

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Spontaneous Imbibition*

Spontaneous imbibition berasal dari kata imbibisi yang artinya penggantian fluida yang tidak membasahi (minyak) oleh fluida yang membasahi (air) seperti injeksi air (*water flooding*) ke dalam reservoir minyak. Gambar 2.1 merupakan alat yang digunakan pada pengujian *spontaneous imbibition*. Pengujian *spontaneous imbibition* telah lama digunakan sebagai alat prediksi untuk memperkirakan kinerja *water-wet* di lapangan, serta rekahan batuan reservoir akibat dampak dari *water flood/water drive* (Olafuyi, Cinar, Knacksted, dan Pinczewski, 2007).

Pengukuran *spontaneous imbibition test* memberikan pendekatan alternatif yang lebih sederhana dan lebih murah dari pada *core flooding* di laboratorium. Selain itu, pengujian ini juga memberikan indikasi mengenai variasi tingkat kebasahan yang terkait dengan perubahan salinitas. Pada pengujian *spontaneous imbibition test*, masuknya air ke dalam matriks batuan adalah proses yang sangat kompleks dan bergantung pada banyak faktor seperti permeabilitas, tingkat kebasahan, ukuran matriks, serta tegangan antar muka dan viskositas pada fluida (Morrow dan Mason, 2001).

Mekanisme dari *spontaneous imbibition test* ini yaitu dengan melakukan pembanjiran atau penginjeksian fluida pendesak berupa air yang memiliki kadar salinitas tertentu terhadap sampel batuan yang telah dijenuhi oleh minyak untuk mengetahui pengaruh kadar salinitas yang diinjeksikan terhadap faktor perolehan minyak. Besar kecilnya perolehan minyak yang didapat dari pengujian *spontaneous imbibition* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti:

1. Salinitas
2. Temperatur
3. Waktu pengujian

Metode *spontaneous imbibition* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 *Spontaneous Imbibition*

2.1.1 Salinitas

Salinitas terhadap faktor perolehan minyak sangat berpengaruh karena salinitas dapat melepaskan minyak yang terjebak di dalam penyempitan pori-pori batuan dan dapat menurunkan tegangan antar muka minyak dan air. NaCl akan menyebabkan penurunan tegangan antar muka sehingga tidak efektif lagi. Hal ini disebabkan oleh ikatan kimia yang membentuk NaCl adalah ikatan ion yang mudah terurai menjadi ion Na^+ dan Cl^- .

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas air formasi yang rendah berpengaruh terhadap penurunan tegangan antar muka minyak-air dan meningkatkan faktor perolehan minyak (Kilybay, Ghosh dan Thomas, 2017).

Pada konsentrasi garam tertentu, seperti NaCl akan menyebabkan penurunan tegangan antar muka minyak-air sehingga tidak efektif. Hal ini disebabkan oleh ikatan kimia yang membentuk NaCl adalah ikatan ion yang mudah terurai menjadi ion Na^+ dan Cl^- . Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya pengaruh kadar salinitas terhadap perolehan minyak. Pengaruh kadar salinitas terlihat dari peningkatan faktor perolehan

minyak dengan menggunakan *low salinity brine* pada batuan *sandstone* (Morrow dan Buckley, 2011).

2.1.2 Temperatur

Temperature terhadap perolehan minyak sangat berpengaruh karena kenaikan *temperature* pada umumnya meningkatkan kemampuan untuk melarutkan *crude oil*. Hal ini merupakan karena *temperature* sangat berpengaruh di dalam melakukan percobaan *spontaneous imbibition* untuk meningkatkan perolehan minyak. Menurut elworthy persentasi *temperature* terhadap kenaikan *temperature* sangat berpengaruh berbanding terbalik pada *temperature* rendah. Kenaikan *temperature* ini terjadi tergantung dari sifat batuan karbonat yang terkandung zat alami. Kenaikan terus terjadi sampai mencapai *temperature cloud point*.

2.1.3 Waktu

Pengukuran laboratorium dari volume cairan imbibisi terhadap waktu sering digunakan dalam prediksi perolehan minyak (Morrow dan Buckley, 2011) (Wickramathilaka, Morrow, dan Howard, 2010) (Tang dan Morrow, 1997). Pada penelitian sebelumnya pengukuran sudut kontak air yang menunjukkan penurunan tren karena air asin diubah dari air formasi ke air laut dan air laut yang dimodifikasi, menunjukkan kecenderungan *water wet* pada bagian permukaan batuan pada uji *spontaneous imbibition* (Uetani, Takabayashi, Kaido, dan Yonebayashi, 2017).

(Uetani et all, 2017) melakukan penelitian dengan merubah salinitas air formasi yang tinggi menjadi air yang mempunyai salinitas rendah.

2.1.4 Karbonat

Karbonat merupakan batuan memiliki porositas yang membuat terkumpulnya minyak dan gas bumi, sehingga banyak perhatian pada geologi minyak bumi,

dengan adanya porositas dan permeabilitas batuan karbonat mudah untuk bereaksi untuk berkumpulnya minyak dan gas bumi (Pettijohn, 1975).

2.2 Recovery Faktor (Rf)

Untuk jumlah cadangan yang dapat diperoleh dipermukaan, maka terlebih dahulu perlu diketahui harga *recovery factor* (RF) yaitu perbandingan antara *recoverable reserve* dengan *initial oil in place* (fraksi), atau dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$RF = \frac{\text{recoverable reserve}}{\text{initial oil in place}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$= \frac{\text{volume minyak awal} - \text{volume minyak sisa}}{\text{volume minyak awal}}$$

Pada dasarnya ada tiga faktor fisik (Thakur, 1994) yang menyebabkan saturasi minyak tersisa banyak setelah pemulihan primer (*Primary Recovery*) dan sekunder (*Secondary Recovery*) sehingga memerlukan pengangkatan di antaranya adalah:

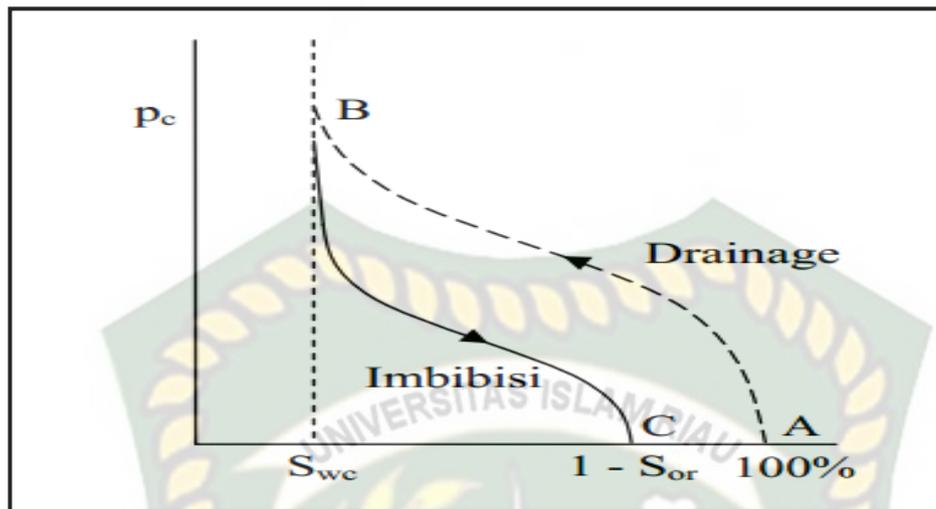
- Viskositas minyak yang tinggi
- Tegangan antar permukaan (*Interfacial forces*)
- Heterogenitas reservoir

2.3 Karakteristik Batuan Reservoir

Pada proses imbibisi terjadi pada pori batuan melibatkan hubungan antara tekanan kapiler (P_c) dengan saturasi air (S_w). Konsep tekanan kapiler berkenaan dengan fenomena berikut ini:

1. Adhesi–kohesi
2. Tegangan permukaan dan tegangan antar muka
3. Sifat kebasahan.

Ketika dua fluida yang tidak saling tercampur, seperti minyak dan air, berada bersama-sama (saling kontak satu sama lain). Hubungan tekanan kapiler terhadap saturasi air ini disebut dengan kurva tekanan kapiler dan umumnya terlihat seperti ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 2.2 Grafik tekanan kapiler terhadap saturasi (Permadi, 2004)

Gambar 2.2 menjelaskan bahwa proses imbibisi dimulai dari titik B batuan yang tersaturasi oleh minyak kemudian didesak keluar oleh air. Hubungan tekanan kapiler (P_c) dengan saturasi air (S_w) yang dihasilkan dari laboratorium tersebut dipengaruhi oleh:

1. Permeabilitas relatif (K_r)
2. Porositas
3. Distribusi ukuran pori

Permeabilitas adalah kemampuan batuan reservoir untuk meloloskan fluida reservoir untuk dapat meloloskan fluida melalui pori batuan yang saling berhubungan tanpa merusak partikel pembentuk batuan. Permeabilitas relatif merupakan perbandingan antara permeabilitas efektif dengan permeabilitas pada harga saturasi tertentu terhadap permeabilitas pada saturasi fluida dengan kejenuhan 100%. Permeabilitas efektif merupakan fungsi dari saturasi fluida semakin besar saturasi fluida maka akan semakin besar harga permeabilitas relatifnya. Permeabilitas batuan yang besar akan memiliki tekanan kapiler yang rendah.

Porositas adalah suatu ukuran yang menunjukkan besarnya rongga dalam batuan (Craft dan Hawkins, 1991). Semakin besar nilai porositas maka kemampuan batuan menampung fluida akan semakin besar. Besarnya tekanan kapiler yang diakibatkan kecilnya porositas batuan sehingga kecenderungan fluida

untuk naik akan semakin kecil. Minyak hanya dapat mengalir pada pori batuan yang saling berhubungan maka hal yang penting dalam percobaan ini adalah porositas batuan efektif. Dengan cara menimbang kita dapat menentukan besaran jumlah minyak yang terdapat pada batuan yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$v_{fluida} = \frac{W_{sat} - W_{dry}}{\rho_{fluida}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan : W_{sat} = Berat *core* yang terisi oleh minyak (gram)
 W_{dry} = Berat *core* kering (gram)
 ρ_{fluida} = Densitas minyak (gram/ml)
 v_{fluida} = Volume minyak yang terisi pada pori batuan (ml)

2.4 Karakteristik Fluida Reservoir

Sifat fisik fluida sangat memengaruhi proses pendesakan fluida. Untuk itu perlu diketahui parameter-parameter yang terkait dengan fluida reservoir, seperti densitas dan viskositas .

2.4.1 Densitas Minyak

Densitas minyak (ρ_o) dapat didefinisikan sebagai perbandingan massa minyak dengan volume pada kondisi tekanan dan temperatur tertentu. *Specific Gravity* minyak adalah perbandingan antara berat jenis minyak pada temperatur standar dengan berat jenis air dengan temperatur yang sama dapat ditulis (Mc. Cain, 1990):

$$SG \text{ minyak} = \frac{\rho_o}{\rho_w} \dots\dots\dots (3)$$

SG minyak umumnya dinyatakan dalam $^{\circ}API$. Hubungan SG minyak dan $^{\circ}API$ adalah:

$$^{\circ}API = \frac{141.5}{SG} - 131.5 \dots\dots\dots (4)$$

2.4.2 Viskositas Minyak

Viskositas minyak adalah besaran yang menunjukkan hambatan minyak untuk mengalir (Ahmad, 2006). Satuan viskositas biasanya memiliki satuan centipoises (cp). Viskositas dapat juga didefinisikan sebagai tingkat keengganan suatu fluida untuk mengalir. Viskositas dipengaruhi oleh adanya temperatur, tekanan dan jumlah gas yang terlarut dalam minyak.

1. Kenaikan temperatur akan menurunkan viskositas minyak.
2. Penurunan temperatur akan menaikkan viskositas minyak.

Hubungan keduanya bertolak belakang atau berbanding terbalik. Viskositas menurun dalam keadaan yang rendah, maka °API akan semakin meningkat dan kualitas minyak akan semakin baik. Viskositas minyak juga bisa berkurang oleh penurunan temperatur di titik gelembung. Ini disebabkan oleh adanya pengembangan volume minyak. Tekanan di dasar atau reservoir lebih tinggi dari pada permukaan. Temperatur turun dari pada permukaan sampai pada harga tertentu, maka viskositas minyak akan naik. Pada kondisi tersebut, terjadi pembebasan gas dari larutan.

2.5 *Software Response Surface Method (RSM)*

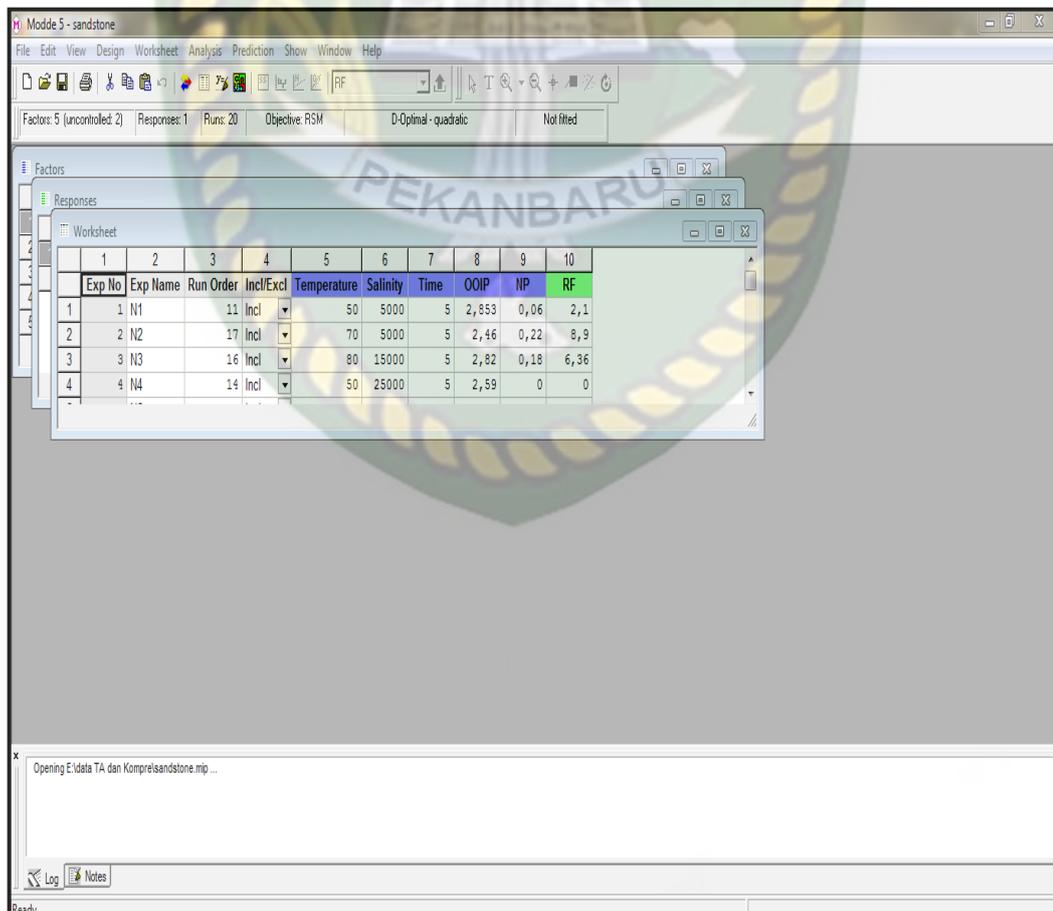
Response Surface Methodology (RSM) merupakan kumpulan statistik dan matematika teknik yang berguna untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengoptimalkan proses, respon dipengaruhi oleh beberapa faktor (Radojkovic, Zekovic, Jokic, dan Vidovic, 2012). RSM tidak hanya mendefinisikan pengaruh variabel independen, tetapi juga menghasilkan model matematis yang menjelaskan proses pengaruh beberapa faktor dalam terhadap faktor perolehan minyak.

RSM merancang eksperimen memberikan pengukuran tanggapan yang memadai, mengembangkan model matematis yang paling sesuai dengan data yang diperoleh dari rancangan eksperimen, dan menentukan nilai optimal dari variabel independen yang menghasilkan respon maksimum atau minimum. Kelebihan metode RSM yaitu meminimalkan pengamatan dengan menggunakan rancangan percobaan dan optimasi menggunakan prediksi persamaan respon yang

dihasilkan. Selain itu metode ini mampu menghasilkan data yang akurat dan tidak memerlukan data dengan jumlah yang besar, serta tidak membutuhkan waktu yang lama (Iriawan dan Astuti, 2006). Ada tiga tahapan yang dilakukan dalam analisis RSM yaitu:

1. Tahap pembuatan rancangan eksperimen
2. Tahap analisis respon
3. Tahap optimasi

Pada gambar 2.2 adalah langkah awal pengerjaan pada *software* RSM. Setelah data di input maka keluar diagram yang memperlihatkan tingkat kecocokan antara data observasi dan data prediksi yang dilambangkan dengan R^2 dan Q^2 . R^2 adalah fraksi varian yang menjelaskan *respons* dari model yang kita buat. Sedangkan Q^2 adalah fraksi varian yang dapat memprediksi *respons* model yang kita buat.



Gambar 2.3 *Software* RSM modde 5



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau