

OPTIMASI INJEKSI CHEMICAL WATER CLARIFIER UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI MINYAK DAN LEMAK DALAM PRODUCED WATER PADA PROSES EKSPLORASI DAN PENGOLAHAN GAS ALAM

Irfan Purnawan¹ dan Reza Bayu Pratama¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
email: irfan.purnawan@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Keberadaan air buangan dapat menimbulkan dampak yang tidak baik bagi lingkungan. Air buangan dapat berasal dari rumah tangga, institusi maupun industri. Industri migas merupakan salah satu industri yang tidak luput dalam menghasilkan air buangan. *Produced water* merupakan air buangan dalam industri eksplorasi dan pengolahan gas alam. *Produced water* yang dihasilkan harus memiliki konsentrasi minyak dan lemak di bawah ketentuan yang telah ditetapkan Pemerintah agar aman untuk dibuang ke lingkungan. Untuk menurunkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* maka perlu dilakukan *chemical treatment* yaitu dengan penambahan bahan kimia *water clarifier*. Penentuan jumlah injeksi optimum *water clarifier* diperlukan agar dapat menurunkan konsentrasi minyak dan lemak sesuai ketentuan Pemerintah. Selain itu dengan didapatkannya optimasi dosis injeksi ini juga dapat memaksimalkan proses operasi dan menghemat pemakaian *water clarifier*. Penelitian untuk mendapatkan injeksi optimum dari *water clarifier* dilakukan di laboratorium eksplorasi dan pengolahan gas alam Kangean Energy Indonesia, Pagerungan Field. Penelitian dilakukan pada sampel *produced water* yang diambil dari *outlet water* pada separator 3 fase. Kemudian dibuat variasi konsentrasi *water clarifier* dan waktu *settling*nya pada sampel *produced water*. Kemudian dilakukan analisa konsentrasi minyak dan lemak menggunakan metode SNI 06-6989.10-2004. Hasil penelitian mendapatkan persamaan $y = -0,38x + 28,133$ dan dosis injeksi minimum chemical water clarifier yang dibutuhkan sebanyak 8,24 ppm dengan waktu *settling* selama 9 hari.

Kata Kunci: air buangan, clarifier, minyak, lemak, gas alam

ABSTRACT

The existence of the waste water can have an impact that is not good for the environment. The effluent can come from households, institutions and industry. Oil and gas industry is one industry that is not spared in producing waste water. Produced water is waste water in industrial exploration and processing of natural gas. Produced water generated should have a concentration of oil and grease under the conditions set by the Government to be safe to be discharged into the environment. To reduce the concentration of oil and grease in the produced water is necessary to do that with the addition of chemical treatment chemicals water clarifier. Determining the optimum number of injection water clarifier is needed in order to decrease the concentration of oil and grease in accordance with the provisions of the Government. In addition to the acquisition of injection dose optimization can also maximize the operating process and save the use of water clarifier. Research for mendapatkan optimum injection of water clarifier performed in the laboratory of natural gas exploration and processing Kangean Energy Indonesia, Pagerungan Field. The study was conducted on a sample of produced water were taken from the outlet of water in 3-phase separator. Then created a variation of water concentration and time clarifer *settling*nya on produced water samples. Then analyzed the concentration of oils and fats using SNI 06-6989.10-2004. The results of research to get the equation $y = -0,38x + 28.133$ and minimum injection dose of chemical water clarifier is needed as much as 8.24 ppm with a *settling* time for 9 days.

Keywords: produced water, clarifier, oil, grease, natural gas

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia, hewan dan tumbuhan. Limbah cair atau air buangan didefinisikan sebagai air yang telah terpakai yang berasal dari rumah tangga, institusi, komersil maupun industri yang telah bercampur dengan air tanah, air permukaan, dan air hujan.

Limbah cair merupakan unsur pencemaran yang sangat potensial bagi lingkungan air. Unsur tersebut dapat membahayakan baik terhadap manusia maupun kehidupan biota air. Limbah cair pada umumnya diakibatkan oleh kegiatan manusia. Besar kecilnya pencemaran akan bergantung pada jumlah dan kualitas limbah yang dibuang ke sungai, baik limbah padat maupun cair. Keberadaan limbah cair tidak diharapkan di lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Oleh karena itu, pengolahan limbah cair menjadi semakin penting artinya sebagai bagian dari upaya manusia untuk mengamankan sumber-sumber air yang sangat dibutuhkan mengingat air tersebut sangat terbatas.

1.2. Rumusan Masalah

Industri eksplorasi dan pengolahan gas alam merupakan salah satu industri yang menghasilkan produk utama berupa gas alam dari dalam perut bumi. Selain menghasilkan produk utama, industri eksplorasi dan pengolahan gas alam juga menghasilkan produk samping berupa *produced water*. *Produced water* merupakan salah satu limbah industri eksplorasi yang tidak dibutuhkan. Oleh karena itu sebelum *produced water* ini dibuang, harus dilakukan proses *treatment* terlebih dahulu untuk menghindari pencemaran lingkungan.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Minyak dan Gas Bumi

| Parameter | Kadar Maks. (mg/l) |
|---------------------------------------|--------------------|
| COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) | 200 |
| Minyak dan Lemak | 25 |
| pH | 6,0 - 9,0 |
| Ammonia (sebagai NH ₃) | 5 |
| Fenol Total | 2 |
| <i>Temperature</i> | 40 °C |
| Sulfida Terlarut (H ₂ S) | 0.5 |

Di dalam Buku Mutu Limbah Cair (BMLC) bagi Kegiatan Minyak dan Gas serta Panas Bumi, No.Kep.42/MENLH/19/2010, disebutkan bahwa terdapat beberapa parameter pencemar yang terkandung pada limbah cair industri pengolahan minyak dan gas bumi.

Salah satu parameter pencemar yang terkandung di dalam *produced water* tersebut adalah minyak dan lemak. Konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* yang akan dibuang harus lebih kecil daripada konsentrasi yang telah ditetapkan oleh pemerintah (melalui keputusan menteri lingkungan hidup yaitu tidak boleh mengandung minyak dan lemak lebih besar dari 25 ppm). Penurunan konsentrasi minyak dan lemak dapat dilakukan dengan penambahan *chemical* dan pengaturan waktu *settlingnya*.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode *bottle test* dimana memiliki kekurangan yaitu jumlah volume *chemical* yang harus ditambahkan sedikit sehingga faktor kesalahan yang timbul kemungkinan lebih besar. Selain itu, proses penyaringan yang tidak sempurna sehingga menyebabkan padatan Na₂SO₄ anhidrat dapat terikut masuk ke dalam beaker glass sehingga dapat mengganggu penimbangan yang dilakukan.

1.3. Tujuan

Tujuan dari makalah ini adalah untuk menentukan dosis optimum injeksi *chemical water clarifier* dan waktu *settling optimum* yang diperlukan untuk menurunkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water*.

1.4. Luaran Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan optimasi injeksi *chemical water clarifier* dalam menurunkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water*. Penelitian ini dipengaruhi oleh variabel konsentrasi *chemical* yang diinjeksi dan waktu yang dibutuhkan untuk proses *settlingnya*. Semakin banyak *chemical* yang diinjeksi dan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses *settlingnya* maka akan semakin kecil konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water*.

1.5. Manfaat

Dengan didapatkannya dosis optimum *water clarifier* dapat membantu menurunkan kandungan minyak dan lemak dalam *produced water* agar konsentrasinya lebih kecil dari

ketetapan pemerintah yaitu 25 ppm sehingga dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Selain itu optimasi dosis injeksi ini juga dapat membuat efektifitas dan efisiensi dalam proses operasi akan terjaga dengan ditandai mampu diminimalkan *cost* akibat penggunaan *water clarifier* yang berlebih.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Baku

Industri Pengolahan Gas dan Minyak Bumi merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dan limbah padat. Salah satu limbah cair hasil pengolahan minyak dan gas bumi berupa *produced water* yang merupakan komponen yang tidak diperlukan dan tidak bernilai ekonomis sehingga akan dibuang kembali ke lingkungan. *Produced water* mengandung beberapa senyawa diantaranya senyawa hidrokarbon liquid, fenol, sulfida terlarut dan ammonia.

2.2. Produk

Dalam pelaksanaannya selama ini, besaran konsentrasi *chemical water clarifier* yang diinjeksikan berdasarkan analisa yang telah dilakukan oleh pihak EON Chemical. Setelah beberapa waktu kemudian, dilakukan suatu analisa di laboratorium untuk memeriksa berapa besar konsentrasi minyak dan lemak di dalam *produced water*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu formula agar dapat menentukan dosis optimum injeksi *chemical water clarifier* yang dapat disesuaikan dengan kondisi aktual di plant sehingga mampu menurunkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water*. Jika besaran konsentrasi tersebut tidak melebihi dari kadar yang telah ditetapkan oleh pemerintah, maka konsentrasi injeksi *water clarifier* akan diturunkan untuk mengoptimalkan pemakaian *water clarifier*.

2.3. Proses

Fluida yang berada dalam sumur eksplorasi bisa terdiri dari gas alam, *condensate* (minyak) dan *produced water*. Pemisahan-pemisahan dari komponen-komponen tersebut sangat diperlukan untuk menjaga kemurnian dari masing-masing fluida tersebut. Komponen *condensate* harus terpisah dari *produced water*. Karena jika *produced water* mengandung *condensate* akan menyebabkan naiknya

kandungan minyak dan lemak dalam *produced water* tersebut.

Mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan limbah cair bagi lingkungan, penting bagi sektor industri migas untuk memahami dasar-dasar teknologi pengolahan limbah cair dan optimasi dalam proses operasinya. Teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan.

Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisihkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan:

1. Pengolahan secara fisika
2. Pengolahan secara kimia
3. Pengolahan secara biologi

Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri-sendiri atau secara kombinasi.

1. Pengolahan Secara Fisika

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, diinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisihkan terlebih dahulu. Penyaringan (*screening*) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan secara mudah dengan proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendap partikel.

Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisihkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya. Flotasi juga dapat digunakan sebagai cara penyisihan bahan-bahan tersuspensi (*clarification*) atau pemekatan lumpur endapan (*sludge thickening*) dengan memberikan aliran udara ke atas (*air flotation*).

Proses filtrasi di dalam pengolahan air buangan, biasanya dilakukan untuk mendahului proses adsorpsi atau proses *reverse osmosis*nya, akan dilaksanakan untuk menyisihkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air agar tidak mengganggu proses adsorpsi atau menyumbat membran yang dipergunakan dalam proses osmosa.

Proses adsorpsi, biasanya dengan karbon aktif, dilakukan untuk menyisihkan senyawa aromatik (misalnya: fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut.

Teknologi membran (*reverse osmosis*) biasanya diaplikasikan untuk unit-unit pengolahan kecil, terutama jika pengolahan ditujukan untuk menggunakan kembali air yang diolah. Biaya instalasi dan operasinya sangat mahal.

2. Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun, dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan membubuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan membubuhkan larutan alkali (air kapur misalnya) sehingga terbentuk endapan hidroksida logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air > 10,5 dan untuk hidroksiapatit pada pH > 9,5.

3. Pengolahan Secara Biologi

Semua air buangan yang *biodegradable* dapat diolah secara biologi. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya. Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu:

- Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reaktor*),
- Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reaktor*).

Di dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor jenis ini. Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain *oxidation ditch* dan kontak-stabilisasi. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif konvensional, *oxidation ditch* mempunyai beberapa kelebihan, yaitu efisiensi penurunan BOD dapat mencapai 85%-90% (dibandingkan 80%-85%) dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit. Selain efisiensi yang lebih tinggi (90%-95%), kontak stabilisasi mempunyai kelebihan yang lain, yaitu waktu detensi hidrolis total lebih pendek (4-6 jam). Proses kontak-stabilisasi dapat pula menyisihkan BOD tersuspensi melalui proses adsorpsi di dalam tangki kontak sehingga tidak diperlukan penyisihan BOD tersuspensi dengan pengolahan pendahuluan.

Kolam oksidasi dan lagoon, baik yang diaerasi maupun yang tidak, juga termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi. Untuk iklim tropis seperti Indonesia, waktu detensi hidrolis selama 12-18 hari di dalam kolam oksidasi maupun dalam lagoon yang tidak diaerasi, cukup untuk mencapai kualitas efluen yang dapat memenuhi standar yang ditetapkan. Di dalam lagoon yang diaerasi cukup dengan waktu detensi 3-5 hari saja.

Ditinjau dari segi lingkungan dimana berlangsung proses penguraian secara biologi, proses ini dapat dibedakan menjadi dua jenis:

- Proses aerob, yang berlangsung dengan hadirnya oksigen
- Proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen

Apabila BOD air buangan tidak melebihi 400 mg/l, proses aerob masih dapat dianggap lebih ekonomis dari anaerob. Pada BOD lebih tinggi dari 4000 mg/l, proses anaerob menjadi lebih ekonomis.

Syarat agar terjadi pemisahan antara minyak dan lemak dengan air adalah cairan harus tidak boleh melarutkan satu dengan yang lainnya dan salah satu fluida harus lebih ringan dari yang lainnya. Atau dapat dikatakan, pemisahan komponen-komponen dalam fluida juga tergantung dari perbedaan densitas dari komponen-komponen fluida tersebut. Salah satu prinsip pemisahan fluida yang terpenting adalah *coalescence* (penggabungan/penggumpalan) yang artinya yaitu penggabungan titik-titik air yang kecil sehingga menjadi besar dan jatuh

karena adanya perbedaan densitas, disinilah bahan kimia aditif *water clarifier* berperan sebagai demulsifier untuk mempercepat terjadinya pemisahan.

Pada dasarnya *water clarifier* berfungsi untuk mencegah terbentuknya emulsion (*emulsion inhibitor*) dan sebagai pemecah emulsi (demulsifier) yang terbentuk antara air dan *condensate* sehingga droplet-droplet air akan bertemu dan bersatu kembali yang akhirnya dapat membentuk suatu gabungan titik-titik air. Biasanya demulsifier terdiri dari surfaktan hidrofilik yang mampu mengubah sifat lapisan permukaan minyak dan air dengan menetralisasi surfaktan yang menyebabkan terjadinya emulsi dalam air, secara kimia (mendestabilisasi emulsi).

2.4. Hipotesa

Jumlah injeksi *water clarifier* akan menentukan kesempurnaan pemisahan komponen minyak dan lemak dari *produced water*. Semakin besar jumlah injeksi maka akan semakin kecil kandungan minyak dan lemak dalam *produced water*. Selain itu pengaturan waktu settling akan membantu menyempurnakan kinerja dari *water clarifier*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kangean Energy Indonesia Ltd, Pagerungan field yang berlokasi di Pulau Pagerungan Besar. Penelitian ini dilakukan selama 1 (dua) bulan dimulai tanggal 2 April 2013 sampai dengan 2 Mei 2013.

3.2 Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan baik yang digunakan untuk bahan uji atau percobaan maupun bahan untuk analisa data. Berbagai alat proses dan alat ukur juga digunakan untuk menjamin kelancaran pelaksanaan penelitian.

3.2.1. Bahan

- a) Sampel *Produced water*
- b) Heksan
- c) Na_2SO_4 Anhidrat
- d) Kertas saring whatman 41

3.2.2. Alat Proses

- a) Beaker Glass 150 ml
- b) Corong pisah 500 ml

- c) Corong gelas
- d) Penangas air
- e) Desikator
- f) Gelas Ukur 250 ml
- g) Neraca analitik

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan dosis optimum injeksi *chemical water clarifier* adalah dengan menggunakan metode analisa yang dilakukan di laboratorium. Variabel yang digunakan adalah konsentrasi *water clarifier* yang diinjeksi, lamanya waktu settling dan kandungan minyak dan lemak yang dihasilkan. Adapun urutan kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a) Mengambil sampel *produced water* dari *outlet water* pada separator 3 fase.
- b) Membuat larutan dari sampel yang diambil dengan variasi konsentrasi *water clarifier* 20, 40, 60 ppm kemudian mengocoknya agar tercampur secara homogen.
- c) Mendinginkan larutan tersebut dengan variasi waktu 1, 3, 5, 7 dan 9 hari.
- d) Setelah waktu tertentu, lakukan analisa pengujian kandungan minyak dan lemak dalam sampel *produced water*.
- e) Mencatat data yang diperoleh.
- f) Memplotkan data yang diperoleh ke dalam grafik hubungan antara waktu settling dan konsentrasi minyak dan lemak dalam air pada konsentrasi *water clarifier* tertentu.
- g) Dari grafik dapat dilihat dan ditentukan dosis dan waktu settling optimum serta konsentrasi minimum dari *water clarifier*.

3.4 Metode Analisa

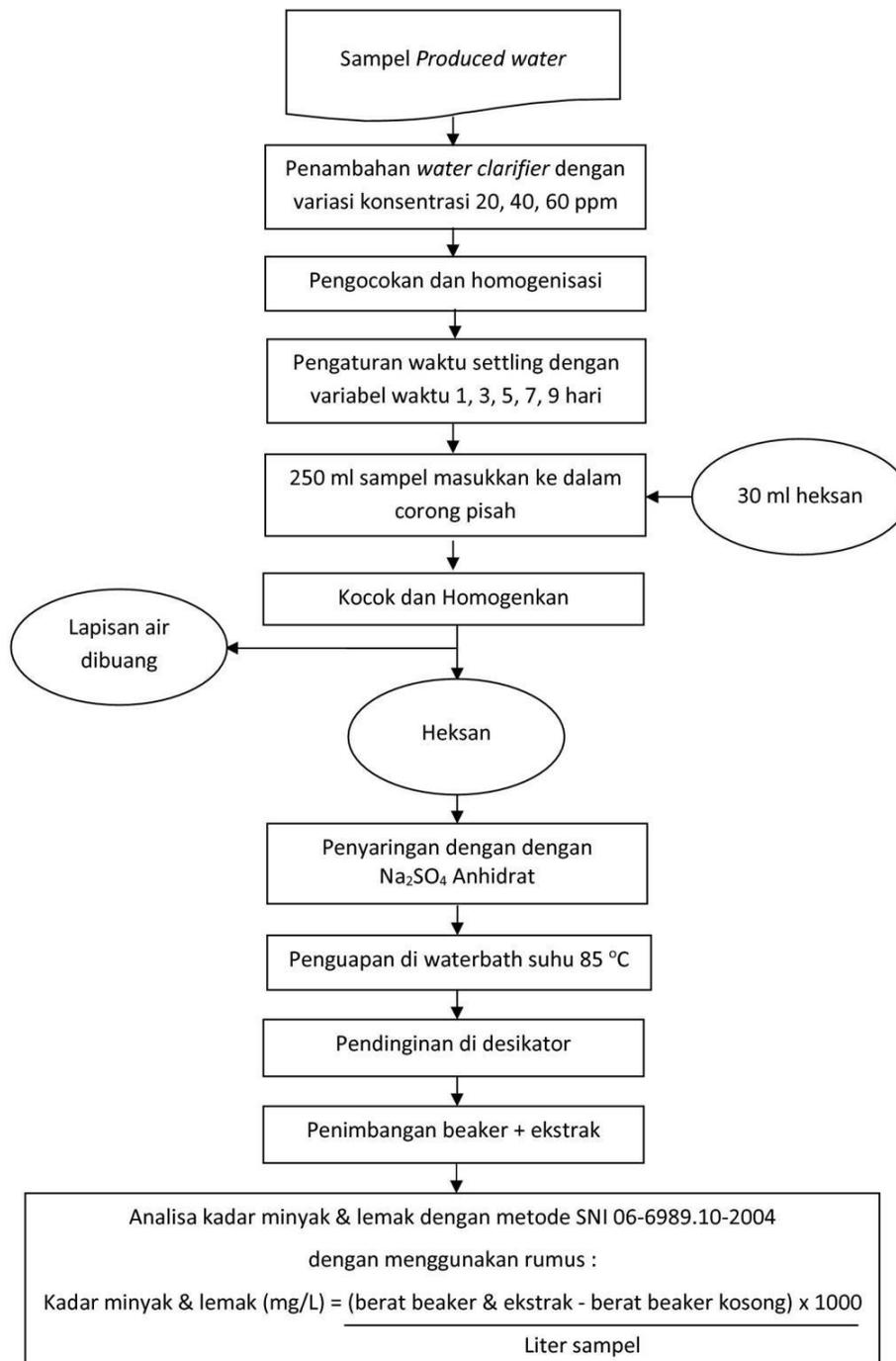
Metode analisa yang dilakukan menggunakan metode analisa di laboratorium. Adapun prosedur kerjanya adalah :

1. Timbang bobot kosong dari beaker glass.
2. Ambil sebanyak 250 ml sampel, masukkan ke dalam corong pisah 500 ml.
3. Tambahkan 30 ml heksan.
4. Tutup corong pisah. Kocok dengan kuat selama 2 menit dengan sesekali membuka kran corong pisah untuk mengeluarkan uap hexane.
5. Diamkan sementara agar lapisan air dan hexane terpisah sempurna, keluarkan lapisan air.
6. Keluarkan lapisan hexane melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10 gr Na_2SO_4 anhidrat yang keduanya telah dicuci

- dengan hexane ke dalam beaker gelas yang telah ditimbang.
7. Uapkan hexane yang telah disaring di dalam penangas air pada suhu 85 °C.
 8. Saat terlihat kondensasi pelarut berhenti, pindahkan labu dari penangas air. Dinginkan

9. Hitung berapa konsentrasi minyak dan lemak dalam desikator selama 30 menit pastikan labu kering dan timbang sampai diperoleh berat tetap.

3.5 Diagram Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengamatan

Tabel 2. Hubungan *settling time* dengan konsentrasi minyak dan lemak pada penambahan *water clarifier* 20 ppm

| Settling Time (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|----------------------|------------------------------------|
| 1 | 43.20 |
| 3 | 34.80 |
| 5 | 30.80 |
| 7 | 26.40 |
| 9 | 21.20 |

Tabel 3. Hubungan *settling time* dengan konsentrasi minyak dan lemak pada penambahan *water clarifier* 40 ppm

| Settling Time (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|----------------------|------------------------------------|
| 1 | 38.40 |
| 3 | 30.40 |
| 5 | 23.20 |
| 7 | 18.80 |
| 9 | 11.60 |

Tabel 4. Hubungan *settling time* dengan konsentrasi minyak dan lemak pada penambahan *water clarifier* 60 ppm

| Settling Time (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|----------------------|------------------------------------|
| 1 | 32.40 |
| 3 | 28.80 |
| 5 | 16.40 |
| 7 | 9.60 |
| 9 | 6.00 |

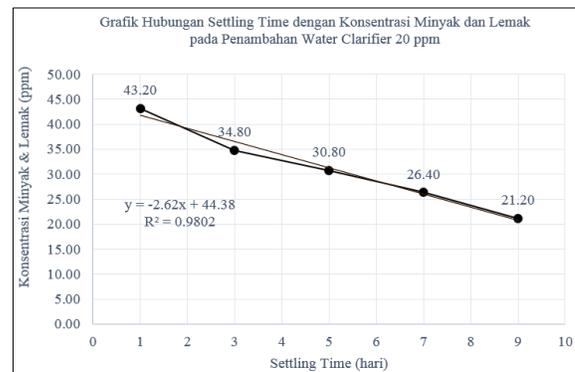
Tabel 5. Hubungan *settling time* dan jumlah penambahan *water clarifier* terhadap konsentrasi minyak dan lemak yang dihasilkan

| Settling Time (hari) | Injeksi Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) | | |
|----------------------|--|--------|--------|
| | 20 ppm | 40 ppm | 60 ppm |
| 1 | 43.20 | 38.40 | 32.40 |
| 3 | 34.80 | 30.40 | 28.80 |
| 5 | 30.80 | 23.20 | 16.40 |
| 7 | 26.40 | 18.80 | 9.60 |
| 9 | 21.20 | 11.60 | 6.00 |

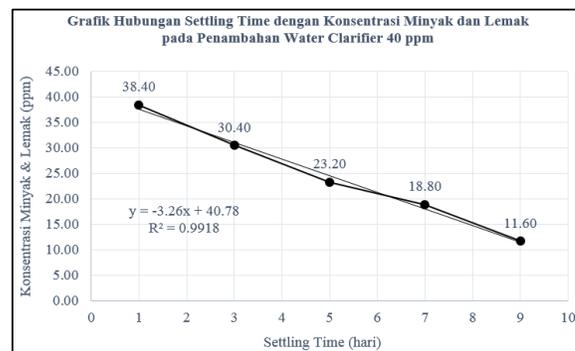
4.2. Pembahasan

Produksi *produced water* dari masing-masing sumur semakin besar, sehingga semakin

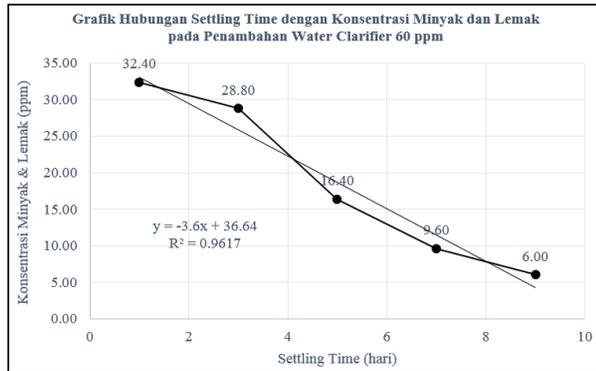
besar beban proses dalam mengolah *produced water* tersebut agar memiliki konsentrasi minyak dan lemak di bawah 25 ppm. Ambang batas polutan (oil) dalam *produced water offshore* sesuai aturan Pemerintah yaitu maksimal 25 ppm. Sampel *produced water* tersebut diambil dari *outlet water* pada separator 3 fase sehingga *produced water* tersebut belum dilakukan pengolahan secara kimia dalam menurunkan konsentrasi minyak dan lemaknya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi waktu *settling* yang berasal dari perhitungan rata-rata debit aliran *produced water* yang masuk ke tangki dalam 1 bulan. Waktu *settling* aktual yang tersedia di plant yang diperoleh berdasarkan perhitungan data debit aliran *produced water* adalah selama 7 hari (perhitungan terlampir). Pada grafik di bawah dapat diketahui pengaruh waktu *settling* terhadap konsentrasi minyak dan lemak yang dihasilkan dalam *produced water*.



Gambar 1. Grafik Hubungan *Settling Time* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak pada Penambahan *Water Clarifier* 20 ppm



Gambar 2. Grafik Hubungan *Settling Time* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak pada Penambahan *Water Clarifier* 40 ppm



Gambar 3. Grafik Hubungan *Settling Time* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak pada Penambahan *Water Clarifier* 60 ppm

Semakin lama waktu settling yang tersedia maka akan semakin kecil konsentrasi minyak dan lemak yang dihasilkan. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa waktu yang paling baik untuk menurunkan konsentrasi minyak dan lemak dalam konsentrasi yang paling rendah adalah selama 9 hari.

Selain itu banyaknya *chemical* yang ditambahkan ke dalam *produced water* akan mempengaruhi konsentrasi minyak dan lemak yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat dalam data dan grafik yang dibuat berdasarkan waktu *settling* terbaik yang diperlukan untuk menurunkan kandungan minyak dan lemak yaitu selama 9 hari.

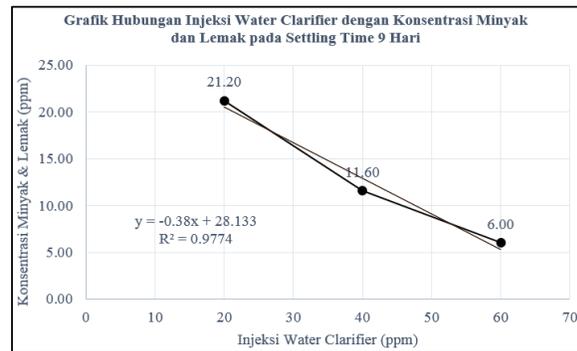
Tabel 6. Hubungan Jumlah Penambahan *Water Clarifier* Terhadap Konsentrasi Minyak dan Lemak yang Dihasilkan

| Injeksi <i>water clarifier</i> (ppm) | <i>Settling Time</i> (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 20 | 9 | 21,20 |
| 40 | 9 | 11,60 |
| 60 | 9 | 6,00 |

Semakin banyak *water clarifier* yang ditambahkan maka akan semakin kecil konsentrasi minyak dan lemak yang dihasilkan. Berdasarkan grafik diatas, untuk mendapatkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* maksimal 25 ppm pada waktu settling 9 hari, maka diperlukan dosis injeksi minimum *water clarifier* sebesar 8,24 ppm.

Selama ini, pemberian injeksi *water clarifier* dengan dosis tertentu pada *produced water* Pagerungan *field* dilakukan berdasarkan hasil sampling *produced water* sehingga

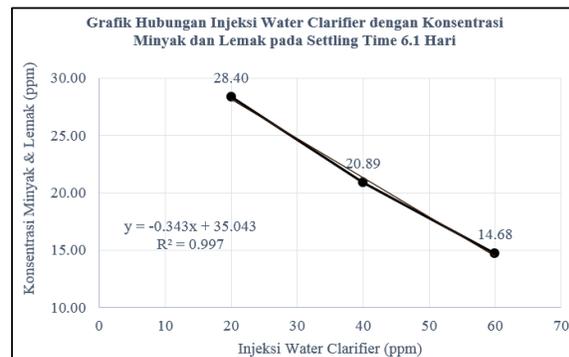
memberikan hasil (konsentrasi TOG dalam *produced water*) yang tidak bisa diprediksikan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Injeksi *Water Clarifier* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak pada *Settling Time* 9 Hari

Tabel 7. Studi kasus sesuai data operasi tanggal 07 April 2013 kecepatan *produced water* masuk = 657 bpd

| Injeksi <i>water clarifier</i> (ppm) | <i>Settling Time</i> (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 20 | 6.1 | 28,40 |
| 40 | 6.1 | 20,89 |
| 60 | 6.1 | 14,68 |

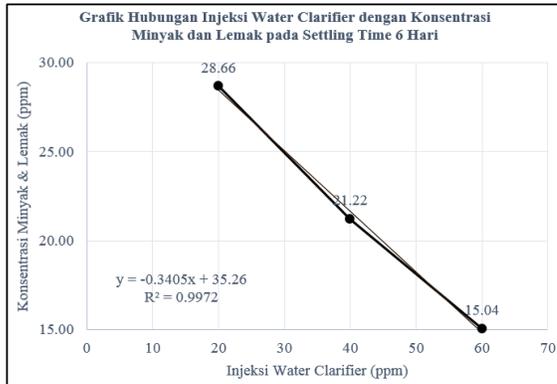


Gambar 5. Grafik Hubungan Injeksi *Water Clarifier* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak pada *Settling Time* 6.1 Hari

Berdasarkan grafik di atas, untuk mendapatkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* maksimal 25 ppm pada tanggal 07 April 2013 dengan waktu settling 6,1 hari, maka diperlukan dosis injeksi minimum *water clarifier* sebesar 29.28 ppm.

Tabel 8. Studi kasus sesuai data operasi tanggal 14 April 2013 kecepatan *produced water* masuk = 665 bpd

| Injeksi water clarifier (ppm) | Settling Time (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| 20 | 6.0 | 28,66 |
| 40 | 6.0 | 21,22 |
| 60 | 6.0 | 15,04 |



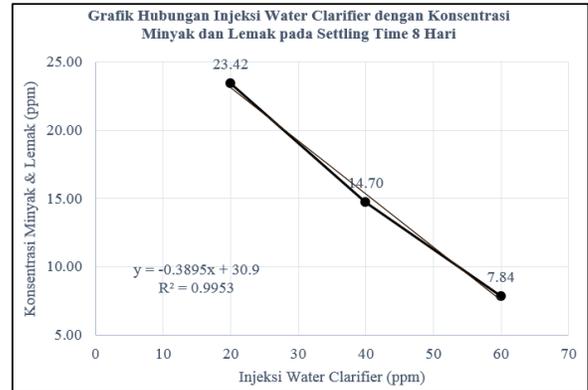
Gambar 6. Grafik Hubungan Injeksi *Water Clarifier* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak Pada *Settling Time* 6 Hari

Berdasarkan grafik di atas, untuk mendapatkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* maksimal 25 ppm pada tanggal 14 April 2013 dengan waktu settling 6.0 hari, maka diperlukan dosis injeksi minimum *water clarifier* sebesar 30.13 ppm.

Tabel 9. Studi kasus sesuai data operasi tanggal 21 April 2013 kecepatan *produced water* masuk = 514 bpd

| Injeksi water clarifier (ppm) | Settling Time (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| 20 | 8.0 | 23,42 |
| 40 | 8.0 | 14,70 |
| 60 | 8.0 | 7,84 |

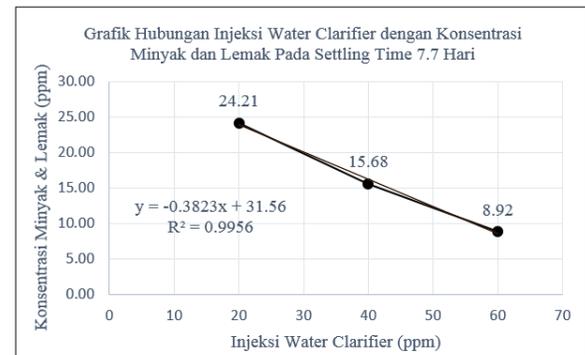
Sedangkan berdasarkan grafik berikut, untuk mendapatkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* maksimal 25 ppm pada tanggal 21 April 2013 dengan waktu settling 8.0 hari, maka diperlukan dosis injeksi minimum *water clarifier* sebesar 15.15 ppm.



Gambar 7. Grafik Hubungan Injeksi *Water Clarifier* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak pada *Settling Time* 8 Hari

Tabel 10. Studi kasus sesuai data operasi tanggal 28 April 2013 kecepatan *produced water* masuk = 530 bpd

| Injeksi water clarifier (ppm) | Settling Time (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak (ppm) |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| 20 | 7.7 | 24,21 |
| 40 | 7.7 | 15,68 |
| 60 | 7.7 | 8,92 |



Gambar 8. Grafik Hubungan Injeksi *Water Clarifier* dengan Konsentrasi Minyak dan Lemak Pada *Settling Time* 7.7 Hari

Berdasarkan grafik di atas, untuk mendapatkan konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* maksimal 25 ppm pada tanggal 28 April 2013 dengan waktu settling 7.7 hari, maka diperlukan dosis injeksi minimum *water clarifier* sebesar 17.16 ppm.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa waktu settling aktual yang tersedia di plant adalah selama 7 hari. Sedangkan waktu settling terbaik yang diperlukan untuk memperoleh konsentrasi minyak dan lemak paling rendah adalah selama 9 hari.
2. Dengan waktu settling selama 9 hari, maka jumlah minimum dosis *chemical water clarifier* yang diperlukan untuk menghasilkan konsentrasi minyak dan lemak maksimal 25 ppm adalah sebesar 8,24 ppm.
3. Untuk mendapatkan hasil konsentrasi minyak dan lemak dalam *produced water* paling rendah, penentuan jumlah injeksi *water clarifier* dapat menggunakan rumus $y = -0,38x + 28,133$. Dengan variabel y sebagai konsentrasi minyak dan lemak yang diinginkan dan variabel x sebagai jumlah injeksi *water clarifier*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990. *Design And Operating of Oil-Water Separators, Refining Department, API Publication, First Edition*. West Conshohocken.
- Anonim, 2002. *Annual Book of ASTM Standard, Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels*. West Conshohocken.
- Cambell, John M, 1984. *Gas Conditioning and Processing Vol I : The Basic Principles*. Cambell Petroleum Series, Oklahoma.
- Wijianto. 2007. *Bahan ajar Separator EMP Kangean*. Cepu : Pusdiklat Migas

- Wijianto. 2008. *Pelatihan Basic Production Operation Program EMP Kangean : Separator*. Cepu : Pusdiklat Migas
- [Kangean Energy Indonesia Ltd], 2008, *Operating Manual Pagerungan Gas Field*

LAMPIRAN

Settling time aktual yang tersedia adalah 7 hari.
Settling time didapat dari perhitungan :

- ✓ Tangki didisain untuk menyimpan *produced water* sebesar:

$$= V_{\text{water upper}} - V_{\text{water shut}}$$

$$= 6164 \text{ bbls} - 1608 \text{ bbls} = 4556 \text{ bbls}$$
- ✓ Kecepatan *produced water* masuk = 576 bpd (data bulan April 2013)
- ✓ Kapasitas pompa = 9000 bpd
Asumsi efektifitas pompa 80% :
Kapasitas pompa = 80% x 9000 bpd
= 7200 bpd
- ✓ Waktu pengisian tangki

$$= \frac{4556 \text{ bbls}}{576 \text{ bpd}} \times \frac{24 \text{ jam}}{\text{hari}} = 189.8 \text{ jam}$$
- ✓ Waktu pengosongan tangki

$$\frac{4556 \text{ bbls}}{7200 \text{ bpd}} \times \frac{24 \text{ jam}}{\text{hari}} = 15.2 \text{ jam}$$
- ✓ Waktu *standby* = Waktu pengisian tangki - waktu pengosongan tangki
= 189.8 jam - 15.2 jam
= 174.6 jam
- ✓ *Safety* faktor waktu pengosongan tangki (*switch over* tangki, *start/stop* pompa, buka/tutup valve) = 6 jam
- ✓ Waktu settling tersedia = waktu *standby* - *safety* faktor
= 174.6 jam - 6 jam
= 168.6 jam
= 7 hari