

**PENENTUAN ZONA PROSPEK HIDROKARBON PADA *FRACTURED BASEMENT*
BERDASARKAN DATA *WELL LOG* DAN SEISMIK 3D PADA LAPANGAN
MALAWAPATI SUB-CEKUNGAN JAMBI, CEKUNGAN SUMATERA SELATAN**

Oleh :

Rahman Wahyudianto*, Hadi Nugroho*, Yoga Aribowo*, dan Robet Wahyu Widodo**
(*Corresponding email* : rahmanwahyudianto@student.undip.ac.id)

* Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang

** *Exploration Development Department* PT. PERTAMINA Ep, Jakarta

ABSTRACT

Hydrocarbon discovery in the basement of several exploration wells in South Sumatra Basin, giving new challenges for geologists to find hydrocarbon reserves with the concept of new thinking, the best one on the concept of the geology and oil exploration in fractured basement.

Research object is on the basement high, which dominant lithology is schist. This research is located at Malawapati and includes part of the Sub-Basin of Jambi, South Sumatra Basin. Based on Drill Stem Test (DST), hydrocarbon potential of fractured basement on Prabu X1 is around 0.2-1 MMSCFGPD (Million Standard Cubic Feet Gas Per Day) and on Dharma X3 is around traces-1 MMSCFGPD, then it needs a good study to determine hydrocarbon potential in the fractured basement.

The purpose of this research is obtaining a description of the basement characteristic and vertical fracture intensity in the basement by using well log and master log, obtaining horizontal fracture distribution in the basement by using 3D seismic and seismic attributes, obtaining a description of the basement geometry by analyzing geological structures in the basement, determining correlation of the two data are intensity and distribution of fracture to determine the location of the most prospect as a hydrocarbon zone.

The research method is using descriptive and analytical methods. There are 3 wells in Malawapati field. There are 2 wells which reaching the basement, which are Prabu X1 and Dharma X3 and also a well not reaching the basement, which is Dharma X3. Well log and master log is used to determine basement characteristics and vertical fracture intensity with Fuzzy Inference System (FIS), it is used for reference in retraction the target zone on seismic attribute by type variance cube, which the suitable are 70 ms below the horizon of Prabu X1 and 25 ms below the horizon of the well Dharma X3. 3D seismic data is used to determine basement geometry and horizontal fracture distribution with seismic attribute by type variance cube.

Based on the correlation analysis of well log, master log and seismic attribute by type variance cube, is known that hydrocarbon prospect zone in vertical is weathered basement zone and high intensity zone. Hydrocarbon prospect zone in horizontal is zone A which is the top of basement high zone and also not affected by zone fault so it has low fracture intensity. Zone B is edge of the basement high zone and also affected by zone fault so it has high fracture intensity

Keywords : fractured basement, fuzzy inference system (FIS), variance cube, hydrocarbon prospect zone

PENDAHULUAN

Salah satu konsep eksplorasi yang sedang dikembangkan yaitu pencarian hidrokarbon di *fractured basement*. Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi adalah lapangan yang dioperasikan PT. PERTAMINA EP dengan keterdapatan hidrokarbon pada *fractured basement*. Data yang digunakan adalah data *well log* dan seismik 3D.

Dari data tersebut, dapat diidentifikasi penyebaran *fracture* secara vertikal dan horizontal. Untuk mengetahui penyebaran secara vertikal, dapat melakukan perhitungan dan analisis parameter petrofisika. Setelah mengetahui secara vertikal, dapat dilakukan analisis seismic attribute untuk mengetahui penyebarannya secara horizontal.

Setelah mengetahui penyebaran *fracture*, kemudian dapat ditentukan daerah prospek hidrokarbon. Faktor pelapukan pada *basement* dapat meningkatkan nilai porositas dan permeabilitas. Untuk itu *fracture* dan pelapukan pada *basement* menjadi dua hal yang penting dalam mencari cadangan hidrokarbon.

Identifikasi Masalah

Adanya *fracture* pada batuan dapat menambah nilai porositas dan permeabilitas. Hal ini bahkan terjadi pada batuan *basement* yang bersifat keras dan *brittle*. Berdasarkan *petroleum system*, minyak bumi akan mengisi rongga-rongga yang terjadi akibat *fracture*. Secara tradisional *fracture* dapat diketahui dengan melihat ketidakmenerusan suatu *event seismic*, tetapi dengan metode *variance cube* dapat diketahui dimana *fracture* tersebut banyak terbentuk. Data *well log* dapat digunakan untuk mengetahui intensitas *fracture* secara kualitatif dan kuantitatif.

Dari semua kajian tentang *fractured basement* yang ditemukan, kemudian dapat menjawab permasalahan antara lain:

- a. Tipe batuan yang bagaimanakah *basement* dapat berfungsi sebagai reservoir. Dari keseluruhan sumur pemboran, bagian mana yang memiliki intensitas *fracture* secara vertikal yang paling dominan.
- b. Peristiwa geologi yang bagaimanakah yang menyebabkan *basement* dapat berfungsi sebagai reservoir.
- c. Dari keseluruhan lapangan, bagian mana yang memiliki penyebaran *fracture* secara horizontal yang paling dominan, sehingga menjadi bagian yang paling prospek untuk menyimpan hidrokarbon.
- d. Bagaimana data seismik 3D dan data *well log* dapat membantu menemukan daerah yang memiliki intensitas dan penyebaran *fracture* yang paling tinggi, sehingga bisa menjadi daerah yang prospek selanjutnya.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh gambaran karakteristik *basement* dan intensitas *fracture* secara vertikal yang terdapat pada *basement* dengan menggunakan data *well log* dan didukung dengan data *master log*.
2. Memperoleh gambaran pembentukan geometri *basement* dengan cara menganalisis struktur geologi yang terdapat pada *basement*.
3. Memperoleh gambaran penyebaran *fracture* secara horizontal yang terdapat pada *fractured basement* dengan menggunakan data seismik 3D dan atribut seismik dengan jenis *variance cube*.
4. Mengetahui korelasi dari kedua data yaitu data intensitas dan penyebaran *fracture* untuk menentukan lokasi yang paling prospek sebagai zona yang terisi hidrokarbon.

Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka dan interpretasi data, maka dapat ditarik suatu hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan data *well log* dan didukung dengan data *master log*, karakteristik *basement* dengan jenis litologi sekis mempunyai intensitas *fracture* yang tinggi dan juga mempunyai zona *weathered basement* yang mempunyai porositas tinggi sehingga diduga dapat menyimpan hidrokarbon.
2. Berdasarkan peta struktur waktu pada *basement*, diperkirakan terdapat struktur geologi berupa *normal fault* dan *reverse fault* sehingga diduga terbentuk morfologi pada *basement* yang berupa tinggian dan rendahan.
3. Berdasarkan *line seismic* regional pada *basement*, diperkirakan penyebaran *fracture* pada bagian tepi tinggian *basement* akan lebih banyak berkembang sehingga diduga bagian ini akan menjadi reservoir yang baik.
4. Berdasarkan penyebaran *fracture* dan karakteristik *basement*, zona prospek hidrokarbon pada *basement* diperkirakan terdapat pada zona yang mengalami proses pelapukan dan mempunyai intensitas *fracture* yang tinggi sehingga diduga zona ini terdapat pada zona sesar dan masih terpengaruh proses pelapukan.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di lokasi yaitu Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi. Lapangan Malawapati merupakan Lapangan eksplorasi milik PT PERTAMINA EP yang termasuk ke dalam Sub-Cekungan Jambi, Provinsi Jambi.

METODOLOGI

Deskripsi Litologi dan Karakteristik Basement pada Well Log

Log yang digunakan dalam analisis ini adalah *log gamma ray* (GR), *resistivitas* (Rt), *densitas* (RhoB), dan *neutron* (NPHI). Analisis *log* bertujuan untuk melakukan pembagian litologi juga mengetahui karakteristik dari *basement*.

Deskripsi Litologi dan Karakteristik Basement pada Master Log

Deskripsi litologi dan karakteristik *basement* dilakukan dengan interpretasi pada *well log* dan diintergrasikan dengan data *master log*.

Deteksi Fracture secara Vertikal pada Well Log

Deteksi *fracture* dapat diketahui secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif dilakukan dengan menganalisis perubahan secara mendadak atau *spike* pada *well log*. Secara kuantitatif dengan metode intelegensi buatan atau *Fuzzy Inference System* (FIS).

Pemetaan Bawah Permukaan

Pemetaan bawah permukaan dilakukan untuk mengetahui geometri pada *basement* yang berupa rendahan dan tinggian, serta struktur geologi yang terdapat pada *basement*.

Deteksi Fracture secara Horizontal dengan Atribut Seismik dengan Jenis Variance Cube

Untuk mengetahui penyebaran *fracture* secara horizon, maka harus menggunakan atribut seismik dengan jenis atribut yaitu *variance cube*.

Analisis Zona Prospek Hidrokarbon pada Fractured Basement

Dalam analisis zona hidrokarbon pada *fractured basement*, analisis tersebut merupakan hasil dari 3 analisis data yang berupa peta struktur waktu, zona kedalaman intensitas *fracture*, dan peta penyebaran *fracture* pada *basement* serta didukung dengan data sekunder yaitu laporan internal PT. PERTAMINA EP tentang *petroleum system* pada Lapangan Malawapati. Hasil dari analisis tersebut berupa peta zona hidrokarbon pada *fractured basement*. Zona tersebut diklasifikasikan berdasarkan penyebaran *fracture* dan geometri *basement*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN

Analisis Data Sumur

Terdapat 3 sumur pada Lapangan Malawapati yaitu sumur Prabu X-1, sumur Angling X-2 dan sumur Dharma X-3. Sumur yang berhasil mencapai *basement* yaitu Sumur Prabu X-1 dan Dharma X3.

A. Analisis Data Well Log

Data *well log* yang tersedia pada setiap masing-masing sumur yaitu *log GR*, *log SP*, *log Resistivity* (MSFL dan LLS), *log Neutron* (NPHI), *log Density* (RHOB), *logSonic* (DT), *log Caliper*, dan *log PEF* yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3. Data tersebut digunakan untuk mengetahui intensitas *fracture* secara kualitatif dan kuantitatif.

Secara kualitatif kehadiran *fracture* diketahui dengan cara identifikasi dari nilai anomali peningkatan drastis pada *log*. Secara kuantitatif, digunakan metode *Fuzzy Inference System*.

B. Analisis Data Master log

Berdasarkan deskripsi *cutting* pemboran pada sumur Prabu X-1 yang ditunjukkan pada Gambar 4, Berdasarkan hasil analisis *log* yang dilakukan terdapat 2 tipe dari klasifikasi *basement* yaitu berdasarkan intensitas *fracture* dan komposisi hidrokarbon dan berdasarkan kondisi *basement*. Berdasarkan intensitas *fracture index*, intensitas total gas chromatograph dan komposisi hidrokarbon terdapat 2 zona yaitu intensitas tinggi dan intensitas rendah. Pembagian klasifikasi tersebut berdasarkan data interpretasi *fracture* dari *well log* dan *master log*. Berdasarkan kondisi *basement* terdapat 2 zona yaitu *fresh basement* dan *weathered basement*. Deskripsi zona *weathered* yaitu berupa sekis, dengan warna abu-abu, struktur foliasi, tekstur sekistosik, terdapat urat kuarsa, kalsit dan mineral sekunder dominan klorit.

Deskripsi zona *fresh* berupa sekis, dengan warna abu-abu, struktur foliasi,

tekstur sekistosik, terdapat urat kuarsa. Perbedaan yang signifikan terlihat pada keterdapatannya urat kalsit dan mineral sekunder yang berupa klorit.

C. Analisis DST

Data *drill steam test* (DST) pada sumur Prabu X-1 mempunyai 2 zona yaitu zona *weathered* pada interval 1772m-1775m dengan produksi gas sebesar 1 MMSCFGPD dan zona *fresh basement* pada interval 1783m – 2100m dengan produksi gas sebesar 0.2 MMSCFGPD. Pada sumur Dharma X-3 zona *weathered* pada interval 1610m-1620m dengan produksi gas sebesar 1 MMSCFGPD dan zona *fresh basement* pada interval 1680m-1850m dengan produksi gas sebesar *traces* (tidak dapat dihitung).

Penyebaran gas pada zona *fresh* dapat diidentifikasi melalui kolom gas chromatograph. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa zona tersebut memiliki intensitas *fracture* yang cukup tinggi dan didukung dengan keberadaan urat kalsit dan mineral sekunder klorit.

D. Analisis Metode FIS

Metode *Fuzzy Inference System* (FIS) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui intensitas *fracture* secara kuantitatif dengan cara memetakan karakteristik *log* untuk mendeteksi *fracture*. Menurut Sachio (2007), untuk mengetahui tingkatan pada *Fuzzy Inference System* dapat digunakan *log Resistivity* dan *log Sonic* (DT).

Untuk menghitung dan menganalisis metode *Fuzzy Inference System*, digunakan data *log* antara lain *log Resistivity* (MSFL dan LLS), *log Sonic* (DT), dan *log Photo Electric Factor* (PEF) untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Hasil metode *Fuzzy Inference System* ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Analisis Seismik 3D

Data seismik 3D pada Lapangan Malawapati mempunyai luas 350 km². Dari analisis seismik 3D, dihasilkan

gambaran geometri dan peta struktur waktu di Lapangan Malawapati yang ditunjukkan pada Gambar 5

A. Analisis Geometri Basement

Lapangan Malawapati berada di Tinggian Prabu dan Tinggian Dharma yang berbatasan dengan Dalam Bajubang di sebelah Tenggara, dimana struktur *reverse fault* yang berarah baratlaut - tenggara dibatasi oleh *normal fault* yang berarah timurlaut - baratdaya. Struktur ini dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

Tinggian Prabu dan Tinggian Dharma yang berarah timurlaut - baratdaya dibatasi oleh struktur yang memanjang berarah baratlaut - tenggara yang dapat dilihat pada Gambar 8. *Reverse fault* dengan arah baratlaut - tenggara merupakan puncak struktur di kedua sumur tersebut.

B. Analisis Struktur Geologi

Berdasarkan peta struktur waktu, terdapat dua pola sesar yaitu pola sesar berarah timurlaut - baratdaya dan pola sesar berarah baratlaut - tenggara. Pola sesar yang tertua adalah yang berarah timurlaut - baratdaya dan diperkirakan berumur Kapur Akhir - Tersier Awal yang ditunjukkan pada Gambar 7. Pola ini berupa *growth fault* aktif dan mengontrol hingga pengendapan Formasi Gumai.

Menurut Pulunggono (1992), pada Plio-Pleistosen, sesar ini mengalami peremajaan menjadi sesar geser sinistral yang membentuk *flower structure* yang ditunjukkan pada Gambar 7. Pola sesar geser sinistral di Pulau Sumatra merupakan antitetik dari pergerakan sesar geser dextral dari Sesar Semangko.

Pola sesar yang berarah baratlaut - tenggara, diperkirakan terbentuk pada Plio-Pleistosen. Pola ini membentuk *reverse fault* yang ditunjukkan pada Gambar 8. Selanjutnya periode tektonik Plio-Pleistosen, menjadi fase terbentuknya perangkap pada *basement*, formasi

Talangakar, formasi Gumai dan formasi Air Benakat.

Analisis Variance Cube

Variance cube merupakan salah satu metode dari atribut seismik yang digunakan untuk mendeteksi suatu ketidakmenerusan dari suatu *trace* seismik. Namun metode ini memiliki kelemahan yaitu sulit untuk membedakan antara *close fracture* dan *open fracture*. Kelemahan ini tidak terlalu berpengaruh jika digunakan untuk mendeteksi zona hidrokarbon. Namun akan sulit bila digunakan untuk perhitungan cadangan, Gambar 11.

A. Analisis Intensitas Fracture

Zona ketebalan intensitas *basement ter-fracture* merupakan hasil dari metode *Fuzzy Inference Sytem* (FIS). Hasil metode tersebut didapatkan zona sebesar 1771 m - 1990 m atau 70ms dan 25ms yang ditunjukkan pada Gambar 11. Zona tersebut digunakan untuk menjalankan *variance cube*, sehingga *fracture* yang terdeteksi dapat menyimpan dan mengalirkan hidrokarbon.

B. Analisis Sebaran Fracture

Berdasarkan peta *variance cube* 70 ms dan 20ms pada Gambar 11, intensitas *fracture* yang dominan dapat diinterpretasikan menjadi media penyimpanan hidrokarbon. Intensitas *fracture* yang cukup baik berada pada Tinggian Mella dan Tinggian Stella. Intensitas *fracture* yang lebih dominan pada bagian tepian bila dibandingkan pada bagian puncak dikarenakan *fracture* akan lebih mudah terbentuk pada zona sesar.

PEMBAHASAN PENELITIAN

Integrasi Hasil Analisis

Berdasarkan *log* sumur Prabu X-I dan Dharma X-3, Berdasarkan klasifikasi porositas dan permeabilitas menurut Koesoemadinata (1980), pada zona *weathered basement* nilai porositas total pada Sumur Prabu X1 dan Dharma X3

termasuk kedalam porositas sedang sampai baik. Pada zona ini memiliki matriks sebagai penyedia rongga atau porositas bagi reservoir dengan nilai 10%-19% pada Sumur Prabu X1 dan 11%-17% pada Sumur Dharma X3, akan tetapi tidak didukung dengan intensitas *fracture* yang dominan yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3.

Pada zona *fresh basement* termasuk kedalam porositas buruk sampai kecil sekali atau diabaikan. Pada zona ini *fracture* berperan sebagai porositas maupun permeabilitas yang sangat tergantung pada konektivitas *fracture*. Nilai porositas pada zona ini yaitu 1%-9% pada Sumur Prabu X1 dan Sumur Dharma dengan nilai 2%-10% pada Sumur Dharma X3. Nilai porositas pada zona ini sangat dipengaruhi dengan intensitas *fracture* yang berkembang pada *fresh basement*, Gambar 4.2 dan 4.3.

Berdasarkan data seismik 3D, terlihat adanya beberapa tinggian *basement* di Lapangan Malawapati yaitu Tinggian Prabu, dan Tinggian Dharma. Pada seismik dengan bantuan metode *variance cube*, dapat menginterpretasi penyebaran *fracture* pada daerah penelitian. Sesar pada *basement* terdapat pada bagian lereng, sehingga *fracture* dan hasil lapukan *basement* yang diperkirakan dapat menjadi batuan reservoir.

Arah Eksplorasi Hidrokarbon

Keberadaan hidrokarbon pada *basement* tidak lepas dari intensitas *fracture* dan pelapukan sehingga dapat memperbesar porositas dan permeabilitas. Untuk menjadikan *basement* sebagai batuan reservoir, penting untuk dilihat apakah ada batuan kedap menutup di atasnya. Di Lapangan Malawapati, formasi batuan yang berperan sebagai batuan penutup adalah formasi Talangakar bawah dengan jenis litologi serpih dan batulanau. Sedangkan keberadaan batuan induk berada pada dalaman Brembang dan dalaman Bajubang.

Fracture dan pelapukan ini-lah yang dijadikan alasan terkuat untuk mencari daerah potensial hidrokarbon. Dari Peta Struktur Waktu, dapat diidentifikasi daerah tinggian *basement* dan kemungkinan penyebaran *basement* yang terlupakan dan tererosi. Sedangkan Peta *Variance Cube* dapat mendeteksi intensitas *fracture* pada daerah penelitian.

Penemuan interval yang menyimpan hidrokarbon pada sumur Prabu X-I menunjukkan bahwa adanya proses *generation* dan *migration* hidrokarbon pada Lapangan Malawapati dan sekitarnya. Berdasarkan analisis data, ada 2 zona prospek hidrokarbon yang juga ditunjukkan pada Gambar 11 dan 12. Secara vertikal terdapat 2 zona hidrokarbon yaitu:

1. Zona weathered basement terletak pada bagian atas basement yang mengalami proses pelapukan cukup intensif.
2. Zona intensitas tinggi pada Sumur Prabu X1 terdapat pada kedalaman 1771m - 1921m dan Sumur Dharma X3 pada kedalaman 1614m – 1674m.

Secara horizontal terdapat 2 zona hidrokarbon yaitu :

1. Zona A merupakan daerah puncak tinggian basement yang tidak terpengaruh zona sesar sehingga memiliki intensitas *fracture* yang rendah.
2. Zona B yang merupakan daerah tepi tinggian basement yang terpengaruh zona sesar sehingga memiliki intensitas *fracture* yang tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis dan interpretasi, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan data *well log* dan didukung dengan data *master log* mempunyai karakteristik *basement* dengan jenis litologi sekis, warna abu-abu, struktur foliasi, tekstur sekistosik, terdapat urat kuarsa, urat kalsit dan mineral sekunder dominan klorit. Intensitas *fracture* pada

- well log* diketahui dengan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) dan dikorelasikan dengan data *master log*, sehingga didapatkan zona intensitas tinggi pada Sumur Prabu X1 yaitu pada kedalaman terisi dengan hidrokarbon pada Sumur Prabu X1 yaitu pada kedalaman 1771 m – 1921 m dan Sumur Dharma X3 pada kedalaman 1614 m – 1674 m. Data tersebut digunakan untuk acuan dalam penarikan zona target untuk analisis atribut seismik yang berupa *variance cube* yaitu dengan 70 ms dibawah horizon untuk Sumur Prabu X1 dan 25 ms dibawah horizon untuk Sumur Dharma X3.
2. Berdasarkan peta struktur waktu menunjukkan bahwa tinggian *basement* dikelilingi oleh Dalaman Bajubang pada bagian selatan dan Dalaman Brembang pada bagian barat. Terdapat pola sesar pada *basement* yaitu *normal fault* berarah NE-SW terbentuk pada fase *extension* yang menyebabkan pembentukan cekungan pada kala Oligosen. Pola *reverse fault* dengan arah NW-SE terbentuk pada saat fase *compression* pada kala Plio-Pleistosen. Kejadian tektonik tersebut menyebabkan keterdapatn tinggian yaitu pada daerah Prabu dan daerah Dharma.
 3. Berdasarkan hasil analisis atribut seismik yang berupa *variance cube*, penyebaran *fractured basement* paling dominan berada pada tinggian, tepatnya pada bagian tepi tinggian *basement* yang masih terpengaruh zona sesar.
 4. Berdasarkan korelasi dari hasil analisis *well log* dan atribut seismik yang berupa *variance cube* dihasilkan zona potensi hidrokarbon pada *fractured basement* secara vertikal dan horizontal. Secara vertikal terdapat 2 zona potensi hidrokarbon pada *fractured basement* yaitu :
 - Zona *weathered basement* terletak pada bagian atas *basement* yang

mengalami pelapukan cukup intensif.

- Zona intensitas tinggi pada Sumur Prabu X1 terdapat pada kedalaman 1771m - 1921m dan Sumur Dharma X3 pada kedalaman 1614 m – 1674m.

Secara horizontal terdapat 2 zona potensi hidrokarbon pada *fractured basement* yaitu :

1. Zona A merupakan daerah puncak tinggian *basement* yang tidak terpengaruh zona sesar sehingga memiliki intensitas *fracture* yang rendah.
2. Zona B yang merupakan daerah tepi tinggian *basement* yang terpengaruh zona sesar sehingga memiliki intensitas *fracture* yang tinggi.

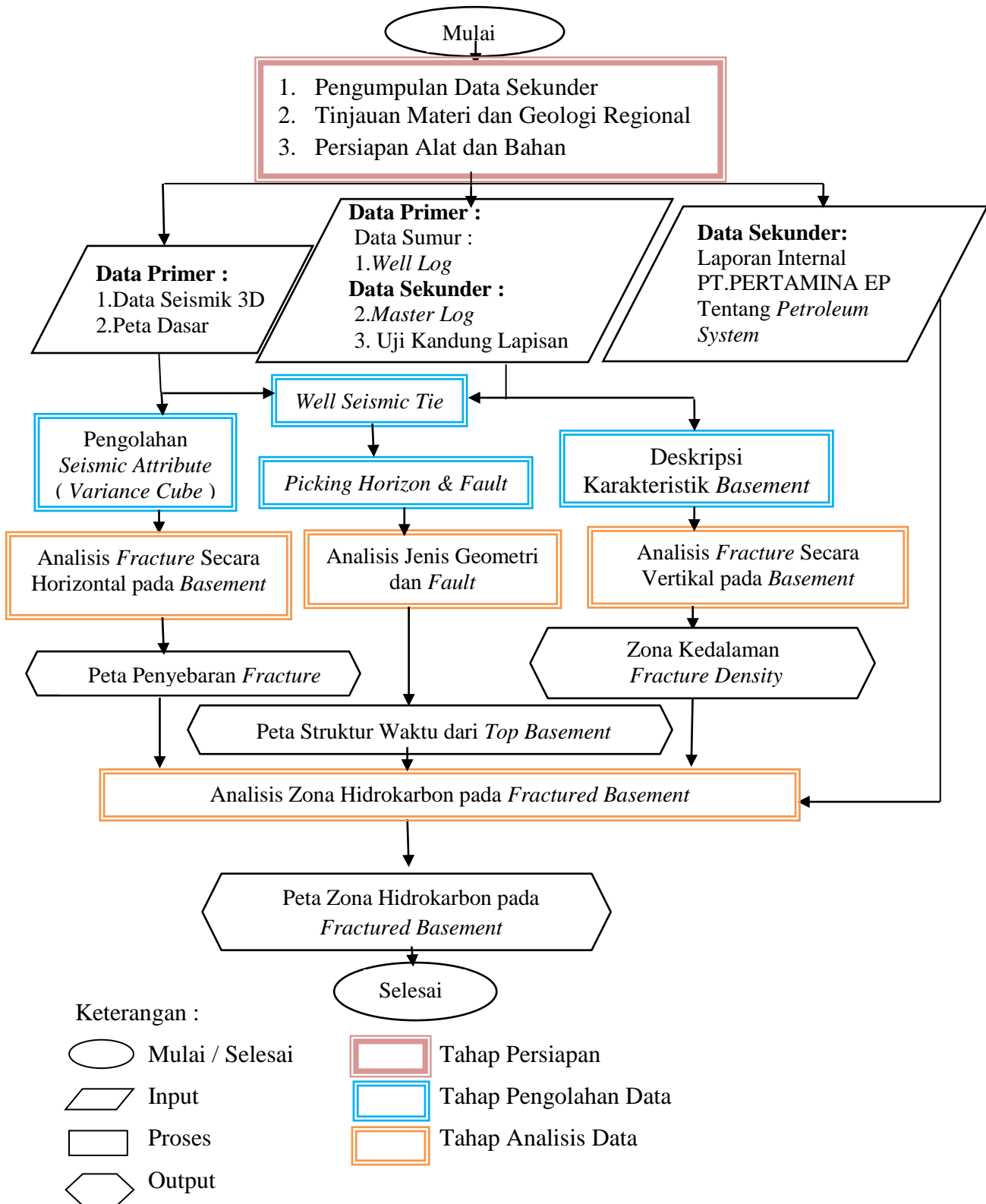
SARAN

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat dilanjutkan pada tahapan selanjutnya yaitu tahap penelitian tingkat lanjut yang bertujuan untuk mengetahui arah penyebaran *open fracture* sehingga disarankan untuk melakukan pengambilan data sumur yaitu data *image log* pada sumur deliniasi selanjutnya. Data *image log* tersebut berfungsi untuk proses perhitungan cadangan hidrokarbon pada *fractured basement*.
2. Berdasarkan hasil kajian zona prospek hidrokarbon pada *fractured basement*, reservoir pada *fractured basement* memiliki porositas dan permeabilitas yang baik tepatnya pada bagian tepi tinggian *basement* yang masih terpengaruh zona sesar, sehingga disarankan untuk mencari reservoir pada bagian ini ditempat lain, khususnya pada Dalaman Brembang yang terletak pada bagian barat dan bagian timur dari lokasi penelitian.

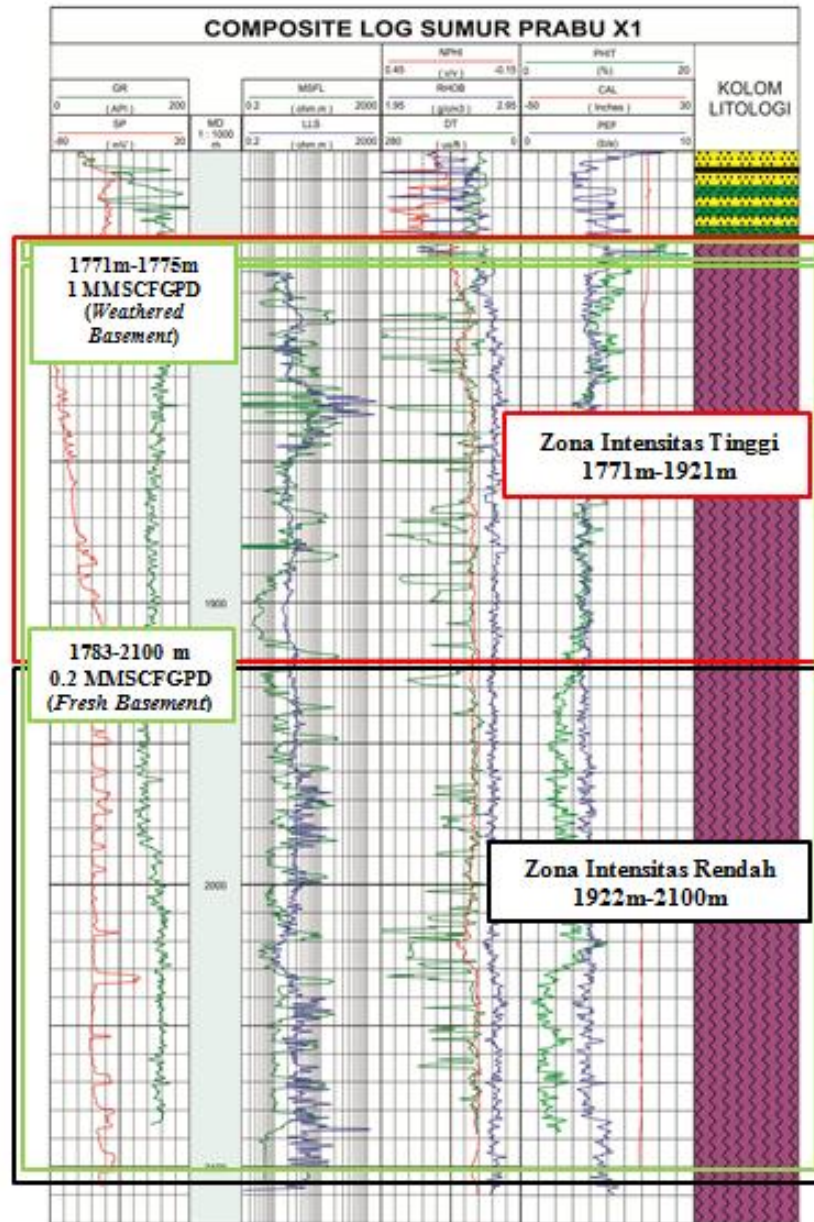
DAFTAR PUSTAKA

- Brown, A.R. 2000. *Interpretation of three-dimensional seismic data*. AM. Assoc, Pet. Geol. Memoir 42.

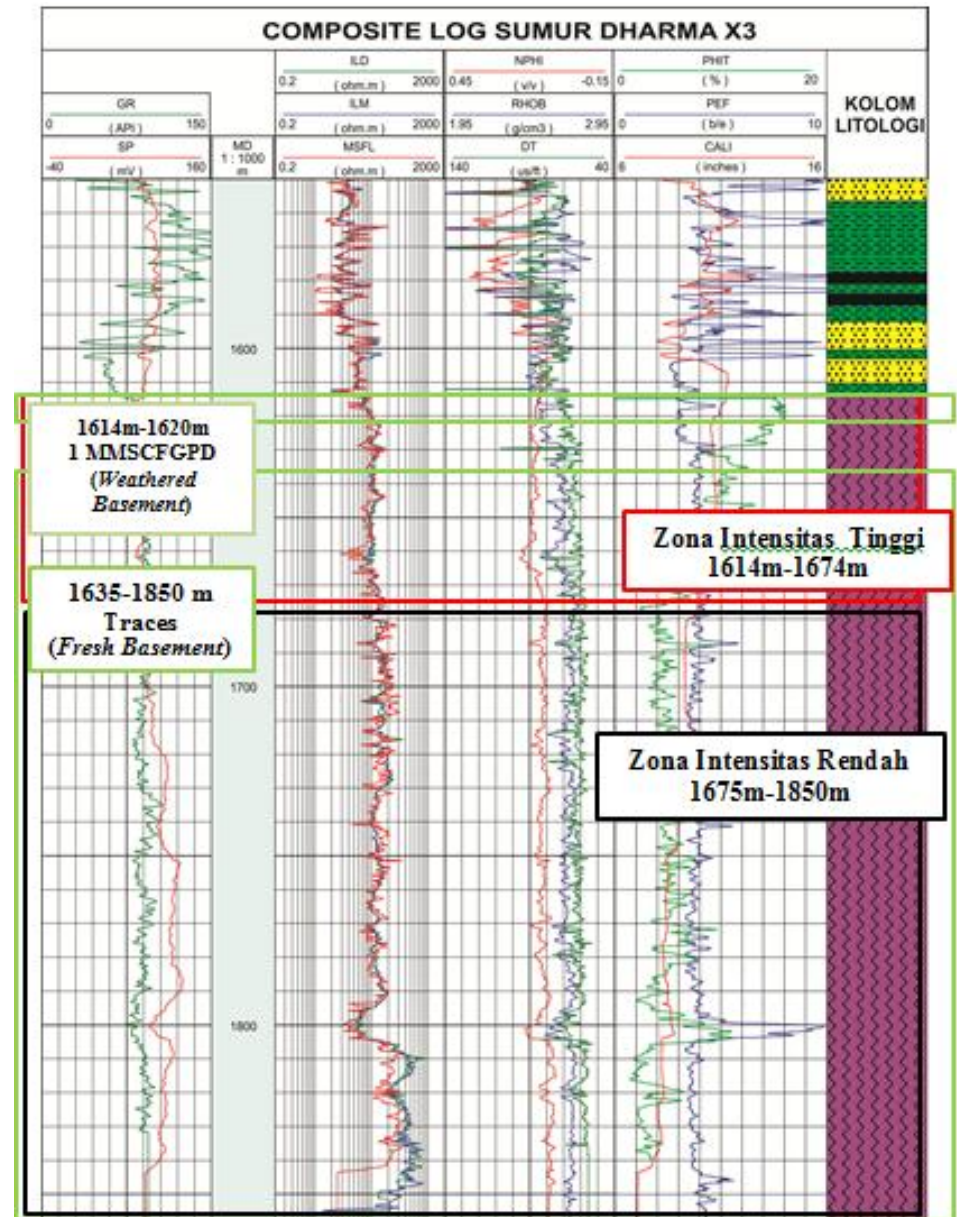
- Bachelor, T. dan Gutmanis, J., 2005. *Hydrocarbon Production From Fractured Basement Formation*. Geoscience Limited.
- Brown, A.R. 2000. *Interpretation of three-dimensional seismic data*. AM. Assoc, Pet. Geol. Memoir 42.
- Crain, E.R. 2010. *Crain's Petrophysical Handbook*. Canada :Mindware Ltd.
- Davis, G.H. 1984. *Structural Geology of Rocks and Regions*. University of Arizona.
- Gingger, D. dan Kevin F. 2005. *Petroleum System and Future Potential of South Sumatra Basin*. Proceedings 30th Annual Convention Indonesian Petroleum Association: Jakarta.
- Jain, A.K. 1989. *Fundamentals of Digital Image Processing*. Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ.
- Kyrgowski, Daniel A. 2003. *Guide to Petrophysical Interpretation*. AAPG. Texas.
- Koesoemadinata, R.P. 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi. Edisi Ke-2 Jilid 1*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Harsono, Adi. 1997, *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log*. Schlumberger Oilfield Services: Jakarta.
- Link, P.K. 1987. *Basic Petroleum Geology, Oil and Gas Consultant International*. USA : AAPG
- Musper, K.A.F.R. 1937. *Toelichting bij Blad 16 (Lahat) : Geol. Kaart van Sumatra, 1 : 200,000*, 110.
- Nazir, Moh. 1983. *Metode Penelitian. Ghalia Indonesia Darussalam*: Jakarta.
- Nelson, R.A. 2001. *Geological Analysis of Naturally Fractured Reservoirs*. Second Edition. Gulf Professional Publishing.
- PERTAMINA. 1997. *Laporan Akhir Pemboran Sumur Prabu XI*. Tidak Dipublikasikan. PERTAMINA : Jakarta.
- PERTAMINA. 1999. *Laporan Akhir Pemboran Sumur Dharma X3*. Tidak Dipublikasikan. PERTAMINA : Jakarta.
- PT.PERTAMINA EP. 2008. *Laporan Akhir Lapangan Malawapati dan Sekitarnya*. Tidak Dipublikasikan : Jakarta.
- Pulunggono, A., Haryo, S. Agus, and Kosuma, C. G., 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary fault systems as a framework of the South Sumatra Basin; a study of sar-maps*: Proceedings IPA21st Annual Convention.
- Ho, Tiong Long., dan Ehara, Sacchio. 2007. *Oil Reservoir Properties Estimation by Fuzz-Neural Networks*. University of Kyushu.
- Pudji Widodo, Prabowo dan Handayanto, R.T. 2012. *Penerapan Soft Computing dengan Matlab*. Rekayasa Sains : Bandung.
- Roger, J.S., Sun, C.T., Mizutani, E. 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. Prentice Hall : Saddle River, NJ.
- Smolen, J. J., dan Litsey, L. R. 1979. *Formation Evaluation Using Wireline Formation Tester Pressure Data*. Society of Petroleum Engineer
- Spruyt, J.N., 1956. *Subdivision and nomenclature of the Tertiary sediments of the Jambi-Palembang area*, Tidak Dipublikasikan. PERTAMINA : Jakarta.
- Wirawan, Aji. 2000. *Studi Internal Cekungan Sumatra Selatan*. Tidak Dipublikasikan. PT. PERTAMINA EP: Jakarta.
- Tucker, Maurice E. 2003. *Sedimentary Rocks in the Field*. Department of Geological Sciences, University of Durham.
- Zadeh, L. A. 1974. *Fuzzy Logic And Its Application To Approximate Reasoning* ,Information Processing, 74:591-594, 1974



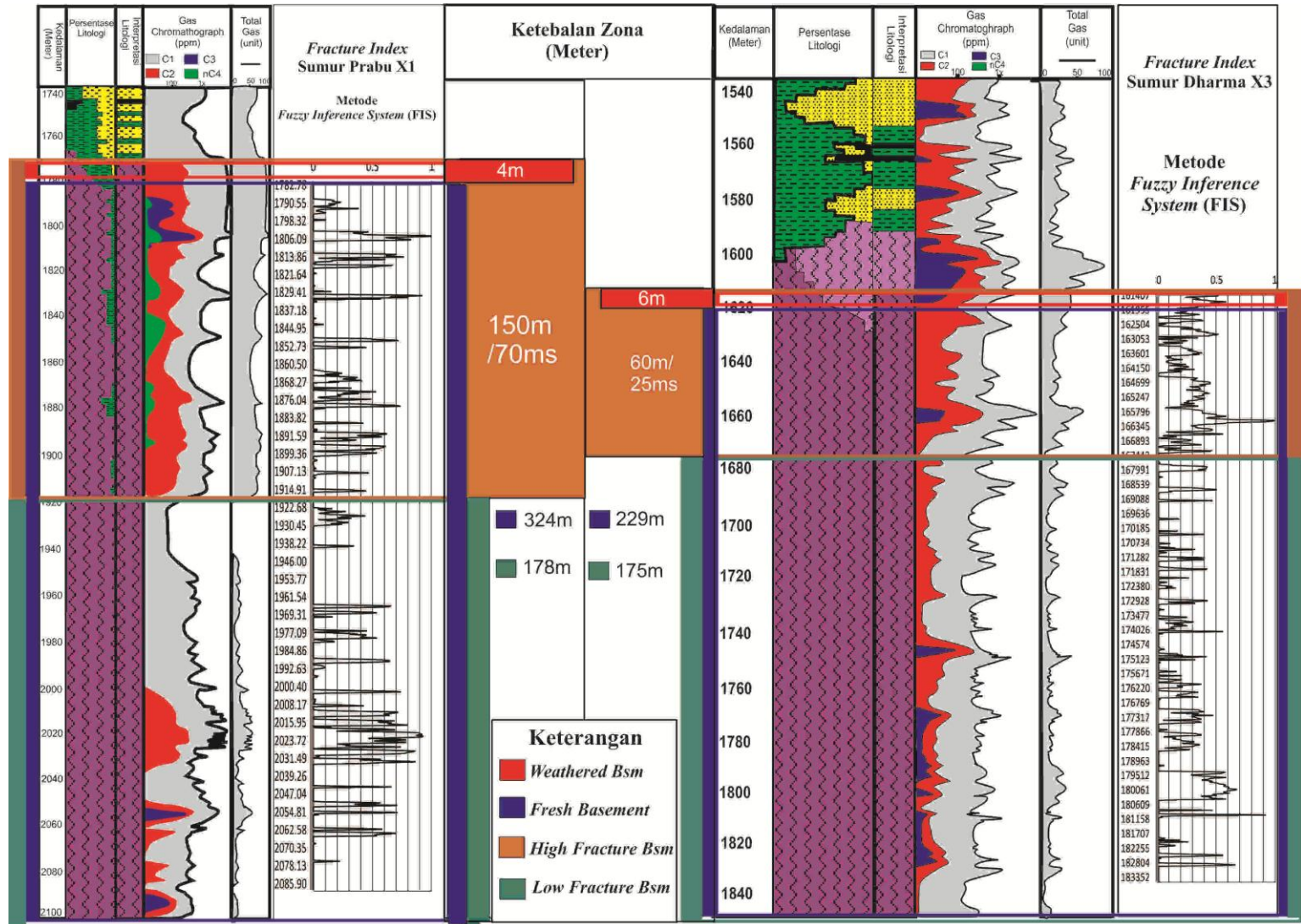
Gambar 1. Diagram alir penelitian



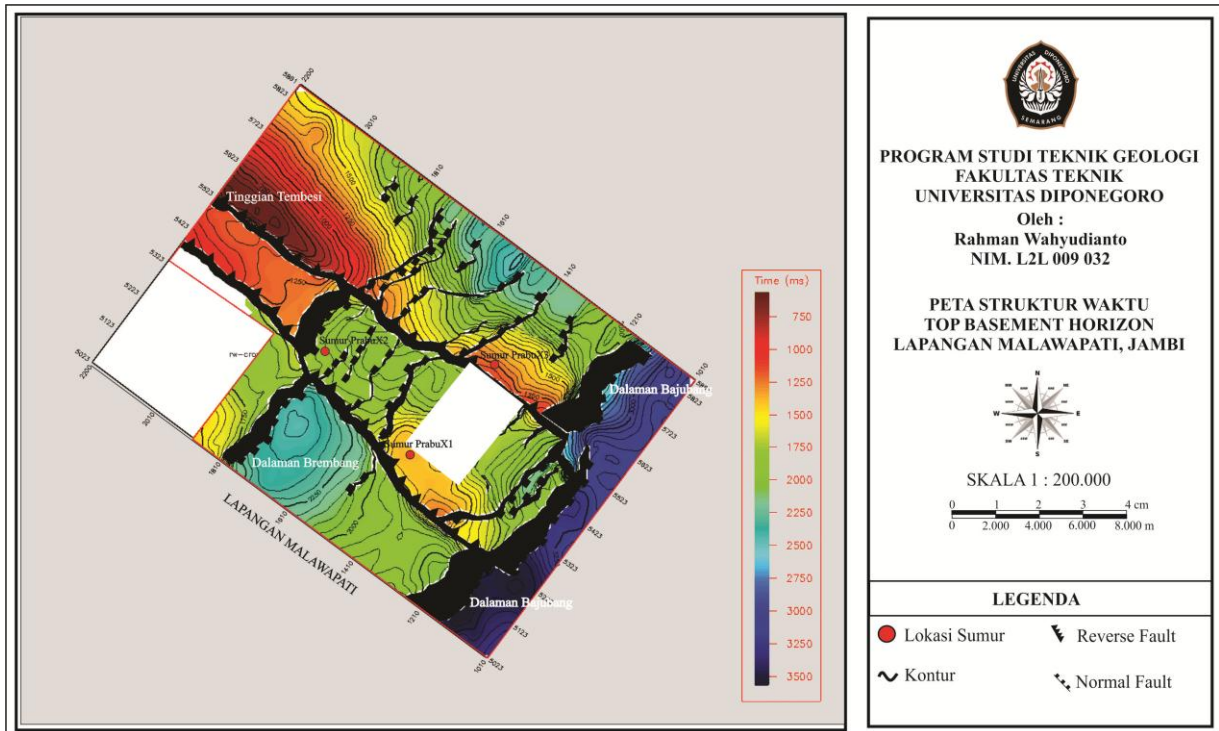
Gambar 2. Well Log pada Sumur Prabu X1



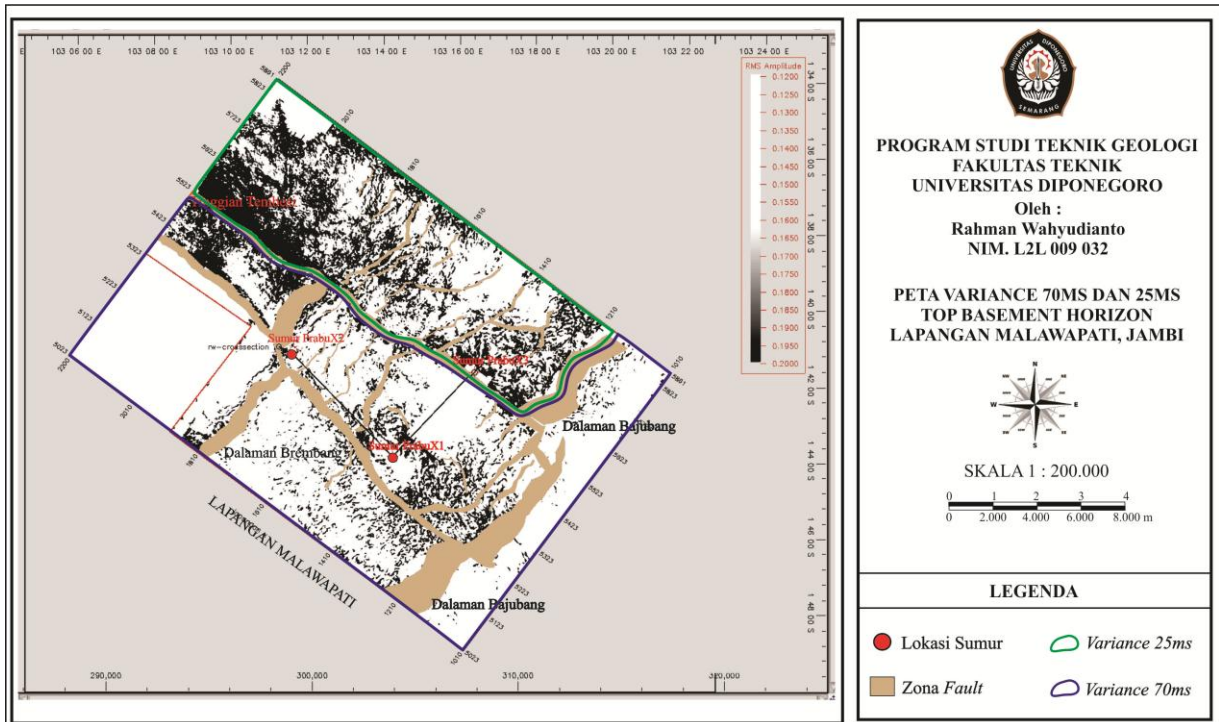
Gambar 3. Well Log pada Sumur Dharma X3



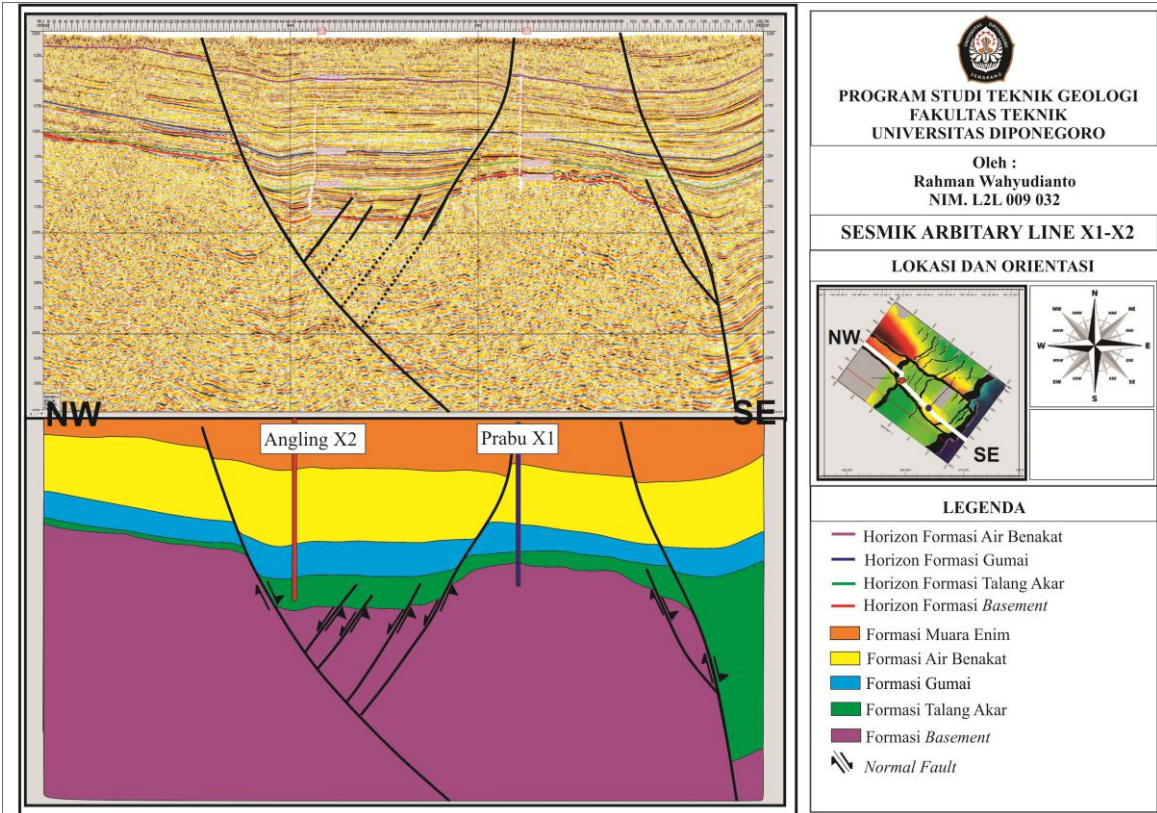
Gambar 4. Master Log dan Fuzzy inference System (FIS) pada sumur Prabu X1 dan sumur Dharma X3



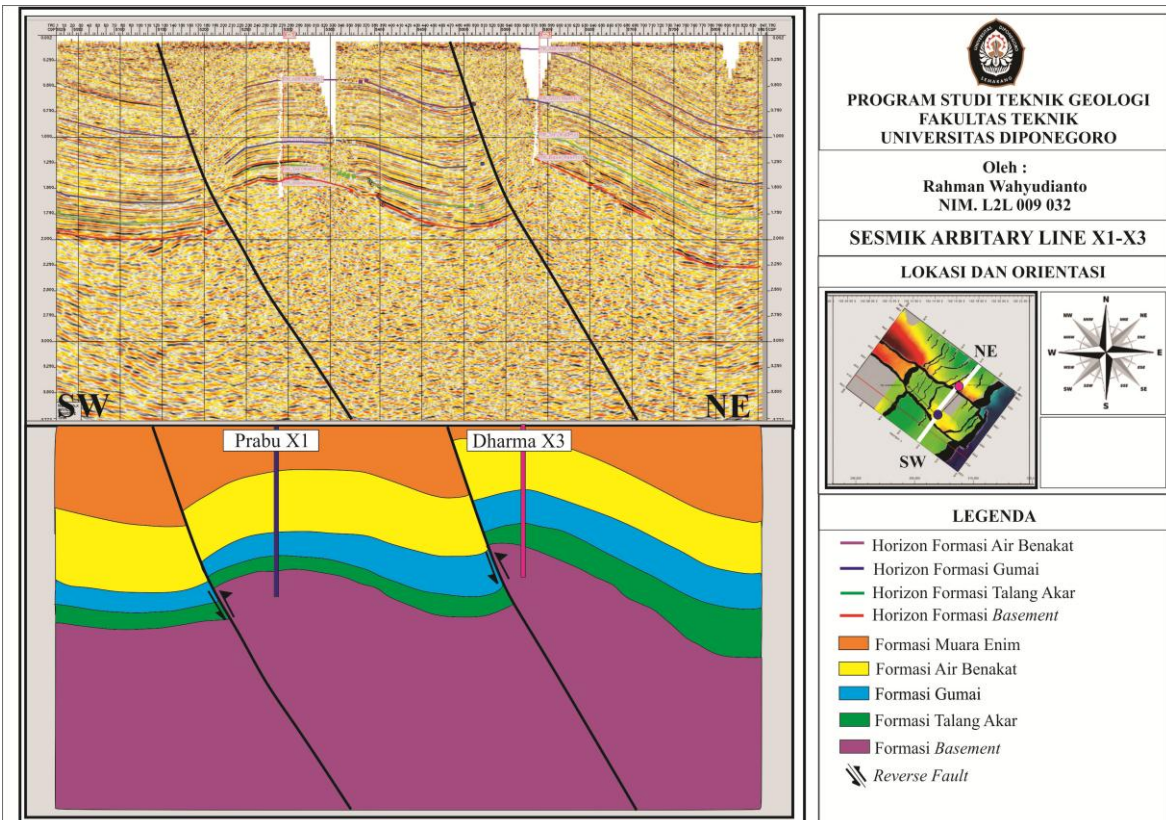
Gambar 5. Peta Struktur Waktu Top Basement pada Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan



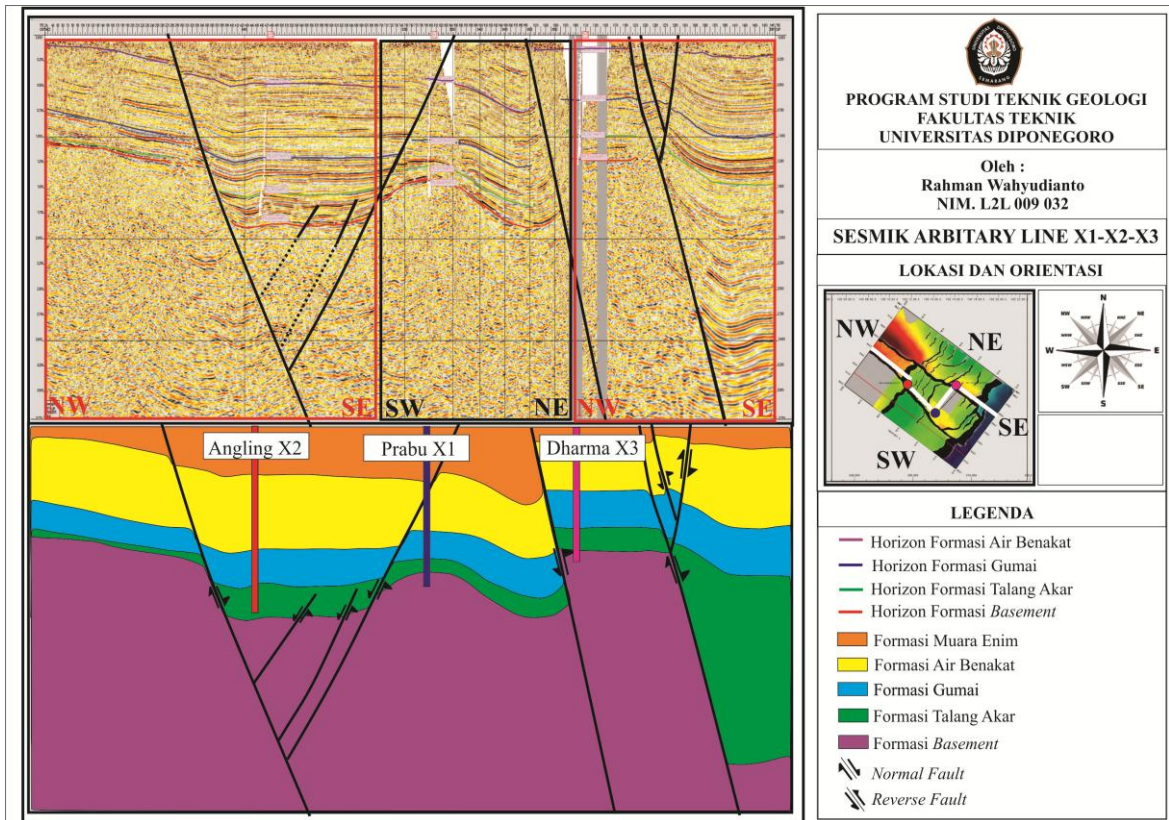
Gambar 6. Peta Variance Cube 25ms dan 70ms pada Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan



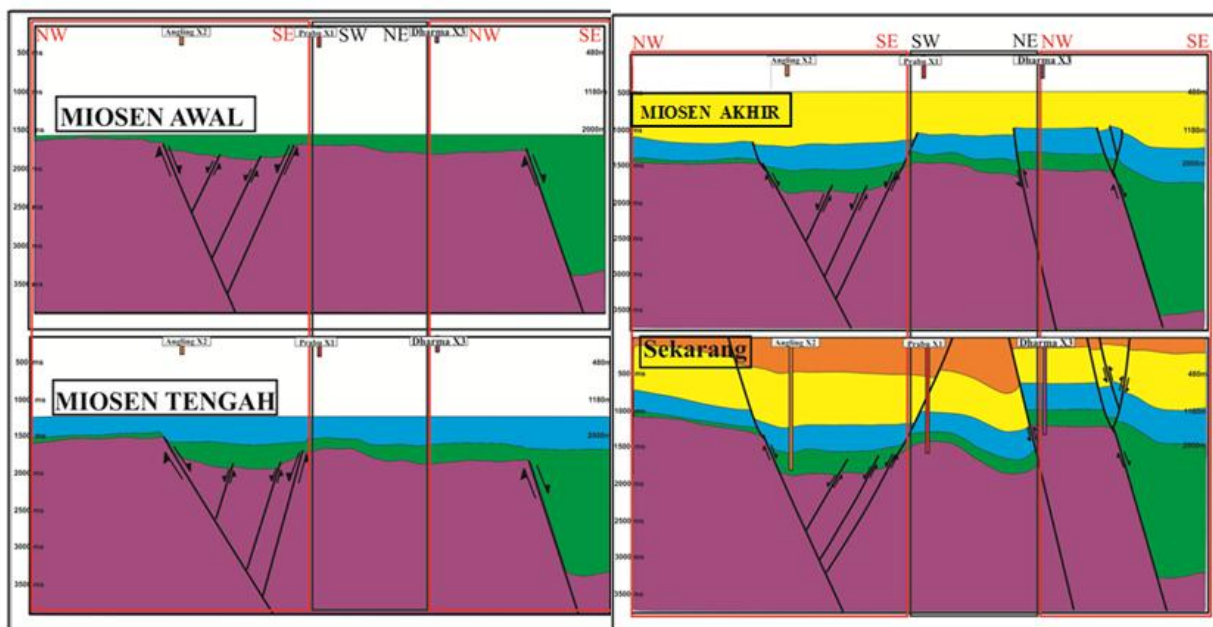
Gambar 7. Penampang seismik yang melewati sumur Prabu X-1 dan Angling X-2 Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan



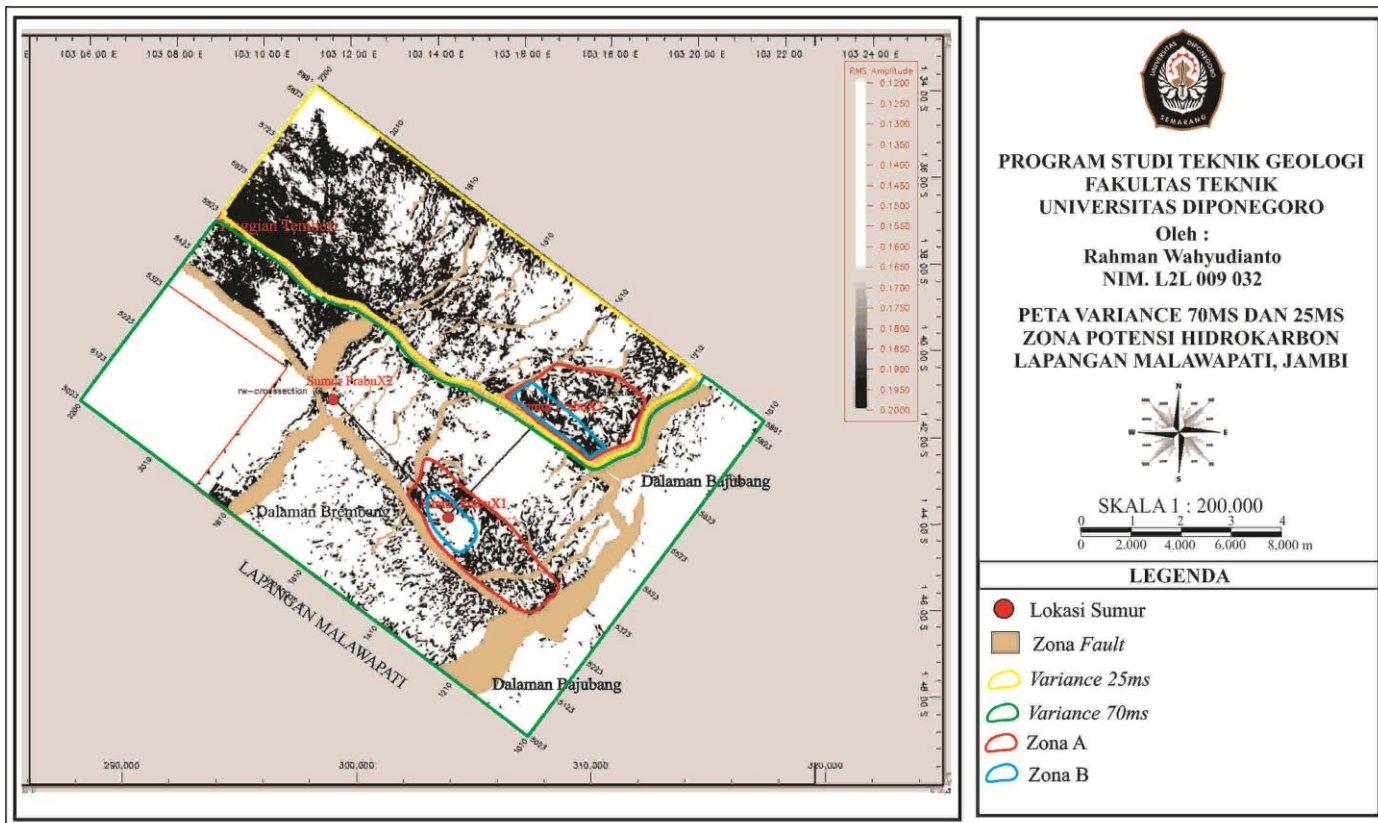
Gambar 8. Penampang seismik yang melewati sumur Prabu X-1 dan Dharma X-3 Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan



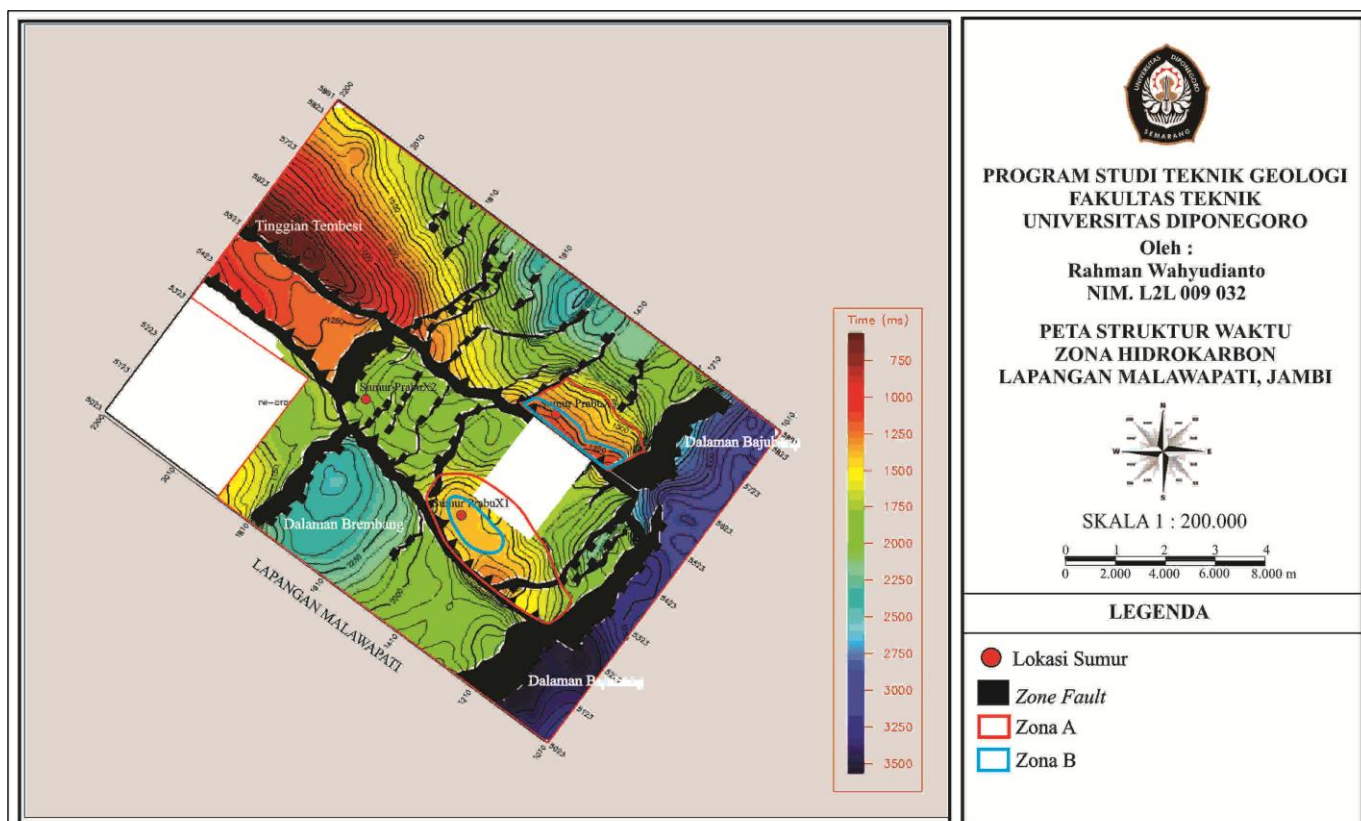
Gambar 9. Penampang seismik yang melewati sumur Prabu X-1, Angling X-2 dan Dharma X-3 Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan



Gambar 10. Penampang seismik yang telah di-flattening pada masing-masing Formasi Batuan, Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan



Gambar 11. Deliniasi zona prospek hidrokarbon pada Peta *Variance Cube* 25ms dan 70ms Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan



Gambar 12. Deliniasi zona prospek hidrokarbon pada Peta Struktur Waktu *Top Basement* Lapangan Malawapati, Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan