

**ESTIMASI NILAI POROSITAS DAN
PERMEABILITAS UNTUK CITRA SAMPEL
SANDSTONE NGRAYONG MENGGUNAKAN
METODE *ADAPTIVE***

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



diajukan oleh:

Inti Amalia Pratiwi

14620007

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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

2019

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2636/Un.02/DST/PP.00.9/07/2019

Tugas Akhir dengan judul : Estimasi Nilai Porositas dan Permeabilitas untuk Citra Sampel Sandstone Ngrayong Menggunakan Metode Adaptive.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : INTI AMALIA PRATIWI
Nomor Induk Mahasiswa : 14620007
Telah diujikan pada : Kamis, 27 Juni 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

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

Penguji I

Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si
NIP. 19820126 200801 2 008

Penguji II

Cecilia Yanuarief, M.Si.
NIP. 19840127 201503 1 001

Yogyakarta, 27 Juni 2019
UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi
Dh. Dekan



Dr. Agus Parwanto, S.Si., M.Kom.
NIP. 1970103 200501 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Inti Amalia Pratiwi
NIM : 14620007
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya susun dengan judul **Estimasi Nilai Porositas Dan Permeabilitas Untuk Sampel Sandstone Ngrayong Menggunakan Metode Adaptive**, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 17 Juni 2019

Yang menyatakan,



Inti Amalia Pratiwi
NIM. 14620007

SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal :

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 : Inti Amalia Pratiwi

NIM : 14620007

Judul Skripsi : Estimasi Nilai Porositas Dan Permeabilitas Untuk Sampel *Sandstone* Ngrayong Menggunakan Metode *Adaptive*

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 Program Studi 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, 17 Juni 2019

Pembimbing

Dr. Thaqibul Fikri N., S.Si., M.Si.

NIP. 19771025 200501 1 004

MOTTO

Lakukan segala sesuatu dengan ikhlas dan selalu mengingat Allah. Karena segala sesuatu yang dilakukan akan berkah atas izin dari-Nya.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya Priyono dan Aris Winarti

Kakak dan Adik saya, Caksana Wisambodhi dan Sukma Daneswara serta seluruh
keluarga besar

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri

Sunan Kalijaga Yogyakarta

Keluarga besar Fisika angkatan 2014

Seluruh teman-teman dan rekan-rekan yang selalu memberikan dukungan kepada
saya yang tidak dapat disebutkan satu per satu



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **ESTIMASI NILAI POROSITAS DAN PERMEABILITAS UNTUK CITRA SAMPEL SANDSTONE NGRAYONG MENGGUNAKAN METODE *ADAPTIVE*** dengan baik.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang senantiasa mendukung dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Sebagaimana tugas akhir merupakan salah satu hal terpenting dalam menyelesaikan study dalam perkuliahan. Penulisan skripsi ini tentu membutuhkan bimbingan dan arahan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Drs. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Murtono, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., selaku ketua program studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Seluruh dosen Fisika yang telah memberikan bimbingan serta ilmunya.
5. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan-masukan yang membangun sehingga membuat penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan energi positif setiap saat.

7. Keluarga besar yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
8. Candra yang selalu memberikan motivasi dan memberikan masukan-masukan dalam penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman yang selalu setia mendampingi dan memberikan semangat.
10. Semua pihak-pihak yang terlibat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Selain ucapan terimakasih, tak lupa penulis sampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Semoga untuk kedepannya kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini dapat diperbaiki dan dikembangkan lagi. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Yogyakarta, Januari 2019

Penulis



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**ESTIMASI NILAI POROSITAS DAN PERMEABILITAS UNTUK CITRA
SAMPEL SANDSTONE NGRAYONG MENGGUNAKAN
METODE ADAPTIVE**

Inti Amalia Pratiwi
14620007

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*

**ESTIMATION OF VALUE OF POROSITY AND PERMEABILITY
OF NGRAYONG SANDSTONE SAMPLE IMAGE USING
ADAPTIVE METHOD**

Inti Amalia Pratiwi
14620007

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*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Mikro CT-Scan.....	11
2.2.2 Prinsip Kerja Sinar-X.....	12
2.2.3 Rekonstruksi Citra.....	14
2.2.4 Citra Digital.....	19
2.2.5 Citra Skala Keabuan (<i>Greyscale Image</i>).....	20
2.2.6 <i>Thresholding</i>	21
2.2.7 Citra Hitam-Putih (<i>Binary Image</i>)	21
2.2.8 VOI (<i>Volume of Interest</i>)	22
2.2.9 <i>Bitwise Operation</i>	22
2.2.10 Besaran Fisis	23
2.2.11 Batuan Ngrayong	25

2.2.12	Metode <i>Adaptive</i>	27
2.2.13	Metode <i>Otsu</i>	28
2.2.14	Palabos (<i>Parallel Lattice Boltzmann Solver</i>)	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		30
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.2	Sampel dan Perangkat Penelitian	30
3.2.1	Sampel.....	30
3.2.2	Perangkat Penelitian.....	31
3.3	Prosedur Penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Hasil.....	40
4.2	Variasi Histogram.....	42
4.3	Porositas Helium	45
4.4	Pembahasan	47
4.4.1	Variasi Histogram	47
4.4.2	Porositas Helium	48
4.4.3	Perbandingan Hasil Porositas.....	49
4.4.4	Permeabilitas	50
4.5	Integrasi Interkoneksi	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		58
CURRICULUM VITAE.....		79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Generator sinar-X (Susila, dkk, 2014).....	13
Gambar 2. 2 Hasil proyeksi tanpa <i>misalignment compensation</i> (A) dan dengan <i>misalignment compensation</i> (B) (Winardhi, 2016).....	16
Gambar 2. 3 Kurva tanpa <i>misalignment compensation</i> (A) dan kurva dengan <i>misalignment compensation</i> (B) (Winardhi, 2016).....	16
Gambar 2. 4 Hasil rekonstruksi tanpa <i>misalignment compensation</i> (A) dan dengan <i>misalignment compensation</i> (B) (Winardhi, 2016).....	17
Gambar 2. 5 Hasil Rekonstruksi tanpa koreksi object larger than FOV (A) dan dengan koreksi object large than FOV (B) (Winardhi, 2016)	17
Gambar 2. 6 Hasil rekonstruksi citra dengan ring artifact reduction = 0 (A) dan ring artifact reduction = 5 (B) (Winardhi, 2016)	19
Gambar 2. 7 Citra hasil proyeksi dari sebuah sampel batuan (A) dan citra hasil rekonstruksinya (B) (Winardho,2016).....	20
Gambar 2. 8 Citra Hitam-Putih yang telah melewati proses <i>thresholding</i> (Winardhi, 2016).....	22
Gambar 3. 1 Hasil proyeksi sampel batupasir.....	30
Gambar 3. 2 Prosedur proses pemindaian sampel	32
Gambar 3. 3 Prosedur proses pengolahan citra.....	33
Gambar 3. 4 Prosedur pengolahan porositas menggunakan <i>NRecoun</i>	34
Gambar 3. 5 Prosedur pengolahan nilai porositas menggunakan <i>CTan</i>	35
Gambar 3. 6 Prosedur pengolahan nilai permeabilitas.....	36
Gambar 4. 1 Gambar proses sampel menjadi citra biner	40
Gambar 4. 2 Hasil citra dari kedua pengaturan variasi histogram	44
Gambar 4. 3 Hasil citra biner porositas <i>full</i> dan porositas 200x200	45
Gambar 4. 4 Hasil pengukuran porositas menggunakan metode porositas Helium	47

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tabel kualitas batuan reservoir (Tiab, dkk. 2004).	24
Tabel 3. 1	Tabel perangkat keras	31
Tabel 3. 2	Tabel perangkat lunak.....	31
Tabel 4. 1	Tabel hasil pengukuran porositas menggunakan metode <i>Adaptive</i> dan hasil pengukuran laboratorium menggunakan porositas Helium (ϕ = porositas)	41
Tabel 4. 2	Tabel hasil pengukuran permeabilitas.....	42
Tabel 4. 3	Pengaturan histogram dan kurva Intensitas menggunakan metode manual yang digunakan sebagai penelitian.....	43
Tabel 4. 4	Pengaturan histogram dan kurva Intensitas menggunakan metode <i>automatic</i>	44



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah menciptakan manusia dan seisinya tidak kurang dari suatu apapun. Allah telah menciptakan bumi dan seisinya untuk dipergunakan manusia dengan sebaik-baiknya. Allah telah menciptakan alam yang sangat indah seperti firman Allah dalam surat Al-Luqman ayat 20 yang berbunyi:

أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مِمَّا فِي السَّمَاوَاتِ وَمِمَّا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهُ
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).

Pemaparan Ibnu Katsir dalam buku jilid 3 telah dijelaskan bahwa Allah SWT telah mengingatkan makhluk-Nya tentang nikmat Allah SWT yang telah dirasakan secara langsung oleh manusia. Nikmat-nikmat tersebut dapat secara langsung manusia rasakan di bumi untuk menjalankan kehidupan. Allah SWT telah menciptakan langit dan bumi dengan begitu indahnya untuk melangsungkan kehidupan manusia di dunia. Nikmat-nikmat yang telah Allah SWT berikan dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menyembah Allah SWT. Dalam kehidupannya, manusia dituntut untuk menyembah Allah SWT sebagaimana yang telah diperintahkan-Nya dan tertulis dalam Al-Quran.

Penafsiran surat Al-Luqman: 20 sesuai dengan judul dari penelitian saya. Penafsiran ayat diatas Allah telah mengamanatkan kepada manusia untuk dapat melakukan pengelolaan sumber daya alam yang ada di dalam bumi. Pemanfaatan sumber daya alam tersebut diharapkan dapat dieksplorasi dan dieksploitasi untuk kepentingan dan kesejahteraan hidup manusia. Pengelolaan sumber daya alam yang ada di bumi khususnya dalam eksplorasi geofisika harus dipertimbangkan dengan baik mengingat faktor ekosistem dan kesejahteraan lingkungan harus tetap dipertimbangkan.

Era globalisasi selalu diiringi oleh isu pemanasan global. Pemanasan global atau *global warming* berasal dari gas CO₂ yang menyelubungi bumi sehingga suhu di atmosfer mengalami peningkatan. Beberapa hal yang sering dilakukan oleh aktivitas hidup manusia dan dapat menyebabkan gas CO₂ berkembang yaitu asap kendaraan bermotor, limbah asap pabrik, pengelolaan industri migas dan sebagainya. Akhir-akhir ini telah ditemukan metode untuk menangkap CO₂ dari cerobong asap lalu diinjeksikan ke dalam permukaan bumi. Gas CO₂ ditampung ke dalam tabung atau kontainer kemudian gas CO₂ tersebut diinjeksikan pada formasi Ngrayong. Tujuan dari hal tersebut adalah agar CO₂ tidak menyebar. Metode ini dikenal dengan nama *Carbon Capture and Storage (CCS)*. *CCS* merupakan teknologi yang menangkap CO₂ di pusat industri seperti pembakaran bahan bakar fosil dan penyulingan gas alam. Teknologi *CCS* tersebut telah lama digunakan untuk memisahkan CO₂ sebagai gas produk. *CCS* dapat diimplementasikan untuk *Enhanced Oil Recovery (EOR)* untuk menambah umur dari *reservoir* migas dimana unsur utama pembentuk minyak bumi adalah hidrokarbon. *Reservoir* merupakan

tempat untuk menyimpan hidrokarbon. Batuan *reservoir* harus memiliki nilai porositas dan permeabilitas yang baik. Salah satu jenis batuan yang umum sebagai *reservoir* adalah *sandstone*, selain itu jenis batuan lain yang dapat berfungsi sebagai *reservoir* adalah batuan karbonat, vulkanik, dan semua jenis batuan yang telah mengalami perekatan sehingga menghasilkan porositas sekunder.

Target utama yang digunakan dalam eksplorasi migas yaitu hidrokarbon. Migas menjadi pokok pemenuhan kebutuhan energi di dunia. Berdasarkan *outlook* energi Indonesia tahun 2014, konsumsi energi final berdasarkan jenis selama tahun 2000 sampai dengan 2012 masih didominasi oleh BBM. BBM meningkat dari 315 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 398 juta SBM pada tahun 2012 (Dhamayanti, dkk. 2016). Fakta yang terjadi di Indonesia adalah Indonesia masih menjadi negara konsumen minyak.

Formasi Ngrayong merupakan formasi yang didominasi oleh litologi berupa *clean sand*, formasi ini menjadi reservoir utama di daerah Cepu. Secara regional, formasi ini diendapkan pada daerah pasang surut yang mengalami transgresi menjadi lingkungan paparan tengah hingga luar. Keuntungan yang diperoleh dari mengidentifikasi singkapan Ngrayong dengan menggunakan analogi dari lingkungan pengendapan saat ini dapat memudahkan pemahaman mekanisme sedimentasi dari apa yang terjadi selama proses pembentukan formasi Ngrayong (Dhamayanti, dkk. 2016).

Formasi Ngrayong merupakan salah satu kandidat untuk injeksi CO₂. Struktur bawah permukaan yang digambarkan dalam seismik refleksi menunjukkan bahwa formasi Ngrayong merupakan salah satu kandidat untuk injeksi CO₂. Formasi

Ngrayong cocok jika di injeksi dengan CO₂ karena kedalaman dari formasi Ngrayong tersebut 1 km di daerah Gundih. Formasi dengan kedalaman lebih dalam dari 800 m termasuk dalam kandidat *reservoir* yang baik untuk tempat injeksi CO₂. Tekanan pori dari formasi Ngrayong kondisinya hidrostatis. Sifat fisik dari formasi Ngrayong kondisinya terkenal sangat berbeda antara daerah utara dan selatan (Tsuji, dkk. 2014).

Pemodelan fisika batuan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memahami karakteristik dari batuan *reservoir*. Pemodelan fisika batuan didasarkan dari ketersediaan data baik dari data *core* ataupun data *log*. Keunggulan dengan mengetahui jenis batuan penyusun *reservoir* dapat dilakukan pemodelan 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* (Handoyo, dkk. 2018).

Perhitungan parameter fisik batuan saat ini dapat dilakukan menggunakan metode *citra digital*. Simulasi digital dilakukan untuk memodelkan dan memvisualisasikan perbedaan antara pori dengan matriks batuan dan dapat digunakan untuk menentukan nilai porositas dan permeabilitas. Menentukan nilai porositas dan permeabilitas diketahui dapat menggunakan tiga pendekatan, ketiga pendekatan tersebut yaitu *otsu*, *Adaptive* dan *manual* (Winardi, 2016). Penelitian ini menggunakan metode *Adaptive* karena metode *Adaptive* memiliki tiga pendekatan yaitu *mean*, *median*, *mean of minimum and maximum*. Dari ketiga

pendekatan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Sehingga dari ketiga pendekatan tersebut belum tentu semua cocok digunakan untuk menentukan estimasi dari sampel Ngrayong tersebut. Oleh karena itu, dari tiga pendekatan yang ada, dalam penelitian ini akan dilakukan **Estimasi Nilai Porositas dan Permeabilitas untuk Citra Sampel Sandstone Ngrayong Menggunakan Metode Adaptive**. Penelitian ini menggunakan metode *Adaptive* karena diketahui metode *Adaptive* terdapat tiga pendekatan yaitu *mean*, *median*, dan *mean of minimum and maximum*. Tiga pendekatan tersebut belum tentu semua pendekatan tersebut cocok digunakan untuk mengestimasi nilai porositas dan permeabilitas sampel Ngrayong. Karena itu, dari ketiga pendekatan tersebut akan dilakukan estimasi nilai porositas dan permeabilitas. Setelah mendapatkan hasil dari tiga pendekatan tersebut hasilnya dapat dibandingkan dengan hasil laboratorium. Hasil dari tiga pendekatan metode *Adaptive* yang mendekati nilai laboratorium tersebut yang akan digunakan dalam penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah estimasi nilai porositas *sandstone* Ngrayong menggunakan metode *Adaptive*?
2. Berapakah estimasi nilai permeabilitas *sandstone* Ngrayong menggunakan metode *Adaptive*?

3. Dari ketiga pendekatan metode *Adaptive* yang digunakan, manakah hasil yang paling mendekati pengukuran di laboratorium dengan menggunakan metode porositas Helium?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengestimasi nilai porositas *sandstone* Ngrayong menggunakan metode *Adaptive*.
2. Untuk mengestimasi nilai permeabilitas *sandstone* Ngrayong menggunakan metode *Adaptive*.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini yaitu citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan singkapan formasi Ngrayong.
2. Formasi Ngrayong yang digunakan untuk penelitian ini berada di sungai Braholo dengan titik koordinat $6^{\circ} 53' 51''$ - $6^{\circ} 54' 30''$ Selatan dan $111^{\circ} 25' 47''$ - $111^{\circ} 26' 49''$ Timur.
3. Menggunakan metode *Adaptive* untuk selanjutnya dioptimasi nilai porositas.
4. Estimasi nilai permeabilitas yang diperoleh selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil perolehan nilai permeabilitas menggunakan metode yang lainnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tersebut yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai hasil estimasi dari nilai porositas *sandstone* Ngrayong.
2. Memberikan informasi mengenai hasil estimasi dari nilai permeabilitas *sandstone* Ngrayong.
3. Dari hasil estimasi nilai porositas dan permeabilitas yang diperoleh selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan apakah wilayah dengan nilai porositas dan permeabilitas yang diperoleh minyaknya dapat di tambang atau tidak.
4. Dapat diketahui kelebihan dan kekurangan dari metode DRP dan metode pengukuran laboratorium.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 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	
Φ Full	Φ Full	Φ 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*.

2. 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.

5.2 Saran

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Al, A. M., Firsandi, M. 2018. *Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Ngrayong Menggunakan Metode Petrofisik*. LIPI. Kebumen.
- Amyx, J. W., Bass, D. M., dan Whiting, R, L. 1960. *Petroleum Reservoir Engineering: physical properties* (Vol. 1). McGraw-Hill College.
- Degruyter, W., Burgisser, A., Bachmann, O., Malaspinas, O. 2010. *Synchrotron X-ray microtomography and Lattice Boltzmann Simulation of Gas Flow Through Volcanic Pumices*. *Geosphere* 6 pp.470-471.
- Dhamayanti, E., Raharjanti, A. N., dan Hartanti, M. I. 2016. *Dinamika Sedimentasi Singkapan Formasi Ngrayong Dengan Analogi Lingkungan Pengendapan Modern, Studi Kasus Singkapan Polaman Dan Braholo Dengan Analogi Pesisir Pantai Utara Jawa*. Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Handoyo., Fatkhan., Latief, F. D. E., Riski, R., dan Putri, H. Y. 2018. *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.
- <https://geoligence.wordpress.com/2012/08/24/carbon-capture-and-storage-teknologi-energi-alternatif/> (diakses pada 21 Oktober pukul 09.00).
- <https://tafsirq.com/31-luqman/ayat-20#tafsir-quraish-shihab> (diakses pada 29 Mei 2019 pukul 20.20).
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/39935/Chapter%20II.pdf?sequence=4&isAllowed=y> (diakses pada 10 Juli 2019 pukul 12.09).
- Kachlrieß, M. 2008. *Micro-CT in Molecular Imaging I*. (pp. 23-52). Springer Berlin Heidelberg.
- Mu'tashim, R., Aryani, S. A., Sutrisno, M, B., Hamami, T., dan Suwadi. 2006. *Kerangka Dasar Keilmuan dan Pengembangan Kurikulum*. Pokja Akademik UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Nurwidyanto, I. M., Yustiana, M., dan Widada, S. 2006. *Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Porositas Dan Permeabilitas Pada Batu Pasir*. *Berkala Fisika*, **9** : 191-195.
- Phansalskar,N., More, S dan Sabale, A. 2011. *Adaptive Local Thresholding for Detection of Nuclei in diversity Stained Cytology Image*. International Convergence on Communications and Signal Processing (ICCS) 218-220. doi : 10.1109/ ICCP. 2011.5739305.

- Remeysen, K., dan Swennen, R. 2007. *Application of microfocus computed tomography in carbonate reservoir characterization: Possibilities and limitations*. Marine and Petroleum Geology. ScienceDirec Publisher.
- Sebastian, C. E., Winardhi, C., Latief, F. D. E. 2016. *Analisis Pengaruh Automatic Thresholding dalam Pemrosesan Citra Batupasir Berea*. FMIPA, ITB, Bandung.
- Sebastian, C. E., 2017. *Akuisisi, Rekonstruksi, Dan Pemrosesan Core Plug Berbagai Ukuran Menggunakan Micro CT-Scan Untuk Perhitungan Porositas Batuan*. ITB, Bandung.
- Segal, E dan Ellingson, W. A. 1987. *A Linearization Beam Hardening Correction For X-Ray Computed Tomography*. Springer: Review of Progres in Quantitative Nondestructive Evaluation.
- Sumarni. 2018. *Studi Perubahan Struktur Pori Dan Rekahan 3D Pada Batuan Penudung Panas Bumi Akibat Pengaruh Tekanan Uniaxial Serta Keamanan Clay Cap Daerah Panas Bumi Candi Umbul Telomoyo, Semarang*. Program Studi Fisika Departemen Pendidikan Fisika Fakultas Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, UPI, Bandung.
- Solomon, C dan Breckon, T. 2011. *Fundamentals of Digital Image Processing: A Practical Approach with Examples in MATLAB*. Wiley-Blackwell Publisher.
- Susila, I. P., Santoso, W. B., dan Santoso, B. 2014. *Pengembangan Generator Sinar-X Digital menggunakan Tabung Konvensional Berbasis Mikrokontroler*. Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir. Tangerang: BATAN.
- Tiab, D., dan Donaldson, E. C. 2004. *Petrophysics: Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties*. Elsevier.
- 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. 2014. *Reservoir Characterization for Site Selection in the Gundih CCS Project, Indonesia*. Science Direct.
- Widijana, A. R. T., Latief, F. D. E., Almira. A., Fatkhan., dan Handoyo., 2014. *Identification Cement By Using Digital Rock Imaging And Analysis Microscopic Image*. Solo. PIT HAGI 39.
- Winardhi, C, W. 2016. *Pengembangan Teknik Akuisisi, Rekonstruksi, dan Analisis Digital Sampel Core Plug Reservoir Batupasir Ukuran Besar*. FMIPA, ITB, Bandung.

LAMPIRAN

1. Tutorial *Running Porositas*

❖ *NRecoun*

1. *Open NRecoun*
2. *Open dataset*
3. Posisi *Top* dan *Bottom* disesuaikan sesuai dengan sampel yang akan digunakan
4. *Preview*
5. *Setting*
6. *Misalignment Compensation*
7. *Ring Artifact Reduction*
8. *Beam Hardening Correction*

Catatan: dari urutan diatas dilihat pada menu *output* apakah gambar citra yang diinginkan sudah sesuai dengan yang dibutuhkan atau belum. Jika belum sesuai, lakukan kembali sesuai dengan urutan diatas.

❖ *CTan*

1. *Open CTan*
2. *Regions of Interest Preview*
3. *Interpolated Regions of Interest*
4. *Save ROI (Regions of Interest)*
5. *Binary selection*
6. *From dataset*

7. *Save Binary Image*
8. *Custom Processing*
9. *Thresholding*
10. *Run*
11. Pilih metode pendekatan
12. *Run*
13. *3D analysis*
14. *Run*
15. *Bitwise Operation*
16. *Run*
17. Hasil porositas

2. Tutorial *Running Permeabilitas*

1. *Open codeblock*

- *Import proyek palabos.cbp*
- *Compile file permeability.cpp*

2. *Open Matlab*

- *Buka file createDAT.m*
- Jalankan program dengan mengetik pada *comand window* seperti berikut “*createDAT(48,'twoSpheres','twoSpheres','two.dat')*”.

Sesuaikan program diatas sesuai dengan kebutuhan kita atau letak *file* yang akan dibuat menjadi *.dat*

CreateDAT berarti memanggil fungsi *createDAT*

48 berarti memanggil fungsi *createDAT*

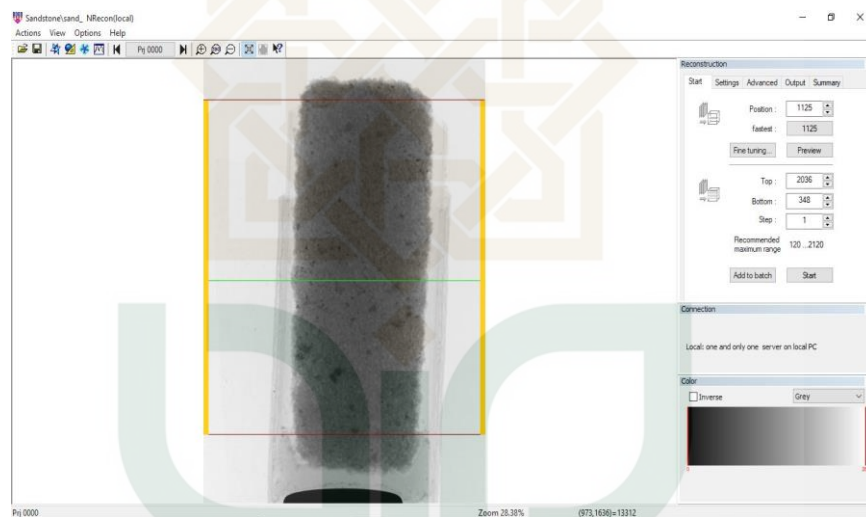
'twoSpheres' yang pertama berarti *folder directori*

'twoSpheres' yang kedua berarti nama *folder file*

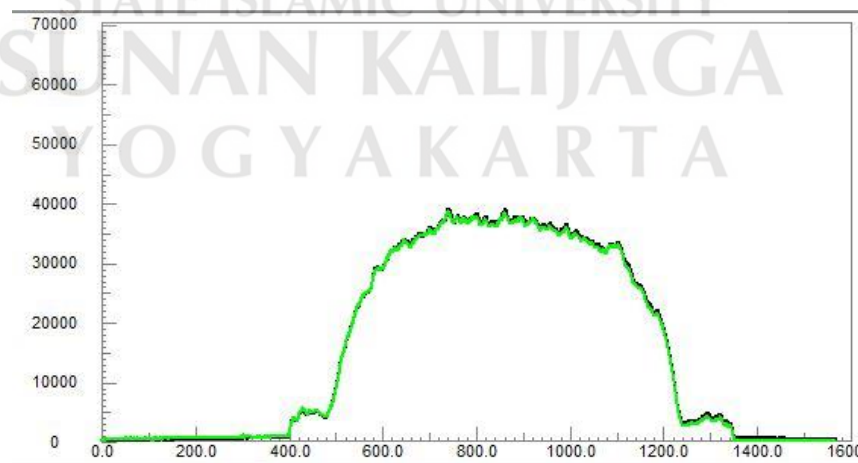
- Setelah selesai *copy file .dat* tersebut dan disatukan bersamaan dengan *file sub sampel* yang akan di *RUN* permeabilitasnya.

3. *RUN file* tersebut di palabos jika menggunakan *linux* dan *RUN file* tersebut menggunakan *command prompt* jika menggunakan *windows*.

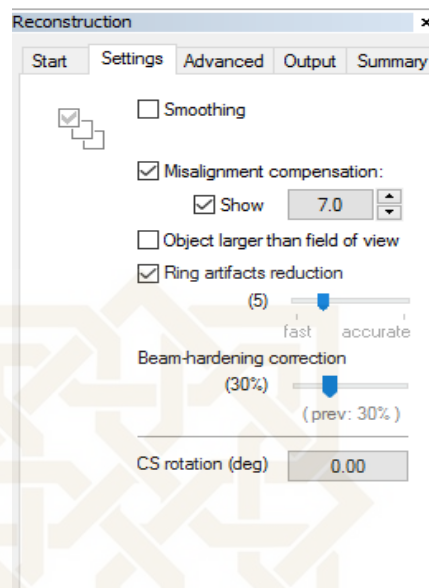
4. Pemindaian sampel Ngrayong



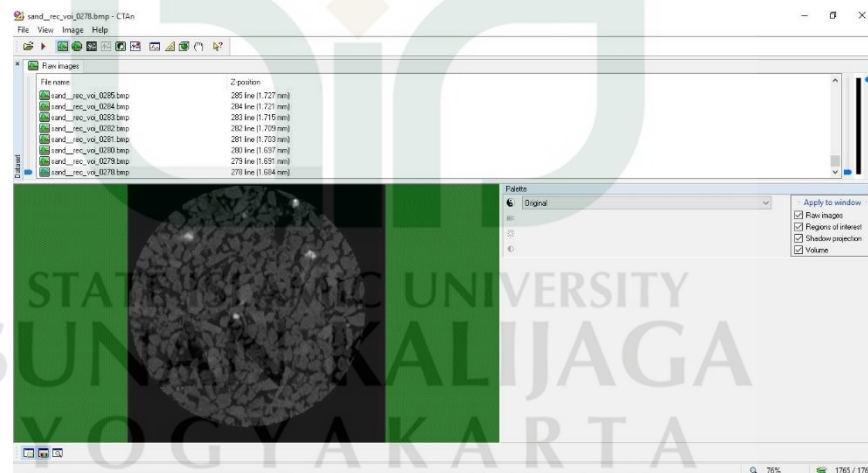
5. Missalignment Compensation



6. Ring Artifact Reduction dan Beam Hardening Correction



7. VOI (Volume of Interest)



8. Parameter Pemindaian Sampel Ngrayong

[System]

Scanner=SkyScan1173

Instrument S/N=10C05013

Hardware version=A

Software=Version 1.6 (build 14)

Home directory=C:\SkyScan1173

Source Type=Hamamatsu 130/300

Camera=FlatPanel Sensor
Camera Pixel Size (um)=50.0
CameraXYRatio=1.0010
Incl.in lifting (um/mm)=-0.4490
[Acquisition]
Data directory=D:\Outputs\2014\01_Januari\09_sand
Filename Prefix=sand_
Number of Files= 1565
Source Voltage (kV)= 40
Source Current (uA)= 100
Number of Rows= 2240
Number of Columns= 1568
Image crop origin X= 336
Image crop origin Y=0
Camera binning=1x1
Image Rotation=0.0500
Gantry direction=CC
Number of connected scans=1
Image Pixel Size (um)= 6.06
Object to Source (mm)=44.212
Camera to Source (mm)=364.000
Vertical Object Position (mm)=34.500
Optical Axis (line)=1125
Filter=No Filter
Image Format=TIFF
Depth (bits)=16
Screen LUT=0
Exposure (ms)= 500
Rotation Step (deg)=0.230
Frame Averaging=ON (10)
Random Movement=ON (40)
Use 360 Rotation=YES
Partial width=70
FF updating interval=225
Geometrical Correction=OFF
Camera Offset=OFF
Median Filtering=OFF
Flat Field Correction=ON
Rotation Direction=CC
Scanning Trajectory=ROUND

Type Of Motion=STEP AND SHOOT
Study Date and Time=Jan 09, 2014 13:00:21
Scan duration=02:39:40
Maximum vertical TS=5.0
[Reconstruction]
Reconstruction Program=NRecon
Program Version=Version: 1.7.3.1
Program Home Directory=D:\Master Software\Software DRP\Software
New
Reconstruction engine=NReconServer
Engine version=Version: 1.7.3
Reconstruction from batch=No
Postalignment Applied=1
Postalignment=7.00
Reconstruction servers= LAB-FISIKA
Reconstruction mode=Standard
Dataset Origin=SkyScan1173
Dataset Prefix=sand_
Dataset Directory=D:\INTI AMALIA\Sandstone
Output Directory=D:\INTI AMALIA\Sandstone
Time and Date=Oct 10, 2018 10:49:35
First Section=348
Last Section=2036
Reconstruction duration per slice (seconds)=3.773239
Total reconstruction time (1689 slices) in seconds=6373.000000
Section to Section Step=1
Sections Count=1689
Result File Type=BMP
Result File Header Length (bytes)=1134
Result Image Width (pixels)=1568
Result Image Height (pixels)=1568
Pixel Size (um)=6.05917
Reconstruction Angular Range (deg)=338.56
Use 180+=OFF
Angular Step (deg)=0.2300
Smoothing=0
Ring Artifact Correction=5
Draw Scales=OFF
Object Bigger than FOV=OFF
Reconstruction from ROI=OFF

Filter cutoff relative to Nyquist frequency=100
 Filter type=0
 Filter type description=Hamming (Alpha=0.54)
 Undersampling factor=1
 Threshold for defect pixel mask (%)=0
 Beam Hardening Correction (%)=30

CS Static Rotation (deg)=0.00
 CS Static Rotation Total(deg)=0.00
 Minimum for CS to Image Conversion=0.047058
 Maximum for CS to Image Conversion=0.263387
 HU Calibration=OFF
 BMP LUT=2
 Cone-beam Angle Horiz.(deg)=12.265324
 Cone-beam Angle Vert.(deg)=17.452896
 Pseudo-parallel projection calculated=1

9. *Adaptive Median-C*

Date and time,29.11.2018 07:22
 Operator identity,UIN Suka
 Computer name,LAB-FISIKA
 Computation time,02:32:11
 Dataset,sand__rec
 Location,D:\INTI AMALIA\Sandstone\sand_rec0278-4\

MORPHOMETRY RESULTS

 Description,Abbreviation,Value,Unit

Number of layers,,1765
 Lower vertical position,,278.00000,pixel
 Upper vertical position,,2042.00000,pixel
 Pixel size,,6.05917,um
 Lower grey threshold,,n/a
 Upper grey threshold,,n/a

Tissue volume,TV,372203715.41667,pixel³
 Bone volume,BV,272396533.50416,pixel³
 Percent bone volume,BV/TV,73.18480,%
 Tissue surface,TS,3482871.63790,pixel²

Bone surface,BS,276700575.82524,pixel²
 Intersection surface,i.S,1408917.84413,pixel²
 Bone surface / volume ratio,BS/BV,1.01580,1/pixel
 Bone surface density,BS/TV,0.74341,1/pixel
 Centroid (x),Crd.X,869.85958,pixel
 Centroid (y),Crd.Y,911.53555,pixel
 Centroid (z),Crd.Z,1155.35182,pixel
 Moment of inertia (x),MMI(x),72732608672488.68750,pixel⁵
 Moment of inertia (y),MMI(y),72748687127601.81250,pixel⁵
 Moment of inertia (z),MMI(z),8823420900955.06250,pixel⁵
 Polar moment of inertia,MMI(polar),77152358350522.78125,pixel⁵
 Radius of gyration (x),Gr.R(x),529.06771,pixel
 Radius of gyration (y),Gr.R(y),529.12618,pixel
 Radius of gyration (z),Gr.R(z),184.27447,pixel
 Polar radius of gyration,Gr.R(polar),544.90560,pixel
 Product of inertia (xy),Pr.In(xy),-32858478415.40625,pixel⁵
 Product of inertia (xz),Pr.In(xz),1658840369675.90625,pixel⁵
 Product of inertia (yz),Pr.In(yz),-1322954409586.18750,pixel⁵
 Total orientation (theta),T.Or(theta),1.90019,°
 Total orientation (phi),T.Or(phi),321.42750,°
 Trabecular thickness,Tb.Th,3.12918,pixel
 Trabecular number,Tb.N,0.23388,1/pixel
 Trabecular separation,Tb.Sp,2.07312,pixel
 Number of objects,Obj.N,56456,
 Number of closed pores,Po.N(cl),128936,
 Volume of closed pores,Po.V(cl),47532.37500,pixel³
 Surface of closed pores,Po.S(cl),372232.85277,pixel²
 Closed porosity (percent),Po(cl),0.01745,%
 Volume of open pore space,Po.V(op),99759649.53750,pixel³
 Open porosity (percent),Po(op),26.80243,%
 Total volume of pore space,Po.V(tot),99807181.91250,pixel³
 Total porosity (percent),Po(tot),26.81520,%
 Euler number,Eu.N,-12630159,
 Connectivity,Conn,12815551,
 Connectivity density,Conn.Dn,0.03443,1/pixel³

10. Adaptive Mean-C

Date and time,30.11.2018 08:54
 Operator identity,UIN Suka
 Computer name,LAB-FISIKA

Computation time,02:42:00

Dataset,sand__rec

Location,D:\INTI AMALIA\Sandstone\sand_rec0278-4\

MORPHOMETRY RESULTS

Description,Abbreviation,Value,Unit

Number of layers,,1765

Lower vertical position,,278.00000,pixel

Upper vertical position,,2042.00000,pixel

Pixel size,,6.05917,um

Lower grey threshold,,n/a

Upper grey threshold,,n/a

Tissue volume,TV,396259295.25000,pixel³

Bone volume,BV,260650841.57916,pixel³

Percent bone volume,BV/TV,65.77785,%

Tissue surface,TS,3609466.82344,pixel²

Bone surface,BS,265293909.02025,pixel²

Intersection surface,i.S,1349254.23802,pixel²

Bone surface / volume ratio,BS/BV,1.01781,1/pixel

Bone surface density,BS/TV,0.66950,1/pixel

Centroid (x),Crd.X,863.38129,pixel

Centroid (y),Crd.Y,908.15667,pixel

Centroid (z),Crd.Z,1156.41071,pixel

Moment of inertia (x),MMI(x),71451714182499.56250,pixel⁵

Moment of inertia (y),MMI(y),71452590487385.93750,pixel⁵

Moment of inertia (z),MMI(z),9141875676780.75000,pixel⁵

Polar moment of inertia,MMI(polar),76023090173333.12500,pixel⁵

Radius of gyration (x),Gr.R(x),532.20217,pixel

Radius of gyration (y),Gr.R(y),532.20543,pixel

Radius of gyration (z),Gr.R(z),190.36538,pixel

Polar radius of gyration,Gr.R(polar),548.96300,pixel

Product of inertia (xy),Pr.In(xy),-31011729019.84375,pixel⁵

Product of inertia (xz),Pr.In(xz),1463654830272.28125,pixel⁵

Product of inertia (yz),Pr.In(yz),-1638077106671.43750,pixel⁵

Total orientation (theta),T.Or(theta),2.01759,°

Total orientation (phi),T.Or(phi),311.78502,°

Trabecular thickness,Tb.Th,3.06574,pixel

Trabecular number, Tb.N, 0.21456, 1/pixel
 Trabecular separation, Tb.Sp, 2.38189, pixel
 Number of objects, Obj.N, 225364,
 Number of closed pores, Po.N(cl), 96965,
 Volume of closed pores, Po.V(cl), 55716.39167, pixel³
 Surface of closed pores, Po.S(cl), 358951.92591, pixel²
 Closed porosity (percent), Po(cl), 0.02137, %
 Volume of open pore space, Po.V(op), 135552737.27917, pixel³
 Open porosity (percent), Po(op), 34.20809, %
 Total volume of pore space, Po.V(tot), 135608453.67083, pixel³
 Total porosity (percent), Po(tot), 34.22215, %
 Euler number, Eu.N, -9490730,
 Connectivity, Conn, 9813059,
 Connectivity density, Conn.Dn, 0.02476, 1/pixel³

11. Adaptive mean of minimum and maximum

Date and time, 04.12.2018 14:36
 Operator identity, UIN Suka
 Computer name, LAB-FISIKA
 Computation time, 01:51:36
 Dataset, sand_rec
 Location, D:\INTI AMALIA\Sandstone\sand_rec0278-4\

MORPHOMETRY RESULTS

 Description, Abbreviation, Value, Unit

Number of layers, 1765
 Lower vertical position, 278.00000, pixel
 Upper vertical position, 2042.00000, pixel
 Pixel size, 6.05917, um
 Lower grey threshold, n/a
 Upper grey threshold, n/a

Tissue volume, TV, 62340532.16667, pixel³
 Bone volume, BV, 45172804.72917, pixel³
 Percent bone volume, BV/TV, 72.46137, %
 Tissue surface, TS, 1315565.26483, pixel²
 Bone surface, BS, 47815530.12306, pixel²
 Intersection surface, i.S, 504812.24890, pixel²

Bone surface / volume ratio,BS/BV,1.05850,1/pixel
 Bone surface density,BS/TV,0.76701,1/pixel
 Centroid (x),Crd.X,832.91736,pixel
 Centroid (y),Crd.Y,925.15996,pixel
 Centroid (z),Crd.Z,1156.08231,pixel
 Moment of inertia (x),MMI(x),11459570794827.78906,pixel⁵
 Moment of inertia (y),MMI(y),11459623232234.17188,pixel⁵
 Moment of inertia (z),MMI(z),242558219967.57031,pixel⁵
 Polar moment of inertia,MMI(polar),11580876123514.76563,pixel⁵
 Radius of gyration (x),Gr.R(x),515.50430,pixel
 Radius of gyration (y),Gr.R(y),515.50548,pixel
 Radius of gyration (z),Gr.R(z),74.99911,pixel
 Polar radius of gyration,Gr.R(polar),518.22555,pixel
 Product of inertia (xy),Pr.In(xy),23756782.15625,pixel⁵
 Product of inertia (xz),Pr.In(xz),-416506131.88281,pixel⁵
 Product of inertia (yz),Pr.In(yz),1192808711.64063,pixel⁵
 Total orientation (theta),T.Or(theta),0.00645,°
 Total orientation (phi),T.Or(phi),109.24821,°
 Trabecular thickness,Tb.Th,3.02885,pixel
 Trabecular number,Tb.N,0.23924,1/pixel
 Trabecular separation,Tb.Sp,2.07307,pixel
 Number of objects,Obj.N,11630,
 Number of closed pores,Po.N(cl),18888,
 Volume of closed pores,Po.V(cl),6791.70833,pixel³
 Surface of closed pores,Po.S(cl),53501.41869,pixel²
 Closed porosity (percent),Po(cl),0.01503,%
 Volume of open pore space,Po.V(op),17160935.72917,pixel³
 Open porosity (percent),Po(op),27.52773,%
 Total volume of pore space,Po.V(tot),17167727.43750,pixel³
 Total porosity (percent),Po(tot),27.53863,%
 Euler number,Eu.N,-2220573,
 Connectivity,Conn,2251091,
 Connectivity density,Conn.Dn,0.03611,1/pixel³

12. Program Compiler Makefile

```

/* This file is part of the Palabos library.
 *
 * Copyright (C) 2011-2017 FlowKit Sarl
 * Route d'Oron 2
 * 1010 Lausanne, Switzerland
 * E-mail contact: contact@flowkit.com
 *
 * The most recent release of Palabos can be downloaded at

```

```

* <http://www.palabos.org/>
*
* The library Palabos is free software: you can redistribute
it and/or
* modify it under the terms of the GNU Affero General Public
License as
* published by the Free Software Foundation, either version
3 of the
* License, or (at your option) any later version.
*
* The library is distributed in the hope that it will be
useful,
* but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied
warranty of
* MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See
the
* GNU Affero General Public License for more details.
*
* You should have received a copy of the GNU Affero General
Public License
* along with this program. If not, see
<http://www.gnu.org/licenses/>.
*/

/** \file
* Flow in a lid-driven 2D cavity. The cavity is square and
has no-slip walls,
* except for the top wall which is driven to the right with
a constant
* velocity. The benchmark is challenging because of the
velocity
* discontinuities on corner nodes. The code on the other
hand is very simple.
* It could for example be used as a first example, to get
familiar with Palabos.
**/

#include "palabos2D.h"
#ifndef PLB_PRECOMPILED // Unless precompiled version is
used,
#include "palabos2D.hh" // include full template code
#endif
#include <vector>
#include <cmath>
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <iomanip>

using namespace plb;
using namespace plb::descriptors;
using namespace std;

typedef double T;
#define DESCRIPTOR D2Q9Descriptor

void cavitySetup( MultiBlockLattice2D<T,DESCRIPTOR>&
lattice,
                 IncomprFlowParam<T> const& parameters,
                 OnLatticeBoundaryCondition2D<T,DESCRIPTOR>&
boundaryCondition )

```

```

{
    const plint nx = parameters.getNx();
    const plint ny = parameters.getNy();

    boundaryCondition.setVelocityConditionOnBlockBoundaries(lattice);

    setBoundaryVelocity(lattice, lattice.getBoundingBox(),
        Array<T,2>((T)0.,(T)0.) );
    initializeAtEquilibrium(lattice,
        lattice.getBoundingBox(), (T)1., Array<T,2>((T)0.,(T)0.) );

    T u = parameters.getLatticeU();
    setBoundaryVelocity(lattice, Box2D(1, nx-2, ny-1, ny-1),
        Array<T,2>(u,(T)0.) );
    initializeAtEquilibrium(lattice, Box2D(1, nx-2, ny-1,
        ny-1), (T)1., Array<T,2>(u,(T)0.) );

    lattice.initialize();
}

template<class BlockLatticeT>
void writeGif(BlockLatticeT& lattice, plint iter)
{
    const plint imSize = 600;

    ImageWriter<T> imageWriter("leeloo");
    imageWriter.writeScaledGif(createFileName("uNorm",
        iter, b),
        *computeVelocityNorm(lattice),
        imSize, imSize );
    imageWriter.writeScaledGif(createFileName("logUnorm",
        iter, b),
        *computeLog(*add((T)1.e-
        B,*computeVelocityNorm(lattice))),
        imSize, imSize );
}

template<class BlockLatticeT>
void writeVTK(BlockLatticeT& lattice,
    IncomprFlowParam<T> const& parameters, plint
    iter)
{
    T dx = parameters.getDeltaX();
    T dt = parameters.getDeltaT();
    VtkImageOutput2D<T> vtkOut(createFileName("vtk", iter,
        b), dx);
    vtkOut.writeData<float>(*computeVelocityNorm(lattice),
        "velocityNorm", dx/dt);
    vtkOut.writeData<2,float>(*computeVelocity(lattice),
        "velocity", dx/dt);
}

int main(int argc, char* argv[]) {
    plbInit(&argc, &argv);

    global::directories().setOutputDir("./tmp/");

    IncomprFlowParam<T> parameters(
        (T) 1e-2, // uMax

```

```

        (T) 100., // Re
        128., // N
        1., // lx
        1. // ly
    );
    const T logT = (T)0.1;
    const T imSave = (T)0.2;
    const T vtkSave = (T)1.;
    const T maxT = (T)10.1;

    writeLogFile(parameters, "2D cavity");

    MultiBlockLattice2D<T, DESCRIPTOR> lattice (
        parameters.getNx(), parameters.getNy(),
        new
    BGKdynamics<T, DESCRIPTOR>(parameters.getOmega()) );

    OnLatticeBoundaryCondition2D<T, DESCRIPTOR>*
        //boundaryCondition =
    createLocalBoundaryCondition2D<T, DESCRIPTOR>()
        boundaryCondition =
    createInterpBoundaryCondition2D<T, DESCRIPTOR>();

    cavitySetup(lattice, parameters, *boundaryCondition);

    T previousIterationTime = T();

    // Main loop over time iterations.
    for (plint iT=0; iT*parameters.getDeltaT()<maxT; ++iT) {
        global::timer("mainLoop").restart();

        if (iT%parameters.nStep(imSave)==0 && iT>0) {
            pcout << "Saving Gif ..." << endl;
            writeGif(lattice, iT);
            pcout << endl;
        }

        if (iT%parameters.nStep(vtkSave)==0 && iT>0) {
            pcout << "Saving VTK file ..." << endl;
            writeVTK(lattice, parameters, iT);
        }

        if (iT%parameters.nStep(logT)==0) {
            pcout << "step " << iT
                << "; t=" << iT*parameters.getDeltaT();
        }

        // Lattice Boltzmann iteration step.
        lattice.collideAndStream();

        if (iT%parameters.nStep(logT)==0) {
            pcout << "; av energy="
                << setprecision(10) <<
            getStoredAverageEnergy(lattice)
                << "; av rho="
                << getStoredAverageDensity(lattice) <<
        endl;
        }

        pcout << "Time spent during previous iteration:"
            << previousIterationTime << endl;
    }
}

```

```

        previousIterationTime
global::timer("mainLoop").stop();
    }

    delete boundaryCondition;
}
=

```

13. Program create.DAT

```

CREATE.DAT

function createDAT(numFiles,path,baseInput,baseOutput)

tic
basename = [path '/' baseInput]; % base name of the bmp files
fid = fopen(baseOutput, 'w'); % open the output file to
write in

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% INLET SLICE %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
fname = [basename num2str(1, '%0.4i') '.bmp'];

fnameu = [basename num2str(2, '%0.4i') '.bmp'];

BB=imread(fname, 'BMP');
CC=imread(fnameu, 'BMP');
nx=size(BB,2)
ny=size(BB,1)
B=zeros(ny,nx);

wholeGeom=zeros(ny,nx,2);

wholeGeom(:,1,1)=BB;
wholeGeom(:,1,2)=CC;

indexMin=find(wholeGeom==0);
indexMax=find(wholeGeom>0);

wholeGeom(indexMin)=255;
wholeGeom(indexMax)=0;

%i
rA = circshift(wholeGeom,[0,1, 0]);
lA = circshift(wholeGeom,[0,-1, 0]);
fA = circshift(wholeGeom,[1,0, 0]);
bA = circshift(wholeGeom,[-1,0,0]);

rfA = circshift(wholeGeom,[1,1,0]);
rbA = circshift(wholeGeom,[-1,1,0]);
lfA = circshift(wholeGeom,[1,-1,0]);
lbA = circshift(wholeGeom,[-1,-1,0]);

%i+1
uA=circshift(wholeGeom,[0,0, 1]);

urA = circshift(wholeGeom,[0,1, 1]);
ulA = circshift(wholeGeom,[0,-1, 1]);

```



```

ufA = circshift(wholeGeom,[1,0, 1]);
ubA = circshift(wholeGeom,[-1,0, 1]);

urfA = circshift(wholeGeom,[1,1, 1]);
urbA = circshift(wholeGeom,[-1,1, 1]);
ulfA = circshift(wholeGeom,[1,-1, 1]);
ulbA = circshift(wholeGeom,[-1,-1, 1]);

for i=1:nx
    for j=1:ny

        if (wholeGeom(j,i,1) == 255 && rA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && lA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && fA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && bA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && rfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && rbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && lfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && lbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && uA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && urA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && ulA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && ufA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && ubA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && urfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && urbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && ulfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 255 && ulbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,1) == 0)
            B(j,i) = 0;
        else
            B(j,i)=2;
        end

    end

end

end

```

```

image(30*B)
axis equal
drawnow

'printing first slice'
fprintf(fid, '%i\n', B);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% INTERNAL SLICES
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

for ii=2:numFiles-1
    ii
    fname = [basename num2str(ii, '%0.4i') '.bmp'];
    fnamed = [basename num2str(ii-1, '%0.4i') '.bmp'];
    fnameu = [basename num2str(ii+1, '%0.4i') '.bmp'];
    AA=imread(fname, 'BMP');
    BB=imread(fnamed, 'BMP');
    CC=imread(fnameu, 'BMP');

    wholeGeom=zeros(ny,nx,3);

    wholeGeom(:, :, 1)=AA;
    wholeGeom(:, :, 2)=BB;
    wholeGeom(:, :, 3)=CC;

    indexMin=find(wholeGeom==0);
    indexMax=find(wholeGeom>0);

    wholeGeom(indexMin)=255;
    wholeGeom(indexMax)=0;

    %i
    rA = circshift(wholeGeom,[0,1, 0]);
    lA = circshift(wholeGeom,[0,-1, 0]);
    fA = circshift(wholeGeom,[1,0, 0]);
    bA = circshift(wholeGeom,[-1,0,0]);

    rfA = circshift(wholeGeom,[1,1,0]);
    rbA = circshift(wholeGeom,[-1,1,0]);
    lfA = circshift(wholeGeom,[1,-1,0]);
    lbA = circshift(wholeGeom,[-1,-1,0]);

    %i-1
    dA=circshift(wholeGeom,[0,0, -1]);

    drA = circshift(wholeGeom,[0,1, -1]);
    dlA = circshift(wholeGeom,[0,-1, -1]);
    dfA = circshift(wholeGeom,[1,0, -1]);
    dbA = circshift(wholeGeom,[-1,0,-1]);

    drfA = circshift(wholeGeom,[1,1,-1]);
    drbA = circshift(wholeGeom,[-1,1,-1]);
    dlfA = circshift(wholeGeom,[1,-1,-1]);
    dlbA = circshift(wholeGeom,[-1,-1,-1]);

    %i+1
    uA=circshift(wholeGeom,[0,0, 1]);

    urA = circshift(wholeGeom,[0,1, 1]);

```

```

ulA = circshift(wholeGeom, [0, -1, 1]);
ufA = circshift(wholeGeom, [1, 0, 1]);
ubA = circshift(wholeGeom, [-1, 0, 1]);

urfA = circshift(wholeGeom, [1, 1, 1]);
urbA = circshift(wholeGeom, [-1, 1, 1]);
ulfA = circshift(wholeGeom, [1, -1, 1]);
ulbA = circshift(wholeGeom, [-1, -1, 1]);

for i=1:nx
    for j=1:ny
        if (wholeGeom(j,i,2) == 255 && rA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && lA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && fA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && bA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && rfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && rbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && lfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && lbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && drA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dlA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && drfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && drbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dlfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dlbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && uA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && urA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && ulA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && ufA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
    end
end

```

```

elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && ubA(j,i)==0)
    B(j,i) = 1;

elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && urfA(j,i)==0)
    B(j,i) = 1;
elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && urbA(j,i)==0)
    B(j,i) = 1;
elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && ulfA(j,i)==0)
    B(j,i) = 1;
elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && ulbA(j,i)==0)
    B(j,i) = 1;

elseif (wholeGeom(j,i,2) == 0)
    B(j,i) = 0;
else
    B(j,i)=2;
end
end
end

image(30*B)
axis equal
drawnow

fprintf(fid, '%i\n', B);
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% OUTLET SLICES %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

fname = [basename num2str(numFiles, '%0.4i') '.bmp'];
fnamed = [basename num2str(numFiles-1, '%0.4i') '.bmp'];

AA=imread(fnamed, 'BMP');
BB=imread(fname, 'BMP');

wholeGeom=zeros(ny,nx,2);

wholeGeom(:, :, 1)=AA;
wholeGeom(:, :, 2)=BB;

indexMin=find(wholeGeom==0);
indexMax=find(wholeGeom>0);

wholeGeom(indexMin)=255;
wholeGeom(indexMax)=0;

%i
rA = circshift(wholeGeom,[0,1, 0]);
lA = circshift(wholeGeom,[0,-1, 0]);
fA = circshift(wholeGeom,[1,0, 0]);
bA = circshift(wholeGeom,[-1,0,0]);

rfA = circshift(wholeGeom,[1,1,0]);

```

```

rbA = circshift(wholeGeom,[-1,1,0]);
lfA = circshift(wholeGeom,[1,-1,0]);
lbA = circshift(wholeGeom,[-1,-1,0]);

%i-1
dA=circshift(wholeGeom,[0,0,-1]);

drA = circshift(wholeGeom,[0,1,-1]);
dlA = circshift(wholeGeom,[0,-1,-1]);
dfA = circshift(wholeGeom,[1,0,-1]);
dbA = circshift(wholeGeom,[-1,0,-1]);

drfA = circshift(wholeGeom,[1,1,-1]);
drbA = circshift(wholeGeom,[-1,1,-1]);
dlfA = circshift(wholeGeom,[1,-1,-1]);
dlbA = circshift(wholeGeom,[-1,-1,-1]);

for i=1:nx
    for j=1:ny
        if (wholeGeom(j,i,2) == 255 && rA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && lA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && fA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && bA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && rfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && rbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && lfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && lbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && drA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dlA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;

        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && drfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && drbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dlfA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
        elseif (wholeGeom(j,i,2) == 255 && dlbA(j,i)==0)
            B(j,i) = 1;
    end
end

```

```

elseif (wholeGeom(j,i,2) == 0)
    B(j,i) = 0;
else
    B(j,i)=2;
end
end
end

image(30*B)
axis equal
drawnow

'printing last slice'
fprintf(fid, '%i\n', B);

fclose(fid);

toc

```

14. Konversi Satuan Kisi ke mD

$$k_{mD} = k \times \text{resolusi} \times \text{resolusi}$$

atau

$$k_{mD} = k \times \text{image pixel size } (\mu\text{m}) \times \text{image pixel size } (\mu\text{m})$$

dimana :

$$k_{Run\ 1} = 0,347515$$

$$k_{Run\ 2} = 0,448585$$

$$\text{resolusi} = 6,06 \mu\text{m}$$

Kode	Average velocity	Lattice velocity	Grand P	Iterasi	k	k_(mD)
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

CURRICULUM VITAE



INTI AMALIA PRATIWI

25 JUNI 1996

CONTACT

PHONE:

085740043165

EMAIL:

Inti.amalia88@gmail.com

ALAMAT:

Jampirejo Barat RT 06 RW1
(56215)
KEC. TEMANGGUNG
KAB. TEMANGGUNG

KUALIFIKASI DIRI:

- Kerjasama
- Komunikasi
- Disiplin
- Jujur
- Inisiatif

BAHASA:

- Bahasa Indonesia (aktif)
- Bahasa Inggris (pasif)

EDUCATION

TK PERWANIDA

2001 - 2003

SDN 1 JAMPIREJO

2003 – 2008

SMPN 5 TEMANGGUNG

2009 – 2011

SMA PRGI 1 TEMANGGUNG

2012 – 2014

SUMMER SCHOOL ITB

2018

UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

2014 – 2019

WORK EXPERIENCE

ASISTEN PRAKTIKUM FISIKA MODERN UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

2018

KARIYAWAN KONTER

2018

SKILLS

Ms. Word



Ms. Excel



Ms. Power Point

