

Penelitian dalam Penerapan EOR di Indonesia *)

Oleh : Rachmat Sudibjo

SARI

Salah satu upaya untuk memantapkan produksi minyak bumi di negara kita adalah dengan menerapkan metode EOR (Enhanced Oil Recovery). Untuk dapat melaksanakan tugas tersebut dengan baik, di samping kemauan penguasaan teknis operasional di lapangan, diperlukan suatu dukungan dari kegiatan penelitian dan pengembangan yang harus dilaksanakan secara konsisten dan berkesinambungan.

Dalam tulisan ini akan dicoba untuk membahas secara umum upaya penelitian dalam penerapan EOR di Indonesia berdasarkan pengamatan di beberapa unit/instansi/perusahaan yang bergerak dalam kegiatan penelitian Eksplorasi Produksi Minyak dan Gas Bumi.

ABSTRACT

One of the efforts to stabilize oil production in the country is to apply Enhanced Oil Recovery methods. To carry out the task properly support in research and development activities is required consistently and continually.

The writer tried to discuss in general the research in the application of EOR method in Indonesia based on investigation in other units: such as institutions and companies working in the activities of exploitation/production in oil and gas.

I. PENDAHULUAN

Sejarah perminyakan di Indonesia yang telah berusia 100 tahun lebih, dimulai hampir bersamaan dengan perkembangan perminyakan di dunia. Namun demikian hingga saat ini, penerapan metode EOR di lapangan-lapangan minyak di negara kita relatif masih sangat terbatas.

Dalam rangka memantapkan produksi minyak bumi, setidak-tidaknya seperti pada tingkat yang sekarang ini, upaya meningkatkan perolehan minyak dengan metode EOR dari lapangan yang sudah ditemukan atau berproduksi telah mulai digalakkan.

Untuk dapat melaksanakan tugas tersebut dengan baik, di samping kemampuan penguasaan teknis operasional di lapangan, diperlukan juga dukungan kegiatan penelitian dan pengembangan yang harus

dilaksanakan secara konsisten dan berkesinambungan agar diperoleh hasil yang optimal.

Sampai saat ini masih banyak hal yang perlu mendapat penelitian lanjut, terutama dalam masalah teknis yang belum tuntas pengembangannya serta masalah keekonomian yang masih merupakan hambatan besar bagi penerapan metode ini.

Semua kegiatan penelitian tersebut perlu didukung oleh suatu sistem laboratorium yang terpadu, dengan laboratorium eksploitasi sebagai inti dan didukung oleh laboratorium geologi dan laboratorium lain yang laboratorium geologi dan laboratorium lain yang terkait, serta didukung pula dengan suatu sistem komputer dengan perangkat keras maupun lunaknya.

Dalam tulisan ini akan dicoba untuk membahas secara umum upaya penelitian dalam penerapan EOR

* Disajikan pada Symposium EOR di Jakarta, Tanggal 28 Februari - 2 Maret 1990

di Indonesia terutama mengenai prospek, status, kemampuan pelaksanaan, kontribusi serta kendala dan keterbatasan kegiatan penelitian tersebut.

II. PENELITIAN DALAM PENERAPAN EOR

Di samping injeksi konvensional air dan gas, secara umum metode EOR dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok:

- Metode panas, yang dikembangkan dengan tujuan utama menurunkan viskositas minyak dengan melakukan injeksi uap atau dengan pembakaran setempat.
- Injeksi gas terbaaur (CO_2 , N_2 atau HC), yang dilaksanakan dengan tujuan menciptakan pembauran antara gas injeksi dan minyak sehingga tercapai pendesakan yang efisien.
- Injeksi bahan kimia (polymer atau surfactant) yang merupakan penyempurnaan terhadap injeksi air konvensional.

Metode-metode tersebut pada dasarnya bertujuan untuk mengurangi efek penyebab terjebaknya minyak bumi dalam pori-pori batuan dengan menurunkan gaya kapiler dan atau memperbaiki penyapuan volumetrik dengan mengontrol kontras mobilitas minyak dengan fluida pendesak.

Untuk menerapkan suatu metode EOR pada suatu lapangan minyak tertentu perlu dilakukan beberapa tahapan kegiatan mulai dari *screening* terhadap metode EOR yang meliputi kajian *reservoir*, penelitian laboratorium, uji pilot sampai ke tahapan pengembangan lapangan secara penuh (*full scale*).

A. Penelitian laboratorium

Analisis pendahuluan dilakukan terhadap contoh fluida reservoir (minyak dan air) untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas fluida serta membantu memformulasikan metode yang akan dipakai. Studi mengenai air injeksi, apabila air dipakai sebagai bahan utama injeksi, juga dilakukan untuk mengetahui kecocokan (*compatibility*) dengan air formasi.

Apabila digunakan aditif dalam air injeksi, seperti misalnya polymer dan/atau surfactant, maka diperlukan pengukuran terhadap *rheology* larutan polymer serta penentuan prototype surfactant yang akan dipakai. Untuk menentukan kondisi sistem campuran minyak dan air formasi dengan fluida injeksi diperlukan analisis tambahan untuk mengukur tegangan permukaan serta menentukan kelakuan fasa campuran tersebut.

Pada injeksi gas terbaaur, studi terhadap pendesakan oleh gas dilakukan pada kondisi reservoir

untuk menentukan tekanan terbaaur serta untuk memperkirakan besarnya faktor pengurangan.

Pada injeksi air dengan bahan aditif kimia (polymer, surfactant) tujuan analisis laboratorium adalah untuk optimasi karakteristik, volume serta komposisi fluida injeksi yang digunakan. Percobaan dilakukan pada kondisi reservoir dengan geometri linier atau radial, dengan berbagai ukuran *buffer (slug)* dan komposisi.

Pada metode panas, percobaan dilakukan baik pada kondisi isothermal maupun pada kondisi yang mendekati adiabatik.

B. Penelitian dengan simulasi proses

Untuk mengetahui fenomena atau proses EOR secara lebih mendalam, di samping pendekatan empiris dengan melakukan pengamatan di laboratorium dilakukan pendekatan teoritis dengan mencoba untuk menguraikan besaran atau parameter yang berpengaruh pada fenomena atau proses yang berlangsung.

Pendekatan teori yang digunakan untuk mendapatkan pengertian yang lebih baik terhadap proses EOR dapat berjalan dengan baik berkat adanya beberapa faktor yang mendukung dengan telah terdefinisikannya secara baik fenomena aliran metode-metode injeksi yang dipakai.

Pada tingkat pengembangannya pada umumnya model proses tersebut terus disempurnakan berdasarkan hasil yang diperoleh baik dari pengamatan laboratorium maupun dari lapangan.

C. Simulasi reservoir

Penelitian proses dengan percobaan laboratorium (*floor test*) maupun dengan simulasi numerik pada umumnya dilakukan dengan geometri linier karena tujuannya memang terbatas untuk meneliti proses pendesakan yang berlangsung pada skala mikro (pori-pori) dan tidak dimaksudkan untuk meneliti pendesakan yang berlangsung pada skala makro (blok/reservoir) dengan memperhitungkan heterogenitas maupun anisotropy batuan reservoir.

Untuk maksud terakhir ini, dari kajian data reservoir yang telah dikumpulkan, terutama setelah diperoleh gambaran mengenai distribusi areal maupun vertikal batuan reservoir, dibuat suatu model/simulasi untuk meramalkan kelakuan pendesakan pada skala pilot maupun lapangan (*full scale*).

Untuk proyek EOR, dengan simulasi reservoir ini juga dapat dilakukan uji kepekaan (*sensitivity*

test) serta untuk menyelidiki dampak dari faktor-faktor yang sangat menentukan efisiensi proses keseluruhan seperti dampak gravitasi, kapiler dan dispersi, ukuran *buffer (slug)*, *chemical losses* dan sebagainya.

Tujuan akhir simulasi adalah untuk memberikan hasil suatu kajian keuntungan teknis maupun ekonomis berdasarkan hasil-hasil simulasi yang memberikan bermacam alternatif kondisi sistem injeksi-produksi.

D. Penelitian lapangan

1. Pilot flood design

Desain tes pilot dibuat berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan dari tahapan pekerjaan yang sebelumnya.

Desain tersebut diselesaikan dengan memperhitungkan lokasi sumur, pola sumur injeksi-produksi, kebutuhan bahan kimia, ukuran slug, program penyelesaian sumur serta spesifikasi dari fasilitas permukaan. *Guideline* mengenai prosedur operasional harus disiapkan, demikian juga dengan program untuk pemantauan (*monitoring*) serta evaluasi.

Selama tes pilot di lapangan sebuah laboratorium kecil perlu dibangun dekat daerah pilot untuk menganalisis bahan kimia, fluida injeksi serta fluida yang diproduksi.

Analisis laboratorium tambahan mungkin masih perlu direncanakan selama tahapan tes pilot tersebut berlangsung, tergantung pada hasil pengamatan di lapangan.

2. Pengembangan lapangan (full scale)

Pada pengembangan lapangan secara penuh, dari sumur sumur baru secara berangsur-angsur diperoleh informasi dan data baru yang dapat merubah sedikit atau banyak gambaran geologi maupun reservoir lapangan yang bersangkutan. Dalam tahapan pengembangan lapangan pemantauan tetap dilakukan secara berkesinambungan maupun berkala guna mendapatkan hasil yang seoptimal mungkin.

III. SARANA LABORATORIUM EKSPLOITASI MIGAS

Agar dapat diperoleh suatu gambaran yang jelas mengenai kegiatan penelitian di bidang EOR perlu terlebih dulu diperoleh suatu gambaran umum mengenai situasi dan kondisi penelitian dalam bidang yang lebih luas yang berkaitan yaitu penelitian bidang

eksploitasi minyak dan gas bumi. Di Indonesia terdapat berbagai unit/instansi/perusahaan yang melaksanakan penelitian dalam bidang eksploitasi-produksi migas di dalam ruang lingkup tugas dan fungsi mereka yang lebih luas dalam bidang operasional, pendidikan ataupun bidang penelitian dan pengembangan dalam rangka mendukung kebijaksanaan pemerintah di bidang migas.

Sarana penelitian berupa perangkat keras dan lunak serta laboratorium yang dimiliki masing-masing instansi/perusahaan mempunyai kondisi, kelengkapan dan kemampuan yang berbeda, berkaitan dengan keterbatasan tenaga ahli, dana yang tersedia dan juga disesuaikan dengan ruang lingkup tugas dan fungsi masing-masing, yang dapat dikelompokkan sebagai berikut.

Perguruan Tinggi : ITB, UPN, Trisakti
Departemen P & E : PPPTMGB "LEMIGAS"
PERTAMINA : Div. LITBANG EP,
UNIT EP
PSC : a.l. CPI, Stanvac, Total,
Huffco, Maxus.

Unit/lembaga lain seperti LIPI dewasa ini lebih banyak melaksanakan penelitian dalam bidang geologi eksplorasi, BPPT lebih banyak bergerak dalam penelitian hilir. Pihak swasta yang mempunyai kemampuan mendukung penelitian dalam bidang eksploitasi dengan sarana laboratoriumnya antara lain adalah Core Lab khususnya untuk analisis batuan dan fluida reservoir.

1. Laboratorium Pertamina/PSC

Fungsi utama adalah untuk melayani keperluan operasional yang bersifat rutin dan memerlukan data analisis yang bersifat sesaat dan segera serta memerlukan pengukuran di tempat lokasi.

Analisis dalam jumlah besar dan lengkap pada umumnya dikirim ke pihak ketiga.

Untuk penelitian dan kajian yang kompleks dan rinci pada umumnya para PSC melakukannya di perusahaan induknya.

2. Laboratorium yang bernaung di bawah Departemen Pertambangan dan Energi

Fungsi dan tugas utama adalah untuk mendukung kebijaksanaan pemerintah dibidang Pertambangan Migas dengan: melaksanakan penelitian dan pengembangan; membangun sistem data dan informasi; services/pelayanan jasa kepada industri.

Dewasa ini laboratorium EP LEMIGAS

merupakan laboratorium yang relatif lengkap, memiliki beberapa peralatan yang cukup moderen dan canggih, di samping banyak yang sudah tua yang terdiri dari laboratorium eksplorasi: petrografi-sedimentologi, stratigrafi, geokimia, geofisika dan laboratorium eksploitasi: core, PVT, EOR, lumpur dan semen serta laboratorium proses dan aplikasi yang dapat digunakan sebagai pendukung penelitian laboratorium EP.

3. Laboratorium dalam lingkungan perguruan tinggi

Berfungsi untuk praktikum serta berkaitan dengan penelitian tugas akhir mahasiswa. Pelatihan serta pelayanan/jasa dalam rangka pengabdian masyarakat dan pengembangan tenaga pengajar.

Peralatan laboratorium yang relatif memadai untuk keperluan praktikum mahasiswa terdapat di Trisaksi dan ITB tetapi masih frakmental untuk dapat dipakai bagi pengukuran standar khususnya pengukuran sifat batuan dan fluida reservoir.

4. Laboratorium swasta

Melaksanakan services/pelayanan jasa untuk pihak ketiga.

Core Lab merupakan perusahaan swasta yang mempunyai peralatan yang cukup lengkap dalam melakukan analisis sifat batuan dan fluida reservoir.

IV. PENELITIAN DALAM PENERAPAN EOR DI INDONESIA

A. Gambaran umum penerapan EOR di Indonesia

Di Indonesia, sampai dengan kandungan minyak yang telah ditemukan hingga saat ini, di luar cadangan yang dapat diperoleh dengan metode pengurusan yang sekarang diterapkan, terdapat sisa minyak yang diperkirakan sekitar 40 milyar barel.

Sebagian besar dari sisa minyak ini sama sekali tidak dapat dikuras dengan teknologi yang ada karena kondisi geologi reservoir yang tidak memungkinkan ataupun karena sisa minyak yang terlalu tersebar dalam batuan reservoir. Namun yang pasti sebagian dari sisa minyak tersebut merupakan potensi dan target yang cukup besar bagi penerapan EOR, yang diharapkan akan mampu memberikan kontribusi yang berarti bagi pemantapan produksi minyak bumi di negara kita.

Proyek-proyek EOR yang telah atau sedang dilaksanakan di Indonesia pada umumnya merupakan

metode pengurusan sekunder, terutama injeksi air, dan baru di lapangan Duri diterapkan metode tersier (injeksi uap) yang bila dikembangkan penuh akan merupakan salah satu proyek injeksi uap yang terbesar di dunia.

Beberapa proyek injeksi air yang cukup penting antara lain adalah Minas, Handil, Rama, Khrisna, Arjuna, Jene, Rantau dan dalam waktu dekat PERTAMINA akan segera menggalakkan penerapan EOR dengan mengimplementasikan proyek-proyek EOR dalam rangka JOB.

B. Penelitian laboratorium dan simulasi - kasus Lemigas

Dari uraian sebelumnya jelas bahwa penelitian EOR memerlukan suatu sistem laboratorium yang terpadu dari laboratorium proses EOR sebagai inti didukung oleh laboratorium geologi, petrofisik, fluida reservoir dan laboratorium pendukung lainnya yang terkait serta didukung pula oleh suatu sistem komputer dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai.

Dipandang dari segi jenis laboratorium serta keterpaduan sistem yang dimiliki, LEMIGAS merupakan unit/instansi yang mempunyai sarana yang relatif lengkap bagi suatu penelitian bagi penerapan EOR.

Dengan segala keterbatasan yang ada dan dengan tanpa maksud untuk memperkecil atau mengabaikan peranan unit/lembaga/perusahaan lain untuk selanjutnya penelitian mengenai EOR di LEMIGAS akan dijadikan kasus/fokus dalam pembahasan ini.

1. Penelitian laboratorium

Laboratorium Reservoir Engineering di LEMIGAS mulai dibangun pada tahun 1972 berdasarkan kenyataan bahwa sebagian besar dari Kontraktor Production Sharing (KPS) yang beroperasi saat itu, hampir kesemuanya membutuhkan pelayanan berbagai jenis analisis petrofisik dan fluida reservoir. Sebelumnya semua pekerjaan tersebut dilakukan di laboratorium-laboratorium di luar negeri. Dengan dikerjakannya analisis tersebut di laboratorium di Indonesia, maka perusahaan-perusahaan minyak dapat memperoleh hasil analisis dalam waktu lebih cepat, sedangkan pemerintah juga dapat memperoleh manfaat berupa data yang lebih terkontrol secara lebih menyeluruh.

Dewasa ini bersama dengan dukungan dari

laboratorium tersebut dan laboratorium pendukung lainnya, penelitian mengenai penerapan EOR mulai dirintis di LEMIGAS.

Kecuali laboratorium metode panas yang masih belum dibangun/dalam tahap perencanaan, laboratorium proses EOR LEMIGAS saat ini terdiri dari:

a. Laboratorium Injeksi Gas Terbaur, yang terdiri dari peralatan *slim tube* untuk menentukan Tekanan Minimum Terbaur dan Peralatan Pendesakan Gas Terbaru (Lampiran 1). Peralatan tersebut dapat digunakan untuk penelitian pendesakan CO₂, gas terbaur tertekanan tinggi, gas diperkaya atau LPG. Beberapa penelitian yang telah dilakukan pada sistem fluida pada beberapa lapangan di Indonesia, antara lain:

- Pengaruh Temperatur terhadap Tekanan Terbaur Minimum (TTM).
- Optimasi ukuran slug CO₂ yang diikuti pendesakan air.
- Pengaruh gas terlarut terhadap efektivitas pendesakan CO₂.
- Optimasi slug minimum pada pendesakan gas diperkaya yang diikuti dengan gas bumi.
- Pengaruh kadar gas HC dalam CO₂ terhadap TTM.
- Studi banding pendesakan dan TTM pendesakan CO₂ dan N₂.

b. Laboratorium pendesakan Polymer, terdiri dari peralatan pendesakan dan peralatan untuk mengukur rheology (Lampiran 2).

Beberapa hasil penelitian dengan menggunakan bahan polymer produk Mitsui-Cyanamide, Rhone Poulenc, Mitsubishi a.l. menentukan sifat-sifat rheology, degradasi, retensi, resistance factor dan residual resistance factor.

c. Laboratorium pendesakan surfactant, terdiri dari peralatan pendesakan, dilengkapi dengan *spinning drop* untuk mengukur tegangan antarpermukaan dan peralatan untuk menentukan retensi (Lampiran 3). Beberapa penelitian dengan menggunakan bahan Petroleum Sulfonat produk Lyon Corp. a.l.: optimasi konsentrasi larutan surfactant/cosurfactant, penentuan tegangan permukaan serta pengaruhnya terhadap perolehan minyak.

Tabel 1 memperlihatkan suatu tahapan kajian laboratorium lengkap dari pendesakan Polymer-Surfactant.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, untuk dapat mengkaji lebih jauh hasil penelitian proses EOR tersebut diperlukan keterpaduan dengan analisis laboratorium pendukung. Sebagai contoh Gambar 1 secara skematis menunjukkan keterkaitan antara kajian sifat petrofisik dengan kajian proses EOR, di mana diperlukan, antara lain studi petrografi yang terinci dengan melakukan pengamatan sayatan tipis, scanning electron microscope, cation exchange capacity, X-ray mineralogy, di samping pengukuran konvensional lainnya, seperti routine dan special core analysis.

Tabel 1. Program penelitian laboratorium pendesakan surfactant - polymer

- I. Screening awal laboratorium - sifat fluida
 1. Karakterisasi minyak.
 2. Studi analitis air.
 3. Kajian dasar rheology polymer.
 4. Uji formulsi mikroemulsi.
 5. Pengukuran tegangan antarpermukaan.
- II. Analisis batuan.
 1. Studi kombinasi petrografi.
 2. Analisis tekanan kapiler.
 3. Analisis permeabilitas relatif gas-minyak.
 4. Analisis permeabilitas relatif air-minyak dan penentuan mobilitas.
 5. Uji kepekaan terhadap air tawar.
- III. Screening laboratorium.
 1. Penentuan bilangan kapiler.
 2. Uji injektivitas polymer.
 3. Uji injektivitas surfactant.
- IV. Kajian awal laboratorium proses.
 1. Uji dasar aliran polymer dalam media berpori (batuan).
 2. Uji shear larutan polymer.
 3. Uji retensi larutan polymer.
 4. Uji bertahap aliran polymer - batuan.
- V. Kajian lanjut laboratorium proses.
 1. Perolehan minyak hasil pendesakan surfactant polymer.

2. Optimasi ukuran slug surfactant.

3. Optimasi ukuran slug polymer.

2. Penelitian dengan simulasi

Untuk dapat mengetahui proses dan mekanisme dengan baik dari suatu metode EOR, simulasi proses perlu dilakukan untuk memperoleh besaran dan parameter yang berpengaruh yang tidak dapat ditentukan hanya dari hasil empiris. Demikian pula simulasi reservoir dilakukan untuk dapat memperhitungkan pengaruh heterogenitas dan *anisotropy* batuan reservoir serta sistem pola injeksi-produksi terhadap perolehan minyak.

Beberapa simulasi proses dan simulasi reservoir telah dilakukan antara lain:

- Model kompositional dipadukan dengan model PVT (persamaan keadaan) digunakan untuk meneliti proses pendesakan gas terbur.
- Model thermal untuk optimasi injeksi uap lapangan Duri.
- Simulasi reservoir dengan model *black oil* digunakan untuk pemantauan, optimasi pengembangan dan studi kelayakan untuk beberapa proyek injeksi air/gas konvensional di beberapa lapangan minyak yang besar di Indonesia (a.l. lapangan minas, Handil, Rama, Khrisna, Arjuna).

Gambar 2 memberikan contoh ilustrasi menyeluruh mengenai langkah-langkah penerapan suatu proyek injeksi polymer beserta tahapan penelitian yang diperlukan.

c. Kajian lapangan

Keterlibatan dalam penelitian lapangan masih perlu lebih ditingkatkan terutama dalam hal pelaksanaan hasil penelitian sebelumnya ke skala uji pilot dan skala lapangan.

Kemungkinan pemakaian teknologi moderen untuk optimasi segi operasional, seperti misalnya teknologi pemboran horisontal untuk sistem sumur injeksi-produksi perlu diteliti kelayakannya.

Kerjasama PERTAMINA Litbang dengan JNOC dalam proyek penelitian penerapan EOR di salah satu lapangan PERTAMINA merupakan salah satu contoh dan kesempatan yang baik bagi peningkatan kemampuan nasional di bidang penelitian dalam penerapan EOR di Indonesia.

V. KESIMPULAN DAN HARAPAN

Sejarah industri perminyakan dunia selalu ditandai dengan adanya periode-periode di mana muncul inovasi teknologi yang berlangsung intensif. Periode tersebut muncul pada umumnya sebagai jawaban terhadap tantangan yang berkaitan dengan gejala yang timbul yang mengakibatkan terganggunya sumber pengadaan, perubahan harga yang drastis atau munculnya permintaan/pemasaran baru. Harga yang melonjak tinggi pada dekade 1970 merupakan salah satu faktor utama yang mendorong perusahaan-perusahaan minyak mengembangkan metode EOR secara lebih aktif.

Metode-metode EOR tersebut, dengan pengecualian injeksi surfactant, telah mencapai tahap penerapan industri dan dapat dilaksanakan dengan biaya rata-rata antara 10-25 dollar per barrel.

Akan tetapi dengan telah terjadinya kemerosotan harga minyak yang drastis dari sekitar \$30 per barel menjadi di bawah \$10/bbl pada 1986, secara luas telah memperlambat pertumbuhan penerapan EOR. Dengan situasi dan kondisi ekonomi yang demikian, terlihat pentingnya dilakukan suatu penelitian yang ditujukan terutama untuk menurunkan biaya pelaksanaan EOR dengan antara lain melaksanakan suatu manajemen reservoir yang lebih baik dan mendalami penguasaan proses EOR dengan mengintensifkan penelitian di laboratorium dan pilot di lapangan.

Kemampuan nasional dalam penguasaan teknologi EOR melalui kegiatan penelitian meskipun masih dalam tahap embrio, telah mulai tumbuh baik.

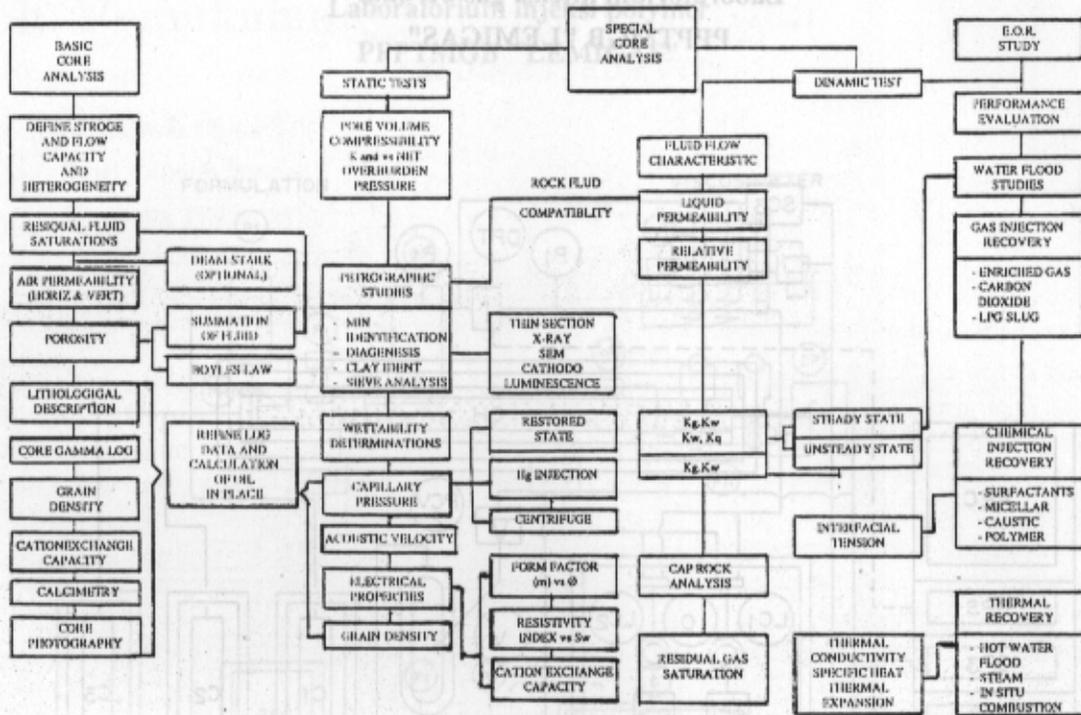
Mengingat keterbatasan yang ada dalam masalah penyediaan tenaga, dana dan sarana, secara nasional masih dirasa perlu disusun suatu strategi umum yang mengatur koordinasi penelitian di bidang EP migas sehingga dengan segala keterbatasan dan kendala yang ada dari masing-masing unit penelitian, potensi kemampuan yang ada akan dapat dihimpun menjadi suatu kemampuan nyata yang optimal dalam rangka penguasaan dan alih teknologi, khususnya dalam bidang EOR.

KEPUSTAKAAN

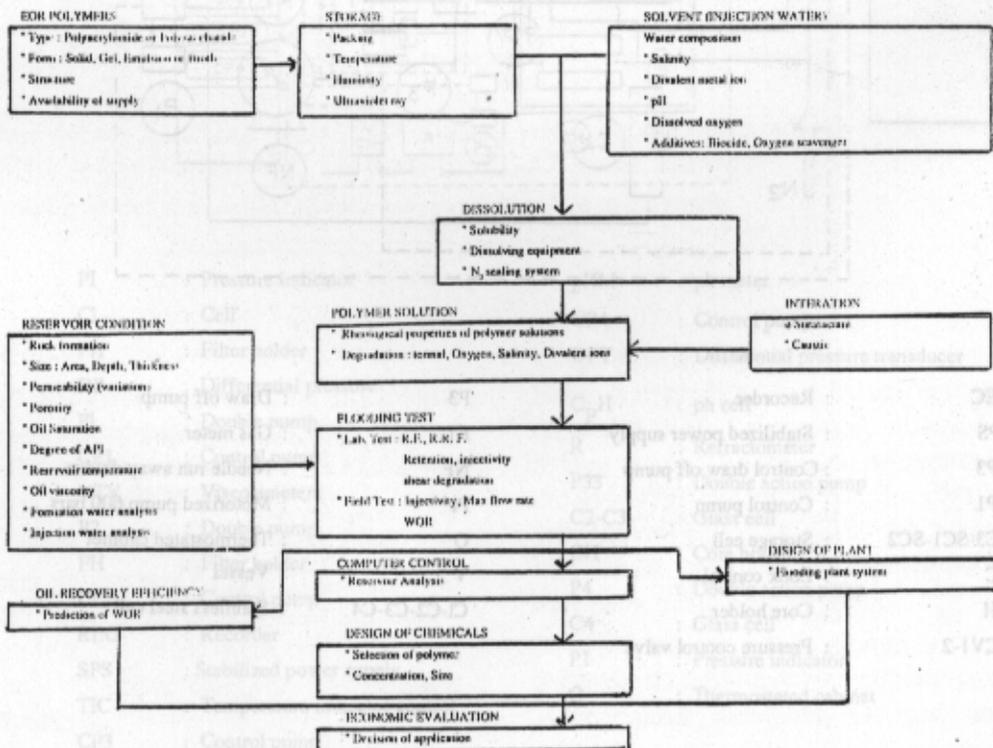
1. Herlan Adim, R. Sudibjo., 1985, "Development of core Analysis and EOR

- Laboratory in Lemigas", *Seminar EOR*, Lemigas-Mitsui, Jakarta, 14 Februari.
2. R. Sudibjo., 1982, "Pengembangan Usaha Intensifikasi Peningkatan Cadangan Minyak Bumi", *Seminar Teknik Eksploitasi Migas*, Jakarta, 24-25 Februari.
 3. R. Sudibjo., 1986, "Peningkatan Pengurusan dan Simulasi reservoir", *Diskusi Ilmiah PPPTMGB "LEMIGAS"*, Jakarta, 24-25 April.
 4. R. Sudibjo., 1989, "Penyederhanaan Model Peramalan Peningkatan Pengurusan minyak," *Diskusi Ilmiah VI*, Jakarta, 8-9 Februari.
 5. R. Sudibjo., 1977, "Evaluation des Saturations lors d'un Balayage par Flyuids Chauds", Paris, Edition Technip.
 6. R. Sudibjo and C. Bardon, 1978, "Laboratory Research on Hot Fluid Injection", *EOR Symposium*, Edinburg, England, July 5-7.
 7. M. Robin, R. Sudibjo., E. Behar., 1982, "Vaporisation Selective de l' Huile Residuele par Injection de Vapeur" 2th *European Symposium on EOR*, Paris, 8-10 November.
 8. Cuwati M., R. Sudibjo., 1989, "Penggunaan surfactant dan Cosurfactant terhadap Peningkatan Perolehan Minyak" PPPTMGB "LEMIGAS", *Diskusi Ilmiah VI*, Jakarta, 8-9 Februari.
 9. Benny F.D. Rachmat Sudibjo., 1989, "Rheologi dan Retensi Larutan Polymer dalam Alirannya melalui Media Berpori" PPPTMGB "LEMIGAS", *Diskusi Ilmiah VI*, Jakarta, 8-9 Februari.
 10. W. Husodo, R. Sudibjo., 1985, "Laboratory Experiment on CO₂ Injection", IPA 14th Annual Convention Jakarta, October.
 11. W. Husodo, R. Sudibjo, B.W. Walsh., 1986, "Laboratory Exceperiment on Miscible Core Fluid Test using CO₂", IPA 15TH Annual Convention, Jakarta, 7-9 October.
 12. Soegianto P. Sudibjo R., 1987, "Duri Steam Flood Project" Seminar on the MTR Modul Technology, Jakara, June 29-30.
 13. Rusdi HS, R. Sudibjo., 1986, "Penentuan Tekanan Tercampur Minimum CO₂ dengan menggunakan Slim Tube", *Lembaran Publikasi Lemigas*, No. 3/1986.
 14. Lemigas, GCA, 1986, "The Applicability of EOR Technology in the East Ketaling field", Jakarta, January.
 15. Lemigas, GCA, 1986, "The Applicability of EOR Technology in the Moi Field", Jakarta, January.
 16. Lemigas, 1986, "Duri Steamflood Fieldwide Study", Jakarta.
 17. Lemigas, 1987, "Studi Kelayakan Pembangunan Labororium EP Pertamina", Jakarta.

Gambar - 1
Kemampuan LEMIGAS di bidang penelitian EOR
hubungan Core Analysis - EOR

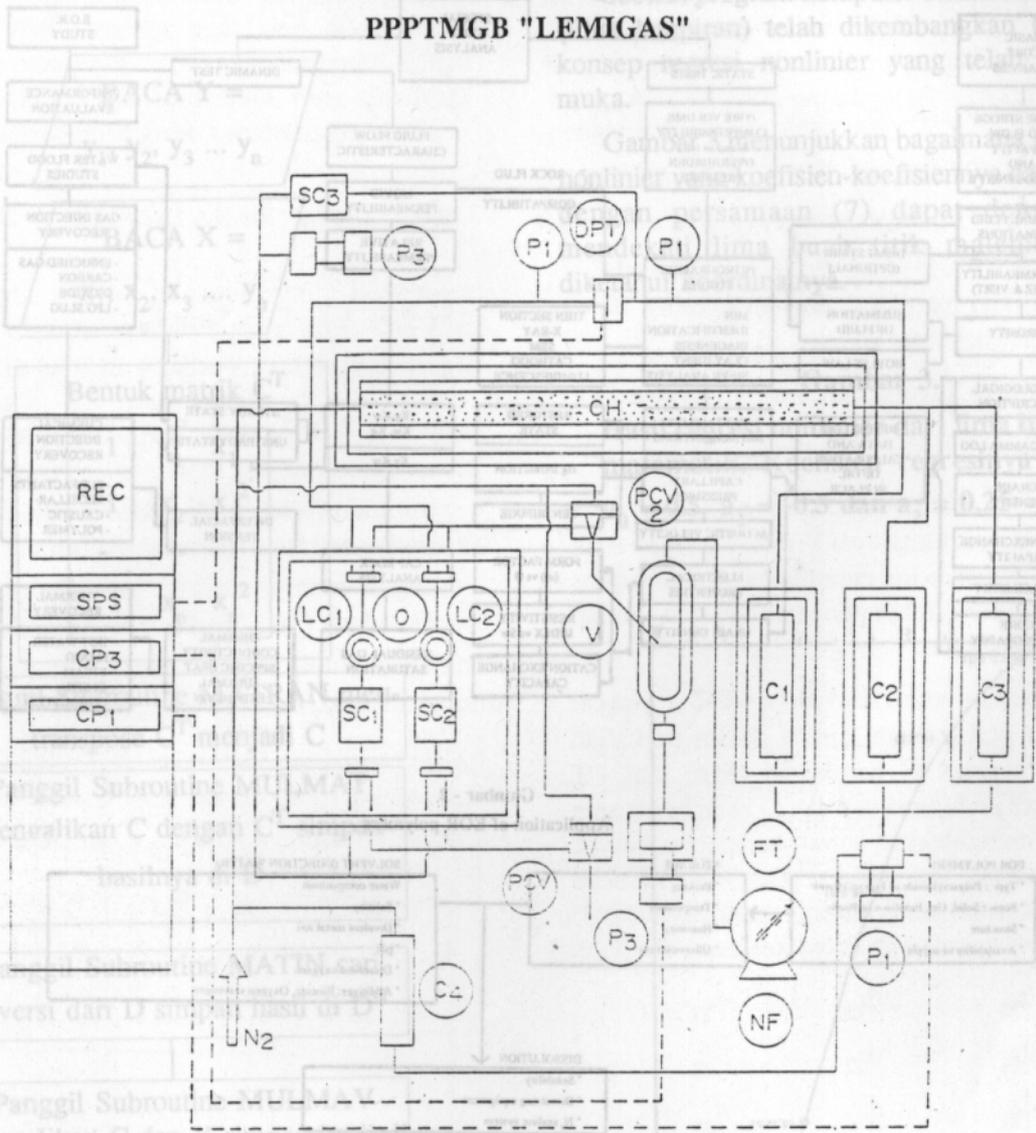


Gambar - 2
Application of EOR polymers



Laboratorium injeksi gas berbau

PPPTMGB "LEMIGAS"



- | | | | |
|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|
| REC | : Recorder | P3 | : Draw off pump |
| SPS | : Stabilized power supply | FT | : Gas meter |
| CP3 | : Control draw off pump | NF | : Needle run away device |
| CP1 | : Control pump | PI | : Motorized pump 600 bars |
| SC3-SC1-SC2 | : Storage cell | O | : Thermostated cabinet |
| LC | : Look control | V | : Vessel |
| CH | : Core holder | C1-C2-C3-C4 | : Stainless steel cell |
| PCV1-2 | : Pressure control valve | | |

Pengenalan Regresi nonlinier dan Contoh Pemakaiannya

Laboratorium injeksi polymer PPPTMGB "LEMIGAS"

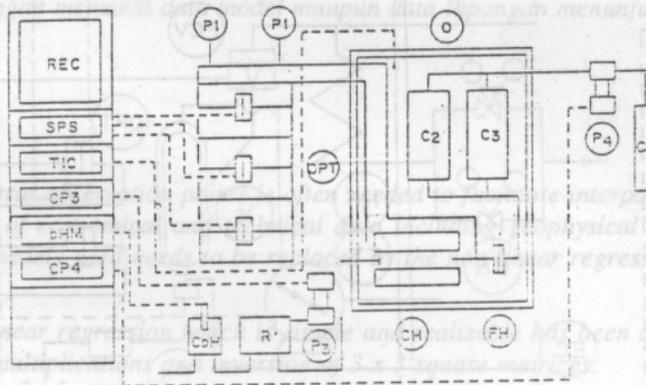
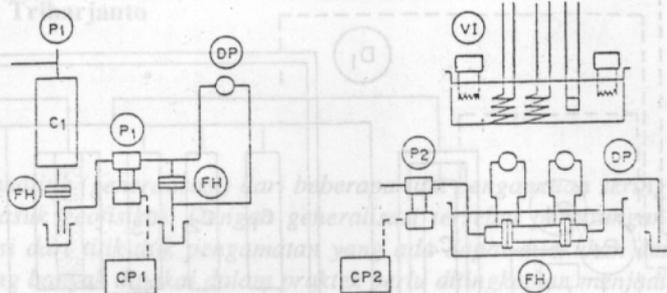
Oleh: Suprajitno Munadi

Dewi Putriana Ningsih

Wibang Triyanto

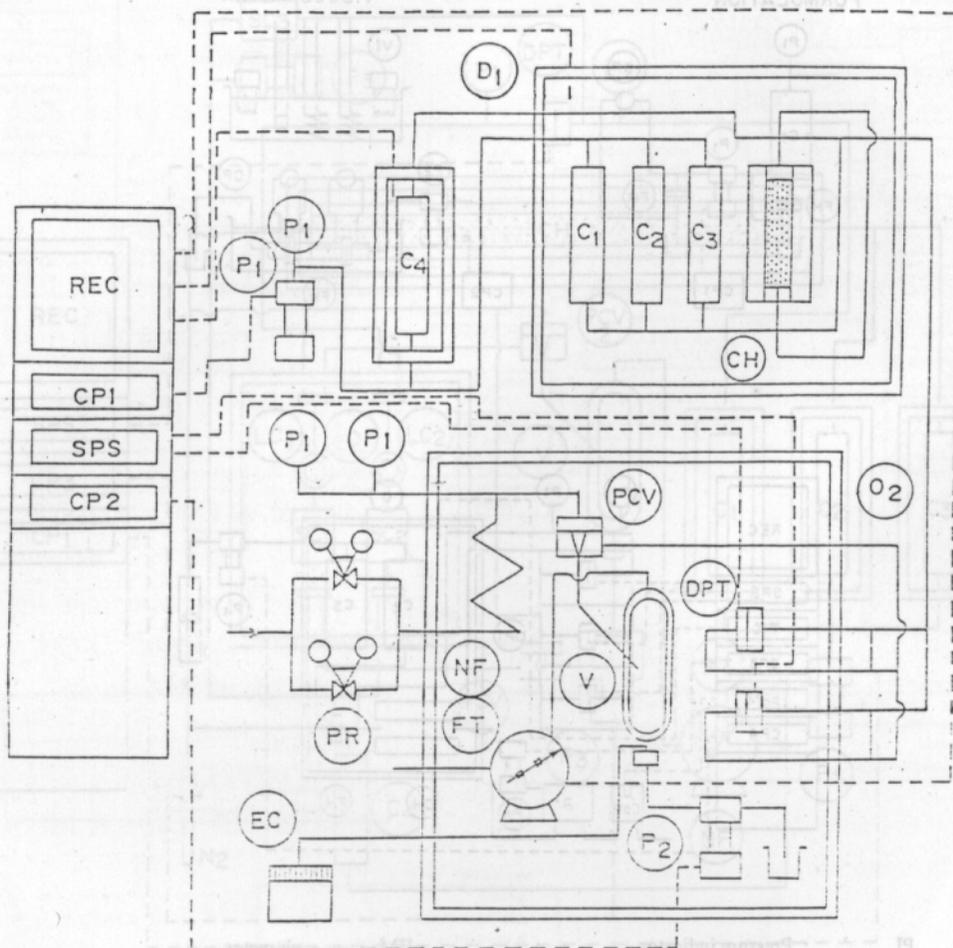
FORMULATION

VISCOSIMETER



PI	: Pressure indicator	pHM	: ph meter
CI	: Cell	CP4	: Control pump
FH	: Filter holder	DPT	: Differential pressure transducer
DP	: Differential pressure	C _p H	: ph cell
PI	: Double pump	R	: Refractometer
CP1	: Control pump	P33	: Double action pump
VTV	: Viscosimeters	C2-C3	: Glass cell
P2	: Double pump	CH	: Core holder
FH	: Filter holder	P4	: Double action pump
CP2	: Control pump	C4	: Glass cell
REC	: Recorder	PI1	: Pressure indicator
SPS	: Stabilized power supply	O	: Thermostated cabinet
TIC	: Temperature indicator control		
CP3	: Control pump		

Laboratorium injeksi surfactant PPPTMGB "LEMIGAS"



- | | | | |
|-------|---------------------------|-------|------------------------------------|
| REC | : Recorder | PCV | : Pressure control valve |
| CP1 | : Control pump | DPT | : Differential pressure transducer |
| SPS | : Stabilized power supply | NF | : Needle run away device |
| P1 | : Motorized pump 600 bars | FT | : Gas meter |
| PI | : Pressure Indicator | V | : Vessel |
| CI-C2 | : HP cell 700 bar | EC | : Effluent Collector |
| C3 | : Piston cell | P2 | : Draw off pump |
| C4 | : Core holder | 01-02 | : Thermostated cabinet |