

Pengaruh Penurunan Permeabilitas Terhadap Laju Injeksi Polimer Pada Lapangan Y

Effect of Permeability Degradation to Polymer Injection Rate At Y Field

Adi Novriansyah

Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Pekanbaru – 28284
Anba11181@gmail.com

Abstrak

Injeksi polimer merupakan injeksi air yang disempurnakan. Penambahan polimer ke dalam air injeksi bertujuan untuk memperbaiki sifat fluida pendesak untuk meningkatkan perolehan minyak. Akan tetapi mekanisme pendesaknya sangat kompleks. Salah satu kendalanya adalah terjadi pengurangan permeabilitas. Pengurangan permeabilitas sebenarnya merupakan dampak yang ditimbulkan pada aliran fluida dalam media berpori. Penelitian ini akan membahas mengenai efek pengurangan permeabilitas terhadap laju injeksi polimer dengan berbagai kenaikan viskositas. Hasil penelitian memperlihatkan efek pengurangan permeabilitas akan berdampak pada penurunan laju injeksi polimer. Selain itu, dengan meningkatnya viskositas, juga berdampak pada penurunan laju injeksi polimer.

Kata Kunci : Injeksi Polimer, Perolehan Minyak, Permeabilitas, Viskositas, Laju Injeksi

Abstract

Polymer flooding is enhanced water flooding. The purpose of Adding polymer into injected water is to repair the fluid displacemen properties to increase oil recovery. But, the displacement mechanism is too complex. One of the constraint is permeability degradation. Actually, permeability degradation is an impact that cused by fluid flow in porous media. This research will discuss about permeability degradation effect to polymer injection rate with incremental value of viscosity. The results shows that permeability degradation will lead to lower polymer injection rate. Beside that, increasing viscosity will make the same effect to polymer injection rate

keywords : Polymer Injection Rate, Oil Recovery, Permeability, Viscosity, Injection Rate

Injeksi Polimer

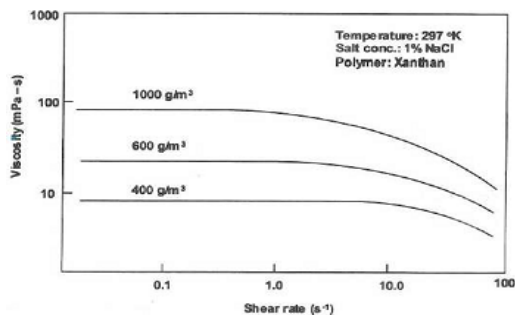
Injeksi polimer pada dasarnya merupakan injeksi air yang disempurnakan. Penambahan polimer ke dalam air injeksi dimaksudkan untuk memperbaiki sifat fluida pendesak, dengan harapan perolehan minyaknya akan lebih besar. Injeksi polimer dapat meningkatkan perolehan minyak yang cukup tinggi dibandingkan

dengan injeksi air konvensional. Akan tetapi mekanisme pendesaknya sangat kompleks dan tidak dipahami seluruhnya. Ada dua tipe dasar polimer yang saat ini banyak digunakan untuk EOR yaitu *poliacrylamide* (HPAM) dan *polysacharide*.

Sifat – Sifat Polimer

Viskositas

Hubungan antara viskositas dan konsentrasi polimer digambarkan oleh Flory-Huggins yang diilustrasikan pada gambar 1



Gambar 1. Viskositas dan Shear rate terhadap 3 macam Konsentrasi nilai polimer

Shear Rate

Newtonian Fluid mempunyai nilai viskositas *Shear* yang bebas, sedangkan untuk Non-Newtonian Fluid seperti polimer memiliki nilai viskositas yang bergantung pada *shear*. Seperti fluida non Newtonian lainnya, polimer memiliki Regim untuk nilai *shear rate* yang rendah dan nilai *shear rate* yang tinggi, dan regim Pseudoplastic diantaranya. Viskositas polimer berkurang dengan meningkatnya nilai *shear rate* membentuk *shear thinning* viskositas. Keadaan ini terjadi disebabkan oleh perilaku *uncoiling* dan *unsnagging* dari rantai polimer dimana *shear* memperpanjang pada *shear flow*.

Retention Polimer

Ketika mengalir dalam media berpori, polimer seharusnya terserap kedalam permukaan yang padat dan terperangkap dalam pori-pori yang kecil. *Retention* polimer menunjukkan turunnya *velocity* polimer dan pengurasan polimer slug. Hilangnya polimer mungkin akan mengurangi efek control mobilitas. Polimer *retention* tergantung dari tipe dan berat molekul polimer, komposisi batuan, kadar salinitas dan hardness birine, temperatur, dan laju aliran.

Penurunan Permeabilitas

Meskipun tidak terdapat heterogenitas reservoir, efisiensi penyapuan dapat menjadi rendah karena adanya perbandingan mobilitas yang tidak menguntungkan. Mobilitas fluida dalam reservoir didefinisikan sebagai permeabilitas media terhadap fluida dibagi dengan viskositas fluida.

Pada proses pengaliran, mobilitas rasio bukanlah nilai yang konstan. Bervariasi dengan nilai saturasi fasa aliran. Polimer dapat memperbaiki perbandingan mobilitas, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penyapuan dan juga efisiensi pendesakan dalam reservoir.

Sebenarnya, pengurangan permeabilitas hanya salah satu dari tiga langkah dalam aliran media berpori (Jennings et al., 1971). Faktor resistensi (*resistance factor*

R_f) adalah rasio injectivity air asin dengan sebuah larutan polimer yang mengalir satu fasa dalam kondisi yang sama. Untuk laju aliran konstan, R_f adalah invers dari penurunan tekanan, untuk penurunan tekanan konstan, R_f adalah rasio dari kecepatan aliran. R_f merupakan indikasi mobilitas menurunkan total kontribusi dari polimer. Untuk menjelaskan efek mengurangi permeabilitas saja, faktor pengurangan permeabilitas (*permeability reduction factor R_k*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1

$$R_k = \frac{k_1}{k_1'} = \frac{\pi_1}{\pi_1'} R_f \quad (1)$$

Pada Penelitian ini, akan dilihat bagaimana pengaruh pengurangan permeabilitas terhadap laju injeksi polimer.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Polimer AN 125 Lot X 3968 Slug 3 yang diinjeksikan pada Lapangan Y. Injeksi polimer ini dilakukan pada sumur X yang mempunyai tekanan dasar sumur sebesar 1667.3 psi, tekanan hidrostatik sebesar 909.3 psi, tekanan kepala sumur sebesar 758 psi, dan tekanan pada radius pengurasan sebesar 480 psi. Net Thickness atau ketebalan bersih dari reservoir yang akan diinjeksikan polimer adalah 40 feet (275.58 m). kedalaman injeksi 2100 ft dengan porositas 28%. Jari-jari sumur 6.125 feet (0.15 m) dan jari-jari

pengurasan 84 m. Dari data pengujian Laboratorium terhadap sampel yang mempunyai yielding coefficient (τ_0) sebesar 0.0381 Pa, koefisien power law (Kpl) sebesar 0.08133 Pa.Sⁿ, eksponen power law (Npl) sebesar 0.5589 ini diperoleh data shear stress, shear rate dan viskositas nyata seperti table berikut :

Tabel 1.

Tabel Nilai Shear Stress, Shear Rate dan Viskositas Nyata yang didapatkan dari Laboratorium

Shear stress Pa	Shear rate 1/s	Viscosity Pa.s
0.01	0.1762	0.05676
0.01274	0.2281	0.05586
0.01624	0.2852	0.05693
0.02069	0.3832	0.054
0.02637	0.5016	0.05257
0.0336	0.6826	0.04922
0.04281	0.9264	0.04621
0.05456	1.228	0.04441
0.06952	1.623	0.04284
0.08859	2.216	0.03997
0.1129	3.032	0.03723
0.1438	4.307	0.0334
0.1833	6.007	0.03051
0.2336	8.71	0.02681
0.2976	12.67	0.02348
0.3793	18.57	0.02042
0.4833	27.7	0.01745
0.6158	41.65	0.01479
0.7848	62.99	0.01246
1	95.21	0.0105

Dalam penelitian ini, pengaruh penurunan permeabilitas yang diteliti adalah sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% dari

permeabilitas awal yaitu 10000 mD. Nilai Rk dapat dihitung dengan persamaan 1 :

$$Rk = \frac{\text{permeability sebelum Injeksi Polymer}}{\text{Polymer sesudah injection Polymer}}$$

Sebagai contoh, dengan asumsi penurunan permeabilitas 50% maka Nilai Rk menjadi

$$Rk = \frac{10000}{5000} = 2$$

Tabulasi perhitungan nilai Rk dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2

Kalkulasi Konversi Permeabilitas Untuk Berbagai Pengurangan Permeabilitas

	K (darcy)	K(m2)	Rk	K(ft ²)
10000 md	10	9.87E-12	1.00	1.06E-10
	7.5	7.40E-12	1.33	
	5	4.93E-12	2.00	
	2.5	2.47E-12	4.00	

Perhitungan Laju Injeksi polimer dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$i = \frac{npI \sqrt{(pwf - prp)(2\pi Ht)^{npI} k1(1 - npI)}}{\sqrt{Hpl.Rk(rp^{1 - npI} - rw^{1 - npI})}} \quad (2)$$

Untuk menghitung persamaan 2, terlebih dahulu dihitung kecepatan polimer (U) dengan persamaan sebagai berikut :

$$u = - \frac{k.dp}{\mu.dl} \quad (3)$$

Dengan menggunakan nilai kecepatan polimer pada persamaan 3, hitung nilai indeks konsistensi polimer dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Hpl = \frac{\mu app}{u^{npI - 1}} \quad (3)$$

Setelah indeks konsistensi polimer didapatkan, maka persamaan (2) dapat dihitung.

Perhitungan laju injeksi ini dilakukan pada setiap nilai viskositas nyata yang didapatkan di laboratorium untuk setiap penurunan permeabilitas dengan berbagai tekanan kepala sumur. Untuk penelitian ini, tekanan kepala sumur yang digunakan adalah 758 psi, 300 psi, dan 0 psi.

Sebagai asumsi, radius pengurasan sama dengan radius polimer. Ini berarti, injeksi polimer bisa mencapai radius pengurasan. Selain itu, tekanan pengurasan (Pe) sama dengan tekanan polimer dimuka air.

Sebagai contoh, berikut ini adalah langkah perhitungan injeksi polimer pada tekanan kepala sumur 758 psi dengan asumsi tidak terjadi penurunan permeabilitas (Rk = 1).

Dengan data viskositas nyata 30.51 cp.

Dengan menggunakan percepatan 1, nilai kecepatan polimer dapat dihitung sebagai berikut :

$$u = - \frac{(9,87 \times 10^{-12}) m^2 \cdot (3309483 - 11495629) pa}{(0.03051) pa \cdot s (84 - 0.15575) m} = 3.16 \times 10^{-5} m/s$$

Dengan menggunakan Nilai U yang didapat, hitung Konsistensi Indeks Polimer dapat dihitung persamaan 2

$$Hpl = \frac{(0.03051) pa \cdot s}{(3.16 \times 10^{-5}) m/s^{(0.5589 - 1)}} = 0.00316 \cdot pa \cdot m^{0.4411} s^{0.5589}$$

Laju injeksi polimer dapat dihitung dengan persamaan 3

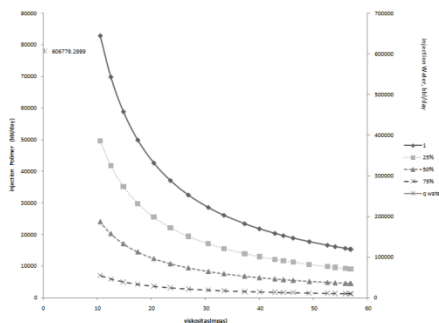
$$i = \sqrt[0.5589]{\frac{(11495629 - 3309483)pa (2 \times 3.14 \times 12.192)m^{0.5589}x (9.87 \times 10^{-12})m^2(1 - 0.5589)}{(0.00316)pa \cdot m^{0.4411}S^{0.5589} x1(84^{1-0.5589} - 0.15575^{1-0.5589})m^{0.4411}}$$

$i = 0.052521 \text{ m}^3/\text{s}$

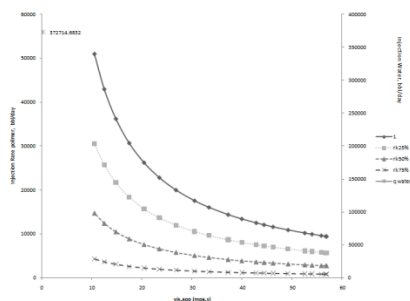
setelah perhitungan dilakukan plot laju injeksi terhadap berbagai viskositas untuk berbagai nilai penurunan permeabilitas.

Hasil dan Pembahasan

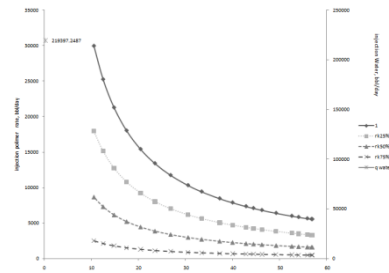
Gambar 2, 3, dan 4 memperlihatkan plot viskositas polimer terhadap laju injeksi terhadap berbagai tekanan kepala sumur.



Gambar 2 : Plot Viskositas Polimer Terhadap Laju Injeksi Pada Pwh = 758 psi



Gambar 3 : Plot Viskositas Polimer Terhadap Laju Injeksi Pada Pwh = 300 psi



Gambar 4 : Plot Viskositas Polimer Terhadap Laju Injeksi Pada Pwh = 0 psi

Dari ketiga Gambar diatas, terlihat penurunan laju injeksi seiring meningkatnya viskositas polimer. Hal ini disebabkan karena meningkatnya viskositas polimer akan menyebabkan mobilitas kemampuan polimer bergerak mengalami penurunan. Penurunan ini yang menyebabkan laju injeksi polimer mengalami penurunan.

Jika dilihat dari pengaruh pengurangan permeabilitas, untuk tekanan kepala sumur dan viskositas yang sama, pengurangan permeabilitas dapat mempengaruhi laju injeksi. ini bisa terlihat pada gambar ... dimana pada viskositas 10 cp dan tekanan kepala sumur 758 psi, laju injeksi pada reservoir yang mengalami pengurangan nilai permeabilitas sebesar 7500 mD atau Nilai $R_k = 4$ mempunyai laju lebih rendah jika dibandingkan dengan laju injeksi polimer pada reservoir dimana perngurangan permeabilitas tidak terjadi atau nilai $R_k = 0$. Perbedaan ini berkisar 91.6 %. Perbedaan ini tidak akan berubah walaupun nilai viskositas polimer

mengalami peningkatan maupun penurunan. Ini dapat terlihat pada gambar yang sama namun untuk viskositas sebesar 30.51 cP dan 56.76 cP mempunyai perbedaan yang sama.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pengurangan nilai permeabilitas pada injeksi polimer dapat mempengaruhi laju injeksi yaitu laju injeksi akan menurun. Selain itu, dengan meningkatnya viskositas polimer, akan menyebabkan penuruna laju injeksi polimer.

Daftar Simbol

Hpl = Konsistensi Indeks
 Ht = Ketebalan Bersih, *Net Thickness*, ft
 i = Volume Injection Rate, Bbl/day
 K, K₁ = Permeabilitas Awal, md
 K'₁ = Permeabilitas Sesudah dilakukan Polimer, md
 K_{pl} = Koefisien Power law, Pa.Sⁿ
 N_{pl} = Eksponen Power law, (dimensionless)
 Pe = Tekanan pada saat radius drainage, Psi
 Ph = Tekanan Hidrostatik, Psi
 Pr = Tekanan Reservoir, Psi
 Prp = Tekanan Pada Saat Polimer di depan air, Psi
 Pwf = Tekanan Dasar Sumur, Psi
 Pwh = Tekanan Kepala Sumur, Psi

r = Jari jari, m
 Re = Radius Drainage, ft
 Rk = Faktor pengurangan Permeabilitas
 Rp = Radius Polimer
 Rf = Resistance Factor
 R_{RF} = Residual Resistance Factor
 R_w = Radius Wellbore, ft
 u = darcy velocity, ms⁻¹

Simbol Yunani

μ_{app} = Viskositas Apparent (nyata) Non-Newtonian Fluid, Cp
 π = Pi, 3.14

Daftar Pustaka

Amro, Mohammed M. 2000. *Invesigation of Polymer Adsorption on Rock Surface of High Saline Reservoirs*. Wiley Inter Science : Egypt
 Donaldson C, Erle .1989. *Enhanced Oil recovery I Fundamentals and Analyses*. Elsevier: Oklahoma
 Donaldson C, Erle .1989. *Enhanced Oil recovery II processes and Operations*. Elsevier: Oklahoma
 Gall, BL , AR Sattler DR Maloney dan CJ Raible. *Permeability Damage to Natural Fractures Caused by Fracturing Fluid Polymers*. SPE Paper: USA
 Martin, Roger Irwin, B.S. 1985. *A Study Of Residence Time Distributions For Polyacrylamide Solutions Flowing Through Porous Media A Applied To Enhanced Oil Recovery*. Texas Tech University :Texas



Jurnal of Eart, Energy, Engineering
Jurusan Teknik perminyakan - UIR

ISSN: 2301 – 8097