



ANALISIS INJEKSI SURFAKTAN MES KELAPA SAWIT UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MINYAK DENGAN SIMULASI RESERVOIR

Oleh:

Marmora Titi Malinda

M. Taufiq Fathaddin

M. Fachrul Z Mahanggi



OUTLINE

01

Pendahuluan

02

Tinjauan
Pustaka

03

Metodologi
Penelitian

04

Hasil dan
Pembahasan

05

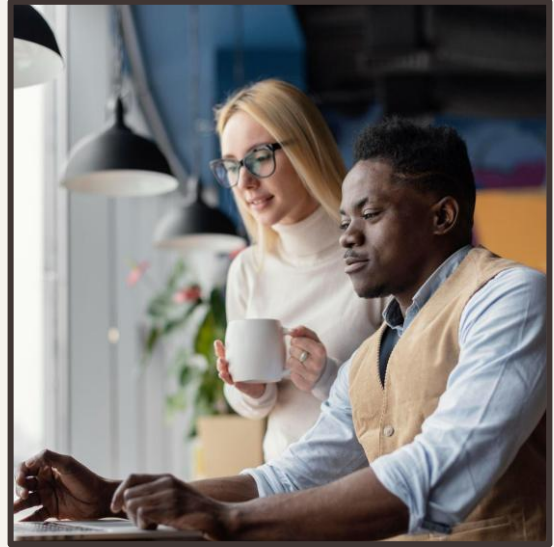
Kesimpulan

06

Daftar Pustaka

01

Pendahuluan



Latar Belakang

Tahapan injeksi kimia termasuk dalam tahapan pengurasan tersier karena melibatkan polimer, alkaline, maupun surfaktan yang mampu mengubah sifat batuan ataupun fluida reservoir. Pada perkembangannya, EOR menggunakan bahan kimia banyak mengalami perkembangan dengan memanfaatkan bahan kimia yang berasal dari limbah. Penelitian terdahulu melakukan injeksi surfaktan MES kelapa sawit yang dilakukan di laboratorium. Pada penelitian dengan menggunakan simulasi reservoir, penelitian banyak dilakukan dengan injeksi kimia surfaktan dan polimer konvensional. Penelitian oleh Hakiki, 2013 pada injeksi surfaktan kelapa sawit menggunakan simulasi reservoir hanya untuk mengetahui volume injeksi pada core. Sehingga, pada penelitian dilakukan pemodelan hasil penelitian injeksi surfaktan MES kelapa sawit yang telah dilakukan di laboratorium *Enhanced Oil Recovery* dengan menggunakan software simulasi reservoir. Pemodelan bertujuan untuk melakukan perbandingan, apakah simulasi reservoir dengan jenis surfaktan yang berbeda dapat memberikan hasil yang valid sesuai dengan penelitian di laboratorium.

Rumusan Masalah



1. Seberapa besar perbandingan antara hasil yang didapatkan pada laboratorium dengan hasil yang didapatkan pada software?



2. Bagaimana pengaruh konsentrasi surfaktan pada *recovery factor*?



3. Bagaimana pengaruh berat jenis minyak terhadap *recovery factor*?

Tujuan Penelitian



1. Mengetahui perbandingan hasil yang didapatkan pada laboratorium dengan hasil yang didapatkan pada software



2. Mengetahui pengaruh konsentrasi surfaktan pada *recovery factor* (RF).



3. Mengetahui pengaruh berat jenis minyak terhadap RF

Batasan Penelitian

1. Jenis surfaktan yang digunakan MES berbahan baku kelapa sawit.
 2. Proses injeksi surfaktan dilakukan pada batuan *sandpack* yang terdapat di laboratorium *Enhanced Oil Recovery* (EOR) Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti.
 3. Penelitian ini akan menggunakan software CMG.
 4. Minyak yang digunakan pada penelitian ini menggunakan minyak dengan berat jenis API 15, 30, 45°API.
 5. Menggunakan surfaktan dengan salinitas 15.000 PPM.
 6. Surfaktan yang digunakan memiliki konsentrasi 1%, 1,25%, 1,5%, 1,75%, 2%, dan 2,25%.
-



02

Tinjauan Pustaka

Enhanced Oil Recovery

Injeksi Kimia

Polimer, Alkaline,
Surfaktan

MEOR

Injeksi bakteri
penghasil bio-kimia

Injeksi Thermal

In situ Combustion,
Steam Flood, Huff n
Puff

Surfaktan

Surfaktan atau *surface active agent* adalah suatu zat molekul aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan antar-muka (*Interfacial Tension, IFT*) antara dua fasa yang tidak saling campur yaitu minyak dan air. Molekul surfaktan mempunyai dua gugus yang berbeda dan terpisah pada kedua ujung rantai molekulnya. Dua gugus tersebut adalah gugus hidrofil (yang menyukai air) atau lipofob (menolak air) dalam jumlah yang sedikit dan lipofil (yang menyukai minyak) atau hidrofob (menolak air) dalam jumlah yang cukup besar (Veronika dkk., 2017).

Surfaktan terbagi dari atas beberapa jenis, yaitu:



Anionik

Hidrofilik negatif:
MES, SDBS



Kationik

Hidrofilik positif:
benzalkonium
chloride



Nonionik

Tidak bermuatan:
polietilen glikol

Methyl Ester Sulfonate: dari Kelapa Sawit

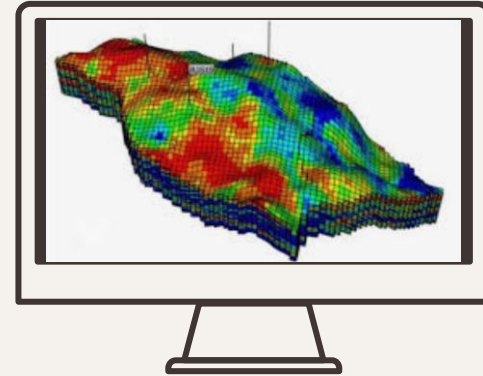
Dari minyak kelapa sawit dilakukan proses esterifikasi untuk dibuat menjadi larutan MES dan diproses menjadi larutan surfaktan. Surfaktan MES merupakan jenis surfaktan anionik, yang diharapkan menurunkan tegangan antar muka minyak-air



Simulasi Reservoir

Simulasi reservoir adalah suatu kegiatan yang memodelkan keadaan atau kondisi dalam reservoir hidrokarbon dan selanjutnya digunakan untuk memprediksi kinerja reservoir dimasa yang akan datang bila diproduksi sesuai dengan skenario produksi yang diinginkan.

Tujuan dari simulasi reservoir adalah untuk memodelkan kondisi reservoir ke dalam bentuk model yang lebih sederhana melalui bentuk model numerik dengan memakai komputer. Selain itu dapat juga digunakan untuk mengetahui pola aliran fluida dalam media berpori sehingga dapat dilakukan prediksi sesuai rancangan mengenai perilaku reservoir tersebut pada saat produksi dilakukan dan dapat dipilih cara pengurusan terbaik melalui perbandingan hasil skenario untuk mendapatkan perolehan seoptimal mungkin dengan biaya yang ekonomis.

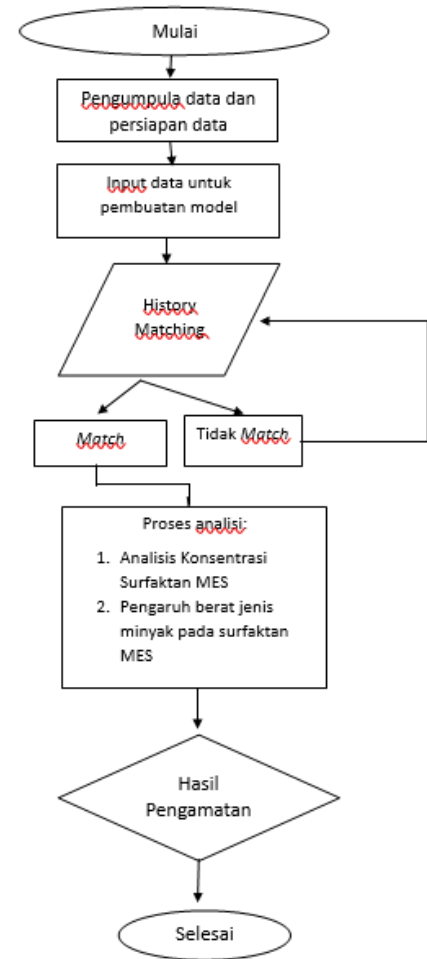


03 Metodologi Penelitian



Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini berfokus untuk memodelkan proses injeksi surfaktan MES berbahan dasar kelapa sawit yang dilakukan di laboratorium enhanced oil recovery dengan menggunakan metode simulasi reservoir menggunakan simulator CMG. Penelitian injeksi surfaktan tersebut bertujuan untuk menentukan *recovery factor* pada saat menggunakan metode EOR surfaktan MES kelapa sawit dengan sensitivitas konsentrasi surfaktan dan jenis minyak



Data Model

Densitas air injeksi	1,006 gr/cm ³
Densitas Surfaktan	0.994 gr/cm ³
API Minyak Gravity	45° API
Tegangan antar muka Surfaktan	0,319 dyne/cm
Adsorpsi Surfaktan 1,25%	2,85 mg/g
Salinitas Surfaktan	15.000 ppm
Diameter core	2,58 cm
Tekanan pada kondisi gelembung	31,271 psi

Permeabilitas	170 md
Laju injeksi	0,3 cm ³ / menit
Temperatur Reservoir	60 °C
Tekanan Injeksi	100 psi
Porositas	13 %
Permeabilitas	170 md
Laju injeksi	0,3 cm ³ / menit

Metode Analisis

- Setelah input data untuk pembuatan core model pada simulator selesai, maka dilakukan validasi terhadap core model agar memiliki kelakuan yang sama dengan core asli di laboratorium. Validasi core dilakukan dengan matching nilai OOIP core model dengan core asli.
 - Apabila OOIP core model dan core asli memiliki perbedaan kurang dari 5%, maka core model dinyatakan valid dan siap untuk dilakukan analisis sensitivitas menggunakan simulator.
 - Analisis sensitivitas dilakukan dengan perubahan konsentrasi pada surfaktan MES kelapa sawit dan dilihat hasil recovery factor untuk masing-masing konsentrasi.
-

04

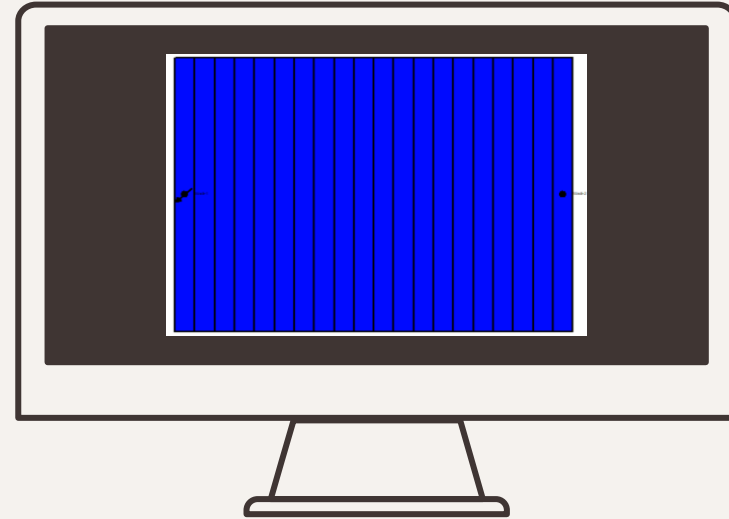
Hasil dan Pembahasan



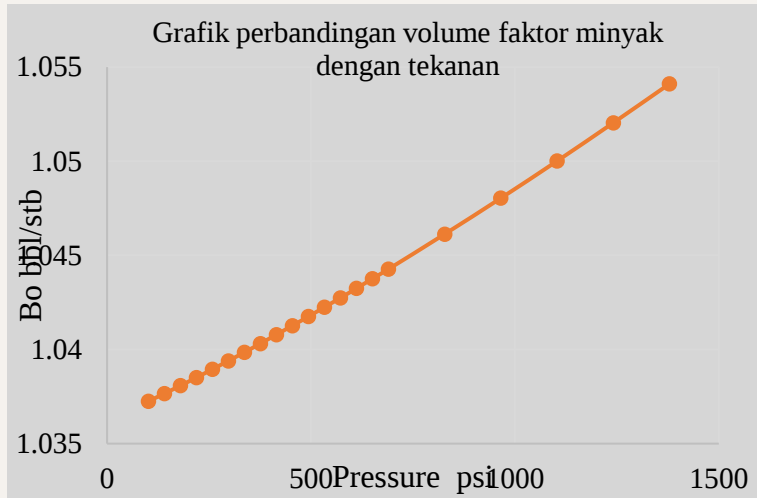
Model Batuan

Sandpack di laboratorium dimodelkan dengan grid berjenis kartesian pada simulator. Besaran grid kartesian yang digunakan adalah arah I 20 grid, arah J 1 grid, arah K 1 grid dengan masing-masing grid memiliki lebar untuk grid I senilai 0.14 cm, dan grid J sebesar 0,457 cm. Setelah itu di dapatkan grid dengan luas 20 X 1 Grid.

Diberikan dua sumur untuk model reservoir yang dibangun, yaitu 1 sumur produksi dan 1 sumur injeksi.

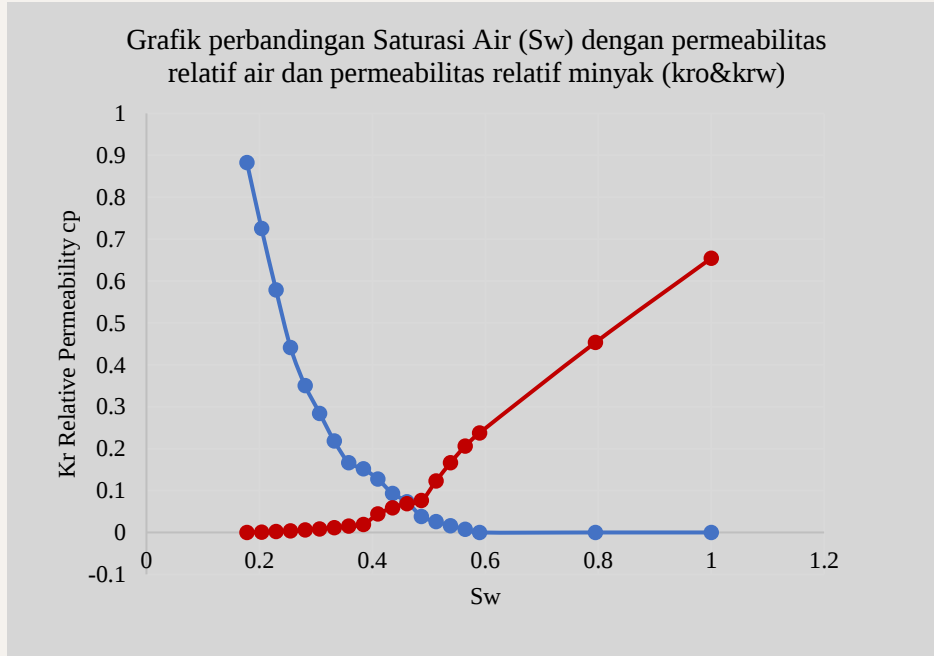


Model Fluida



Grid block sebagai model batuan yang telah dibangun pada simulator, kemudian dilakukan input data fluida sebagai model fluida air dan minyak. Berikut adalah grafik yang menampilkan data fluida sebagai input model fluida. Model berada dalam kondisi saturated karena memiliki tekanan reservoir yang bernilai 100 psi lebih kecil daripada tekanan *bubble point* yang memiliki nilai 100,09 Psi

Model Fluida



Terlihat bahwa saturasi air yang tidak bergerak (S_{wc}) adalah senilai 17.8% dan saturasi minyak sisa adalah senilai 41%. Melalui grafik diatas, model memiliki sifat oil wet karena dapat dilihat pada grafik tersebut bahwa, perpotongan antara permeabilitas air dan minyak berada di bawah 0.5% pada saturasi air.

Validasi Model

- Selanjutnya masuk ke tahap validasi model. Pada skala laboratorium OOIP didapatkan setelah proses perendaman sandpack dengan minyak yaitu sebesar 1.6 cc, dan initial water sebesar 0.35 cc. Menggunakan data permeabilitas relative, maka hasil running pada simulator adalah sebagai berikut:

Parameter	Nilai	Satuan
Gross formation volume	14.69	cm ³
Formation pore volume	1.91	cm ³
Aqueous phase volume	0.34	cm ³
Oil phase volume	1.56	cm ³
Gaseous phase volume	0	cm ³
Solid phase volume	0	cm ³

Validasi Model

- Pada model sandpack yang dibangun, dilakukan dua validasi antara data laboratorium dengan hasil running model. Validasi pertama adalah OOIP, dan validasi kedua adalah kelakuan produksi minyak pada saat dilakukan injeksi air dan surfaktan.

		Simulator	Perbandingan
Parameter	LAB (cc)	(cc)	(%)
OOIP	1.6	1.56	4%
WIIP	0.35	0.34	1%

Dari hasil perbandingan diatas, dimana hasil perbedaan OOIP dan recovery factor memiliki prosentase dibawah 5%, maka dapat dikatakan bahwa model di simulator sudah valid untuk dilakukan analisis sensitivitas. Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis sensitivitas dengan melakukan perubahan nilai konsenstrasi surfaktan dan membandingkan perubahan recovery factor.

Perbandingan Hasil Recovery Factor Antara Hasil Laboratorium Dan Simulator

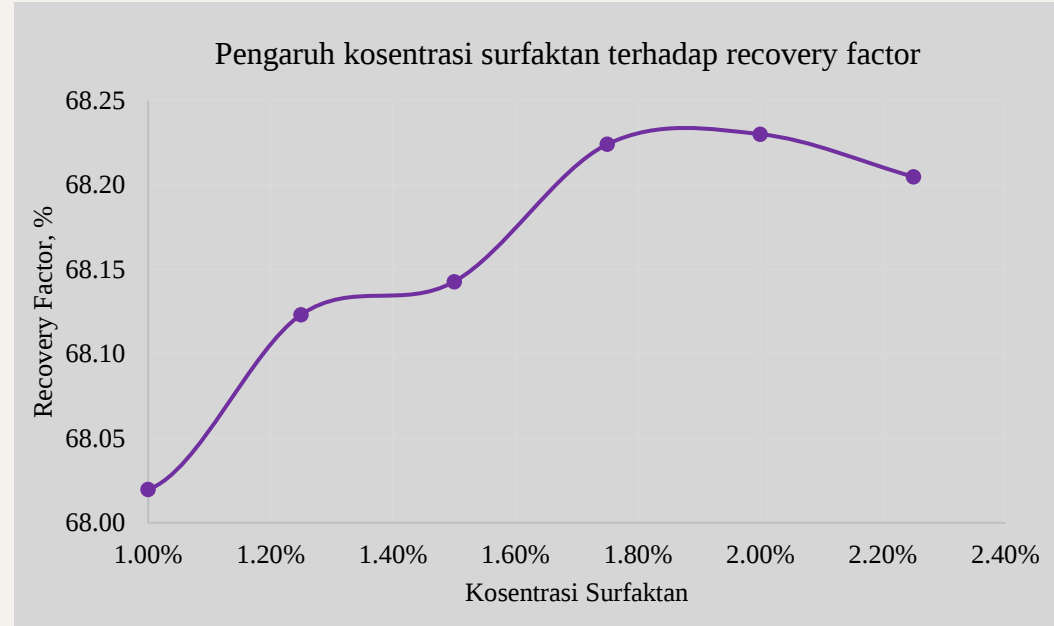
Lab	Simulator
65.63%	68.55%
Selisih Error	3%



Analisis Injeksi Surfaktan dengan Simulasi Reservoir

Pengaruh Konsentrasi Surfaktan Pada *Recovery Factor*

● Konsentrasi surfaktan yang diberlakukan yaitu: 1%, 1.25%, 1.5%, 1.75%, 2%, dan 2.25%. Secara umum, mulai dari konsentrasi surfaktan 1% hingga 2,2%, recovery factor cenderung mengalami sedikit peningkatan seiring dengan pertambahan konsentrasi surfaktan. Recovery Factor minimum sebesar 68.02% terjadi pada konsentrasi surfaktan 1%. Sedangkan recovery factor maksimum sebesar 69.21% terjadi pada konsentrasi surfaktan 2%.



Pengaruh API minyak terhadap efektifitas surfaktan MES Kelapa Sawit

Berat jenis minyak (°API)	Recovery factor (%)
15	35
30	57
45	68,55

- Konsentrasi surfaktan yang diberlakukan untuk analisis ini adalah dengan konsentrasi 2%, dimana konsentrasi ini pada tahap sebelumnya memiliki hasil recovery factor yang paling tinggi. Dari hasil yang terlihat pada table, recovery factor cenderung meningkat pada minyak ringan (API tinggi). Melalui hasil simulasi ini, dapat dikatakan bahwa surfaktan MES kelapa sawit pada penelitian ini efektif untuk minyak dengan nilai API diatas 30.

Kesimpulan

1. Metode simulasi reservoir dapat digunakan untuk memodelkan penelitian analisis injeksi surfaktan kelapa sawit di laboratorium dibuktikan dengan kecilnya perbedaan hasil perhitungan pada OOIP yang dilakukan di laboratorium sebesar 1,61 CC sedangkan hasil perhitungan pada simulator didapatkan 1,60 CC. Pada untuk perhitungan *recovery factor* yang dilakukan pada laboratorium didapatkan hasil 65%, sedangkan hasil perhitungan pada simulator didapatkan Hasil 68,11%.
 2. Pengaruh konsentrasi surfaktan pada *recovery factor* dapat disimpulkan diantara konsentrasi 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2%; dan 2,25%, konsentrasi yang paling optimum yaitu pada konsentrasi 2% dikarenakan dapat meningkatkan recovery factor pada minyak sebesar 69,21%.
 3. Surfaktan MES kelapa sawit pada penelitian ini efektif untuk minyak dengan nilai API diatas 30.
-

Daftar Pustaka

- Aulia, M. R., Putranto, T. T., dan Setyawan, R. (2020): Karakteristik Reservoir Berdasarkan Analisis Petrofisik Pada Formasi Baturaja, Lapangan Aulia, Cekungan Jawa Barat Utara, *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 3(1), 31. <https://doi.org/10.14710/jgt.3.1.2020.31-41>
- Eni, H., Sutriah, K., dan Muljani, S. (2017): SURFAKTAN BERBASIS MINYAK SAWIT UNTUK APLIKASI EOR PADA LAPANGAN MINYAK INTERMEDIET (, *LEMBARAN PUBLIKASI MINYAK dan GAS BUMI*, diperoleh melalui situs internet: <http://www.journal.lemigas.esdm.go.id>, **Vol. 51, no 1**.
- Fathaddin, M. T., Malinda, M. T., Ridaliani, O., dan Kartoatmodjo, R. S. T. (2022): *TEKNIK RESERVOIR 1* (Edisi pertama), Nas Media Pustaka, Makassar, **Volume 1**.
- Kesuma, W. P., dan Kasmungin, S. (2015): SUDI LABORATORIUM PENGARUH KONSENTRASI SURFAKTAN TERHADAP PENINGKATAN PEROLEHAN MINYAK, *Seminar Nasional Cendekiawan*.
- Khotimah, K., Asmaidi, Natalisanto, A. I., dan Supriyanto (2022): Analisis Perubahan Sifat-sifat Fisis (Viskositas, Kerapatan, Tegangan Permukaan dan Koefisien Laju Penurunan Suhu) Minyak Kelapa (Coconut Oil) dengan Beberapa Kali Pemanasan, *Progressive Physics Journal*, diperoleh melalui situs internet: <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/ppj/indexHalaman|170>, 3(2), 170–178.

Daftar Pustaka

- Panggugah, A. (2021): *Kajian Laboratorium Mengenai Pengaruh Salinitas Brine Dan Jenis Surfaktan Terhadap Wettabilitas Pada Artificial Core*, Universitas Islam Riau.
 - Ramadhan, A. (2021): *ANALISIS KEBERHASILAN PEKERJAAN PIGGING DALAM MENGATASI PERMASALAHAN PADA SISTEM MAINLINE LAPANGAN MINYAK ARW*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
 - Ricky, Kasmungin, S., dan Fathaddin, M. T. (2018): Studi Laboratorium pengaruh Konsentrasi Surfaktan Polimer Terhadap Recovery Factor dengan Berbagai Salinitas, *Seminar Nasional Pakar ke 1*, 1(1), 231–237.
 - Ristawati, A. (2018): *Optimasi injeksi surfaktan NaLS ampas tebu variasi konsentrasi pada salinitas tinggi*, Universitas Trisakti, 24–32.
 - Rosyidan, C., Satiawati, L., dan Satiyawira, B. (2015): *ANALISA FISIKA MINYAK (PETROPHYSICS) DARI DATA LOG KONVENSIONAL UNTUK MENGHITUNG S_w BERBAGAI METODE*, *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, diperoleh melalui situs internet: <http://snf-unj.ac.id/kumpulan-prosiding/snf2015/>, 1–6.
-

Daftar Pustaka

- Said, L., Wahyuni, S., dan Sibarani, A. B. (2016): *PERHITUNGAN ISI AWAL MINYAK DI TEMPAT DAN PERHITUNGAN RECOVERY FACTOR SEBELUM DAN SESUDAH INJEKSI AIR PADA RESERVOIR ALFA*, diperoleh melalui situs internet: <http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/petro>.
- Sana, A. W., dan Zubaidi (2017): *APLIKASI SURFAKTAN MINYAK SAWIT UNTUK PROSES PEMASAKAN-PENGELANTANGAN DAN PENCELUPAN TEKSTIL*, *Arena Tekstil*, Arena Tekstil, Bandung, 41–50.
- Sheng, J. J., Elsevier Amsterdam, P. D., Heidelberg, B., New York, L., dan Diego San Francisco, S. (2011): *Modern Chemical Enhanced Oil Recovery Theory and Practice*, diperoleh 15 September 2023 melalui situs internet: .
- Suzalin, U. A. (2018): *Alokasi Produksi Weel Comingle dan Potensi Pengembangan Lapangan Berdasarkan Analisis Bubble Map di Lapangan “X,”* Universitas Islam Riau, **1**, 5–24.
- Veronika, C., Kasmungin, S., dan Sulistyanto, D. (2017): *Kajian Laboratorium Mengenai Pengaruh Salinitas, Permeabilitas dan Konsentrasi Surfaktan Terhadap Perolehan Minyak Pada Proses Injeksi Surfaktan*, *Seminar Nasional Cendekiawan ke 3*, **3**, 53–58.