

10_z_Suranto_Pro siding_2008.pdf

By Suranto Yudha

2
**PENGARUH Cr(III) DI DALAM ADSORPSI
LARUTAN POLIMER (PAM) PADA MEDIA PORI
TERHADAP PENINGKATAN PEROLEHAN MINYAK**

Oleh :

Boni Swadesi¹⁾, Suranto¹⁾

1) Staf Pengajar Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

INTISARI

Jika suatu reservoir mempunyai tingkat heterogenitas yang tinggi, maka air sebagai fluida pendesak dalam metode EOR cenderung menerobos minyak melalui permeabilitas yang besar. Hal ini menyebabkan air cepat terproduksi sehingga efisiensi pendesakan dan recovery minyak rendah. Pada kondisi reservoir diatas, maka injeksi polimer dapat digunakan.

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh Cr (III) pada proses adsorpsi polimer dan diharapkan ikatan antar molekul-molekul polimer dengan permukaan media berpori akan semakin kuat dan tidak mudah lepas sehingga bias digunakan sebagai *block area*. Dengan *block area* diharapkan bisa menghambat produksi air lebih awal dan meningkatkan faktor perolehan minyak.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa polimer PAM (Polyacrylamide), Cr (III), aquades dan batupasir yang divariasikan dengan kandungan lempung. Batupasir di cuci untuk dihilangkan dari pengotor lain selama \pm 12 jam. PAM dan Cr(III) dengan konsentrasi tertentu dicampur dengan aquades, kemudian dipanaskan dengan alat waterbatch selama 24 jam. Variable yang dipakai adalah konsentrasi polimer, konsentrasi Cr(III), dan kandungan lempung.

Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi konsentrasi polimer tingkat adsorpsi besar tetapi akan turun kembali pada harga konsentrasi tertentu, semakin tinggi konsentrasi Cr(III) tingkat adsorpsi semakin tinggi juga tetapi juga akan turun pada harga konsentrasi tertentu, dan adanya kandungan lempung dalam batupasir juga akan mempengaruhi tingkat adsorpsi yaitu akan memperbesar tingkat adsorpsi.

Kata kunci : PAM, Cr(III), crosslinking, adsorpsi

ABSTRACT

When a reservoir has a high heterogeneity, water as displacement fluid in EOR will mobile faster than oil through the permeability. Water will be produced earlier causing low displacement and sweep efficiency and thus lover recovery. In order to improve this condition, we may use polymer injection to increase recovery.

The research in this paper was undertaken to investigate the effect of Cr(III) on polymer adsorption process and hoped the molecular interaction between polymer and porous media will be stranger and can be used as blocking area and reduce the mobility of the water and consequently to improve oil recovery factor.

The material used in this experiment are polymer PAM (polyacrylamide), Cr(III), aquadest, and sand in varied with clay content. The sand was washed to remove the impurities and dried around 12 hours. PAM and Cr(III) were mixed with aquadest in some centration variations then the solutions were heated using waterbatch equipment around 24 hours. The variables in this reseach are polymer concentration, Cr(III) concentration and clay content.

It shows that higher polymer concentration and higher of Cr(III) concentration cause stronger adsorptions but it will decrease at a certain concentration. Finally the clay content on sand will effect on degree of adsorption.

Keywords : PAM, Cr(III), crosslinking, adsorption

I. PENDAHULUAN

³ Jika minyak reservoir lebih sukar bergerak dibandingkan dari air pendesak, maka air cenderung menerobos minyak, hal ini menyebabkan air cepat terproduksi sehingga efisiensi pendesakan dan recovery minyak rendah. Pada kondisi reservoir diatas, maka injeksi polimer dapat digunakan. Polimer yang terlarut dalam air injeksi akan mengentalkan air, mengurangi mobilitas air dan mencegah air menerobos minyak.

Adsorpsi polimer adalah melekatnya molekul-molekul polimer pada permukaan (dinding) media alirnya. Tidak semua bagian dari molekul polimer akan melekat pada permukaan media alir. Hanya satu bagian saja yang akan melekat pada permukaan media alir, sedangkan bagian lainnya tetap berada dalam larutan. Oleh karena itu, ada kemungkinan terjadi interaksi antara molekul polimer yang teradsorpsi dengan molekul polimer dalam larutan yang mengalir. Interaksi antar molekul ini berupa saling melekatnya (entanglement) molekul polimer yang satu dengan yang lainnya. Pelekatan ini akan memperbesar tahanan dari fluida untuk mengalir. Tetapi ikatan ini tidaklah kuat, sehingga bila ke dalam media berporinya dialirkan air kembali, maka ikatan tersebut akan lepas.

Dengan penambahan crosslinking agent dalam hal ini dengan menggunakan Cr(III) diharapkan ikatan antar molekul-molekul polimer dengan permukaan media berpori akan semakin kuat dan tidak mudah lepas sehingga bisa digunakan sebagai blocking area. Dengan blocking area diharapkan bisa menghambat produksi air lebih awal dan meningkatkan faktor perolehan minyak.

II. TUJUAN

Untuk mengkaji pengaruh crosslinking agent selama proses adsorpsi, mengukur jumlah polimer yang teradsorpsi ketika ditambah dengan crosslinking agent dan menentukan konsentrasi polimer dan crosslinking yang optimum pada proses adsorpsi.

Dalam hal ini diharapkan diperoleh konsentrasi optimum baik crosslinking maupun polimer yang sesuai dengan tingkat adsorpsi yang tinggi karena akan digunakan sebagai blocking area.

III. TINJAUAN PUSTAKA

¹ Di saat proses injeksi air terbukti kurang efisien, akibat terproduksinya air secara besar-besaran dan rendahnya perolehan minyak saat *breakthrough*, maka injeksi polimer menjadi salah satu solusi yang *feasible* untuk memperbaiki proses EOR tersebut. Tetapi, aplikasi operasi injeksi polimer di lapangan dan bagaimana desain polimer yang tepat bergantung pada karakteristik reservoir termasuk mekanisme pendorong alaminya (Sorbie, 1991).

Injeksi polimer dapat meningkatkan perolehan minyak cukup tinggi dibandingkan dengan injeksi air konvensional. Akan tetapi mekanisme pendesakannya sangat kompleks karena menyangkut sifat fisik reservoir, konsentrasi teradsorpsi dan lain-lain (Gogarty W.B., 1967).

3
Dalam EOR, permeabilitas resevoir merupakan faktor utama yang penting di samping rekahan. Variasi permeabilitas dan rekahan dapat berpengaruh besar terhadap aliran fluida di dalam reservoir sehingga mempengaruhi perolehan minyak.

3.1. Mekanisme pendesakan polimer

Mekanisme yang sudah lama dikenal adalah penurunan perbandingan mobilitas air terhadap minyak. Polimer menjadikan perbandingan mobilitas menjadi rendah karena meningkatnya viskositas efektif air sehingga mendorong fluid. Thomas (1976) mengembangkan percobaan aliran dengan larutan polimer. Dari hasil percobaannya mengindikasikan bahwa Polimer menurunkan permeabilitas dengan membentuk layer pada polimer yang teradsorp.

3.2. Adsorpsi Polimer

Adsorpsi polimer adalah melekatnya molekul-molekul polimer pada permukaan (dinding) media alirnya. Interaksi antar molekul ini berupa saling melekatnya (entanglement) molekul polimer yang satu dengan lainnya. Pelekatan ini akan memperbesar tahanan dari fluida untuk mengalir. Tetapi ikatan ini tidaklah kuat, sehingga bila ke dalam media berporinya dialirkan air kembali, maka ikatan tersebut akan lepas. Sebagian molekul polimer dalam alirannya melalui media pori akan menempel pada dinding permukaan karena reaksi coulomb yakni gaya tarik menarik antara ion positif dan ion negatif yang terdapat pada molekul polimer dan pada permukaan batuan. Sebagian molekul yang lain tetap berada dalam larutan karena gaya tarik menarik antar molekul dalam larutan. Terjadinya gaya tarik menarik antara ion positif dan negatif (gaya elektrostatik) disebabkan karena molekul polimer negatif sedangkan molekul permukaan batuan positif. Hal ini dapat ditunjukkan oleh reaksi amida sebagai berikut :



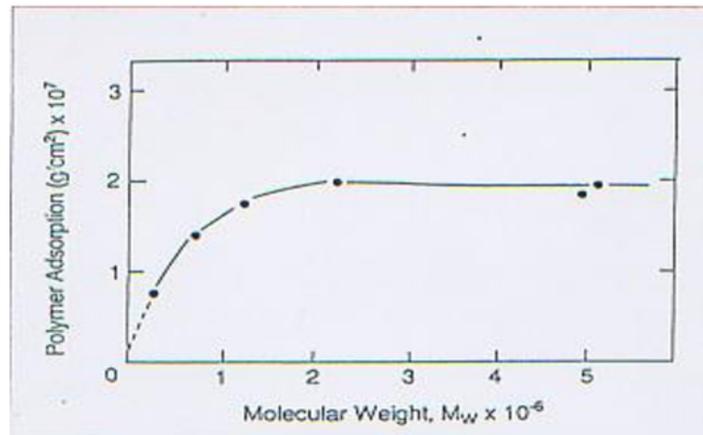
Ion negatif dari amida dapat mengikat ion Na^+ , atau ion positif lainnya misalnya ion yang terdapat pada batuan limestone yaitu ion Calcium yang bermuatan dua Ca^{++} juga ion Silikat yang terdapat pada batuan pasir Si^{+++} , dan ion Aluminium. Sedangkan molekul polimer yang terdapat dalam larutan karena gaya tarik menarik antara ion polimer yakni RCOO^- dengan ion Hidrogen dari air dan ion Natrium dari garam.

Menurut Thomas, molekul-molekul polimer yang teradsorpsi akan membentuk lapisan tunggal, yakni lapisan yang mempunyai ketebalan satu molekul. Ketebalan lapisan tunggal ini lebih kecil dibandingkan ukuran molekul polimer dalam larutan. Besarnya perbedaan ukuran molekul yang teradsorpsi dengan yang berada dalam larutan dipengaruhi oleh derajat kekakuan (rigidity) dari molekulnya. Untuk polimer PAM, misalnya ukuran molekulnya di dalam larutan 0,5 mikron meter dan ketebalan adsorpsinya 0,3 mikron meter. Sedangkan untuk polysaccharide, yang molekulnya lebih kaku, ukuran molekulnya didalam larutan 0,3 mikron meter dan ketebalan lapisan adsorpsinya adalah 0,25 mikron meter. Hal ini menunjukkan bahwa polimer yang kaku akan mengalami komaksi lebih kecil dibanding polimer yang kurang kaku. Ketebalan lapisan adsorpsi tidak banyak dipengaruhi laju air.

Jumlah polimer yang teradsorpsi (derajat adsorpsi) dipengaruhi oleh sifat fisika-kimia dari polimer dan permukaan media berporinya. Derajat adsorpsi biasanya dinyatakan dalam berat polimer tiap satuan luas permukaan media berpori atau dalam berat polimer tiap satuan berat

media berpori. Sifat fisik dari permukaan media berpori yang berpengaruh terhadap adsorpsi adalah luas permukaannya. Semakin besar luas permukaannya, menyebabkan membesarnya derajat adsorpsi. Sebenarnya, luas permukaan tidak menyebabkan membesarnya derajat adsorpsi, tetapi hanyalah membesar kapasitas adsorpsi dari media berporinya. Pengaruh dari luas permukaan tidak bisa dipisahkan dari konsentrasi (Sorbie, 1991).

Derajat adsorpsi statis dapat dinyatakan dalam berat polimer per satuan berat contoh batuan. Makin luas permukaan media pori makin besar adsorpsinya. Sebenarnya luas permukaan tidak menyebabkan membesarnya derajat adsorpsi, tetapi hanya memperbesar kapasitas adsorpsi dari media pori. Makin besar fraksi berat, makin besar pula tebal lapisan adsorpsi.



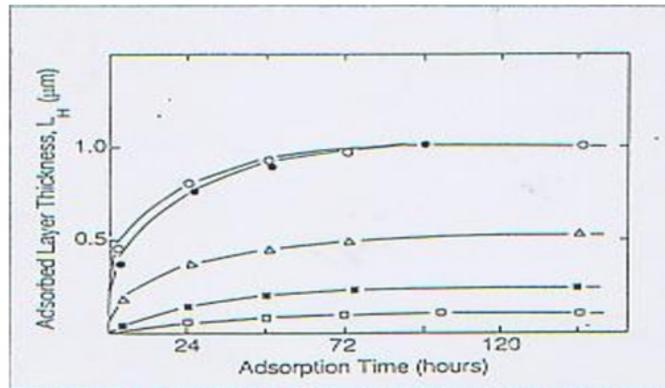
Gambar 1 Jumlah HPAM yang teradsorpsi pada saringan millipore sebagai fungsi berat molekul (Gramain dan Myard, 1981)

Batuan pasir, karena kandungannya sebagian besar adalah silikat, yang walaupun mempunyai muatan besar +3, tetapi silikat mempunyai jari-jari molekul yang besar serta silikat bersifat semi logam, sehingga kemampuan silikat untuk menarik ion negatif (silanol group Si-OH) yang terdapat pada molekul larutan polimer kecil.

Menurut Lecourtier 1990, adsorpsi polyacrylamide pada permukaan kuarsa sangat rendah, lebih kecil $500 \mu\text{g/m}^2$. Hal ini karena lemahnya interaksi polimer dengan silanol group.

Pada batuan yang mengandung clay kaolinite yang mineralnya hydrous aluminium silicate atau ion aluminium Al^{+3} yang berasosiasi dengan ion O^{+2} dan OH^- serta ion silikat Si^{+4} . Sehingga polimer berinteraksi dengan silanol group dan aluminol group. Adsorpsi polimer jenis PAM pada permukaan kaolinite adalah tinggi ($3500 \mu\text{g/m}^2$) karena ikatan hidrogen antara karboksil group pada polimer dan permukaan aluminol (Lecourtier, 1990).

Batuan kapur yang mempunyai kandungan mineral 99 % kalsit dan 1 % dolomit dimana komposisi mineralnya calcium karbonat dan magnesium karbonat berkemampuan besar untuk menarik ion negatif dari molekul polimer (karboksilat group) dalam larutan. Hal ini disebabkan ion Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , merupakan logam yang mempunyai jari-jari molekul kecil jika dibanding ion silikat. Oleh karenanya adsorpsi pada batuan pasir lebih kecil jika dibandingkan dengan adsorpsi pada batu kapur, **Gambar 2.**



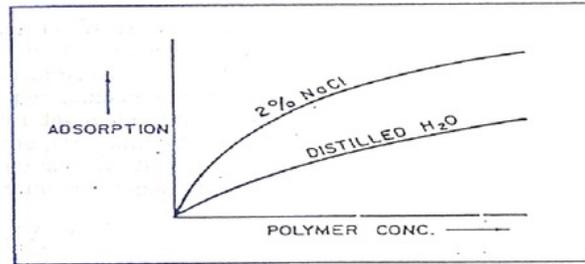
Gambar 2 Adsorpsi isothermis dari HPAM dengan 10 % NaCl pada silika, calcium carbonat (Lecourtier, 1990).

Adsorpsi statis yakni melekatnya molekul polimer pada permukaan batuan pada kondisi fluida statis. Berdasar percobaan yang dilakukan Rowland 1964 dan 1966, adsorpsi pada porous glass disc dan glass powder menunjukkan bahwa adsorpsi polimer pada permukaan padat berupa sebuah lapisan tunggal dengan tebal sama dengan diameter coil molekul.

Sedangkan Thomas mengamati adsorpsi dari larutan polyacrylamide menggunakan sederet pipa kapiler dari fused glass. Molekul-molekul yang teradsorpsi membentuk lapisan tunggal dengan tebal sedikit lebih kecil ukuran molekul polimer dalam larutan. Besarnya perbedaan ukuran molekul yang teradsorpsi dengan yang berada dalam larutan dipengaruhi oleh kekakuan (rigidity) dari molekulnya. Untuk polimer polyacrylamide ukuran molekul didalam larutan 0,5 mikron dan tebal lapisan adsorpsinya 0,3 mikron, sedangkan untuk polimer polysaccaride molekulnya lebih kaku, ukuran molekul dalam larutan 0,3 dan tebal lapisan adsorpsi tidak dipengaruhi oleh laju alir. Sehingga dalam percobaannya menggunakan sederet pipa kapiler maka ditunjukkan bahwa plot laju alir versus beda tekanan merupakan garis lurus.

Penelitian yang dilakukan Szabo menunjukkan bahwa derajat adsorpsi larutan polimer polyacrylamide pada CaCO₃ pack lebih besar dari silica pack.

Pada **Gambar 3** ditunjukkan pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi. Derajat adsorpsi akan naik. Kenaikan konsentrasi lebih lanjut hanya menyebabkan sedikit kenaikan pada harga derajat adsorpsinya, hingga pada suatu saat derajat adsorpsi tidak dipengaruhi lagi oleh konsentrasi. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi dari media berporinya sudah dilampaui. Semakin besar luas permukaannya semakin besar pula kapasitas adsorpsinya. Pengaruh konsentrasi dan luas permukaan terhadap derajat adsorpsi saling berhubungan, selama kapasitas adsorpsinya belum terlampaui, membesarnya konsentrasi akan menyebabkan kenaikan derajat adsorpsi.

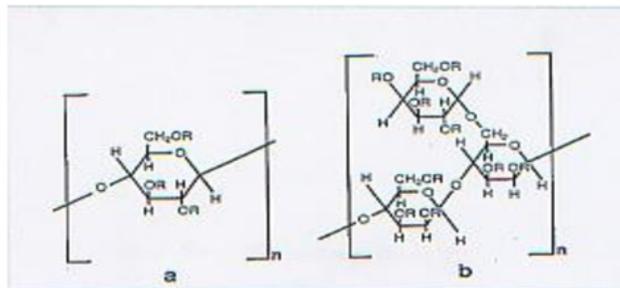


Gambar 3 Pengaruh konsentrasi terhadap derajat adsorpsi (Sorbie, 1991)

Sifat fisik polimer yang mempengaruhi biasanya derajat adsorpsi adalah berat dan ukuran molekulnya sama, polimer yang lebih berat akan mempunyai derajat adsorpsi yang lebih besar. Apabila beratnya sama, polimer yang ukuran molekulnya lebih besar akan mempunyai derajat adsorpsi yang lebih kecil.

3.3. Proses Crosslinking

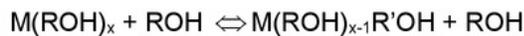
Peningkatan Ultimate Recovery dari reservoir minyak melalui peningkatan efisiensi penyapuan reservoir sedang di perhatikan dewasa ini. Rendahnya efisiensi penyapuan disebabkan karena banyak minyak yang terjebak didalam reservoir yang tidak bisa dikeluarkan. Rendahnya efisiensi penyapuan juga banyak disebabkan karena air terproduksi awal. Teknik pengontrolan produksi air menggunakan crosslinking menawarkan harapan baru untuk banyak pengoperasian yang dengan secara drastis dapat mengurangi produksi air. Banyak sumur yang telah di treat dengan crosslinked polimer menunjukkan peningkatan produksi minyak (Mody B.G., 1989)



Gambar 4.a. Unit Pengulangan untuk derivatif Cellulose, R=H, hydroxyalkyl

b. Unit Pengulangan untuk derivatif Guar, R=H, Grup Hydroxyalkyl (Conway et al., 1983)

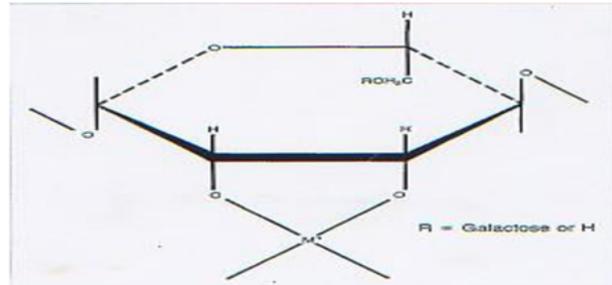
Produk yang menghasilkan ketika ikatan terbentuk antara sebuah metal crosslinking agents dan polimer disebut ion kompleks. Ion kompleks adalah ikatan nyata antara molekul-molekul polimer. Crosslinking agent di pakai sebagai metal dan polimer sebagai ligand. Representasi ligand mengubah dalam poliemi kompleks. Representasinya adalah sebagai berikut :



dimana : M adalah crosslinking agent

R'OH dan ROH adalah ligand polimer.

Kemampuan sebuah partikel kompleks untuk mengikat reaksi menyebabkan penggantian satu atau lebih ligand yang disebut dengan lability. Representasi menunjukkan sebuah tipikal reaksi perubahan ligand yaitu ROH dan R'H mewakili grup H pada polimer (Conway et al., 1983).



Gambar 5 Chelation dengan Cis Diol dalam Guar ke Metal (M^{n+}) (Conway et al., 1983)

Kekuatan ikatan antara crosslinking agent dan grup Hydroxyl pada polimer dapat meningkatkan secara signifikan dengan kehadiran grup $-OH$ yang akan menambah ikatan pada molekul polimer yang sama yang dapat terbentuk secara simultan.

Kekuatan ultimate dalam ikatan intermolecular adalah kovalen crosslinking antara molekul-molekul polimer. Seperti cross-link hanya sekuat ikatan kovalen yang sama yang mengikat molekul-molekul secara bersamaan, kemudian mengubah jumlah molekul-molekul linier kedalam molekul tiga dimensi yang besar. Cross linking mempunyai jumlah pengaruh pada sifat-sifat yang sedikit umum dan independent, tidak dipengaruhi oleh cross linking. Sifat-sifat lain tergantung pada tingkat sebenarnya pada cross linking yang ada (Conway et.al; 1983)

Didalam cross link atau gel, proses polimer, larutan pada viskositas menengah yang berisi polimer dan cross linking agent diinjeksikan kedalam zona rekaman yang mempunyai permeabilitas tinggi. Beberapa teknik untuk injeksi larutan plugging biasa digunakan. Metoda slug alternative dipakai dengan menggunakan teknologi plugging aluminium sitrat dan bicromat. Pada proses aluminium sitrat setelah polimer dan aluminium sitrat secara terpisah diinjeksikan dengan celah sedikit air diantaranya. Penambahan slug akan memberikan pengurangan permeabilitas. Injeksi yang terpisah membentuk layer pada dinding pori, sehingga mengurangi ukuran pori-pori. Jika dua larutan diinjeksikan bersamaan, tipe bulk gel akan terbentuk. Pada teknik ini, metoda pemisahan digunakan untuk mencegah cross linking dan gel sampai fluida ada di reservoir.

Teknik kedua yang dikembangkan adalah penambahan reaktif aluminium atau chromium pada larutan polimer. Teknik ini meningkatkan viskositas pada larutan sebelum masuk kedalam reservoir. Polimer dan crosslinker bereaksi membentuk gel yang viskouse yaitu fluida dengan viskositas tampak yang sangat tinggi, sehingga gel akan sukar untuk bergerak. Kemudian menurunkan harga permeabilitas pada batuan matrik atau rekahan (Dovan H.T. dan Hutchins R.D., 1987).

3.4 Sistem Kimia Cross Linking Polimer

Sejumlah proses modifikasi permeabilitas ditempat didasarkan pada pembentukan gel dengan polimer yang mempunyai berat molekul yang besar sebagai HPAM dan polysaccarides. Pada proses ini, molekul-molekul polimer diikat bersamaan kedalam struktur gel melalui cross

linking cemical agent yang digunakan, seperti trivalen cation (Cr³ atau Al³ atau cross linker organik). Proses kimianya adalah sebagai berikut :



Dimana M adalah ion metal.

IV. METODE PENELITIAN

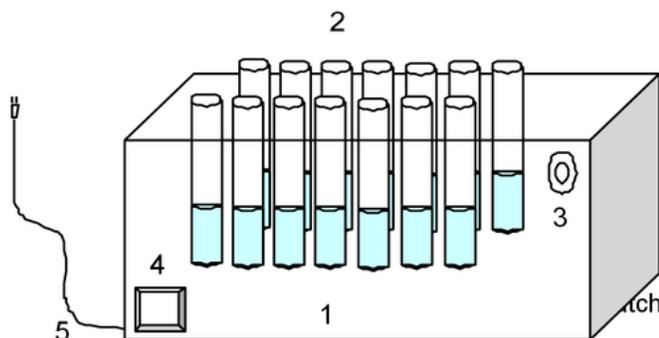
Metode penelitian yang digunakan adalah uji laboratorium dengan model statik pada sistem Batch. Penelitian terhadap mekanisme adsorpsi polimer pada penelitian ini menggunakan beberapa asumsi untuk menyelesaikan proses perhitungan adalah sebagai berikut :

- Penyimpangan dari arah aliran diabaikan.
- Pengaruh gravitasi diabaikan.
- Pengaruh kapilaritas diabaikan.
- Proses aliran *isothermal*.
- Harga *shear rate* seluruh sistem sama.
- Viskositas merupakan fungsi dari konsentrasi.

4.1. Material

- Jenis Polymer : Polyacrylamide (PAM)
- Jenis Crosslinking Agent : Cr(III)
- Jenis Adsorbent : Pasir dengan distribusi diameter partikel 200 mm
- Konsentrasi Polymer : 200 sampai 2000 ppm
- Konsentrasi Cr(III) : 500 sampai 2000 ppm
- pH mula-mula : 4 sampai 6
- Salinitas air garam : 0 sampai 100.000 ppm
- Temperatur : 70 °C

4.2. Alat penelitian



- Keterangan:
1. Penangas air
 2. Tabung reaksi
 3. Pengatur suhu
 4. Stop kontak
 5. Kabel power

Gambar 6

Alat Penelitian Waterbatch

2

4.3. prosedur penelitian

Pada percobaan ini digunakan pasir sebagai adsorbte. Pasir setelah dicuci bersih kemudian dikeringkan. Setelah proses pengeringan maka pasir akan dimesh dengan ukuran 200 mesh. Pada percobaan ini juga akan dilihat pengaruh lempung terhadap proses adsorpsi, sehingga adsorbate juga memvariasikan kadar lempung. Pada percobaan I kandungan lempung 0 %, dan percobaan kedua kandungan lempungnya 10 %. Lempung yang dipakai adalah jenis silica.

Tahapan berikutnya membuat larutan polimer dengan berkonsentrasi 200 ppm, 500 ppm, 1000 ppm dan 2000 ppm. Jenis polimer yang akan diuji adalah Polyacrylamide (PAM). Pembuatan larutan Crosslinking dengan menggunakan Cr(III). Konsentrasi yang digunakan pada larutan ini adalah variasi 500 ppm, 1000 ppm dan 2000 ppm. Setelah masing-masing dibuat larutan, maka untuk percobaan selanjutnya akan dilihat pengaruh larutan Cr (III) terhadap larutan Polymer.

Larutan polimer dan Cr (III) yang sudah disiapkan dituangkan dalam tabung reaksi kemudian di tambahkan kedalamnya batuan pasir dengan berat tertentu. Adsorpsi dilakukan dalam waterbatch dengan suhu 70 oC selama 24 jam. Percobaan dihentikan dan dilakukan analisis terhadap densitas polimernya sehingga yang terserap dapat ditentukan.

V. Hasil Percobaan dan Pembahasan

Dalam penelitian ini percobaan dilakukan dengan 2 kelompok, yaitu pencampuran polymer dengan Cr (III) dan tanpa kadar lempung, pencampuran polymer dengan dan tanpa Cr(III) dan dengan kadar lempung 10%. Adapun hasil masing masing percobaan disajikan berikut.

Pengaruh Cr(III) terhadap adsorpsi dengan kadar lempung 0%

a. Tanpa Cr (III)

Konsentrasi Polymer (PPM)	Densitas Awal (g/ml)	Densitas Akhir (g/ml)	Adsorpsi Polymer (g/g batuan)
200	1.00132949	1.0001136663	0.001542616
500	1.000204171	1.000097224	0.015555904
1000	1.001633954	0.9973384667	0.033994296
2000	1.000369452	0.971153565	0.233727096

b. Dengan Cr (III) 500 ppm

Konsentrasi Polymer (PPM)	Densitas Awal (g/ml)	Densitas Akhir (g/ml)	Adsorpsi Polymer (g/g batuan)
200	1.004739481	0.994166545	0.084583488
500	1.001400532	0.970414661	0.247886968
1000	1.001481722	0.997112439	0.034954264
2000	1.000534733	0.974495368	0.20831492

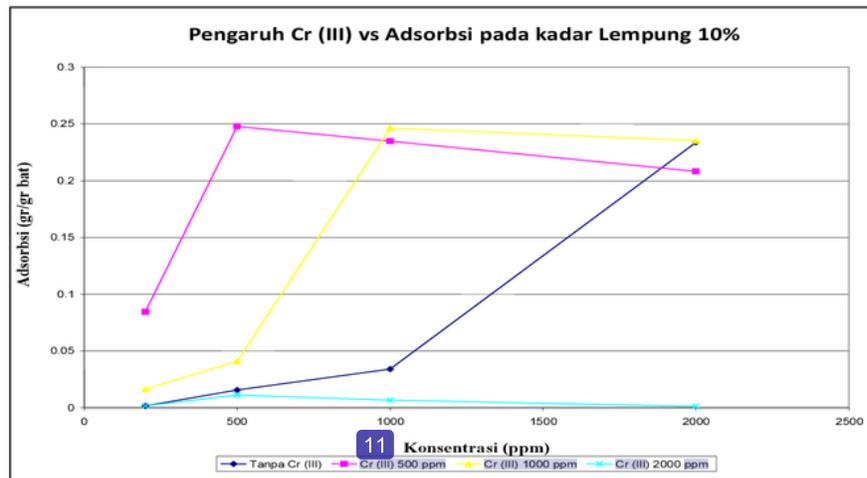
c. Dengan Cr (III) 1000 ppm

Konsentrasi Polymer (PPM)	Densitas Awal (g/ml)	Densitas Akhir (g/ml)	Adsorpsi Polymer (g/g batuan)
200	1.001451276	0.999931943	0.038460304
500	1.001491871	1.0012483	0.001217856
1000	1.000272228	1.000340285	0.009131496
2000	1.000573623	1.000182678	0.00281644

d. Dengan Cr (III) 2000 ppm

Konsentrasi Polymer (PPM)	Densitas Awal (g/ml)	Densitas Akhir (g/ml)	Adsorpsi Polymer (g/g batuan)
200	1.000388897	1.000142083	0.001974512
500	1.001826781	1.001603507	0.001786122
1000	1.000291673	1.000101488	0.00152148
2000	1.001146812	1.000304463	0.00470904

Pada percobaan ini pengaruh Cr (III) terhadap adsorpsi dengan kadar lempung 10% diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Cr(III) vs Adsorpsi pada kadar Lempung 10 %

Pada **Gambar 8** terlihat bahwa pengaruh Cr(III) dan konsentrasi polymer sangat bervariasi terhadap tingkat adsorpsi di batuan. Untuk kadar Cr(III) sebesar 0 ppm, ternyata mempunyai tingkat kenaikan yang kontinu antara penambahan konsentrasi polymer dan tingkat adsorpsi. Sedangkan jika ditambah dengan berbagai konsentrasi Cr(III), peningkatan konsentrasi polymer tidak selalu meningkatkan adsorpsi. Pada **gambar 7** terlihat bahwa pada konsentrasi Cr(III) 500 dan 2000 ppm, tingkat adsorpsi menunjukkan penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi polymer. Sedangkan pada kadar Cr(III) 1000 ppm mempunyai tingkat adsorpsi paling tinggi pada konsentrasi polymer sebesar 500 ppm. Dengan demikian maka tingkat adsorpsi akan mendapatkan angka paling tinggi pada kadar Cr(III) 1000 ppm dan kadar polymer 1000 ppm.

Jika kondisi ini dibandingkan dengan gambar 7, maka kadar lempung sebesar 10% meningkatkan kadar Cr(III) dan polimer sebesar 500 ppm untuk mendapatkan adsorpsi yang paling baik.

Dengan berbagai konsentrasi Cr(III) dan polymer yang ada, pada kondisi kadar lempung sebesar 10%, ternyata menghasikan tingkat adsorpsi yang paling tinggi sebesar 0.4 gr/gr bat, sedangkan pada kadar lempung 0% menghasilkan 0.25 gr/gr bat. Dengan demikian maka kadar lempung akan meningkatkan tingkat adsorpsi dalam batuan.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Polymer tanpa Cr(III) dapat meningkatkan adsorpsi batuan seiring dengan tingkat konsentrasinya.
2. Pencampuran antara polymer dengan Cr(III) dapat meningkatkan adsorpsi dalam batuan pada konsentrasi tertentu saja.

3. Konsentrasi paling baik yang menyebabkan tingkat adsorpsi paling tinggi pada kadar lempung 0% adalah Cr(III) 500 ppm dan polymer 500 ppm. Sedangkan pada kadar lempung 10% konsentrasi Cr(III) sebesar 1000 ppm dan polymer 1000 ppm.
4. Kadar lempung akan lebih meningkatkan tingkat adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Baijal, S.K.: Flow Behavior of Polymers in Porous Media, Penn Well Publishing Co., Tulsa, Oklahoma, 1982.
- 13 Chauveteau, G & Sorbie, K.S.: mobility Control By Polymers, Institut Francais du Petrole, France.
- 7 Cohen Yoram and Christ P.R., "Polymer Retention and Adsorption in the Flow of Polymer Solutions Through Porous media", SPE (1986) 113.
- 12 Dake, LP.: Fundamentals of Reservoir Engineering, Elsevier, amsterdam, 1978.
- Disasmita, A.: Studi Rheologi dan Adsorpsi Poliacrilamide Pada Injeksi Polymer Dalam Batuan Pasir dan Karbonat. Tugas Akhir, ITB, 1994.
- 6 Green, D. W. & Willhite, G. P.: Enhanced Oil Recovery, SPE Textbook Series No. 6, SPE, Richardson, Texas, 1998.
- 9 Lake, L.W.: Enhanced Oil Recovery, Prentice Hall, New jersey, 1989.
- Merrill A. Jones : "Waterflood mobility Control: A case history", Jour. Pet. Tech. (Sep, 1966) 1151 – 1156
- 5 Mumallah N.A. : "Chromium (III) propionate : A Crosslinking Agent for Water-Soluble Polymer in hard Oil Field Brines", SPE Res. Eng. (Feb, 1988) 243 – 251.
- 9 Mungan N., J.L., Thompson: "Some Aspects of Polymer Floods", Jour. Pet. Tech. (Sep, 1966)
- Siregar, Septoratto: Caracterisation Rheologique des Salutions Aqueuses de polyacrilamide Utilisees en Recuperation Assistee du Petrole :These, L'Universite De Bordeaux I, 1980.
- 1 Sorbie, K.S.: Polymers in Improved Oil Recovery, Blackie and Sons, Glasgow, 1991.
- Willhite, G. P. : Waterflooding, SPE Textbook Series, Texas, 1986.

15%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.iatmi.or.id Internet	194 words — 5%
2	eprints.upnyk.ac.id Internet	112 words — 3%
3	individualinvestorkou.blogspot.com Internet	93 words — 2%
4	docslide.us Internet	23 words — 1%
5	R.S. Seright. "Impact of Permeability and Lithology on Gel Performance", Proceedings of SPE/DOE Enhanced Oil Recovery Symposium EOR, 04/1992 Crossref	18 words — < 1%
6	ourspace.uregina.ca Internet	17 words — < 1%
7	www.onepetro.org Internet	17 words — < 1%
8	repository.unair.ac.id Internet	17 words — < 1%
9	shareok.org Internet	16 words — < 1%
10	Nelson Saksono. "ANALISIS IODAT DALAM BUMBU DAPUR DENGAN METODE IODOMETRI	12 words — < 1%

-
- 11 www.ukmk11.ogu.edu.tr 12 words — < 1%
Internet
-
- 12 Pamela Alessia Chiara Marescalco. "Improving oil fields recovery through real-time water flooding optimization", International Journal for Numerical Methods in Fluids, 2008 9 words — < 1%
Crossref
-
- 13 Mojdeh Delshad. "Mechanistic Interpretation and Utilization of Viscoelastic Behavior of Polymer Solutions for Improved Polymer-Flood Efficiency", Proceedings of SPE/DOE Symposium on Improved Oil Recovery IOR, 04/2008 9 words — < 1%
Crossref
-
- 14 jurnalsosiologi.fisip.unand.ac.id 9 words — < 1%
Internet
-
- 15 www.diva-portal.org 8 words — < 1%
Internet

EXCLUDE QUOTES OFF

EXCLUDE MATCHES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON