

## PEMANFAATAN SURFAKTAN BERBASIS MINYAK SAWIT PADA INDUSTRI PERMINYAKAN

Ir. Agus Pratomo, MT

Kondur Petroleum SA

### Permasalahan dalam Pengeboran Minyak

Pengeboran minyak bumi sering menghadapi permasalahan yang menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas sumur minyak. Permasalahan utama yang terjadi adalah kerusakan formasi sumur minyak yang disebabkan antara lain oleh (1) terjadinya kontak dengan fluida asing seperti lumpur bor, fluida workover/kerja ulang sumur (2) terjadi penyumbatan padatan seperti tanah liat (*clay*) dan bahan pengental, (3) terjadi karena terbentuk emulsi/tegangan antarmuka yg tinggi. Selain itu kerusakan juga disebabkan oleh produksi air yg berlebihan (95 – 99 %) dan karena terjadi tumpahan minyak di area kerja / sumur

Secara spesifik, sumber penyebab kerusakan tersebut terletak pada beberapa hal, yaitu (1) Surfaktan yg digunakan pada lumpur pengeboran, (2) *Corrosion Inhibitor* yg umumnya kationik akan membuat *oil wet* batuan pasir atau tanah liat, (3) Pemecah emulsi kationik dan (4) Lumpur pengeboran berbasis minyak yg akan *oil wet* batuan silika, tanah liat atau kapur.

Untuk mengatasi masalah tersebut, beberapa alternatif yang dapat digunakan adalah penggunaan stimulasi surfaktan, flooding surfaktan dan bioremediasi. Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang memiliki sifat-sifat antara lain dapat menaikkan dan menurunkan tegangan permukaan dan antar muka, memecah dan melemahkan atau menguatkan emulsi, mengubah dan mendispersi dan memflok partikel tanah liat atau partikel lain merupakan pilihan yang tepat. Untuk dapat digunakan pada sumur minyak dan gas, perlu digunakan surfaktan khusus dimana yang dipilih adalah surfaktan yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- Mengurangi tegangan antarmuka / permukaan
- Memecah emulsi pada batuan formasi
- Water wet batuan formasi

- Tidak menyebabkan tanah liat mengembang atau menyusut
- Kelarutan tinggi pada larutan pembawa pada suhu di reservoir
- Toleransi yang tinggi terhadap air formasi (50.000 ppm garam)

*Wettability* merupakan sifat kebasahan batuan yang cenderung basah air dan basah minyak. *Water wet* merupakan sifat batuan yang cenderung basah air, sedangkan *oil wet* cenderung basah minyak. Pada kondisi *water wet*, batuan diselubungi oleh air, sedangkan *oil wet*, batuan cenderung diselubungi oleh minyak. Formasi yang bersifat *oil wet* dapat mengurangi permeabilitas terhadap minyak hingga 85%. Permeabilitas adalah kemudahan fluida mengalir pada batuan berpori yang mempunyai ruangan/rongga yang saling berhubungan. Selain itu formasi *oil wet* dapat menaikkan ketebalan lapisan minyak pada batuan formasi dan mengurangi ukuran jalan minyak serta menyebabkan terjadinya *Water and Emulsion Block*.

*Emulsion block* yaitu emulsi yang kental pada formasi yang dekat dengan mulut perforasi yang terjadi karena terbentuknya emulsi antara air dan minyak. *Emulsion block* yang parah juga dapat terjadi pada formasi *oil wet* dan pada batuan kapur, *emulsion block* terjadi setelah dilakukan perekahan (*fract*) dan pengasaman (*acidizing*). Tegangan lapisan antarmuka antara minyak dan air yang tinggi menyebabkan tersumbatnya formasi. Selain itu tanah liat dan asphaltene dapat menaikkan tegangan permukaan.

*Particle block*, terjadi karena tanah liat yang mengembang, terdispersi, terflokulasi, pecah atau yang berpindah. *Particle block* dapat diatasi dengan menginjeksikan surfaktan nonionik untuk memflokulasi tanah liat. Yang perlu diperhatikan adalah air yang dimasukkan ke dalam sumur, yang mengandung partikel-partikel sehingga perlu dilakukan penyaringan.

## Surfaktan

Surfaktan merupakan suatu zat yang bersifat aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan antar muka, antara minyak dan air karena strukturnya yang amphifilik, yaitu adanya dua gugus yang memiliki derajat polaritas yang berbeda pada molekul yang sama. Gugus hidrofilik bersifat mudah larut dalam air, sedangkan gugus hidrofobik bersifat mudah larut dalam minyak.

Berdasarkan gugus hidrofiliknya, molekul surfaktan dibedakan ke dalam 4 jenis yaitu surfaktan anionik, kationik, nonionik dan amfoterik. Surfaktan anionik

adalah molekul yang bermuatan negatif pada bagian hidrofiliknya. Yang termasuk surfaktan anionik adalah Sodium Lauryl Sulfate ( $R\text{---OSO}_3$ ) dimana R = Lauryl group. Kemampuan surfaktan anionik adalah (1) dapat memecah emulsi w/o, (2) mengubah batuan silika dari *oil wet* menjadi *water wet*, (3) mengubah batuan kapur menjadi *oil wet* pada pH hingga 8 dan menjadi *water wet* jika pH >9.5, (4) mendispersi tanah liat pada fasa air, dan (5) mengemulsi minyak ke air.

Surfaktan kationik adalah senyawa yang bermuatan positif pada gugus hidrofiliknya. Kemampuan surfaktan kationik adalah (1) *Oil wet* pasir, tanah liat dan serpihan padatan, (2) memflokulasi tanah liat pada fasa air, (3) mengubah batuan kapur menjadi *water wet* pada pH hingga 8 dan *oil wet* pada pH 9.5 keatas (4) Mendispersi tanah liat ke fasa minyak, (5) Memecah emulsi o/w dan (6) Mengemulsi air ke minyak. Surfaktan nonionik adalah surfaktan yang tidak bermuatan atau tidak terjadi ionisasi molekul. Surfaktan ini bersifat serbaguna dalam stimulasi tetapi beberapa surfaktan jenis ini dapat mengakibatkan emulsi.

#### **Stimulasi Sumur Minyak Bumi (*Oil well Stimulation*)**

Salah satu metode stimulasi sumur minyak bumi adalah dengan metode *Enhance Oil Recovery* (EOR). EOR merupakan usaha untuk meningkatkan produktivitas sumur minyak bumi dengan menginjeksikan material ke dalam batuan reservoir guna menguras sisa-sisa minyak bumi yang masih terkandung di dalam batuan reservoir yang pada umumnya berupa *residual oil* dan *bypassed oil*.

Persyaratan sumur untuk aplikasi EOR adalah :

- Sumur yang memiliki/pernah performa awal minyak yang besar (0 - 10 % WC, Wall Creek).
- Sumur yang memiliki satu zona perforasi
- Usahakan sumur yang tidak memiliki initial OWC (*Oil Water Contact*)
- Usahakan sumur yang memiliki sifat petrophysic hampir merata (homogen)
- Tekanan balik reservoir jika diinjeksikan sejumlah fluida

Adapun surfaktan yang digunakan adalah surfaktan jenis anionik untuk *sandstone* (batuan pasir) dan jika perlu sedikit ditambah surfaktan non-ionik. Surfaktan yang digunakan juga tahan terhadap kesadahan (Ca dan Mg), larut

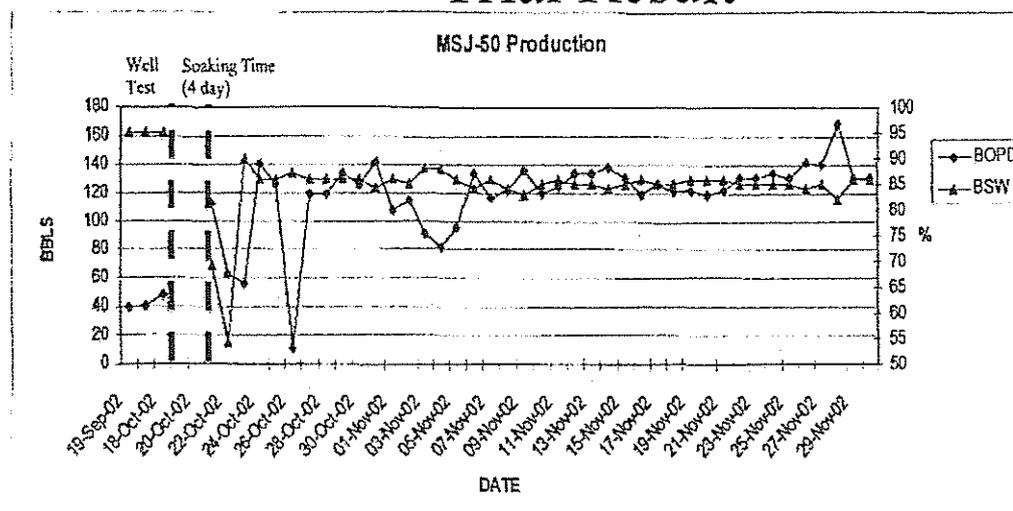
dalam minyak, tidak membentuk busa yg berlebihan, dan untuk aplikasinya digunakan *mutual solvent*. Surfaktan yang digunakan juga tailor made untuk kebutuhan konsumen.

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dalam metode EOR, konsentrasi surfaktan yang optimal yang digunakan adalah sebesar 3 %, dengan menggunakan minyak diesel sebagai (*carrier*) pembawa. Selain itu perlu dilakukan *loss injection test* untuk mengantisipasi formasi yang memiliki permeabilitas tinggi, dan perlu disiapkan pemecah emulsi balik yang lebih kuat untuk mengantisipasi rusaknya kualitas air buangan di *process plant*. Permeabilitas merupakan kemudahan fluida mengalir pada batuan berpori yang mempunyai ruangan/rongga yang saling berhubungan. Batuan formasi mempunyai permeabilitas 1 darcy ~ kemudahan untuk mengalirkan 1 cc per detik dengan viskositas 1 cp, 1 atm melalui area 1cm<sup>2</sup> sejauh 1 cm. Percobaan-percobaan tersebut adalah sebagai berikut :

#### MSJ-50

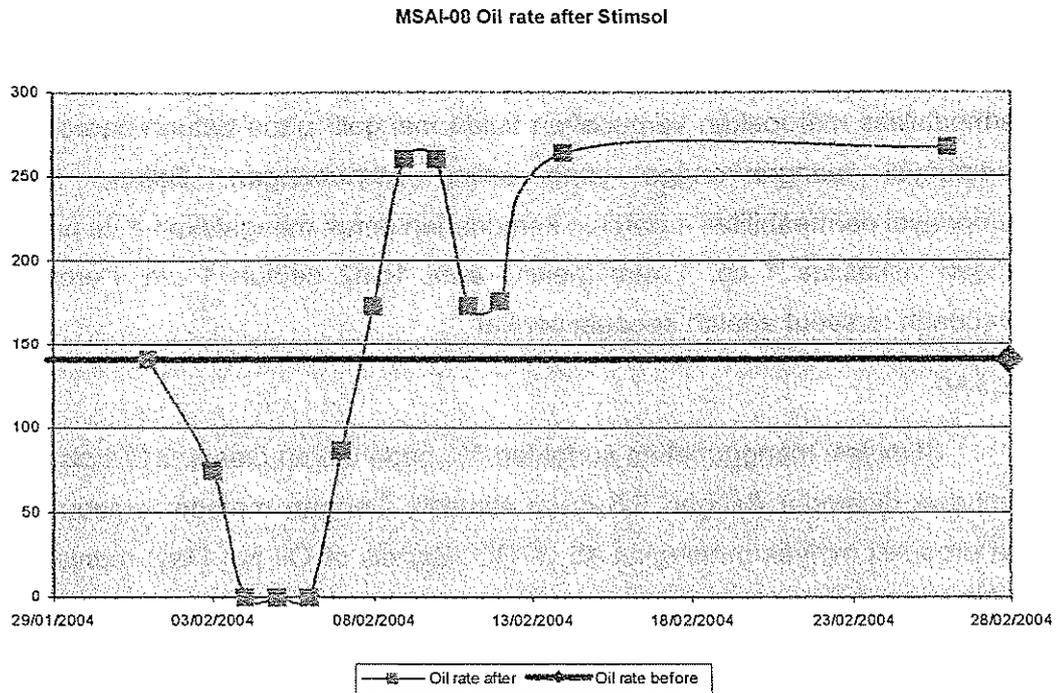
Stimulasi menggunakan surfaktan 3% pada cairan diesel (211 bbls cairan pembawa dicampur dengan 5,5 drum stimsol). Dengan metode tersebut, rata-rata produksi minyak meningkat 45 BPOD (Barrels of Oil per Day) menjadi 125 BPOD dan water cut berkurang menjadi 84-86% dari 94-96%.

## Trial Result



### MSAI-08

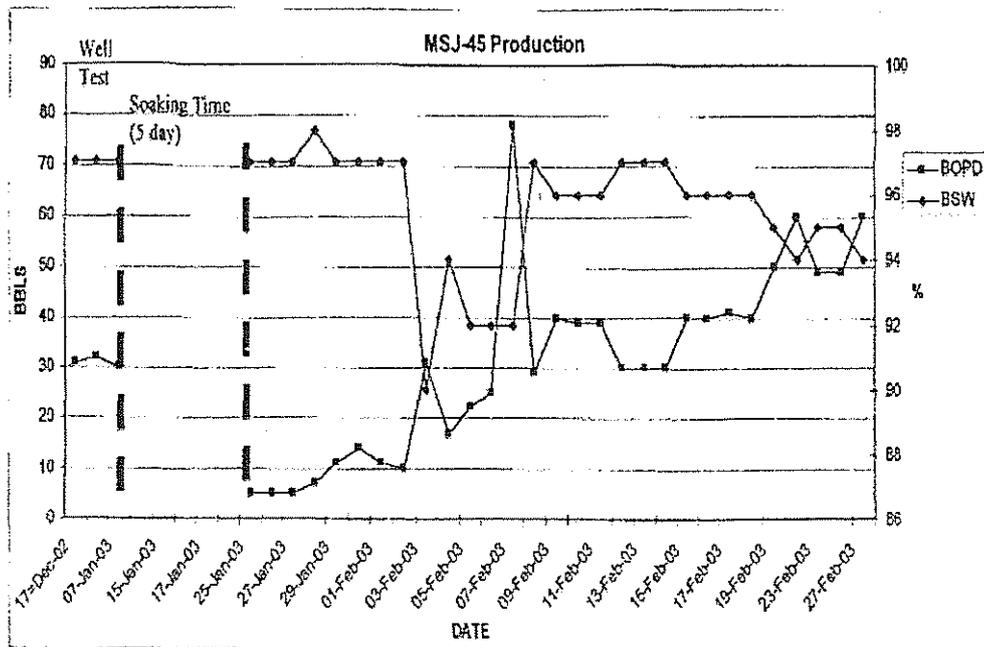
Dengan menggunakan 3 drum stimsol-96 dalam 71 bbls larutan pembawa diesel dimana diesel digantikan dengan cairan pelengkap dan 5 bbls Hi-Vis. Stimulasi tersebut menghasilkan peningkatan rata-rata pengambilan minyak sebanyak 78 BPOD dari sumur yang awalnya 180 BPOD, sebagai hasil dari stimulasi tersebut.



### MSJ-45

Stimulasi menggunakan surfaktan 2% (580 bbls bahan bakar solar dicampur dengan 10 drum surfaktan). Dengan metode tersebut, produksi minyak meningkat dari 30 BOPD menjadi 50 BOPD, dan *water cut* menurun dari 97% menjadi 94%

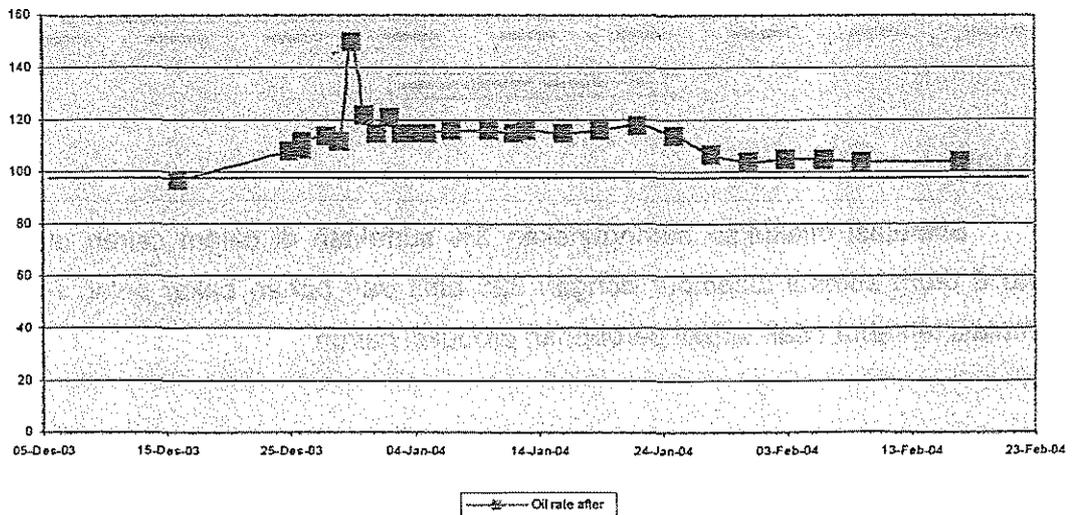
# Trial Result



## MSDF-01

Program stimulasi ini dilakukan menggunakan 3% larutan stimsol-96, dan sebagai cairan pembawa adalah campuran dari 65 bbls melibur kasar dan 35 bbls larutan solar. Secara keseluruhan rata-rata cairan meningkat sedangkan BSW (*Basic Sediment and Water*) adalah tetap dengan demikian produksi minyak juga meningkat. Monitoring level cairan menunjukkan LLC meningkat bahkan dengan rata-rata yang lebih tinggi dibanding dengan sebelum dilakukannya stimulasi. Ini mendukung keberhasilan dari program stimulasi di dalam peningkatan index produktivitas sumur.

MSDF-01 Oil rate after Stimsol

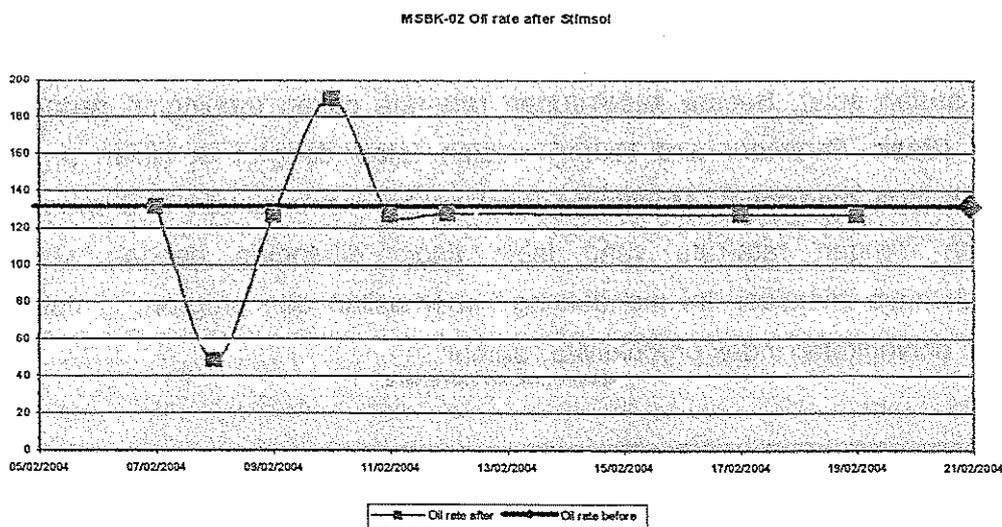


#### MWD-04

Program stimulasi dilakukan menggunakan campuran stimsol-96 dan bahan bakar solar sebagai larutan stimulasi, dan cairan pelengkap dengan hi-vis sebagai pengganti. Sebelum masalah-masalah pemompaan, sumur minyak dapat memproduksi 4800 bfpd dan 78 jts LLC. Setelah stimsol menyebar, produktivitas sumur meningkat berdasarkan pada data yaitu 6000 BFPD dan 64 jts LLC

#### MSBK-02

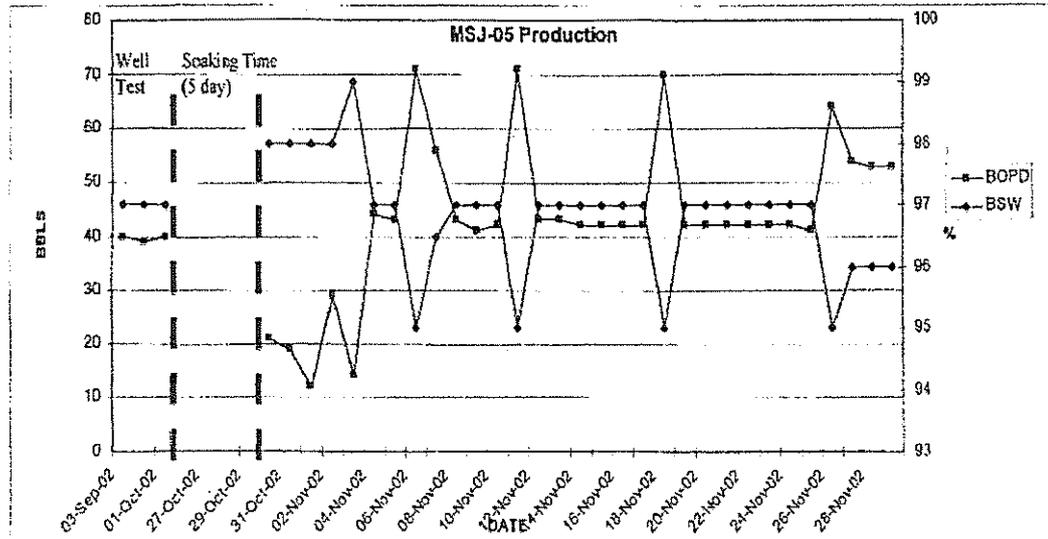
Program stimulasi dilakukan menggunakan 3% Stimsol-98 di dalam larutan pembawa, dipindahkan oleh larutan pelengkap dengan tambahan Hi-Vis. BSW adalah stabil pada 98% dari sebelumnya. Meskipun demikian, disini terdapat peningkatan dari *Liquid Level Column* (LLC) secara signifikan. Dalam rata-rata produksi yang sama (sekitar 6500 bfpd), LLC setelah penanganan stimulasi meningkat dari 28 jts menjadi 12 jts. Program stimulasi ini mendukung adanya peningkatan pada index produktivitas sumur yang mana sumur dapat memproduksi minyak dengan rata-rata produksi yang lebih tinggi.



#### MSJ-05

Stimulasi dilakukan menggunakan 3% surfaktan di dalam cairan diesel yaitu 8 drum stimsol dicampur dengan 325 bbls dari bahan bakar solar. Pada stimulasi tersebut tidak terjadi perubahan produksi cairan.

## Trial Result

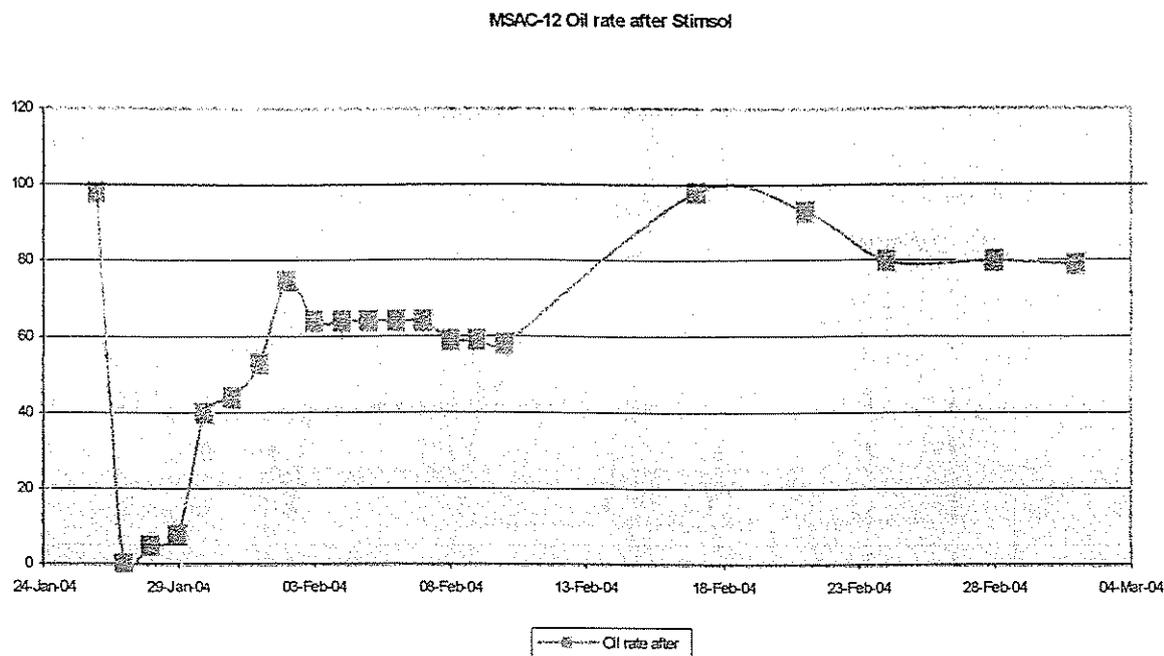


### MSBZ-01

Stimulasi dilakukan dengan menggunakan 80 bbls larutan stimulasi yang terdiri dari 5 drum Stimsol-96, cairan diesel dan minyak Melibur kasar. Dengan stimulasi tersebut, profil produksi minyak adalah berfluktuasi akan tetapi pada akhirnya tetap pada 39 BOPD dan 78 jts level cairan, yang menurun dari level aslinya. Berdasarkan pada monitoring sumur, program stimulasi dalam sumur ini tidak bisa untuk meningkatkan profil produksi dari sumur.

### MSAC-12

Stimulasi dilakukan menggunakan 2 drum stimsol-96 yang dicampur dengan cairan diesel dan dipindahkan dengan larutan pelengkap dan Hi-Vis. Stimulasi tersebut menyebabkan penurunan produksi minyak tetapi terjadi kenaikan secara ringan dari level cairan, sekalipun sumur rata-rata memproduksi lebih tinggi. Karena terdapat juga daerah (zona) yang akan diperforasi kembali, ini diragukan untuk mendefinisikan apakah peningkatan produktivitas sumur akibat stimulasi ataukah karena ada perforasi kembali. Dalam kasus ini, diasumsikan bahwa hasil adalah tidak meyakinkan.



#### MSBV-06

Program stimulasi di dalam sumur didesign untuk tahap awal cairan pelengkap, yang dimaksudkan untuk mencegah kerusakan formasi. Larutan stimulasi dicampur menggunakan minyak melibur kasar dan tidak menggunakan larutan pengganti. Hasil menunjukkan terjadinya peningkatan produksi minyak dan peningkatan rata-rata produksi. Program stimulasi ini meliputi perforasi kembali dan area isolasi. Ini cukup sulit untuk membedakan hasil yang dicapai oleh stimulasi yang dilakukan dari keseluruhan hasil program. Program stimulasi yang digambarkan diatas adalah tidak meyakinkan.

#### MSJ-17

Program stimulasi dalam MSJ-17 dilakukan dengan memompa larutan stimulasi yang terdiri dari 6 drum Stimsol-96 dan 57000 liter bahan bakar solar melalui annulus, dimana tidak digunakan larutan pemindah. Hasil menunjukkan bahwa secara keseluruhan rata-rata produksi cairan menurun yang diikuti dengan peningkatan BSW. Berdasarkan ini, treatment stimulasi dengan MSJ-17 adalah tidak berhasil.

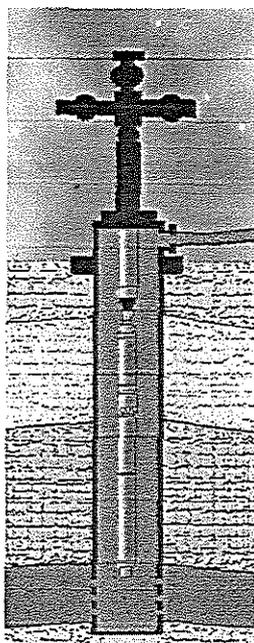
#### MSJ-41

Program stimulasi MSJ-41 dilakukan dengan memompa cairan stimulasi yang terdiri dari 6 drum Stimsol-96 dan 57000 liter bahan bakar solar melalui annulus dan tidak menggunakan larutan pemindah. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata produksi minyak sedikit meningkat yang diikuti oleh sedikit kenaikan

level cairan. Hasil ini juga terlalu kecil untuk dianggap sebagai kesuksesan, oleh karena itu program MSJ-41 dianggap tidak meyakinkan.

### Skema Pemompaan Larutan Melalui Annulus

Pada pemompaan larutan melalui annulus, penyelesaian down hole (lubang bawah) tidak tertarik keluar dan cairan dipompa melalui annulus dan mengalir keluar dengan bantuan pompa yang dipasang pada lubang bawah. Dengan metode ini waktu pengeboran lebih sedikit, akan tetapi membutuhkan lebih banyak cairan dan beresiko tinggi terhadap kerusakan pompa dan lubang pemboran.



Gambar 1. Pemompaan Larutan Melalui Annulus

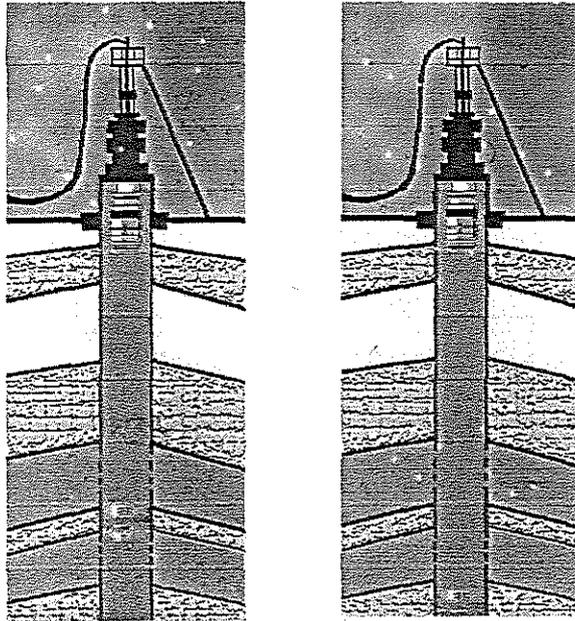
### Through Tubing, Packers Assisted Pumping Schematic

#### 1. Single Layer

Pada pemompaan yang dibantu dengan pematat satu lapis, penyelesaian dilakukan dengan menarik keluar menggunakan rangkaian-rangkaian stimulasi yang dilengkapi dengan pematat. Untuk mengisolasi satu daerah, pematat yang lain dibutuhkan oleh lubang bawah. Metode ini sangat efisien dan efektif untuk penggunaan cairan, tetapi membutuhkan waktu pengeboran dan biaya perlengkapan yang lebih banyak.

## 2. Double Layers

Pada pemompaan yang dibantu dengan pematat dua lapis, penyelesaian ditarik keluar dengan menggunakan rangkaian stimulasi yang dilengkapi dengan pematat. Pematat lain dibutuhkan oleh lubang bawah untuk daerah yang lebih bawah. Metode ini efisien dan efektif untuk cairan, tetapi membutuhkan waktu pengeboran dan biaya perlengkapan yang lebih besar dan ada kemungkinan membutuhkan pengalih kimia.



Satu lapis

Dua lapis

Gambar 2. Skema pemompaan yang dilengkapi dengan pematat

F / T 121

1996

0210