

**IDENTIFIKASI BESARAN FISIS SAMPEL *CORE*
RESERVOIR KARBONAT BERDASARKAN CITRA
*μ-CT (MICRO COMPUTERIZED TOMOGRAPHY)***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Disusun oleh :
Irsyad Nuruzzaman Sidiq
13620021

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2017**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor :B- 1962/Un.02/DST/PP.05.3/07/2017

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Identifikasi Besaran Fisis Sampel *Core Reservoir* Karbonat Berdasarkan Citra μ -CT (*Micro Computerized Tomography*)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Irsyad Nuruzzaman Sidiq
NIM : 13620021
Telah dimunaqasyahkan pada : 20 Juni 2017
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
NIP.19771025 200501 1 004

Penguji I

Anis Yuniati, S.Si., M.Si.
NIP.19830614 200901 2 009

Penguji II

Asih Melati, S.Si., M.Sc.
NIP. 19841110 201101 2 017

Yogyakarta, 5 Juli 2017
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Murtono, M.Si
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Irsyad Nuruzzaman Sidiq

NIM : 13620021

Judul Skripsi : Identifikasi Besaran Fisis Sampel *Core Reservoir* Karbonat Berdasarkan Citra μ -Ct (*Micro Computerized Tomography*)

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Jurusan Fisika

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 7 Juni 2017

Pembimbing

Dr. Thaqibul Fikri N., M.Si

NIP.197710252005011004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irsyad Nuruzzaman Sidiq

NIM : 13620021

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul: Identifikasi Besaran Fisis Sampel *Core Reservoir* Karbonat Berdasarkan Citra μ -CT (*Micro Computerized Tomography*) adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan tata penulisan yang lazim.

Yogyakarta, 7 Juni 2017

Yang menyatakan



Irsyad Nuruzzaman Sidiq
NIM : 13620021

MOTTO

وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ وَلَئِن كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ ﴿٧﴾

Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih" (Ibrahim [14] : 7)

﴿وَأَعْبُدُوا اللَّهَ وَلَا تُشْرِكُوا بِهِ شَيْئًا وَبِالْوَالِدَيْنِ إِحْسَانًا﴾

"Sembahlah Allah dan janganlah kamu mempersekutukan-Nya dengan sesuatupun. Dan berbuat baiklah kepada dua orang ibu-bapa," (An-Nisa [4] : 36)

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ﴿١١﴾

"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat." (Al-Mujadilah [58] : 11)

Pikirkan yang penting-penting saja. Kamu adalah dirimu. (Irsyad)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

Kedua orang tua saya, Muhammad Zainudin dan Khasanah

Adik-adik saya tercinta, Farhan Fuad Hasan, Sarah Tazkia Zain, Berlian Nurul

Ummah, serta seluruh keluarga besar

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Keluarga Besar Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta angkatan 2013

Study Club Geofisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

My best friends in crime Farros Haydar Rayhan, Lailis Sa'adah, Fitriyanto Andy P.

Keluarga Besar ITTC PTIPD UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta terkhusus Muhammad

Habibi, M.Cs, Ervan Yogi Arifianto, S.Kom, P.W. Cahyo, M.Cs.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'alamin, segala puji syukur kami haturkan ke hadirat Allah SWT., yang telah memberikan *rahmat*, serta *inayah*-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul IDENTIFIKASI BESARAN FISIS SAMPEL *CORE RESERVOIR* KARBONAT BERDASARKAN CITRA μ -CT (*MICRO COMPUTERIZED TOMOGRAPHY*) dengan baik. Tidak lupa *shalawat* serta salam semoga tetap tercurah kepada beliau, Rasulullah Muhammad SAW., yang diharapkan *syafaatnya* di hari akhir nanti.

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu bentuk tanggung jawab dari penulis sebagai mahasiswa program studi fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana. Dalam penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu sepatutnya penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Drs. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku rektor UIN Sunan Kalijaga
2. Dr. Murtono, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
3. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., selaku ketua Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga
4. Seluruh dosen Fisika UIN Sunan Kalijaga, yang telah memberikan bimbingan serta ilmunya
5. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi ini, yang dengan sabar selalu mengarahkan serta memberi motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas kesabaran serta dan waktu dalam memberikan bimbingan, nasihat, serta ilmunya yang sangat bermanfaat
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Muhammad Zainudin dan Ibu Khasanah, yang konsisten memberikan beasiswa *parent foundation* hingga saat ini, selalu memberikan energi positif disaat anaknya menemui masalah, selalu

memberikan semangat, motivasi dan doa-doanya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

7. Mas Zeky dan Mas Rokhim, LEMIGAS Jakarta yang telah membantu penulis dalam memperoleh sampel *core reservoir* karbonat.
8. Dr. Fourier Dzar Eljabbar Latief, dosen Fisika FMIPA ITB, yang telah memberikan arahan dan ilmu serta tenaganya untuk membantu penulis.
9. Kak Chandra, Kak Firman, Kak Bisri, dan Chris (Fisika FMIPA ITB) yang memberikan banyak masukan dan arahan serta tenaga dalam penyusunan skripsi ini.
10. Bapak Arif selaku koordinator ITTC PTIPD UIN Sunan Kalijaga yang telah mengizinkan penulis menggunakan komputer training ICT untuk keperluan pengolahan data.
11. Mas Habibi, Mas Ervan, Mas Cahyo, Mas Fauzi, Mbak Sasti, Mbak Amel dan seluruh keluarga ITTC PTIPD UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan tambahan wawasan yang mendukung dalam penulisan skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman fisika angkatan 2013 yang telah berjuang bersama dalam menempuh studi S-1 di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
13. Seluruh keluarga besar *study club* geofisika.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam serangkaian proses penulisan skripsi.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses yang telah dilaporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, Juni 2017

Irsyad Nuruzzaman Sidiq
Penulis

**IDENTIFIKASI BESARAN FISIS SAMPEL *CORE RESERVOIR*
KARBONAT BERDASARKAN CITRA μ -CT
(*MICRO COMPUTERIZED TOMOGRAPHY*)**

**Irsyad Nuruzzaman Sidiq
13620021**

INTISARI

Digital Rock Physics (DRP) merupakan metode berbasis citra digital sebagai salah satu alternatif metode untuk mencari besaran-besaran fisis dari sampel batuan agar lebih efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai porositas dan permeabilitas dari sampel *core reservoir* karbonat dengan menganalisis citra biner yang diperoleh dari hasil pemindaian sampel yang telah direkonstruksi menjadi citra keabuan dan telah melalui proses *thresholding*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel dengan variasi histogram (dengan mengatur histogram), menggunakan metode *thresholding* otsu serta memiliki citra yang tinggi (5,343750 μ m) tepat digunakan untuk menganalisis nilai porositas dengan ketepatan sebesar 96,20%. Nilai permeabilitas diperoleh menggunakan sub sampel dengan rerata nilai permeabilitas yang diperoleh sebesar 12,070 mD dengan ketepatan 75,44%.

Kata kunci : *Digital Rock Physics* (DRP), *micro-CT scan*, *reservoir*, karbonat, porositas, permeabilitas.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**IDENTIFICATION PHYSICAL QUANTITIES OF SAMPLE CORE
CARBONATE RESERVOIR BASED ON THE IMAGE OF μ -CT
(MICRO COMPUTERIZED TOMOGRAPHY)**

Irsyad Nuruzzaman Sidig
13620021

ABSTRACT

Digital Rock Physics (DRP) is a digital image-based method as an alternative method to find the physical quantities of rock samples to make it more effective and efficient. This research aims to gain the value of porosity and permeability of carbonate reservoir core samples by analyzing the binary image obtained from the results of the scanned of the sample that has been reconstructed to become the greyscale image and has been through a process of thresholding. The results of this study indicate that samples with a variation of the histogram (by adjusting the histogram), using the method of otsu thresholding and image height (5.343750 μ m) used to analyze the value of porosity with a precision of 96.20%. Permeability value obtained using the sub sample with a mean value of permeability were obtained of 12.070 mD with a precision of 75.44%.

Keywords : Digital Rock Physics (DRP), micro-CT scan, reservoir, carbonate, porosity, permeability.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 Kajian Geologi	11
2.2.1.1 Geologi Regional Cekungan Sumatera Selatan	11
2.2.1.2 Batuan <i>Reservoir</i>	12
2.2.1.3 Batuan Karbonat	14
2.2.2 Pemindaian.....	15
2.2.2.1 Prinsip Kerja	16
2.2.2.2 Besaran Pemindaian.....	19
2.2.2.3 Rekonstruksi Citra	20
2.2.3 Citra Digital.....	20
2.2.3.1 Histogram.....	22
2.2.3.2 Citra Skala Keabuan (<i>Greyscale Images</i>).....	23
2.2.3.3 Thresholding	24
2.2.3.4 Citra Hitam-Putih (<i>Binnary Images</i>).....	26
2.2.4 Besaran Fisis	26
2.2.4.1 Porositas.....	26
2.2.4.2 Permeabilitas.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.1.1 Waktu Penelitian	31
3.1.2 Tempat Penelitian.....	31

3.2	Sampel dan Perangkat Penelitian	31
3.2.1	Sampel.....	31
3.2.2	Perangkat Penelitian.....	33
3.3	Prosedur Penelitian.....	35
3.3.1	Persiapan Sampel	35
3.3.2	Pemindaian Sampel.....	36
3.3.3	Pengolahan Citra	39
3.3.3.1	<i>Misalignment Compensation</i>	39
3.3.3.2	<i>Ring of Artifacts Reduction</i>	40
3.3.3.3	<i>Beam Hardening Correction</i>	41
3.3.4	Analisis.....	44
3.3.4.1	Perhitungan Porositas	44
3.3.4.2	Perhitungan Permeabilitas	45
3.3.4.3	Perhitungan Ketepatan Data	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Hasil Penelitian	47
4.1.1	Variasi Histogram	47
4.1.2	Analisis Porositas	49
4.1.2.1	Tidak dengan Mengatur Histogram	49
4.1.2.2	Dengan Mengatur Histogram.....	50
4.1.3	Analisis Permeabilitas.....	53
4.2	Pembahasan.....	54
4.2.1	Variasi Histogram	54
4.2.2	Analisis Porositas	55
4.2.3	Analisis Permeabilitas.....	59
4.2.4	Integrasi-Interkoneksi	60
BAB V PENUTUP.....		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN.....		68

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian-penelitian yang berkaitan	8
Tabel 2.2 Porositas <i>reservoir</i> (Koesoemadinata, 1980)	28
Tabel 2.3 Permeabilitas <i>reservoir</i> (Koesoemadinata, 1980)	29
Tabel 3.1 Dimensi sampel I dan D	31
Tabel 3.2 Nilai besaran fisis hasil perhitungan laoratorium	32
Tabel 3.3 Daftar Perangkat Keras	33
Tabel 3.4 Daftar Perangkat Lunak	34
Tabel 3.5 Skenario dan parameter pemindaian sampel.....	37
Tabel 4.1 Variasi histogram pada citra proyeksi sampel I.....	48
Tabel 4.2 Variasi histogram pada citra proyeksi sampel D	48
Tabel 4.3 Nilai porositas sampel I	49
Tabel 4.4 Nilai porositas sampel D	49
Tabel 4.5 Nilai porositas sampel I	50
Tabel 4.6 Nilai porositas sampel D	50
Tabel 4.7 Nilai porositas total (%)	51
Tabel 4.8 Ketepatan hasil analisis porositas	51
Tabel 4.9 Nilai porositas sub sampel D	52
Tabel 4.10 Nilai permeabilitas sampel <i>core reservoir</i> karbonat	53
Tabel 4.11 Ketepatan hasil analisis permeabilitas	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elemen Sistem Perminyakan (Zakaria, 2015).....	13
Gambar 2.2 Citra proyeksi hasil pemindaian.....	16
Gambar 2.3 Perangkat Bruker Micro-CT Scan Sky Scan 1173 (diakses dari http://bruker-microct.com/product/1173.htm)	16
Gambar 2.4 Skema generator sinar-X (Susila dkk, 2014)	17
Gambar 2.5 Koordinat Citra Digital.....	22
Gambar 2.6 Representasi Matriks Citra Digital.....	22
Gambar 2.7 Contoh Histogram (Agu, 2016).....	23
Gambar 2.8 Citra hasil rekonstruksi dengan skala keabuan (<i>greyscale</i>)	24
Gambar 2.9 Citra hitam-putih yang telah melewati proses <i>thresholding</i>	26
Gambar 3.1 Perbandingan antara sampel <i>core</i> dengan sampel <i>micro plug</i> . a) tampak dari samping. b) tampak dari atas.....	32
Gambar 3.2 Proses <i>Plugging</i>	32
Gambar 3.3 Sampel <i>core</i> karbonat yang digunakan. Sampel I (a) sampel D (b)..	32
Gambar 3.4 Alur penelitian.....	35
Gambar 3.5 Skenario pemindaian <i>Single Full</i>	36
Gambar 3.6 <i>Profile line</i> proyeksi sampel sebelum pemindaian.....	37
Gambar 3.7 Citra proyeksi sampel I (a) dan sampel D (b)	38
Gambar 3.8 Alur pemindaian sampel.....	38
Gambar 3.9 Kurva citra proyeksi tanpa <i>misalignment compensation</i>	39
Gambar 3.10 Kurva citra proyeksi dengan <i>misalignment compensation</i>	40
Gambar 3.10 Hasil citra <i>greyscale</i> dengan koreksi <i>ring of artifact</i> = 2 (a) dan dengan <i>ring of artifact</i> = 6 (b).....	40
Gambar 3.11 Hasil citra <i>greyscale</i> dengan <i>beam hardening</i> = 7% (a) dan dengan <i>beam hardening</i> = 41 (b).....	41
Gambar 3.12 Kurva dengan <i>beam hardening</i> = 7% (a) dan dengan <i>beam hardening</i> = 41 (b)	42
Gambar 3.12 VOI keseluruhan sampel (a) dan VOI sub sampel (b)	43
Gambar 3.14 Alur pengolahan citra	44
Gambar 4.1 Titik data perbandingan nilai porositas digital dengan laboratorium	52
Gambar 4.2 Struktur pori 3D dari sampel I (a) dan sampel D (b)	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemindaian sampel.....	68
Lampiran 2. Pengolahan data.....	73
Lampiran 3. Analisis.....	76
Lampiran 4. <i>Curriculum Vitae</i>	102



DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

Gambar 1. <i>Profile line</i> pemindaian sampel I dan D.....	68
Gambar 2. <i>Missalignment compensation</i> sampel I.....	73
Gambar 3. <i>Missalignment compensation</i> sampel D.....	73
Gambar 4. <i>Ring artifact reduction</i> dan <i>beam hardening correction</i> sampel I.....	74
Gambar 5. <i>Ring artifact reduction</i> dan <i>beam hardening correction</i> sampel d.....	74
Gambar 6. VOI untuk sampel I dan sampel D.....	75
Gambar 7. VOI untuk sub sampel D.....	75
Gambar 8. <i>Bitwise operation</i> untuk sampel I dan D.....	75
Gambar 9. Pengaturan metode <i>thresholding</i> untuk sampel I dan D.....	76
Gambar 10. Konversi nilai permeabilitas.....	101



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia diciptakan oleh Allah SWT sebagai khalifah di bumi memiliki amanah dan tanggung jawab untuk memakmurkan seisi bumi. Allah SWT menciptakan bumi dengan segala kekayaan alam yang terkandung di dalamnya sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Luqman ayat 20 sebagai berikut :

أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعْمَهُ
ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً

Artinya : *Tidakkah kamu perhatikan sesungguhnya Allah telah menundukkan untuk (kepentingan)mu apa yang di langit dan apa yang di bumi dan menyempurnakan untukmu nikmat-Nya lahir dan batin. (QS. Luqman: 20)*

Muhammad Nasib Ar-Rifa'i dalam kitab Tafsir Ibnu Katsir jilid 3 halaman 580 menjelaskan bahwa Allah SWT telah mengingatkan kepada makhluk-Nya tentang nikmat-nikmat yang telah diberikan. Allah telah menundukkan segala yang ada di langit dan yang ada di bumi agar dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan di dunia. Kemudian dari usaha pemenuhan kebutuhan di dunia tersebut dijadikan sarana untuk menyembah Allah SWT sebagaimana yang telah diperintahkan-Nya. Dia telah memberikan nikmat lahir dan batin berupa pengutusan para rasul, penurunan kitab, dan melenyapkan kesamaran.

Dari pemaparan tafsir Al-Quran surat Luqman ayat 20 maka sangat sesuai dengan judul penelitian yang akan diangkat. Berdasarkan tafsir di atas, secara kontekstual maka dapat dijelaskan bahwasannya Allah SWT telah mengamanatkan pengelolaan dan pemanfaatan kekayaan alam kepada manusia agar dapat dieksplorasi dan dieksploitasi untuk kepentingan kesejahteraan dan kemashlahatan masyarakat secara berkelanjutan. Pengelolaan dan pemanfaatan kekayaan alam khususnya minyak dan gas harus dilakukan secara baik dan benar dengan mempertimbangkan faktor lingkungan sehingga kegiatan ini tidak merusak dan mencemari ekosistem yang sudah ada. Oleh karena itu diperlukan perkembangan teknologi atau metode eksplorasi yang mampu mengurangi risiko tersebut. Hal ini penting untuk dilakukan di Indonesia mengingat negara yang memiliki jumlah pulau 17.504 buah (Departemen Dalam Negeri RI, 2004) ini merupakan salah satu negara penghasil minyak dan gas dan banyak kegiatan eksploitasi minyak dan gas yang dilakukan.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan dua per tiga dari luas wilayahnya adalah lautan. Namun, studi mengenai hasil laut terutama dalam bidang geofisika masih sangat kurang, terutama studi mengenai batuan karbonat, sehingga pemanfaatannya belum maksimal. Di sisi lain, Indonesia berada pada kawasan wilayah yang beriklim tropis dimana kawasan ini lah yang menjadi tempat yang ideal untuk terbentuknya terumbu karang sedangkan terumbu karang merupakan komponen utama penyusun batuan karbonat. Dalam perkembangannya, batuan karbonat sangat berperan

penting dalam kehidupan manusia. Hal ini dapat dilihat dari industri perminyakan yaitu sebagai *reservoir* atau batuan penyimpan minyak dan gas bumi, dimana hampir 40% batuan *reservoir* yang ada di dunia berasal dari batuan karbonat (Wahyu, 2013). Sedangkan Indonesia sendiri memiliki cadangan minyak dan gas bumi yang berasal dari karbonat sebanyak 35% dari total cadangan minyak nasional yang sudah terbukti.

Sementara itu, kebutuhan dunia terhadap minyak dan gas bumi semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi mesin yang menggunakan bahan bakar minyak yang semakin pesat. Sementara di Indonesia sendiri, konsumsi minyak dan gas terus mengalami kenaikan sejak tahun 2003 sekitar 8% setiap tahun sedangkan produksi selalu menurun 15-20% setiap tahun. Hal ini dikarenakan cadangan minyak nasional saat ini tinggal 3,7 miliar barrel dari sekitar 27 miliar barrel cadangan minyak yang sudah terbukti ada (*proven reserve*) (Biantoro, 2015).

Hal ini yang membuat para ahli dan ilmuwan terus berupaya untuk mengembangkan pengetahuan guna mendapatkan hasil produksi yang maksimal. Selama ini informasi seismik masih memiliki keterbatasan terutama mengenai resolusi data seismik. Namun para ilmuwan dan peneliti terus berusaha untuk memperoleh informasi data seismik yang lebih rinci. Informasi yang dimaksudkan adalah informasi mengenai besaran-besaran fisika batuan *reservoir* yang berada dibawah permukaan bumi.

Metode seismik yang kini telah berkembang begitu pesat mengarah pada seismik lithologi dan petrofisika yang mampu menghasilkan informasi-informasi yang lebih detil dan akurat, sehingga seringkali data-data seismik masa lalu diproses ulang untuk dikaji lebih mendalam. Data seismik permukaan telah digunakan se-optimal mungkin untuk memperkirakan karakter lithologi suatu jenis batuan *reservoir* bawah permukaan, seperti porositas dan permeabilitas untuk keperluan eksplorasi dan eksploitasi migas secara efektif dan efisien (Sismanto, 2012). Batuan *reservoir* harus menyanggah dua sifat fisik penting yaitu harus mempunyai porositas yang memberikan kemampuan untuk menyimpan, dan juga kelulusan atau permeabilitas. Jadi secara singkat dapat disebut bahwa batuan *reservoir* harus berongga-rongga atau berpori-pori yang berhubungan. Porositas dan permeabilitas sangat erat hubungannya, sehingga dapat dikatakan permeabilitas tidak mungkin tanpa adanya porositas, walaupun sebaliknya belum tentu demikian. Dapat dipahami bahwa nilai-nilai besaran *reservoir* tersebut mempunyai pengaruh yang cukup berarti terhadap bentuk dan perilaku gelombang seismik yang melalui *reservoir* tersebut yang terekam oleh detektor di permukaan (Dutta dan Ode, 1979a; Dutta dan Ode, 1979b; Smith dan Gidlow, 1987; Akbar, dkk., 1993; Best, dkk., 1994; Sheriff dan Geldart, 1995; Santoso, dkk. 1995; Santoso, dkk., 1999; Sismanto, 2012).

Metode perhitungan besaran fisis yang ada saat ini masih menggunakan perhitungan dari laboratorium. Perhitungan porositas menggunakan alat *Helium Porosity*, dimana sampel diinjeksikan gas helium kemudian akan

dihitung nilai porositasnya. Namun, struktur pori di dalam sampel menjadi berubah akibat proses injeksi gas helium tersebut. Perhitungan permeabilitas menggunakan alat *permeabilitymeter* yang diolah menggunakan hukum Darcy dan Keikenberg (LEMIGAS, 2013). Metode-metode di atas memiliki kekurangan yakni sampel menjadi berubah struktur porinya sehingga metode-metode di atas bersifat destruktif. Oleh karena itu diperlukan metode perhitungan besaran fisis dari suatu sampel batuan yang lebih efisien, efektif, dan tidak bersifat merusak (destruktif) terhadap struktur pori batuan karena tidak menggunakan unsur tertentu sebagai media dalam mengukur besaran fisis yang akan dicari.

Digital Rock Physics (DRP) merupakan metode berbasis citra digital sebagai salah satu alternatif metode untuk mencari besaran-besaran fisis dari sampel batuan agar lebih efektif dan efisien (Winardhi, 2016). Citra digital dihasilkan dari pemindaian sampel batuan menggunakan alat *Micro-CT Scan* dan didapatkan proyeksi citra batuan *reservoir*. Proyeksi ini selanjutnya direkonstruksi menjadi citra penampang (lateral). Setelah itu citra yang telah direkonstruksi diolah untuk mendapatkan besaran-besaran fisis. Untuk mendapatkan citra tersebut, perlu diperhatikan besaran-besaran fisis pemindaian. Selain itu resolusi juga mempengaruhi hasil pemindaian sehingga akan berpengaruh pada citra digital yang dihasilkan.

Pada penelitian ini dilakukan proses pemindaian, rekonstruksi dan perhitungan besaran-besaran fisis dari sampel *core reservoir* karbonat berdasarkan citra digital. Sampel *core reservoir* yang digunakan berasal dari

formasi gumai pada cekungan Sumatera Selatan dengan kode kedalaman C30. Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan yang produktif sebagai penghasil minyak dan gas bumi. Hal ini terbukti dari banyaknya rembesan minyak dan gas bumi yang dihubungkan oleh adanya antiklin. Adanya rembesan tersebut dapat digunakan sebagai indikasi awal untuk eksplorasi minyak dan gas bumi yang berada di bawah permukaan bumi. Formasi gumai merupakan bagian dari *reservoir* yang efektif menyimpan minyak dan gas bumi pada sistem perminyakan cekungan tersebut termasuk pada kedalaman sampel yang digunakan. Selain sebagai *reservoir*, formasi gumai juga berperan sebagai *seal* (lapisan penutup) dari lapisan *reservoir* yang berupa lapisan *shale* (tempat terbentuknya minyak dan gas bumi) yang baru dan merupakan jebakan minyak dan gas bumi yang migrasi dari *reservoir* (Ariyanto, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah nilai porositas sampel *core reservoir* karbonat dari hasil perhitungan citra *Micro-CT Scan* ?
2. Berapakah nilai permeabilitas sampel *core reservoir* karbonat dari hasil perhitungan citra *Micro-CT Scan*?
3. Berapakah ketepatan nilai porositas dan permeabilitas dari citra biner terhadap nilai porositas dan permeabilitas dari laboratorium?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menghitung nilai porositas sampel *core reservoir* karbonat dari hasil citra *Micro-CT Scan*.
2. Menghitung nilai permeabilitas sampel *core reservoir* karbonat dari hasil citra *Micro-CT Scan*.
3. Menghitung ketepatan nilai porositas dan permeabilitas dari citra biner terhadap nilai porositas dan permeabilitas dari laboratorium.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini yaitu:

1. Citra yang digunakan dan diolah memiliki format .bmp 8 bit
2. Variasi metode *thresholding* yang digunakan adalah *adaptive (mean of min and max values)*, dan *automatic (otsu method)*.
3. Ukuran citra sub sampel secara fisis yang digunakan untuk perhitungan permeabilitas adalah $230 \text{ mm} \times 230 \text{ mm} \times 227 \text{ mm}$.
4. Hanya menghitung nilai dari besaran fisis porositas dan permeabilitas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi mengenai metode identifikasi besaran fisis dari sampel *core reservoir* melalui analisis citra.
2. Sebagai salah satu pilihan metode dalam eksplorasi minyak dan gas yang lebih detail, akurat, efisien dan efektif serta non destruktif.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini metode *Digital Rock Physics* (DRP) mampu mengidentifikasi besaran fisis porositas dengan diperoleh nilai porositas total yang paling mendekati nilai porositas laboratorium yaitu sampel D dengan variasi histogram adalah dengan mengatur histogram serta menggunakan metode *thresholding* otsu memiliki nilai sebesar 18,040%. Sampel tersebut telah mewakili keseluruhan nilai porositas total sampel *core reservoir* karbonat berkode C30.
2. Metode *Digital Rock Physics* (DRP) mampu mengidentifikasi besaran fisis permeabilitas. Hasil analisis permeabilitas diperoleh rerata nilai permeabilitas sub sampel D sebesar 12,070 mD. Rerata nilai permeabilitas ini telah mewakili keseluruhan nilai permeabilitas sampel *core reservoir* karbonat berkode C30.
3. Pada penelitian ini diperoleh ketepatan nilai besaran fisis secara digital dengan nilai besaran fisis dari laboratorium. Nilai porositas yang diperoleh dari analisis citra biner memiliki ketepatan sebesar 96,20% sedangkan rerata nilai permeabilitas yang diperoleh dari analisis citra biner memiliki ketepatan sebesar 75.44%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki pada penelitian yang akan dilakukan berikutnya, diantaranya :

1. Dilakukan validasi pemindaian citra proyeksi hasil pemindaian sebagai data pendukung dengan cara memvariasi skenario pemindaian.
2. Analisis permeabilitas menggunakan sub sampel dengan ukuran piksel $318 \times 318 \times 315$ atau di atasnya agar lebih mewakili keseluruhan citra sampel yang diteliti.
3. Membuat program untuk mengetahui tortuositas (kompleksitas aliran fluida) dari suatu sampel sehingga membantu menjawab mengenai struktur pori sampel batuan.
4. Menghitung dan menganalisis *fracture* (rekahan) dalam sampel batuan untuk mengetahui arah aliran fluida.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N., *et al.* 1993. *Relating P-wave Attenuation to Permeability*. Geophysics, vol. 58, 20-29
- Agu, E. 2016. *Digital Image Processing (CS/ECE 545) Lecture 2 : Histograms and point operation (Part 1)*. Diakses 29 Maret 2017 dari <http://web.cs.wpi.edu/~emmanuel/courses/cs545/S14/slides/lecture02.pdf>
- Anggraeni, K. 2007. *Histogram Citra. Ilmu Komputer*. Diakses 29 Maret 2017 dari http://amutiara.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/39978/Bab-6_Histogram+Citra.pdf
- Ariyanto, Nugroho. 2011. *Fisiografi dan Stratigrafi Cekungan Sumatera*. Bandung: ITB Bandung
- Best, *et al.* 1994. *The Relationships between the Velocities, Attenuations, and Petrophysical Properties of Reservoir Sedimentary Rocks*. Geophysical Prospecting, vol. 42, 151-178.
- Biantoro, Elan. 2013. Kompas.com: Cadangan Minyak Indonesia Tinggal 3.7 Miliar Barrel. Diakses pada tanggal 29 Januari 2017 dari <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2015/09/07/073500026/Cadangan.Minyak.Indonesia.Tinggal.3.7.Miliar.Barrel>
- Conybeare, C. E. B. (1967). *Influence of Compaction on Stratigraphic Analysis*. Buletin of Canadian Petroleum Geology, vol.15, 331-345
- Darcy, H. 1856. *Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon: exposition et Application*. Victor Dalmont
- Degruyter, W.; *et al.* 2010. *Synchrotron X-Ray Microtomography and Lattice Boltzmann Simulation of Gas Flow Through Volcanic Pumice*. Geosphere 6 pp.470-471
- Djonoputro, B. Darmawan. 1984. *Teori Ketidakpastian*. Bandung: ITB
- Dutta, N.C., Ode H. 1979a. *Attenuation and Dispersion of Compressional Waves in Fluid-filled Porous Rocks with Partial Gas Gaturation (White model) – Part I: Biot theory*. Geophysics, vol.44, 1777-1788.
- Dutta, N.C., Ode H. 1979b. *Attenuation and Dispersion of Compressional Waves in Fluid-filled Porous Rocks with Partial Gas Gaturation (White model) – Part II: Results*. Geophysics, vol.44, 1789-1805.
- Gonzales, RC. dan Woods, R.E., 2002, *Digital Image Processing*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc

- Guo, Chen, *et al.* 2014. *Numerical Calculation of the Rock Permittivity using Micro Computerized Tomography Image*. School of Information Engineering, Chang'an University, Department of ECE, University of Houston.
- Han, Yanhui, *et al.* 2014. *Numerical Computation of Elastic Properties for Porous Rocks Based on CT-Scanned Images using Direct Mapping Method*. USA: Halliburton, Houston
- Handoyo, *et al.* *Digital Rock Physics Application: Structure Besarans Characterization, Materials Identification, Fluid Modeling, and Elastic Properties Estimation of Saturated Sandstone*. Faculty of Mining and Petroleum Engineering Institut Teknologi Bandung, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Institut Teknologi Bandung, Departemen of Physics, UIN Sunan Kalijaga.
- Jouini, Mohamed Soufiane, Noomane Keskes. 2016. *Numerical Estimation of Rock Properties and Textural Facies Classification of Core Samples using X-ray Computed Tomography Images*. The Petroleum Institute of Abu Dhabi and Total E&P, Centre scientifique et technique Jean-Féger Avenue Iarribau Pau France
- Kachlrieß, M. 2008. *Micro-CT in Molecular Imaging I*. (pp. 23-52). Springer Berlin Heidelberg
- Keelan, D.K. 1982. *Core Analysis for Aid in Reservoir Description*. Journal of Petroleum Technology, 34, 2-483
- Koesoemadinata, R.P. 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Jilid 1 edisi kedua. Bandung: ITB
- LEMIGAS. 2013. *Lecture 1: Laboratorium Routine*. LEMIGAS Jakarta
- Morse, B.S. 2000. *Lecture 4: Thresholding*. Brigham Young University.
- Mutiara, A.B. 2005. *Bab 1 Pengantar Pengolahan Citra*. Diakses pada tanggal 29 Maret 2017 dari http://amutiara.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/39981/Bab-1_Pengantar+Pengolahan+Citra.pdf.
- Otsu, Nobuyuki. 1979. *A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms*. IEEE Vol.9 No.1 Hal.62-68.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit ANDI: Yogyakarta
- Rustan, dkk. 2015. *Karakterisasi Besaran Fisis Tanah pada Daerah Rawan Longsor menggunakan Analisis Citra Digital (Digital Image Analysis)*. Bandung: Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015

- Santoso, D. 1995. *Estimation of Limestone Reservoir Porosity by Seismic Attribute and AVO Analysis*. Exploration Geophysics, vol.26, 437-443.
- Santoso, D. 1999. *Delineation of Reservoir Boundary using AVO Analysis*. Submitted on Exploration Geophysics.
- Sheriff, R.E. and Geldart, L.P. 1995. *Exploration Seismology*. 2nd edition: Cambridge University Press.
- Sismanto. 2012. Handout Kuliah Fisika Batuan. Yogyakarta: Prodi Geofisika UGM
- Smith, G.C. and Gidlow P.M. 1987. *Whited Stacking for Rock Property Estimation and Detection of Gas*. Geophysical Prospecting, vol.35, 993-1014.
- Susila, I.P; dkk. 2014. *Pengembangan Generator Sinar-X Digital menggunakan Tabung Konvensional Berbasis Mikrokontroler*. Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir. Tangerang: BATAN
- Sutoyo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., Nurhayati, O. D., & Wijanarto, 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Widijana, Annisa R.T., et al. 2014. *Identification Sement by using Digital Rock Imaging and Analysis Microscope Image*. Faculty of Mining and Petroleum Engineering, Bandung Institute of Technology; Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bandung Institute of Technology; Faculty of Mathematics and Natural Science Education, Indonesia University of Education
- Wahyu, Lesmana. 2013. *Batuan Karbonat sebagai Reservoir Minyak dan Gas Bumi*. Diakses pada tanggal 29 Januari 2017 dari <http://toba-geoscience.blogspot.co.id/2011/03/batuan-karbonat-sebagai-reservoir.html?view=sidebar>
- Winardhi, Chandra Widyananda. 2016. *Pengembangan Teknik Akuisisi, Rekonstruksi, dan Analisis Digital Sampel Core Plug Reservoir Batupasir Ukuran Besar*. Bandung: FMIPA ITB
- Zakaria, M.F. 2015. *Lecture 3: Elemen Hidrokarbon*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga

Lampiran 4. Curriculum Vitae**CURRICULUM VITAE****DATA PRIBADI**

- Nama : Irsyad Nuruzzaman Sidiq
- Tempat Lahir : Banjarnegara
- Tanggal Lahir : 12 Mei 1994
- Prodi / Fakultas : Fisika / Sains dan Teknologi
- Universitas : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Alamat Asal : Jalan Masjid No. 33 RT 02 RW 02 Kelurahan Kenteng
Kec. Madukara, Kab. Banjarnegara, Jawa Tengah
- Alamat Sekarang : Perum. APMD Jalan Ganesha II/48
Kel. Muja Muju Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta
- Golongan Darah : A
- No. Handphone : 085701552877
- Alamat Email : irsyadsidiq80@gmail.com

**RIWAYAT PENDIDIKAN**

Jenjang Pendidikan	Nama Sekolah	Masa Studi
SD	SD N 1 Kenteng	2000 – 2006
SMP	MTs N 1 Banjarnegara	2006 – 2009
SMA	SMA N 1 Banjarnegara	2009 – 2012

Perguruan Tinggi	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	2013 – sekarang
------------------	----------------------------------	-----------------

RIWAYAT ORGANISASI

Nama Organisasi	Jabatan	Tahun Periode
OSIS MTs N 1 Banjarnegara	Sekretaris II	2007 – 2008
MPK SMA N 1 Banjarnegara	Komisi Bidang Keberbahasaan	2009 – 2010
MPK SMA N 1 Banjarnegara	Komisi Bidang Ketaqwaan Terhadap Tuhan YME	2010 – 2011
Forum Bersama Mahasiswa Fisika (FBMF)	Anggota Divisi Gathering	2013 – 2014
Study Club Geofisika (SCG) UIN Sunan Kalijaga	Koordinator Divisi Sosial	2014 – 2015
Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia (HMGI) Regional III	Anggota Divisi Sosial	2015 – 2016
Study Club Geofisika (SCG) UIN Sunan Kalijaga	Sekretaris Umum	2015 – 2016
Ikatan Remaja Masjid Kelurahan Kenteng	Ketua II	2014 – 2015

PENGALAMAN KERJA

Nama Instansi	Posisi	Tahun
Panitia Masa Orientasi Siswa SMA Negeri 1 Banjarnegara	Divisi Acara	2010 dan 2011
Panitia HUT SMA Negeri 1 Banjarnegara	Divisi Acara	2010 dan 2011
Panitia Pemilihan Ketua OSIS SMA Negeri 1 Banjarnegara	Koordinator Divisi Acara	2011
Alumni Tim Olimpiade Ilmu Kebumian Indonesia	Fasilitator	2014
Prodi Fisika FST UIN Sunan Kalijaga	Asisten Praktikum Fisika Dasar I	2015
Prodi Fisika FST UIN Sunan Kalijaga	Asisten Praktikum Fisika Dasar I	2016
Prodi Fisika FST UIN Sunan Kalijaga	Asisten Praktikum Komputasi Fisika	2017
IT Training Center (ITTC) PTIPD UIN Sunan Kalijaga	Fasilitator	2016 – 2017
Panitia Seminar Nasional Geofisika 2016	Koordinator Divisi Sponsorship	2016

KEAHLIAN

Nama Keahlian	Tingkatan
Bahasa Indonesia	Sangat Baik
Bahasa Inggris	Intermediet
Komputer (Ms. Word, Ms. Excel, Ms. Powerpoint, Internet)	Sangat Baik
Desain grafis (CorelDraw, Photoshop)	Baik