

## EVALUASI PEMECAHAN EMULSI DI SPU MANUNGGUL LAPANGAN TANJUNG

Oleh:

*P. Subiatmono - UPNVY*

*Aris Buntoro - UPNVY*

*Wida - UPNVY*

*Ari - UPNVY*

*Setyo Wahono - UBEP Tanjung*

### ABSTRAK

SPU Manunggul adalah merupakan titik serah produksi minyak dari Lapangan Tanjung. Masalah yang terjadi adalah adanya zona emulsi yang menyebabkan terjadinya ketidak-sesuaian hasil pengukuran antara Block Station dan SPU.

Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan uji laboratorium pemakaian demulsifier maupun bahan kimia lainnya yang dapat mengoptimalkan proses pemisahan. Tujuan dari uji laboratorium adalah :

1. Menentukan konsentrasi (ppm) yang optimum pemakaian demulsifier untuk proses pemisahan
2. Menentukan temperatur yang optimum untuk proses pemisahan.

Dari hasil uji lab didapatkan bahwa temperatur kamar proses pemisahan dengan demulsifier ada kecenderungan semakin banyak ppm demulsifier, maka semakin banyak minyak yang terpisahkan dari air dengan waktu efektif pemisahan antara 15 – 30 menit. Pada temperatur 40° dan 50° C, penggunaan demulsifier dan paraffin solvent terbaik pada 5 ppm dengan T = 40° C, semakin tinggi ppm yang digunakan tidak ada kecenderungan semakin banyak air yang terpisahkan, waktu efektif pemisahan yang dibutuhkan antara 30 – 240 menit.

**Key Words:** Emulsi, Waktu, Panas, Demulsifier.

### PENDAHULUAN

Di lapangan minyak, air biasanya ikut terproduksi bersama dengan minyak pada saat proses produksi. Air dalam minyak dapat dibedakan menjadi dua, yaitu air bebas dan air emulsi. Untuk air bebas dalam proses produksi tidak menimbulkan problem yang serius, tetapi terdapatnya air emulsi akan menimbulkan permasalahan dan perlu keseriusan dalam penanganan selanjutnya.

Adanya emulsi di industri perminyakan (yang berlangsung di dalam reservoir atau di dalam pipa) dapat menurunkan produksi.

### DASAR TEORI

Emulsi didefinisikan sebagai sistem yang heterogen dimana terdapat dua fasa cairan yang tidak dapat dicampurkan (*immiscible liquid*) dengan fasa yang satu dihamburkan didalam

fasa yang lain dalam bentuk butiran atau tetes-tetes kecil (*droplets*).

Melalui studi mikroskopis, ditunjukkan bahwa pada kondisi yang normal emulsi yang terbentuk di lapangan minyak dapat berukuran antara 0.00001 mm sampai beberapa milimeter untuk diameter tetesnya, terutama untuk type emulsi air dalam minyak (*water in oil emulsion*). Perbandingan volume relatif antara dua fasa cair akan mempengaruhi jenis serta sifat emulsi yang akan terbentuk. Suatu cara untuk menentukan jenis emulsi yang akan terbentuk adalah dengan melihat prosentase volume air yang terdapat dalam minyak. Cara ini dikemukakan oleh *Oswald*. Bila prosentase air dalam minyak lebih kecil dari 74%, maka akan terbentuk emulsi jenis air dalam minyak (*W/O emulsion*), air merupakan fasa terdispersi sedangkan minyak sebagai fasa pendispersi. Sedangkan bila kondisi prosentase air lebih besar dari 74%, maka emulsi yang terbentuk merupakan jenis minyak

dalam air (*O/W emulsion*), dalam hal ini minyak akan cenderung sebagai fasa yang melayang – layang dalam air.

Analisa di lapangan minyak menunjukkan bahwa umumnya kadar kegaraman air emulsi tinggi. Hal ini dikarenakan penguapan sejumlah air oleh gas alam atau dalam batuan. Tidak dapat disangkal bahwa kadar garam yang tinggi pada fasa air emulsi berpengaruh besar terhadap gaya permukaan antara minyak dengan air dan antar minyak air dengan *emulsifying agent*.

Beberapa *study* menunjukkan bahwa emulsi bermuatan listrik, yang dapat mencapai 0.05 volt, muatan listrik akan mempersulit penggabungan (*coalescence*) antara butir emulsi yang satu dengan yang lainnya, sehingga penetralan listrik tersebut akan mempermudah demulsifikasi (pemecahan emulsi).

## Jenis – jenis Emulsi

Emulsi dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

### A. Berdasarkan Viskositas

Berdasarkan viskositasnya emulsi dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. **Emulsi kental** adalah emulsi dengan jumlah *droplet* yang dihamburkan dalam cairan lebih banyak.
2. **Emulsi Encer** adalah emulsi dengan jumlah *droplet* yang dihamburkan dalam cairan lebih sedikit.

### B. Berdasarkan Tingkat Kestabilan

Berdasarkan tingkat kestabilannya, maka emulsi dapat dibedakan menjadi :

1. **Emulsi stabil** adalah emulsi yang tidak dapat dipisahkan (pecah) sebelum di-*treatment*, baik dengan pemanasan atau *demulsifying agent*.
2. **Emulsi tidak stabil** adalah emulsi yang dapat dipisahkan (pecah) dengan sendirinya walaupun tanpa menggunakan *demulsifying agent*.

### C. Berdasarkan Fasa

1. **Emulsi air dalam minyak (*W/O emulsion*)**

Emulsi air dalam minyak adalah minyak menjadi fasa eksternal, sedangkan air menjadi fasa internal. Fasa eksternal disebut juga sebagai fasa kontinyu merupakan cairan yang mengelilingi tetes-tetes kecil (*droplet*), sedangkan fasa internal atau fasa diskontinyu atau fasa tersebar (*dispersed*) adalah fluida yang dikelilingi oleh cairan fasa eksternal. Jenis emulsi ini biasanya memiliki viskositas yang sangat tinggi, terbentuk karena minyak kontak dengan air dan padatan. Dengan melihat besar ukuran butir fasa dispersinya, maka jenis emulsi air dalam minyak dibagi dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

- Emulsi ketat (*tight emulsion*), diindikasikan oleh ukuran *droplet* yang sangat kecil.
- Emulsi lepas (*coarse or loose emulsion*), diindikasikan dengan ukuran *droplet* yang relatif besar-besar.

Emulsi air dalam minyak distabilkan oleh adanya *soap* (sabun), *sulfonated oil*, *asphaltic residues*, *waxes*, *salt*, *sulfide* dan *merchapthan* sebagai *emulsifier*. Material-material tersebut dapat berperan sebagai pembentuk emulsi air dalam minyak, yang sifatnya dapat terlarut dalam minyak (*oil soluble*). Ukuran dari material padatan dalam sistim koloid ini adalah 100 micron, sehingga menyebabkan tercapainya kestabilan emulsi.

### 2. Emulsi minyak dalam air (*O/W emulsion*)

Terdapatnya kandungan silika yang halus dan bersih, *clay* serta material– material lain yang bersifat larut dalam air (*water soluble*) akan sangat mendukung pembentukan emulsi yang stabil dari jenis ini.

### Sebab Terbentuknya Emulsi

Emulsi akan terbentuk apabila pada suatu sistim terdapat dua macam cairan yang tidak saling campur dan jenis cairan yang satu terhamburkan dalam jenis cairan yang lainnya. Cairan yang terhamburkan selanjutnya akan terbentuk butiran-butiran kecil (*droplets*) dan dinamakan internal atau *dispersed phase*, sedangkan jenis lainnya berperan sebagai eksternal atau *continous phase*. Terdapat tiga kondisi yang mempengaruhi terbentuknya emulsi, yaitu :

### A. Dua Cairan Yang Tidak Dapat Bercampur (*Immiscible*)

Cairan yang tak dapat saling campur satu dengan yang lainnya merupakan kondisi yang menyebabkan terbentuknya emulsi. Cairan yang tidak saling larut ini salah satunya akan merupakan butiran-butiran fasa terdispersi dan fasa lainnya merupakan fasa pendispersi.

### B. *Emulsifying agents*

*Emulsifying agents (emulsifier)* merupakan zat reaktif permukaan (*surfactant*) yang dapat memperkecil tegangan antar muka air dan minyak. *Emulsifier* tersusun atas kelompok polar yang disebut *hydropilic* (suka air) dan kelompok non polar disebut *hydrophobic* (suka minyak). Suatu molekul *emulsifier* terdiri dari kelompok polar dan non polar disebut molekul *amphilic* dan mempunyai bagian yang bulat menggambarkan struktur polar dan bagian segi empat merupakan lambang struktur non polar. Masing-masing tersebut melarut dengan cara yang berbeda-beda, bagian polar larut dan biasanya terionisasi menjadi ion-ion (misalnya ion  $\text{CO}_2^-$  pada *emulsifier* dari persenyawaan asam lemak), yang bermuatan sambil melepaskan ion-ion yang bermuatan berlawanan ke dalam larutan, sedangkan bagian non polar melarut tanpa terionisasi.

*Emulsifier* yang utama ditemukan dalam emulsi minyak bumi adalah *aspalt*, resin, asam organik yang larut dalam minyak. Sedangkan dari jenis *fibelly divided solid* adalah *clay* yang jenuh dengan minyak dan suspensi-suspensi lain yang bersifat dibasahi minyak. Tiga proses yang berlangsung dari proses *emulsifying*, adalah :

- Memperkecil tegangan antar muka partikel
- Membentuk lapisan penghalang (*film*)
- Mensuspensi butiran air.

### C. Agitasi

Agitasi dapat terjadi pada semua sumur baik itu sumur pompa, *gas lift* bahkan pada sumur sembur alam (*natural flow*). Adapun penyebab terbentuknya agitasi tersebut adalah :

- Aliran *crude oil* secara *natural flow* dari reservoir ke permukaan

- Pengangkatan buatan yaitu cara pompa maupun *gas lift*
- Aliran fluida dalam tubing, flowline, valve dan choke, menimbulkan turbulensi aliran yang akan memecahkan partikel minyak, sehingga potensial untuk terbentuknya emulsi
- Pressure drop* atau penurunan temperatur

Pengaruh turbulensi aliran merupakan faktor penting ( $N_{Re}$ ), yaitu :

- Aliran laminar :  $N_{Re} < 2000$
- Aliran transisi :  $2000 < N_{Re} < 3000$
- Aliran turbulen :  $N_{Re} > 3000$

Untuk menghindari terjadinya turbulensi aliran, maka parameter yang diperbaiki adalah viskositas, yaitu dengan cara menurunkan viskositas minyak, tetapi dengan menjaga agar  $N_{Re} < 3000$

Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan sementara tentang emulsi yaitu emulsi minyak terdiri dari air dan minyak. Emulsi terjadi karena adanya agitasi dalam pengaliran sewaktu minyak diproduksi baik secara sembur alam maupun sembur buatan dan pengaliran minyak dari sumur ke tangki pengumpul. Bahan-bahan pembentuk emulsi yang sangat menentukan dalam kestabilan emulsi adalah partikel-partikel *clay* atau butiran halus yang lainnya, *asphalt*, asam organik dan resin.

### Proses Pembentukan Emulsi

Mempelajari mengenai pembentukan emulsi tidak dapat lepas tentang studi dari pembentukan butiran fasa terdispersi. Proses pembentukan tiap-tiap butiran dan batas antar muka akan membutuhkan suatu energi. Besarnya energi yang diperlukan untuk pembentukan tiap butiran tersebut dapat dilihat dari persamaan energi bebas permukaan (*surface free energy*), yaitu :

$$W = \sigma dA \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

$W$  = kerja yang diperlukan untuk menambah luas permukaan yang disebut dengan *free surface energy*, erg

$\sigma$  = tegangan antar permukaan,  $\text{erg/cm}^2$

$A$  = penambahan luas permukaan,  $\text{cm}^2$

Apabila cairan dibagi dalam dua bagian menurut sebuah bidang horizontal, maka molekul-molekul yang berada pada bidang permukaan tidak lagi mengalami kesetimbangan gaya dalam arah vertikal. Pemisahan cairan ini disebabkan karena ada usaha penambahan luas permukaan cairan yang hanya dapat dilakukan oleh suatu zat yang dapat mengatasi gaya tarik menarik dalam arah vertikal. Jika gaya vertikal ini dikalikan dengan besarnya jarak gaya tersebut bekerja, maka dinamakan kerja membentuk permukaan baru. Hal inilah yang disebut energi bebas dari suatu sistim.

Dalam pembentukan emulsi, kerja yang diperlukan digunakan untuk memperluas bidang antar muka yang memisahkan air dan minyak. Selanjutnya energi yang diterima sistim pada saat kerja itu dilakukan berubah menjadi energi potensial. Sebagai akibat jumlah energi bebas permukaan akan berbanding lurus dengan luas bidang antar muka yang baru terbentuk

Energi yang dikandung ini akan menimbulkan ketidak-stabilan yang relatif besar, sehingga akan berusaha memperkecil jumlah energi potensial dengan cara penggabungan butiran-butiran air. Penggabungan ini akan terus berjalan sampai sebagian besar atau seluruh butiran bersatu. Untuk mengatasi bersatunya butiran-butiran air ini maka diperlukan penurunan tegangan antar muka, sehingga terbentuk suatu sistim emulsi. Untuk menurunkan tegangan antar muka diperlukan suatu zat yang disebut *emulsifying agent*. Zat ini dapat berupa material aktif permukaan dan akan memiliki kemampuan ganda yaitu menciptakan tegangan permukaan yang rendah dan sekaligus menjadi suatu lapisan pemisah cairan dengan sekelilingnya.

### Stabilitas Emulsi

Stabilitas emulsi adalah suatu ketahanan emulsi untuk menahan tenaga yang akan memecahkan emulsi tersebut. Kestabilan emulsi tergantung beberapa faktor-faktor :

1. **Emulsifying agent**, merupakan faktor yang ikut menentukan kestabilan emulsi, tanpa adanya *emulsifying agent* tidaklah mungkin terjadi kestabilan emulsi.
2. **Viskositas**. Butir-butir air dalam minyak kental ( $\mu$  tinggi) memerlukan waktu

bergabung dan mengendap lebih lama daripada dalam minyak yang encer ( $\mu$  rendah). Hal ini disebabkan karena butir-butir air dalam minyak kental tidak dapat bergerak secepat pada minyak encer.

3. **Specific Gravity**. Perbedaan *gravity* yang besar akan menyebabkan waktu pemisahan yang lebih cepat, demikian pula berlaku sebaliknya. Untuk minyak yang berat akan cenderung menyimpan air droplets lebih lama.
4. **Prosentase air**. Jika prosentase air bertambah besar, maka diperlukan agitasi yang lebih kuat untuk mencapai kestabilan emulsi. Emulsi dengan prosentase air yang besar akan mempunyai *droplet* persatuan volume yang besar pula, masing-masing *droplet* akan bergabung satu sama lain membentuk tetesan air yang lebih besar lagi, sehingga akan terjadi pemisahan antara minyak dengan air yang disebabkan karena gaya beratnya sendiri. Sehingga dapat dikatakan pada umumnya prosentase air yang besar akan cenderung membentuk emulsi yang tidak stabil.
5. **Umur emulsi**. Bila emulsi dimasukkan ke dalam tangki tanpa melalui proses pemecahan emulsi terlebih dahulu, maka sebagian air akan mengendap dan sebagian akan tetap tinggal dalam emulsi. Walaupun dilakukan proses pemecahan emulsi dan diperpanjang waktu pengendapannya, sebagian kecil air di dalam emulsi akan tetap tertinggal. Prosentase air yang kecil cenderung membentuk emulsi yang stabil dan amat sulit untuk dipecahkan. Karena itu sebaiknya emulsi langsung dipecahkan begitu diproduksi.
6. **Ukuran Partikel**. Emulsi yang memiliki ukuran partikel yang lebih seragam akan membentuk emulsi ketat dan bila ukuran partikelnya lebih kecil akan memberikan kestabilan yang lebih baik. Kestabilan emulsi dapat ditunjukkan dengan berdasarkan hukum Stokes dengan persamaan :

$$V_s = 4.146 \frac{dp^2 (\rho_w - \rho_o)}{\mu_o} \dots\dots(2)$$

dimana :

$V_s$  = Kecepatan jatuh butiran (cm/jam)

$\rho_w$  = Densitas air (gr/cc)

$dp$  = Diameter partikel / butiran (cm)



$\mu_o$  = Viskositas minyak (cp)

$\rho_o$  = Densitas minyak (gr/cc)

Dari rumus di atas jelas, semakin kecil ukuran butiran maka akan makin kecil kecepatan jatuhnya, atau dengan kata lain emulsi akan mempunyai kondisi yang makin stabil.

7. **Tegangan antar muka film.** Apabila dua cairan yang saling tidak larut ditempatkan bersama-sama sehingga berkontaminasi, maka diantara kedua cairan tersebut akan terdapat suatu bidang antar permukaan. Pada bidang antar muka ini molekul-molekul akan dikenai dua macam gaya, yaitu gaya kohesi dan gaya adhesi. Gaya kohesi merupakan interaksi antara molekul-molekul sejenis yang berada berdekatan sehingga terjadi aksi saling bertarikan.

Gaya adhesi merupakan interaksi tarik menarik antara dua macam molekul dari jenis yang berbeda bila molekul-molekul tersebut dalam kondisi berdekatan. Besarnya kedua gaya ini umumnya berbeda, perbedaan gaya tarik-menarik ini akan menimbulkan ketidakseimbangan gaya pada molekul-molekul kedua cairan yang berada dibidang antar muka tersebut. Akibat lanjut dari ketidakseimbangan ini adalah timbulnya gaya kerut atau penegangan. Penegangan inilah yang disebut dengan tegangan antar muka. Semakin tebal filmnya maka semakin rendah tegangan antar muka, sehingga akan semakin stabil emulsi yang terbentuk.

### Pencegahan Terbentuknya Emulsi

Sebelum terbentuk emulsi sebaiknya dilakukan usaha-usaha agar emulsi tidak terbentuk. Terdapat beberapa cara untuk mencegah ataupun meminimalkan pembentukan emulsi tersebut, antara lain :

#### 1. Memisahkan zat pengaktif emulsi

Zat pengaktif emulsi yang paling sering ditemukan di dalam fluida sumur adalah *asphalt* yang berbentuk partikel-partikel padat dan halus. Bahan padatan ini dapat dipisahkan dengan penyaringan. Penyaringan dapat dilakukan di laboratorium tetapi tidak dapat di aplikasikan di lapangan. Biasanya lebih baik dan praktikal adalah memecah emulsi dengan cara pemanasan ataupun penambahan zat kimia yang dapat merubah zat pengaktif emulsi itu menjadi

bentuk lain atau menetralkan pengaruh zat pengaktif emulsi tersebut.

#### 2. Memisahkan air

Kadang-kadang pemisahan air bebas dilakukan sebelum fluida sumur melewati jepitan (dimana efek pengadukan terjadi) guna mencegah terjadinya emulsi. Cara ini jarang dilakukan karena dengan berkurangnya jumlah air dalam campuran akan mempertinggi kestabilan emulsi yang berarti emulsi tetap terbentuk.

#### 3. Menghilangkan sumber terjadinya efek pengaktifan

Mengurangi efek pengadukan biasanya adalah cara yang tepat untuk mencegah terjadinya emulsi. Penggunaan separator bertekanan lebih tinggi, memperbesar flowline, mengurangi jumlah belokan-belokan dalam sistem pemipaan akan mengurangi besarnya efek pengadukan. Semua usaha tersebut dilakukan untuk mengurangi terjadinya penurunan tekanan ketika fluida sumur mengalir, mengurangi kecepatan alir fluida sumur dalam pipa sehingga akan memperkecil turbulensi aliran.

Pada sumur *flowing* ataupun sumur *gas lift*, gas yang tercampur bersama fluida sumur sering menjadi penyebab besarnya kecepatan aliran dan juga tingkat turbulensi aliran sehingga mengakibatkan terjadinya emulsi yang stabil.

Pada sumur pompa, kebocoran-kebocoran yang terjadi pada *plunger* dan kerangan dapat membentuk emulsi yang sangat stabil. Jadi penggantian kerangan yang sudah bocor atau *plunger* pompa yang sudah sangat penting untuk mengurangi efek pengadukan dan mengurangi terjadinya emulsi yang stabil.

Cara-cara yang dapat diterapkan di lapangan untuk mengurangi terbentuknya emulsi adalah :

- Mengurangi agitasi dalam aliran fluida.
- Memisahkan air secepatnya setelah sampai di permukaan.
- Memecahkan emulsi secepat mungkin.

Untuk dapat menanggulangi masalah produksi air dengan tepat, maka perlu juga diketahui sumber air tersebut. Bila air datang dari arah bawah, maka produksi air dapat dicegah dengan cara menyumbat dasar sumur

(*plug back*) dan apabila air datangnya dari lapisan lain, misalnya karena ada kebocoran casing atau semen, maka harus dilakukan penutupan pada lubang-lubang tersebut. Apabila masalah air disebabkan oleh naiknya WOC, maka perlu dilakukan perbaikan perforasi bagian bawah.

Apabila air dan minyak datang dari satu lapisan, maka "*working barrel*" dari pompa atau kaki tubing pada sumur *flowing* harus dipasang di atas puncak formasi produktif. Dan sesampainya di permukaan air harus secepatnya dipisahkan dari minyak dengan alat *Free Water Knock Out* (FWKO).

FWKO adalah vessel sederhana yang memiliki ruangan untuk air bebas yang terlepas dari emulsi, juga terdapat filter yang menyaring partikel-partikel dari minyak dan emulsi sehingga tidak terikut di air pada saat air melalui filter tersebut.

### Penanggulangan Problem Emulsi

Beberapa cara dasar untuk memecahkan emulsi adalah pemanasan, penyaringan, *gravity settling*, penggunaan bahan kimia, *electrostatic coalescing*. Untuk pemecahan emulsi, salah satu atau kombinasi dari dasar-dasar di atas dapat diaplikasikan, tergantung pada jenis dan sifat emulsi, sifat minyak/air dan besarnya biaya. Sebagai contoh adalah minyak dengan derajat API rendah (densitasnya mendekati densitas air) apabila membentuk emulsi akan sukar dipecahkan dengan cara *gravity settling*, tetapi mudah dengan cara listrik (*electrostatic coalescing*).

Banyak cara yang dilakukan di lapangan untuk mengatasi problem emulsi ini, tetapi pada prinsipnya adalah :

- 1 Menetralkan dan merusak selaput tipis (*film*) yang menyelubungi butiran air dalam emulsi dan butir-butir air akan saling bergabung menjadi butiran yang lebih besar selanjutnya mengendap karena gaya beratnya sendiri.
2. Menurunkan viskositas minyak.

#### A. Pemanasan.

Metoda ini sering digunakan di lapangan, tetapi jarang diterapkan tanpa kombinasi dengan metode lain. Metode pemanasan menggunakan *settling tank* sehingga

kombinasi dengan *gravity settling* ataupun kimia. Pemanasan dapat memecah emulsi karena :

- a. Dapat menurunkan viskositas minyak, sehingga meningkatkan laju terjadinya tumbukkan antara partikel air dan mempercepat *settling*.
- b. Pemanasan menaikkan perbedaan berat jenis minyak dan air, karena laju penurunan berat jenis minyak lebih besar jika dibandingkan dengan laju penurunan berat jenis air apabila terjadi kenaikan temperatur.
- c. Pemanasan menaikkan kecepatan gerak partikel air, sehingga kemungkinan terjadinya tumbukkan antar partikel air juga semakin besar.
- d. Pemanasan mengakibatkan pemuain, sehingga partikel-partikel air akan membesar dan cenderung untuk lebih mudah pecah jika bertumbukkan.
- e. Apabila temperatur cukup tinggi maka dapat mengubah fasa dari cairan menjadi uap, sehingga uap air akan memecahkan gelembung minyak tipis disekeliling tetes air.

Metode pemanasan diterapkan dengan berbagai macam cara, seperti pemanasan emulsi dengan air yang panas, penginjeksian uap atau udara panas, memanaskan emulsi secara langsung pada suatu pipa, *boiler* (pemasak) atau alat-alat lain. Pemanasan tidak langsung dilakukan dengan alat pemanas atau dengan pemanas listrik pada *heater treater*.

#### B. Penyaringan

Pemecahan emulsi dengan metoda ini pada prinsipnya adalah memisahkan minyak dan air dibawah pengaruh tekanan melalui saringan. Elemen penyaring menyediakan luas permukaan yang besar sebagai media untuk memungkinkan terjadinya tumbukan antar partikel.

Elemen penyaring biasanya menggunakan bahan yang suka air (*water wet material*) dan digunakan untuk memaksa mengambil partikel-partikel air yang sangat sulit dipisahkan dari emulsinya. Air lewat pada media filter yang terbatas oleh air dan minyak akan tertinggal pada filter. Jika filter terbasahi oleh minyak, maka minyaklah yang lewat.

Perhatian khusus harus diberikan dalam desain untuk pemilihan dan penyusunan bahan penyaring. Bahan penyaring tersebut harus disusun sedemikian rupa sehingga kepadatannya sekitar 4 – 5 lb/cuft ruangan. Pada pemakai pertamanya, semua bahan penyaring tersebut harus benar-benar terbasahi oleh air, sehingga elemen penyaring itu dapat berfungsi seperti yang diinginkan. Penempatan elemen penyaring harus pada lokasi yang tepat, yaitu pada tempat yang diharapkan banyak terkumpulnya emulsi didalam separator.

### C. Gravity Settling.

*Gravity settling* adalah pemanfaatan adanya perbedaan berat jenis antara air dan minyak, semakin besar perbedaan berat jenisnya semakin cepat pula emulsi dapat dipisahkan. Dengan menempatkan campuran air dan minyak di suatu tempat yang tenang diharapkan air akan terendapkan, sebagai berat jenis air yang lebih besar dibanding berat jenis minyak. Kecepatan pengendapan (*settling velocity*) air sangat dipengaruhi oleh :

- Perbedaan densitas
- Ukuran tetesan
- Bentuk tetesan
- Bilangan Reynold
- Viskositas minyak

Bilangan Reynold dinyatakan dalam persamaan :

$$N_{Re} = 30,8 \frac{\rho_o V_s d_p}{\mu_o} \dots\dots\dots(3)$$

$N_{Re}$  = Reynold Number (tak berdimensi )

$\rho_o$  = densitas minyak, gr/cc

$V_s$  = kecepatan settling, ft/jam

$d_p$  = diameter partikel, inc x  $10^3$

$\mu_o$  = viskositas minyak, cp

Kecepatan *settling* dinyatakan dengan Hukum Stokes, yaitu :

Untuk  $N_{Re} < 1,85$

$$V_s = 4,146 \frac{dp^2 (\rho_w - \rho_o)}{\rho_o} \dots\dots\dots(4)$$

$\rho_w$  = densitas air, gr/cc

Untuk  $N_{Re} > 1,85$

$$V_s = \frac{1,91(dp)^{1,14} (\rho_w - \rho_o)^{0,71} K}{\mu_o^{0,43} \rho_w^{0,29}} \dots(5)$$

$K$  = shape factor, untuk emulsi = 1 dan pasir = 0,65

Dari kedua rumus di atas terlihat jelas bahwa bila ukuran partikel emulsi semakin kecil maka semakin lama partikel tersebut mengendap. Viskositas yang semakin besar juga akan menyebabkan pengendapan semakin lama

### Penggunaan Bahan Kimia

Metoda ini menggunakan bahan-bahan kimia yang dimasukkan ke dalam emulsi, bahan-bahan ini disebut juga dengan *demulsifying agent* atau *demulsifier*. Pengaruh penambahan *demulsifier* adalah merusak film yang terbentuk mengelilingi *droplet (internal phase)*. Dengan rusaknya lapisan film maka *droplet* akan terpisah dari *external phase*-nya.

*Demulsifier* yang sering digunakan adalah :

- Emulsotron**, produksi Champion Chemical Inc.
- Servo CPF-604**, produksi Servo Oil Field Service.
- Aquanox 2194 + 2195**, produksi Aquanox Chemical Co.
- Visco**, produksi USA.
- Braexit, Separoo**, disolvent.

*Demulsifier* adalah zat kimia yang larut di dalam minyak, ter-adsorpsi ke batas antar permukaan dan mempunyai kemampuan untuk melawan kerja *emulsifying agent*. Dengan demikian penambahan *demulsifier* pada emulsi akan mengakibatkan ter-adsorpsinya zat tersebut ke batas antar muka, memecahkan film *emulsifying agent* ke arah minyak. Dengan demikian butiran akan saling bergabung dan kemudian mengendap, pengaruh waktu dan pengadukan yang hati-hati akan membantu memberikan hasil yang baik, tetapi harus dijaga jangan sampai terjadi turbulensi yang mengakibatkan butiran-butiran terdispersi kembali.

Pemilihan *demulsifier* tergantung kondisi lapangan, sifat emulsi, sifat fluida formasi dan sebelumnya digunakan *demulsifier* tersebut harus melalui test-test di laboratorium. Sebagai tempat injeksi *demulsifier* dapat dilakukan di *down hole, flow line* dan tangki.

Pada *down hole*, *demulsifier* diinjeksikan melalui *annulus tubing-casing*, cara ini lebih cenderung untuk mencegah terjadinya emulsi dan cara ini dianjurkan untuk sumur *gas lift* juga sumur pompa yang menghasilkan emulsi sangat kental. Pada *flow line*, *demulsifier* diinjeksikan melalui *well head* atau tempat-tempat yang terletak sebelum separator. Sedangkan pada tangki, *demulsifier* diinjeksikan pada *flow line* antara *settling tank* dengan *heater treater* sebelum *storage*, disini emulsi umumnya dalam keadaan lebih stabil.

### E. *Electrostatic Coalescing*

Pemisahan air dari emulsi minyak dapat dilakukan dengan menggunakan medan listrik bertegangan tinggi (sekitar 5000 – 20.000 volt arus AC). Campuran emulsi dialirkan diantara dua buah lempeng berderet yang bermuatan listrik, muatan ini akan tetap bertahan selama medan listrik tetap bekerja.

Muatan listrik induktif akan mengganggu kestabilan dari struktur emulsi, sehingga air tereduksi dan bermuatan listrik, selanjutnya timbul gaya tarik-menarik antara molekul-molekul air tersebut. Jika penggabungan ini sudah merupakan tetesan air yang cukup besar, maka air akan memisahkan diri dari minyak dan mengendap yang disebabkan gaya gravitasi, dengan demikian minyak dengan air terpisah.

### Evaluasi Uji Laboratorium

#### Hasil Uji Laboratorium Pemakaian *Paraffin Solvent* dan *Demulsifier*

**Gambar 1** menunjukkan hasil uji pada temperatur kamar untuk Sample *crude oil* T-078 dengan *Paraffin Solvent* Dukem 450. Dari gambar tersebut terlihat bahwa waktu efektif minyak dan air terpisah kurang lebih 20 menit, dengan pemakaian ppm *Paraffin Solvent* Dukem 450 dari 10 ppm s/d 30 ppm, dan terlihat bahwa pemakaian *Paraffin Solvent* Dukem 450 dengan konsentrasi 15% memberikan hasil yang efektif.

**Gambar 2** menunjukkan hasil uji pada temperatur kamar untuk Sample *crude oil* T-078 dengan *demulsifier* Clearchem 9430, terlihat bahwa waktu efektif minyak dan air terpisah kurang lebih 20 menit s/d 45 menit, hal ini tergantung dari pemakaian ppm Clearchem

9430 dari 10 ppm s/d 30 ppm, semakin banyak ppm yang digunakan, minyak terpisah dari air juga relatif semakin cepat, kecuali pemakaian 20 ppm menunjukkan paling cepat dari yang lain yaitu 10 menit sudah memberikan waktu yang paling efektif. Sedangkan pemakaian Clearchem 9430 yang memberikan hasil semakin banyak ppm yang digunakan semakin banyak pula minyak yang terpisah.

### Evaluasi Pengaruh Temperatur terhadap *Demulsifier*

**Gambar 3** dan **6** menunjukkan hasil uji untuk sampel sumur T-144 dengan menggunakan *Paraffin Solvent* Dukem 450 dan *Demulsifier* Clearchem 9340 pada temperatur 40<sup>0</sup> C dan 50<sup>0</sup> C dengan konsentrasi 4, 5, 6, 10, 15 dan 20 ppm, semakin naik temperatur semakin naik minyak yang dipisahkan tetapi tidak mempercepat proses terpisahnya minyak dengan air. Kestabilan terpisahnya minyak dengan air dicapai pada waktu (30- 240) menit. Konsentrasi pemakaian demulsifier Clearchem 9340 dan parafin solvent Dukem 450 terbaik dicapai pada 5 ppm dengan temperatur 40<sup>0</sup> C.

### Evaluasi FWKO (Modifikasi dari M-1) Existing di SPU Manunggul

#### FWKO Existing di SPU Manunggul

Bentuk modifikasi FWKO dari tangki produksi M-1 (*existing*), yaitu *Inlet & Outlet System* FWKO hasil modifikasi Tangki M-1 ditunjukkan pada **Gambar 7**,

Seperti ditunjukkan pada **Gambar 7**, maka dapat disimpulkan bahwa modifikasi tangki M-1 tidak tepat disebut sebagai FWKO, karena sebenarnya FWKO adalah berbentuk vessel yang mempunyai ruangan untuk bebas air yang terlepas dari emulsi, dan emulsi masih harus dipisahkan lagi pada *treating system*, maka untuk pemisahan fluida di SPU Manunggul yang berkapasitas sekitar 50.000 barrel per hari dengan *water cut* rata-rata 90% lebih sesuai dengan menggunakan *wash tank*.

### Alternatif Penggunaan *Wash Tank* di SPU Manunggul

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa *wash tank* adalah merupakan suatu tangki yang besar yang dilengkapi dengan *spreader*, *oil*



*drawoff*, *level control* dan *separator* bertekanan rendah. Minyak masuk kedalam separator bertekanan rendah dari atas (**Gambar 7**) dan mengalir ke dasar separator melalui pipa dengan diameter yang besar. *Spreader* yang dihubungkan dengan pipa yang besar, mendistribusikan minyak secara merata keseluruh tangki. Adanya pengatur permukaan fluida dalam tangki pada ketinggian yang diinginkan, biasanya ditengah-tengah tangki. Oleh karena *spreader* terletak dibawah permukaan minyak dan air, minyak yang masuk dipaksa untuk bergerak keatas melalui *water bath* sebelum masuk kedalam lapisan minyak. Oleh karena pengaruh gravitasi minyak dan air akan terpisah dan minyak yang telah bebas dari air dialirkan kedalam tangki pengumpul.

Yang paling penting didalam proses pemisahan dengan menggunakan *wash tank* ini adalah distribusi minyak yang merata. Ketidak meratakan dari distribusi minyak akan menyebabkan penurunan *efficiency* serta daya kerja dari pada *wash tank*. Sering kali digunakan pemanasan untuk mengurangi viskositas dari minyak sampai pada suatu harga yang memungkinkan terjadinya pemisahan secara gravitasi tetapi kadang-kadang timbul kerugian dalam hal penggunaan panas ini, yaitu dengan timbulnya arus konveksi (arus yang disebabkan perbedaan temperatur) didalam *water bath*. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka pemanasan dapat dilakukan sebelum fluida masuk kedalam *wash tank*.

Dari hukum Stokes terlihat jelas bahwa bila ukuran partikel emulsi semakin kecil maka semakin lama partikel tersebut mengendap. Viskositas yang semakin besar juga akan menyebabkan pengendapan semakin lama. Oleh karena itu dalam perencanaan *wash tank* (*settling tank*) yang selalu diperhatikan adalah ukuran partikel yang terkecil.

Pada prinsipnya dalam perancangan *wash tank* yang sesuai dengan standar harus mencakup lima bagian utama, yaitu :

- Kran untuk aliran masuk, adalah pipa yang menyalurkan emulsi (air dan minyak) dari minyak-gas separator ke dalam *wash tank*.
- Pipa konduktor, adalah pipa besar yang dilalui emulsi sebelum masuk ke dasar *wash tank*.
- Body* atau *tank*, adalah menahan *water wash* (lapisan air), emulsi, lapisan minyak bersih

dan diperlukan untuk memisahkan minyak dan air.

- Kran untuk mengeluarkan air.
- Kran untuk mengeluarkan minyak dari *wash tank* ke penampungan.

### Pembenahan Sistem Pemisahan Minyak di SPU Manunggul

Berdasarkan hasil evaluasi sistem pemisahan minyak di SPU Manunggul *existing*, menunjukkan bahwa ketidak-akuratan pengukuran yang menyebabkan adanya "**Production Loss**" pada *daily production report* yang cukup signifikan (rata-rata 200 barrel oil per day), disebabkan karena sistem pemisahan *existing* yang tidak sesuai dengan standar prosedur pemisahan, yaitu :

- Modifikasi *Free Water Knock Out* (FWKO) dari tangki produksi M-1 tidak sesuai dengan design FWKO yang standar.
- Tangki produksi (*storage tank*) digunakan sebagai alat pemisah, sehingga selalu dijumpai adanya zona transisi (*grey area*).

Untuk mengurangi adanya problem ketidak-akuratan dalam pengukuran volume minyak di SPU Manunggul yang merupakan titik serah, maka harus dilakukan pembenahan sistem pemisahan minyak yang mengikuti standar pemisahan yang baku, seperti ditunjukkan pada **Gambar 8**.

### KESIMPULAN

- Pada temperatur kamar proses pemisahan dengan demulsifier ada kecenderungan semakin banyak ppm demulsifier, maka semakin banyak minyak yang terpisahkan dari air. Waktu efektif pemisahan antara 15 – 30 menit.
- Pada temperatur 40° dan 50° C, penggunaan demulsifier dan paraffin solvent terbaik pada 5 ppm dengan T = 40° C, semakin tinggi ppm yang digunakan tidak ada kecenderungan semakin banyak air yang terpisahkan.
- Waktu yang dibutuhkan antara 30 – 240 menit.
- Disarankan untuk dilakukan REDESIGN WASH TANK yang standar dan selanjutnya Oil Storage hanya digunakan sebagai penyimpan minyak saja, dengan tetap

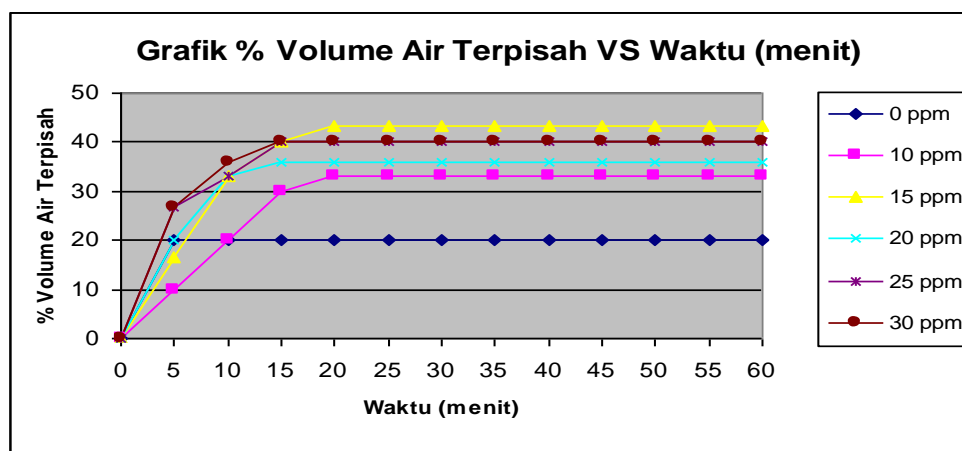
menjaga temperatur tangki diatas titik tuang (>40°C).

### UCAPAN TERIMA KASIH

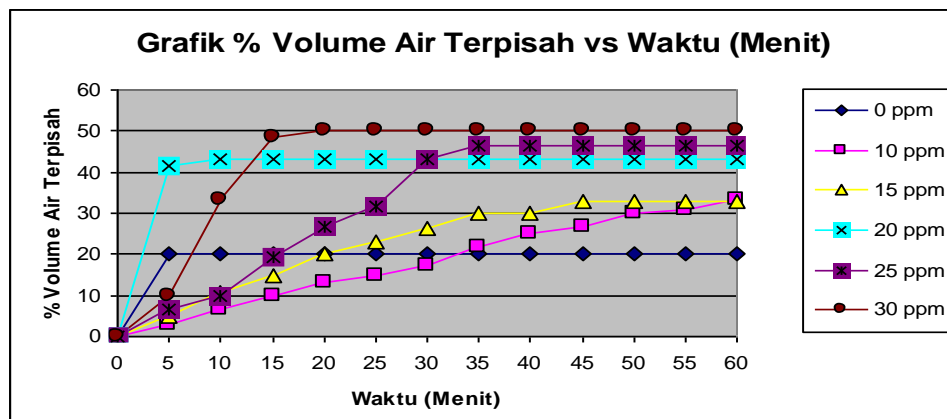
Tim Penulis mengucapkan terima kasih kepada Manajemen UNIT BISNIS PERTAMINA EP Tanjung yang telah memberikan izin untuk mempublikasikan tulisan ini.

### DAFTAR PUSTAKA

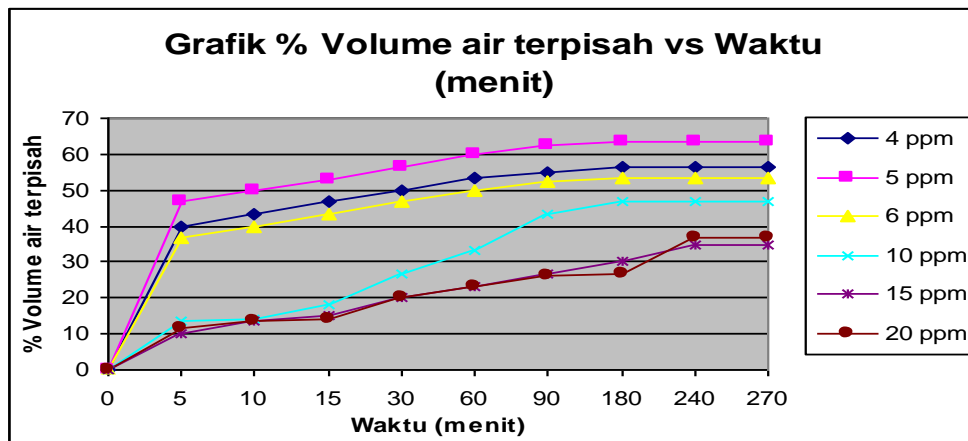
1. ...., "*Element of Field Processing*", A Technical Manual Reprinted From The Oil and Gas Journal, Part-1.
2. ...., "*Standard Operating Procedures Drilling and Production Operation*", Direktorat Hulu, PT. PERTAMINA (PERSERO), Unit Bisnis Pertamina EP Limau, 2005
3. ...., "*Treating Oil Field Emulsions*", Thrid Edition, American Petroleum Institute (API), Division of Production, Dallas, Texas, 1974.



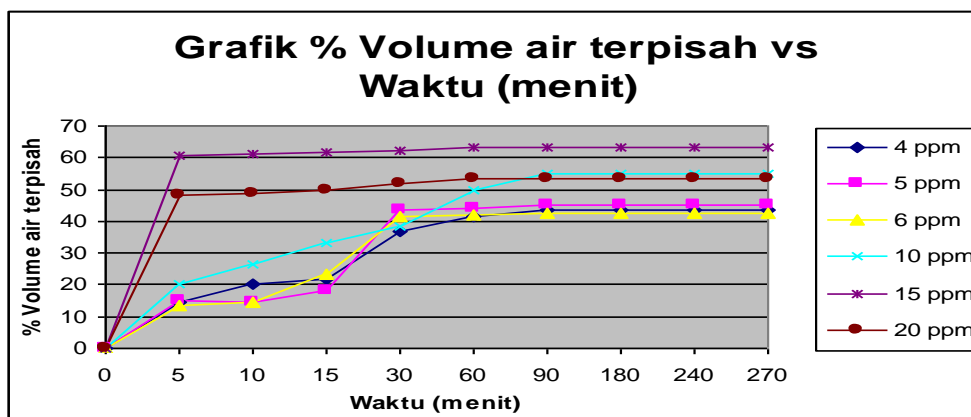
Gambar 1. Uji Sample Crude Oil T-078 + Dukem 450 (Paraffin Solvent), T=25° C



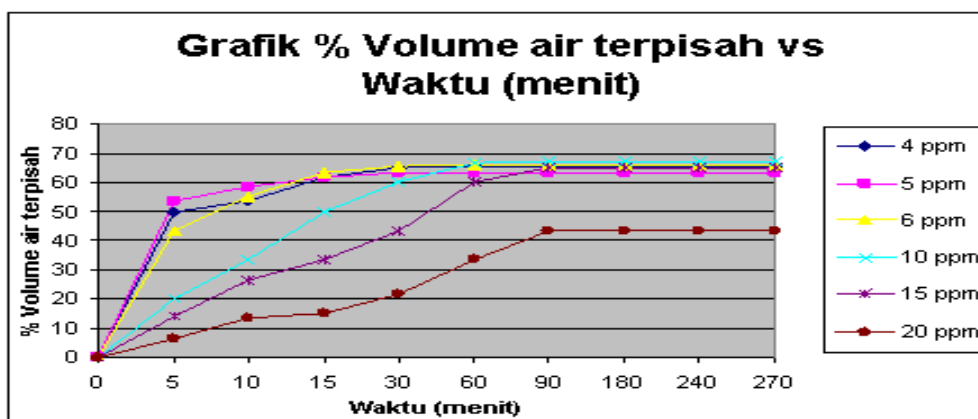
Gambar 2. Uji Sampel Crude Oil T-078 + Clearchem 9430 (Demulsifier), T=25° C



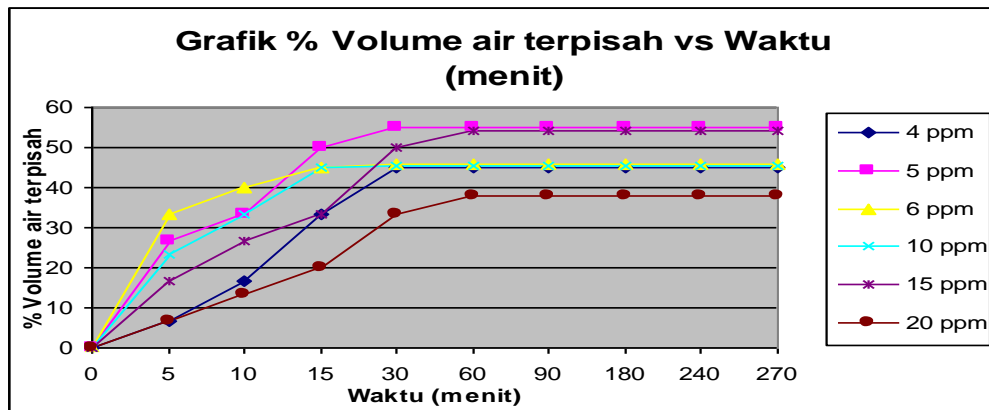
Gambar 3. Uji Paraffin Solvent (Dukem 450), T=40°C, Sampel Sumur T-144 dengan variasi waktu dan konsentrasi.



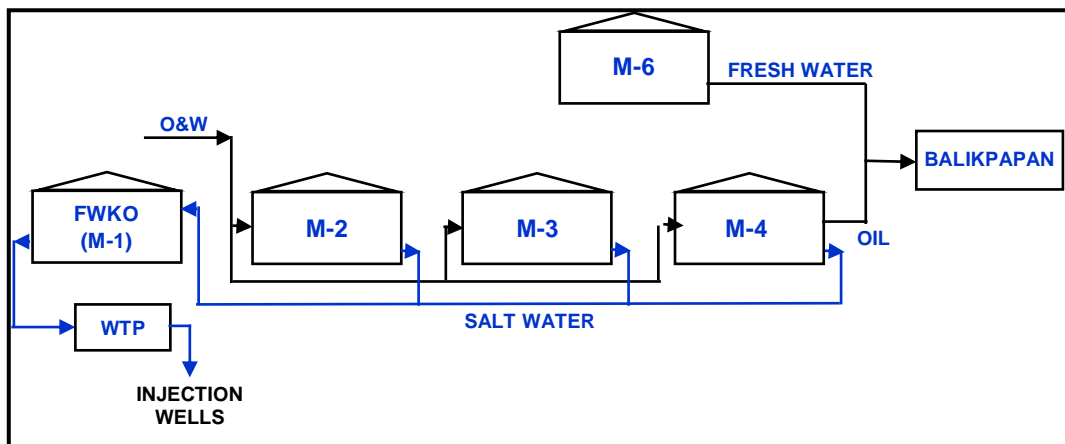
Gambar 4. Uji Paraffin Solvent (Dukem 450), T=50°C, Sampel Sumur T-144 dgn variasi waktu dan konsentrasi



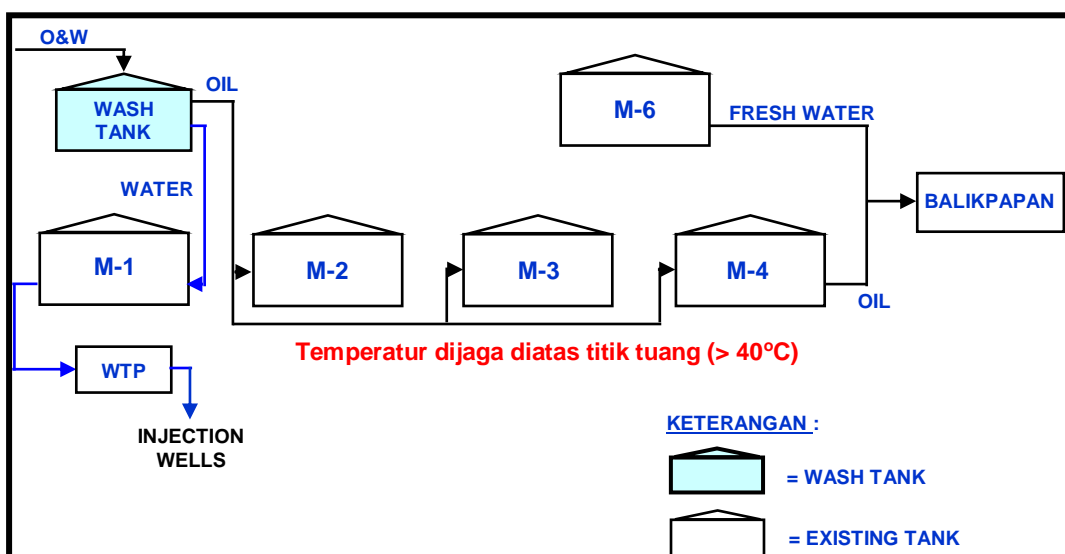
Gambar 5. Demulsifier Clearchem 9430, T=40°C, Sumur T-144 dengan variable waktu dan konsentrasi



Gambar 6. Demulsifier Clearchem 9430,  $T=50^{\circ}\text{C}$ , Sumur T-144 dengan variable waktu dan konsentrasi



Gambar 7. Proses Pemisahan Minyak Existing di SPU Manunggul



Gambar 8. Pembetulan Proses Pemisahan Minyak di SPU Manunggul