

## BAB V

### KESIMPULAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan sampel batuan panas bumi pada rekahan 2D yang merupakan salah satu citra pada lapisan tipis batuan dan rekahan 3D yang diambil di sumur produksi KMJ-11 pada kedalaman  $\pm 500$  m, penulis menyimpulkan bahwa:

1. Parameter rekahan alami 2D hasil analisis citra digital dari rekahan alami 2D adalah sebagai berikut, densitas cenderung konstan terhadap pertambahan skala rekahan dengan nilai rata-rata  $(0.861 \pm 0.002)$ , sedangkan intensitas rekahan akan bertambah secara eksponensial terhadap pertambahan skala dengan persamaan grafik  $I = 4 \times 10^{-4} e^{(0.8681)n}$ , dengan  $n$  adalah skala. Dimensi fraktal rekahan alami memiliki nilai yang hampir sama untuk setiap pertambahan skala, yaitu dengan rata-rata  $(1.861 \pm 0.039)$ .
2. Data model dan data rekahan alami memiliki nilai yang dominan sama untuk semua parameter utama rekahan. Dimensi fraktal rekahan alami 2D memiliki nilai yang sama untuk setiap generasinya (*self-similarity*), sehingga dapat di modelkan dengan model fraktal IFS. Dimensi fraktal model rekahan IFS adalah  $(1.863 \pm 0.021)$ . Densitas model rekahan IFS bernilai hampir konstan terhadap penambahan iterasi yaitu bernilai  $(0.880 \pm 0.002)$ . Sedangkan intensitas akan bertambah secara eksponensial terhadap penambahan iterasi pada rekahan 2D dengan fungsi persamaan  $I = 9 \times 10^{-4} e^{(0.6976)i}$ , dengan  $i$  merupakan iterasi dan generasi. Dari hasil ini, model rekahan IFS dapat mewakili parameter dari data rekahan alami jika dilakukan penerapan *upscaling* untuk skala yang lebih besar.
3. Nilai parameter utama rekahan 3D pada batuan sampel diperoleh melalui analisis citra digital. Nilai parameter rekahan yang diperoleh berupa fungsi

grafik eksponensial terhadap kenaikan suhu. Adapun nilai *aperture*, densitas dan intensitas sebagai berikut, pada suhu 24° C adalah 0.0265 cm, 0.0072, dan  $2.995 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-2}$ , pada suhu 300° C adalah 0.0267 cm, 0.0141, dan  $3.160 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-2}$ , pada suhu 600° C adalah 0.0330 cm, 0.0356, dan  $3.850 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-2}$ .

4. Perubahan dimensi fraktal rekahan merupakan dampak dari berubahnya elemen mikrostruktur rekahan ( $N_{fracture}$ ). Perubahan dimensi fraktal akibat kenaikan suhu dan dapat ditulis dengan Persamaan (4.2). Persamaan tersebut dapat mewakili nilai dari dimensi fraktal rekahan sampel KMJ-11 yang merupakan fungsi suhu. Dimensi fraktal yang berubah terhadap suhu menunjukkan bahwa terdapat perubahan kekasaran pada rekahan sampel batuan. Dimensi fraktal yang mendekati 2.0 menunjukkan tingkat kekasaran bidang rekahan yang kecil. Perubahan mikrostruktur rekahan ini berdampak pada perubahan permeabilitas yang dapat dilihat pada Persamaan (4.3). Persamaan tersebut dapat mewakili perhitungan permeabilitas dengan menggunakan rumus Kozeny-Carman. Hal ini penting, karena dengan persamaan tersebut dapat mengetahui nilai dimensi fraktal pada suhu yang tidak tercantum di metodologi penelitian ini dan tanpa harus menghitung aliran fluida pada algoritma bilangan koordinasi.

## B. Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa saran, antara lain sebagai berikut:

1. Pengambilan data pada pemberian suhu tinggi perlu ditambahkan, minimal 10 variasi suhu untuk sampel yang sama. Sehingga konstanta eksponensial pada persamaan dimensi fraktal sebagai fungsi suhu menjadi lebih tepat.
2. Karakteristik dan besaran fisis yang telah dihitung rekahan 3D sampel KMJ-11 tidak bisa mewakili seluruh formasi reservoir, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang sifat fraktal untuk perbedaan ukuran sampel. Jika dimensi fraktal sama untuk semua sampel dengan berbeda ukuran, maka dapat mewakili formasi reservoir atau *upscaling* dapat diaplikasikan.

3. Perlu dilakukan penelitian untuk beberapa sampel batuan dengan metodologi penelitian dimensi fraktal rekahan terhadap pengaruh suhu. Sehingga didapatkan persamaan umum dimensi fraktal dengan konstanta yang berbeda-beda untuk setiap batuan.
4. Perlu dilakukan penelitian untuk semua jenis batuan dalam pencarian dimensi fraktal batuan. Sehingga dimensi fraktal merupakan salah satu besaran fisis yang bisa mengkarakterisasi sifat batuan geologi.