

## **Analisis Perubahan Resistivitas Batuan terhadap Porositas Reservoir Batupasir Daerah Lampung Timur**

**Bagus Sapto Mulyatno**

Jurusan Fisika FMIPA Unila

Jl. Sumantri Brodjonegoro no.1 Bandar Lampung

### **Abstract**

It has been done an investigation about relation between change of rock resistivity and sandstone reservoir have variation in porosity that saturated with brine water. Three samples have been measured come from same formation. Data processing consist of two resistivity and porosity measurement. The result of investigation showed that relation between resistivity toward porosity are linier. In wich resistivity would be decreased in linear manner, when sandstone porosity growed up.

**Keywords:** *resistivity, porosity, reservoir*

### **Pendahuluan**

Reservoir migas merupakan wadah di bawah permukaan bumi yang mengandung minyak dan gas bumi yang bersifat poros dan permeabel. Batuan reservoir terbesar di Indonesia adalah batupasir, bahkan 60% reservoir di dunia yang telah ditemukan merupakan batupasir<sup>1</sup>.

Untuk mengetahui kualitas/penilaian reservoir, mulai dari perhitungan kandungan awal di tempat sampai masalah efisiensi pengurasannya maupun persentase minyak dan gas yang tidak dapat diambil, dapat dilihat dari parameter batuan reservoir minyak dan gas bumi, sehingga parameter batuan mempunyai peranan penting dalam penilaian reservoir<sup>2</sup>.

Beberapa parameter batuan reservoir dapat ditinjau dengan menggunakan sifat resistivitas batuan, dimana tiap-tiap reservoir batupasir mempunyai parameter yang berbeda-beda (salah satu parameter batuan reservoir, yaitu: porositas) akibat proses geologi yang mempengaruhi

batuan tersebut. Reservoir batupasir yang beranekaragam nilai porositasnya, menyebabkan beranekaragamnya nilai resistivitas batuan.

Berdasar permasalahan tersebut, maka diperlukan analisis perubahan resistivitas batuan terhadap porositas batuan reservoir migas, agar dapat memprediksi/ menilai keadaan reservoir batupasir serpihan tersebut<sup>3</sup>.

### **Geologi Daerah Penelitian**

Morfologi daerah penelitian merupakan daerah landai. Penyebaran batupasir menempati bagian yang cukup luas, batupasir ini banyak nampak di permukaan, dengan penampakan tersebut, maka diperkirakan daerah ini memiliki potensi berupa deposit batupasir yang bernilai ekonomis. Batupasir mempunyai sifat-sifat geologi yaitu tekstur menengah kasar, warna krem cerah, pemilahan kurang bagus hingga sedang. Batupasir terdapat di timur laut lembar Tanjung Karang. Pada umumnya batupasir berada di permukaan dan berketebalan kurang lebih 40 meter.

Lembar Tanjungkarang dapat dibedakan dalam tiga satuan morfologi yaitu, dataran bergelombang di bagian timur dan timur laut, pegunungan kasar bagian tengah dan barat daya, dan daerah pantai berbukit sampai datar. Daerah dataran bergelombang menempati lebih dari 60% luas lembar Tanjungkarang ini, dan terdiri dari endapan volkanoklastika Tersier-Kuarter dan aluvium dengan ketinggian beberapa puluh meter di atas mukalaut. Pegunungan Bukit Barisan menempati lebih-kurang 25-30% luas Lembar, terdiri dari batuan alas beku dan malihan serta batuan gunung api muda. Lereng-lereng umumnya curam dengan ketinggian antara 500-1.680 m di atas mukalaut. Daerah pantai bertopografi beraneka ragam dan seringkali terdiri dari perbukitan kasar, mencapai ketinggian 500m di atas muka laut dan terdiri dari batuan gunung api Tersier dan Kuarter serta batuan terobosan. Seperti daerah lainnya di Sumatera Selatan, secara regional Lembar Tanjungkarang terletak di dalam jalur iklim Indo-Australia, bercirikan suhu yang umumnya tinggi, kelembaban dan curah hujan yang berubah-ubah. Musim hujan berlangsung dari Oktober/November sampai Maret/April dan musim kemarau dari Juni sampai September. Curah hujan tertinggi umumnya tercatat pada Januari/Februari<sup>4</sup>.

Sumatera terletak di sepanjang tepi Barat Daya Paparan Sunda, pada perpanjangan Lempeng Eurasia ke daratan Asia Tenggara dan merupakan bagian dari busur Sunda, Kerak Samudera yang mengalasi Samudera Hindia dan sebagian Lempeng India-Australia telah menunjam miring di sepanjang Parit Sunda di lepas barat Sumatera. Lajur Pertemuan miring ini termasuk dalam sistem Parit Busur Sunda yang membentang lebih dari 5.000 km dari Birma sampai Indonesia bagian Timur. Penunjaman ke bawah Sumatera

selama Tersier Bawah sampai Resen telah menimbulkan busur magma yang luas, tetapi litologi sepanjang Sumatera yang ada hubungannya dengan busur tersebut menimbulkan dugaan bahwa penunjaman ke bawah Sumatera telah berlangsung sejak perem akhir. Dengan demikian geologi lembar ini mencakup batuan alas malihan pra-Mesozoikum, batuan beku Mesozoikum-Kenozoikum dan runtunan batuan gunung api dan sedimen tersier-Kuarter<sup>4</sup>.

Dari peta geologi (Gambar 1) dipakai ukuran untuk menentukan satuan geologi potret yang berbeda dengan ukuran untuk menentukan satuan litostratigrafi, maka tidak terdapat korelasi yang tepat, satuan-satuan geologi potret disusun dan sedapat mungkin dikorelasikan dengan satuan-satuan yang teramati di lapangan seperti di bawah ini,

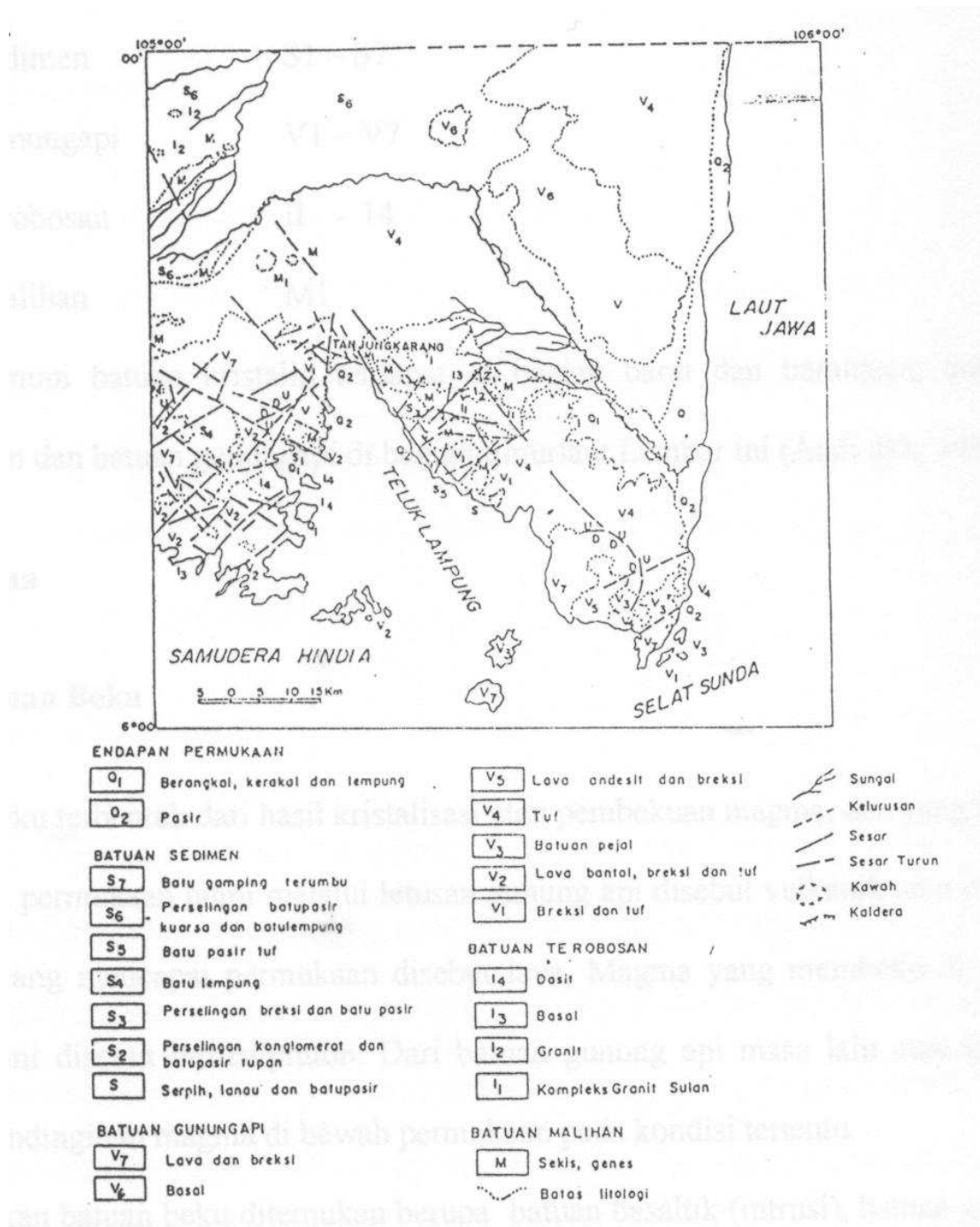
Endapan permukaan	Q1 – Q2
Batuan sedimen	S1 – S7
Batuan gunungapi	V1 – V7
Batuan terobosan	II - 14
Batuan malihan	M1

Secara umum batuan kristalin terdapat di bagian barat dan baratdaya, endapan permukaan dan batuan gunungapi di bagian timurlaut Lembar ini<sup>4</sup>.

#### *Diskripsi Batuan*

Dalam mendiskripsikan batuan, parameter yang digunakan adalah nama batuan, warna, kekerasan, besar butir, derajat kebundaran, pemilahan dan kandungan mineral ikutan. Diskripsi batuan dapat berfungsi dalam memprediksi parameter reservoir yang akan diteliti atau diskripsi batuan dapat juga sebagai pengontrol benar-salahnya dalam analisis parameter reservoir.<sup>5</sup>

Diskripsi batuan dari keenam batupasir serpihan tersebut, yaitu pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian <sup>4</sup>

Tabel 1 Data Diskripsi Batupasir Serpilh

No	Diskripsi Batuan
1	SD, Bright Creem, Fm, Fgr, Sb-rdd, Mod-srtd, Kaulinite
2	SD, Bright Creem, Fri, Cgr, Sb-ang, Mod-srtd, Kaulinite
3	SD, Dark Creem, Fri, Cgr, Sb-ang, Mod-srtd, Kaulinite

Berdasarkan Tabel 1 data diskripsi batupasir yang diteliti, yaitu:

- a. Kode sampel 2  
Kode sampel 2 merupakan batupasir kuarsa, mempunyai warna *Bright-Creem* (krem terang), sedangkan kekerasannya dalam skala *Fm* (agak keras). Sampel tersebut mempunyai ukuran butir *Fgr* (0.125-0.25mm) dengan bentuk kebulatan yang tanggung serta pemilahnannya sedang (*Mod-srtd*), batu ini mengandung mineral lempung *kaulinite*.
- b. Kode sampel 11 dan 12  
Sampel berupa batupasir kuarsa, mempunyai warna *Bright-Creem* (krem terang) dan kekerasannya dalam skala *Fri* (mudah diremas). Sampel tersebut mempunyai ukuran butir *Cgr* (0.5-0.1 mm) dengan derajat kebulatan *Sb-ang* (menyudut tanggung) serta pemilahnannya kurang bagus (*Mod-srtd*) serta mengandung mineral lempung *kaulinite*.

### Metode Penelitian

Sampel batuan yang dianalisis adalah batupasir yang berasal dari sampel *core* yang diambil dari satu formasi yang sama. Pada penelitian ini digunakan 3 sampel *core* batupasir yang mempunyai porositas yang beranekaragam. Setelah sampel diambil dari sumur, dilakukan preparasi, yaitu pemotongan *core*, pencucian dan pengeringan sampel batuan. Setelah sampel selesai dipreparasi, selanjutnya dilakukan pengukuran, yaitu:

1. Pengukuran Porositas  
Pada pengukuran porositas, alat yang diperlukan, yaitu *Helium Gas Porosimeter-HGP 200*. Dengan alat porosimeter tersebut, maka dari

pengukuran porositas diperoleh beberapa parameter dasar, yaitu *Grain Density*, *Pore Volume*, dan *Bulk Volume*.

2. Pengukuran Resistivitas Batuan  
Batuan yang diukur resistivitasnya, merupakan batupasir terjenuhi oleh air *brine*. Pada penelitian ini, konsentrasi air *brine* yang digunakan dalam proses resaturasi (penjenuhan kembali) batuan sebesar 20.000 ppm NaCl. Air *brine* yang digunakan mengandung NaCl, karena larutan NaCl merupakan zat elektrolit. Di dalam lapisan bumi, batuan-batuan banyak mengandung mineral-mineral elektrolit yang terbentuk secara alami dari proses-proses kimia di dalam bumi, sehingga pada penelitian ini NaCl digunakan sebagai bahan pembuatan air *brine* (Air formasi buatan). Pada saat batupasir serpihan tersaturasi 100% air *brine*, selanjutnya resistivitas batuan (*Ro*) diukur dengan menggunakan alat resistivitymeter. Setelah *Ro* diperoleh, kemudian saturasi batuan diturunkan. Pada tiap-tiap penurunan saturasi, resistivitas batuan (*Rt*) diukur sampai saturasi batuan tidak dapat diturunkan lagi.

### Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini, yaitu:

1. Perhitungan porositas  
Tahapan perhitungan dalam penentuan porositas, yaitu:
  - a. *Volume Bulk (BV)*  
*Volume bulk* diperoleh secara langsung dari data hasil pengukuran panjang (*L*) dan diameter (*D*) batuan, yaitu :

$$BV = \frac{1}{4} \pi D^2 L \quad (1)$$

b. Menentukan porositas  
 Porositas ( $\phi$ ) diperoleh dari data *pore volume* ( $PV$ ) dan *bulk volume* ( $BV$ ), yaitu:

$$\phi = \frac{PV}{BV} \times 100\% \quad (2)$$

2. Perhitungan resistivitas batuan  
 Langkah-langkah dalam perhitungan resistivitas batuan adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan resistivitas air *brine* ( $R_w$ ).  $R_w$  didapat dari grafik Schlumberger ( $L.I.$ ) untuk 20.000 ppm pada suhu 77 °F, yaitu 0,291 Ohm-m.
- b. Menentukan resistivitas batuan tersaturasi 100% air *brine* ( $R_o$ ).  $R_o$  dihitung dari hasil pengukuran dengan persamaan :

$$R_o = r_o \cdot \frac{A}{L} \quad (3)$$

dimana  $r_o$  merupakan resistansi batuan dalam kondisi 100% jenuh air formasi (yang terukur).

3. Menentukan  $R_t$   
 $R_t$  dihitung dari hasil pengukuran dengan persamaan :

$$R_t = r_i \cdot \frac{A}{L} \quad (4)$$

dimana  $r_i$  merupakan resistansi batuan dalam kondisi tersaturasi sebagian  $S_w \neq 100\%$

### Hasil dan Pembahasan

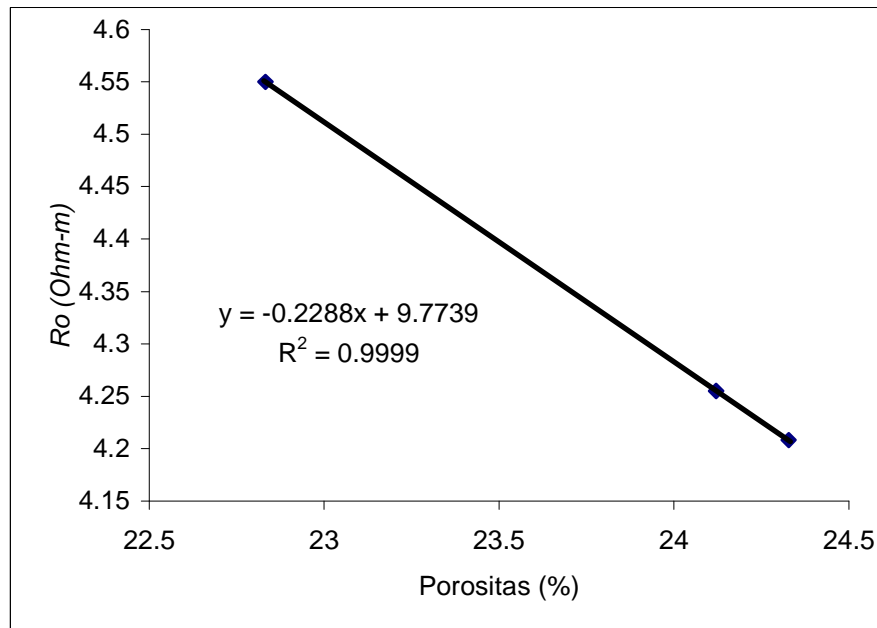
Porositas mempengaruhi besarnya nilai resistivitas batuan. Jika porositas semakin besar maka air formasi yang menjenuhi pori batuan tersebut semakin banyak. Air formasi bersifat konduktif, sehingga semakin banyak air formasi yang menjenuhi batuan tersebut akan meningkatkan nilai konduktivitas batuan dan menurunkan nilai resistivitas batuan. Hubungan tersebut dapat dilihat dari data  $R_o$  dengan porositas batupasir serpihan, yaitu pada Tabel 2.

Hubungan  $R_o$  dengan porositas berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa meningkatnya porositas akan menurunkan nilai  $R_o$ . Data  $R_o$  dan porositas jika diplot dalam grafik akan memberikan hubungan seperti pada Gambar. 2.

Hubungan  $R_o$  dengan porositas berdasarkan Gambar 2 memperlihatkan hubungan yang linier mengikuti persamaan  $y = -0.2288 x + 9.7739$  dengan tingkat korelasi sebesar  $R^2 = 0.9999$ . Dari Gambar 2 menunjukkan nilai  $R_o$  akan menurun secara linier, jika porositas batupasir serpih membesar.

**Tabel 2. Data  $R_o$  dan porositas**

No	R (Ohm)	A/L (m)	$R_o=r_xA/L$ (Ohm-m)	$R_w$ (Ohm-m)	Porositas (%)
1	354	0.012	4.252	0.291	24.121
2	263	0.016	4.208	0.291	24.327
3	350	0.013	4.550	0.291	22.832



Gambar 2. Grafik Hubungan  $R_o$  dengan porositas

#### Kesimpulan dan Saran

- Hubungan perubahan resistivitas batuan  $R_o$  terhadap porositas memperlihatkan hubungan yang linier. Nilai  $R_o$  akan menurun secara linier, jika porositas batupasir membesar.
- Untuk meningkatkan validitas hasil penelitian jumlah sampel perlu ditambah.

#### Daftar Pustaka

1. Koesoemadinata, R.P., 1978, *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Penerbit ITB, Bandung
2. Adim, H., 2003, Korelasi antara Faktor Sementasi (m) dan Eksponen Saturasi (n) Batuan Reservoir Migas di Indonesia, *Lembar Publikasi LEMIGAS*, Jakarta
3. Hastowidodo, 2000, *Cara Baru Karakterisasi Reservoir Batupasir Serpihan (shallysand)*, Lembar Publikasi LEMIGAS, Jakarta
4. Mangga, A., 1994, *Lembar Geologi Tanjung Karang*, P3G, Bandung
5. Tim Eksplorasi, 1999, *Metode Uji Pengukuran Porositas*, Lab. Eksploitasi PPPTMGB LEMIGAS, Jakarta