

Pengujian Parameter Polymer Untuk Aplikasi EOR Pada Reservoir Karbonat Di Lapangan AF Dengan High Temperature Dan Salinity

The Testing of Polymer Parameters for EOR Applications in Carbonate Reservoirs in The AF Field with High Temperature and Salinity

Agustina Prihantini^{(1,a)*}, Nurkhozin Adhi Nugroho⁽²⁾ dan Ananda Fevi Silvia⁽³⁾

^(1,2,3)Prodi D-3 Perminyakan, Institut Teknologi Petroleum Balongan, Indramayu, Indonesia, 45216
Email : ^(a*)aprihantini89@gmail.com

Diterima (06 Juni 2024), Direvisi (08 Agustus 2024)

Abstract. The AF field is one of the 34 candidates determined by the government to be able to carry out the EOR stage to extract unproduced oil residues with a water salinity value of 29400.39 mg/L resulting in an API value of 23. This field has a temperature of 82 °C, where is said to be medium temperature. The method in this test is to use a laboratory scale by screening polymers by conducting tests to verify field data. This test has the goal of knowing the formula for making polymer and its stages, knowing the parameters of testing this polymer and knowing the results of this test with the various parameters tested. Screening carried out included a compatibility test with good results, namely having clear visuals and one phase, the viscosity obtained, which varied with viscosity versus concentration where if the concentration was high, the viscosity would also be high, and viscosity versus shear rate, namely where the shear rate decreased the viscosity went up, but in the tests I did at concentrations of 1000 ppm and 1500 ppm at speeds of 150 – 200 RPM there was an increase in the graphs due to air contamination with polymer and human error. At the screen factor testing stage, the results obtained are the higher the concentration and also the higher the viscosity, the time taken is also directly proportional. Whereas in the filtration test the data obtained was 1.02 at a concentration of 2500 ppm and a value of 0.80 at 2000 ppm, which is a good qualification or polymer screening, because the filtration ratio value must be below 1.2 and in the final stage, testing the thermal stability of the result is stable even though there is polymer degradation at 8.20%.

Keywords: chemical flooding, enhanced oil recovery, eor polymer parameter testing, concentration, eor method, shear rate..

Abstrak. Lapangan AF merupakan lapangan yang menjadi salah satu dari 34 kandidat yang ditetapkan oleh pemerintah untuk dapat melaksanakan tahapan EOR untuk mengambil sisa-sisa minyak yang belum terproduksi dengan nilai salinitas air 29400.39 mg/L yang menghasilkan nilai API sebesar 23. Lapangan ini memiliki suhu yaitu 82°C, dimana dikatakan medium temperature. Metode dalam pengujian ini yaitu menggunakan skala laboratorium dengan melakukan screening polymer dengan cara melakukan pengujian sebagai verifikasi data lapangan. Pengujian ini memiliki tujuan yaitu mengetahui rumus dari pembuatan polimer beserta tahapannya, mengetahui parameter pengujian polimer ini dan mengetahui hasil dari pengujian ini dengan beragam parameter yang diujikan. Screening yang dilakukan diantaranya yaitu uji kompatibilitas dengan hasil yang dikatakan bagus yaitu memiliki visual yang clear dan satu fasa, viskositas yang didapat yaitu beragam dengan viskositas versus konsentrasi dimana jika konsentrasi tinggi maka viskositas juga akan tinggi, dan viskositas versus shear rate yaitu dimana shear rate turun viskositasnya naik, tetapi dalam pengujian yang saya lakukan di konsentrasi 1000 ppm dan 1500 ppm di speed 150 – 200 RPM terjadi kenaikan grafiknya itu disebabkan karena kontaminasi udara dengan polimer dan human error. Pada tahapan pengujian screen factor

hasil yang didapat yaitu semakin tinggi konsentrasi dan juga viskositas yang tinggi waktu yang ditempuh juga berbanding lurus. Sedangkan di pengujian filtrasi data yang didapat yaitu 1,02 di konsentrasi 2500 ppm dan nilai 0,80 di 2000 ppm, dimana masuk kualifikasi atau *screening polymer* yang baik, karena nilai *filtration ratio*-nya harus dibawah 1,2 dan pada tahapan terakhir yaitu pengujian *thermal stability* hasilnya yaitu stabil meskipun terdapat degradasi polimer di 8,20 %.

Kata kunci: *chemical flooding, enhanced oil recovery*, pengujian parameter eor polimer, konsentrasi, metode EOR, *shear rate*.

PENDAHULUAN

Kebutuhan dan permintaan minyak dalam negeri saat ini semakin meningkat. Sedangkan sumber daya minyak yang ada jumlahnya makin terbatas dan menyebabkan kapasitas produksinya menurun [1]. Dalam produksi suatu reservoir umumnya terjadi dengan bantuan energi alami yaitu *natural flow* dimana merupakan daya dorong alam atau juga karena *artificial lift* (buatan) dengan bantuan pompa. Dan apabila masih terdapat banyak sisa minyak maka dilakukan pengurusan lanjutan yaitu metode EOR atau *enhanced oil recovery* [2]. EOR diartikan sebagai seperangkat teknologi produksi yang melibatkan injeksi energi atau cairan untuk meningkatkan perolehan minyak pada setiap tahap produksi baik primer, sekunder dan tersier, dengan tujuan meningkatkan perolehan total di atas yang mungkin dilakukan melalui metode tradisional yaitu bisa dikatakan sebagai *waterflood* dan injeksi gas [3]. Tahapan primer (*primary recovery*) adalah fase dimana lapangan baru dikembangkan [4]. Sedangkan tahapan sekunder dilaksanakan dengan injeksi cairan (*pressure maintenance* atau *water flooding*) atau gas (*immiscible gas flooding*) ke dalam reservoir dan mendorong minyak mengalir ke sumur produksi [2]. Jika dalam akhir tahapan sekunder dimungkinkan masih tersimpan cadangan minyak bumi, maka selanjutnya dapat dilakukan metode tersier (*tertiary recovery*). Dalam metode tersier ini dikenal dengan istilah *enhanced oil recovery* (EOR) [5].

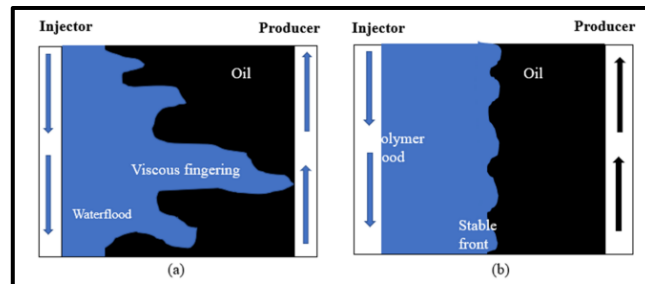
Injeksi kimia (*chemical injection*) adalah salah satu jenis metoda EOR dengan jalan menambahkan zat-zat kimia ke dalam air injeksi untuk menaikkan perolehan minyak sehingga akan menaikkan efisiensi penyapuan dan menurunkan saturasi minyak sisa yang tertinggal di reservoir [2]. Ada tiga macam zat kimia yang biasa digunakan dalam injeksi kimia, yaitu: *surfactant* (zat aktif permukaan), *alkaline* (kaustik) dan *polymer* [6].

Polimer merupakan kumpulan molekul yang sangat besar atau makromolekul, yang diperoleh dari gabungan banyak molekul yang lebih kecil. Unit yang lebih kecil ini dinamakan monomer sebelum diubah menjadi polimer. Ada dua jenis polimer, yaitu polimer alam (*natural polymer*) dan polimer sintetik (*synthetic polymer*).

Injeksi menggunakan polimer untuk meningkatkan perolehan minyak pertama kali diperkenalkan sebagai teknik *Enhanced Oil Recovery* pada awal tahun 1960-an. Saat ini lebih dari 90% aplikasi injeksi polimer di lapangan menggunakan PHPA (Sorbie, 1991). Sejak saat itu metode EOR secara kimia ini berkembang luas secara komersial sehingga

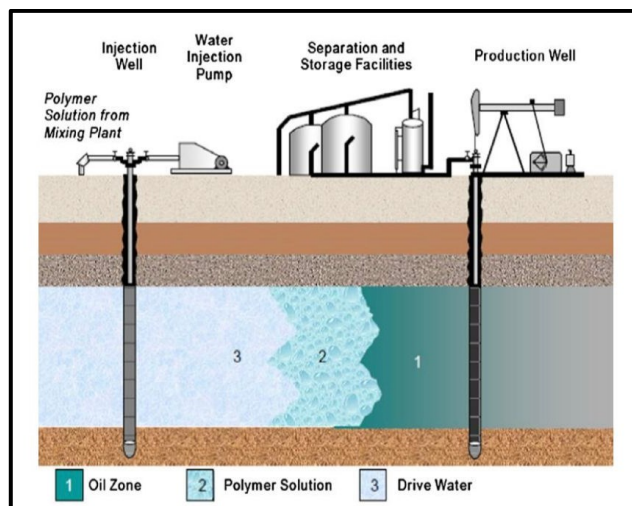
banyak ditemukan publikasi mengenai penggunaannya pada bermacam-macam kasus reservoir [7].

Injeksi polimer merupakan metode EOR yang memanfaatkan berat molekul yang tinggi dari polimer untuk meningkatkan viskositas air yang diinjeksikan dan mengurangi mobilitas air sehingga dapat meningkatkan efisiensi penyapuan di reservoir pada saat menggantikan minyak yang viskositasnya tinggi [8]. Mekanisme injeksi air (*water flooding*) dan injeksi polimer ditunjukkan pada **Gambar 1**. Lapangan yang telah dilakukan injeksi polimer dapat meningkatkan perpindahan dan penyapuan secara keseluruhan.



Gambar 1. (a) *Waterflood* (b) *Polymer Flooding Process* [9]

Polimer memainkan peran yang sangat penting dalam peningkatan perolehan minyak karena sifat viskoelastiknya dengan skema **Gambar 2** dimana polimer mendesak minyak. Dalam pengaplikasiannya tentunya polimer memiliki jenis yang berbeda, misalnya (*water-based polymer*) yaitu polimer berbahan dasar air atau polimer berbahan dasar minyak (*oil-based polymer*) yang dibuat secara sistematis atau alami, karakteristik larutan polimer dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti viskositas, pengaruh *shear rate*, *thermal stability*, *salinity* dan lain sebagainya, berdasarkan beberapa data *screening polymer* di **Tabel 1**.



Gambar 2. Skema Pendesakan Minyak Dengan Polimer [6]

Lapangan AF ini memiliki suhu reservoir sekitar 82°C. Dalam memenuhi *screening criteria* suatu reservoir tentunya ada beberapa parameter yang harus diujikan, pengujian ini

bertujuan untuk melihat seberapa efektif injeksi polimer yang nantinya akan diinjeksikan ke sumur AF ini. Dalam penelitian ini rencana pengujiannya yaitu menguji parameter EOR dalam skala laboratorium yang meliputi: pengujian kompatibilitas, pengujian viskositas dengan *shear rate* dan konsentrasi, pengujian *screen factor*, pengujian filtrasi dan *thermal stability*. Maka pengujian ini memiliki tujuan yaitu : menentukan massa polimer untuk variasi konsentrasi, menguji parameter injeksi *chemical polymer* untuk metode EOR *chemical*, menentukan konsentrasi dan hasil pegujian parameter yang ideal sesuai *screening criteria*.

Tabel 1 Screening Karakteristik Polimer

No	Karakteristik Polimer	Rentang Standar
1.	<i>Filtration Ratio</i>	<1,5 (disarankan <1,2, memberikan banyak waktu untuk hidrasi polimer dengan berat molekul tinggi
2.	Viskositas Minyak	<200 cp
3.	Jenis Batuan	Sandstone, Carbonate
4.	Toleransi Salinitas dan kalsium	<100.000 ppm salinitas formasi, chlorida <20.000 ppm
5.	Stabilitas <i>Thermal</i>	Pada suhu >60°C, polimer terhidrolisis karena pH menurunkan netralitasnya
6.	Stabilitas Mekanis	Polimer dengan berat molekul tinggi lebih rentan degradasi, dengan adanya akrilat ATBS dapat meningkatkan stabilitas mekanis.
7.	Oksigen, Hidrogen, Sulfida dan pH	Degradasi berat molekul akibat adanya oksigen

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan yaitu metode analisis data dan pengujian di laboratorium dengan data yang uji yang digunakan berupa *sea water* dan polimer. Dimana hal pertama yang dilakukan adalah pembuatan polimer dan pengujian ini menghasilkan data nilai kompatibilitas, viskositas, *screen factor*, filtrasi, dan uji *thermal stability* dan terakhir yaitu menentukan konsentrasi yang ideal sesuai *screening criteria*. Pembuatan polimer untuk setiap variasi polimer dan membuat *brine* sebagai bahan campuran dari pembuatan polimer tersebut dengan persamaan sebagai berikut :

Rumus membuat biang polimer atau bisa disebut *stock* :

$$\text{massa polimer(gr)} = \frac{\text{Target stock (ppm)}}{\% \text{ aktif polimer(ppm)}} \times \text{massa larutan(ml)} \dots\dots\dots(1)$$

Rumus membuat pengenceran polimer :

$$\text{massa polimer(gr)} = \frac{\text{Kons yang diinginkan(ppm)}}{\text{kons biang polimer(ppm)}} \times \text{ml target(ml)} \dots\dots\dots(2)$$

Rumus massa brine (gr) :

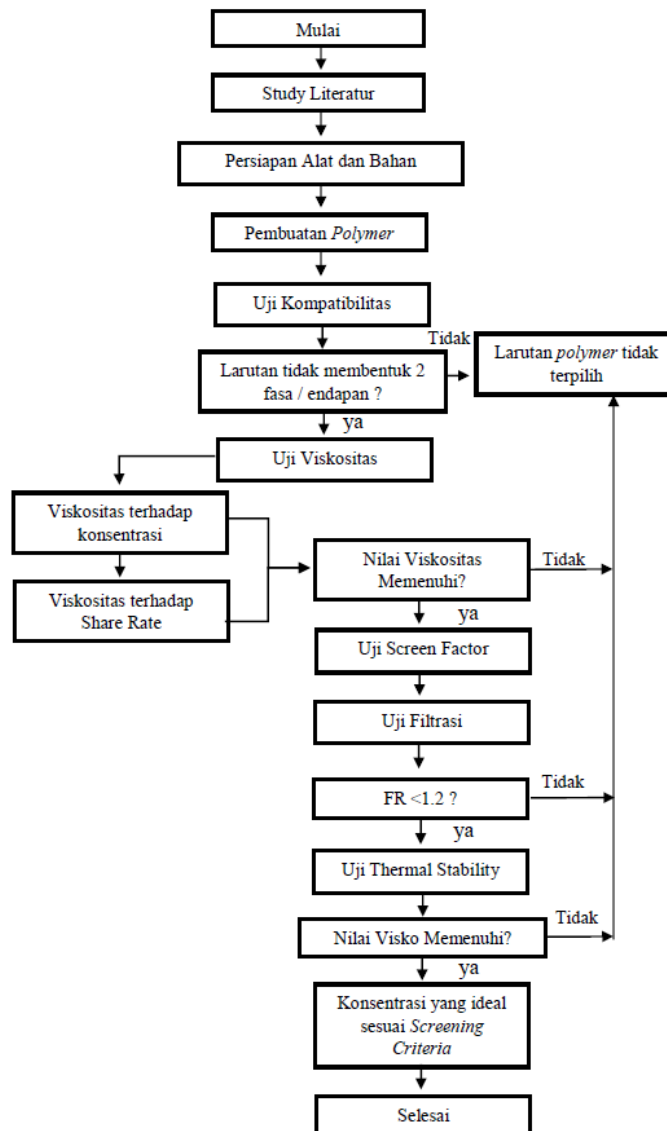
$$\text{massa brine (ml)} = \text{massa larutan (ml)} - \text{massa polimer (gr)} \dots\dots\dots(3)$$

Tahapan selanjutnya setelah dibuat polimer maka akan dilakukan pengujian. Pengujian yang pertama adalah uji kompatibilitas. Uji kompatibilitas merupakan salah satu pengujian awal dari *screening polymer* untuk mengetahui apakah larutan tersebut larut/homogen atau terjadi endapan. Pengujian ini dilakukan di setiap hari ke 0, 3, 7, 14, 21, 30. Setelah dilakukan uji kompatibilitas maka akan dilakukan uji viskositas. Pada pengujian viskositas ini ada 2 pengujian yaitu viskositas vs konsentrasi dan viskositas vs *shear rate*, dimana pengujian ini dilakukan dengan alat *Viscometer Brookfield (DV-III Ultra)*, tujuan dari pengujian ini adalah untuk menghitung berapa viskositas dari polimer.

Selanjutnya setelah pengujian viskositas akan dilakukan pengujian *screen factor* merupakan pengujian yang prinsip kerjanya sama dengan uji filtrasi namun lebih sederhana dan yang membedakannya tidak adanya nilai rasio seperti uji filtrasi. Pengujian ini hanya untuk melihat waktu alir dari masing masing konsentrasi larutan tersebut. Pengujian berikutnya adalah pengujian filtrasi. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa larutan polimer bebas dari penyumbatan larutan polimer yang menggambarkan *plugging* di pori batuan. Dalam menghitung *filtration ratio*, larutan dihitung dengan waktu yang konstan dan tekanan yang konstan pula, dimana rumus untuk perhitungannya sesuai dengan **persamaan 4**.

$$FR = (t_{200} - t_{180}) / (t_{100} - t_{80}) \dots\dots\dots(4)$$

Pengujian yang terakhir adalah *thermal stability*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kestabilan polimer terhadap suhu formasi dimana yang diharapkan yaitu kondisinya stabil oleh pengaruh suhu. Pengujian *thermal stability* ini dilakukan pada polimer yang sudah diencerkan, diukur setiap interval waktu 0, 14, 30, 45, 60, 75, 90 hari dan larutan ini dimasukan ke dalam oven dengan suhu reservoir. **Gambar 3** merupakan digram alir penelitian ini yang akan memudahkan dan mengarahkan agar penelitian lebih sistematis sehingga tujuan penelitian tercapai.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lapangan AF merupakan lapangan minyak yang terletak di laut Jawa dikelola oleh Pertamina dapat dilihat di **Gambar 4**. Lapangan ini merupakan salah satu dari 34 kandidat lapangan yang ditetapkan pemerintah (ESDM) untuk dilakukannya EOR untuk meningkatkannya produksi minyak dan gas, dengan reservoir karbonat, dengan jumlah target produksi minyak 1 juta *barrel* per hari (bph) di tahun 2030.



Gambar 4. Lokasi Lapangan AF [10]

Pembuatan Polimer Lapangan AF

Konsentrasi yang akan diujikan yaitu pada konsentrasi 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm dimana berat biang polimer memiliki hasil sesuai perhitungan dengan **persamaan 1** yaitu 1,5gr dan untuk membuat polimer dengan variasi konsentrasi dengan rumus sesuai **persamaan 2** yaitu memiliki hasil dimana 500 ppm sebesar 10 gr, 1000 ppm sebesar 20 gr, 1500 ppm sebesar 30 gr, 2000 ppm sebesar 40 gr, 2500 ppm sebesar 50 gr, dan 3000 ppm sebesar 60 gr polimer yang dibutuhkan untuk pengenceran.

Pengujian Parameter EOR

Rangkaian pengujian disesuaikan berdasarkan parameter-parameter yang berpengaruh dengan kondisi reservoir. **Tabel 2** dan **Tabel 3**, merupakan hasil pengujian nilai kompatibilitas deng suhu ruang dan suhu reservoir, yang mana dengan menggunakan polimer dengan konsentrasi yang bervariasi. Larutan polimer baik suhu ruang ataupun reservoir ini diketahui memiliki visual 1 fasa dan *clear*, dengan kata lain apabila seluruh larutan polimer dengan setiap variasi konsentrasi tidak ada endapan. Berdasarkan kurva viskositas vs konsentrasi yang ditunjukkan pada **Gambar 5**, dapat diketahui jika polimer N1 dengan 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm dipilih karena nilainya 2 kali lebih besar dari viskositas minyak dan dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka viskositasnya tinggi. Sedangkan pada **Gambar 6**, dapat disimpulkan bahwa semakin viskositasnya tinggi *shear rate* nya akan turun. Dan polimer yang dipilih yaitu 2000 2500 ppm dan 3000 ppm dimana dapat dilihat pada **Gambar 6**, konsentrasi tersebut di *shear rate* nya konsisten tidak ada kenaikan tiba-tiba. Tetapi ada kenaikan dikonsentrasi 1000 ppm dan 1500 ppm itu karena adanya kontaminasi antara polimer dan suhu ruang dan juga bisa karena human erorr. **Gambar 7**, menunjukkan hasil *screening factor* sebelum dipanaskan sedangkan **Gambar 8**, menunjukkan hasil *screening factor* setelah dipanaskan. Dari kedua gambar tersebut diketahui adanya perbedaan nilai tetapi untuk hasilnya menunjukkan keadaan yang sama dimana semakin tinggi konsentrasi waktu yang dibutuhkan semakin lama.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kompatibilitas Suhu Ruang

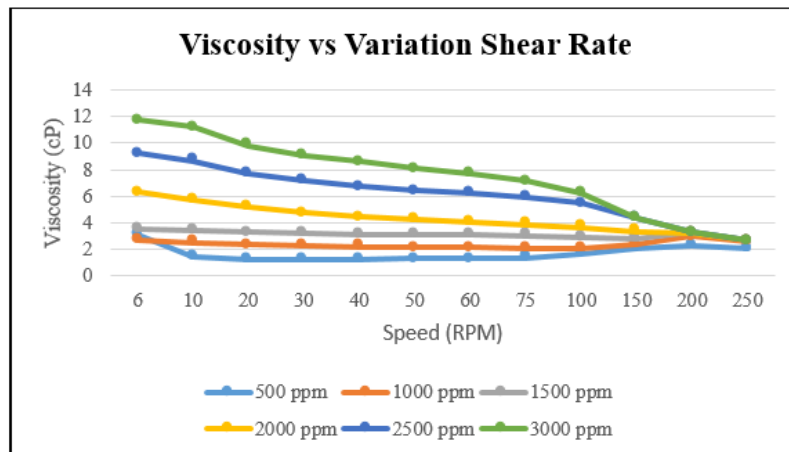
Polimer N1 Cons ppm	Suhu Ruangan (25°C)					
	Hari ke -					
	0	3	7	14	21	30
500	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
1000	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
1500	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
2000	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
2500	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
3000	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear

Tabel 2. Hasil Pengujian Kompatibilitas Suhu Reservoir

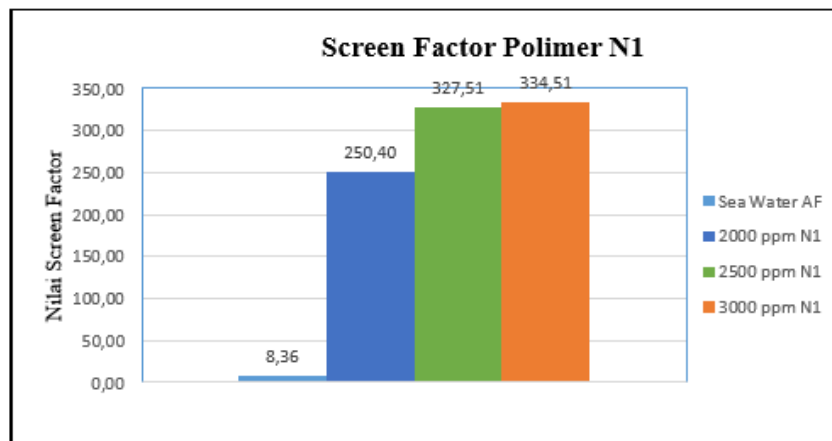
Polimer N1 Cons ppm	Suhu Ruangan (82°C)					
	Hari ke -					
	0	3	7	14	21	30
500	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
1000	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
1500	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
2000	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
2500	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear
3000	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear	1 fasa clear



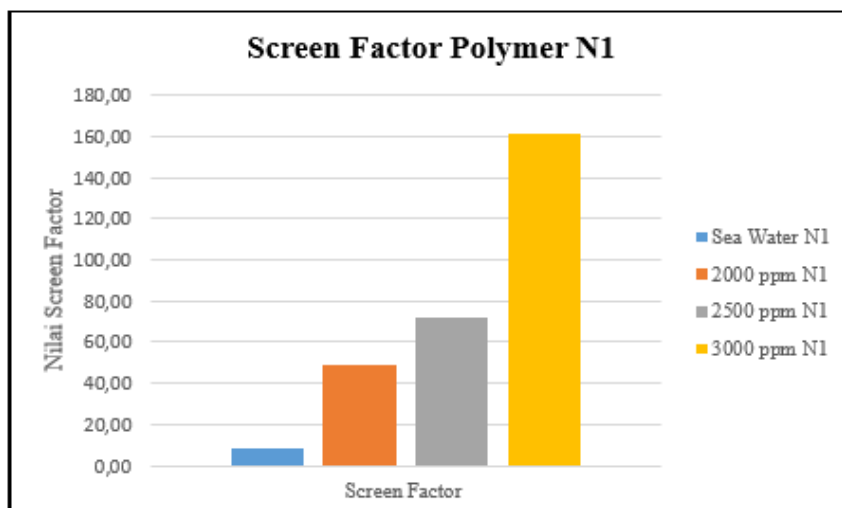
Gambar 5. Hasil Pengujian Viskositas dengan Variasi Konsentrasi



Gambar 6. Hasil Pengujian Viskositas dengan Variasi *Shear Rate*

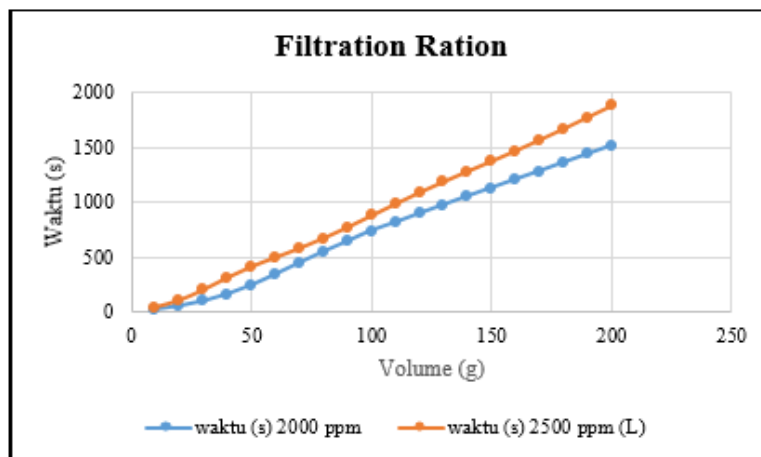


Gambar 7. Hasil *Screen Factor* Sebelum Dipanaskan



Gambar 8. Hasil *Screen Factor* Sesudah Dipanaskan

Hasil pengujian filtration rasio ditunjukkan pada **Gambar 9**. Dari kurva dapat diketahui jika semakin besar volume waktunya juga akan semakin lama dan dimana nilai $FR < 1.2$ hal tersebut merupakan kriteria dari polimer yang layak untuk diaplikasikan karena sudah dipastikan homogen. Nilai 1,02 pada 2500 ppm polimer N1 di anggap layak untuk peninjeksian karena memenuhi syarat. Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa larutan polimer ini tetap stabil meskipun terdapat degradasi viskositas 8,20% tetapi masih dikatakan stabil.

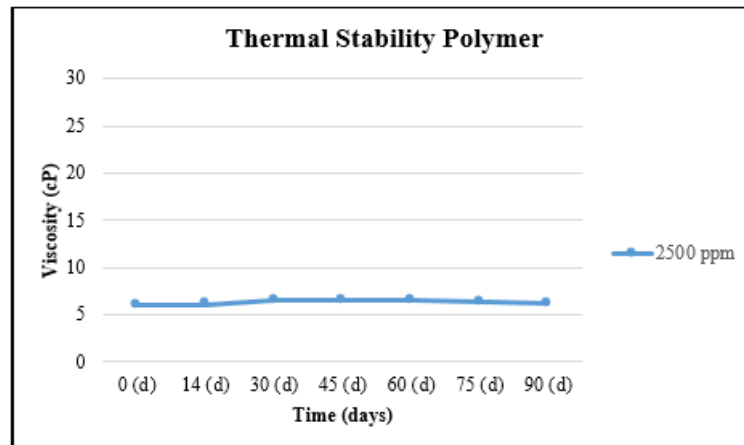


Gambar 9. Hasil *Filtration Ratio* Polymer N1

Selanjutnya pada pengujian *termal stability*, polimer N1 diharapkan mampu menjaga viskositasnya di suhu reservoir 82°C. Polimer tidak tahan dengan suhu tinggi karena akan cepat rusak dan menurunkan kestabilan polimer. Dari hasil pengamatan (**Tabel 4**) dapat disimpulkan bahwa larutan polimer ini tetap stabil meskipun terdapat degradasi viskositas 8,20% tetapi masih dikatakan stabil, sehingga memenuhi syarat untuk diinjeksikan di lapangan AF. **Gambar 10**, merupakan kurva hasil *thermal stability*.

Tabel 3. *Thermal Stability* Polymer N1

Speed (rpm)	Shear rate (s-1)	Conc (ppm)	Temp (°C)	Viscosity (cP)							Degradation (%)
				0 (d)	14 (d)	30 (d)	45 (d)	60 (d)	75 (d)	90 (d)	
6	7,34	2500	suhu ruang	12,80	12,00	12,75	12,50	12,75	11,80	11,75	8,20
			82	6,00	6,10	6,50	6,50	6,50	6,40	6,10	-2



Gambar 10. Hasil Thermal Stability Polymer N1

Konsentrasi Ideal Sesuai Screening Criteria

Dalam Gambar 9 tersebut dikatakan bahwasannya konsentrasi 2500 ppm merupakan konsentrasi ideal untuk dilakukannya injeksi polimer di lapangan sesuai *screening criteria*. Hasil dari pengujian parameter diatas disimpulkan bahwa konsentrasi 2500 ppm merupakan konsentrasi yang sangat cocok sesuai *screening criteria* yang ideal untuk diinjeksikan kepada lapangan AF dengan kompatibilitas *clear* dan hanya 1 fasa atau bisa dikatakan homogen, memiliki viskositas 10,59 cP dan pada *shear rate* 7 memiliki viskositas 9,26 cP, dengan waktu screen factor sekitar 327,51 s (detik), *filtration ratio* 1,02 dengan *thermal stability* nilai degradasi 8.20% di suhu ruang dan -2.00 di suhu reservoir.

Tabel 5. Hasil Keseluruhan Pengujian Parameter EOR

Parameter	Konsentrasi						Screening Criteria
	500	1000	1500	2000	2500	3000	
Pengujian	500	1000	1500	2000	2500	3000	
Kompatibilitas	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Homogen, clear dan 1 fasa
Viskositas vs Konsentrasi	0,52	1,49	3,06	6,58	10,59	16,52	2 kali lebih besar dari viskositas minyak
Viskositas vs Shear rate	3,08	2,72	3,56	6,30	9,26	11,74	
Screen Factor	-	-	-	49,19	72,10	161,08	konsentrasi besar, waktu screen faktor besar
Filtration Ratio	-	-	-	0,80	1,02	-	nilai < 1,5 (disarankan > 1,2)
Thermal Stability	-	-	-	-	-2	-	semakin tinggi suhu semakin terhidrolisis

KESIMPULAN

Dari hasil yang dilakukan di laboratorium EOR di Lemigas dapat disimpulkan:

1. Massa polimer setiap konsentrasi yaitu 500 ppm = 10 gr, 1000 ppm = 20 gr, 1500 ppm = 30 gr, 2000 ppm = 40 gr, 2500 ppm = 50 gr dan 3000 ppm = 60 gr.
2. Hasil dari pengujian kompatibilitas adalah clear atau homogen dan 1 fasa. Hasil pengujian viskositas berdasarkan konsentrasinya didapatkan nilainya 10,59 dimana nilai tersebut 2 kali lebih besar dari viskositas minyak. Hasil pengujian viskositas berdasarkan *shear rate* didapatkan nilainya 9,26 dimana nilai tersebut 2 kali lebih besar dari viskositas minyak. Hasil pengujian screen factor didapatkan nilainya 72,10. Hasil pengujian filtration ratio didapatkan nilainya 1,02 dan hasil pengujian *thermal stability* didapatkan nilainya -2,00.
3. Hasil dari pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi 2500 ppm polimer AN 1 merupakan konsentrasi yang sesuai dengan *screening criteria polymer*.

REFERENSI

- [1] M. T. Fathaddin, F. Maulida, V. P. B. Hattu, B. M. Ulfah, M. O. Adiando, and R. Afdi, "The Use of Natural Polymers to Enhance Oil Recovery," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Mar. 2024. doi: 10.1051/e3sconf/202450003025.
- [2] Septorotno Siregar, *ENHANCED OIL RECOVERY*. 1999.
- [3] V. (Vladimir) Alvarado and E. (Eduardo) Manrique, *Enhanced oil recovery: field planning and development strategies*. Gulf Professional Pub./Elsevier, 2010.
- [4] SKK MIGAS, "Bumi Buletin SKK Migas No. 14," *SKK MIGAS*, 2014.
- [5] D. W. Green and G. Paul Willhite, *Enhanced Oil Recovery Second Edition*, Second edi. United State of America, 2003.
- [6] B. P. Putra and B. F. T. Kiono, "Mengenal Enhanced Oil Recovery (EOR) Sebagai Solusi Meningkatkan Produksi Minyak Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 2, pp. 84–100, Jul. 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11152.
- [7] A. Vilanti, S. Kasmungin, and D. Atty Mardiana, "Pengaruh Permeabilitas dan Konsentrasi Polimer terhadap Saturasi Minyak Sisa pada Injeksi Polimer," 2017.
- [8] R. S. Seright and D. Wang, "Polymer flooding: Current status and future directions," Apr. 01, 2023, *KeAi Communications Co*. doi: 10.1016/j.petsci.2023.02.002.
- [9] A. Gbadamosi *et al.*, "Application of Polymers for Chemical Enhanced Oil Recovery: A Review," Apr. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/polym14071433.
- [10] GOOGLE, "GOOGLE EARTH," GOOGLE .