

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
IJIN PENGGUNAAN DATA.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
SARI	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvii

BAB I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Maksud Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Lokasi Penelitian	4
I.5 Batasan Penelitian	4
I.6 Penelitian Terdahulu	5
I.7 Keaslian Penelitian.....	6
I.8 Manfaat Penelitian	6

BAB II. SEDIMEN KLASTIK INTERVAL NGIMBANG

II.1 Konfigurasi Cekungan Jawa Timur Utara	8
II.2 Stratigrafi dan Dinamika Sedimentasi Interval Ngimbang Klastik Formasi Ngimbang	11
II.3 Lingkungan Pengendapan Interval Ngimbang Klastik.....	13

BAB III. DASAR TEORI

III.1 Fasies dan Lingkungan Pengendapan	16
III.1.1 Interpretasi Fasies dan Lingkungan Pengendapan dengan Analisis Elektrofases.....	17
III.1.2 Model Fasies dan Lingkungan Pengendapan	19
III.2 Analisis Fisika Batuan.....	25
III.2.1 <i>Poisson Impedance</i>	28
III.2.2 <i>VpVs-ratio</i>	30
III.2.3 <i>LMR (Lambda-Mu Rho)</i>	31
III.3 <i>Target Correlation Coefficient Analysis (TCCA)</i>	33
III.4 Metode Inversi <i>Pre-Stack</i> Simultan	35

BAB IV. HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN

IV.1 Hipotesis Penelitian.....	39
IV.2 Metodologi Penelitian	39
IV.2.1 Data yang Digunakan	40
IV.2.2 Alat Pengolahan Data	40
IV.3 Tahapan Penelitian	42
IV.4 Jadwal Penelitian.....	46

BAB V. ANALISIS FASIES DAN FISIKA BATUAN

V.1. Deskripsi Litologi.....	47
V.2. Pengklasteran Data Log	49
V.3. Kelompok Litologi (Elektrofasies) dan Lingkungan Pengendapan	57
V.4. <i>Target Correlation Coefficient Analysis</i> (TCCA) untuk <i>Poisson Impedance</i>	64
V.5. Template Fisika Batuan untuk Identifikasi Fasies Batuan	68

BAB VI. PENYEBARAN FASIES DAN POROSITAS

VI.1. Analisis <i>Well Seismic Tie</i>	74
VI.2. Interpretasi Patahan dan Horison Seismik.....	76
VI.3. Analisis Inversi <i>Pre-Stack</i> Simultan.....	79
VI.4. Persebaran Nilai Porositas	84
VI.5. Peta Persebaran Fasies Interval Ngimbang Klastik	84

BAB VII. KESIMPULAN 89

DAFTAR PUSTAKA 91

LAMPIRAN..... 94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi penelitian (kotak merah) yang terletak di utara pulau Jawa dan Madura. (Setyana dan Purwaningsih, 2003)	4
Gambar 2.1	Konfigurasi Cekungan Jawa Timur Utara dimana area penelitian (kotak merah) berada pada JS-1 Ridge dan dikelilingi oleh dua graben (<i>deep</i>). (Sribudiyani, dkk. 2003)	8
Gambar 2.2	(a) Pergerakan Mikro-kontinen yang disebut sebagai East Java <i>Microplate</i> kepada Paparan Sunda. (b) Kolisi yang menghasilkan Pegunungan Meratus dan Kompleks <i>Melange</i> Luk Ulo. (c) Subduksi oleh lempeng Austalia kepada Paparan Sunda. (b) Konfigurasi cekungan yang memiliki arah NE-SW dan E-W. (Sribudiyani, dkk. 2003)	10
Gambar 2.3	Kolom stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara, kotak merah bergaris putus-putus merupakan formasi target penelitian. (Mudjiono dan Pireno, 2001)	12
Gambar 2.4	Data log dan deskripsi <i>core</i> dari member-member interval Ngimbang Klastik pada sumur Pagerungan-5 (Ebank Jr dan Cook, 1993)	14
Gambar 2.5	Interpretasi lingkungan pengendapan interval Ngimbang Klastik (Nugraha, dkk., 2016)	15
Gambar 3.1	Hubungan antara lingkungan pengendapan dan fasies (Selley, 1985)	16
Gambar 3.2	Tahapan dalam melakukan interpretasi lingkungan pengendapan melalui analisis fasies pengendapan. (Selley, 1985)	17
Gambar 3.3	Diagram yang menunjukkan respon log <i>gamma-ray</i> yang merepresentasikan suatu klasifikasi elektrofases tertentu dengan bentuk kurva tertentu. Respon dari log ini dapat diinterpretasi sebagai suatu fasies dalam suatu lingkungan pengendapan. (Slatt, 2013)	18
Gambar 3.4	Model fasies dari sungai <i>meandering</i> yang dapat terbentuk <i>Channel fills</i> , <i>Point Bar</i> , <i>Chute Bar</i> , <i>Channel plugs</i> (<i>oxbow</i>)	20

lake), *Levee*, *Crevasse* dan *Alluvial floodplain deposit*.
(Einsele, 1992)

Gambar 3.5	Model fasies dari lakustrin yang dapat terbentuk menjadi tiga kemungkinan yaitu <i>Open lake</i> , <i>Closed lake</i> dan <i>Deep lake</i> . (Nichols, 2009)	21
Gambar 3.6	Model fasies <i>Tide-dominated estuaries</i> . (Nichols, 2009)	22
Gambar 3.7	Model fasies <i>Wave-dominated estuaries</i> . (Nichols, 2009)	22
Gambar 3.8	Model fasies <i>Tide-dominated estuary</i> . (Posamentier dan Walker, 2006)	23
Gambar 3.9	Model fasies <i>Wave-dominated estuary</i> . (Posamentier dan Walker, 2006)	24
Gambar 3.10	(a) Log impedansi akustik (<i>P-Impedance</i>) dan log $V_P V_S$ yang telah diidentifikasi jenis litologi dan fluidanya. (b) <i>Crossplot P-Impedance</i> dan $V_P V_S$ menghasilkan empat kluster data yakni Batupasir gas, Serpih, <i>Wet Sands</i> dan <i>Cemented Sands</i> . (Russell, 2014)	25
Gambar 3.11	Integrasi antara koefisien refleksi yang berasosiasi dengan impedansi akustik. (Simm dan Bacon, 2014)	27
Gambar 3.12	V_S memiliki perbedaan nilai yang besar antara serpih dan batupasir gas, sedangkan V_P memiliki perbedaan nilai yang tipis (Goodway, dkk., 1997)	27
Gambar 3.13	<i>Crossplot</i> Impedansi akustik vs <i>Poisson's ratio</i> menunjukkan bahwa <i>poisson ratio</i> dapat membedakan fluida dengan perbedaan porositas (Simm dan Bacon, 2014)	28
Gambar 3.14	Skema yang merepresentasikan adanya rotasi pada <i>crossplot</i> nilai AI-SI yang menggambarkan distribusi serpih, <i>barine sand</i> dan <i>oil sand</i> . (Quakenbush, dkk. 2006)	29
Gambar 3.15	Kluster serpih, <i>barine sand</i> dan <i>oil sand</i> oleh <i>Poisson Impedance</i> . (Quakenbush, dkk. 2006)	30
Gambar 3.16	(a) Analisis AVO yang membuktikan sensitifitas $V_P V_S$ <i>ratio</i> terhadap kehadiran gas yang memiliki nilai rendah	31

dibandingkan (b) yang memiliki batuan yang tersaturasi air saja. (Simm dan Bacon, 2014)

Gambar 3.17	<i>Crossplot Lambda-Rho vs Mu-Rho</i> yang dapat mengklasterkan litologi berbeda dengan saturasi fluida yang berbeda (Goodway, dkk. 1997)	32
Gambar 3.18	<i>Crossplot Z_P vs Z_S</i> untuk menentukan positif atau negatif nilai “c” berdasarkan <i>trend</i> data, pada crossplot diatas nilai “c” adalah positif. (Tian, dkk. 2010)	34
Gambar 3.19	<i>Correlation Coefficient</i> untuk rentang nilai “c” 0 – 3, dimana nilai c terbaik jatuh pada nilai 1.23 terhadap nilai log <i>gamma-ray</i> . (Tian, dkk. 2010)	34
Gambar 3.20	Skema yang menggambarkan koefisien refleksifitas yang menghubungkan antara perlapisan batuan dan data seismik. Dimana proses dekonvolusi menggambarkan proses inversi (Simm dan Bacon, 2014)	35
Gambar 3.21	Berbagai jenis metode inversi (Russell, 2014)	36
Gambar 3.22	Proses Inversi <i>Pre-Stack</i> Simultan yang dapat secara langsung menghasilkan AI, SI dan ρ . (Simm dan Bacon, 2014)	37
Gambar 3.23	(a) <i>crossplot</i> antara AI vs ρ . (b) AI vs SI (Simm dan Bacon, 2014)	38
Gambar 4.1	Data 3D Seismik area penelitian dan semua sumur yang gunakan pada penelitian.	41
Gambar 4.2	Diagram Alir Penelitian.	45
Gambar 5.1	<i>Cross-plot</i> (a) log <i>gamma-ray</i> vs densitas, (b) log <i>gamma-ray</i> vs sonik, (c) log densitas vs log sonik, dan (d) log neutron vs log densitas pada sumur WA-02, (e) <i>highlight</i> pada penampang log <i>gamma-ray</i>	51
Gambar 5.2	<i>Cross-plot</i> (a) log <i>gamma-ray</i> vs densitas, (b) log <i>gamma-ray</i> vs sonik, (c) log densitas vs log sonik, dan (d) log neutron vs log densitas pada sumur WA-03, (e) <i>highlight</i> pada penampang log <i>gamma-ray</i>	52
Gambar 5.3	<i>Cross-plot</i> (a) log <i>gamma-ray</i> vs densitas, (b) log <i>gamma-ray</i> vs sonik, (c) log densitas vs log sonik, dan (d) log neutron vs	52

	log densitas pada sumur WA-04, (e) <i>highlight</i> pada penampang log <i>gamma-ray</i>	
Gambar 5.4	<i>Cross-plot</i> (a) log <i>gamma-ray</i> vs densitas, (b) log <i>gamma-ray</i> vs sonik, (c) log densitas vs log sonik, dan (d) log neutron vs log densitas pada sumur WA-06, (e) <i>highlight</i> pada penampang log <i>gamma-ray</i>	53
Gambar 5.5	Interpretasi fasies Interval Ngimbang Klastik berdasarkan integrasi data log <i>gamma-ray</i> , log densitas dan <i>mud-log</i> pada sumur WA-02	54
Gambar 5.6	Interpretasi fasies Interval Ngimbang Klastik berdasarkan integrasi data log <i>gamma-ray</i> , log densitas dan <i>mud-log</i> pada sumur WA-03	55
Gambar 5.7	Interpretasi fasies Interval Ngimbang Klastik berdasarkan integrasi data log <i>gamma-ray</i> , log densitas dan <i>mud-log</i> pada sumur WA-04	56
Gambar 5.8	Interpretasi fasies Interval Ngimbang Klastik berdasarkan integrasi data log <i>gamma-ray</i> , log densitas dan <i>mud-log</i> pada sumur WA-06	57
Gambar 5.9	Korelasi sumur di daerah penelitian	58
Gambar 5.10	Identifikasi lingkungan pengendapan berdasarkan pola log <i>gamma-ray</i> menurut Walker dan James (1992).	59
Gambar 5.11	Interpretasi elektrofases dan lingkungan pengendapan pada sumur WA-03	61
Gambar 5.12	Interpretasi lingkungan pengendapan pada interval bawah hingga tengah dari sumur WA-03. Penentuan didasari oleh membandingkan pola log <i>gamma-ray</i> dan litologi pada sumur WA-03 dengan model fasies menurut Boyd dkk. (2006) serta Van Wagoner dkk. (1990)	62
Gambar 5.13	Interpretasi lingkungan pengendapan pada interval atas dari sumur WA-03. Penentuan didasari oleh membandingkan pola log <i>gamma-ray</i> dan litologi pada sumur WA-03 dengan model fasies menurut Boyd dkk. (2006) serta Van Wagoner dkk. (1990)	63
Gambar 5.14	<i>Cross plot Acoustic Impedance</i> vs <i>Shear Impedance</i> yang menunjukkan nilai gradien yang positif.	65
Gambar 5.15	Grafik hasil <i>coefficient correlation</i> menggunakan metode Pearson dalam penentuan nilai “c” sebagai parameter	65

Impedansi Litologi (LI) dan Impedansi Fluida (FI). (a) Korelasi maksimum antara nilai *poisson impedance* dan gamma-ray jatuh pada nilai 1.9 dan (b) Korelasi maksimum antara nilai *poisson impedance* dan resistivitas jatuh pada nilai 0.8.

- Gambar 5.16** *Crossplot* antara log *gamma-ray* dan log impedansi litologi, batupasir dan batulempung/batulanau dipisahkan oleh garis merah putus-putus. Warna kuning mengindikasikan batupasir (*sand*) dan warna abu-abu mengindikasikan batulempung/batulanau (*serpih*). 67
- Gambar 5.17** *Crossplot* antara log resistivitas dan log impedansi fluida, gas dan air dipisahkan oleh garis merah putus-putus. Warna kuning mengindikasikan batuan dengan kandungan gas (batupasir gas) dan warna biru mengindikasikan batuan dengan kandungan air. 67
- Gambar 5.18** *Cross-plot VpVs-ratio* vs impedansi litologi dengan hasil *cross section* log sumur pada sumur WA-03. 68
- Gambar 5.19** *Cross-plot VpVs-ratio* vs impedansi litologi dengan hasil *cross section* log sumur pada sumur WA-04. 70
- Gambar 5.20** *Cross-plot VpVs-ratio* vs impedansi fluida dengan hasil *cross section* log sumur pada sumur WA-04. 71
- Gambar 5.21** Naiknya nilai gas C1 dan C2 pada *gas reading* dikonfirmasi oleh nilai silang antara log RHOB dan log NPHI pada interval batupasir gas. 73
- Gambar 5.22** *Cross-plot* Porositas vs impedansi fluida pada sumur WA-04 untuk penentuan cut off porositas pada reservoir gas berdasarkan nilai saturasi air. 73
- Gambar 6.1** *Wavelet* yang digunakan pada penelitian pada proses *well seismic tie* dan inversi *pre-stack* simultan dengan fase zero phase dan memiliki rentang frekuensi dominan yang sama dengan volume seismik (*seismic spectrum amplitude*). 74
- Gambar 6.2** Hasil *well seismic tie* pada sumur WA-03 dimana mencapai korelasi yang tinggi yaitu 0.867 dan *shift time* 0 ms. 75
- Gambar 6.3** Lintasan seismik yang menunjukkan konfigurasi cekungan pada area penelitian. Terdapat enam horizon, *basement*, Ngimbang Klastik, Ngimbang Carbonate, Kujung, Rancak dan Ngrayong. 77

Gambar 6.4	Peta struktur waktu (a) Formasi Ngimbang interval Ngimbang Klastik dan (b) basement.	78
Gambar 6.5	Analisis regresi dalam memprediksi nilai <i>acoustic impedance</i> , <i>shear impedance</i> dan densitas untuk melihat keefektifan hubungan ketiga data tersebut.	80
Gambar 6.6	Hasil korelasi pada analisis pre-inversi untuk inversi pre-satck simultan pada sumur WA-03 dengan korelasi yang tinggi mencapai 0.997.	80
Gambar 6.7	Penampang vertikal seismik hasil inversi Z_p (<i>acoustic impedance</i>), Z_s (<i>shear impedance</i>) dan D_n (densitas) yang memiliki rentang nilai yang sama dengan nilai log sumur.	82
Gambar 6.8	Peta <i>slicing</i> volume impedansi litologi pada Top Ngimbang Klastik, Batupasir porous ditunjukkan oleh warna kuning hingga merah	83
Gambar 6.9	Peta <i>slicing</i> volume impedansi fluida pada Top Ngimbang Klastik, batupasir gas ditunjukkan oleh warna oranye hingga merah dan masuk pada area deliniasi batupasir <i>porous</i> .	83
Gambar 6.10	<i>Cross plot</i> antara log porositas dan log densitas pada sumur WA-04 yang memiliki korelasi yang cukup tinggi yaitu sebesar 0.7757 dengan rumusan porositas = $-0.5069(\text{densitas}) + 1.3405$.	84
Gambar 6.11	(a) Peta <i>slicing</i> volume porositas pada Top Ngimbang Klastik. (b) Peta <i>slicing</i> volume densitas pada Top Ngimbang Klastik. Area dengan porositas tinggi memiliki nilai yang berasosiasi dengan area yang memiliki nilai densitas ditunjukkan oleh warna kuning hingga merah dikedua peta	87
Gambar 6.12	Peta persebaran fasies batupasir <i>porous</i> pada interval Ngimbang Klastik, (a) delineasi kenampakan dan geometri fasies batupasir <i>porous</i> pada peta sebaran impedansi litologi yang ditunjukkan oleh warna kuning kehijauan hingga merah, dimana warna tersebut menunjukkan area dengan nilai impedansi litologi dari 4000 ft/s*g/cc kebawah, dan (b) peta persebaran fasies dan lingkungan pengendapan.	88

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian Terdahulu	7
Tabel 4.1	Rangkuman Data Sumur yang Tersedia	40
Tabel 4.2	Jadwal Penelitian	46
Tabel 5.1	Deskripsi <i>cutting</i> sumur yang digunakan pada penelitian	47
Tabel 6.1	Hasil korelasi sumur-sumur yang digunakan pada penelitian	76
Tabel 6.2	Hasil Korelasi Analisis Inversi <i>Pre-Stack</i>	80