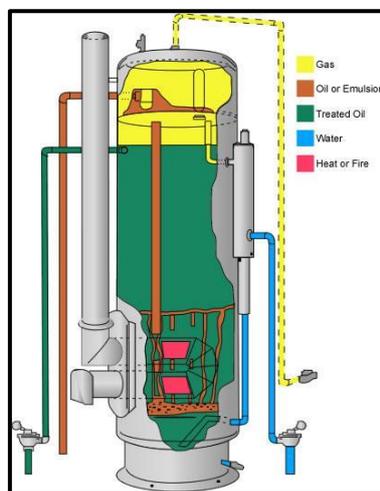
b. Pengolahan Air Injeksi Eksisting

Proses pengolahan air injeksi eksisting pada PT. X dapat dilihat pada **Gambar 1**. Seluruh air terproduksi dari sumur aktif akan masuk ke *header manifold* dan ditampung di tanki Stasiun Pengumpul (SP) yang berada di dekat sumur masing-masing. *Gross* yang telah terkumpul pada tanki kemudian dialirkan ke stasiun pengumpul utama untuk dilakukan pemisahan antara minyak dan air dengan *heater treater*. *Heater treater* adalah alat untuk memisahkan fluida

minyak, air dan gas yang dilakukan dengan proses pemanasan (**Gambar 2**).

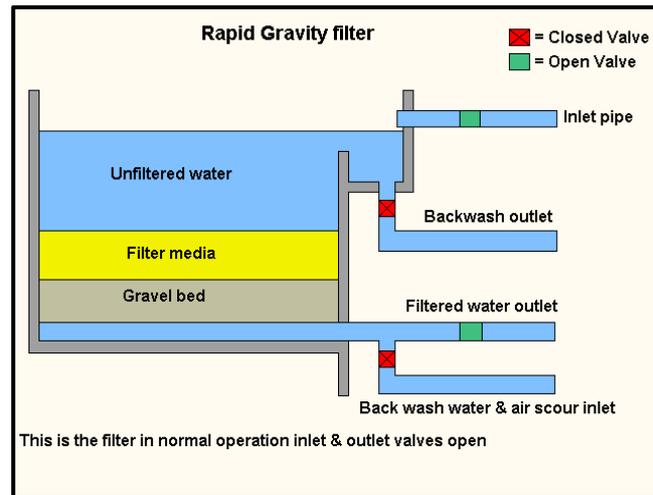


Gambar 1. Skema Pengolahan Air Injeksi PT. X
Sumber: Ilustrasi Penulis (2020)



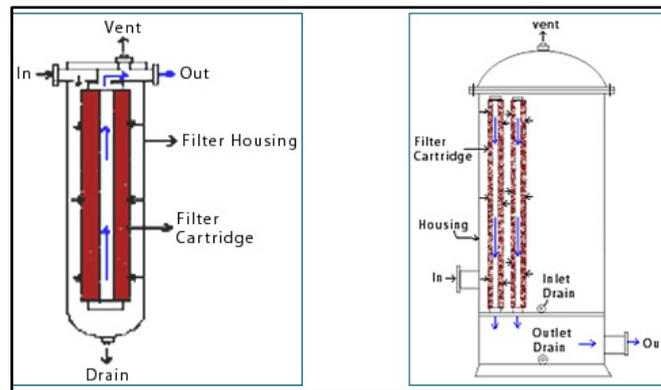
Gambar 2. Mekanisme Alat Heater Treater
Sumber: R. Van Horn. (2017)

Minyak yang telah terpisah dengan air selanjutnya diolah dan dikirim ke *Booster Lapangan Y*, sedangkan air terproduksi yang telah terpisah dari minyak akan masuk ke *produced water tank*. Selanjutnya air akan diolah dengan menggunakan unit filtrasi sementara berupa *sand filter* dan *cartridge filter*. Sebelum diinjeksikan ke sumur injeksi, air hasil filter masuk ke dalam *clean water tank* dan unit *centrifugal pump*. Adewumi, dkk. dalam Ahmadun, dkk, 2009 menyebutkan bahwa pengolahan dengan menggunakan *sand filter* membutuhkan *pre-treatment* terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam unit filtrasi. *Pre-treatment* yang dilakukan mencakup penyesuaian pH, aerasi, dan pemisahan padatan. Ketiganya dilakukan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen (**Gambar 3**).

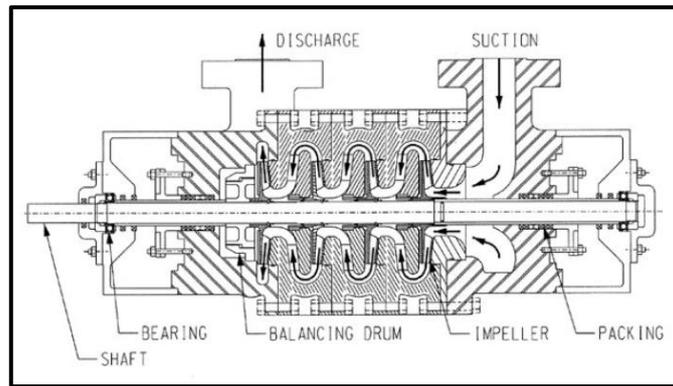


Gambar 3. Mekanisme Pengolahan pada *Sand Filter*
 Sumber: Ken Tesh. (____).

Selanjutnya pengolahan pada *cartridge filter*. *Cartridge filter* dapat menyaring dua kali lebih baik daripada *sand filter* karena dapat menghilangkan padatan hingga berukuran 10-15 mikron. Kelebihan dari filter ini yaitu perawatan yang mudah karena tidak memerlukan *back wash* seperti *sand filter*. Namun, biaya perawatan cenderung lebih mahal karena filter harus dicuci minimal dua kali dalam setahun dan penggantian filter yang setiap beberapa tahun sekali (<http://www.poolsupplyworld.com/>) (**Gambar 4**). *Centrifugal pump* atau pompa sentrifugal merupakan mesin yang bergerak melalui motor elektrik. Fungsi dari mesin ini yaitu untuk memompa fluida dengan cara memberi energi secara terus menerus hingga mencapai tinggi atau jarak tertentu. *Multistage centrifugal pump* terdiri dari beberapa *stage* dengan *single housing*, tergantung pada tekanan yang akan digunakan pada pompa (Rakibuzzaman *et al.*, 2015) (**Gambar 5**).



Gambar 4. Mekanisme Alat *Cartridge Filter*
 Sumber: Techno Filt International. (____).



Gambar 5. Mekanisme Alat Multi-Stages Centrifugal Pump
 Sumber: Samuel Wu. (2009).

Pengolahan air terproduksi dilakukan untuk injeksi *waterflood*. Sebelum diinjeksikan ke sumur injeksi, air terproduksi harus diolah terlebih dahulu untuk disesuaikan dengan parameter yang digunakan. Beberapa parameter yang berkaitan dengan proses penginjeksian *waterflood* berpedoman kepada kebutuhan reservoir Lapangan X yang selanjutnya digunakan sebagai syarat *water injection*. Fungsi penentuan nilai baku mutu juga digunakan untuk menjaga kondisi alat selama proses produksi berlangsung.

Pengecekan kualitas air terproduksi dilakukan dengan mengambil sampel air di setiap tahap pengolahan. Pengambilan sampel air dilakukan satu kali setiap bulan dan dianalisis sesuai dengan parameter yang dibutuhkan dalam persyaratan *water injection*. Pengambilan kualitas air terproduksi awal (*inlet*) dilakukan pada saat air terproduksi keluar dari *Outlet Heater 1* dan kualitas air terproduksi terakhir (*outlet*) diambil pada saat sebelum dipompakan ke sumur injeksi. Perbandingan dari masing-masing nilai konsentrasi *inlet* dan *outlet* Lapangan X pada tahun 2018 dapat dilihat pada tabel yang disajikan di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Air Injeksi Inlet dan Outlet Tahun 2018 Parameter Kandungan Minyak, DO, *Corrosion Rate*, pH, dan SRB

Bulan	Parameter														
	≤ 5 ppm			< 0,2 ppm			< 0,4 mpy			7,0 - 8,0			0 koloni		
	Kandungan Minyak			Dissolved Oxygen (DO)			Corrosion Rate			pH			Sulphur Reduction Bacterial (SRB)		
	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff
Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	8,5	0	-	-	-
Feb	-	95	-	3,00	5,00	66,67	-	-	-	8,5	8,5	0	-	-	-
Mar	-	-	-	2,00	2,00	0	-	-	-	8,5	8,5	0	-	-	-
Apr	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	-	-	-
Mei	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0
Jun	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0
Jul	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0
Agt	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0
Sep	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0
Okt	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0
Nov	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0
Des	-	-	-	3,00	2,00	33,33	-	-	-	8,5	8,5	0	< 10.000	< 10.000	0

Sumber : Uji Laboratorium PT X (2018)

Tabel 3. Hasil Pengujian Air Injeksi Inlet dan Outlet Tahun 2018 Parameter *Scale Index*, RPI, TSS, *Turbidity*, dan SPS

Bakumutu	Parameter														
	0			< 10			< 8 ppm			< 7 NTU			< 5 µm		
	<i>Scale Index</i>			<i>Relative Plugging Index (RPI)</i>			<i>Suspended Solid (TSS)</i>			<i>Turbidity</i>			<i>Suspended Particle Size (SPS)</i>		
Bulan	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff	Inlet	Outlet	Eff
Jan	1,92	1,90	1,04	39	32	17,95	2300	1850	19,57	66,5	47,3	28,87	-	-	-
Feb	2,04	1,87	8,33	39	32	17,95	2550	1980	22,35	67,3	49,2	26,89	-	-	-
Mar	1,97	1,91	3,05	39	32	17,95	2500	1810	27,6	73,3	42,1	42,56	-	-	-
Apr	1,96	1,92	2,04	39	32	17,95	2650	2100	20,75	73,2	45,3	38,11	-	-	-
Mei	1,96	1,92	2,04	39	32	17,95	2750	1030	62,55	74,2	41,2	44,47	-	-	-
Jun	1,97	1,92	2,54	39	32	17,95	2790	1570	43,73	75,3	35,6	52,72	-	-	-
Jul	1,82	1,92	5,49	39	33	15,38	2900	2800	3,448	74,3	66,9	9,96	-	-	-
Agt	1,97	1,98	0,51	39	33	15,38	2820	2600	7,801	75,3	50,9	32,4	-	-	-
Sep	1,99	1,98	0,50	39	34	12,82	2780	2410	13,31	78,3	47,6	39,21	-	-	-
Okt	1,98	1,98	0,00	39	34	12,82	2750	2330	15,27	80,2	43,9	45,26	-	-	-
Nov	1,98	1,98	0,00	46	34	26,09	2800	2380	15	83,3	47,6	42,86	-	-	-
Des	1,98	1,98	0,00	40	34	15	2750	2200	20	80,2	46,8	41,65	-	-	-

Sumber : Uji Laboratorium PT X (2018)

Nilai konsentrasi DO pada saat *inlet* dan *outlet* tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Konsentrasi nilai DO pada *outlet* di bulan Februari mengalami peningkatan, tetapi berbanding terbalik dengan bulan-bulan selanjutnya yang mengalami penurunan yang konstan. Namun walaupun mengalami penurunan, konsentrasi *outlet* masih berada di atas baku mutu. Penurunan konsentrasi DO dapat disebabkan karena adanya reduksi oksigen pada saat perjalanan air terproduksi dari satu unit pengolahan ke pengolahan selanjutnya. Seperti pada konsentrasi DO, konsentrasi *inlet* dan *outlet* pada nilai *scale index* tidak mengalami penurunan yang signifikan, bahkan pada bulan Agustus hingga Desember menunjukkan nilai yang hampir sama dan masih berada di atas nilai baku mutu.

Berbeda dengan dua parameter sebelumnya, nilai konsentrasi *outlet* RPI mengalami penurunan dibandingkan dengan *inlet* walaupun nilai penurunannya tidak terlalu signifikan. Namun, nilai konsentrasi tersebut juga masih berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan. Konsentrasi TSS dan *turbidity* menunjukkan angka yang fluktuatif tetapi masih berada di atas nilai baku mutu yang diacu. Nilai konsentrasi yang fluktuatif dan tidak menunjukkan adanya penurunan yang signifikan dapat terjadi karena tidak adanya kalibrasi pada alat sehingga memungkinkan terjadinya *error* pada saat pengukuran.

1. Evaluasi Pengolahan Air Injeksi

Seluruh parameter air terproduksi yang akan diinjeksi belum memenuhi standar syarat *water injection* Lapangan X. Tabel hasil pengujian kualitas air injeksi menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut tidak mengalami perubahan konsentrasi yang signifikan. Terdapat dua kemungkinan yang menyebabkan hal tersebut terjadi, yaitu karena keterbatasan alat yang digunakan atau alat yang digunakan belum difungsikan secara maksimal dalam proses pengolahannya. Keterbatasan alat dapat terjadi karena umur alat yang sudah tua atau kurangnya *maintenance* sehingga alat tidak bekerja secara optimal. Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan pengontrolan terhadap unit-unit pengolahan yang digunakan agar kualitas air terproduksi memenuhi nilai baku mutu yang diacu.

Setelah dilakukan peninjauan lapangan, terdapat dua unit pengolahan yang belum digunakan secara optimal, yaitu unit *sand filter* dan *cartridge filter*. Hal tersebut dikarenakan kedua filter membutuhkan *cost maintenance* yang tinggi dan perawatan secara berkala. Perawatan yang dilakukan berpengaruh terhadap hasil kualitas air, khususnya pada parameter

TSS dan *turbidity* yang seharusnya dapat mengalami penurunan secara signifikan. Kedua unit lain yang bekerja secara optimal yaitu *heater treater* dan *multi-stage centrifugal pump*. Kedua unit tersebut bekerja secara optimal dikarenakan perawatan yang mudah dan *cost maintenance* yang rendah. Secara keseluruhan parameter pengolahan air injeksi pada Lapangan X belum memenuhi kriteria baku mutu injeksi yang ditetapkan oleh PT. X. Namun air terproduksi yang digunakan sebagai media *waterflood* tidak mencemari lingkungan di permukaan karena seluruh air terproduksi digunakan untuk diinjeksikan kembali ke reservoir sebagai tenaga pendorong produksi minyak.

Kriteria air yang belum memenuhi baku mutu ditunjukkan dengan hasil pengujian kualitas air. Konsentrasi yang tinggi dari padatan-padatan tersuspensi akan menyebabkan pipa injeksi tersumbat apabila konsentrasinya tidak dikurangi. *Scale index* pada air terproduksi yang telah diolah juga memiliki konsentrasi tinggi sehingga berpotensi untuk terjadi *scaling* atau kerak pada pipa injeksi dan dapat menyebabkan korosi karena kandungan oksigen yang tinggi. Selain itu nilai SRB yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya *fouling* akibat mikroorganisme. Hal tersebut akan berpengaruh pada *cost maintenance* atau penggantian alat yang digunakan. Tujuan penginjeksian sebagai *waterflood* atau *pressure maintenance* tetap harus memperhatikan kualitas air terproduksi yang akan diinjeksi agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga dampak negatif yang mungkin timbul dalam operasi dapat diminimalkan.

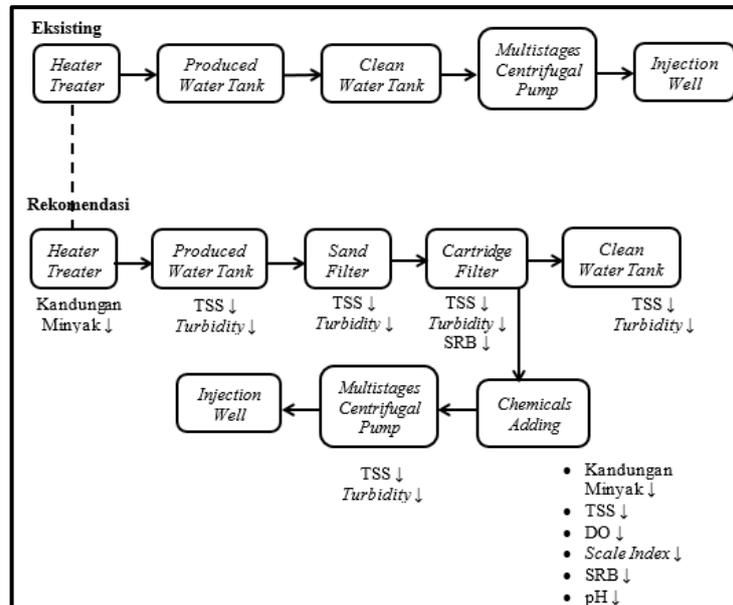
2. Rekomendasi Terhadap Evaluasi

Pembangunan *Water Treatment Injection Plant* (WTIP) merupakan salah satu upaya dari Lapangan X untuk memperbaiki kualitas lingkungan, terutama untuk kualitas air injeksi. Berdasarkan *Feasibility Study* Lapangan X pada tahun 2015, terdapat alat – alat yang diajukan sebagai unit pengolahan WTIP. Pada dasarnya, alat dan proses yang akan digunakan sudah mengadopsi pengolahan lingkungan dengan baik, ditandai dengan rencana unit pengolahan yang lebih efektif. Alur perbandingan pengolahan air injeksi eksisting di PT.X dan rekomendasi yang diberikan dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Seluruh konsentrasi parameter yang masih berada di atas baku mutu harus diturunkan agar dapat memenuhi nilai baku mutu, salah satunya dengan menggunakan bahan – bahan kimia. Penambahan bahan-bahan kimia seperti *corrosion inhibitor*, *scale inhibitor*, *oxy scavenger*, *biocide*, *pH adjustment*, *water clarifier*, demulsifier, dan flokulan dibutuhkan untuk menurunkan beberapa konsentrasi dari parameter yang digunakan. Bahan-bahan kimia tersebut dimasukkan ke dalam air terproduksi dengan tujuan tertentu seperti pencegahan pembentukan kerak dan korosi, pengurangan oksigen terlarut, dan pengurangan mikroorganisme dalam air terproduksi. Misalnya demulsifier digunakan untuk menstabilkan minyak dan menurunkan tegangan permukaan antara minyak dan air karena pengaruh proses produksi yang berlangsung. Penggunaan demulsifier lebih efektif bekerja pada bagian permukaan dimana banyak keterdapatannya minyak pada bagian ini. Namun, kebanyakan minyak mentah mengandung padatan seperti besi sulfida, lumpur, tanah liat, lumpur pemboran, parafin, dan padatan lain sehingga menyulitkan proses demulsifikasi.

Partikel-partikel tersuspensi diolah dengan penambahan flokulan untuk membentuk flok yang lebih besar karena adanya tumbukan antar flok dengan bantuan flokulan (bahan kimia) tersebut. Flok-flok yang telah terbentuk diharapkan akan mengendap lebih cepat karena ukuran partikelnya yang lebih besar (Benefield, 1982). Pemilihan flokulan dapat dilakukan dengan menyesuaikan beberapa karakteristik air terproduksi yaitu suhu, pH, alkalinitas, kekeruhan, warna, penentuan dosis optimum, dan penentuan pH optimum. Kualitas air injeksi harus dipantau secara berkala agar konsentrasinya terus sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

Selain pemantauan, *maintenance* juga harus dilakukan agar unit-unit tersebut dapat berjalan dengan optimal.



Gambar 4. Diagram Alir Perbandingan Pengolahan Air Injeksi Eksisting dan Rekomendasi
 Sumber: Ahmadun *et al*, 2009 dan Pertamina (2015)

Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan meninjau ulang nilai baku mutu dari parameter-parameter yang digunakan. Nilai baku mutu yang ada akan membuat stigma negatif jika nilai-nilai tersebut tidak dapat terpenuhi. Peninjauan kembali nilai konsentrasi bakumutu untuk mendekati nilai pada outlet air injeksi dapat merubah pandangan berbagai pihak karena konsentrasi nilai tersebut masih dapat ditoleransi oleh reservoir minyak di Lapangan X sendiri, dibuktikan hingga saat ini tidak terdapat masalah yang disebabkan oleh air injeksi yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian kualitas air injeksi Lapangan X dilakukan pada setiap tahap pengolahan, tetapi data yang disajikan pada penelitian ini merupakan data hasil kualitas air dari pengolahan pertama dan pengolahan terakhir. Terdapat sepuluh parameter pengujian kualitas air, yaitu kandungan minyak, *Dissolved Oxygen* (DO), *Corroation Rate*, pH, *Sulfur Reduction Bacterial* (SRB), *Total Suspended Solid* (TSS), *Relative Plugging Index* (RPI), *Scale Index* (SI), *Turbidity* dan *Suspended Particle Size* (SPS).
2. Seluruh parameter hasil pengujian kualitas air terproduksi yang akan diinjeksi belum memenuhi standar syarat *water injection* Lapangan X. Hal tersebut dapat terjadi akibat dua kemungkinan, yaitu keterbatasan alat yang digunakan atau alat yang digunakan belum difungsikan secara maksimal dalam proses pengolahannya.
3. Rekomendasi. Parameter-parameter yang masih berada di atas baku mutu harus diturunkan agar dapat memenuhi nilai baku mutu. Dibutuhkan penggunaan bahan-bahan kimia untuk menurunkan beberapa konsentrasi dari parameter yang digunakan. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan meninjau ulang nilai baku mutu dari parameter-parameter yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada PT. X dan seluruh karyawan yang bekerja pada project pengembangan Lapangan X, kepada Ibu Ekha Yogafanny S.Si., M.Eng. atas saran dan masukannya, dan kepada Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah menyelenggarakan Seminar Nasional Kebumihan ke-II (Satubumi).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadun, Fakhru'l-Razi *et al.* (2009). Department of Chemical and Environmental Engineering at Putra Malaysia University, Review of Technologies for Oil and Gas Produced Water Treatment, *Jornal of Hazardous Materials* 170 530-551.
- Devold H. 2013. Oil and gas production handbook Oslo: ABB Oil and Gas.
- Effendi, D., & Pramurti, A. R. (2019). Pengukuran pH dan Pengaruh Gas Terlarut di Dalam Air terhadap Laju Korosi pada Air Injeksi untuk Keperluan Water Flooding. *In Prosiding TAU SNAR-TEK Seminar Nasional Rekayasa dan Teknologi* (Vol. 1, No. 1, pp. 202-207).
- Ghifarry, Mochammad Fahmi, dkk. (2017). *Peneliti Geosains* pada Fakultas Teknik Geologi pada Universitas Padjajaran, Fasies dan Lingkungan Pengendapan Formasi Talang Akar, Cekungan Jawa Barat Utara, Volume 1, No. 3, Desember 2017.
- Ken Tesh. (____). *Water and Waste Water Course: Water Treatment Certification Practice Test*. Retrived from <https://www.waterandwastewatercourses.com/water-treatment-certification-practice-test/filter-backwash/>
- Khoiriyah, Ayu. (2015). *Tugas Akhir Diploma III Jurusan Teknik Kimia* pada Politeknik Negeri Sriwijaya, Karakteristik Unsur Tanah Liat di Lokasi Penambangan PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Menggunakan Acanning Electron Microscopy (SEM) (dengan Perlakuan Awal Pengeringan pada Suhu 110 °C).
- Kristanto, D., & Santoso, A. P. (2015). Evaluasi Penggunaan Injeksi Air untuk Pressure Maintenance pada Reservoir Lapangan Minyak. *Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta*.
- L.D. Benefield. 1982. *Process Chemistry For Water and Waswater Treatment*. New Jersey : Prentice Hall Inc.
- Poolsupplyworld.com. Cartridge Filter. (Pool Supply). Retrieved from <https://poolsupplyworld.com/160353-clean-and-clear-rp-200-sq.-ft.-in-ground-pool-cartridge-filter/42059.html>
- R. Van Horn. (2017). *Heater Treaters: 7 Things You Must Know To (Safely!) Light A Heater-Treater*. Retrieved from <https://greasebook.com/blog/7-things-you-must-know-to-safely-light-a-heater-treater/>
- Rakibuzzaman *et al.* (2015). A Study on Multistage Centrifugal Pump Performance Characteristics for Variable Speed Drive System, *Procedia Engineering* 105. *Jurusan Teknik Mesin pada Universitas Soongsil Korea*
- Raymond, M. S., & Leffler, W. L. 2017. *Oil & Gas Production in Nontechnical Language*. PennWell Corporation.
- Samuel Wu. (2009). *Reciprocating Pumps Vs. Multi-Stage Centrifugal Pumps*. <https://www.pumpsandsystems.com/topics/pumps/reciprocating-pumps/reciprocating-pumps-vs-multi-stage-centrifugal-pumps>
- Techno Filt International. *Micro-Filtration-(Cartridge-Filter)*. Retrieved from <http://www.techno-filt.com/technical/basic-filtration/micro-filtration-cartridge-filter-img/>
- Widarsono, I. B. (2013). Cadangan dan produksi gas bumi nasional: sebuah analisis atas potensi dan tantangannya. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, 47(3), 115-126.