



ISSN: 1693-4393

SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA “KEJUANGAN” 2014

*Pengembangan Teknologi Kimia
untuk Pengolahan Sumber Daya
Alam Indonesia*

5 Maret 2014

PROSIDING



2014

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UPN “VETERAN” YOGYAKARTA**



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" 2014**

*Pengembangan Teknologi Kimia untuk
Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia
Yogyakarta, 5 Maret 2014*

Hak Cipta ada pada Program Studi Teknik Kimia

Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta (55283)

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh buku ini atau diperbanyak dengan tujuan komersial dalam bentuk apapun tanpa seijin Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta, kecuali untuk keperluan penulisan artikel atau karangan ilmiah dengan menyebutkan buku ini sebagai sumber.

Cetakan I : Maret 2014

ISSN 1693-4393





Reviewer

Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2014

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta

1. Prof. Ir. H. Wahyudi Budi Sediawan, SU, Ph.D (UGM Yogyakarta)
2. Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D (UGM Yogyakarta)
3. Dr. Ir. I Gusti S. Budiaman, MT (UPN "Veteran" Yogyakarta)
4. Dr. Ir. Tjukup Marnoto, MT (UPN "Veteran" Yogyakarta)
5. Dr. Ir. Mahreni, MT (UPN "Veteran" Yogyakarta)





Panitia Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2014 Prodi Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta

Penanggung jawab : Dekan Fakultas Teknologi Industri

Panitia Pengarah : 1. Ketua Prodi Teknik Kimia
2. Sekretaris Prodi Teknik Kimia
3. Prof. Dr .Ir. Supranto, SU
4. Prof. Ir.Wahyudi Budi Sediawan, SU, PhD
5. Ir. Moh.Fahrurrozi, MSc, PhD
6. Dr. Ir.I Gusti S Budiaman, MT
7. Dr. Ir.Tjukup Marnoto, MT
8. Dr. Ir. Mahreni, MT

Panitia Pelaksana

Ketua : Dr. Adi Ilcham, ST, MT
Dr. Ir. Ramli Sitanggang, MT

Sekretaris : Siti Dyar Kholisoh, ST, MT
Ir.Tunjung Wahyu Widayati, MT

Bendahara : Ir. Purwo Subagyo MT
Dra. Suci Astutiningsih

Sie Acara dan Persidangan : Ir. Endang Sulistyawati, MT
Ir. Danang jaya, MT
Ir. Harsa Pawignya, MT

Sie Materi dan Prosiding : Siswanti, ST, MT
Dra. Sri Wahyu Murni, MT

Sie Dana dan Promosi : Ir. Sri Sukadarti, MT
Dr.Y.Dedy Hermawan, ST, MT
Ir.Widayati, MT, Ph.D

Sie Publikasi & Dokumentasi : Ir. Zubaidi Achmad, MT
Ir. Sri Wahyuni Santi, SR MT
Ir. Ketut Subawa, MT

Sie Perlengkapan dan Dekorasi : Ir. Wasir Nuri, MT
Ir. Gogot Haryono, MT
Dr. Ir. M. Syahri, MT

Sie Konsumsi : Ir. Faizah Hadi, MT
Ir. Dyah Tri Retno, MM
Ir. Sri Sudarmi, MT





Daftar Makalah "Kejuangan" 2014

Makalah Pembicara Utama

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|--|
| MU1 | Kebijakan Peningkatan Nilai Tambah Mineral dan Batubara
Harya Adityawarman
Sekretaris Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara
Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral |
| MU2 | Peranan Chemical Engineer dalam Pengembangan Pabrik Pengolahan Bijih Mineral Sebagai Peluang yang Muncul Akibat Larangan Ekspor Bijih Mineral
Abdul Hadi Avicena
PT. Aneka Tambang Tbk |

Makalah Bidang Kajian :

A. Perpindahan Massa dan Panas

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|---|
| A1 | Screening Criteria untuk Pemilihan Metode Enhanced Oil Recovery (EOR) dengan Injeksi Surfactant dan CO₂ pada Lapangan Minyak "M"
Hariyadi^{1*}, Edgie Yuda Kaesti^{2*}
^{1&2} Program Studi Teknik Perminyakan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta
<i>*E-mail: haryd_upn@yahoo.com</i> |
| A2 | Pengaruh Zeolit pada Pengering Adsorpsi untuk Produksi Teh HijauKaya Polifenol (Polyphenol Catechin)
Priyono Kusumo¹, Vita Paramita², Mohamad Endy Yulianto², dan Andi Nur Alam Syah³
¹ Jurusan Teknik Kimia UNTAG Semarang
Jl. Pawiyatan Luhur Bendan Dhuwur Semarang 50233
² Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP
Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239
³ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan DEPTAN
Jl. Tentara Pelajar No 1 Bogor 16111
<i>E-mail: priyo330@yahoo.com</i> |
| A3 | Seaweed Drying In Tray Dryer : Drying Rate And Time Estimation
D. A. Sari* and M. Djaeni
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50239
Indonesia, Telp/Fax : (024) 7460058
<i>Email : mzaini98@yahoo.com</i>
<i>*Master Student on Magister Program of Chemical Engineering
Departement of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University
E-mail : dessy.agustina8@gmail.com</i> |
| A4 | Tinjauan Efisiensi Panas pada Pengeringan Padi dengan Menggunakan Pengering Fluidisasi Berbahan Bakar Sekam
Mohamad Djaeni, NurulAsiah*
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang, 50275, Telp/Fax: (024)7460058
<i>E-mail: m.djaeni@undip.ac.id</i> |





Screening Criteria untuk Pemilihan Metode Enhanced Oil Recovery (EOR) dengan Injeksi Surfactant dan CO₂ pada Lapangan Minyak "M"

Hariyadi^{1*}, Edgie Yuda Kaesti^{2*}

^{1&2}Program Studi Teknik Perminyakan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta

*E-mail: haryd_upn@yahoo.com

Abstract

Criteria for selection of the appropriate EOR method to the oil reservoir based on "Implemented Technology Case", a technology that is implemented at this time, or at least has been proven and tested in the oil field. These technologies include thermal methods, chemical injection, and crowding- mixed, to obtain the appropriate criteria (which gives optimum gain economically), of course, further studies should be done in the form of laboratory studies, studies using mathematical models (simulators), and field trials (pilot testing). CO₂ injection is injecting with large amounts of CO₂ (30% or more of the PV hydrocarbons) into the reservoir. Although CO₂ is not directly in contact with oil, CO₂ extract the components of light to medium oil composition, and at high pressure to form the immediate mixing of the oil reservoir. Crowding is not mixed effectively can obtain more oil than water injection. Limitation of CO₂ injection based on the number of CO₂ sources with good quality (having a minimum water content (H₂O) or dry gas), which is commonly found problem is corrosion, especially when it occurs at the beginning of injection of CO₂ breakthrough at the production wells.

Surfactants are organic compounds with molecules having at least one hydrophilic group and a hydrophobic group which when added to a liquid at low concentrations can alter the characteristics of the surface tension and the liquid interface. To improve oil recovery at its optimum, a number of tests performed in the laboratory such as surfactant compatibility test, test IFT measurement, heat stability test, test and test filtration adsorption everything done before the injection of surfactant implemented in the field 'M'.

Based on data from geologist and reservoir data, depth, and physical properties of the fluid reservoir of data that exist in the field of 'M' selected two alternative methods, namely injection EOR surfactant and CO₂ flooding.

Keywords: Screening Criteria, CO₂, EOR, injection, flooding.

Pendahuluan

Lapangan "M" telah memasuki tahap *mature* atau lanjut untuk sistim *Primary Recovery* yaitu ditandai dengan turunnya tekanan reservoir dibawah bubble point dan decline rate diatas 20%. Pengelolaan produksi kedepan hendaklah memakai teknologi *Enhanced Oil Recovery* (EOR).

EOR atau perolehan minyak tahap lanjut adalah metode pengurasan yang menggunakan energi luar reservoir. Secara garis besar metode-metode EOR yang sedang diteliti dan dikembangkan untuk Lapangan "M" dapat dikelompokkan kedalam 3 (tiga) bagian, yakni:

- Injeksi Tak Bercampur injeksi air)
- Injeksi Bercampur (injeksi gas CO₂, gas kering)
- Injeksi Kimiawi (injeksi alkali, surfaktan)

Tujuan dilakukannya EOR adalah untuk menaikkan recovery minyak dengan menghitung pertambahan recovery dengan mempertimbangkan faktor keekonomiannya. Surfactan digunakan untuk menurunkan tegangan permukaan, menaikkan efisiensi pengurasan skala pori dan Injeksi polimer untuk memperbaiki perbandingan mobilitas air – minyak serta menaikkan efisiensi pengurasan secara luas (makrokospis)

Injeksi CO₂ (*CO₂ Flooding*) adalah salah satu metode EOR dengan cara menginjeksikan gas CO₂ ke dalam reservoir minyak dengan tujuan untuk mendapatkan penambahan perolehan minyak secara *tertiary* setelah dilakukan optimasi injeksi air.

Injeksi CO₂ dilakukan dengan cara menginjeksikan CO₂ dalam jumlah besar (30% atau lebih dari PV hidrokarbon) ke dalam reservoir. Walaupun CO₂ tidak langsung kontak dengan minyak, maka CO₂ mengekstrak komponen ringan sampai menengah dari komposisi minyak, dan pada tekanan yang cukup tinggi dapat membentuk





pencampuran yang mendesak minyak dari reservoir. Batasan injeksi CO₂ berdasarkan dari banyaknya sumber CO₂ dengan kualitas yang baik (seminimum mungkin mempunyai kandungan air (H₂O) atau *dry gas*), permasalahan yang biasa didapatkan adalah korosi, terutama bila terjadi *breakthrough* diawal injeksi CO₂ pada sumur produksi.

Surfaktan adalah senyawa organik dengan molekul memiliki sedikitnya satu gugus hidrofilik dan satu gugus hidrofobik dimana apabila ditambahkan ke suatu cairan pada konsentrasi rendah dapat merubah karakteristik tegangan permukaan dan antarmuka cairan tersebut. Untuk meningkatkan recovery minyak secara optimum, sejumlah uji terhadap surfaktan dilakukan di laboratorium seperti uji kompatibilitas, uji pengukuran IFT, uji kestabilan terhadap panas, uji filtrasi dan uji adsorpsi semuanya dilakukan sebelum injeksi surfaktan diimplementasi pada Lapangan "M".

Metodologi

Dalam melaksanakan pekerjaan *screening criteria* penerapan surfaktan dan CO₂ Flooding di Lapangan 'M' ini dimulai dengan memahami kemampuan reservoir baik dari sisi geologi, tekanan reservoir, produksi, dan beberapa parameter reservoir yang terdapat pada Lapangan "M". Setelah memahami kondisi reservoir, kemudian dilakukan proses *screening* terhadap metoda *Enhanced Oil Recovery* yang dianggap cocok terhadap kondisi reservoir.

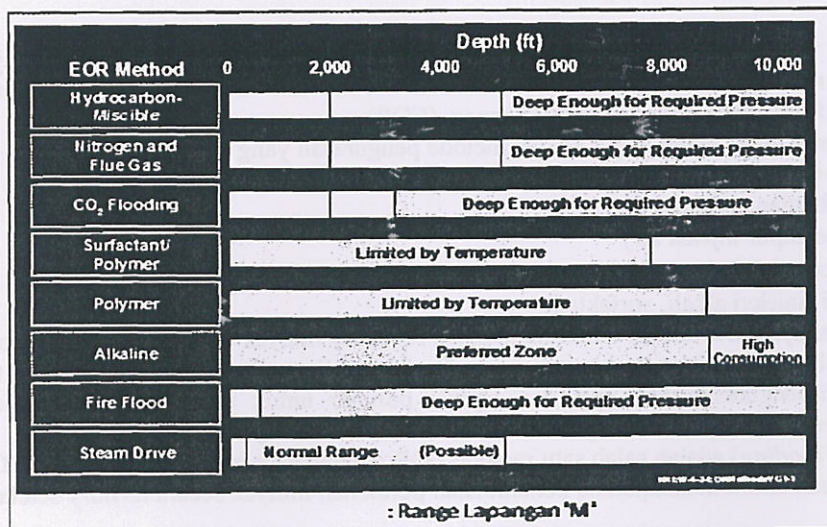
Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 di bawah ini menunjukkan masih tingginya minyak yang tertinggal di dalam reservoir (Sor) sangat potensial untuk dilakukan EOR di Lapangan ini, dimana rata-rata masih diatas 30%, artinya produksi di Lapangan ini masih bisa ditingkatkan lagi. Tahap selanjutnya adalah menentukan memilih metode EOR yang sesuai di Lapangan ini.

Tabel 1. Sor di Lapangan 'M'

No.	Sumur	Sor, %
1	M-1	37.8
2	M-2	39.1
3	M-3	33.7
4	M-4	39.2
5	M-5	34.4
6	M-6	34.6
7	M-7	34.1

Selain Sor yang masih tinggi *Recovery Factor* atau perolehan yang masih berkisar 10% dari OOIP yang begitu besar berkisar 150 MMSTB masih sangat memungkinkan lagi ditingkatkan factor perolehannya sampai 35% dari OOIP.



Gambar .1. *Screening Criteria* berdasarkan kedalaman reservoir Lapangan 'M'

Pada Gambar 1. diatas terlihat range kedalaman dari reservoir di Lapangan 'M' untuk beberapa metode EOR, terlihat untuk injeksi kimia surfactant/polimer atau alkali juga injeksi CO₂ memungkinkan untuk dilaksanakan di



Lapangan ini. **Gambar .2.** adalah batasan dalam pemilihan metode EOR di Lapangan 'M' berdasarkan viskositas minyak dilapangan tersebut dimana range harga viskositas minyak di lapangan tersebut sesuai atau bisa diterapkan, dengan menggunakan metode injeksi kimia ataupun injeksi CO₂.

EOR Method	Oil Viscosity - Centipoise at Reservoir Conditions						
	0.1	1.0	10	100	1000	10,000	1,000,000
Hydrocarbon-Miscible	Very Good	Good	More Difficult				
Nitrogen and Flue Gas		Good	More Difficult				
CO ₂ Flooding	Very Good	Good	More Difficult				
Surfactant/Polymer		Good	Fair	Very Difficult			
Polymer		Good	Fair	Difficult			
Alkaline		Good	Fair	Very Difficult			
Fire Flood		May Not Be Possible	Good				
Steam Drive		(Can Be Waterflooded)		Good			
Special Thermal Shafts, Fractures, Orinholes, etc.					Various Techniques Possible		
Mining and Extraction		Not Feasible					

: Range Lapangan 'M'

Gambar 2. Screening Criteria berdasarkan Viskositas Minyak Lapangan 'M'

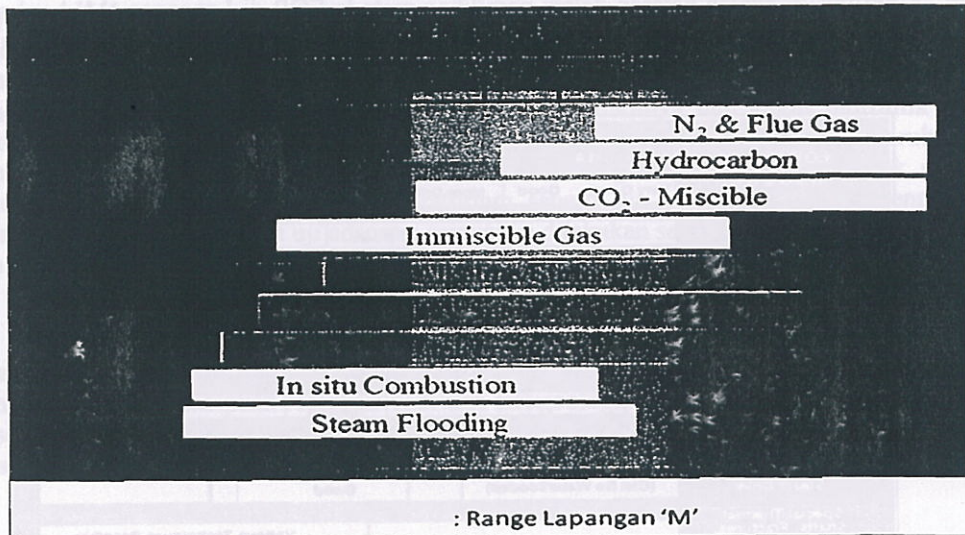
EOR Method	Permeability (millidarcy)				
	0.1	10	100	1000	10,000
Hydrocarbon-Miscible					
Nitrogen and Flue Gas					
CO ₂ Flooding					
Surfactant/Polymer					Preferred Zone
Polymer		Possible			Preferred Zone
Alkaline					Preferred Zone
Fire Flood					Preferred Zone
Steam Drive					Preferred Zone

: Range Lapangan 'M'

Gambar 3. Screening Criteria berdasarkan Permeabilitas Lapangan 'M'

Gambar 3. adalah screening criteria berdasarkan harga permeabilitas batuan yang ada dalam reservoir di Lapangan M, dimana pada screening berdasarkan permeabilitas ini injeksi kimia dan injeksi CO₂ sangat mungkin dilakukan di Lapangan ini.

Pada **Gambar 4.** terlihat bahwa untuk screening criteria berdasarkan oil gravity dari minyak yang ada di Lapangan 'M' maka injeksi kimia dan injeksi CO₂ tetap menjadi rekomendasi yang bisa dilaksanakan di Lapangan ini, sedangkan pada **Gambar 5.** dibawah ini adalah berdasarkan beberapa parameter yang lain, seperti tipe formasi batuan reservoir, saturasi minyak yang tertinggal, dan temperature rata rata di dalam reservoir.



Gambar 4. Screening Criteria berdasarkan Oil Gravity Lapangan 'M'

	Reservoir Characteristics					Score Red=0 Yellow=1 Green=2
	Oil Saturation	Type of Formation	Permeability (mD)	Depth (m)	Temperature (deg C)	
Field Parameter Value	20%-50%	10-22% 10-22% permeability, 30-60 =0	Permeability 30-60 mD	<1500	48 - 68 deg C	
Steam Flooding				<1500	Not critical	4
In-situ Combustion				<3833		2
Gel Treatment/Polymer Flooding		Sandstones, carbonates	>10	<3000	<90	8
Alkali Surfactant/Polymer, Alkali Flooding, Surfactant Flooding	>35	Sandstones preferred	>10	<3000	<90	10
CO2 Flooding	>20	Sandstones, carbonates	Not critical if sufficient injection rate could be maintained	Appropriate to allow injection pressure > than MMP, which increases with temperature	Appropriate to allow injection pressure > than MMP, which increase with temperature	8
Hydrocarbon	>30	Sandstones, carbonates with few fractures			Temp can have significant effect on MMP	4
N2, Flue Gas	>40	Sandstones, carbonates with few fractures			Not critical	4

Pilihan Terbaik 1 dan 2 adalah Injeksi Alkali Surfactant (1) dan CO2 injection (2)

- Technical Agreement: untuk tidak menyertakan opsi dengan background merah (critical item)
- Pilihan Terbaik 1 dan 2 adalah Injeksi Alkali Surfactant (1) dan CO2 injection (2)

Gambar 5. Screening Criteria berdasarkan Beberapa Parameter lain Lapangan 'M'

Berdasarkan hal tersebut maka injeksi kimia dan injeksi CO₂ tetap menjadi pilihan untuk Metode EOR di Lapangan ini, dimana urutan prioritasnya adalah injeksi kimia (alkaline, surfactant atau polimer) dan injeksi CO₂ menjadi pilihan kedua untuk injeksi EOR di Lapangan ini, dengan catatan tersedia sumber CO₂ yang cukup untuk diinjeksikan ke dalam sumur. Keberhasilan injeksi surfaktan dan CO₂ ini sangat bergantung pada beberapa parameter, yaitu tegangan antarmuka, rasio viskositas, pengembangan minyak, kebasahan (*wettability*), permeabilitas batuan, °API minyak, saturasi fluida, dan heterogenitas reservoir. Oleh karena itu dalam pengujian laboratorium ini akan dilakukan penentuan tekanan terbur minimal (TTM) atau MMP (*minimum miscibility pressure*) dan pengamatan kenaikan perolehan minyak pada beberapa tekanan injeksi di bawah maupun di atas TTM dan menggunakan metode injeksi gas CO₂ secara kontinyu. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk input simulasi reservoir pada studi lebih lanjut.



Kesimpulan dan Rekomendasi

1. Berdasarkan hasil *screening criteria* ada dua alternatif untuk untuk EOR yaitu injeksi kimia dan injeksi CO₂
2. Fisibilitas parameter reservoir pada Lapangan 'M' terhadap beberapa harga rata-rata project EOR yang pernah ada, dan terlihat bahwa untuk injeksi kimia (alkali dan surfaktan) juga untuk injeksi CO₂ di lapangan ini sangat memungkinkan dan masuk dalam range yang pernah ada dan pernah diimplementasikan pada project EOR yang ada.
3. Beberapa uji teknis yang harus dilakukan sebagai tindak lanjut penelitian ini adalah Uji Kompatibilitas, Phase Behavior Test, Uji Tegangan Antar Muka (IFT), Uji Thermal Stability, Filtration Test dan Uji Adsorpsi.
4. Bila akan dilakukan injeksi CO₂ maka perlu dicari berbagai alternatif sumber CO₂ dan perlu dilakukan test laboratorium untuk mengetahui MMP (Minimum Miscible Pressure).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih terhadap PMT EOR PT. Pertamina EP dan semua pihak dalam penulisan penelitian ini.

Daftar Notasi

RF = recovery factor (%)
Sor = saturasi minyak sisa (%)
OOIP = original oil in place (MMSTB)
MMP = minimum miscibility pressure (psi)

Daftar Pustaka

- Al-Hadhrami, H.S. and Blunt, M.J.: "Thermally Induced Wettability Alteration to Improve Oil Recover in Fractured Reservoirs," paper SPE 59289 presented at 2000 SPE/DOE IOR Symp., Tulsa, 3-5 Apr.
- Amyx, J.W., Bass D.M., Whiting R.L. : "Petroleum Reservoir Engineering Physical Properties", Mc Graw Hill Book Company, New York, 1960.
- Gomaa, E. Ezza., "Enhanced Oil Recovery", Prepared For Society Of Indonesian Petroleum Engineers (IATMI), Diklat IATMI – IWPL MIGAS 21 – 25 Agustus 1995, Yogyakarta
- Latil, Marcel "Enhanced Oil Recovery", Institut francis Du Petrole, Paris, 1980
- Stanley, L.T., "Practical Statistic For Petroleum Engineers", Petroleum Publishing Company, Tulsa, 1973



Lembar Tanya Jawab Moderator: Siswanti (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Nurcahyo (POLBAN)
Pertanyaan : Bagaimana kriteria surfaktan yang digunakan?
Jawaban : Surfaktan yang akan digunakan dilakukan test laboratorium, setelah itu baru diaplikasikan di lapangan
2. Penanya : Cut Reymeira (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Bagaimana perbedaan antara injeksi surfaktan, air dan CO₂ terhadap hasil yang diperoleh?
Jawaban :
 - Untuk injeksi air, menambah recovery 5 %
 - Surfaktan dan CO₂ menambah recovery 10 %
3. Penanya : Rosnelly D F (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan :
 - Bagaimana cara mengatasi CO₂ yang terjebak ?
 - CO₂ akan dibuang kemana?
Jawaban :
 - CO₂ tidak terjebak, tetapi terikat dengan hasil kemudian akan dipisahkan
 - CO₂ tidak dibuang tetapi akan dipergunakan kembali (disirkulasi).

