

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG | xix |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Maksud dan Tujuan..... | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Waktu dan Lokasi Penelitian..... | 3 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|---|----|
| 2.1. Geologi Regional Cekungan Sumatra Selatan | 5 |
| 2.2. Struktur dan Tatanan Tektonik Cekungan Sumatra Selatan | 7 |
| 2.3. Stratigrafi Regional | 9 |
| 2.3.1. Batuan Dasar Pra-Tersier | 11 |
| 2.3.2. Formasi Lahat/Formasi Lemat | 11 |
| 2.3.3. Formasi Talang Akar | 12 |
| 2.3.4. Formasi Baturaja | 12 |
| 2.3.5. Formasi Gumai | 13 |
| 2.3.6. Formasi Air Benakat | 13 |
| 2.3.7. Formasi Muara Enim..... | 13 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 2.3.8. Formasi Kasai..... | 14 |
| 2.3.9. Aluvium Kuarter | 14 |
| 2.4. Penelitian Terdahulu | 14 |

BAB III DASAR TEORI

| | |
|---|----|
| 3.1. <i>Basement Reservoir</i> | 16 |
| 3.2. <i>Basement Reservoir Play Concept</i> | 18 |
| 3.3. Karakterisasi Reservoir | 19 |
| 3.4. Seismik Atribut | 20 |
| 3.4.1. Atribut <i>Structural Smoothing</i> | 21 |
| 3.4.2. Atribut <i>Variance</i> | 23 |
| 3.4.3. Atribut <i>Ant Track</i> | 25 |
| 3.4.4. Atribut Amplitudo RMS (<i>Root Mean Square</i>)..... | 27 |
| 3.5. <i>Fast Fourier Transform</i> | 28 |
| 3.6. <i>Continuous Wavelet Transform</i> | 31 |
| 3.7. <i>Wavelet Extraction</i> | 32 |
| 3.8. <i>Wireline Logging</i> | 36 |
| 3.8.1. Log Gamma Ray | 36 |
| 3.8.2. Log SP (<i>Spontaneous Potential</i>) | 37 |
| 3.8.3. Log Resistivitas | 37 |
| 3.8.4. Log Caliper..... | 38 |
| 3.8.5. Log Densitas | 39 |
| 3.8.6. Log Neutron | 39 |
| 3.8.7. Log Sonik | 40 |
| 3.8.8. <i>Borehole Image</i> | 40 |

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 4.1. Diagram Alir Penelitian | 46 |
| 4.2. Ketersediaan Data | 49 |
| 4.2.1. Data Seismik 3D Barbosela..... | 51 |
| 4.2.2. Data <i>Final Well Report</i> sumur HDP-01 dan HDP-02..... | 51 |
| 4.2.3. Data <i>raw log</i> sumur HDP-01..... | 54 |

| | |
|--|-----|
| 4.2.4. <i>Borehole image</i> sumur HDP-01 | 55 |
| 4.2.5. Laporan evaluasi geokimia sumur HDP-01 | 56 |
| 4.3. <i>Basemap</i> Penelitian | 60 |
| 4.4. Instrumentasi Penelitian | 61 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 5.1. Analisa Zona Target | 62 |
| 5.2. Analisa <i>Borehole Image</i> | 64 |
| 5.2.1. Interval 1253m-1261m | 65 |
| 5.2.2. Interval 1345m-1353m | 69 |
| 5.3. Analisa <i>Tunning Thickness</i> dan <i>Fresnel Zone</i> | 73 |
| 5.4. Analisa <i>Wavelet</i> dan <i>Well Seismic Tie</i> | 75 |
| 5.5. Analisa <i>Horizon</i> dan Struktur | 78 |
| 5.5.1. Penampang seismik <i>inline</i> 2665 sumur HDP-01 | 78 |
| 5.5.2. Penampang seismik <i>crossline</i> 10361 sumur HDP-01 | 79 |
| 5.5.3. Penampang seismik <i>inline</i> 2531 sumur HDP-02 | 80 |
| 5.5.2. Penampang seismik <i>crossline</i> 10431 sumur HDP-02 | 81 |
| 5.6. Model Sederhana 2D <i>Basement Fractured Reservoir Petroleum</i> <i>System</i> | 82 |
| 5.7. Analisa <i>Time Structure Map</i> dan <i>Depth Structure Map</i> | 87 |
| 5.6.1. <i>Time Structure Map</i> | 87 |
| 5.6.2. <i>Depth Structure Map</i> | 89 |
| 5.8. Atribut <i>Structural Smoothing</i> | 91 |
| 5.9. <i>Variance Attribute Map</i> | 92 |
| 5.10. <i>Ant Tracking Attribute Map</i> | 94 |
| 5.11. <i>Conductive Fracture Map</i> | 96 |
| 5.12. Pemodelan Geologi 3D | 97 |
| 5.12.1. <i>Fault Modeling</i> | 98 |
| 5.12.2. <i>Structural Framework Modeling</i> | 99 |
| 5.12.3. <i>Distance to Fault</i> | 102 |
| 5.12.4. <i>Ant Track Resampling</i> | 104 |
| 5.12.5. <i>Fault Patches Extraction</i> | 106 |

| | |
|--|-----|
| 5.13. Analisa <i>Dataset Fracture</i> Berdasarkan <i>Borehole Image, Fault Mapping, Dan Fault Patches Extraction</i> | 108 |
| 5.14. Potensi <i>Basement Fractured Reservoir</i> | 109 |

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|-----------------------|-----|
| 6.1. Kesimpulan | 115 |
| 6.2. Saran..... | 116 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| DAFTAR PUSTAKA | 117 |
|-----------------------------|-----|

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1. Lokasi Penelitian Area “Kehidupan” secara administratif pada Provinsi Jambi (tanahair.indonesia.go.id, diakses tanggal 13 Maret 2017)..... | 3 |
| Gambar 1.2. Lokasi penelitian secara geologi pada Cekungan Sumatra Selatan (Ginger & Fielding, 2005) | 4 |
| Gambar 2.1. Peta Lokasi dan Pola Struktur Cekungan Sumatra Selatan (Bishop, 2001). Lokasi penelitian ditunjukkan dengan kotak berwarna merah | 6 |
| Gambar 2.2. Elemen struktur utama pada Cekungan Sumatra Selatan. Orientasi timurlaut-baratdaya atau utara-selatan menunjukkan umur Eosen-Oligosen dan struktur inversi yang menunjukkan umur Pliosen-Pleistosen (Ginger & Fielding, 2005). Lokasi penelitian ditunjukkan dengan kotak berwarna merah..... | 8 |
| Gambar 2.3. Skema Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan (Pertamina BPPKA, 1996) | 10 |
| Gambar 3.1. Klasifikasi rekahan (Nelson, 2001) | 17 |
| Gambar 3.2. Model 2D <i>Basement Fractured Reservoir</i> di Cekungan Cuu Long, Vietnam (Hung & Lee, 2004)..... | 18 |
| Gambar 3.3. Klasifikasi Seismik Atribut (Brown, 2000)..... | 20 |
| Gambar 3.4. Perbedaan antara sebelum dan sesudah proses <i>structural smoothing</i> pada model sesar (Argadestya, 2016, yang digambar ulang dari Barnets, 2005) | 21 |
| Gambar 3.5. Proses pemodelan sesar pada data seismik berdasarkan kondisi geologi <i>initial model</i> , dan setelah <i>structural smoothing</i> (Argadestya, 2016, yang digambar ulang dari Barnets, 2005) | 22 |
| Gambar 3.6. Perbedaan antara seismik dengan <i>original amplitude</i> dan seismik dengan atribut <i>variance</i> (Aguado <i>et al.</i> , 2009). Kotak berwarna merah merupakan interpretasi patahan..... | 23 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3.7. Δx Perbedaan nilai pada arah x di tiap sampel, sedangkan Δy perbedaan nilai pada arah y di tiap sampel (Tullailah, dkk., 2015)..... | 24 |
| Gambar 3.8. Perhitungan atribut <i>variance</i> . Sebelah kiri (gambar peta) mengilustrasikan <i>trace</i> yang dianalisis dilingkupi 8 <i>trace</i> disekitarnya sedangkan sebelah kanan (gambar penampang) menggambarkan analisis jendela perhitungan (Tullailah, dkk., 2015)..... | 25 |
| Gambar 3.9. Analogi proses <i>ant tracking</i> (Argadestya, 2016, yang digambar ulang dari <i>Petrel Algorithm Manual</i> , 2012)..... | 26 |
| Gambar 3.10. Ilustrasi perhitungan amplitudo RMS (Sukmono, 2001)..... | 28 |
| Gambar 3.11. Gambaran digital dari amplitudo dan spektrum fasa yang berkaitan dengan bentuk gelombang <i>transient</i> (Kearey, et al., 2002)..... | 29 |
| Gambar 3.12. Pasangan <i>fourier transform</i> untuk berbagai <i>waveforms</i> (Kearey, et al., 2002)..... | 30 |
| Gambar 3.13. Proses <i>continuous wavelet transform</i> pada tras seismik (de Matos, et al., 2014) | 32 |
| Gambar 3.14. <i>Direct measurement of seismic waveform</i> (Gadallah & Fisher, 2005)..... | 33 |
| Gambar 3.15. <i>Deterministic measurement of seismic waveform</i> (Gadallah & Fisher, 2005)..... | 33 |
| Gambar 3.16. <i>Statistical estimation of wavelet</i> (Gadallah & Fisher, 2005) ... | 34 |
| Gambar 3.17. <i>Statistical Method of Wavelet Processing</i> (Gadallah & Fisher, 2005)..... | 35 |
| Gambar 3.18. <i>Phase rotation</i> (totalcorner.blogspot.co.id, diakses tanggal 17 April 2017) | 35 |
| Gambar 3.19. <i>Borehole Image</i> (Halliburton, 2014)..... | 42 |
| Gambar 3.20. Ilustrasi perhitugan <i>dip</i> , <i>dip direction</i> , dan <i>azimuth</i> pada <i>borehole image</i> | 43 |
| Gambar 3.21. Geometri untuk perhitungan TVD, TST, dan TVT (www.spec2000.net, diakses tanggal 19 April 2017) | 45 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Gambar 4.1. | Diagram alir penelitian | 46 |
| Gambar 4.2. | SEGY 3D Seismik | 51 |
| Gambar 4.3. | <i>Final Well Report</i> HDP-01 | 52 |
| Gambar 4.4. | <i>Final Well Report</i> HDP-02 | 53 |
| Gambar 4.5. | <i>Raw log</i> sumur HDP-01 | 54 |
| Gambar 4.6. | <i>Borehole image</i> pada interval kedalaman 1253 m – 1261 m... | 55 |
| Gambar 4.7. | <i>Borehole image</i> pada interval kedalaman 1345 m – 1353 m... | 55 |
| Gambar 4.8. | Data kematangan dan komposisi kerogen (Lemigas, 2002).... | 58 |
| Gambar 4.9. | Data potensi batuan induk (Lemigas, 2002) | 59 |
| Gambar 4.10. | <i>Basemap</i> seismik area penelitian | 60 |
| Gambar 5.1. | Analisa zona target berdasarkan <i>quad-combo logging</i> | 62 |
| Gambar 5.2. | <i>Borehole image</i> interval 1253m – 1261m (a) sebelum diinterpretasikan rekahan dan (b) sesudah diinterpretasikan rekahan | 65 |
| Gambar 5.3. | Ilustrasi perhitungan <i>dip</i> , <i>dip direction</i> , dan <i>azimuth</i> pada <i>borehole image</i> pada interval kedalaman 1260,5m | 67 |
| Gambar 5.4. | <i>Rose diagram</i> <i>dip</i> dan <i>dip azimuth borehole image</i> (a) dan <i>strike</i> dari analisa <i>borehole image</i> (b) pada interval 1253m – 1261m | 68 |
| Gambar 5.5. | <i>Borehole image</i> interval 1345m – 1353m (a) sebelum diinterpretasikan rekahan dan (b) sesudah diinterpretasikan rekahan | 69 |
| Gambar 5.6. | Ilustrasi perhitungan <i>dip</i> , <i>dip direction</i> , dan <i>azimuth</i> pada <i>borehole image</i> pada interval kedalaman 1345,6m | 71 |
| Gambar 5.7. | <i>Rose diagram</i> <i>dip</i> dan <i>dip azimuth borehole image</i> (a) dan <i>strike</i> dari analisa <i>borehole image</i> (b) pada interval 1345m – 1353m | 72 |
| Gambar 5.8. | Ilustrasi perhitungan kecepatan berdasarkan data <i>checkshot</i> ... | 74 |
| Gambar 5.9. | <i>Statistical wavelet</i> sumur HDP-01 | 75 |
| Gambar 5.10. | <i>Statistical wavelet</i> sumur HDP-02..... | 75 |
| Gambar 5.11. | <i>Well seismic tie</i> sumur HDP-01 | 76 |
| Gambar 5.12. | <i>Well seismic tie</i> sumur HDP-02..... | 77 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 5.13. Analisa <i>horizon</i> dan struktur pada penampang seismik <i>inline 2665</i> | 78 |
| Gambar 5.14. Analisa <i>horizon</i> dan struktur pada penampang seismik <i>crossline 10361</i> | 79 |
| Gambar 5.15. Analisa <i>horizon</i> dan struktur pada penampang seismik <i>inline 2531</i> | 80 |
| Gambar 5.16. Analisa <i>horizon</i> dan struktur pada penampang seismik <i>crossline 10431</i> | 81 |
| Gambar 5.17. Model sederhana 2D <i>basement fractured reservoir</i> <i>petroleum system</i> pada <i>crossline 10361</i> (a) dan <i>inline 2665</i> (b)..... | 84 |
| Gambar 5.18. <i>Fracture productivity chart</i> (Sagita, <i>et al.</i> , 2008)..... | 87 |
| Gambar 5.19. <i>Fresh Basement Time Structure Map</i> | 87 |
| Gambar 5.20. (a) <i>Variance Attribute Map</i> dan (b) <i>wrench fault concept</i> (Harding, 1974) | 88 |
| Gambar 5.21. <i>Fresh Basement Depth Structure Map</i> | 89 |
| Gambar 5.22. Proses sebelum dan sesudah atribut <i>structural smoothing</i> | 91 |
| Gambar 5.23. <i>Fresh Basement Variance Map</i> dan <i>strike rose diagram</i> <i>borehole image</i> (a) sebelum diinterpretasikan patahan dan (b) sesudah diinterpretasikan patahan..... | 92 |
| Gambar 5.24. <i>Fresh Basement Ant Tracking Map</i> dan <i>strike rose</i> <i>diagram borehole image</i> (a) sebelum diinterpretasikan patahan dan (b) sesudah diinterpretasikan patahan..... | 94 |
| Gambar 5.25. <i>Conductive Fracture Map</i> dan <i>strike rose diagram</i> <i>borehole image</i> (a) sebelum diinterpretasikan patahan dan (b) sesudah diinterpretasikan patahan..... | 96 |
| Gambar 5.26. <i>Fault Framework Modeling</i> | 98 |
| Gambar 5.27. <i>Structural Framework Modeling Fresh Basement</i> | 99 |
| Gambar 5.28. Berbagai tipe <i>horizon</i> pada <i>software Petrel</i> | 101 |
| Gambar 5.29. <i>Distance to Fault Map</i> dan <i>strike rose diagram</i> <i>fault mapping</i> | 102 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 5.30. <i>Distance to Fault Model</i> | 103 |
| Gambar 5.31. <i>Ant Track Resampling Map dan strike rose diagram</i> <i>fault patches extraction</i> | 104 |
| Gambar 5.32. <i>Ant Track Resampling Model</i> | 105 |
| Gambar 5.33. <i>Fault Patches Extraction & strike rose diagram</i> <i>fault patches extraction</i> | 106 |
| Gambar 5.34. <i>Riedel shear model</i> (Petit, 1987, dalam Fossen 2010) terhadap pola <i>fracture</i> pada hasil pemodelan <i>fault</i> <i>patches extraction</i> | 107 |
| Gambar 5.35. Analisa <i>Dataset Fracture</i> berdasarkan <i>borehole image</i> , <i>fault mapping</i> , dan <i>fault patches extraction</i> | 108 |
| Gambar 5.36. Usulan pengeboran sumur baru | 109 |
| Gambar 5.37. <i>Overlay depth structure map, distance to fault map, RMS</i> <i>supervised ant tracking map</i> , dan <i>ant track resampling</i> <i>map</i> untuk usulan sumur pengeboran | 110 |
| Gambar 5.38. Usulan pengeboran sumur HDP-03 pada <i>inline</i> 2990 | 113 |
| Gambar 5.39. Kenampakan bidang <i>open fracture</i> disekitar sumur pengeboran HDP-03 | 113 |
| Gambar 5.40. Usulan pengeboran sumur HDP-04 pada <i>inline</i> 2615 | 114 |
| Gambar 5.41. Kenampakan bidang <i>open fracture</i> disekitar sumur pengeboran HDP-04 | 114 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1. Ketersediaan Data..... | 49 |
| Tabel 5.1. Data perhitungan <i>image log</i> interval 1253m – 1261m..... | 68 |
| Tabel 5.2. Data perhitungan <i>image log</i> interval 1345m – 1353m..... | 72 |