

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	
UCAPAN TERIMA KASIH.....	
ABSTRAK.....	
ABSTRACT.....	
DAFTAR ISI.....	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL.....	
DAFTAR LAMPIRAN.....	
BAB I.....	
PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	
1.3 Batasan Masalah Penelitian	
1.4 Tujuan Penelitian.....	
1.5 Manfaat Penelitian.....	
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	
BAB II.....	
TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Panas Bumi.....	
2.2 Geologi Regional Daerah Panas Bumi Daerah Candi Umbul- Telomoyo	
2.3 Karakteristik Batuan Daerah Panas Bumi Candi Umbul- Telomoyo	

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*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

2.4	Keamanan <i>Clay Cap</i> Panas Bumi.....	
2.5	Sistem Rekahan Pada Daerah Panas Bumi.....	
2.6	Teori Elastisitas Batuan.....	
2.7	Sifat Statik Elastisitas Batuan.....	
2.8	Konsep Citra Digital.....	
2.8.1	Akuisisi Citra.....	
2.8.2	Rekonstruksi Citra.....	
2.8.3	Konsep Citra Digital.....	
2.9	Perubahan Struktur Pori dan Rekahan 3D Akibat Tekanan Uniaxial.....	
2.10	Parameter Sifat Fisis Batuan.....	
2.10.1	Parameter Struktur Pori Pada Batuan.....	
2.10.2	Parameter Rekahan Pada Batuan.....	
2.10.3	Parameter Besaran Porositas dan Luas Permukaan Spesifik.....	
2.10.4	Teori Fraktal.....	
BAB III.....		
METODE PENELITIAN.....		
3.1	Sampel Penelitian.....	
3.2	Desain Penelitian.....	
3.3	Pemberian perlakuan tekanan.....	
3.4	Tahapan Pemindaian.....	
3.5	Tahapan Rekonstruksi Data Digital Sampel Batuan.....	
3.6	Penentuan Perubahan Struktur Pori 3D.....	
3.7	Penentuan Pembentukan Rekahan 3D.....	
3.8	Penentuan Karakterisasi Kekuatan Batuan Penudung Panas Bumi Candi Umbul-Telomoyo.....	

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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

3.9 Pengaruh Tekanan <i>Uniaxial</i> Terhadap Keamanan <i>Clay Cap</i> Panas Bumi Candi Umbul-Telomoyo.....	
BAB IV	
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perubahan Struktur Pori Akibat Pengaruh Tekanan <i>Uniaxial</i>	
4.1.1 Rekonstruksi dan Visualisasi	
4.1.2 Besaran fisis struktur pori	
4.2 Pembentukan Rekahhan Akibat Pengaruh Tekanan <i>Uniaxial</i>	
4.2.1 Rekonstruksi dan Visualisasi	
4.2.2 Besaran Fisis Pembentukan Rekahhan 3D	
4.3 Kekuatan Batuan Penudung (<i>Clay Cap</i>).....	
4.3.1 Rekonstruksi dan Visualisasi	
4.3.2 Besaran Fisis Kekuatan Batuan Penudung	
4.4 Pengaruh Tekanan <i>Uniaxial</i> Terhadap Keamanan Batuan <i>Clay Cap</i> Panas Bumi Candi Umbul-Telomoyo	
BAB V	
SIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	
5.1 Simpulan	
5.2 Rekomendasi	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	

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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan lapisan bumi (Saptadji, 2009).	6
Gambar 2.2 Perpindahan panas di bawah permukaan (Saptadji, 2009). 7	
Gambar 2.3 Model sistem panas bumi (White, 1967).....	8
Gambar 2.4 Peta geologi regional daerah panas bumi Candi Umbul-Telomoyo (Tim Survei, 2010).....	9
Gambar 2.5 Hasil data <i>well-logging</i> panas bumi Candi Umbul-Telomoyo (Tim Survei, 2016).	11
Gambar 2.6 Penyebab deformasi batuan.....	13
Gambar 2.7 Kurva tegangan-regangan.....	14
Gambar 2.8 Ilustrasi akuisisi citra.....	17
Gambar 2.9 Model konsep untuk jenis rekahan dalam media berpori (Krohn, 1991).....	20
Gambar 2.10 Model rekahan 3D (kiri) dan rekahan yang terlihat dari arah X pada $y = 1$ (kanan) (Dietrich, dkk. 2004).	21
Gambar 2.11 Perhitungan <i>aperture</i> rekahan dengan pendekatan diameter (Dietrich, dkk. 2004).	21
Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan data sampel (PSDG, 2016).	25
Gambar 3.2 Sampel batuan intibor panas bumi pada kedalaman 590 meter.	26
Gambar 3.3 Diagram tahapan pada skema penelitian.	27
Gambar 3.4 Peralatan pengujian kuat tekan <i>uniaxial</i>	27
Gambar 3.5 a. Bruker <i>Micro CT Scan</i> 1173; b. Persiapan pemindaian sampel.	28
Gambar 3.6 Data keluaran dari hasil pemindaian sampel (<i>raw image</i>).....	30
Gambar 3.7 Tahapan rekonstruksi data digital pada sampel batuan. ...	30
Gambar 3.8 Citra hasil rekonstruksi. (a) <i>thin section</i> 2D dan (b) visualisasi 3D	31
Gambar 3.9 (a) Citra <i>greyscale</i> sebelum koreksi <i>beam hardening</i> ; (b) Citra <i>greyscale</i> sesudah koreksi <i>beamhardening</i> ; (c) Kurva intensitas sepanjang <i>profile line</i> sampel sebelum koreksi <i>beam hardening</i> ; (d) Kurva intensitas sepanjang <i>profile line</i> sampel sesudah koreksi <i>beam hardening</i>	32
Gambar 3.10 Citra <i>greyscale</i> (a) sebelum (b) sesudah melalui <i>ring artifact reduction</i>	33

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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.11 (a) Citra <i>greyscale</i> ; (b) Citra biner pada struktur pori.	35
Gambar 3.12 Pemilihan <i>Region of Interest</i> (ROI) meliputi: (a) sub sampel untuk struktur pori; (b) citra 2D struktur pori pada <i>slice</i> ke-950 dengan tekanan 91 bar.....	35
Gambar 3.13 Visualisasi struktur pori 3D.....	36
Gambar 3.14 Dimensi fraktal berdasarkan konsep geometri Euclidian (Khokha, 1996).....	37
Gambar 3.15 Diagram alir perhitungan dimensi fraktal 3D (Feranie, dkk. 2011)	38
Gambar 3.16 (a) Citra <i>greyscale</i> ; (b) Citra biner pembentukan rekahan pada <i>slice</i> ke-950.....	40
Gambar 3.17 Pemilihan <i>Region of Interest</i> (ROI) meliputi: (a) sub sampel untuk pembentukan rekahan (b) citra 2D pembentukan rekah pada <i>slice</i> ke-950 dengan tekanan 91 bar.....	40
Gambar 3.18 Citra biner (a) sebelum <i>despeckling</i> ; (b) sesudah <i>despeckling</i>	41
Gambar 3.19 (a) Citra <i>greyscale</i> , (b) Citra biner pada <i>slice</i> ke-362 tekanan 214 bar.....	44
Gambar 3.20 Hasil pemilihan <i>Region of Interest</i> pada tekanan 214 bar	
Gambar 4.1 Visualisasi 2D perubahan struktur pori pada sampel batuan di <i>thin section</i> ke 938: (a) pada tekanan alamiah 59 bar; (b) pada tekanan 75 bar; (c) pada tekanan 91 bar; (d) pada tekanan 107 bar; (e) pada tekanan 123 bar; (f) pada tekanan 156 bar.....	47
Gambar 4.2 Visualisasi 2D dalam pemilihan <i>regions of interest</i> (ROI).....	
Gambar 4.3 Visualisasi 3D perubahan struktur pori pada sampel batuan: (a) pada tekanan alamiah 59 bar; (b) pada tekanan 75 bar; (c) pada tekanan 91 bar; (d) pada tekanan 107 bar; (e) pada tekanan 123 bar; (f) pada tekanan 156 bar.....	49
Gambar 4.4 Grafik hubungan frekuensi terhadap ukuran pori.....	51
Gambar 4.5 Kurva hubungan rata-rata ukuran pori terhadap tekanan.	52
Gambar 4.6 Kurva hubungan <i>open porosity</i> terhadap tekanan pada sub sampel	53
Gambar 4.7 Kurva hubungan luas permukaan spesifik terhadap tekanan.....	
Gambar 4.8 Hasil rekonstruksi visualisasi 2D pembentukan rekahan pada sampel batuan di <i>thin section</i> ke 938: (a) pada tekanan alamiah 59	

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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

bar; (b) pada tekanan 75 bar; (c) pada tekanan 91 bar; (d) pada tekanan 107 bar; (e) pada tekanan 123 bar; (f) pada tekanan 156 bar.	56
Gambar 4.9 Visualisasi 3D Rekahan pada perlakuan: (a) Tekanan 75 bar; (b) Tekanan 91 bar ; (c) Tekanan 107 bar.....	58
Gambar 4.10 Kurva hubungan total orientasi rekahan terhadap tekanan.	
Gambar 4.11 Kurva hubungan <i>aperture</i> rata-rata rekahan terhadap tekanan.	61
Gambar 4.12 Kurva hubungan densitas rekahan terhadap tekanan.....	62
Gambar 4.13 Contoh skeletonisasi pada ImageJ (sumber: www.fiji.sc).....	
Gambar 4.14 Kurva hubungan intensitas rekahan terhadap tekanan...	64
Gambar 4.15 Kurva hubungan rata-rata dimensi fraktal pori terhadap tekanan.....	65
Gambar 4.16 Kurva tegangan-regangan lateral.....	67
Gambar 4.21 Visualisasi 3D berupa: (a) citra <i>greyscale</i> ; (b) rekahan; (c) struktur pori.....	68

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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter rekonstruksi <i>ring artefact reduction</i> dan <i>beam hardening correction</i> untuk tiap perlakuan tekanan pada sampel.....	32
Tabel 4.1 Dimensi Fraktal perubahan struktur pori akibat pengaruh tekanan <i>uniaxial</i>	55
Tabel 4.2 Hasil pengujian sampel batuan menggunakan mesin kuat <i>uniaxial</i>	66
Tabel 4.3 Karakteristik rekahan pada tekanan 214 bar.	69
Tabel 4.4 Karakteristik struktur pori pada tekanan 214 bar.	69

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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian perhitungan karakteristik rekahan dan dimensi fraktal dengan model sintetik sederhana	80
Lampiran 2. Parameter pemindaian citra digital CTL-01.	84
Lampiran 3. Distribusi ukuran pori	87
Lampiran 4. Langkah-langkah rekonstruksi menggunakan perangkat lunak NRecon.....	92
Lampiran 5. <i>Script</i> MATLAB densitas	95
Lampiran 6. <i>Script</i> MATLAB perhitungan dimensi fraktal.	96
Lampiran 7. Langkah-langkah analisis citra menggunakan perangkat lunak ImageJ	98
Lampiran 8. Langkah-langkah analisis citra menggunakan perangkat lunak CTAn.....	100
Lampiran 9. Langkah-langkah penentuan distribusi ukuran pori dan rata-rata ukuran pori	104
Lampiran 10. Riwayat Hidup.....	107

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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu