

# ESTIMASI NILAI POROSITAS DAN PERMEABILITAS UNTUK CITRA SAMPEL SANDSTONE NGRAYONG MENGUNAKAN METODE ADAPTIVE

Inti Amalia Pratiwi<sup>1\*</sup>, Chandra Winardhi, Thaqibul Fikri Niyartama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Jl. Marsda Adisucipto 519739,  
Indonesia

\*E-mail: inti.amalia88@gmail.com

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi nilai porositas dan permeabilitas sampel *sandstone* Ngrayong dengan metode *Adaptive*. Metode *Adaptive* merupakan salah satu metode *Digital Rock Physics (DRP)*. *DRP* merupakan metode citra digital yang digunakan sebagai salah satu metode untuk memvisualisasikan batuan menjadi citra digital. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan besaran-besaran fisis dari suatu sampel batuan secara lebih efektif dan efisien. Metode *Adaptive* memiliki tiga pendekatan yaitu *Adaptive Median-C*, *Adaptive Mean-C*, *Adaptive mean of minimum and maximum*. Ketiga pendekatan tersebut memperoleh hasil dari porositas menggunakan metode *DRP* kemudian akan dibandingkan dengan hasil perhitungan porositas yang dilakukan di laboratorium menggunakan metode porositas Helium. Estimasi nilai porositas menggunakan metode *Adaptive* yang mendekati dengan hasil perolehan nilai porositas Helium adalah menggunakan metode *Adaptive Median-C*. Hasil estimasi nilai porositasnya adalah 26,8%. Sedangkan hasil nilai porositas Helium mencapai 29%. Hasil estimasi nilai porositas dari pendekatan metode *Adaptive* yang lain, nilainya lebih dari 30%. Estimasi nilai permeabilitas pada sampel Ngrayong dengan ukuran resolusi citra digital 200x200x200 piksel dan menggunakan iterasi 30.000 adalah 14,6175 mD.

**Kata Kunci:** *DRP*, porositas, permeabilitas, metode *Adaptive*

## ABSTRACT

This study aimed to estimate the value of porosity and permeability of Ngrayong sample by using the Adaptive method. Adaptive method is one of methods of Digital Rock Physics (DRP). *DRP* is a digital image method that is used as one method to visualize into digital image. This method can be used to determine the physical quantities of a rock sample more effectively and efficiently. The Adaptive method has three approaches, namely Adaptive Median-C, Adaptive Mean-C, Adaptive mean of minimum and maximum. The three approaches obtain result from porosity using the *DRP* method and will be compared to the result of porosity calculations carried out in the laboratory using the Helium porosity method. Estimation of porosity value using the Adaptive method approaching the result of obtaining Helium porosity value was using the Adaptive Median-C method, in which the estimated porosity value was 26,8 %. Meanwhile, the result of Helium porosity value reached 29 %. The estimated porosity value from another Adaptive method approach has the value of more than 30 %. Estimation of permeability value in the Ngrayong samples with a digital image resolution size of 200x200x200 pixels and using an iteration of 30.000 was 14,6175 mD.

**Keywords:** *DRP*, porosity, permeability, Adaptive method

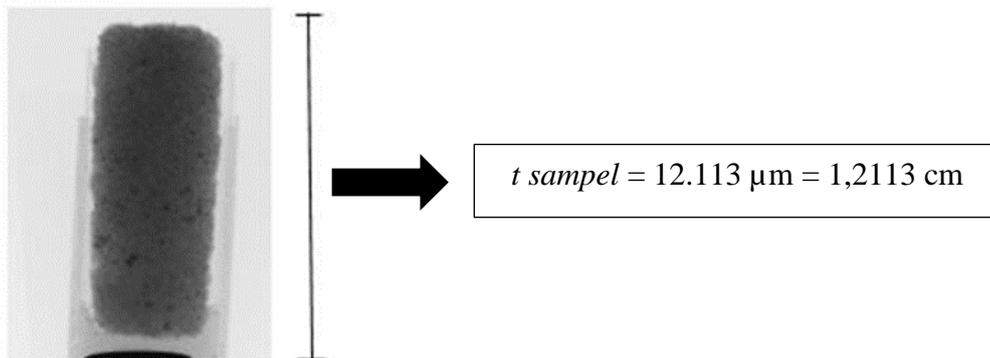
## Pendahuluan

Globalisasi merupakan isu yang selalu dikaitkan dengan pemanasan global atau *global warming*. *Global warming* berasal dari gas CO<sub>2</sub> yang menyelubungi bumi sehingga suhu di atmosfer mengalami peningkatan. Aktivitas hidup manusia yang dapat menimbulkan gas CO<sub>2</sub> diantaranya adalah asap kendaraan bermotor, limbah asap pabrik, pengelolaan industri migas dan lain sebagainya. Saat ini telah berkembang metode yang digunakan untuk menangkap CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> akan ditampung ke dalam sebuah tabung *container* kemudian gas CO<sub>2</sub> tersebut akan diinjeksikan ke formasi Ngrayong. Tujuan hal tersebut adalah agar CO<sub>2</sub> tidak menyebar. Formasi Ngrayong merupakan salah satu formasi yang diketahui memiliki nilai porositas dan permeabilitas. Oleh karena itu Ngrayong merupakan salah satu batuan *reservoir*. *Reservoir* merupakan tempat untuk menyimpan hidrokarbon [1].

Pemodelan fisika batuan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memahami karakteristik dari batuan *reservoir*. Permodelan fisika batuan didasarkan dari ketersediaan data baik dari data *core* ataupun data *log*. Keunggulan dengan mengetahui jenis batuan penyusun *reservoir* dapat dilakukan permodelan fisika batuan berdasarkan sifat elastis dari batuan. Pengukuran sifat elastis batuan dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dapat dilakukan menggunakan data *core* dan data *log* dari pengeboran sumur di lapangan, sedangkan pemodelan batuan secara tidak langsung dapat diperoleh dari inversi data seismik dan pendekatan *Digital Rock Physics* [2].

## Metode Penelitian

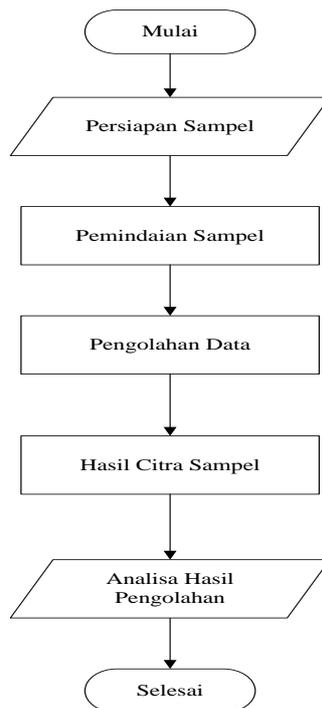
### 1. Sampel



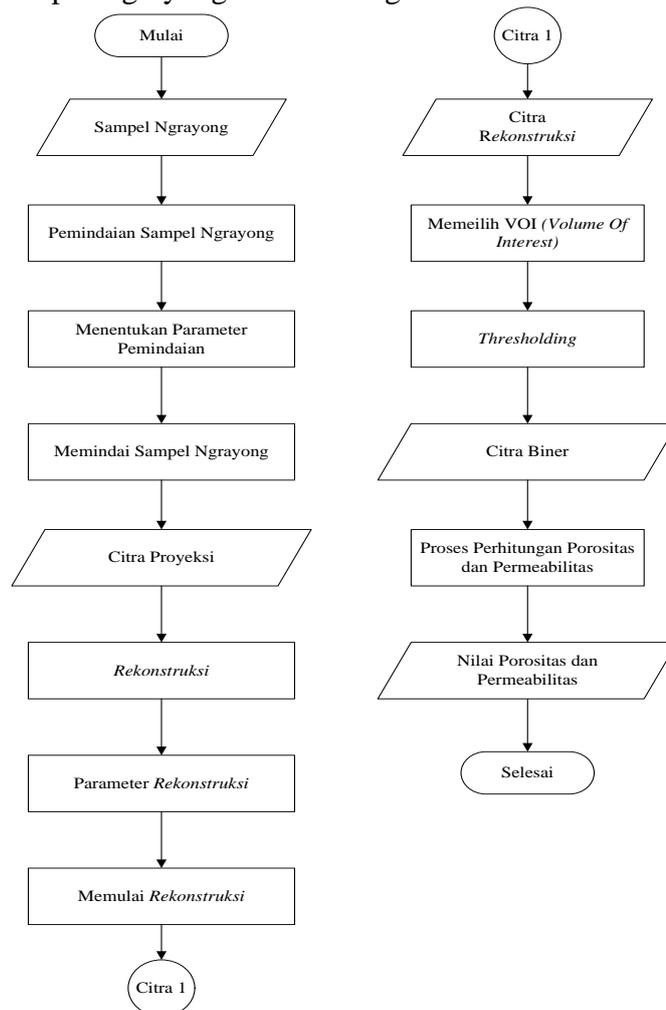
Penelitian ini menggunakan metode *Adaptive* dalam menentukan estimasi porositas. Sedangkan dalam menentukan estimasi permeabilitas menggunakan palabos dengan *windows*. Metode *Adaptive* memiliki tiga pendekatan yaitu *mean*, *median*, dan *mean of minimum and maximum*.

### 2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian estimasi nilai porositas dan permeabilitas untuk citra sampel Ngrayong adalah sebagai berikut:



Prosedur pengolahan citra sampel Ngrayong adalah sebagai berikut:



## Hasil Dan Pembahasan

Tabel 1 merupakan hasil estimasi porositas menggunakan metode *Adaptive* secara penuh dan menggunakan ukuran 200x200. Hasil kedua ukuran tersebut jika dibandingkan dengan setiap pendekatan hasilnya tidak begitu terpaut jauh. Tabel 2 merupakan hasil pengukuran menggunakan metode porositas Helium. Pengukuran porositas Helium dilakukan di laboratorium dengan menggunakan porosimeter. Porosimeter bekerja menggunakan prinsip hukum *Boyle*. Hukum *Boyle* berbunyi pada suhu tetap maka tekanan akan berbanding terbalik dengan volume. Jika estimasi nilai porositas menggunakan *DRP* dibandingkan dengan pengukuran porositas Helium hasil yang mendekati laboratorium adalah metode *Adaptive* dengan pendekatan *Median-C*.

**Tabel 1.** Estimasi porositas menggunakan metode *Adaptive* secara penuh dan dengan ukuran 200x200

<i>median-C</i>		<i>mean-C</i>		<i>minmax</i>	
$\Phi$ Full	$\Phi$ 200x200	$\Phi$ Full	$\Phi$ 200x200	$\Phi$ Full	$\Phi$ 200x200
26,8 %	27,5 %	34,2 %	35,2 %	40,5 %	41,4 %

Tabel 2 adalah hasil perhitungan porositas Helium yang bekerja dengan cara berikut : porosimeter dialiri gas ke dalam ruang pengukuran *core*. Gas yang mengalir tersebut akan mengisi ruang kosong yang berisi *disk calibration*, sehingga dari penerapan hukum tersebut dapat ditentukan persamaan regresi berdasarkan perbandingan tekanan *disk calibration*. Volume *grain* dapat ditemukan berdasarkan data perbandingan tekanan dari sampel *core* yang kemudian akan dipakai untuk mencari porositasnya dalam persentase.

**Tabel 2.** Hasil pengukuran menggunakan porositas Helium

Porositas Helium	
Core #1	Core#3
29,1 %	29,6 %

Penjelasannya adalah karena sebagian gas mengalir ke ruang sampel maka kerapatan gas tersebut akan berkurang sehingga tekanan gas tersebut juga ikut berkurang. Perubahan tekanan inilah yang dibaca pada alat porosimeter. Perubahan tekanan ini merepresentasikan volume *core* yang dimasukkan ke dalam ruang sampel karena jika *core* yang dimasukkan bervolume besar maka akan sedikit gas yang mengisi kekosongan ruang sampel yang membuat kerapatan dan tekanan gas tidak banyak berkurang sehingga simpangan perbedaannya tidak akan terlalu besar. Lain halnya jika *core* yang dimasukkan bervolume kecil, akan banyak gas yang mengisi kekosongan di dalam ruang sampel yang mengakibatkan tekanan gas menjadi banyak berkurang. Volume yang terukur disini dianggap sebagai volume *grain*. Kelebihan dari pengukuran menggunakan metode porositas Helium adalah hasil porositas yang diperoleh dari percobaan ini merupakan hasil dari porositas efektif. Adapun kekurangan dari pengukuran menggunakan porositas Helium adalah metode ini tidak bisa menentukan porositas total karena terdapat volume pori terisolasi yang tidak bisa dihitung karena tidak dapat dilalui oleh fluida.

**Tabel 3.** Estimasi permeabilitas

Kode	<i>Average velocity</i>	<i>Lattice velocity</i>	<i>Grand P</i>	<i>Iterasi</i>	<i>K</i>	<i>k_(mD)</i>
Run 1	2,21818 e-006	0,166667	1,06383 e-006	30,000	0,347515	12,762
Run 2	2,86331 e-006	0,16667	1,16383 e-006	30,000	0,448585	16,473
Rata-rata						14,618

Tabel 3 merupakan hasil estimasi nilai permeabilitas menggunakan sampel *sandstone* Ngrayong. Perhitungan nilai permeabilitas dilakukan menggunakan dua sub sampel yaitu *Run 1* dan *Run 2*. Hasil estimasi nilai permeabilitas dalam *mili darcy* diperoleh nilai 14,618 mD. Nilai permeabilitas didapatkan dari perhitungan menggunakan perangkat lunak *open source Paralel Lattice Boltzmann* atau sering disebut dengan *palabos*. Sub sampel batuan Ngrayong yang telah melalui proses *thresholding* kemudian diubah menjadi *file .DAT* yang kemudian akan terbaca oleh *palabos*. Sub sampel yang digunakan dalam pengukuran ini keduanya menggunakan resolusi 200x200x200 yang artinya menggunakan ukuran 200x200 dengan sebanyak 200 piksel. Iterasi yang digunakan oleh keduanya adalah 30.000.

Telah dilakukan penelitian perhitungan permeabilitas [3] menggunakan tiga metode yaitu analisa petrografi yaitu menghitung pori antar butir dan pori di dalam butir, pengamatan optis dengan SEM serta penjumlahan fluida yaitu dengan menghitung selisih berat basah dengan berat kering kemudian dibandingkan dengan berat total. Hasil estimasi nilai permeabilitas menggunakan metode DRP jika dibandingkan dengan menggunakan tiga metode tersebut (Tabel 4) hasilnya berbeda. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh tingkat ketelitian metode DRP dalam melakukan analisa perhitungan. Penelitian ini menggunakan sampel batuan yang sama dan diambil dibagian yang sama yaitu bagian bawah. Akan tetapi dalam penelitian menggunakan metode DRP dan pengukuran laboratorium tersebut tidak diambil pada tempat atau area yang sama, sehingga hasil yang diperoleh terpaut jauh.

**Tabel 4.** Tabel perbandingan kualitas reservoir batu pasir Formasi Ngrayong menggunakan metode analisa petrografi, pengamatan optis dengan SEM dan penjumlahan fluida [3].

Keterangan	Batu Pasir Ngrayong Atas	Batu Pasir Ngrayong Tengah	Batu Pasir Ngrayong Bawah
Besar butir	0,5 - 1 mm	0,2 - 1 mm	1 - 2 mm
Sortasi	sangat baik	Baik	Buruk
Sementasi	kurang dominan	dominan	Dominan
Bentuk butir	menyudut tanggung - membulat tanggung	menyudut - membulat	menyudut -menyudut tanggung
Kompaksi	kurang kompak	cukup kompak	amat kompak
Porositas (saturasi)	18,78 %	11,83 %	10,10 %
Porositas (petrografi)	19,8 %	15,39 %	13,3 %
Porositas (SEM)	16,85 %	16,28 %	10,69 %
Permeabilitas	399,625 mD	157,4 mD	1370,64 mD

## Kesimpulan Dan Saran

### 1. Kesimpulan

Dalam penelitian yang berjudul Estimasi Nilai Porositas dan Permeabilitas Untuk Sampel Citra *Sandstone* Ngrayong Menggunakan Metode *Adaptive* diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Estimasi nilai porositas untuk sampel *sandstone* Ngrayong menggunakan metode *Adaptive* menghasilkan estimasi nilai sebagai berikut:

<i>Adaptive Median-C</i>	<i>Adaptive Mean-C</i>	<i>Adaptive mean of minimum and maximum</i>	Porositas Helium	
$\Phi$ Full	$\Phi$ Full	$\Phi$ Full	Core #1	Core #3
26,8 %	34,2 %	40,5 %	29,1 %	29,6 %

Dari ketiga pendekatan metode *Adaptive* tersebut, hasil yang mendekati pengukuran laboratorium untuk sampel Ngrayong adalah metode *Adaptive* menggunakan pendekatan *Median-C*.

- Estimasi nilai permeabilitas untuk sampel *sandstone* Ngrayong menghasilkan estimasi nilai sebagai berikut:

Kode	<i>Average velocity</i>	<i>Lattice velocity</i>	<i>Grand P</i>	<i>Iterasi</i>	<i>K</i>	<i>k_(mD)</i>
Run 1	2,21818 e-006	0,166667	1,06383 e-006	30,000	0,347515	12,762
Run 2	2,86331 e-006	0,16667	1,16383 e-006	30,000	0,448585	16,473
Rata-rata						14,618

Hasil permeabilitas dengan ukuran sampel Ngrayong 200x200x200 piksel dengan iterasi 30.000 adalah 14,618 mD.

## 2. Saran

Adapun hasil dari penelitian ini memerlukan kajian lebih lanjut antara lain:

- Perlu dilakukan permodelan secara keseluruhan agar dapat terlihat permukaan pori secara keseluruhan dari sampel yang digunakan.
- Perlu dilakukan perhitungan nilai permeabilitas dengan menggunakan sub sampel lebih banyak agar hasil lebih efektif.
- Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan linux agar dapat mengetahui perbedaan perhitungan menggunakan windows dan linux.

## Daftar Rujukan

- [1] Tsuji, T., Matsuoka, T., A, Gunawan. W., Hato, M., Takahashi, T., Sule, R. M., Kitamura, K., Yamada, Y., Onishi, K., Widarto, S. D., Sebayang, I. R., Prasetyo, A., Priyono, A., Ariadji, T., Sapiie, B., Widiyanto, E., Asikin, R. A., dan *Gundih CCS project team. Reservoir Characterization for Site Selection in the Gundih CCS Project, Indonesia. Science Direct 2014.*
- [2] Handoyo., Fatkhan., Latief, F. D. E., Riski, R., dan Putri, H. Y. *Estimation of Rock Physical Parameters Based on Digital Rock Physics Image, Case Study : Block Cepu Oil Field, Central Java, Indonesia.* Jurnal Geofisika, **16** : 21-26 2018.
- [3] Al, A. M., Firsandi, M. *Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Ngrayong Menggunakan Metode Petrofisik.* LIPI. Kebumen 2018.