

BAB III METODOLOGI

3.1. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan di dalam penelitian ini dijelaskan pada sub-bab di bawah ini.

3.1.1. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai alat untuk menentukan nilai porositas batuan, densitas batuan, pembuatan larutan *brine*, saturasi sampel *core* dengan fluida *brine* ataupun minyak, menentukan *saturation water connate* (S_{wc}), *spontaneous imbibition test*, dan melakukan pembersihan *core* untuk digunakan kembali pada pengujian *core* dengan fluida *brine* injeksi yang berbeda. Gambar 3.1 dan Lampiran 3 adalah gambar dan daftar fungsi beberapa alat utama yang digunakan di dalam penelitian ini.



a. Corong



b. Gelas Kimia 250 ml



c. Gelas ukur 10 ml



d. Labu Volumetrik 50 ml

e. Kertas *pH* Indicator

f. Soxhlet Extractor

g. *Vacumm Oven*

h. Pemanas Listrik

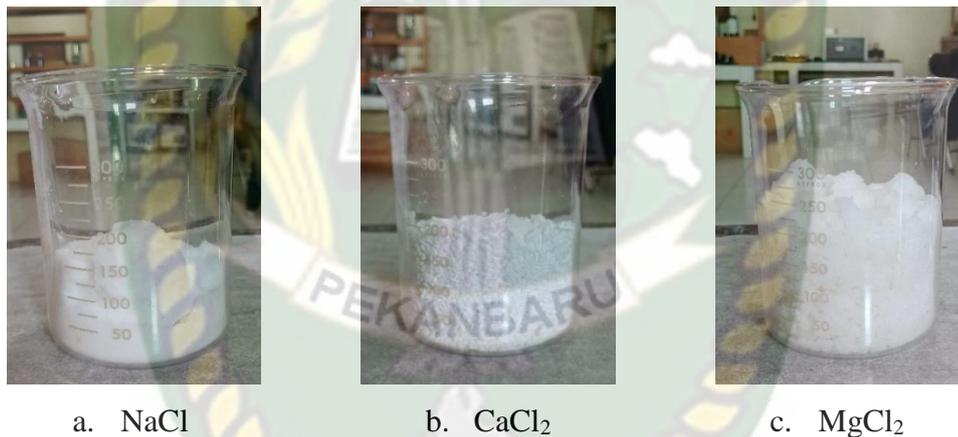
i. *Water Bath*j. *BS&W Machine*k. *Amott cell*l. *Oven*m. *Neraca Digital***Gambar 3.1** Peralatan yang digunakan dalam penelitian

3.1.2. Bahan

Larutan *brine* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan melarutkan senyawa garam komersial (NaCl , CaCl_2 , dan MgCl_2) kedalam *aquadest*. Larutan tersebut digunakan sebagai *saturation brine* dan *imbibition brine*. Bahan lainnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah *toluena*, dan *grease*.

1 *Brine*

Komposisi bahan yang digunakan terdapat pada tabel 3.1 dan gambar 3.2. Sedangkan untuk menghitung massa garam yang diperlukan agar sesuai dengan kadar salinitas diperlukan dapat dilihat dari langkah perhitungan yang terdapat pada lampiran 6.

a. NaCl b. CaCl_2 c. MgCl_2

Gambar 3.2 Garam yang terlarut di dalam *brine*

Tabel 3.1 Komposisi *Brine* Yang Digunakan

| No | Nama Sampel | Volume <i>Brine</i> (ml) | Senyawa Garam | Massa Garam (gr) | Salinitas (ppm) |
|----|-------------|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | Na 10 | 600 | NaCl | 6,0 | 10.000 |
| 2 | Na 5 | 600 | NaCl | 3,0 | 5.000 |
| 3 | Na 0,5 | 600 | NaCl | 0,3 | 500 |
| 4 | Ca 10 | 600 | CaCl_2 | 6,0 | 10.000 |
| 5 | Ca 5 | 600 | CaCl_2 | 3,0 | 5.000 |
| 6 | Ca 0,5 | 600 | CaCl_2 | 0,3 | 500 |
| 7 | Mg 10 | 600 | MgCl_2 | 6,0 | 10.000 |
| 8 | Mg 0,5 | 600 | MgCl_2 | 3,0 | 5.000 |

2 Crude Oil

Sampel *crude oil* diperoleh dari lapangan beruk BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu dengan komposisi seperti pada tabel dibawah ini. Nilai parameter pada tabel ini diperoleh dari perhitungan pada lampiran 6.

Tabel 3.2 Komposisi *Crude Oil* Yang Digunakan

| No | Parameter | Nilai | Keterangan |
|----|--|--------|------------|
| 1 | Massa Minyak (m_{minyak}) | 156,91 | Gr |
| 2 | Densitas (ρ_{minyak}) | 0,8032 | gr/cc |
| 3 | <i>Spesific Gravity</i> (SG_{minyak}) | 0,8032 | - |
| 4 | $^{\circ}$ API | 44,67 | - |

3 Core Sample

Gambar 3.3 menunjukkan sampel batuan karbonat (*gambier limestone*) yang digunakan. Dari hasil perhitungan porositas batuan yang dilakukan diperoleh data porositas sebesar 47%. Hasil pengujian ini bisa dilihat pada lampiran 6 dan masih sesuai dengan *properties* data *core* pada data tabel dibawah ini. Karakteristik fisik *core* lainnya yang digunakan terdapat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Karakteristik Sampel Batuan (*Gambier Limestone*)

| No. | Parameter | Nilai | Keterangan |
|-----|---|----------------------------|---|
| 1 | <i>Permeability</i> (K_{core}) | 1 | Darcy |
| 2 | <i>Porosity</i> (ϕ_{core}) | 40 - 50 | % |
| 3 | Formasi | <i>Miocene - Oligocene</i> | - |
| 4 | <i>Homogeneous</i> | Iya | - |
| 5 | <i>Mineral</i> | > 95% 0,10 - 0,17% | CaCO ₃ Fe ₂ O ₃ |

Sumber : Kocurek Industries INC (2018), Flint (1988)



Gambar 3.3 Sampel batuan (*gambier limestone*)

3.2. PROSEDUR PENELITIAN

Berikut adalah langkah percobaan yang dilakukan pada penelitian ini. langkah ini didasari oleh prosedur baku yang diperoleh dari literatur seperti yang ditampilkan di dalam lampiran 5 tentang prosedur baku penelitian.

3.2.1. Pembersihan *Core*

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membersihkan *core* dengan menggunakan *Toluena*. *Toluena* bisa digunakan sebagai pengganti campuran fluida yang digunakan pada prosedur baku yang dipaparkan pada lampiran 5. Berikut adalah langkah pengerjaannya.

1. Sampel *core* karbonat dan *toluena* dimasukkan ke dalam *soxhlet extractor* yang telah dirangkai dengan *condenser*.
2. *Soxlet extractor* dioperasikan pada suhu 100°C hingga *core* bersih seluruhnya.
3. Kemudian *core* dikeringkan dengan menggunakan *vacuum oven* selama 4 jam pada suhu 100°C . Hal ini dilakukan untuk mengeluarkan dan mengeringkan sampel *core* dari sisa *toluena* yang masih tersimpan di dalam pori-pori sampel *core*.

Sampel *core* yang telah kering dapat digunakan untuk prosedur penelitian selanjutnya.

3.2.2. Penentuan Porositas *Core Sample*

Penentuan porositas batuan berfungsi untuk mengetahui besarnya jumlah saturasi dan kondisi pori-pori batuan. Metode yang digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui nilai porositas adalah *saturation method* (Glover, Petrophysique, 2000). Prosedurnya adalah sebagai berikut,

1. Siapkan sampel *core* yang kering dan bersih
2. Hitung berat *core* kering di udara untuk dengan menggunakan timbangan digital. Nilai ini digunakan sebagai parameter W_{dry}
3. Saturasikan *core* kering tadi dengan *synthetic brine* di dalam *vacum desiccator* agar tersaturasi seluruhnya.
4. Hitung berat sampel *core* yang telah tersaturasi seluruhnya dan catat sebagai berat *core* tersaturasi, W_{Sat}
5. Hitung *bulk volume* batuan sebagai parameter V_{bulk} . *Bulk volume* batuan ditentukan dengan menghitung volume total batuan secara volumetrik. Dengan menggunakan jangka sorong untuk memperoleh nilai A (luas penampang *core*) dan h (tinggi *core*). lalu V_{bulk} bisa ditentukan dengan persamaan berikut (Glover, Formation Evaluation, 2001).

$$V_{bulk} = \frac{A \times h}{2} \dots\dots\dots (1)$$

6. Lalu hitung porositas dengan menggunakan persamaan berikut ini. (Glover, Petrophysique, 2000)

$$\phi = \frac{V_{bulk} - V_{matrix}}{V_{bulk}} = \frac{(W_{Sat} - W_{dry}) / \rho_{fluid}}{V_{bulk}} \dots\dots\dots (2)$$

3.2.3. Penentuan Densitas dan °API Fluida

Densitas fluida minyak mentah (*crude oil*) ditentukan dengan menggunakan labu volumetrik 50 ml. Pertama masukkan 50 ml *crude oil* ke dalam labu volumetrik 100 ml yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu 80 °C. Kemudian hitung berat jenis *crude oil* dengan menimbang terlebih dahulu labu volumetrik kosong. Selanjutnya hitung berat labu volumetrik yang telah diisi dengan sampel *crude oil*. Nilai densitas dapat dihitung sebagai selisih berat labu volumetrik isi dan kosong dibagi dengan volume labu volumetrik. Tabel 3.2 pada bab sebelumnya merupakan

data yang diperoleh dari prosedur perhitungan pada lampiran 6. Untuk fluida *brine* hanya perlu menimbang berat labu volumetrik seperti langkah pada paragraf diatas.

Langkah selanjutnya adalah menentukan °API yaitu nilai yang menentukan kualitas minyak. Variabel yang digunakan dalam persamaan adalah *specific gravity* minyak (SG_{minyak}) yang nilainya diperoleh dari perbandingan antara densitas minyak dengan densitas air. Jadi persamaannya adalah sebagai berikut (Igbani & Lucky, 2015).

$$^{\circ}API = \frac{141,5}{SG_{\text{minyak}}} - 131,5 \dots\dots\dots (3)$$

3.2.4. Pembuatan Larutan *Brine*

Salinitas didefinisikan sebagai berat dari semua zat padat (dalam satuan gram) yang terlarut dalam 1 kg air laut (Arief, 1984). Larutan *brine* dibuat dengan cara melarutkan mineral garam ($CaCl_2$, $MgCl_2$, dan $NaCl$) ke dalam fluida perlarut (*aquadest*) di dalam gelas kimia 250 ml dengan kadar salinitas yang telah ditentukan sebelumnya dan dinyatakan dalam satuan ppm (*part per million*). Jumlah gram zat terlarut pada 1 ppm larutan dapat ditentukan dengan cara berikut, (Boguski, 2006)

$$1 \text{ ppm larutan} = (1 \text{ mg zat terlarut} / 1 \text{ L larutan}) \dots\dots\dots (4)$$

Sehingga apabila dibutuhkan 10.000 ppm larutan $NaCl$ dalam 600 ml air, maka jumlah garam $NaCl$ yang dibutuhkan adalah sebesar 6 gr. Perhitungannya bisa dilihat pada lampiran 6.

3.2.5. Proses Saturasi *Core* Dengan Sampel Fluida

Batuan sampel yang telah bersih disaturasikan dengan menggunakan *brine* dengan cara mencelupkan batuan ke dalam sampel (*brine* dan minyak) di dalam gelas kimia dan kemudian dimasukkan ke dalam *vacuum oven* agar batuan tersaturasi seluruhnya. Batuan sampel disaturasikan selama 5 jam dengan *brine*. Kemudian *core* dimasukkan ke dalam *core holder* untuk menentukan S_{wc} dengan menggunakan *BS&W Machine*. Lalu *core* disaturasikan lagi dengan minyak dan didiamkan (*aged*) selama 48 Jam pada suhu $70^{\circ}C$ untuk mengembalikan kondisi *wettability* batuan (*oil wet*) dan mensaturasikan *core* seluruhnya (Zhou, Torsoeter,

Xie, & Morrow, 1995). Perbedaan metode yang digunakan di dalam penelitian ini terletak pada suhu yang digunakan. Perbedaan ini bisa dibandingkan dengan prosedur baku yang terdapat pada lampiran 5.

3.2.6. Penentuan Nilai S_{wc} Dengan Menggunakan BS&W Machine

Nilai *saturation water connate* diperoleh dengan cara memasukkan *core* ke dalam *core holder* dan memutarinya di dalam BS&W Machine. BS&W Machine diatur untuk bekerja pada kecepatan 1.200 RPM selama 10 menit. Kemudian katup di bagian bawah *core holder* dibuka untuk mengeluarkan dan mengukur volume filtrat yang dihasilkan. Maka, jumlah S_{wc} adalah volume air yang masuk dikurangi dengan volume filtrat yang dihasilkan. Langkah penelitian ini cukup berbeda dengan langkah yang umumnya dilakukan seperti penelitian sebelumnya pada lampiran 5. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya ketersediaan alat *core flooding* yang ada pada penelitian ini.

3.2.7. Melakukan *Spontaneous Imbibition Test*

Prosedur ini didasari oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan seperti pada lampiran 5. Adanya perbedaan prosedur dirancang untuk mengakomodasi waktu dan alat yang tersedia untuk melakukan penelitian ini. *Spontaneous imbibition* digunakan dan dikembangkan untuk melihat pengaruh kandungan fluida imbibisi terhadap perolehan minyak. Adapun detail tahapan penelitian bisa dilihat pada lampiran 2 dan tahapan pengerjaan *spontaneous imbibition test* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Siapkan *core* yang telah disaturasikan dengan sampel *crude oil*.
- b) Masukkan *core sample* dan *brine sample* dengan kadar salinitas yang ditentukan ke dalam *amott cell*.
- c) Rangkai peralatan *spontaneous imbibition test* dan pastikan tidak ada ruang udara pada sambungan yang telah diberi *grease lubricant*.
- d) Masukkan peralatan ke dalam oven kemudian hidupkan oven pada suhu 70°C serta waktu percobaan selama 24 jam.
- e) Ganti fluida *brine* imbibisi setelah 12 jam dan catat hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel lampiran 1.