

VOLUME 2
NO. 1
APRIL 2018

ISSN 2579-5821
e-ISSN 2579-5546

Jurnal

Geocelebes

Google
scholar



Diterbitkan oleh:
DEPT. GEOFISIKA
Universitas Hasanuddin
Makassar

JURNAL GEOCELEBES

Volume 2 Nomor 1, April 2018

P-ISSN: 2579-5821

E-ISSN: 2579-5546

**Diterbitkan oleh:
Departemen Geofisika, FMIPA
Universitas Hasanuddin**

JURNAL GEOCELEBES

Volume 2 Nomor 1, April 2018

ISSN: 2579-5821 (Cetak)

ISSN: 2579-5546 (Online)

Alamat URL: <http://journal.unhas.ac.id/index.php/geocelebes>

Diterbitkan berkala dua kali setahun oleh/ *Published periodically two times annually by*
Dept. Geofisika Universitas Hasanuddin/ *Geophysics Dept., Hasanuddin University*

Dewan Redaksi (Editorial Board)

Editor Kepala (Chief Editor) : Muh. Altin Massinai

Dewan Editor (Editorial Board) : Paharuddin
Erfan Syamsuddin
Sakka
Saaduddin
Muh. Fawzy Ismullah
Erlangga Ibrahim Fattah
Cahli Suhendi

Sekretariat/Secretariat:

Departemen Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin

Gedung TNR, Kampus Unhas Tamalanrea - Jalan Perintis Kemerdekaan, Makassar
Sulawesi Selatan, 90245

E-mail: geocelebes@sci.unhas.ac.id

Jurnal Geocelebes adalah jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Departemen Geofisika Universitas Hasanuddin. Jurnal ini diperuntukkan sebagai sarana publikasi ilmiah di bidang geofisika mulai topik teoritik hingga topik aplikasi geofisika di berbagai bidang. Makalah yang dimuat merupakan hasil penelitian yang orisinal, tinjauan (*review*) tentang kemajuan terkini dari suatu topik tertentu, studi kasus aplikasi geofisika ataupun resensi tentang perangkat lunak yang berkaitan dengan geofisika. Makalah dapat dikirimkan ke alamat email redaksi dalam bentuk *softcopy* dengan menggunakan *template* yang telah disediakan. Setiap makalah yang diterima akan ditinjau kelayakannya melalui proses *reviewing* yang ketat oleh Dewan Redaksi.

DAFTAR ISI

JURNAL GEOCELEBES

Volume 2 Nomor 1, April 2018

ISSN: 2579-5821 (Cetak)

ISSN: 2579-5546 (Online)

Alamat URL : <http://journal.unhas.ac.id/index.php/geocelebes>

Halaman Judul	i
Dewan Redaksi	ii
Daftar Isi	iii
Kata Pengantar	iv

Prediksi <i>Total Organic Carbon</i> (TOC) Menggunakan Regresi Multilinear dengan Pendekatan Data Well Log	1
<i>Jamaluddin, Septian Tri Nugraha, Maria, Emi Prasetyawati Umar</i>	

Pemetaan Porositas pada Lapisan Reservoir Karbonat dengan Menggunakan Metode Seismik Inversi	6
<i>Bambang Harimei S., Irnah Salahuddin, Hasanuddin</i>	

Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Gempabumi Berdasarkan Data Mikrotremor dan Data Bor	20
<i>Lantu, Sabrianto Aswad, Fitriani, Marjiyono</i>	

Karakterisasi Serpih Pada Formasi Talangakar Sebagai Potensi <i>Shale Hydrocarbon</i>	31
<i>Jamaluddin, Muh. Fawzy Ismullah Massinai, Erfan Syamsuddin</i>	

Identifikasi Sebaran Mineral Sulfida (Pirit) Menggunakan Metode Geomagnet di Daerah Libureng Kabupaten Bone	36
<i>Muh. Zulfitriah, Lantu, Syamsuddin</i>	

Analisis Daya Dukung Tanah pada Perencanaan Sarana dan Prasarana Umum	42
<i>Bambang Harimei S.</i>	

KATA PENGANTAR

Jurnal Gecelebes yang dikelola oleh Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar telah memasuki tahun kedua. Dewan redaksi mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas pencapaian ini serta ungkapan terima kasih atas komitmen tim pengelola, tim editor isi dan layout, dalam menjalankan amanah ini. Secara khusus dewan redaksi mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah memasukkan karya ilmiahnya dan kepada tim mitra bestari yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan saran dan koreksi yang membangun pada setiap makalah di setiap terbitan Jurnal Gecelebes.

Pada edisi Volume 2 Nomor 1 April 2018 terdapat enam makalah yang diterbitkan yang secara umum membahas implementasi peran geosains khususnya geofisika dalam eksplorasi sumber daya alam dan mitigasi bencana alam yang sesuai dengan fokus dan cakupan bidang yang diterbitkan oleh Jurnal Gecelebes. Jurnal Gecelebes menerima partisipasi Bapak/Ibu dosen, peneliti dan mahasiswa di bidang geosains baik dalam perspektif teoretik maupun aplikasi, baik yang berkaitan tentang bawah permukaan (litosfer) maupun atas permukaan (atmosfer), yang tentunya akan melalui serangkaian proses yaitu *submitting*, *editing*, dan *reviewing*.

Tim redaksi Jurnal Gecelebes membuka diri atas saran dan kritikan yang membangun demi perbaikan ke depan. Segala saran dan kritikan dapat dikirimkan melalui email gecelebes@sci.unhas.ac.id.

Makassar, April 2018

Tim redaksi Jurnal Gecelebes

PREDIKSI *TOTAL ORGANIC CARBON* (TOC) MENGUNAKAN REGRESI MULTILINEAR DENGAN PENDEKATAN DATA WELL LOG

Jamaluddin^{1*}, Septian Tri Nugraha¹, Maria², Emi Prasetyawati Umar³

¹ China University of Petroleum, East China

² Laboratorium Geofisika Padat, Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin,
Makassar

³ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia,
Makassar

*Penulis koresponden. Alamat email: jamaljamaluddin1994@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi batuan induk di Formasi Talangakar dengan melihat parameter total organik carbon (TOC). TOC dimodelkan dengan melakukan *crossplot* antara TOC *measured* dengan log gamma ray, log densitas, log neutron-porosity, log resistivity, dan log P wave (multi linier regresi). Formasi Talangakar yang menjadi target pada studi ini terletak pada kedalaman 2280 m-2885 m, memiliki material organik yang kaya dengan TOC berkisar antara 1.09 %-1.29 %. Pemodelan TOC didapatkan regresi sebesar 0.1432 terhadap parameter log (log gamma ray, log density, log Neutron-Porosity, log Sonik, dan log Resistivity).

Kata Kunci: Talangakar, regresi multilinear, *Total Organic Carbon* (TOC)

Abstract

This research is to determine the potency of source rock in Talangakar Formation with use Total Organic Carbon (TOC). TOC is modeled by multiple linear regression method. This method is crossplot between TOC measured with gamma ray log, density log, neutron-porosity log, resistivity log, and P wave log. The Talangakar Formation being targeted in this study lies at a depth of 2280-2885 m (MD), has a rich organic material with TOC ranging from 1.09% to 1.29 %. TOC modelling resulted in 0.1432 regression coefficient towards log parameters (gamma ray log, density log, neutron-porosity log, sonic log, and resistivity log).

Key Words: Talangakar, Multilinear regression, Total Organic Carbon (TOC).

Pendahuluan

Metode Geokimia yang terdiri atas *Total Organic Content* (TOC) dan *Thermal Gravimetry Analysis* (TGA), dan Pirolisis. Metode TGA merupakan prosedur yang cukup banyak dilakukan dalam karakterisasi bahan. Pada prinsipnya metode ini mengukur berkurangnya massa material ketika dipanaskan dari suhu

kamar sampai suhu tinggi yang biasanya sekitar 900 °C. *Rock Eval Pyrolysis* adalah simulasi proses *hydrocarbon generation* di laboratorium dengan cara melakukan pemanasan bertahap pada sampel batuan induk dalam keadaan tanpa oksigen pada kondisi atmosfer inert dengan temperatur yang terprogram. Pemanasan ini memisahkan komponen organik bebas

(bitumen) dan komponen organik yang masih terikat dalam batuan induk (Armstrong, 1992). TOC adalah jumlah karbon yang menempel/terkandung di dalam senyawa organik.

Karbon yang terkandung pada media terdiri dari dua jenis, yaitu *Organic Carbon* (OC) dan *Inorganic Carbon* (IC). Sistem pengukuran carbon yang ada hingga saat ini adalah dengan cara merubah karbon menjadi CO₂, baru kemudian mengukur kadar CO₂ tersebut sebagai representasi dari kadar karbon yang ada (Fertl and Chilingar, 1988).

Regresi Multilinear

Regresi multilinear merupakan suatu metode yang digunakan untuk memprediksi data yang dijadikan sebagai target berdasarkan beberapa variable masukan.

Secara matematis regresi multilinier dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y = b + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_i x_i \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan di atas menunjukkan regresi multilinear untuk mencari nilai *y* berdasarkan input *x*₁, *x*₂ dan seterusnya sampai *x*_{*i*}. Penyelesaian persamaan ini adalah mencari nilai koefisien *a* dan konstanta *b*.

Variabel *y* dianalogikan sebagai TOC, *x*₁ dianalogikan sebagai *log gamma ray*, *x*₂ dianalogikan sebagai *log density*, *x*₃ dianalogikan sebagai *log neutron-porosity*, *x*₄ dianalogikan sebagai *log P-wave*, dan *x*₅ dianalogikan sebagai *log resistivitas*.

Metode Penelitian

Tahap awal analisis adalah menentukan kandungan karbon organik total (TOC) dengan menggunakan alat LECO Carbon Determinator (WR-112) setelah

sebelumnya tiap-tiap perconto dicuci, dikeringkan, digerus halus ditimbang seberat kurang lebih 500 mg dan dihilangkan kandungan karbonatnya dengan menggunakan asam klorida.

Secara umum telah dapat diterima bahwa perconto dengan kandungan TOC < 0.5% tidak mempunyai potensi yang cukup untu menghasilkan minyak bumi secara komersil. Oleh karena itu, ditetapkan bukan batuan sumber. Perconto dengan kandungan TOC antara 0.5 % - 1.0 % mempunyai nilai yang cukup atau sedang sebagai batuan sumber, sedangkan untuk TOC antara 1.0 % - 2.0% mempunyai nilai rata-rata (bagus) dan bila TOC > 2.% merupakan nilai diatas rata-rata (kaya) sebagai batuan sumber (Bowman, 2010).

Hasil dan Pembahasan

Kuantitas material organik yang terdapat di dalam batuan sedimen dinyatakan sebagi karbon organik total. TOC didefinisikan sebagai jumlah karbon organik yang dinyatakan sebagai persen berat dari batuan kering (*dry rock*). Nilai TOC minimum ini pun tidak sama menurut beberapa peneliti. Menurut Peters dan Cassa (1994), rentang nilai TOC minimum adalah 0.5-1.0%. Skala nilai TOC batuan sedimen dari Peters dan Cassa (1994) menjadi standar yang umumnya digunakan sebagai indikasi potensi batuan induk.

Tabel 1 Parameter kekayaan batuan induk dan potensi hidrokarbon dari batuan induk (Peters dan Cassa, 1994).

Potential (Quality)	Organic Matter		
	TOC (wt.%)	Rock-Eval Pyrolysis	
		S ₁	S ₂
<i>Poor</i>	0 - 0.5	0 - 0.5	0 - 2.5
<i>Fair</i>	0.5 - 1	0.5 - 1	2.5 - 5
<i>Good</i>	1 - 4	1 - 2	5 - 10
<i>Very Good</i>	2 - 4	2 - 4	10 - 20
<i>Excellent</i>	> 4	> 4	> 20

Penentuan potensi batuan sumber dari sedimen Formasi Talangakar dilakukan dengan kombinasi data karbon organik total (TOC) dan pirolisis (Rock-Eval), (Tabel-2), karena sebagian besar dari serbuk bor teranalisa diambil dari interval yang cukup matang diperkirakan telah terjadi reaksi pembentukan hidrokarbon sehingga data kuantitatif dari *rock-eval* maupun TOC sebaiknya diinterpretasikan secara berhati-hati. Data karbon organik dari serpih teranalisis menunjukkan kisaran angka antara 0.37-1.29% TOC dimana nilai terendah dijumpai pada sedimen dari kedalaman 3105 m dan tertinggi pada 2280 m. Penentuan potensi batuan sumber berdasarkan pada nilai kandungan karbon organik menunjukkan bahwa hanya dua serpih dari kedalaman 2280 m dan 2885 m termasuk dalam klasifikasi *good* sebagai batuan sumber. Perconto serpih yang lain dengan nilai karbon organik < 1% dapat dianggap sebagai berpotensi *Poor* sampai *Fair*.

Seperti pada umumnya dijumpai pada batubara, hasil analisis kandungan karbon organik dari 6 (enam) perconto batubara menunjukkan nilai 30% TOC, dimana terendah terdapat pada kedalaman 2530 m (TOC=32.66%) dan tertinggi pada kedalaman 2280 m (TOC= 67.93%).

Penentuan potensi hidrokarbon dari sedimen Formasi Talangakar dilakukan dengan asumsi bahwa belum terjadi migrasi primer yang telah terbentuk keluar dari batuan sumbernya. Hasil analisis pirolisis menunjukkan bahwa terkecuali serpih pada kedalaman 2885 m (PY=3.97 kg/ton dengan potensi *Fair*, seluruh serpih teranalisis dari Formasi Talangakar dikategorikan sebagai berpotensi *Poor* sebagai batuan sumber hidrokarbon (PY<2 kg/ton). Enam perconto batubara teranalisis menunjukkan nilai PY antara 97.40 kg/ton dan 188.60 kg/ton dimana potensi hidrokarbonnya sangat tergantung dari tipe kerogen yang terkandung di dalamnya.

Tabel 2. Data karbon organik total (TOC) dan pirolisis (*Rock-eval pyrolysis*)

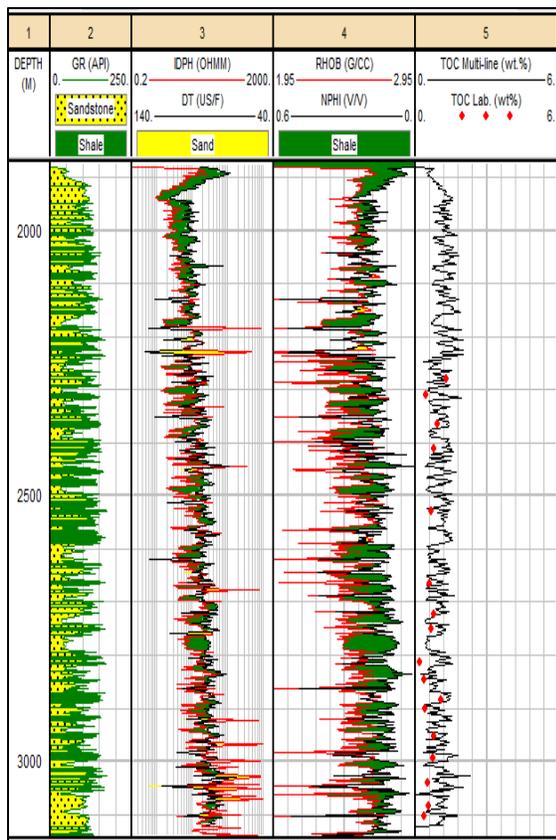
Depth (MD)	Formasi	TOC (%)	PY(mg HC/g)	VR (%Ro)
2280	Talang Akar (TRM)	1.29	1.75	
2310		0.45		
2365		0.92	1.83	
2410		0.77	1.26	0.59
2530		0.67	1.42	
2665		0.61	0.77	0.62
2722		0.78	1.61	
2750		0.68	1.48	
2815		0.18		
2846	Talang Akar (GRM)	0.38		
2885		1.09	3.97	0.65
2902		0.41		
2952		0.8	1.8	0.66
2994		0.76	1.35	
3040		0.52	0.68	
3085		0.56	1.11	
3105		0.37		

Kandungan TOC terhadap kandungan hidrokarbon (PY) dapat memberikan petunjuk adanya potensi hidrokarbon dalam batuan sumber. Dari proses multilinear

regresi tersebut, diperoleh suatu koefisien sehingga persamaan tersebut untuk model TOC nya menjadi persamaan (2) berikut ini:

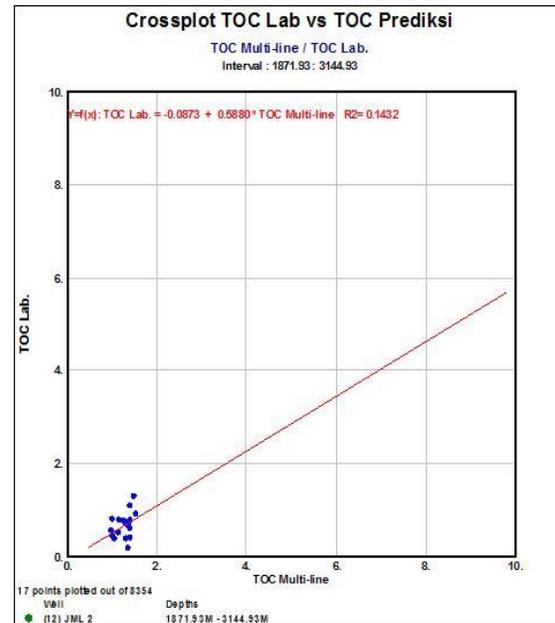
$$\text{TOC Model} = (-3.5) + (0.00215 \times \text{Log GR}) + (0.0005 \times \text{Log Resistivity}) + (0.006 \times \text{Log P Wave}) + (1.2849 \times \text{Log Density}) + (3.7705 \times \text{Log Neutron-Porosity}) \dots \dots \dots (2)$$

Selanjutnya memasukkan persamaan tersebut dengan inputan parameter log yang telah ada, sehingga didapatkan model TOC yang nantinya divalidasi dengan TOC lab.



Gambar 1 Pemodelan log *Total Organic Carbon* (TOC)

Setelah itu dilakukan *crossplot* antara TOC measured dengan TOC model (*calculated*) yang dihitung dari persamaan (2). Dari *crossplot* tersebut, terlihat bahwa korelasi antara TOC *measured* dengan TOC *calculated* adalah 0.1432.



Gambar 2 Crossplot TOC *measured* dengan TOC model.

Kesimpulan

Evaluasi geokimia hidrokarbon terhadap sumur JML-2, Sumatera Selatan disimpulkan bahwa:

1. Pada umumnya serpih dan batubara teranalisa berpotensi *Poor* sampai *Fair* sebagai batuan sumber hidrokarbon.
2. Interval pada kedalaman di atas 1200 m adalah belum matang antara 1200-2200 m awal matang dan dibawah 2200 m telah matang secara termal.
3. Beberapa sedimen dan batubara dari Formasi Talangakar telah mulai menghasilkan minyak meskipun belum ekonomis.

Daftar Pustaka

Armstrong, J. 1992. *A Petroleum Geochemistry-Based Overview of the Asamera's Concessions and Surrounding Areas in the South Sumatra Basin of Indonesia*. A report prepared for Asamera (South Sumatra) Ltd.

Bowman T. 2010. *Direct method for Determining Organic Shale Potential from Porosity and Resistivity Logs to Identify Possible Resource Plays*. AAPG Annual Convention & Exhibition, New

Orleans.

Fertl, W. H., Chilingar, G. V. 1988. *Total organic carbon content determined from well logs: SPE Formation Evaluation*, 15612, 3(2), 407–419.

Peters, K.E., dan Cassa, M.R. 1994. Applied source rock geochemistry. In: *The Petroleum system-from source to trap* (L.B. Magoon and W.G Dow, eds.) American Association of Petroleum Geologist Memoir, submitted

PEMETAAN POROSITAS PADA LAPISAN RESERVOIR KARBONAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE SEISMIK INVERSI

Bambang Harimei S.^{1*}, Irnah Salahuddin¹, Hasanuddin¹

¹Laboratorium Geofisika Padat, Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas
Hasanuddin, Makassar

*Penulis koresponden. Alamat email: bambang_harimei2004@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan pemetaan porositas pada lapisan reservoir karbonat yang berada pada formasi Melati menggunakan metode inversi seismik berdasarkan model pada data seismik 3D. Dari hasil inversi yang dilakukan diperoleh nilai impedansi akustik antara 17000-5000 (ft.g/s.cc) dengan nilai porositas antara 10-17 % dimana daerah yang memiliki porositas antara 16-17 % termasuk dalam skala porositas yang baik yang memungkinkan dilakukan pengembangan sumur pada daerah tersebut.

Kata Kunci: reservoir karbonat, porositas, inversi seismik berbasis model.

Abstract

Experimentally porosity mapping at carbonate reservoir layer of Tuban formation using seismic inversion model based on 3D data seismic have been done. From this inversion method yielding acoustic impedance value between 17000-5000 (ft.g/s.cc) and its porosity value between 10-17 % where the area with porosity between 16-17 % belonging into good porosity scale that enable to do well development at that area.

Keywords: carbonate reservoir, porosity, seismic inversion model based

Pendahuluan

Batuan karbonat termasuk batuan klastik, Adapun karakter dari batuan klastik adalah porositasnya tergantung pada tekanan diferensial. Tekanan diferensial terjadi oleh karena adanya perbedaan tekanan antara *overburden* dan tekanan interstitial. Sebagai akibatnya porositas menurun bersamaan dengan peningkatan tekanan differensial

dalam proses yang *irreversible*. Kehadiran hidrokarbon yang mempunyai densitas dan kecepatan yang lebih rendah dari pada air akan mengakibatkan turunnya IA batuan reservoir.

Impedansi akustik dipengaruhi langsung oleh litologi, porositas, kandungan fluida, kedalaman, tekanan, dan temperatur. Oleh karena itu *AI* dapat digunakan sebagai

indikator litologi, porositas, juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan hidrokarbon. Karena keunggulan sifat impedansi akustik ini lebih baik dalam menggambarkan sifat fisis bawah permukaan dibandingkan data seismik konvensional, maka dilakukan usaha untuk mendapatkan nilai impedansi akustik dari data seismik, yang dikenal sebagai inversi *post-stack* data seismik. Metode seismik inversi merupakan suatu metoda pemodelan kebelakang (*reverse modeling*) dimana dilakukan proses mengubah data seismik yang berupa kumpulan nilai-nilai amplitudo ke dalam kumpulan nilai impedansi akustik (IA) yang nantinya akan digunakan dalam mengekstrak distribusi porositas dari batuan reservoir. Sehingga dengan melakukan inversi dan pemodelan impedansi akustik pada Formasi Kujung Cekungan Tuban ini dapat memberikan informasi seputar reservoir pada formasi tersebut berupa arah penyebarannya baik secara vertikal maupun lateral, sehingga dapat digunakan untuk manajemen reservoir lebih lanjut.

Metode Seismik Inversi telah dilakukan oleh Ariadmana, Y., 2006 seismik yang dilakukan pada Formasi Baturaja, Lapangan Raudat Cekungan Sunda yang bertujuan untuk memperkirakan karakter dan penyebaran reservoir lapangan tersebut. Nilai impedansi akustik yang diperoleh dikontrol oleh porositas total, kenaikan porositas total akan menurunkan nilai impedansi akustik, dan sebaliknya. Kualitas reservoir pada Formasi Baturaja diketahui dikontrol oleh porositas mikro. Hasil inversi data seismik menunjukkan penyebaran reservoirnya berada pada bagian atas formasi. Distribusi reservoir yang relatif mengikuti arah orientasi sesar menunjukkan bahwa sesar tersebut telah meningkatkan kualitas reservoir. Konversi nilai porositas dari impedansi akustik dilakukan untuk mendapatkan parameter yang langsung berhubungan dengan kualitas

reservoir. Hubungan linier antara porositas dan impedansi akustik menunjukkan simpangan data yang tinggi, sehingga akan menghasilkan nilai porositas hasil konversi dengan kesalahan yang cukup berarti. Reservoir dengan kualitas yang baik mempunyai nilai impedansi akustik dari (15.000–20.000) ft*g/cc dengan perkiraan nilai porositas berkisar dari (19-27)%

Dalam penelitian ini dibatasi pada pembuatan penampang akustik impedansi yang merupakan hasil inversi berbasis model, kemudian dikorelasikan dengan data porositas yang diperoleh dari sumur. Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian menentukan daerah *porous* yang berpotensi sebagai reservoir hidrokarbon pada lapangan “*Melati*” berdasarkan nilai impedansi akustik dan porositas sumur di sekitarnya.

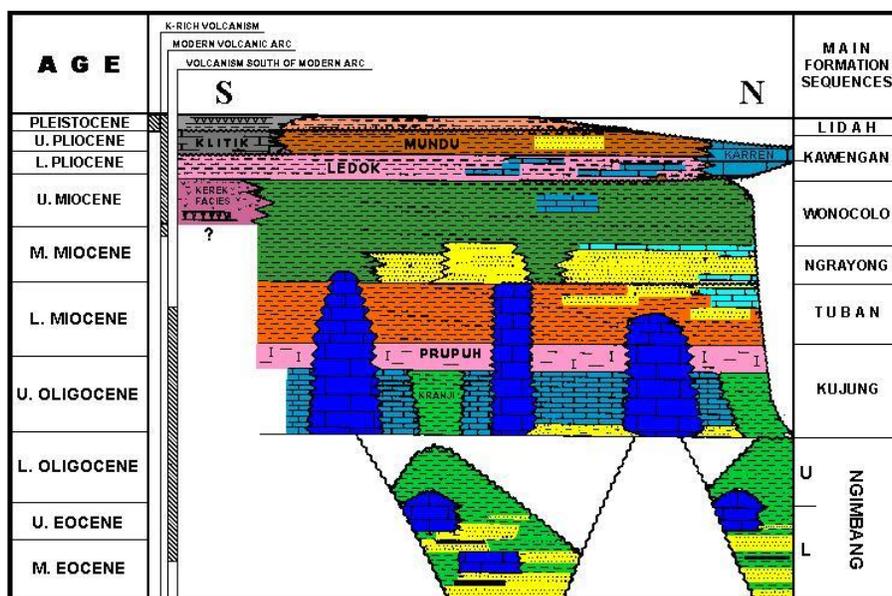
Metodologi

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data-data dari PT. PERTAMINA dengan obyektif Formasi Kujung, Cekungan Tuban, yang selanjutnya diberi nama Lapangan “*Melati*”. Cekungan Tuban merupakan cekungan yang terletak di sekitar Pulau Jawa Timur tepatnya berada di Kabupaten Bojonegoro TAC (*Technical Assistance Contact*) dan blok “West Tuban” milik JOB PPEJ.

Tatanan Stratigrafi

Penampang Seismik Melintang memberikan informasi tentang stratigrafi cekungan Jawa Timur dan sekitarnya (Lihat Gambar 1.1).



Gambar 1 Diagram Kronostratigrafi Cekungan Kunjung (JOB PPEJ)

Gambar 1 memperlihatkan urutan stratigrafi batuan Tersier di Cekungan Salawati telah ditulis oleh Soeparyadi (1976), Gambar 1.2 yang memperlihatkan urutan-urutan sejarah pengendapan di cekungan ini.

Basement

Basement yang dicirikan dengan lipatan batuan sedimen. Kemungkinan hal ini berhubungan dengan metasedimen awal Jaman PreTersier. Batuan pra-Tersier yang telah teridentifikasi dari data sumur pemboran eksplorasi adalah batuan beku granit, batuan meta-sedimen dan batuan metamorf.. Formasi Tuban ini tertembus dalam sumur-sumur pemboran SKW-1 dan SKW-2. (Pireno, 2008).

Formasi Kujung

Ketidakselarasan pada basemen dicirikan dengan refleksi yang kuat yang mengindikasikan lapisan karbonat Formasi Kujung. Tidak ada sumur yang mencapai formasi ini.

Formasi Tuban

Formasi Karbonat Tuban secara selaras menumpang di atas Formasi Kujung. Karakter seismik yang terlihat pada karbonat ini menunjukkan perkembangan karbonat terumbu dengan refleksi *mound* pada beberapa perulangan.

Formasi Ngrayong

Batupasir Ngrayong secara tidak selaras menumpang di atas Formasi Karbonat Tuban. Berdasarkan penampang seismik yang ada, formasi ini dicirikan dengan refleksi yang relatif kuat dan saling sejajar. Tiga sumur telah mencapai formasi ini. Bagian terbawah dari lapisan ini menunjukkan lapisan-lapisan yang saling *onlap* pada Formasi Tuban. Hal ini dapat diinterpretasikan sebagai batas sekuen atau ketidakselarasan yang disebabkan perubahan muka air laut relatif. Zona gas yang tertahan ditemukan pada bagian terbawah formasi ini.

Formasi Wonocolo

Batupasir Ngrayong tertutup secara selaras oleh Formasi Wonocolo. Formasi Wonocolo dicirikan dengan refleksi yang saling sejajar dan tidak begitu jelas yang menunjukkan formasi batulempung. Tiga sumur di daerah penelitian telah mencapai formasi ini dan membuktikan litologi yang didominasi batulempung.

Formasi Kawengan

Formasi Kawengan diendapkan secara selaras di atas Formasi Wonocolo. Formasi Ledok dan yang lebih muda terlihat sebagai refleksi horizontal yang saling sejajar pada penampang seismik.

Formasi Lidah

Formasi Lidah merupakan formasi termuda di dalam urutan stratigrafi di daerah penelitian, sehingga banyak ditemukan endapan aluvial yang subur. Formasi ini diendapkan secara selaras di atas Formasi Kawengan.

Inversi Berbasiskan Model

Pada inversi ini dibangun model geologi yang kemudian model tersebut dibandingkan dengan data seismik, model tersebut diperbaharui secara iteratif sehingga diperoleh kesesuaian dengan data seismik dengan menggunakan metoda *Generalized Linear Inversion (GLI)*. Metoda GLI ini menganalisa beda (*error*) antara output model dan data obsrvasi kemudian memperbaharui parameter model dengan cara sedemikian rupa sehingga dihasilkan output dengan beda seminimum mungkin. Dengan cara ini maka dapat dilakukan iterasi untuk mendapatkan solusi yang dirumuskan secara matematis sebagai berikut (Sukmono S, 2000):

$$F(M) = F(M_0) + \frac{\delta F(M_0)}{\delta M} \Delta M \quad (1)$$

dengan M_0 Model awal; M Model geologi sebenarnya; ΔM Perubahan pada parameter model; $F(M)$ Pengamatan; $F(M_0)$ Hasil perhitungan dari model awal; $(\delta F(M_0))/\delta M$ Perubahan nilai perhitungan.

Porositas

Porositas (ϕ) didefinisikan sebagai presentasi besarnya ruang kosong dalam suatu batuan yang dapat terisi fluida terhadap besarnya volume total batuan tersebut. Persamaan porositas dapat dituliskan (Sukmono, 2000):

$$\phi = \frac{V_{ruang\ kosong}}{V_{total\ batuan}} \times 100\% \quad (2)$$

Porositas bisa juga diartikan sebagai spasi antara butiran yang tak terkompaksi dengan sempurna. Secara teoritis porositas bernilai antara 0 sampai 1 ($0 < \phi < 1$) namun dalam prakteknya karbonat memiliki porositas berkisar 10 sampai 20 persen saja. Besarnya porositas dapat diketahui melalui berbagai cara seperti pembacaan pada log listrik, log sonik log densitas dan log kecepatan. Dari persamaan Wyllie dapat dilihat hubungan antara densitas, kecepatan dan porositas:

$$\rho_{sat} = \rho_m(1-\phi) + \rho_w S_w \phi + \rho_{hc}(1-S_w)\phi \quad (3)$$

$$\Delta t_a = \Delta t_m(1-\phi) + \Delta t_w S_w \phi + \Delta t_{hc}(1-S_w)\phi \quad (4)$$

dengan ρ densitas (Kg/m), ϕ porositas (%)

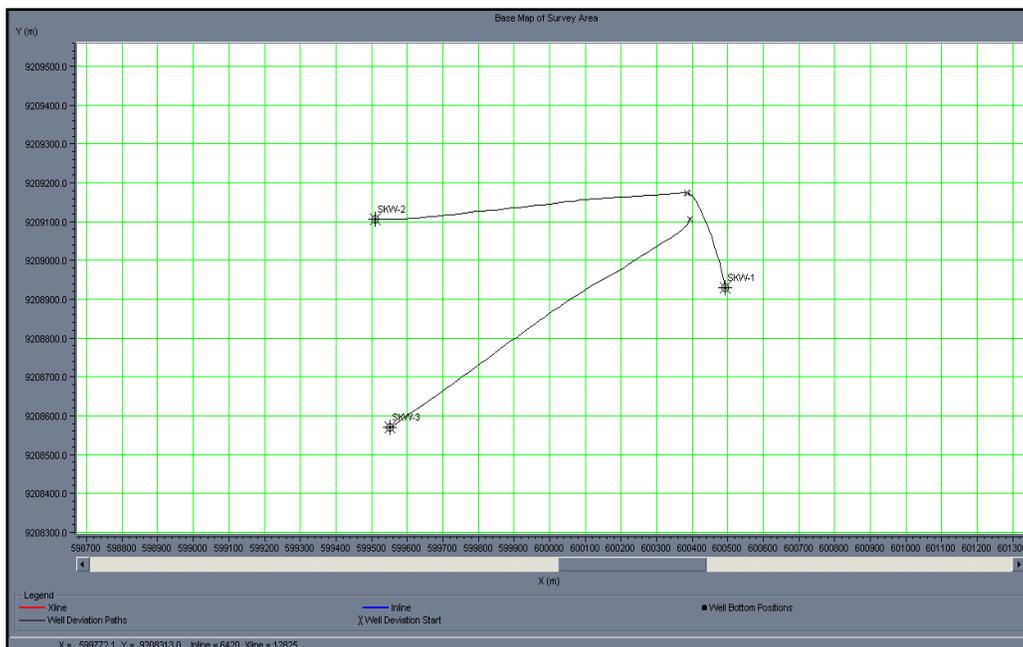
S_w water saturation (%), dan indeks m, w, hc, matrix, water, hydrocarbon.

Pengolahan Data

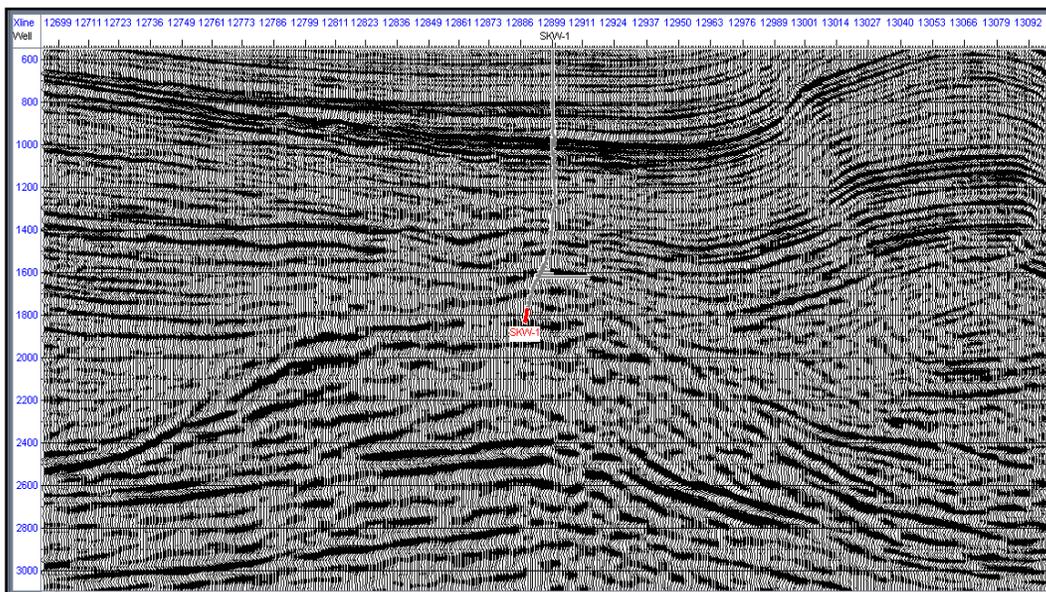
Data seismik yang digunakan dalam penelitian ini berupa data seismik 3D yang terdiri dari 408 *xline* dan 467 *inline*. **Gambar 3, 4, 5, dan 6** menunjukkan penampang seismik melewati sumur SKW-1 *inline* 6379 *xline* 1288 dan SKW-2 *inline*

6340 xline 12897. Sedangkan **Gambar 2** memperlihatkan posisi pengambilan data, data diambil dari SKW-1 inline SKW-1 inline 6379 xline 1288 dan SKW-2 inline

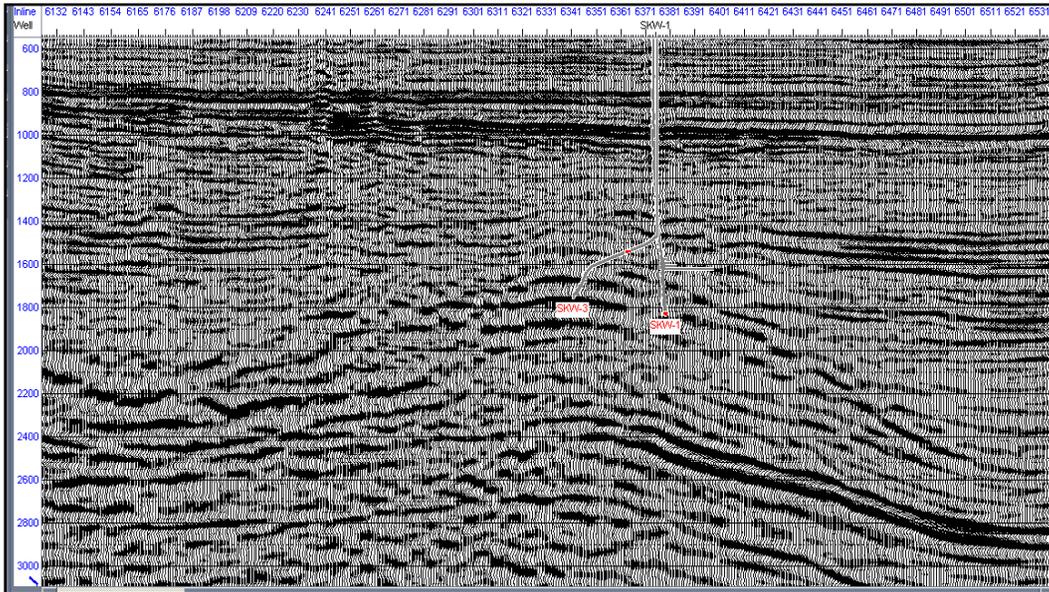
6340 xline 12897. Adapun posisi SKW-1 dan SKW-2 ditandai dengan angka berwarna merah.



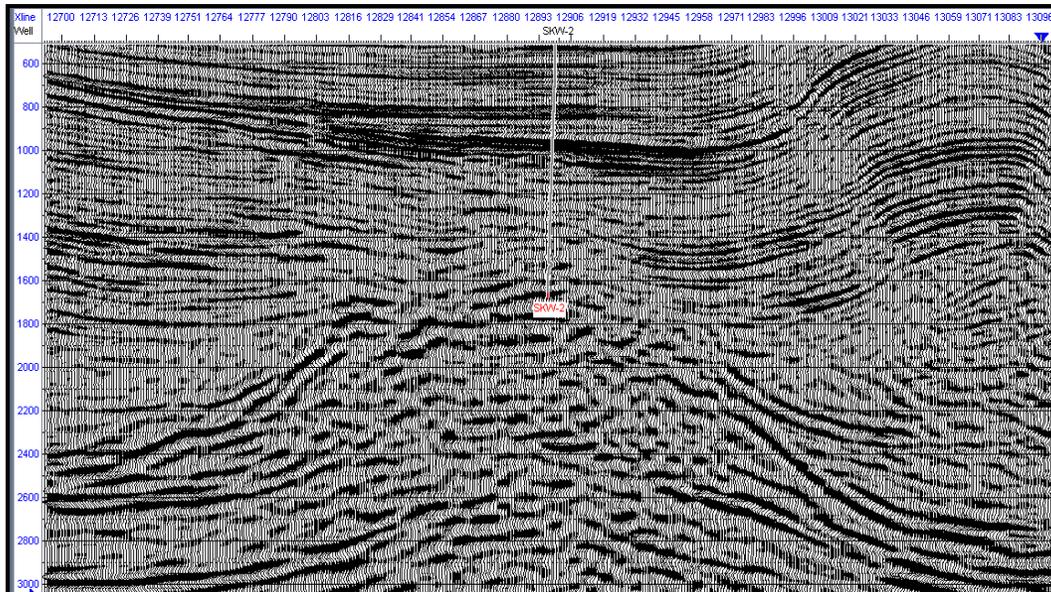
Gambar 2 Peta dasar seismik



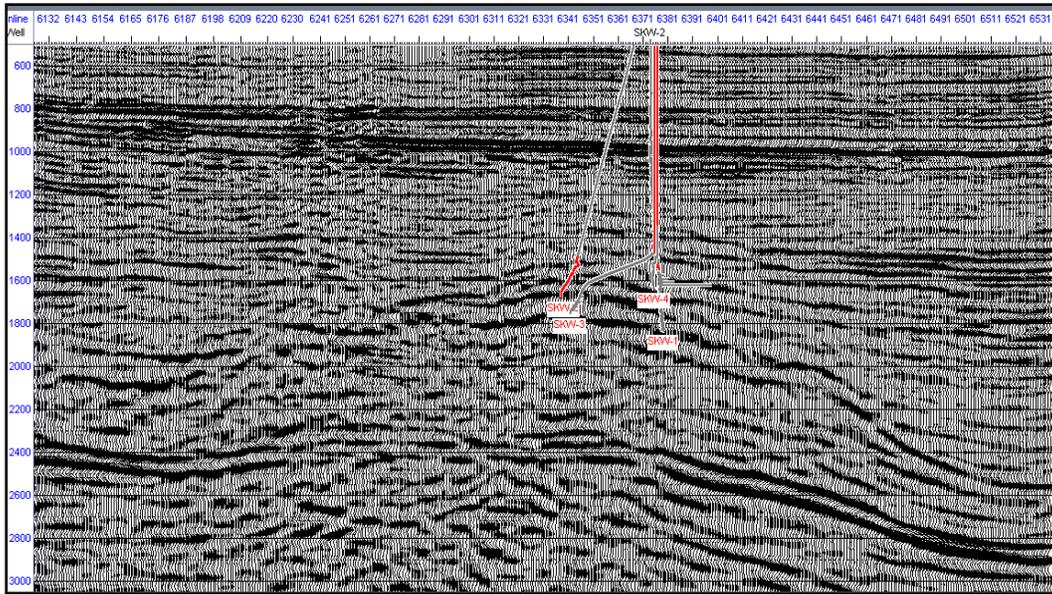
Gambar 3 Penampang seismik melewati sumur SKW-1 pada inline 6379



Gambar 4 Penampang seismik melewati sumur SKW-1 xline 12888



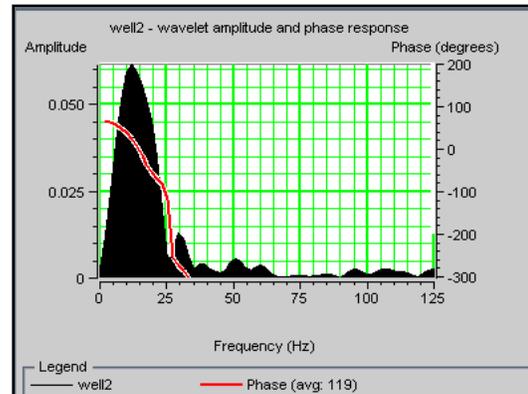
Gambar 5 Penampang seismik melewati sumur SKW-2 pada inline 6340



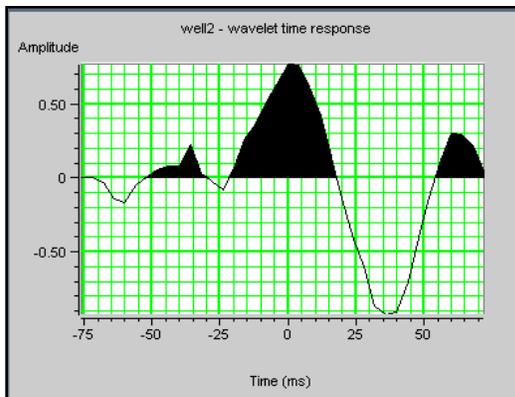
Gambar 6 Penampang seismik melewati sumur SKW-2 xline 12897

Ekstraksi Wavelet.

Ekstraksi wavelet merupakan proses yang dilakukan untuk mengestimasi bentuk gelombang dari sumber getar yang telah terkonvolusi kedalam jejak seismik. Wavelet ini akan dikonvolusikan dengan reflektifitas dari data sumur sehingga menghasilkan sintetik yang akan digunakan untuk proses korelasi dengan data seismik. Ekstraksi wavelet dilakukan dengan menggunakan informasi dari data sumur yang ada untuk mengekstraksi komponen amplitudo dan fasa.



Gambar 7.b Wavelet Hasil Ekstraksi Sumur SKW-2



Gambar 7.a Wavelet Hasil Ekstraksi Sumur SKW-1

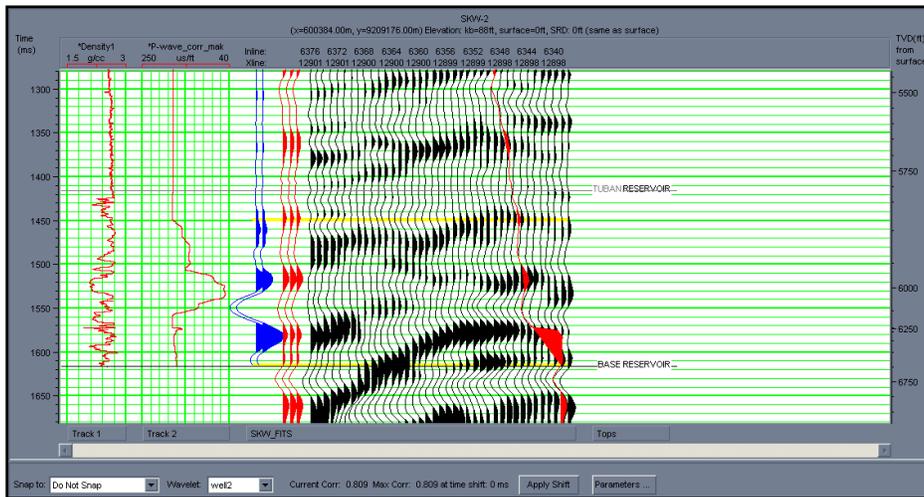
Gambar7 memperlihatkan ekstraksi *wavelet* dengan cara ini akan memberikan *wavelet* yang akan lebih mendekati *wavelet* sebenarnya dari data seismik. Ekstraksi ini dilakukan terhadap data seismik sekaligus dengan kontrol data sumur, sehingga akan memberikan *wavelet* dengan fasa yang tepat. Namun ekstraksi ini hanya akan memberikan hasil yang maksimal jika data sumur sudah terikat dengan baik. Ekstraksi *wavelet* secara statistik dan pengikatan yang baik sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil ekstraksi *wavelet* secara deterministik dengan kualitas yang baik. Untuk menghasilkan sintetik dengan korelasi optimal, maka dilakukan

shifting dan bila diperlukan maka dapat dilakukan *stretch* dan *squeeze*, akan tetapi hal tersebut tidak dianjurkan.

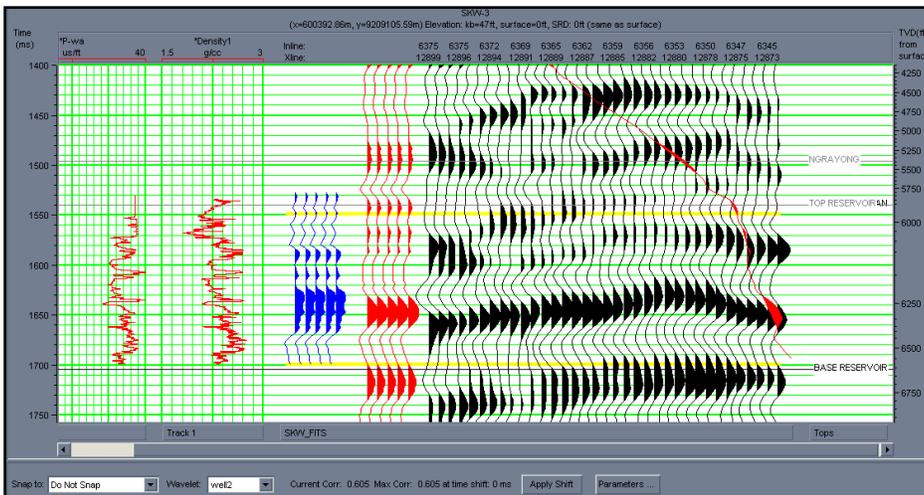
Pengikatan Data Sumur dengan Data Seismik (Well Seismic Tie)

Setelah melakukan proses *wavelet* selanjutnya melakukan pengikatan data sumur dengan data seismik. Proses ini merupakan penyesuaian kedudukan even pada jejak seismik dengan even pada data sintetik yang dihasilkan dari data sumur.

Proses ini dilakukan dengan menggeser *wiggle-wiggle* sintetik ke posisi paling mirip dengan data seismik. Semakin tinggi harga korelasinya (mendekati angka 1) menunjukkan semakin tepat posisi sintetik terhadap data seismik (terkorelasi dengan baik). Data seismik yang dikorelasikan dengan sintetik adalah data seismik yang berupa reflektifitas gelombang P yaitu SKW-1 dan SKW-2.



Gambar 8a Well Seismic Tie SKW-1



Gambar 8b Well Seismic Tie SKW-2

Gambar 8a dan **Gambar 8b** memperlihatkan Well seismic Tie, dalam gambar tersebut di atas, amplitudo maksimal tidak dalam posisi lurus. Hal ini perlu adanya proses picking horizon.

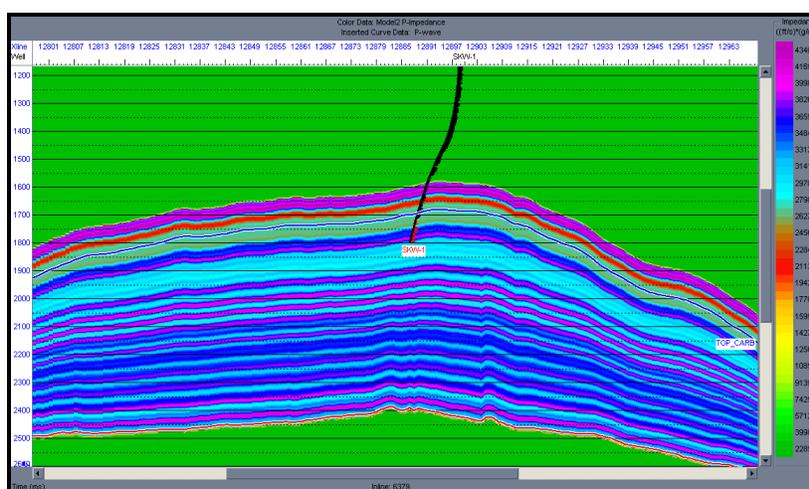
Picking Horizon

Saat melakukan proses pengikatan banyak sinyal yang mengalami pelemahan untuk maksud mendudukan sinyal ke kedudukan sebenarnya langkah yang ditempuh adalah melakukan picking horizon. Di samping itu, picking berguna dalam menentukan mengetahui struktur suatu formasi atau

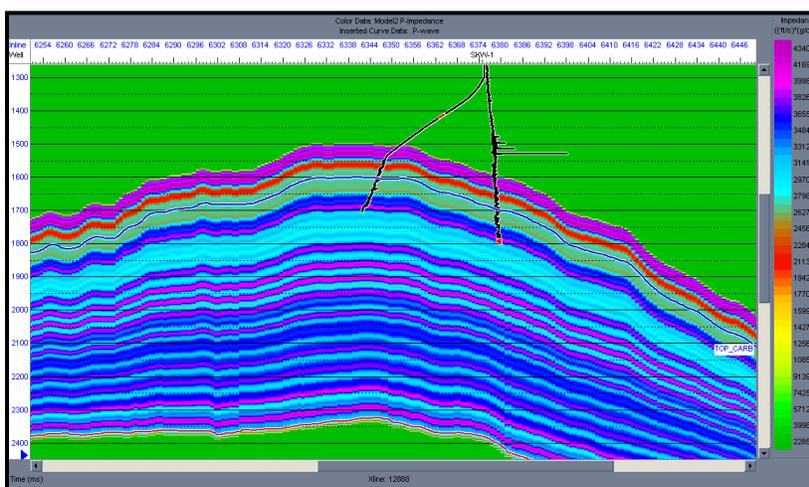
lapisan sehingga dapat diambil kesimpulan mengenai keberadaan *closure*. Hasil picking ini juga akan digunakan untuk membuat model sebelum melakukan inversi seismik, horizon yang di-pick pada data seismik adalah Top Tuban Karbonat SKW-1 dan SKW-2.

Pembuatan Model Awal

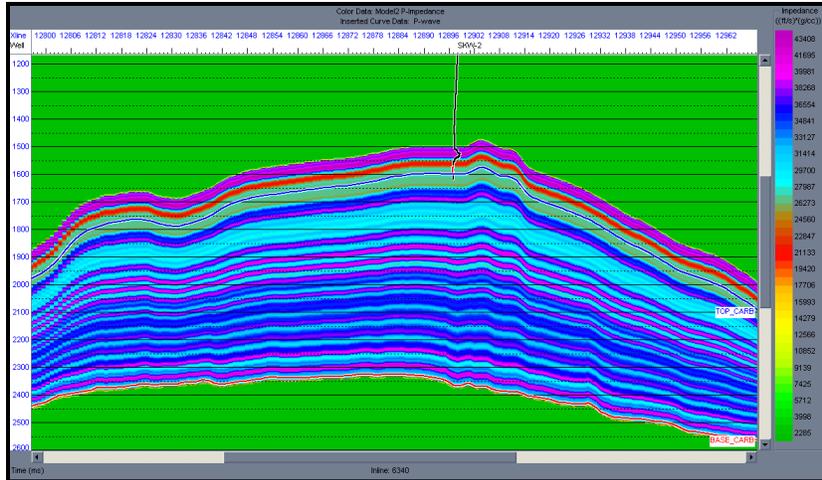
Pembuatan model awal (*initial model*) sangat dipengaruhi oleh kualitas pengikatan data sumur dan data seismik. Oleh Karena itu pemilihan wavelet sangat mempengaruhi hasil dari model awal.



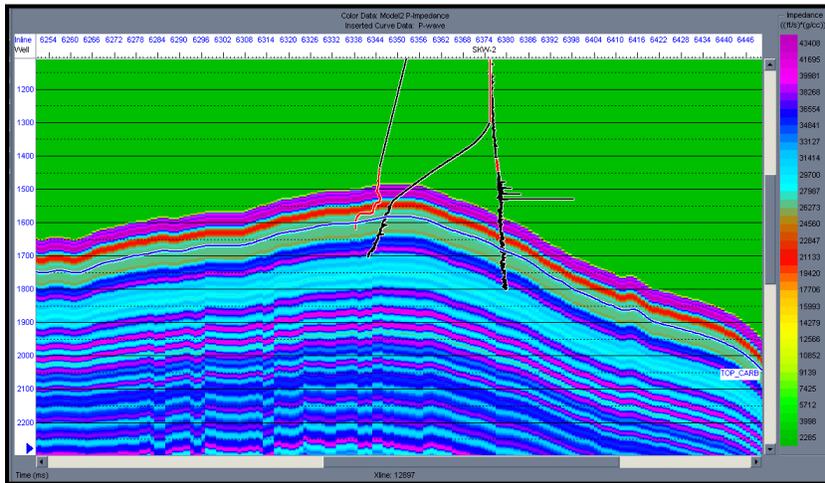
Gambar 9 Model awal geologi melewati sumur SKW-1 pada inline 6379



Gambar 10 Model awal geologi melewati sumur SKW-1 pada xline 12888



Gambar 11 Model awal geologi melewati sumur SKW-2 pada inline 6340



Gambar 12 Model awal geologi melewati sumur SKW-2 pada xline 12897

Inversi Berbasiskan Model

Proses inversi berbasiskan model dilakukan dengan menggunakan pembatas lunak (*soft constrain*). pembatas ini mempunyai range nilai dari 0 sampai 1. Jika nilai yang dipakai adalah nol maka artinya model awal diabaikan sehingga hasil akhir yang diperoleh adalah benar-benar murni dari data seismik, sedangkan nilai satu menyatakan bahwa data seismik tidak digunakan tapi hasil akhirnya berdasarkan model awal yang telah dibuat sebelumnya.

Pemetaan Impedansi akustik

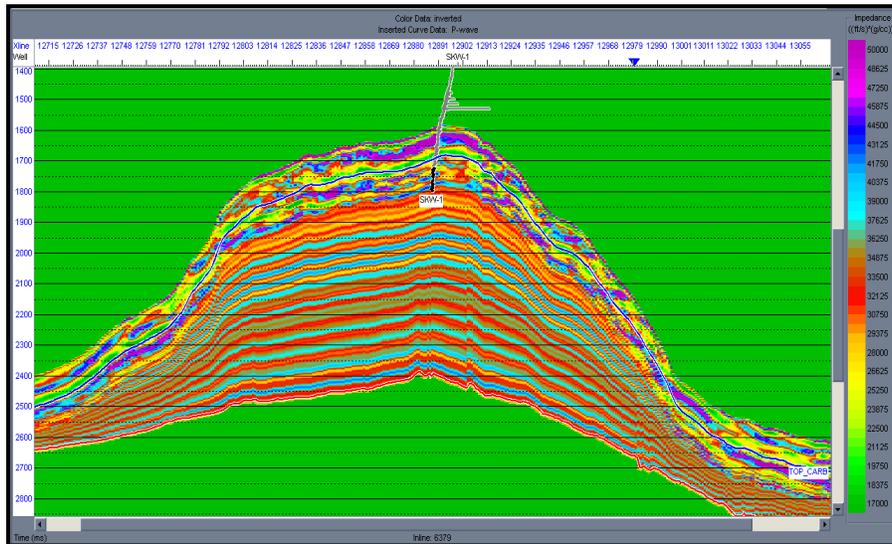
Impedansi akustik (IA) adalah sifat batuan yang dipengaruhi oleh jenis litologi, porositas, kandungan fluida, kedalaman, tekanan dan temperatur. Oleh karena itu IA dapat digunakan sebagai indikator litologi, porositas, hidrokarbon, pemetaan litologi. IA dirumuskan sebagai:

$$IA_n = IA_1 \prod_{i=1}^{n-1} \left[\frac{1 + KR_i}{1 - KR_i} \right] \quad 5$$

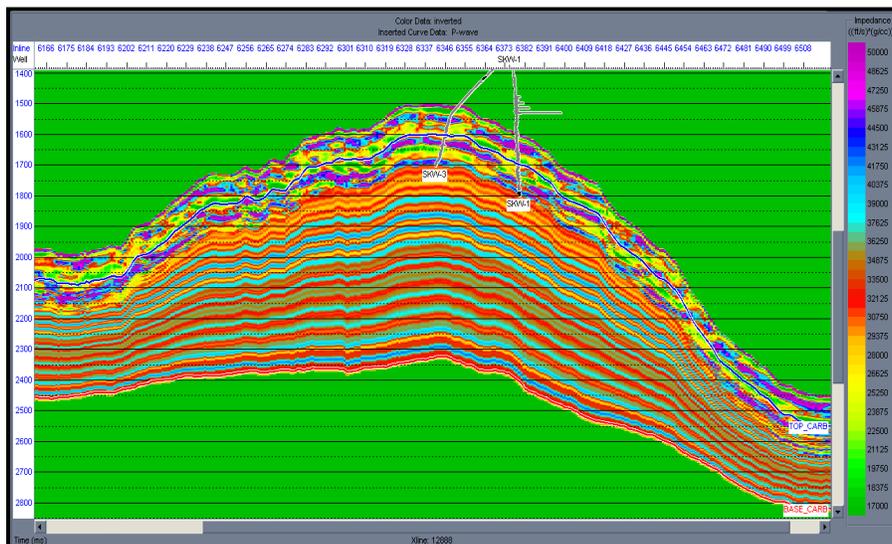
Harga IA dapat diperkirakan dari amplitudo refleksinya, semakin besar amplitudo refleksinya semakin besar refleksi dan kontras IA-nya. IA seismik memberikan

resolusi lateral dan cakupan (coverage) yang baik. Sedangkan IA sumur memberikan resolusi vertikal yang sangat baik tetapi

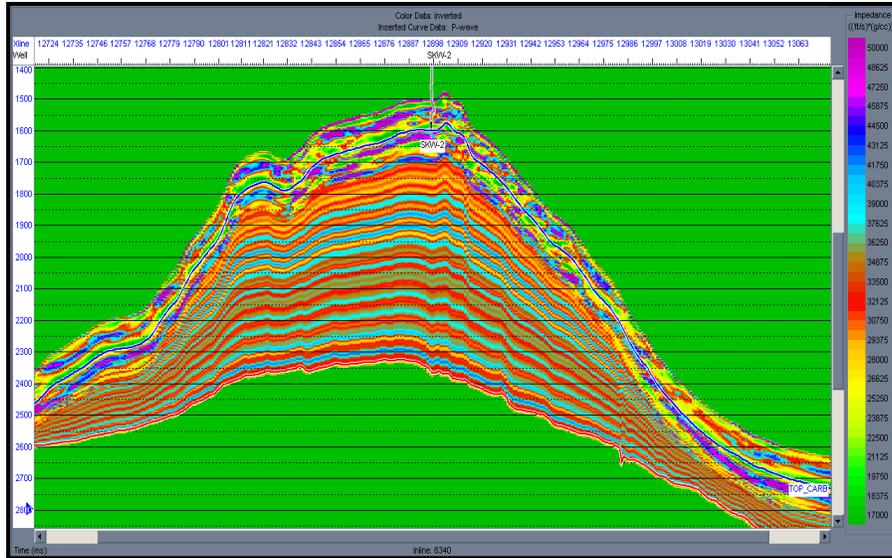
resolusi cakupannya lateralnya buruk (Sukmono S, 2000).



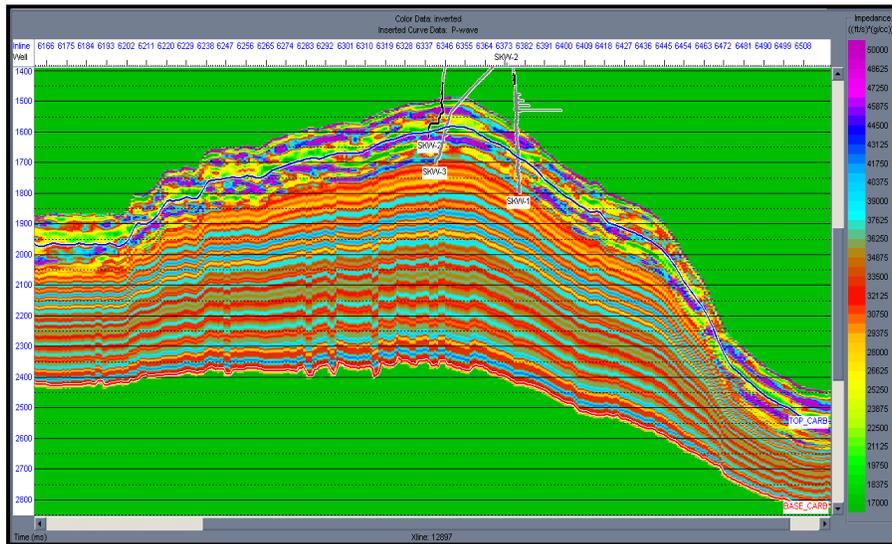
Gambar 14 Penampang impedansi akustik sumur SKW-1 pada inline



Gambar 15 Penampang impedansi akustik sumur SKW-1 pada xline



Gambar 16 Penampang impedasi akustik sumur SKW-2 inline



Gambar 17 Penampang impedasi akustik sumur SKW-2 xline

Pada **Gambar 14** dan **Gambar 16** memperlihatkan harga Impedansi Akustik yang relatif tinggi ditunjukkan dengan indeks warna ungu dengan nilai 50000 (ft.g/s.cc) sedangkan harga Impedansi Akustik yang rendah ditunjukkan dengan indeks warna hijau dengan nilai 17000 (ft.g/s.cc), impedansi akustik rendah berada di bawah Top reservoir dengan nilai impedansi akustik antara 17000-25000 (ft.g/s.cc) sedangkan Top karbonat memperlihatkan nilai Impedansi Akustik

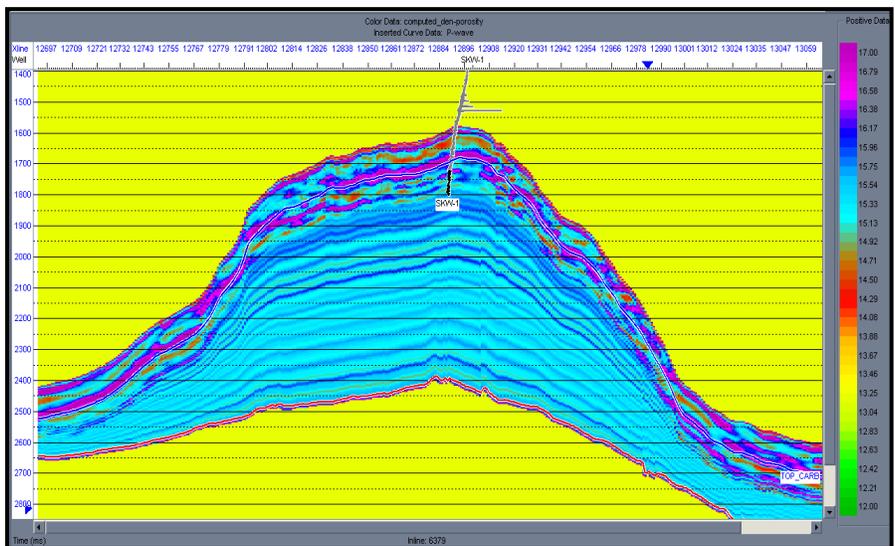
yang tinggi (indeks warna ungu) dengan nilai Impedansi Akustik 50000(ft.g/s.cc). Perbedaan nilai Impedansi Akustik yang begitu besar menunjukkan adanya batas lapisan antara batu pasir dan karbonat. *Time slice* 10 ms di bawah time 1635 ms yang merupakan bidang batas antara air dan minyak (OWC) memperlihatkan daerah yang memiliki nilai Impedansi Akustik yang rendah (*low impedance*) dengan nilai antara 17000-25000(ft.g/s.cc). SKW-2 terletak pada daerah yang memiliki nilai Impedansi

Akustik rendah (17000-25000 ft.g/s.cc) sedangkan 1 sumur yaitu SKW-1 terletak pada daerah yang nilai Impedansi Akustik tinggi (5000 ft.g/s.cc).

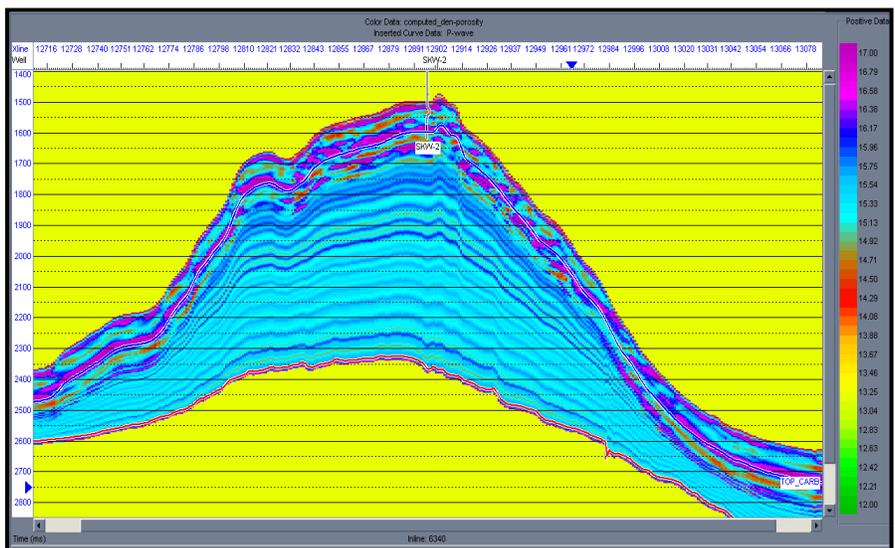
Pemetaan Porositas

Model porositas ini dihasilkan dengan cara mencari hubungan kelinieran antara hasil

impedansi akustik dan porositas. Hubungan kelinieran ini didapatkan dari hasil crossplot antara impedansi akustik hasil inversi dengan porositas yang merupakan properti sumur. Hasil analisis ini kemudian akan digunakan untuk membuat penampang porositas.



Gambar 18 Penampang porositas melewati sumur SKW-1 inline



Gambar 19 Penampang porositas melewati sumur SKW-2 inline

Pada **Gambar 18** dan **Gambar 19** memperlihatkan bahwa penampang porositas yang dihasilkan memperlihatkan

sebaran nilai porositas pada top karbonat dengan nilai porositas antara 12-17 %. **Gambar 15** dan **Gambar 18** menunjukkan

daerah yang poros tepat berada di bawah Top karbonat dengan nilai porositas antara 16-17% ditunjukkan dengan indeks warna ungu, bagian atas Top karbonat ini juga memperlihatkan nilai porositas yang sama (16-17%) hal ini disebabkan karena lapisan yang berada di atas batuan karbonat adalah batu pasir yang merupakan batuan reservoir tetapi analisa dibatasi hanya pada reservoir karbonat saja. *Time slice* 10 ms dibawah 1635 ms yang dilakukan pada penampang porositas memperlihatkan daerah yang memiliki nilai porositas tinggi antara 16-17% (indeks warna ungu). Dari hasil *time slice* dapat diketahui bahwa daerah yang memiliki porositas tinggi dengan nilai antara 16-17% (skala baik) berada pada Utara-Selatan. Timur-Barat sumur SKW-2 dan sebelah Barat sumur SKW-2 berada pada daerah yang nilai porositasnya antara 16-17% (porositas baik), sedangkan sumur SKW-1 berada pada daerah yang nilai porositasnya antara 13.8-14.7% yang termasuk dalam skala cukup. Hasil *crossplot* yang digunakan mencari hubungan kelinieran antara Impedansi Akustik dan porositas memperlihatkan bahwa nilai Impedansi Akustik berbanding terbalik dengan nilai porositas, semakin kecil nilai Impedansi Akustik maka nilai porositas semakin besar.

Kesimpulan

Dari analisa yang dilakukan dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Formasi Tuban memiliki nilai porositas dengan persentase antara 12-17%, berdasarkan skala penentuan nilai porositas diketahui bahwa nilai porositas 16 -17 % termasuk dalam skala porositas baik (*good porosity*).
2. Daerah yang memiliki porositas bagus (*good porosity*) berada pada *inline* 6292 – *inline* 6376 dan *xline* 12849 –

*xline*12916 yang merupakan prospek sebagai cadangan reservoir baru dimana daerah tersebut memiliki nilai porositas yang baik dengan persentase 16% - 17%.

Saran

Hasil analisa yang maksimal sebaiknya didukung dengan analisa inversi lainnya seperti spars spike karena karakteristik berdasarkan IA memiliki keterbatasan dalam membedakan antara efek litologi dan fluida.

Daftar Pustaka

- Ariadmana Y, 2006 Seismik Invesi pada formasi Baturaja. JOB PPEJ Jakarta
- Russel, B .H., 1988, *Strata Theory*, Hampson Russel Software Services Ltd. Calgary, Alberta.
- Sukmono, S., 2000. *Seismik inverse untuk karakterisasi reservoir*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Soeparyadi, 1976, Diagram Kronogstarigafi Cekungan Kunjung > Lemigas Jakarta

PEMETAAN WILAYAH RAWAN BENCANA GEMPABUMI BERDASARKAN DATA MIKROTREMOR DAN DATA BOR

Lantu^{1*}, Sabrianto Aswad¹, Fitriani¹, Marjiyono²

¹ Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar

² Pusat Survei Geologi (PSG) – Badan Geologi, Bandung

*Penulis koresponden. Alamat email: geolantu@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk pemetaan wilayah rawan bencana gempabumi di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta berdasar data mikrotremor dan data bor. Aktivitas geodinamika pulau Jawa secara umum dipengaruhi oleh pergerakan lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia dengan lempeng mikro Sunda. Pertemuan kedua lempeng tersebut menyebabkan pergerakan ke arah Barat – Timur, menjadi penyebab gempabumi Yogyakarta tahun 2006. Tercatat sedikitnya empat kali terjadi gempa besar di Yogyakarta menjadikan daerah ini rawan akan gempabumi. Untuk meminimalisir resiko akan bencana gempabumi yang terjadi, salah satunya melakukan pemetaan wilayah yang rentang bencana gempabumi tersebut dengan mikrozonasi berdasar data mikrotremor dan data bor. Upaya mitigasi dengan mikrozonasi dilakukan dengan menghitung nilai HVSZ (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) untuk memperoleh nilai frekuensi dominan yang menjadi parameter tingkat kerawanan bencana gempabumi. Dalam penentuan kecepatan gelombang S hingga kedalaman 30 meter (Vs30) dengan inversi HVSZ. digunakan data pendukung data bor untuk menghindari ketidakakuratan data mikrotremor. Hasil Vs30 digunakan untuk menentukan nilai amplifikasi. Hasil analisis dan interpretasi data menunjukkan bahwa nilai frekuensi dominan berada pada rentang 1,314 – 14,59 Hz, nilai Vs30 berkisar antara 142,02 – 400,5 m/s dengan amplifikasi dalam rentang 1,5 – 8,02 kali dan 0,8-3,7 kali. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan daerah penelitian rawan bencana gempabumi, terutama daerah yang dilalui oleh sesar Opak.

Kata kunci: mikrotremor; HVSZ; Amplifikasi; Peta rawan bencana;

Abstract

The study has been carried out for mapping the vulnerable area of seismic hazard in D. I. Yogyakarta using micro-tremor and drill data. Generally, geodynamical activity of Java Island is affected by drift of Eurasia, and Indo-Australia plates. The convergence of these both plates became the cause of the devastating earthquake in Yogyakarta in 2006. At least, the huge earthquakes took place four times in Yogyakarta that cause this area has high vulnerability index of seismic hazard. Mapping the vulnerable area of seismic hazard or micro-zonation using micro-tremor and drill data is one of the efforts which can be conducted to minimize the risk. Mitigation with micro-zonation method was performed by calculating Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSZ) values describing dominant frequency which is as the parameter input of vulnerability index of seismic hazard. Besides, inversion of HVSZ could determine the S-wave velocity in 30 meter depth (Vs30) which is applied as supporting data for drill data to avoid the non-unique micro-tremor data. The result of Vs30 was used to analyze the amplification value. This study resulted that dominant frequency values ranged 1,314 – 14,59 Hz, Vs30 values ranged 142,02 – 400,50

m/s and amplification 1,5 – 8,02 and 0,8 – 3,7. Ultimately, this study suggested that the research area is a vulnerable area of seismic hazard, particularly the area is cut across by Opak fault.

Keyword: micro-tremor; HVSR; amplification; hazard vulnerability map.

Pendahuluan

Latar Belakang

Daerah Istimewa Yogyakarta adalah salah satu propinsi di Indonesia yang kaya dengan peninggalan budaya yang sangat populer dimanca Negara, seperti Candi Borobudur, Candi Perambanan, Keraton Jogja, Keraton Solo dan objek wisatawan lain yang indah, seperti Parangritis dan Kaliurang. Keberadaan benda-benda bersejarah ini menyebabkan kota Jogakarta sangat dikenal sampai ke manca negara.

Daerah istimewa Jogja merupakan salah daerah yang menunjukkan tingginya budaya Indonesia sejak dshulu kala. Lokasi cagar budaya yang tinggi ini perlu dijaga dan dilestarikan keberadaanya . Dilain pihak daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah daerah dilewati jalur gunung api dunia yang menyebabkan wilayah menjadi salah satu wilayah yang rawan bencana gempabumi tektonik maupun vulkanik. Oleh karenanya sangat diperlukan upaya untuk mengurangi resiko yang benyabakan rusaknya atau punahnya cagar budaya yang sangat terkenal ini, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memetakan zona-zona rawan bencana gempa bumi di wilayah ini dengan menggunakan data mikrotremor dan data bor.

Metode ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi dominan dan penguatan gempa yang terjadi. Aktivitas geodinamika pulau Jawa lebih dominan dipengaruhi oleh interaksi antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia dengan lempeng mikro Sunda. Pertemuan kedua lempeng makro dan mikro tersebut menyebabkan pergerakan kearah relatif barat – timur)

dengan kecepatan relatif 6 cm/ tahun (USGS, 2006.).

Sejarah mencatat gempabumi merusak terjadi di wilayah Yogyakarta sedikitnya empat kali yaitu tahun 1867, 1943,1981 dan 2006 dengan intensitas maksimum antara VII hingga IX MMI (ESDM, 2006). Daerah Jawa Tengah terkhusus wilayah Yogyakarta dan sekitarnya mengalami kerusakan cukup parah dikarenakan kondisi geologi yang sebagian besar terdiri dari endapan alluvial pantai, endapan batugamping dan endapan gunungapi yang bersifat urai, lepas, belum terkonsolidasi (*unconsolidated*).

Salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan yaitu mikrozonasi gempabumi dengan menggunakan survei mikrotremor. Dengan melakukan survei mikrotremor maka dapat diketahui hubungan nilai frekuensi dominan maksimum antara VII hingga IX MMI (ESDM, Vs30 dan amplifikasi terhadap kondisi geologi daerah Jogja karta dan sekitarnya. Sebagai penunjang dalam penentuan kecepatan S pada kedalaman 30 meter (Vs30) maka digunakan data bor. Diharapkan dari informasi data bor dapat menghindari ketidakunikan data mikrotremor pada proses inversi HVSR.

Berdasarkan hubungan nilai frekuensi dominan, Vs30, amplifikasi dan korelasi dengan data bor daerah penelitian dapat menjelaskan nilai kerawanan Penelitian ini dibatasi pada pemetaan kawasan rawan bencana gempabumi di Daerah Istimewa

Yogyakarta (DIY) meliputi nilai frekuensi dominan yang diperoleh dari hasil pengukuran mikrotremor dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), nilai kecepatan gelombang S pada kedalaman 30 meter, nilai amplifikasi dihitung berdasarkan rumus empiris, kemudian mengidentifikasi kawasan rawan bencana di daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai frekuensi dominan, kecepatan gelombang S dan amplifikasi pada kedalaman sampai dengan 30 meter di daerah penelitian, dan menetapkan kawasan rawan bencana gempa bumi pada daerah penelitian.

Geologi Regional

Geologi Regional daerah penelitian dipengaruhi oleh dua pegunungan yang mengapit daerah Yogyakarta yaitu Pegunungan Selatan dan Pegunungan Kulon Progo. Yogyakarta terbentuk akibat pengangkatan Pegunungan Selatan dan Pegunungan Kulon Progo pada kala Plistosen Awal yang telah membentuk cekungan Yogyakarta. Di dalam cekungan tersebut selanjutnya berkembang aktivitas gunung berapi (Gunung Merapi). Kemudian terdapat dataran tinggi di sebelah selatan dan kemunculan kubah Gunung Merapi di sebelah utara, telah membentuk sebuah lembah datar. Bagian selatan lembah tersebut berbatasan dengan Pegunungan Selatan, dan bagian baratnya berbatasan dengan Pegunungan Kulon Progo (Andrianto, 2015). Pada bagian timur pegunungan selatan adanya gawir sesar Opak yang memanjang dengan arah baratdaya-timurlaut. Pada gawir sesar Opak ini dapat diamati faset-faset segitiga (*triangular faset*), jejak longsoran, kipas-kipas sesar serta pergeseran bukit dan lembah sungai. Bentangalam kaki gunungapi Marapi dijumpai berlereng melandai ke arah selatan dan tenggara disusun oleh batuan gunungapi

Merapi. Struktur geologi yang dapat diamati di daerah ini terdiri atas struktur kekar, lipatan dan sesar. Struktur sesar mempunyai dua arah utama yakni baratdaya-timurlaut dan baratlaut-tenggara. Sesar-sesar yang dijumpai di daerah Yogyakarta yakni sesar Progo, sesar Sentolo dan sesar Bukit Manoreh (Pusat Survei Geologi, 2008).

Mikrozonasi dengan Data Mikrotremor

Mikrozonasi seismik dapat dikatakan sebagai proses untuk memperkirakan respon dan tingkah laku dari lapisan tanah terhadap adanya gempa bumi. Langkah ini perlu dilakukan untuk mengetahui aktivitas seismik sekaligus memprediksi kerusakan yang mungkin terjadi di wilayah yang lebih spesifik (Amiruddin, 2012).

Mikrozonasi seismik sebagai proses pengelompokan daerah menjadi beberapa zona karakteristik geologi setempat, sehingga bahaya seismik di lokasi yang berbeda di dalam daerah dapat diidentifikasi dengan benar. Mikrozonasi suatu daerah dibuat berdasarkan data mikrotremor dan data bor.

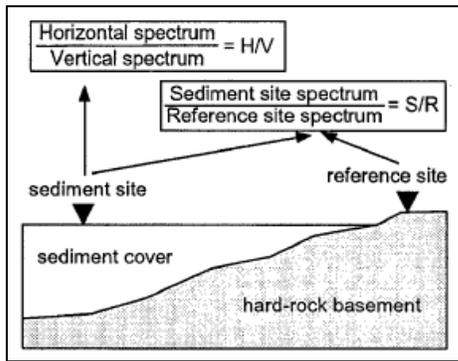
Mikrotremor yaitu getaran yang konstan pada permukaan bumi tanpa adanya gempa bumi. Mikrotremor disebabkan oleh aktivitas manusia seperti mesin pabrik, orang jalan, kendaraan; dan fenomena alam seperti angin, aliran air sungai dan gelombang laut. Mikrotremor yang didominasi oleh aktivitas manusia memiliki periode lebih kecil dari 1 detik dengan frekuensi lebih besar dari 1 Hz dan mikrotremor yang disebabkan oleh fenomena alam memiliki periode lebih besar dari 1 detik dengan frekuensi lebih kecil dari 1 Hz (Okada, 2003).

Kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi disimpulkan sebagai akibat langsung dari kondisi geologi lokal yang

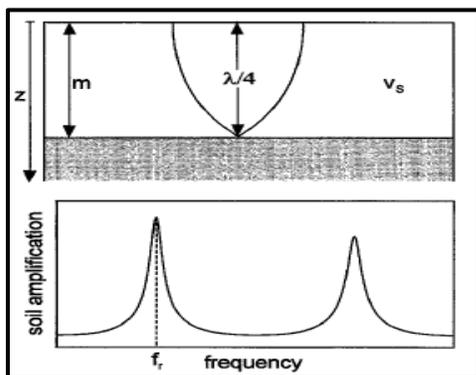
mempengaruhi gerakan tanah. Mikrotremor adalah alat yang sangat nyaman untuk memperkirakan efek geologi permukaan pada gerakan seismik. Metode ini menarik karena memberikan kemudahan pengumpulan data dan dapat diterapkan di daerah-daerah rendah atau bahkan tidak ada kegempaan (Nakamura, 2008).

Teknik Perbandingan Mikrotremor

Terdapat dua teknik perbandingan mikrotremor yaitu teknik spektra Nakamura dan teknik klasik. Teknik perbandingan spektra Nakamura yaitu teknik perbandingan komponen horizontal dan komponen vertikal spektra noise pada daerah sedimen (spektra H/V), dan teknik klasik yang merupakan teknik perbandingan komponen horizontal sedimen dan komponen horizontal spektra daerah referensi/*hard rock* (spektra S/R) (Aswad, 2012).



Gambar 1 Teknik untuk respon lokasi menggunakan perbandingan spektra (Seht , 1999)



Gambar 2. Prinsip dasar dari respon lokasi (Seht dan Wohlenberg, 1999)

Analisis HVSR (Horizontal – Vertical Spectra Ratio)

Metode HVSR merupakan metode perbandingan komponen horizontal terhadap komponen vertikal dari spektrum gelombang mikrotremor. Metode HVSR pada awalnya diajukan oleh Nakamura (1989) untuk penentuan frekuensi dominan dengan metode *single station* mikrotremor. Hipotesis bahwa teknik ini dapat digunakan untuk mengukur *site effect* berawal dari perekaman mikrotremor umumnya terdiri dari gelombang *Rayleigh*, dan respon amplifikasi lokal didasarkan pada keadaan gelombang di permukaan yang melapisi *half-space*. Pada keadaan ini, akan diperoleh empat komponen dari gerakan tanah: komponen horizontal dan vertikal pada *half-space*, dan komponen horizontal dan vertikal pada gerak permukaan. Menurut Nakamura, kemungkinan untuk menghitung amplitudo pada sumber (A_S), dengan perbandingan:

$$A_S(\omega) = \frac{V_S(\omega)}{V_B(\omega)} \tag{1}$$

Dimana V_S adalah spektrum ampiltudo pada komponen vertikal pada permukaan dan V_B adalah spektrum amplitudo pada komponen vertikal pada *half-space*. Nakamura kemudian mengestimasi pada respon lokal (S_E) dengan perbandingan:

$$S_E(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{H_B(\omega)} \tag{2}$$

Dimana H_S dan H_B masing-masing adalah spektrum mikrotremor komponen horisontal di permukaan dan di dasar lapisan sedimen. Untuk mengimbangi S_E dengan efek dari sumber, dihitung modifikasi fungsi respon lokal (S_M):

Dengan mengasumsikan bahwa $\left(\frac{H_B(\omega)}{V_B(\omega)}\right) = 1$, maka fungsi respon lokal yang dikoreksi dengan efek sumber dapat dituliskan seperti berikut:

$$S_M(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{V_S(\omega)} \quad (3)$$

Lermo (1992) telah menerapkan metode ini untuk menganalisis perekaman mikrotremor di empat lokasi berbeda di Mexico (Lermo dan Chavez – Gracia, 1993).

Frekuensi dominan

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah penelitian tersebut sehingga nilai frekuensi dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan tersebut. Frekuensi dominan dihitung dengan menggunakan FFT.

Kecepatan Gelombang S Kedalaman 30 Meter

Kecepatan gelombang S pada kedalaman 30 meter sebagai fungsi kedalaman dapat diestimasi berdasarkan data lubang bor. Kecepatan gelombang S dari estimasi lubang bor digunakan untuk menghitung amplifikasi yang tergantung pada frekuensi untuk nilai atenuasi nol. Kecepatan gelombang S yang akan digunakan dalam proses mikrozonasi adalah kecepatan gelombang S pada kedalaman 30 meter (V_{s30}). Pada kecepatan gelombang S yang berada pada kedalaman 30 meter yang akan digunakan untuk klasifikasi batuan berdasarkan kekuatan getaran gempabumi. Nilai V_s yang didapatkan dari hasil inversi kemudian digunakan untuk mengestimasi nilai V_{s30} . Nilai V_{s30} ditentukan berdasarkan persamaan berikut, (Wildana, 2016):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}} \quad (4)$$

Dengan 30 adalah konstanta yang menyatakan kedalaman yang digunakan yaitu 30 meter, h_i adalah ketebalan lapisan (m), v_i adalah kecepatan gelombang S (m/s)

dan N adalah jumlah lapisan di atas kedalaman 30 meter. Nilai h_i dan v_i diperoleh dari model akhir hasil inversi.

Amplifikasi Gelombang

Amplifikasi merupakan penguatan amplitudo gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan yang signifikan antar lapisan. Dengan kata lain gelombang seismik akan mengalami penguatan (amplifikasi) jika merambat pada suatu medium ke medium lain yang lebih lunak. Nilai faktor amplifikasi tanah berkaitan dengan perbandingan kontras impedansi lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya. Bila perbandingan kontras impedansi kedua lapisan tersebut tinggi maka nilai faktor penguatan juga tinggi, begitu pula sebaliknya (Nakamura, 2000). Besarnya dapat dihitung secara empiris yang didapatkan dari suatu persamaan (Wakamatsu, 2006).

$$\text{Log Amp} = 2.367 - 0.852 \log V_{s30} \pm 0.166 \quad (5)$$

dengan Amp adalah nilai amplifikasi dan V_{s30} adalah kecepatan rata-rata gelombang shear sampai kedalaman 30m.

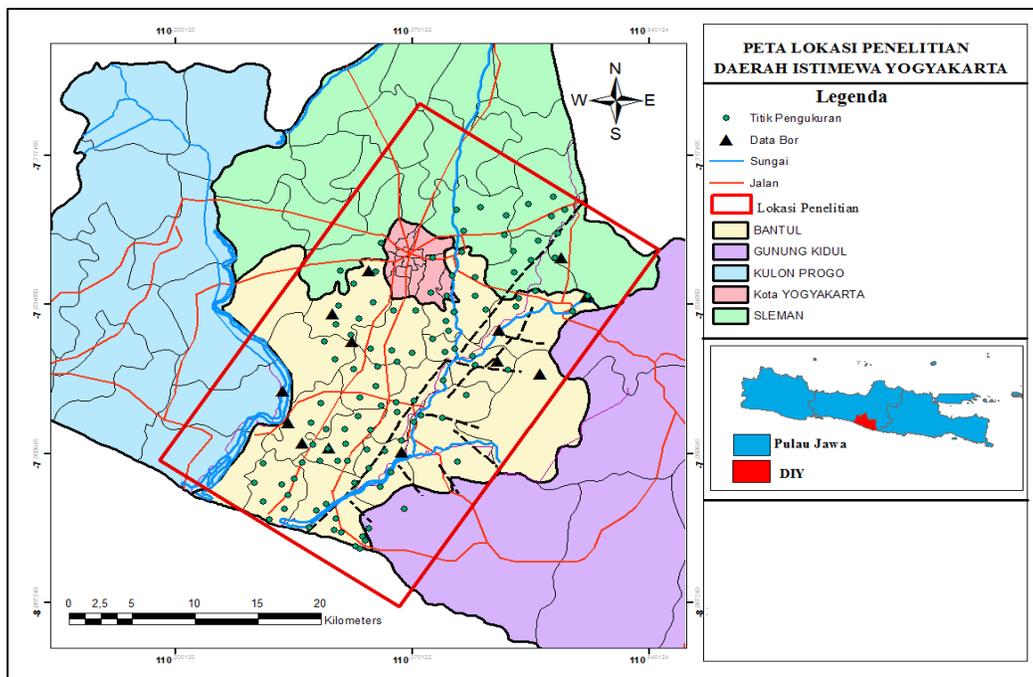
Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada pada koordinat $110^{\circ}19'57.241''$ - $110^{\circ}28'16.201''$ BT dan $8^{\circ}1'30.781''$ - $7^{\circ}44'59.701''$ LS Daerah Istimewa Yogyakarta seperti pada gambar 3.

Data yang digunakan merupakan data sekunder pengukuran mikrotremor yang dilakukan oleh Pusat Survei Geologi pada tahun 2006 setelah terjadi gempabumi pada tahun tersebut, dan data bor dari Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan dan Laporan P3AT DIY pada tahun 2011 dan

2013. Data mentah hasil pengukuran mikrotremor dikonversi ke dalam bentuk *SAF (*Sesame ASCII Format*) menggunakan DM2SAF yang menghasilkan file tiga komponen yaitu horizontal (*east-west*), horizontal (*north-south*) dan komponen vertikal (*up-down*). Data dalam bentuk time series ditransformasi ke dalam domain frekuensi dengan menggunakan FFT. Dalam domain frekuensi data tersebut masih mengandung bising, untuk mengeliminasi bising-bising dilakukan

smoothing (pelicinan) dengan menggunakan pers(2.15). Tahapan selanjutnya adalah melakukan inversi model HVSR untuk mendapatkan nilai V_s berdasarkan metode Monte Carlo dengan memasukkan enam parameter awal yaitu: V_s , V_p , ρ , h , Q_p , dan Q_s pada persamaan (2.17). Menghitung nilai V_{s30} menggunakan persamaan (2.16) untuk pemetaan *site class* berdasarkan SNI 2012. Menghitung nilai amplifikasi menggunakan persamaan (2.21) untuk memetakan daerah amplifikasi gelombang.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

Hasil Pembahasan

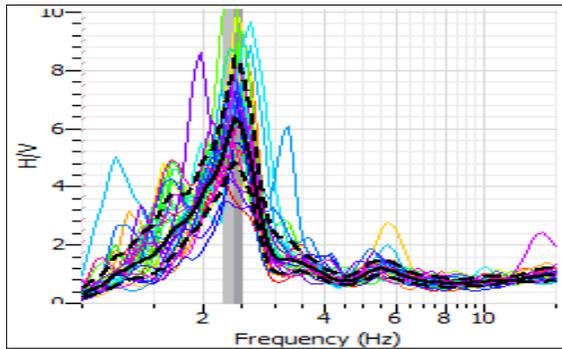
Hasil analisis data menunjukkan nilai frekuensi dominan pada daerah penelitian berada pada rentang 1,31461 – 14,5953 Hz. Nilai frekuensi dominan yang diperoleh menunjukkan keberadaan lapisan lunak. Semakin kecil frekuensi dominan suatu titik mengidentifikasi lapisan sedimen tebal dan semakin rentan daerah tersebut dari guncangan gempabumi. Nilai frekuensi

dominan seperti pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.

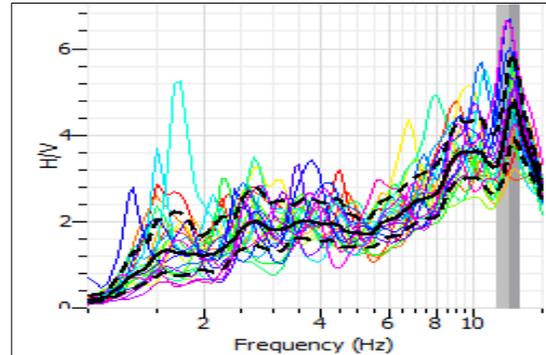
Daerah yang memiliki frekuensi dominan rendah yang ditunjukkan dengan warna biru (1,5974– 3,3641)Hz berada di sebelah barat S.Opak melingkupi kecamatan Kretek, Bambang Lipuro, Kota gede dan Banguntapan yang merupakan jalur vulkanik gunungapi berdasarkan peta geologi regional pada gambar 2.1. Nilai frekuensi dominan

yang ditandai dengan warna abu-abu berada direntang (3,36417- 5,1309) Hz berada di kecamatan Bantul, Jetis, dan Pleret. Nilai frekuensi dominan yang ditandai dengan warna kuning berada direntang (5,1309 -

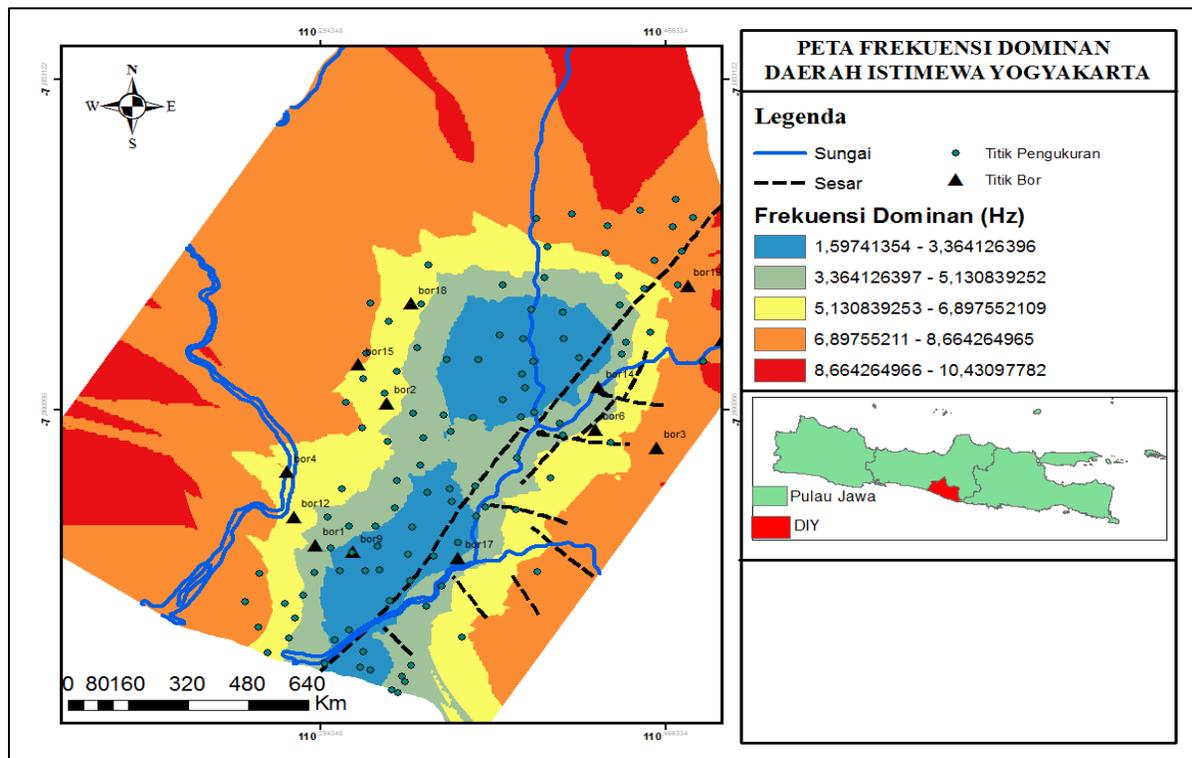
6,8977) Hz melingkupi kecamatan Sanden, Imogiri, Kasihan, dan Tegalrejo. Peta kontur frekuensi dominan Daerah Istimewa Yogyakarta diperoleh seperti pada **Gambar 6**.



Gambar 4 Kurva HVSR pada titik J001



Gambar 5 Kurva HVSR pada titik J088



Gambar 5. Peta kontur persebaran frekuensi dominan daerah Yogyakarta

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (2.16) pada setiap titik pengambilan data mikrotremor diperoleh peta kontur persebaran kecepatan gelombang S pada kedalaman 30 meter daerah Yogyakarta seperti pada 6. Nilai

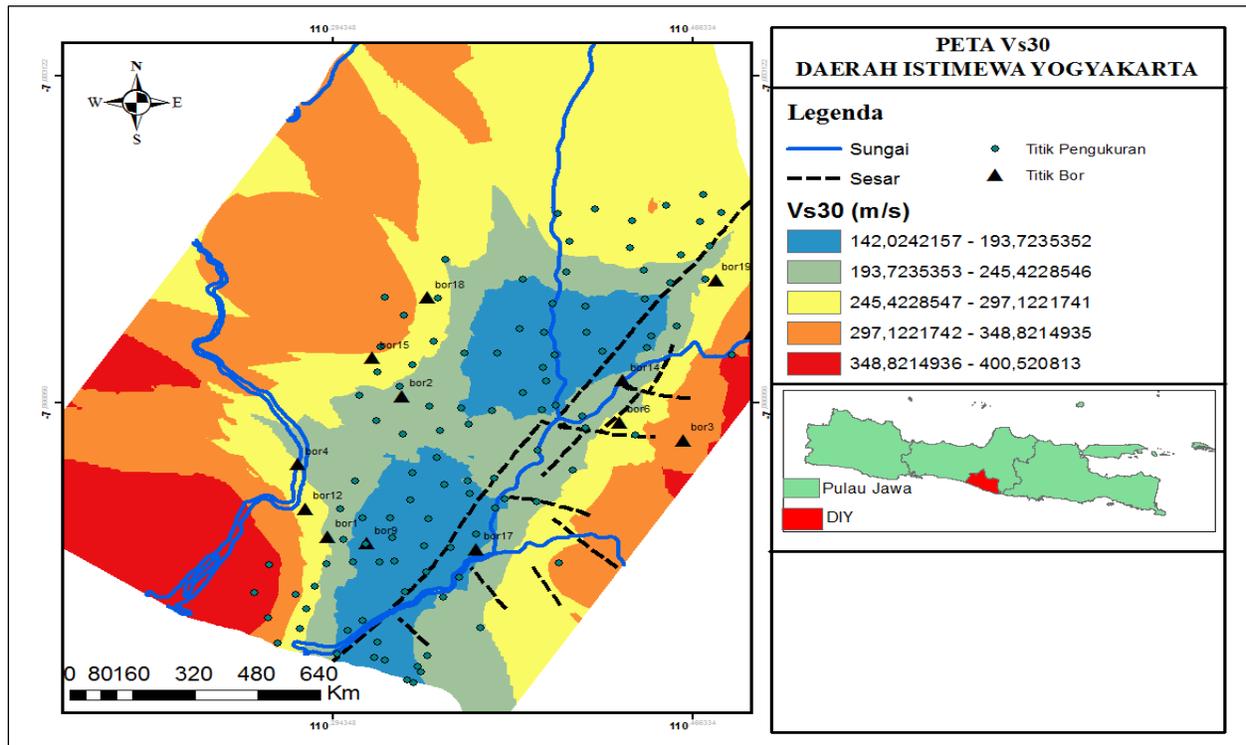
frekuensi dominan daerah penelitian tersebar seperti pada **Gambar 5**. Daerah yang memiliki frekuensi dominan rendah yang ditunjukkan dengan warna biru (1,5974–3,3641) Hz berada di sebelah barat S.Opak melingkupi kecamatan Kretek, Bambang

Lipuro, Kota gede dan Banguntapan yang merupakan jalur vulkanik gunungapi. Nilai frekuensi dominan yang ditandai dengan warna abu-abu berada direntang (3,36417-5,1309) Hz berada di kecamatan Bantul, Jetis, dan Pleret. Nilai frekuensi dominan yang ditandai dengan warna kuning berada direntang (5,1309 - 6,8977) Hz melingkupi kecamatan Sanden, Imogiri, Kasihan, dan Tegalrejo sedangkan untuk nilai frekuensi dominan yang tinggi berada di sebelah selatan daerah penelitian berkisar (8,6644 - 10,4312) Hz.

Berdasarkan peta geologi regional pegunungan selatan memiliki litologi batuan yang relatif keras dibanding daerah barat dan utara yang didominasi oleh endapan vulkanik gunungapi. Sedang nilai kecepatan gelombang dari setiap titik akan diinterpolasikan untuk mendapatkan kontur

penyebaran Vs30. Pada **Gambar 6** terlihat rentang persebaran Vs30 berkisar (142,0242 - 193,7235) m/s ditandai dengan warna biru merupakan Vs30 rendah berada pada kecamatan Kretek, Bambang Lipuro, Banguntapan dan Bantul yang tidak disarankan untuk mendirikan bangunan di daerah tersebut.

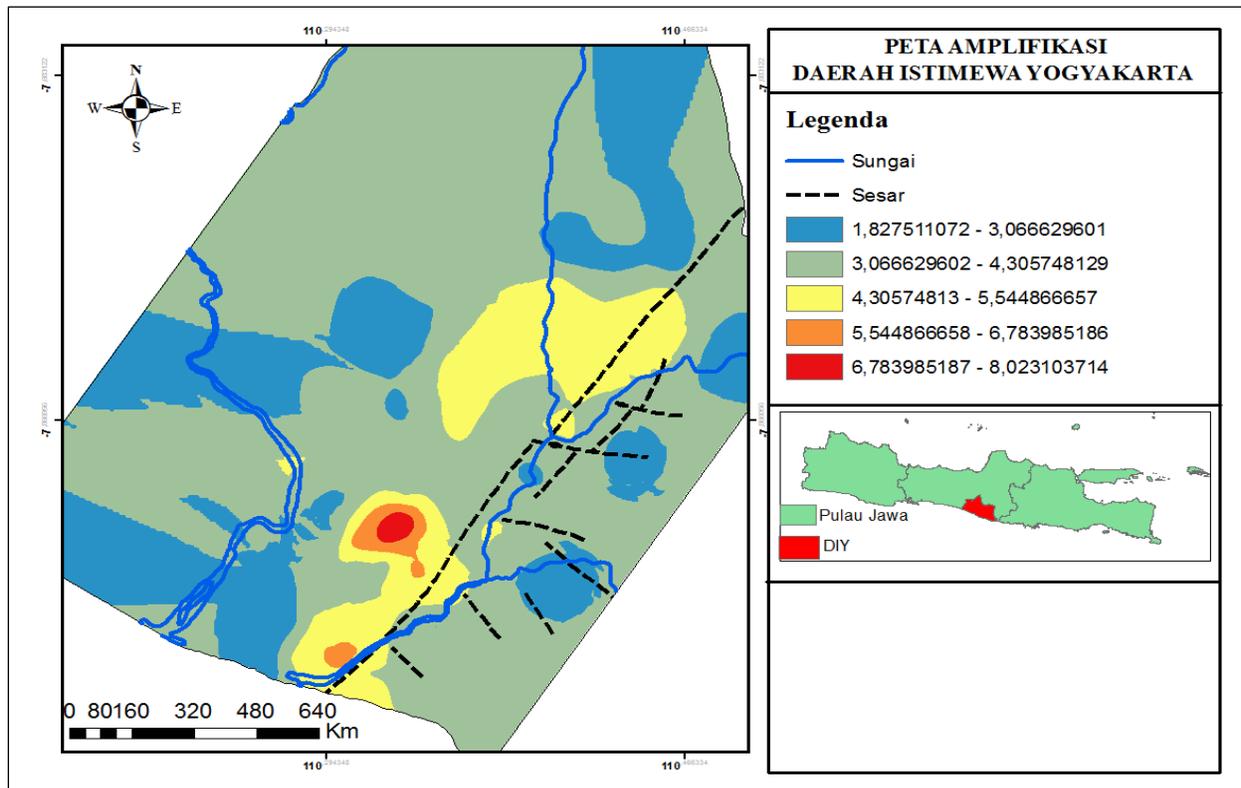
Daerah penelitian yang memiliki Vs30 rendah didominasi oleh endapan vulkanik gunungapi muda dan berdekatan dengan jalur sesar opak serta daerah penelitian yang dekat dengan sungai yang sebagian besar aluvium. Persebaran yang memiliki rentang (297,1221 – 400,5208) m/s merupakan Vs30 dengan nilai yang tinggi dan didominasi sedimen *stif* yang berlokasi di pegunungan selatan. Sebagai data pendukung Vs30 hasil inversi mikrotremor, data bor digunakan untuk mengetahui litologi daerah penelitian.



Gambar.6 Peta kontur persebaran kecepatan gelombang S pada kedalaman 30 meter daerah Yogyakarta

Nilai amplifikasi merupakan penguatan amplitudo gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan impedansi akustik yang signifikan antar lapisan. Nilai amplifikasi daerah penelitian dihitung berdasarkan rumus empiris dari Wakamatsu (2006) seperti pada persamaan 2.21. Pada daerah penelitian, nilai amplifikasi berada pada rentang 1,5275 - 8,0231 kali untuk +0,166 nilai amplifikasi. rendah adalah

1,5275 – 3,0666 kali ditandai oleh warna biru, nilai amplifikasi sedang berada pada rentang 4,3057 – 5,5448 kali berwarna kuning dan nilai amplifikasi tinggi berada pada rentang 6,7839 - 8,0231 ditandai dengan warna merah seperti pada gambar 4.13. Kemudian untuk nilai amplifikasi pada rentang 0,850-3,7354 kali untuk -0,166 terlihat pada **Gambar 7**.



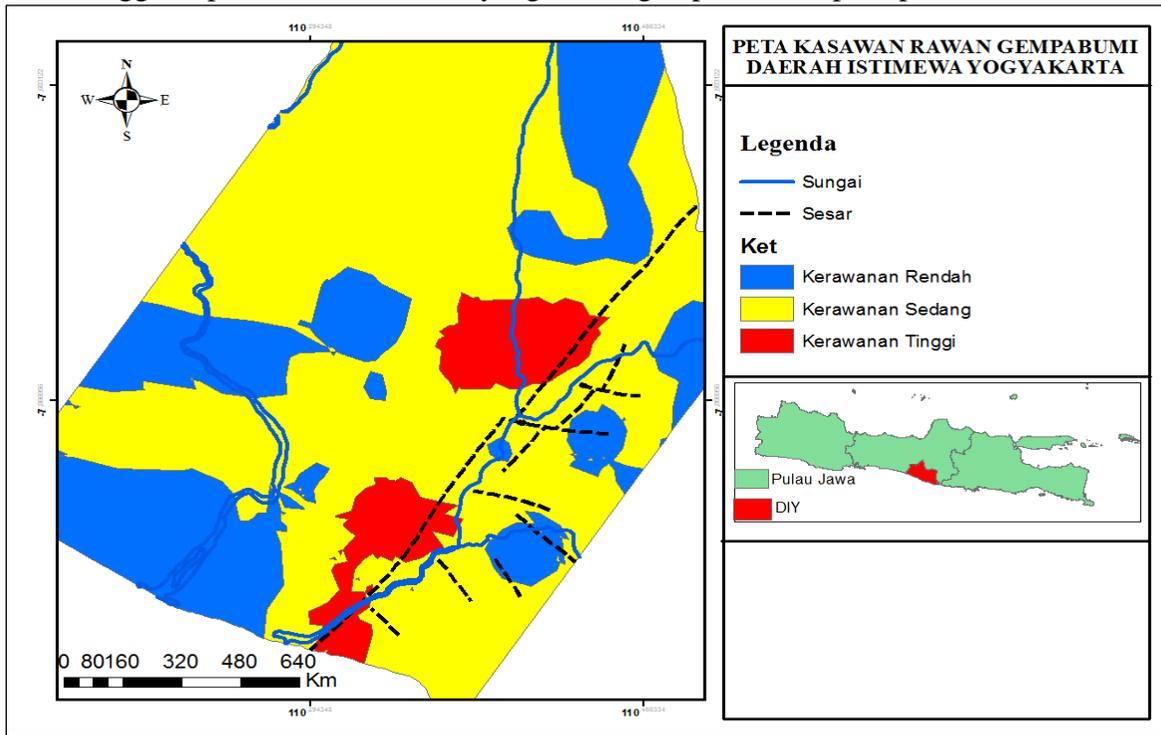
Gambar 7 Peta kontur persebaran amplifikasi daerah Yogyakarta

Untuk mengetahui kawasan rawan gempa bumi daerah penelitian maka dilakukan *reclassify* berdasarkan frekuensi dominan V_{s30} dan amplifikasi. Hasil pembagian kelas tersebut kemudian dilakukan pembobotan berdasarkan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dengan nilai Eigen faktor yang digunakan dalam

pembobotan seperti pada **Tabel 1**. Untuk memperoleh hasil pembobotan dengan metode AHP, nilai bobot dari Eigen Faktor dikalikan dengan skor. Hasil perkalian antara bobot dan skor pada **Tabel 2** menunjukkan tingkat kerawanan rendah dengan rentang 1,18- 2,376, kerawanan sedang berada pada 2,376 – 3,564 dan

kerawanan tinggi dalam rentang 3,564 – 5,94, sehingga diperoleh nilai AHP yang

kemudian dibuatkan peta rawan bencana gempabumi seperti pada **Gambar 8**.



Gambar 8 Peta kawasan rawan gempabumi dearah Yogyakarta

Tabel 1 Nilai bobot dan skor tiap parameter

Atribut	Bobot	Skor	Ranking	Alternatif
vs30	0,5396	20	1	175
		16	2	350
		12	3	750
		8	4	1500
		4	5	1600
Amplifikas	0,2970	20	5	3,06
		16	4	4,30
		12	3	5,59
		8	2	6,78
		4	1	8,02
Frekuensi Dominan	0,1634	20	1	2,5
		15	2	4
		10	3	10
		5	4	20

Tabel 2 Tingkat kerawanan berdasarkan nilai bobot dan skor setiap parameter

Tingkat Kerawanan	Bobot x Skor
Kerawanan rendah	1,18- 2,376
Kerawanan sedang	2,376 – 3,564
Kerawanan tinggi	3,564 – 5,94

Kesimpulan

Dari Hasil Analisis dn Interpretasi data pengukuran dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai frekuensi dominan daerah penelitian berkisar antara 1,31461 – 14,5953 Hz. Adapun nilai kecepatan gelombang geser berkisar antara 142,0242 - 400,5208 m/s dan nilai amplifikasi 1,5275 -8,0231 kali dan 0,850 -3,7354 kali, yang berarti bahwa jika daerah tersebut mengalami gempabumi maka penguatan gempanya sebanyak 1,5275 kali sampai 3,7345 kali.
2. Berdasarkan pada peta tingkat kerawanan gempabumi daerah penelitian memiliki tingkat kerawanan rendah berada di kecamatan Kasihan, tingkat kerawanan sedang berada di kecamatan Bantul, Imogiri dan kerawanan tinggi

berada di kecamatan Kretek, Bambang Lipuro dan Banguntapan.

Daftar Pustaka

- Andrianto, Aloysius. 2015. *Geologi Regional Daerah Yogyakarta*.
- Aswad, Sabrianto., Fransisca, Erni., dkk. 2012. "Pemetaan Profil Ketebalan Sedimen Makassar Dan Sekitarnya Menggunakan Pengukuran Mikrotremor". Proceedings PIT HAGI..
- Konno, Katsuaki., Ohmachi, Tatsuo. 1998. "Ground-Motion Characteristics Estimated from Spectral Ratio between Horizontal and Vertical Components of Mikrotremor." Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 88, No. 1, pp. 228-241..
- Lantu, Sabrianto Aswad, A.Tenri awali 2017 "Seismic Microzonation Using Micrtremor Mesurement Far Natural Disaster Mitigation of Earthquakeat Region Singaraja city the Provence of

- Bali Indonesia " ARPN Journal ofearth Sciences Vol.6 No.1 June201 p.1-6
- Okada, Hiroshi.2003." *The Mikrotremor Survey Method.*" Geophysical monographs series No.12. Society of Exploration Geophysicists.
- Purwanti, Arika.2016. "Analisis Tingkat Resiko Dari Nilai Peak Ground Acceleration (PGA) Berdasarkan Data Mikroseismik Disekitar Jalur Sesar Opak Kabupaten Bantul Yogyakarta." UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta
- Pusat Survei Geologi.2008. *Laporan Mikrotremor Tahun 2008*. Bandung.
- Ramat Jariah,J, Lantu, Sabrianto Aswad 2017 "Mikrosonasi Kawasan Rawan Bencana Gempabumi dengan studi PGA menggunakan Metode Booredan Data mikrotremor Daerah Kupang " Junal Geocelebes Vol.1.no.1 2017 p 5-9
- Seht, Malte Ibs-von dan Wohlenberg, J. 1999. "Mikrotremor Measurements Used to Map Thickness of Soft Sediments." Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 89, No. 1, pp. 250-259

KARAKTERISASI SERPIH PADA FORMASI TALANGAKAR SEBAGAI POTENSI *SHALE HYDROCARBON*

Jamaluddin^{1*}, Muh. Fawzy Ismullah Massinai², Erfan Syamsuddin²

¹China University of Petroleum, Eart China

²Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

*Penulis koresponden. Alamat email: jamaljamaluddin1994@yahoo.com

Abstrak

Eksplorasi dan eksploitasi di Indonesia saat ini masih terfokus pada energi konvensional hidrokarbon dibandingkan energi nonkonvensional hidrokarbon seperti gas serpih. Gas serpih adalah salah satu energi nonkonvensional yang kaya material organik dan mencapai kematangan, pada kondisi dan tipe tertentu mampu berfungsi sebagai reservoir minyak dan gas. Jendela awal kematangan pada kedalaman 1200-2200 m dan kategori tipe kerogen II/III menghasilkan minyak dan gas.

Kata kunci: Formasi Talangakar, Material Organik, Shale Hidrokarbon

Abstract

Exploration and exploitation in Indonesia currently still focused on conventional hydrocarbon energy than the energy of the nonconventional hydrocarbons such as shale gas. Shale gas is one of the energy rich organic material nonconventional and reach maturity, on the conditions and certain types are capable of functioning as a reservoir of oil and gas. The initial maturity of the window at a depth of 1200-2200 m and category II/III kerogen type produces oil and gas.

Key Words: Organic Material, Shale Hydrocarbon, Talangakar Formation

Pendahuluan

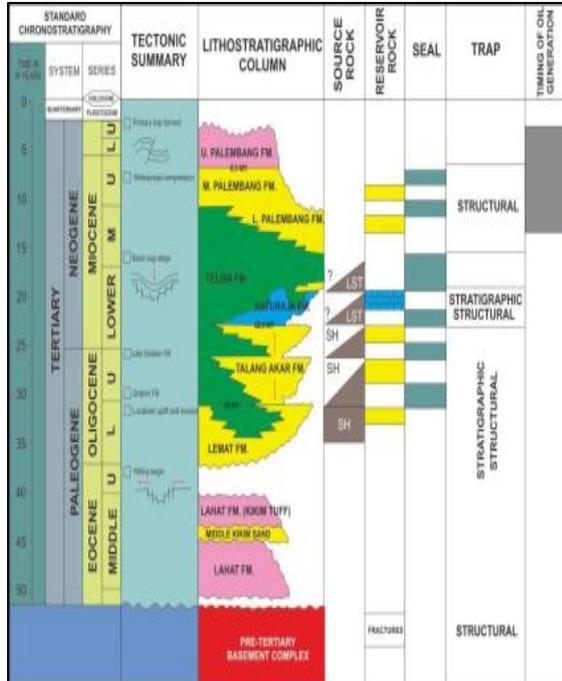
Kebutuhan minyak dan gas bumi dari sumber energi fosil di Indonesia semakin lama semakin meningkat, sedangkan cadangan migas yang dihasilkan dari reservoir konvensional semakin berkurang. Untuk mengantisipasi kekurangan gas, diperlukan eksplorasi akan sumber daya baru (*unconventional resources*), salah satunya adalah shale gas.

Formasi Batuan yang dijadikan fokus pada penelitian ini adalah Formasi Talang Akar. Formasi ini didominasi oleh batupasir pada bagian bawah dan batulempung pada bagian atasnya. Batulempung ini berfungsi

sebagai batuan induk karena memiliki kandungan organik totalnya yang cukup. Secara kematangan, formasi Talang Akar di lokasi ini sudah masuk ke daerah dry gas window dengan $R_o > 1.4\%$ pada Top Talang Akarnya padahal kedalamannya baru mencapai 4995 ftmd. Dengan informasi seperti itu kemungkinan dulunya lokasi ini pernah berada di daerah dalaman kemudian terjadi pengangkatan sehingga daerah yang masuk *dry gas window* tersebut menjadi relatif lebih dangkal.

Formasi Talangakar diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Lahat. Formasi ini diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Lahat. Formasi ini

dibagi menjadi 2 anggota yakni GRM (*grit sand member*) yang tersusun oleh klastika kasar dengan sisipan serpih dan batubara serta anggota TRM (*transitional member*) yang terdapat shale.



Gambar 1. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (De Coster, 1974).

Lingkungan pengendapan Formasi Talang Akar berada di lingkungan litoral hingga *shallow marine* yang berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal. Ketebalan formasi bervariasi antara 100 – 500 meter. Sedangkan kontak antara Formasi Talang Akar dengan Telisa dan anggota Basal Batugamping Telisa adalah *conformable*. Kontak antara Talang Akar dan Telisa sulit di pick dari sumur di daerah palung disebabkan litologi dari dua formasi ini secara umum sama.

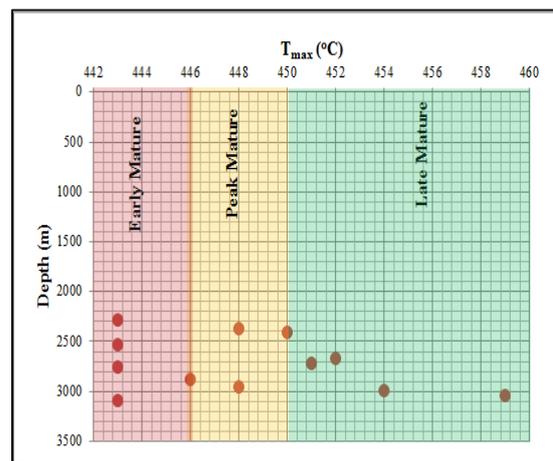
Metode Penelitian

Analisis pirolisis dilakukan terhadap percontonya yang mempunyai kandungan TOC lebih besar atau sama dengan 0.5 %. Analisis dilakukan terhadap percontonya yang telah digerus halus seberat kurang lebih 100 mg dengan menggunakan alat Rock Eval-5. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui kuantitas minyak bumi atau

hidrokarbon bebas (S_1), dan kuantitas kerogen (S_2) yang keduanya dinyatakan dalam kg/ton dan temperature maksimum (T_{maks} , °C) yaitu temperature puncak pada saat S_2 pecah. Data HI bila diplot terhadap T_{maks} (Diagram Van Krevelen) akan memberikan indikasi umum kualitas (tipe) kerogen dan jenis material yang dihasilkan, minyak atau gas.

Hasil dan Pembahasan

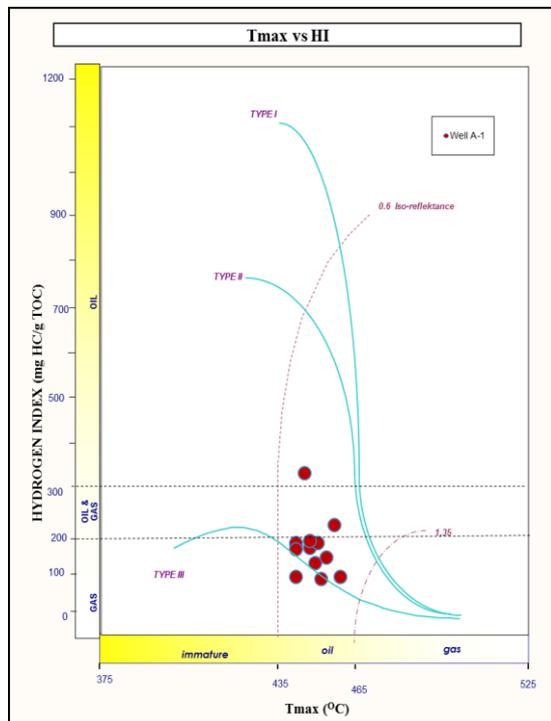
Penentuan kematangan termal sedimen dari sumur A-1 dilakukan dengan metode pengamatan mikroskopis melalui analisis pantulan vitrinit (VR) dan indeks warna spora (SCI). Data hasil pengukuran pantulan vitrinit maupun indeks warna spora menunjukkan hasil yang cukup baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya sehingga layak untuk dipergunakan. Kedalaman sumur menunjukkan bahwa interval di atas 1200 m masih berada pada tingkat belum matang (*Immature*) ($R_o < 0.35\%$), interval antara 1200-2200 m pada tingkat awal matang (*early mature*) ($0.35 < R_o < 0.6\%$), dan interval di bawah 2200 m pada tingkat matang (*mature*) secara termal dengan $R_o > 0.6\%$ (Peters, 1994).



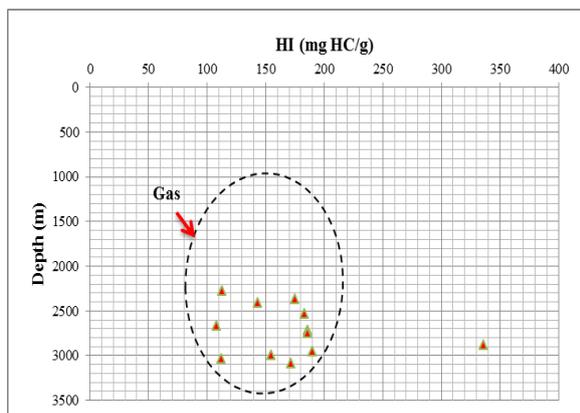
Gambar 2. Plot silang antara nilai T_{maks} terhadap kedalaman.

Penentuan tipe atau kualitas kerogen terhadap sedimen dari Formasi Talangakar dilakukan dengan menggunakan data pengamatan mikroskopis yang berupa komposisi kerogen dan kombinasi antara

T_{maks} dengan Indeks Hidrogen. Dari data pengamatan mikroskopis terlihat bahwa kerogen yang terkandung di dalam serpih teranalisis sebagian besar didominasi oleh bahan organik humik-vitrinitik asal tumbuhan darat. Meskipun demikian, nilai HI sedimen teranalisa menunjukkan nilai tertinggi pada serpih di kedalaman 2885 m (HI=336) yang memberikan indikasi adanya kerogen liptinitik (Tipe II) dengan kapasitas sebagai pembentuk minyak. Serpih yang lain dari Formasi Talangakar teranalisis pada umumnya mengandung kerogen Vitrinitik (Tipe III) yang ditunjukkan oleh nilai HI antara 112 dan 190 dan mempunyai potensi optimum penghasil gas atau kondesat.

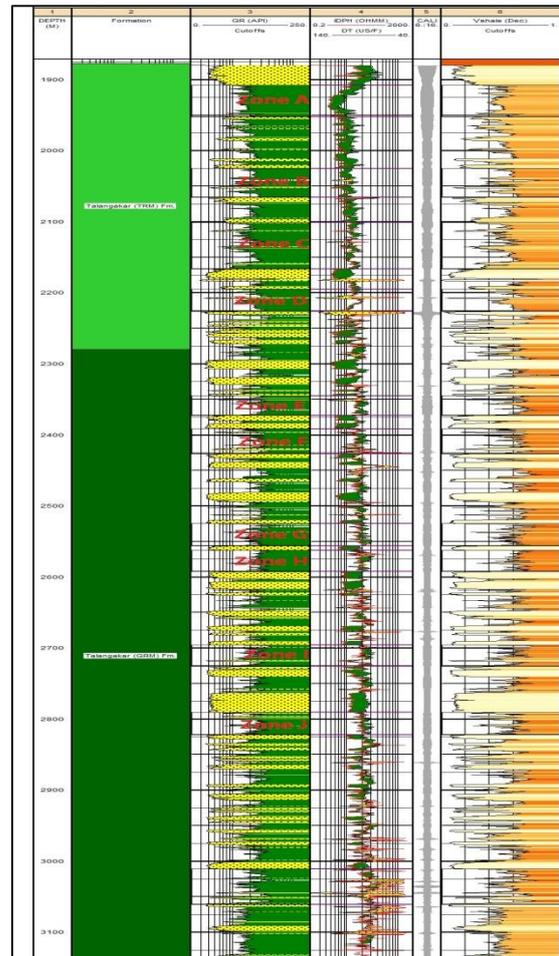


Gambar 3. Diagram Van Krevelen



Gambar 4. Plot silang antara nilai T_{maks} terhadap kedalaman.

Sumur A-1 dominan mengandung gas pada kedalaman 2280-3085 m. Komposisi kerogen juga dipengaruhi oleh proses pemtngan termal, yaitu katagenesis dan metagenesis, yang mengubah kerogen tersebut. Pemanasan bawah permukaan menyebabkan reaksi-reaksi kimia yang memecah fragmen kecil kerogen menjadi minyak. Kerogen sisa juga mengalami perubahan yang tercermin dalam kondisi kimia dan fisiknya. Sejarah diagenesis dan katagenesis kerogen serta kondisi alamiah material organik penyusunnya sangat mempengaruhi kemampuan kerogen memproduksi minyak dan gas.



Gambar 5. Zona interest penelitian

Contoh batuan untuk analisis laboratorium merupakan batuserpih dengan ciri litologi: warna abu-abu hitam sedang, tingkat kekerasan lunak sampai setengah keras,

memiliki tekstur *blocky* dan *slately*. Selain batuserpih, juga dilakukan pengambilan contoh dan analisis laboratorium untuk batulempung dengan ciri fisik: warna setengah abu-abu, dengan tingkat kekerasan keras sampai sangat keras, memiliki tekstur masif.

Formasi Talangakar menutupi Formasi Lemat dan batuan dasar. Susunan lapisannya terdiri terutama dari endapan fluvial dan delta. Adapun bagian atasnya terdiri dari dari serpih, lempung, pasir, dan sisipan-sisipan batubara yang kaya dengan pirit, glaukonit, dan foraminifera.

Nilai kandungan material organik di Formasi Talangakar berkisar antara 1,23-1,66%. Hal ini mengindikasikan bahwa potensi Formasi Talangakar sebagai batuan induk adalah cukup berpotensi untuk menghasilkan hidrokarbon.

Di Cekungan Sumatra Selatan, menurut beberapa peneliti seperti diuraikan oleh Ginger (2005) menyebutkan bahwa nilai TOC Talang Akar bagian Atas bervariasi mencapai 36% dengan nilai Hydrogen Index (HI) antara 200 dan 350 mgHC/g.

Tabel 1. Data kematangan dan komposisi kerogen daerah penelitian.

Kedalaman (Meter)	Formasi	Tmaks (°C)	HI (mg/g)	VR (%Ro)	SCI (1-10)
2280	Talang Akar	443	113	0.6	5.6
2365		448	175		6.1
2410		450	143	0.59	
2530		443	183		6
2665		452	108	0.65	
2722		451	186		5.9
2750		443	186		6.1
2885		446	336	0.65	5.9
2952		448	190	0.66	
2994		454	155	0.86	
3040		459	112		
3085		443	172	0.95	6.6
3105		457	225	0.96	6.2

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Tipe Bahan Organik, batuan sedimen mengandung hidrogen yang umumnya mencerminkan bahwa kerogen terkandung pada batuan Formasi Talangakar adalah tipe II dan tipe III dengan kapasitas cenderung menghasilkan gas.
2. Tingkat Kematangan Termal sedimen dari Formasi Talangakar yang dianalisis tingkat puncak matang (*peak mature*), Ro rata-rata sampel 0,74%.
3. Batuserpih dan batulempung daerah penelitian memiliki kandungan material organik yang cukup (*fair*) untuk dapat menjadi batuan sumber yang baik bagi pembentukan hidrokarbon.
4. Nilai kandungan material organik di Formasi Talangakar berkisar antara 1,23 – 1,66%. Hal ini mengindikasikan bahwa potensi Formasi Talangakar sebagai batuan induk adalah cukup berpotensi untuk menghasilkan hidrokarbon.

Daftar Pustaka

- De Coster, G.L.. 1974. *The geology of the Central and South Sumatra*: Proceedings Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention, Jakarta, Indonesia, p. 77-110.
- Ginger, D., Fielding, K., 2005. The Petroleum Systems and Future Potential of The South Sumatra Basin, Proceedings, Indonesian Petroleum Association, Thirtieth Annual Convention & Exhibition.
- Peters, K.E., Cassa M.R., 1994, Applied Source Rock Geochemistry, AAPG Memoir 60: The Petroleum System - from Source to Trap
- Van Krevelen, D.W., 1961. Coal. Elsevier, New York. In: The Biomarker Guide, Biomarkers and Isotopes in the Environment and Human History Vol.1, Cambridge University Press, 72- 156

IDENTIFIKASI SEBARAN MINERAL SULFIDA (PIRIT) MENGGUNAKAN METODE GEOMAGNET DI DAERAH LIBURENG KABUPATEN BONE

Muh. Zulfitriah¹, Lantu^{1*}, Syamsuddin¹

¹ Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

*Penulis koresponden. Alamat email: geolantu@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan metode geomagnet di daerah Libureng kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Ada 65 titik pengukuran dengan luas 120 m untuk mengidentifikasi sebaran mineral sulfida. Panjang lintasan 100 m dengan spasi 20 m menggunakan satu alat magnetometer. Koreksi data dengan filter upward continuation serta metode forward modeling menggunakan perangkat lunak Mag2dc. Dari hasil analisis data diperoleh nilai anomali berkisar antara -1700 sampai 8000 nT. Interpretasi menunjukkan Batuan beku andesit (1.6801×10^{-3} SI) yang mengintrusi batuan sedimen batugamping (0.3554×10^{-3} SI). Mineral sulfida disseminated dan berasosiasi dengan batulempung (0.2×10^{-3} SI), dolomit (0.0815×10^{-3}), dan breksi (0.7802×10^{-3} SI).

Kata kunci: Metode geomagnet, Mineral Sulfida, *Forward Modelling*, *Disseminated*

Abstract

The method used in this study is geomagnetic method in which is conducted at Libureng, district of Bone, South Sulawesi. The measurement points in this study are 65 points and 120 m² wide to identify the distribution of sulphide minerals. A length on each line is 100 meters with interval 20 meters using a magnetometer tool. Data are corrected using upward continuation and modelled with forward modelling method using Mag2dc software. Value of anomaly from data analysis ranges from -1700 to 8000 nT. Interpretation shows that andesite igneous rocks (1.6801×10^{-3}) intruded the limestone (0.3554×10^{-3}). Distribution of sulphide minerals is disseminated and associated with claystone (0.2×10^{-3}), dolomite (0.0815×10^{-3}), and breccia (0.9079×10^{-3}).

Key words: Geomagnetic Methods, Sulphide Minerals, Forward Modelling, Disseminated.

Pendahuluan

Mineral sulfida berupa ikatan antara sulfur dan logam dijumpai tersebar di alam dalam kadar dan dimensi kecil sampai besar. Pemanfaatan cebakan mineral sulfida dengan mengekstrak bijih menjadi komponen bernilai ekonomi yang dapat terdiri dari logam, bahan kimia dan bahan baku untuk industri lain. (Suprpto, 2012)

Pirit terbentuk di sekitar wilayah gunung api yang memiliki kandungan sulfur yang tinggi. Proses mineralisasi terjadi pada tempat - tempat keluarnya atau sumber sulfur. (Danisworo, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan (Latuconsina, 2015) ditemukan beberapa daerah yang memiliki prospek mineral Sulfida di Libureng,

Bone. Keberadaan mineral tersebut ditunjukkan oleh kenampakan zona alterasi dan singkapan sekunder di daerah sungai Walanae dijumpai bentuk endapan mineral secara *disseminated*.

Berbagai macam metode geofisika yang dapat digunakan untuk menggambarkan model bawah permukaan, salah satunya adalah metode geomagnet.

Landasan Teori

Gaya magnet yang ditimbulkan oleh dua kutub yang terpisah dengan jarak r dan muatannya masing-masing m_1 dan m_2 diberikan oleh:

$$\vec{F} = \frac{1}{\mu} \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

Kuat medan magnet didefinisikan sebagai gaya per kutub, yaitu:

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m_2} = \frac{1}{\mu} \frac{m_1}{r^2} \hat{r} \quad (2)$$

Bila benda magnetik diletakkan dalam medan magnet luar (H') $\vec{}$, kutub-kutub internalnya akan menyearahkan diri dengan $M \vec{}$ dan terbentuk suatu medan magnet baru, yaitu:

$$\vec{H}' = 4\pi \vec{M} \quad (3)$$

Medan magnet totalnya disebut dengan induksi magnet \vec{B} (Induksi Magnet) dan dituliskan sebagai:

$$\vec{B} = \vec{H} + \vec{H}' \quad (4)$$

Dalam kemagnetan dikenal suatu sifat dasar yaitu kerentanan magnet (suseptibilitas magnet, k) dalam ruang hampa $k = 0$. Magnitudo suatu medan magnet bergantung pada kerentanan medan magnet tersebut. Intensitas magnetisasinya dapat ditulis sebagai berikut (Telford and Sheriff, 1990):

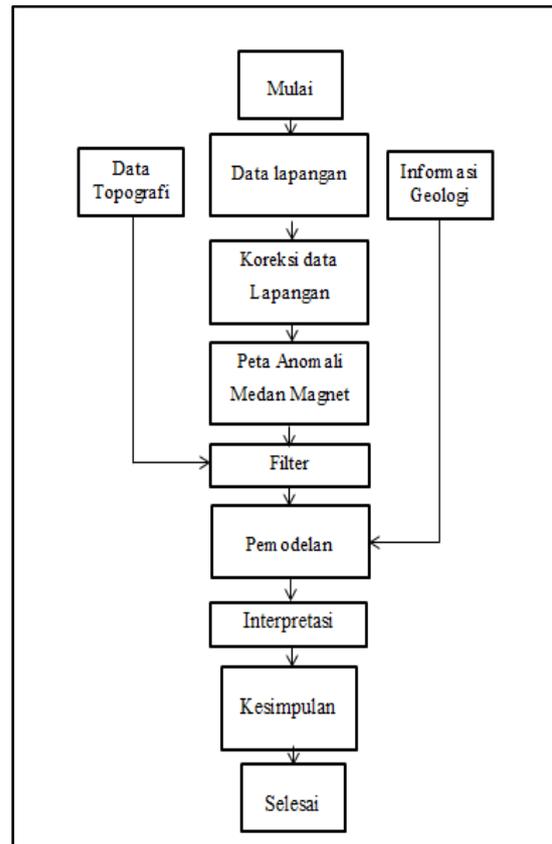
$$\vec{M} = k\vec{H} \quad (5)$$

jadi, kerentanan magnet adalah suatu ukuran besar kecilnya suatu intensitas magnet. Suatu benda yang mudah terimbas

oleh medan magnet luar memiliki suseptibilitas magnet tinggi (Abdullah, dkk 2014) Dengan $1 + 4\pi k$ sama dengan permeabilitas magnetik (μ) yang juga merupakan perbandingan antara \vec{B} dan \vec{H} . Atau ditulis sebagai persamaan:

$$\vec{B} = \mu \vec{H} \quad (6)$$

Metode Penelitian



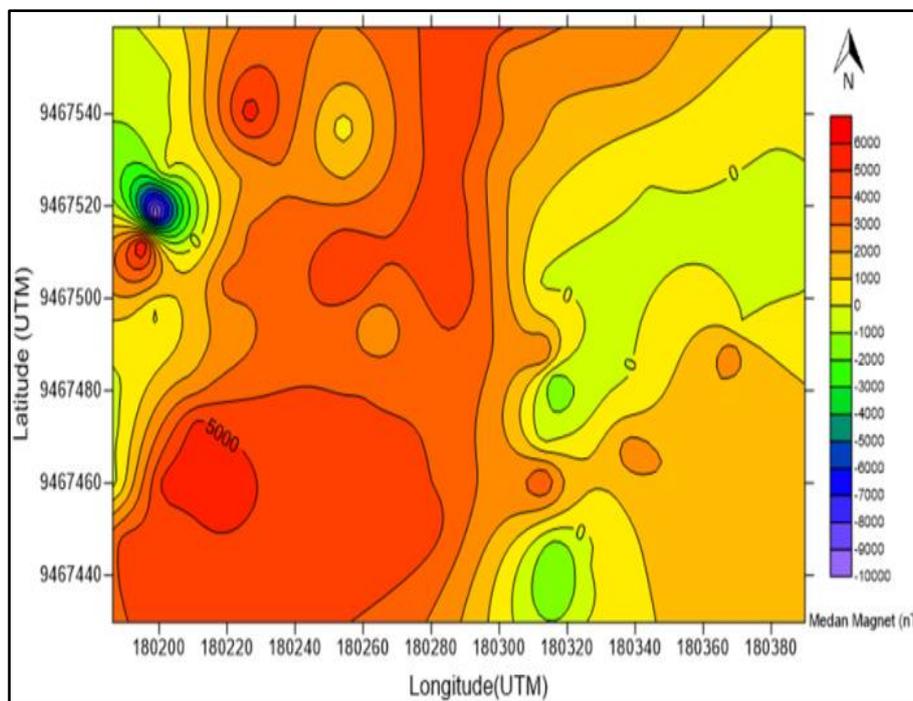
Hasil Dan Pembahasan

Pengukuran dilakukan dari titik *base* dan dilanjutkan ke titik pengukuran dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 65 titik pengukuran di lapangan terdiri dari 6 Lintasan yang panjang masing-masing lintasan 100 m dengan spasi 20 m. Koreksi *diurnal change rate* dilakukan untuk menghitung nilai laju perubahan di *base*.

Koreksi harian digunakan untuk mengurangi pengaruh harian dari efek gaya magnet oleh matahari. Koreksi IGRF digunakan untuk menghilangkan efek gaya

magnet dari internal bumi, berdasarkan IGRF yang di sediakan oleh NOAA (*National Oceanic Atmospheric Administration*) *Geophysical data center*

diperoleh nilai intensitas magnetik sebesar 42.848,20 nT dengan sudut inklinasi - 25.7801° dan deklinasi 0,9562°.



Gambar 1. Peta kontur anomali total medan magnet daerah penelitian.

Kontinuasi yang dilakukan adalah *Upward Continuation*, dimana kontinuasi *upward* ini berfungsi menaikkan bidang pengamat ke atas dari *body* anomali untuk mendominankan *body* anomali yang terbaca pada peta anomali magnetik total, selain dilakukan filter *Upward Continuation*, dilakukan pula reduksi ke kutub. Proses reduksi ke kutub untuk mendapatkan peta kontur anomali magnetik yang melemahkan pengaruh sudut inklinasi magnetik.

Data yang dibutuhkan dalam membuat model adalah data anomali magnetik residual. Hal tersebut dilakukan karena anomali magnetik residual merupakan magnetik material yang berada pada permukaan bumi. Data penampang yang dipilih untuk diinterpretasikan sebanyak 2 irisan penampang seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.

Interpretasi kuantitatif dilakukan
Pemodelan pada Mag2dc dilakukan

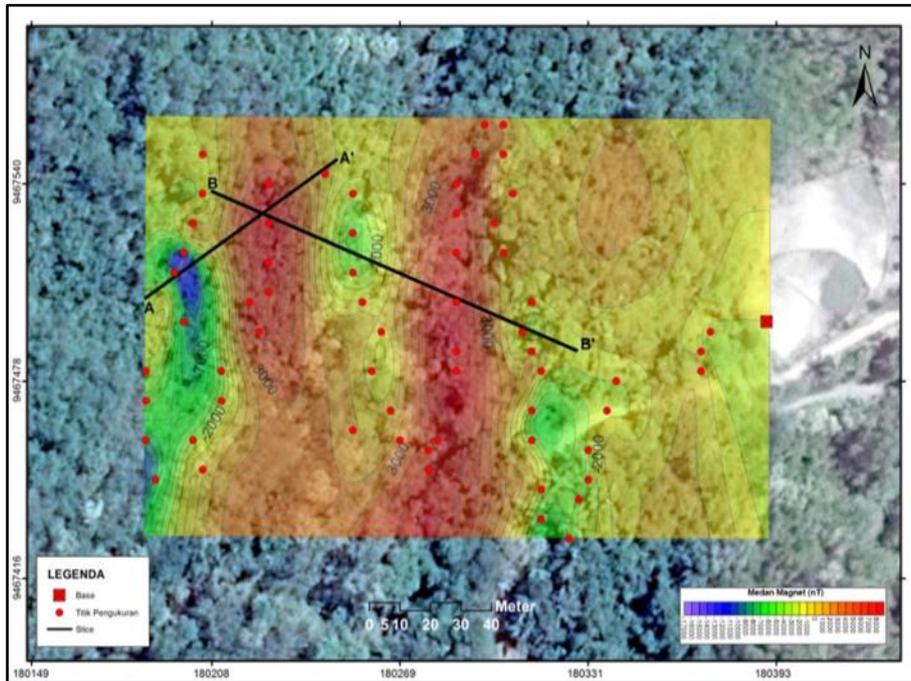
dengan mencocokkan antara kurva anomali model dengan kurva anomali observasi Berikut parameter model yang digunakan adalah:

Profil bearing	: 0°
Referensi ketinggian	: 1,0 m
Kedalaman maksimum	: 100 m
<i>Geometric field parameters,</i>	
Intensitas medan magnet bumi	: 42.834,9 nT
Inklinasi medan magnet bumi	: -25,7801
Deklinasi medan magnet bumi	: 0.9562
Kontras suseptibilitas	: 0,01
Panjang <i>strike</i>	: 100 m

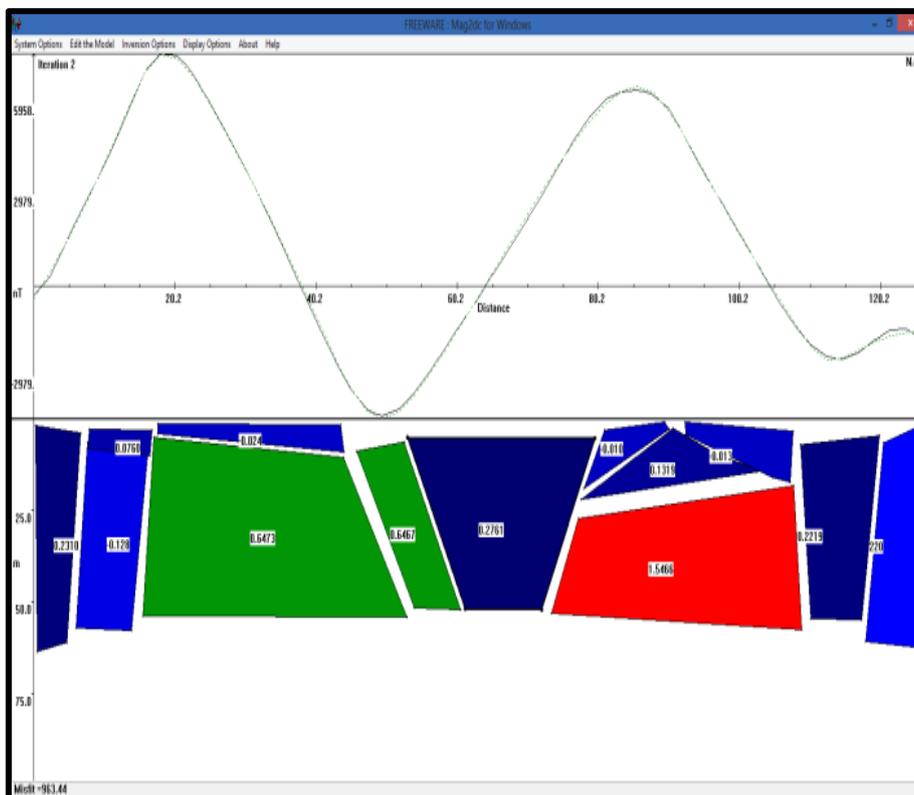
Pemodelan dilakukan dengan mencocokkan antara kurva anomali model terhadap kurva anomali observasi. Setelah diperoleh kecocokan antara dua kurva ini, maka diperoleh lima benda anomali yang dapat diasumsikan sebagai batuan bawah

permukaan lintasan B - B' di daerah penelitian, seperti terlihat pada Gambar 2.

Slice B – B'



Gambar 2 Peta anomali residual yang telah dislice



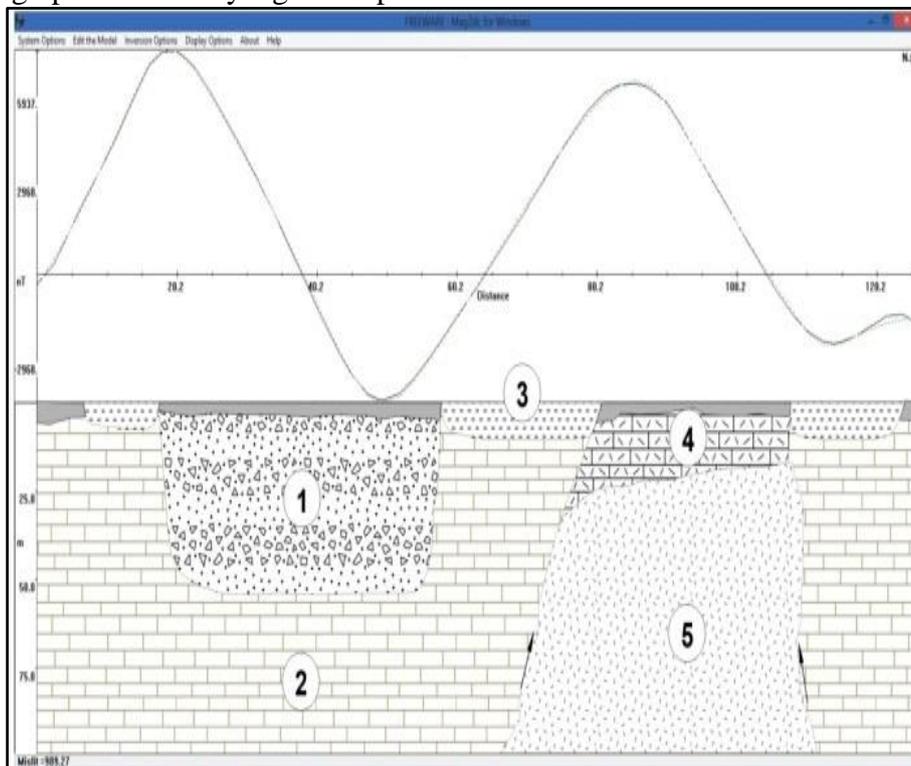
Gambar 3 Profil anomali model slice A –A'

Model penampang slice B - B' terdapat 5 model blok batuan (pada gambar 3) yang

mana dapat diinterpretasikan sebaran endapan pirit berada pada 3 model blok

batuan yang pertama pada jarak 7 m - 18 m, 58 m - 80 m dan 117 m - 125 m. Berada pada kedalaman 4 - 8 m yang berasosiasi dengan batulempung dengan nilai suseptibilitas 0.2×10^{-3} SI yang mana ketiganya berada di sekitar area sungai. Kedua pada jarak 18 m - 58 m pada kedalaman 52 m dimana sama seperti *Slice1* breksi (piroklastik) bersisipan dengan batugamping (Model 1) nilai suseptibilitasnya 0.7802×10^{-3} SI. Ketiga pada jarak 80 m - 117 m pada kedalaman 2m - 25m yang merupakan batugamping pasir nilai suseptibilitasnya $0.1235-0.2654 \times 10^{-3}$ SI yang mana pada tebing sungai di sekitar area penelitian didapatkan pecahan batugamping pasir. Pirit yang terdapat

pada model 1, 3, dan 4 berasal dari intrusi batuan beku andesit (model 5) yang kaya akan mineral pirit menerobos formasi Salo Kaluppang (Teol) yang dominan batugamping. Penampang resistivitas Lintasan 3 pada penelitian sebelumnya yang berpotongan dengan lintasan Slice 2 menyatakan terdapat andesit seperti pada gambar (model 5). Dari hasil uji sampel sulfur sulfida yang mengandung pirit dengan menggunakan pengujian XRF analyzer unsur-unsur yang terkandung yaitu : SO_3 72.13%, Fe_2O_3 27.16%, P_2O_5 0.51%, MnO 0.043%, ZnO 0.0014% yang mana unsur pembentuk utama pirit yaitu Fe.



Gambar 4 Profil batuan bawah permukaan slice B -B'

Kesimpulan

1. Nilai suseptibilitas batuan di lokasi penelitian 0.2×10^{-3} SI untuk batulempung, 0.9079×10^{-3} SI untuk breksi, 1.6801×10^{-3} SI untuk andesit, $0.3554-0.4096 \times 10^{-3}$ SI untuk batugamping, 0.0815×10^{-3} SI dolomit dan 0.4803×10^{-3} SI untuk batugamping pasir.

2. Profil bawah permukaan daerah penelitian terdiri dari struktur geologi batuan sedimen gamping formasi Salo Kaluppang (Teos) yang di intrusi oleh batuan beku andesit pada penampang anomali magnetik di temukan batuan yang dominan adalah batuan sedimen gamping dengan nilai suseptibilitas $0.3554-0.4096 \times 10^{-3}$ SI dan terintrusi oleh oleh batuan beku andesit $1.6801 \times$

- 10^{-3} SI sehingga mengakibatkan berasosiasinya mineral pirit dalam tubuh andesit ke batuan sedimen yang terdapat di daerah penelitian.
3. Mineral pirit tersebar secara *disasminated* di daerah penelitian berasosiasi dengan batulempung, dolomit dan breksi.

Daftar Pustaka

- Abdullah, F.M., Sunaryo, dan Susilo, A., 2014. "Pendugaan Jenis Batuan Bawah permukaan Daerah Bendungan Karangates Menggunakan Metode Geomagnetik". Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- Danisworo, A. 2010. "Mineralogi dan Batuan." Gramed. Yogyakarta.
- Latuconsina, H. (2015). "Identifikasi Sebaran Mineral sulfida (pirit) Menggunakan Metode Induksi Polarisasi di Daerah Libureng." Prodi Geofisika, FMIPA UNHAS. Makassar.
- Singarimbun, A., Bujung, C.A.N., dan Fatihin, R.C., 2011. "Penentuan Struktur Bawah Permukaan Area Panas Bumi Patuha dengan Menggunakan Metode Magnetik". Jurnal Matematika dan Sains. Bandung.
- Sukanto, R. 1982. "Geologi Regional Lembar Pangkajene dan Watampone bagian Barat." PPPG. Bandung.
- Suprpto, S. J. 2012. "Pemanfaatan dan Permasalahan Endapan Mineral Sulfida Pada Kegiatan Pertambangan." Kelompok Kerja Konservasi – Pusat Sumber Daya Geologi.
- Telford and Sheriff. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University.
- Yudianto, Harri dan Setyawan, Agus. 2014. "Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panasbumi Gedong Songo Gunung Ungaran Menggunakan Metode Magnetik." "Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro. Semarang.

ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH PADA PERENCANAAN SARANA DAN PRASARANA UMUM

Bambang Harimei S.

Laboratorium Geofisika Padat, Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar

Penulis koresponden. Alamat email: bambang_harimei2004@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian daya dukung tanah pada perencanaan sarana dan prasarana umum, metode yang digunakan dalam penelitian adalah DCP dan CBR. Adapun hasilnya sebagai berikut ; Lokasi sampel DCP 1 dan DCP 2 mempunyai nilai q_c berkisar antara 20 -24 kg/cm², M_v berkisar 0,025 - 0,056 cm²/kg dan α sebesar 1,5 hingga 4 serta nilai CBR masing-masing sampel lebih besar dari 2%. Nilai-nilai parameter ini. memperlihatkan sifat fisis dari sampel DCP 1 dan DCP 2 adalah low plasticity loam.

Kata kunci: DCP, BCR, Plastisitas Rendah

Abstract

The research has been carried out to investigate the carrying capacity of plan of public facilities and infrastructure, the method used in the research is DCP and CBR. The results are as follows; The sample locations of DCP 1 and DCP 2 have q_c values ranging between 20-24 kg / cm², M_v ranges from 0.025 - 0.056 cm² / kg and α of 1.5 to 4 and the CBR value of each sample is greater than 2%. The values of these parameters. Shows the physical properties of the DCP 1 and DCP 2 sample is the low plasticity loam.

Keywords: DCP, BCR, Low plasticity

Pendahuluan

Dewasa ini ruang terbuka hijau pada perkotaan dirasakan perlu untuk diadakan. Untuk maksud pengadaan ruang terbuka hijau Pemkab Kutai Kartanegara membangun sarana dan prasarana umum. Nama rencana pembangunan kawasan promenade terletak. Salah satu rencana kegiatan adalah pembangunan area bermain bagi anak-anak. Agar pembangunan yang akan dibangun bisa kuat dan kokoh perlu kiranya, diteliti tentang daya dukung tanah bawah permukaan pada tempat pembangunan.

Selanjutnya dilakukan analisis Geoteknik (Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi) yang benar dan baik, sangat diperlukan data-data tanah (soil test) bawah permukaan yang lengkap dan akurat. Data-data ada yang diperoleh langsung dari survey geoteknik lapangan dan ada yang diperoleh langsung dari uji laboratorium terhadap contoh tanah yang diambil dari bawah permukaan melalui boring.

Banyak metode yang digunakan dalam melakukan studi tentang tanah di lapangan, antara lain; dapat berupa interpretasi foto udara dan remote sensing, metode

geofisika, metode geolistrik, sumur uji (test pit) pemboran (boring) (dangkal sampai dalam), uji penetrometer (uji sondir, Cone Penetration Test –CPT), uji Vane Shear Test, Pocket Penetrometer Test, California Bearing Test (CBR) dan lain lain. Dalam penelitian ini menggunakan CPT dan CBR. Pemboran tanah/boring dan sondir (CPT) adalah pekerjaan yang paling umum dan akurat untuk tanah berlempung dalam survey geoteknik lapangan.

Seperti dijelaskan pada paragraf di atas, Analisis daya dukung Tanah digunakan untuk mengetahui keadaan suatu tanah yang akan digunakan tempat berdirinya suatu bangunan. Hasilnya data-data daya dukung tanah menerima beban di atas sebagai bangunan.

Data ini, dapat digunakan dalam menentukan struktur bangunan, tipe pondasi dan lain-lainnya sesuai dengan sifat-sifat yang dimiliki tanah dilokasi “Perencanaan Pengembangan Kawasan Promenade Tenggara”. Hal tersebut sangat penting untuk memunjang segi ekonomis, segi keselamatan baik bangunan, pemakain maupun pekerja ya ada. Dalam memilih jenis pondasi haruslah berdasarkan daya dukung tanah. Hal ini dikarena, fondasi berfungsi untuk menyalurkan beban secara langsung pada bagian dalam lapisan tanah. Ada berapa macam lapisan tanah, dalam hal ini diambil dua lapisan tanah.

Pertama lapisan tanah keras. Lapisan keras mampu menahan beban akibat beban di atas lapisan, Ke dua lapisan tanah lunak, Jenis lapisan ini beban akibat beban struktur didistribusikan sampai ke lapisan dalam permukaan di bawah struktur. Dalam mengukur daya dukung tanah digunakan Peralatan *Dyamic Cone Penetrometer* (DCP). *Dynamic Cone Penetrometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah dasar langsung di tempat (*in situ*).

Daya dukung tanah asar tersebut diperhitungkan berdasarkan pengolahan atas hasil test DCP yang dilakukan dengan cara mengukur berapa dalam (mm) ujung konus masuk ke dalam tanah dasar tersebut setelah mendapat tumbukan palu geser pada landasan batang utamanya. *DCP* merupakan peralatan yang terdiri dari bermacam-macam tipe, dengan prinsip cara penggunaan peralatan tersebut sama. *DCP* telah digunakan pada studi tentang Transportasi di laboratorium mempunyai spesifikasi berat palu pemukul 8 kg, tinggi jatuh palu 575 mm, sudut cone 60^0 , diameter 20 mm.

Korelasi antara banyaknya tumbukan dan penetrasi ujung conus dari alat DCP ke dalam tanah akan memberikan gambaran kekuatan tanah dasar pada titik-titik tertentu. Makin dalam konus yang masuk untuk setiap tumbukan artinya makin lunak tanah dasar tersebut. Uji sondir atau dikenal dengan uji penetrasi kerucut statis banyak digunakan di Indonesia. Pengujian ini merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus (qc) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah (Hardiyatmo, 2002). Pada uji sondir, terjadi perubahan yang kompleks dari tegangan tanah saat penetrasi sehingga hal ini mempersulit interpretasi secara teoritis. Dengan demikian meskipun secara teoritis interpretasi hasil uji sondir telah ada, dalam prakteknya uji sondir tetap bersifat empiris..

Keuntungan uji sondir yaitu: (1) cukup ekonomis dan cepat, dan (2) dapat dilakukan ulang dengan hasil yang relatif hampir sama.

Hubungan antara qc sondir dengan kompresibilitasnya dikembangkan melalui riset yang dilakukan oleh Thomas Smith

(1968). Hubungan yang diperoleh dirumuskan ke dalam rumus berikut:

$$C = \alpha \left(\frac{q_c}{\sigma} \right) \quad (1)$$

dengan C adalah Kompresibilitas, α adalah nilai koefisien yang bergantung dari nilai q_c tanah, q_c adalah nilai tahanan ujung sondir, dan σ adalah *Overburden effective pressure*.

Kompresibilitas dengan tahanan ujung sondir, diturunkan dengan rumus koefisien kemampatan volume berdasarkan nilai q_c sondir, dan dikembangkan oleh Gardner (1975), yakni:

$$\alpha = \left(\frac{1}{m_{vq_c}} \right) \quad (2)$$

dengan m_v adalah koefisien kemampatan volume (cm^2/kg), α adalah koefisien yang bergantung pada nilai q_c , dan q_c adalah tahanan ujung sondir (kg/cm^2).

Pengujian dengan menggunakan alat DCP akan menghasilkan data tanah. Selanjutnya, dilakukan pengujian di laboratorium untuk mendapatkan harga CBR. Besarnya nilai CBR tanah akan menentukan ketebalan lapis keras yang akan dibuat sebagai lapisan perkerasan di atasnya. Makin tinggi nilai CBR tanah dasar (subgrade) maka akan semakin tipis lapis keras yang dibutuhkan dan semakin rendah suatu nilai CBR maka semakin tebal lapis keras yang dibutuhkan. Ada 2 macam pengukuran CBR yaitu:

1. Nilai CBR untuk penekanan pada penetrasi 0,254 cm (0,1") terhadap penetrasi standar yang besarnya 70,37 kg/cm^2 (1000 psi)

$$\text{Nilai CBR} = \left[\frac{P1}{70,37} \right] \times 100\% \quad (3)$$

2. Nilai CBR untuk tekanan pada penetrasi 0,508 cm (0,2 ") terhadap tekanan standar yang besarnya 105,56 kg/cm^2 (1500 psi)

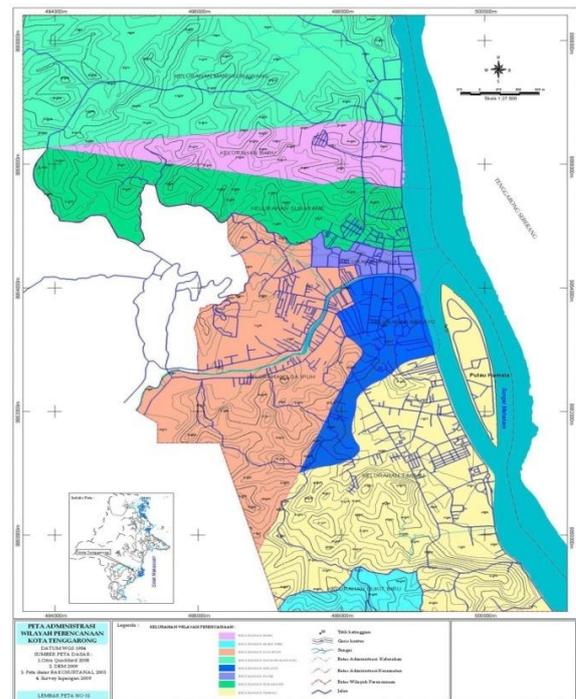
$$\text{Nilai CBR} = \left[\frac{P2}{105,56} \right] \times 100\%$$

Menurut Head (1986) nilai CBR dilaporkan dengan aturan berikut ini :

1. untuk nilai CBR dibawah 25, 3 % dilaporkan 25 %.
2. untuk nilai CBR antara 30 % - 100 % dibulatkan ke 5 %. 42 % dilaporkan menjadi 40 %.
3. untuk nilai CBR diatas 100 % dibulatkan ke 10 % , 104% dilaporkan menjadi 100 %.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, terdiri dari dua phase, phase pertama yaitu pengujian sifat sifat fisis tanah : kadar air, berat jenis, atterberg limit dan analisa butir. Phase kedua yaitu pengujian sifat mekanis tanah lempung yaitu: pemadatan, DCP dan CBR.



Gambar 1. Peta administrasi lokasi penelitian

Setelah dilakukan pengambilan data di dapatkan nilai q_c , M_v , α dan nilai CBR di masing titik pengambilan sampel. Adapun hasil dari pengolahan data dapat di lihat **Tabel 1**.

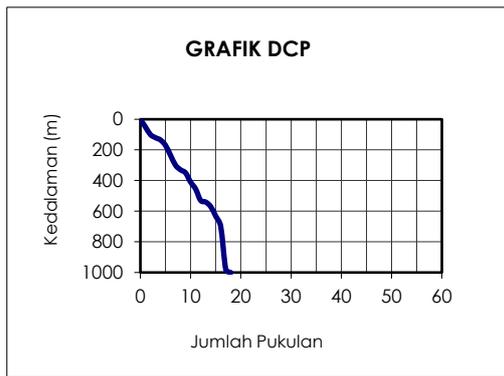


Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel

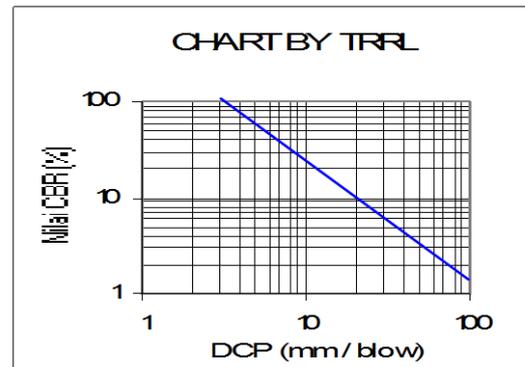
Setelah melakukan langkah selanjutnya menentukan hubungan antara Kedalaman dan jumlah kumpulan, selain itu, ditentukan hubungan antara DCP dan CBR di setiap pengambilan sampel. Adapun ahsil dapat di lihat pada **Gambar 3**. Analisis selnjutnya dilakukan pada titik sampel DCP 2, adapun hasilnya dapat di lihat pada **Gambar 4**. Pada umumnya gambar 3 dan 4 memberi informasi sifat fisis tanah pada daerah penelitian bahwa untuk mencapai kedalaman yang diinginkan diperlukan jumlah pukulan yang banyak. (lihat **Gambar 3a dan 4a**).

Tabel 1 Hasil Pengolahan Data

No.	Sampel	qc (kg/cm ²)	Mv (cm ² /kg)	A	CBR (%)
1	DCP 1	20 -23	0,025 – 0,046	2,12 – 3,11	2,59
2	DCP 2	21 – 24	0,028 – 0,056	1,21 – 2,12	2,28

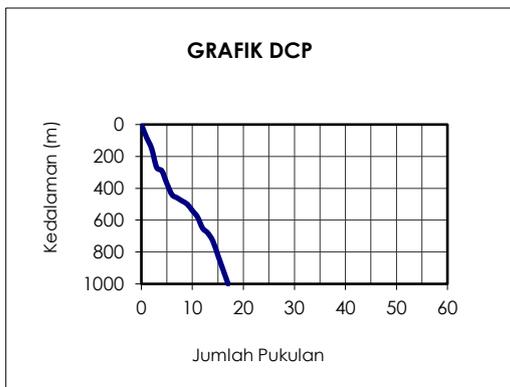


(a)

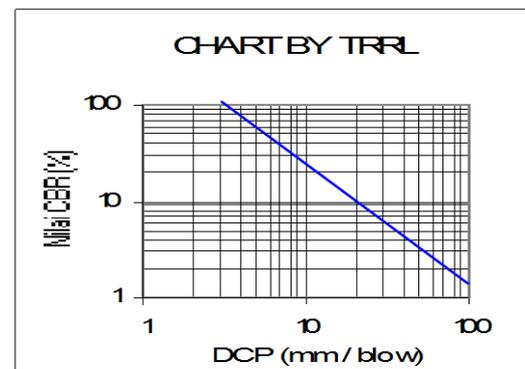


(b)

Gambar 3. (a) Hubungan antara kedalaman dan jumlah pukulan, sedangkan Gambar b menunjukkan hubungan antara nilai CBR dan DCP.



(a)



(b)

Gambar 4. (a) Hubungan antara kedalaman dan jumlah pukulan, (b) hubungan antara nilai CBR dan DCP.

Hasil dan Pembahasan

Harga CBR dihitung pada harga penetrasi 0 dan 20 m, dengan cara membagi beban pada penetrasi ini masing-masing dengan beban sebesar 3000 dan 4500 pound. CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pada **Gambar 3**. Huruf b menunjukkan CBR dengan DCP berbanding lurus, hal ini dapat dilihat nilai CBR berawal dari 100 % dan turun sampai pada 1,5 %. Hal yang sama pada penurunan grafik di alami DCP 5, 6 mm/blow dan berakhir 100 mm/blow. Sedangkan Nilai q_c pada titik sampel 20 - 23 kg/cm² dan M_v sebesar 0,025 - 0,046 cm²/kg dan α sebesar 1,5 hingga 4. Nilai-nilai dari parameter ini apabila dikonfirmasi penelitian dari Gardner (1975) menyebutkan bahwa sifat fisis dari sampel DCP 1 adalah ML - Low plasticity loam.

Pada **Gambar 4**. Untuk mencapai kedalaman 100 m diperlukan jumlah pukulan lebih dari 20 pukulan, hubungan CBR dan CDP dapat dilihat pada Gambar 4b. nilai CBR berawal dari 99 % dan turun sampai pada 2,1 %. Hal yang sama pada penurunan grafik dialami DCP 6,1 mm/blow dan berakhir 98 mm/blow. Sedangkan Nilai q_c pada titik sampel 21 - 24 kg/cm² dan M_v sebesar 0,028 - 0,056 cm²/kg dan α sebesar 1,5 hingga 4. Nilai-nilai dari parameter ini apabila dikonfirmasi penelitian dari Mitchell dan Gardner (1975) menyebutkan bahwa sifat fisis dari sampel DCP 1 adalah ML - Low plasticity loam.

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat di tarik kesimpulan antara lain ;

1. Lokasi titik DCP 1 dan DCP 2 mempunyai nilai q_c berkisar antara 20 -

24 kg/cm², M_v berkisar 0,025 - 0,056 cm²/kg dan α sebesar 1,5 hingga 4. Serta masing-masing sampel mempunyai nilai CBR lebih besar dari 2%.

2. Nilai-nilai dari parameter point 1. apabila dikonfirmasi penelitian dari Mitchell dan Gardner (1975) menyebutkan bahwa sifat fisis dari sampel DCP 1 adalah ML - Low plasticity loam.

Saran

1. Pemilihan pondasi yang akan dipakai disesuaikan dengan peruntukan bangunan dan beban yang akan didistribusikan ke lapisan tanah dasar.
2. Sebelum melakukan pekerjaan konstruksi, sebaiknya terlebih dahulu dilakukan pengujian boring.

Daftar Pustaka

- ASTM. 2003. *Annual Book of ASTM Standard, Section 4 Volume 4.08. Soil and Rock.*
- Gardner 1975, "Bearing Capacity of Shallow Foundations from CPT Data." *3rd Iranian International Conference on Geotechnical Engineering and Soil Mechanics.* Iran. 93 - 97.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah I.* Yogyakarta: UGM Press.
- Lambe, T.W. and Whitman R.V. 1969. *Soil Mechanics.* New York: John Wiley & Sons.
- Ricahrd, P.W. 2009. *Bearing Capacity of Shallow Footing for Non-Geotechnical Engineers.* PDHengineer.com .
- Smith Thomas 1090 *Advance Soil Mechanics.* PWS - KENT Publishing Company Advance

PETUNJUK PENULISAN

1. Jurnal Geoelebes memuat tulisan berupa hasil penelitian, kajian teoretik dan aplikasi, dan gagasan yang berhubungan dengan ilmu kebumihan.
2. Naskah yang diterima merupakan naskah asli yang belum pernah diterbitkan di media yang lain baik secara online maupun cetak.
3. Proses penerbitan jurnal melalui tahapan pemasukan naskah (*submission*) ke sekretariat tim redaksi, selanjutnya akan direviw oleh mitra bestari yang ahli dalam bidang kebumihan. Hasil review akan diedit oleh tim redaksi mengikuti layout yang telah ditentukan dan kemudian diterbitkan secara online dan cetak.
4. Penulis diharapkan mendaftar ke Sistem Jurnal Online (*Online Journal System – OJS*) Jurnal Geoelebes dengan tautan journal.unhas.ac.id/index.php/geoelebes/ untuk memudahkan tahapan-tahapan penerbitan.
5. Naskah ditulis mengikuti kaidah tata bahasa Indonesia.
6. Naskah diketik dalam bentuk 2 (dua) kolom dengan spasi tunggal menggunakan huruf *Times New Roman 12 pt*. Naskah memuat maksimal 10 halaman dan diserahkan paling lambat 1 (satu) bulan sebelum bulan penerbitan ke tim redaksi dalam bentuk *soft file*. Naskah juga dapat dikirimkan melalui email geoelebes@sci.unhas.ac.id.
7. Setiap naskah harus disertai (a) abstrak dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris (50 – 200 kata) yang dilengkapi dengan kata kunci (3 – 5 kata), (b) identitas penulis (tanpa gelar akademik), afiliasi dan alamat e-mail penulis koresponden, (c) pendahuluan yang berisikan tentang latar belakang, tujuan atau ruang lingkup tulisan, dan pembahasan kepustakaan (d) metode penelitian yang menjelaskan tentang sumber data, alat dan bahan penelitian, prosedur penelitian, pengolahan dan analisis data, (e) hasil penelitian dan pembahasan, (f) kesimpulan dan saran, (g) ucapan terima kasih, dan (h) daftar pustaka yang disajikan mengikuti tatacara seperti contoh berikut dan diurutkan alfabetis.
Kim, J. J. and J.M. Lee. 1999. *Wave Induced Currents in the Coastal Zone*. Proc. Oceanography International 99 Pacific Rim. Pp: 293 - 303
8. Kepastian pemuatan atau penolakan naskah akan diberitahukan secara tertulis yang dikirimkan ke alamat e-mail penulis. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan kecuali atas permintaan penulis.



ISSN 2579-5546



97700

