

Analisis Geohazard untuk Dasar Laut dan Bawah Permukaan Bumi

Dani Urippan dan Eko Minarto

Departemen Fisika, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: e.minarto@gmail.com

Abstrak—Analisa *geohazard* pada permukaan dasar laut (*Seabed*) dan bawah permukaan bumi (*Sub-seabed*) merupakan upaya yang perlu dilakukan untuk mengetahui fitur-fitur dasar laut dan bawah permukaan bumi agar dampak dari *geohazard* dapat diminimalisir. Luas area penelitian 2x4 km, yang berada di perairan pulau Madura. Metode yang digunakan untuk menganalisa fitur bawah permukaan laut adalah metode *Side Scan Sonar* yang hasil pengolahannya akan di validasi dengan data *Multibeam* dengan menggunakan prinsip gelombang akustik yang menjalar ke dalam permukaan dasar laut sehingga didapatkan peta *seabed feature*. *Sub Bottom profiler* digunakan untuk menganalisa *subseabed* hingga kedalaman 40 m yang kemudian akan divalidasi dengan data seismik 2 dimensi untuk menganalisa fitur bawah permukaan hingga kedalaman 3 km. Pesebaran kontur kedalaman memiliki water depth 42 m. Pada line 8 terdapat patahan di kedalaman 971 m. Jarak *Jack-up footprint* dengan lokasi pemboran 1207 m di sebelah timur lapangan *DNI*, memiliki diameter 25 m dan kedalaman 0.7 m. *Pockmark* yang terdekat dengan lapangan *DNI* sejauh 394 m sebelah utara timur laut. Kontur Kedalaman dari reflector 1 berada pada interval 5 – 7 m di bawah permukaan laut. Jarak *shallow channel* terdekat dengan lapangan *DNI* berada pada 65 m di sebelah selatan dengan kedalaman antara 10 hingga 6 m. *Jarak shallow anomaly* terdekat terletak pada jarak 145 m di sebelah barat. Berdasarkan hasil tersebut kondisi pengajuan lokasi pengeboran dinyatakan aman dari bahaya *geohazard*.

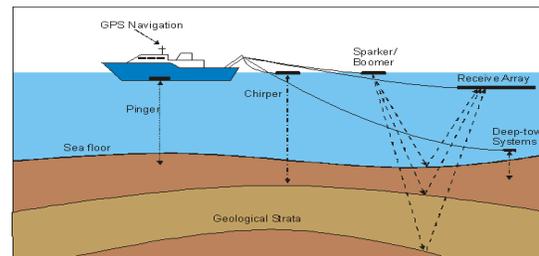
Kata Kunci—*Geohazard, Side Scan Sonar, Sub-bottom Profiler, Seismic, Seabed Feature*.

I. PENDAHULUAN

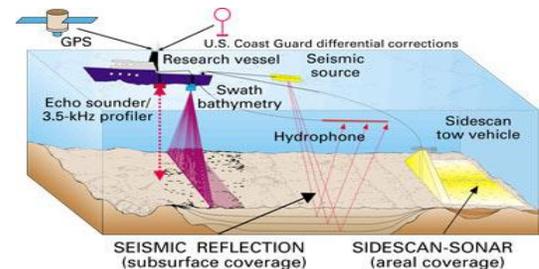
DALAM melakukan aktivitas eksplorasi maupun eksploitasi hidrokarbon terdapat kemungkinan terjadinya bencana geologi (*Geohazards*). *Geohazard* memiliki dampak secara langsung maupun tidak langsung. Seperti bahaya yang diakibatkan oleh gas pada lapisan dangkal, adanya patahan dekat permukaan pengeboran, gletser atau saluran (*channel*) sungai bawah permukaan, dan benda benda buatan manusia [1].

Terjadinya *Geohazards* telah memakan biaya ratusan juta dolar bagi industri minyak karena dapat menimbulkan kegagalan, kehilangan sirkulasi, dan ledakan gas dangkal (*shallow blowouts*). Salah satu tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk menilai *geohazard* dan mengetahui resiko yang ditimbulkan untuk operasi pengeboran di dasar laut dan

kondisi geologi untuk dikelola dan dikurangi. Kehadiran *hazard* atau bahaya harus ditentukan melalui analisa yang baik dan konsisten serta jelas untuk dilaporkan dalam teks, peta, dan grafis lainnya [1].



Gambar 1. Jenis-jenis alat metode *Sub Bottom Profiler*.



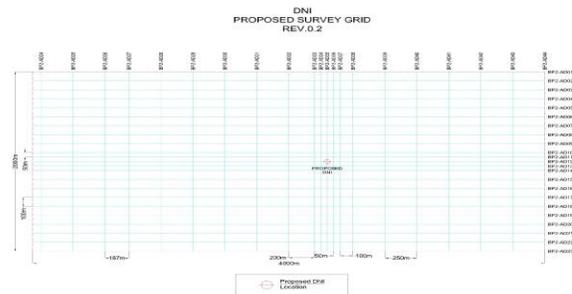
Gambar 2. Penempatan alat penelitian yang digunakan.

Metode *Side Scan Sonar* (SSS) mempunyai kemampuan menduplikasikan *beam* yang diarahkan pada satu sisi ke sisi lainnya, sehingga kita dapat melihat kedua sisi, memetakan semua area penelitian secara efektif dan menghemat waktu penelitian. SSS menggunakan *narrow beam* pada bidang horisontal untuk mendapatkan resolusi tinggi di sepanjang lintasan dasar laut. Instrumen ini mampu membedakan besar kecil partikel penyusun permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil, atau tipe-tipe dasar perairan lainnya. Gambar 1 merupakan jenis jenis alat metode *Sub Bottom Profiler* [2].

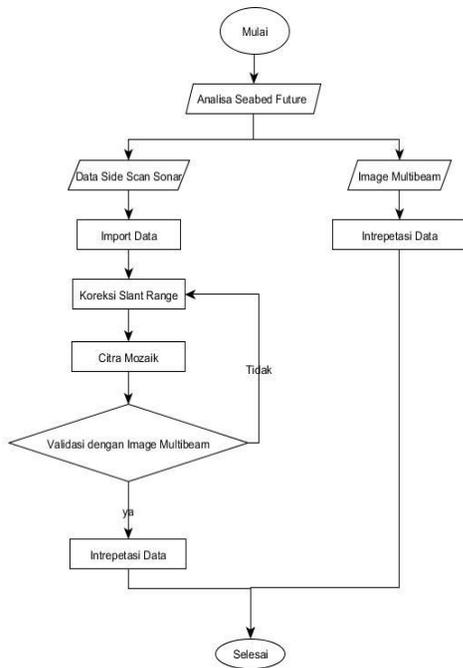
Untuk menganalisa bawah permukaan bumi digunakan dua metode yaitu: Metode *Sub Bottom Profiler* dan Metode Seismik, kedua metode tersebut menggunakan prinsip gelombang akustik yang menjalar kedalam permukaan bumi [3]. Gelombang akustik memiliki dua jenis gelombang utama adalah gelombang body dan gelombang permukaan. Gelombang body menjalar melewati lapisan dalam bumi, tapi gelombang permukaan hanya dapat bergerak di permukaan bumi. Gempa menyalurkan energi seismik sebagai gelombang body dan gelombang permukaan [4]. Gambar 2 merupakan ilustrasi penempatan alat yang digunakan dalam penelitian ini.



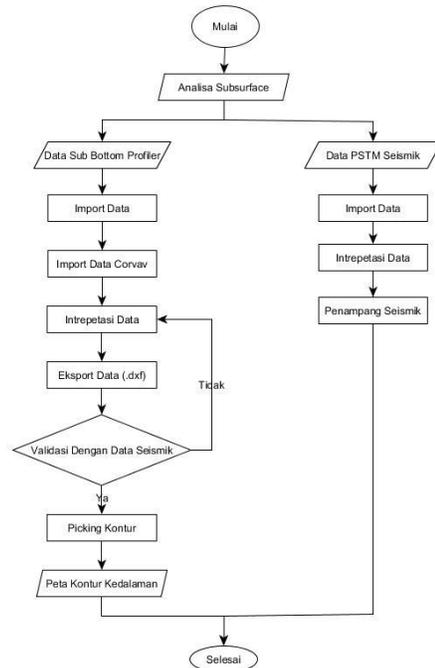
Gambar 3. Lokasi Penelitian.



Gambar 4. Desain Penelitian.



Gambar 5. Diagram alir analisa seabed future.



Gambar 6. Diagram alir analisa subseabed.

Pengukuran pada metode ini menggunakan waktu tempuh gelombang seismik pada saat terkirim dan diterima sebagai akibat dari pantulan dari bidang lapisan batuan yang mempunyai cepat rambat berbeda. Perbandingan perbedaan cepat rambat gelombang seismik pada dua media yang mengakibatkan gelombang seismik terpantul disebut koefisien refleksi. Metode tersebut memiliki perbedaannya terletak pada besar frekuensi yang digunakan. Besar kecilnya frekuensi yang digunakan akan berpengaruh pada penetrasi dan resolusi yang didapat. Sehingga akan didapatkan analisa geohazard yang lebih valid [5].

II. URAIAN PENELITIAN

A. Daerah dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan data yang berada di perairan pulau Madura, Jawa Timur. Akan tetapi untuk koordinat lebih tepatnya merupakan rahasia perusahaan. Adapun peta lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 3.

Akuisisi dalam penelitian ini terdiri dari 44 line penelitian, line 1 hingga line 23 merupakan line horizontal sedangkan line 21 hingga line 44 merupakan line vertikal. Dalam penelitian ini jarak antar line pun berbeda-beda, dengan ukuran penelitian

2000 meter kali 4000 meter. Analisa geohazard pada seabed dan sub-seabed ini difokuskan pada zona titik pemboran lapangan DNI yang terletak pada perpotongan line 12 dan line 35. Untuk lebih jelasnya akan di ditunjukkan pada Gambar 4.

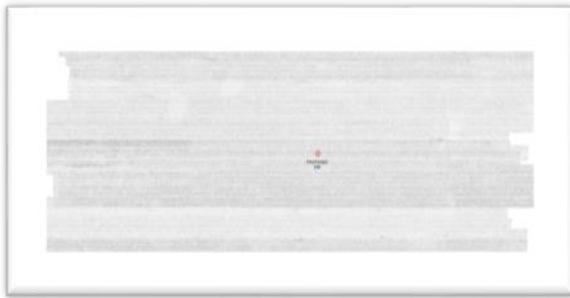
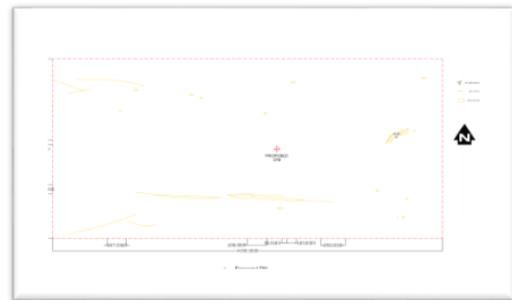
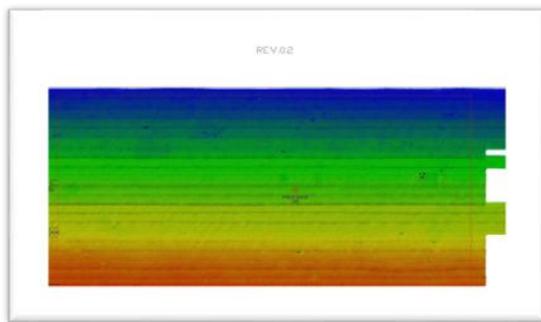
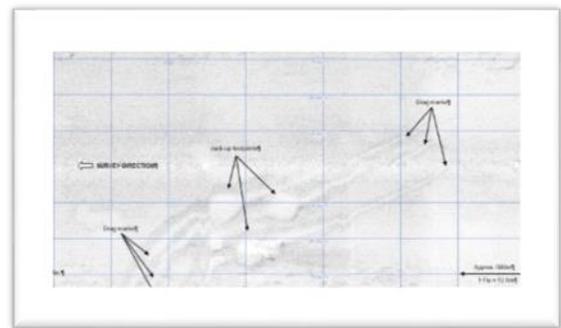
B. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini memiliki klasifikasi dua macam data, yang pertama data yang diolah dan di intrepetasikan dalam penelitian ini dan data validasi. Data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data side scan sonar
2. Data multibeam (image)
3. Data sub bottom profiler
4. Data seismic 2 D (PSTM)
5. Data coring geotechnical

Dari data diatas akan diolah menggunakan software untuk processing dan intrepetation agar data yang didapat menjadi valid. Berikut merupakan software yang digunakan dalam penelitian ini.

1. AutoCAD 2007
2. Microsoft office 2013
3. Coda Outopus
4. Seisvision ke format PDF

Gambar 7. Mozaik *Side Scan Sonar*.Gambar 9. Peta *Seabed Features*.Gambar 8. *Image Multibeam Echosounder*.Gambar 10. Jack-up footprint data *side scan sonar*.

C. Tahapan Pengolahan Data

Dalam penelitian ini memiliki dua tahapan pengolahan data yaitu data analisa *seabed future* dan data analisa *subseabed*. Kedua data tersebut yang akan menjadi acuan untuk memastikan bahwa dampak *geohazard* dapat diminimalisir. Adapun tahapan pengolahan data ditunjukkan oleh Gambar 5 dan Gambar 6.

Dari diagram alir pada Gambar 5 terdapat dua garis besar pengolahan data analisa *seabed*

Dalam proses pengolahan data ini dibagi menjadi dua yaitu :

a. Pengolahan Side Scan Sonar

1. Import Data *Side Scan Sonar* kedalam software selanjutnya pastikan jumlah data yang dimasukan sesuai dengan jumlah data pada saat akuisisi. Serta masukan koreksi navigasi agar data yang di inputkan sesuai dengan letak posisi penelitian sesungguhnya.
2. Koreksi *Slant Range* merupakan koreksi jarak miring yang bertujuan untuk mengoreksi data yang memiliki garis putih di tengah jalur pengukuran data *side scan*. Serta dalam proses ini dilakukan pengontrolan terhadap *Time Varied Gain* agar gain yang digunakan baik untuk mengintrepetasikan data, pengaturan filtering data juga dilakukan dalam proses ini.
3. Mozaik citra pada *side scan sonar* bertujuan untuk menggabungkan data yang *side scan* setiap line. Dalam proses ini dapat dilakukan penggabungan data sesuai kebutuhan, dapat dilakukan penggabungan data horizontal saja ataupun data vertikal dan juga dapat dilakukan penggabungan semua data.
4. Hasil pengolahan *side scan sonar* adalah sebuah peta *batimetri* yang nantinya digunakan untuk kebutuhan analisa *seabed*.

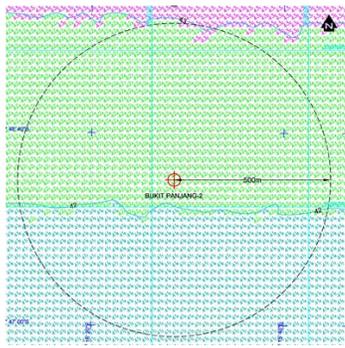
b. Pengolahan *Image Multibeam Echosounder*

1. *Image multibeam* bertujuan sebagai data pembandingan pemetaan *seabed*. Dari *image* dapat dianalisa benda-benda yang terdapat pada permukaan dasar laut (*seabed*).
 2. Hasil dari *image multibeam* akan dijadikan data pembandingan untuk membuat peta *seabed features*
- Setelah didapatkan peta *seabed features* maka akan dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan informasi bawah permukaan bumi (*subseabed*). Alur pengolahan data untuk menganalisa *subseabed* ditunjukkan oleh Gambar 6.

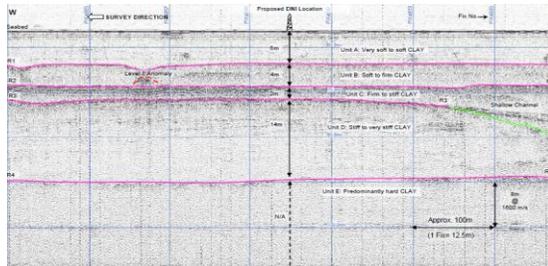
Dalam proses pengolahan data untuk menganalisa *subseabed* dibagi menjadi dua tahap sesuai dengan metode yang digunakan sebagai berikut :

a. Pengolahan data *Sub Bottom Profiler*

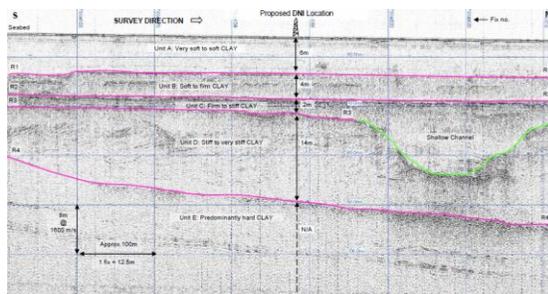
1. Import data *Sub bottom profiler* ke dalam software *Coda*. Pastikan jumlah data yang di inputkan sama dengan jumlah lintasan akuisisi data.
2. Import data *cornav* merupakan proses penginputan data posisi letak pengukuran. Proses ini sangat penting untuk memastikan bahwa data yang diinputkan sudah dalam koordinat sebenarnya. Dalam proses ini juga akan di atur nilai *TVG* agar gain yang digunakan dapat memudahkan dalam proses intrepetasi
3. Intrepetasi data *sub bottom profiler* merupakan proses pembacaan data diantaranya menentukan posisi lapisan *reflector* dan keberadaan *shallow channel* serta menentukan *shallow anomaly* yang berada di *subseabed*.
4. Eksport data kedalam format (.dxf) bertujuan untuk mengolah data *SBP* kedalam program *AutoCad* untuk memetakan data yang sudah diolah
5. Dilakukan proses validasi data yang ada di *SBP* dengan data seismik sehingga data yang didapatkan lebih akurat.



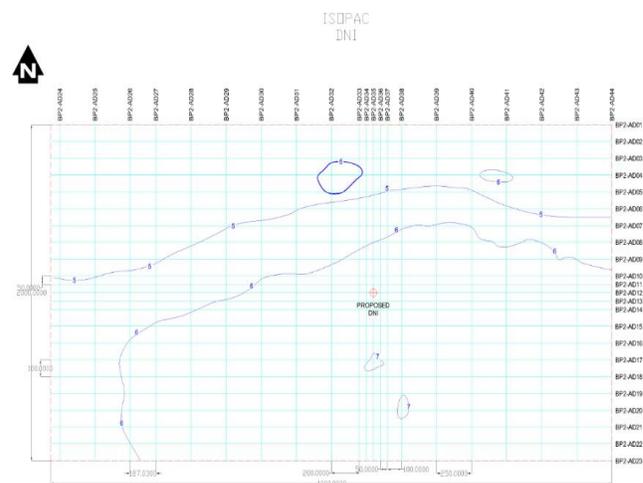
Gambar 11. Data kedalaman laut dengan menggunakan data *Multibeam*.



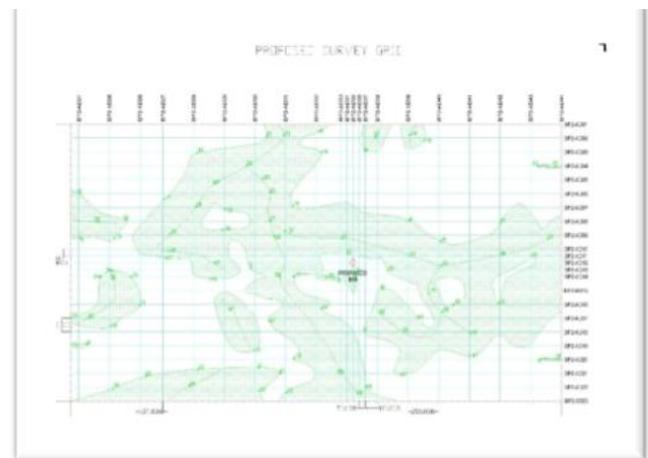
Gambar 12. Data *Sub bottom profiler line 12*.



Gambar 13. Data *Sub bottom profiler line 35*.



Gambar 14. Peta *Isopac*.



Gambar 15. Pesebaran *Shallow Channel*.

b. Pengolahan data *Post Stack* Seismik

1. Import data dalam bentuk SEG-Y kedalam *software Seisvision*, dan pastikan juga mengimport data navigasi agar data yang di intepetasi sudah berada dalam korrdinat yang sesungguhnya.
2. Intepetasi data seismik dilakukan dengan cara melakukan *picking horizon* yang akan memberikan informasi beda lapisan melalui informasi *velocity analysis*. Serta dilakukan *picking fault* agar mengetahui dimana posisinya.
3. Dihasilkan penampang seismik yang akan di jadikan landasan keamanan dalam pengeboran.

Setelah dilakukan analisa *seabed* dan analisa *subseabed* maka akan dilakukan pembuatan laporan penelitian, sehingga dapat di hasilkan analisa yang runtut dan valid.

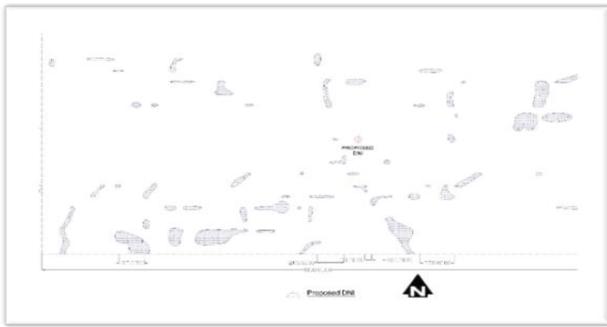
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa *Seabed Features*

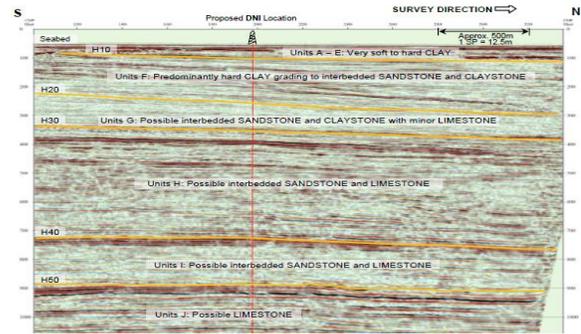
Analisa *seabed features* merupakan analisa pada dasar permukaan laut. Analisa ini dapat dilakukan menggunakan data yang di peroleh dari *side scan sonar* dan *multibeam*. *Side scan sonar* merupakan metode pencitraan bawah air yang menggunakan prinsip gelombang akustik yang terpancar. Alat ini ditarik di belakang kapal (*towfish*). Sinyal akustik yang di

irim dari *transducer* akan merubah gelombang akustik menjadi energi mekanik yang menuju dasar permukaan laut. Sinyal tersebut akan terhambur dan terabsorpsi serta terefleksi kembali ke sonar fish yang di tangkap *receiver*. Alat yang digunakan pada penelitian ini mempunyai frekuensi antara 120 kHz-600 kHz yang mampu menjangkau jarak sisi kapal antara 100 meter hingga 230 meter. Nilai resolusi yang di dapatpun berbeda-beda. Semakin dalam data yang di dapat maka resolusi yang didapat pun akan berkurang.

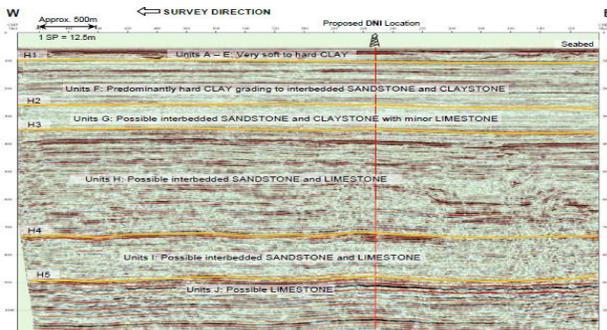
Pada penelitian ini dilakukan akuisisi pengambilan data sebanyak 44 line, yang terbagi menjadi 23 *line horizontal* dan 21 *line vertical*, *data side scan sonar* harus dilakukan koreksi navigasi yang bertujuan untuk memastikan koordinat pengukuran sudah tepat. Selanjutnya dilakukan koreksi garis miring atau *slant range*, koreksi ini bertujuan untuk menggabungkan data yang terpotong karena garis putih di tengah jalur pengukuran *side scan sonar*, agar Gambar yang dihasilkan lebih halus dapat di atur dengan menggunakan *TVG (time varied gain)* atau menggukan filtering frekuensi. selanjutnya dilakukan pembuatan citra mozaik, yaitu untuk menggabungkan semua data perline menjadi satu data yang ditunjukkan oleh Gambar 7. Selanjutnya di *export* kedalam format (.geotiff) agar koordinat data tersebut tidak berubah.



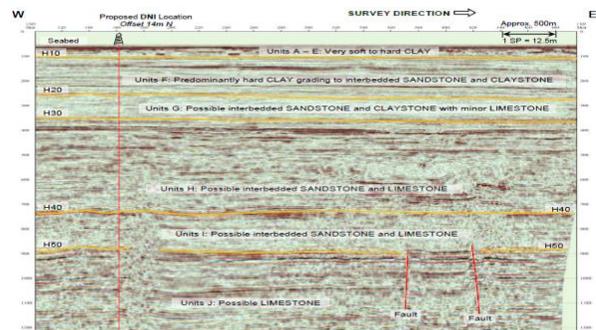
Gambar 16. Pesebaran *Shallow Anomaly*.



Gambar 18. Data seismik line 35.



Gambar 17. Data seismik line 12.



Gambar 19. patahan pada lintasan 8.

Hasil citra mozaik dari side scan sonar nantinya akan di validasi dengan *image Multibeam Echosounder* agar di dapatkan hasil peta *seabed features* yang valid. Data *multibeam* dapat ditunjukkan oleh Gambar 8.

Dari data *multibeam* akan dibuat peta *seabed features* yang nantinya peta ini akan mempresentasikan keadaan bawah permukaan laut. Gambar 9 merupakan data yang sudah di plot menggunakan *software AutoCad* untuk memperjelas letak posisi *anomaly* yang berada di dasar permukaan laut.

Dari Gambar 10 dapat dilihat *anomaly* yang berada di bawah permukaan laut dari data *side scan sonar*. Terdapat Jarak Jack-up footprint dengan lokasi pemboran sekitar 1207 meter sebelah timur lapangan DNI dengan diameter 25 meter dan memiliki kedalaman 0.7 meter. Pockmark yang terdekat dengan lapangan DNI sejauh 394 meter sebelah utara timur laut serta adanya bekas *Scars Trawl*.

Dari Gambar 11 dapat diketahui bahwa nilai *water depth* di lapangan DNI adalah 42 meter. Pesebaran kedalaman air laut dari data tersebut berkisar antara 41 meter hingga 43 meter.

B. Analisa Subseabed

Urutan Analisa *Subseabed* merupakan analisa bawah permukaan lapisan bumi, yang dapat digunakan untuk analisa zona geologi. terdapat dua zona litologi yaitu zona litologi dangkal yang dapat di jelaskan melalui data sub bottom profiler dan zona litologi dalam yang dapat di analisa melalui data seismik.

Pada penelitian ini digunakan metode sub bottbom profiler yang berjenis pinger, alat ini memiliki frekuensi berkisar antara 1.5-1.8 Khz yang memiliki penetrasi kedalaman mulai 10 meter hingga 40 meter. Alat ini memiliki domain waktu *Two Way Time* atau *TWT* yang diasumsikan kecepatan gelombang akustik pada lapisan sedimen bawah laut sebesar 1600 m/s.

Analisa yang pertama dilakukan pada tahap ini adalah analisa littologi pada lapisan dangkal. Data *sub bottom profiler* harus terlebih dahulu diatur frekuensi yang digunakan dengan menggunakan *band pass filter* atau dengan *time varied gain* yang bertujuan memperhalus data yang didapat agar lebih mudah di intrepetasikan. Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 merupakan data *sub bottom profiler*. Data tersebut merupakan data dari titik lapangan yang akan dilakukan pengeboran. Line 12 merupakan data dari lintasan line vertikal dan line 35 merupakan data dari line horizontal. Data tersebut merupakan data yang sudah diintrepetasikan mulai dari lapisan *seabed*, reflektor pertama, reflektor kedua reflektor ketiga, reflektor keempat, *shallow channel* dan *shallow anomaly*. Dari data di atas dapat diketahui bahwa nilai *water depth* di lapangan DNI adalah 42 meter. Berikut merupakan hasil dari pembuatan peta *isopac* (lapisan reflektor pertama).

Dari Gambar 14 dapat dilihat pesebaran kedalaman reflektor pertama pada penelitian ini berkisar antara 5 meter hingga 7 meter. Dan nilai kedalaman reflektor pertama pada lapangan DNI adalah 6 meter. Selanjutnya akan dilakukan proses picking (*tag*) *shallow channel*. *shallow channel* sendiri merupakan sungai bawah laut yang terjadi karena pengendapan oleh sedimen yang terjadi ribuan tahun dan menjadi salah satu bencana bagi industri konstruksi lepas pantai karena adanya perbedaan lapisan pengisi atau sedimen terhadap sedimen di atasnya. Analisa ini sangat penting karena bangunan lepas pantai berdiri diatas lapisan yang tepat.

Dari Gambar 15 didapatkan pesebaran *shallow channel* yang terdapat pada penelitian ini. Terdapat banyak sekali *channel* pada bawah permukaan lapisan laut. Namun pada daerah lapangan DNI tidak terdapat *shllow channel* dan jarak *shallow channel* terdekat berada pada 50 meter di sebelah utara dengan kedalaman 13 meter sampai 31 meter. Ada yang berjarak 66

meter selatan dari lapangan pemboran dengan kedalaman 10 meter hingga 16 meter, 167 meter sebelah barat dengan kedalaman 15 hingga 22 meter dan 300 meter tenggara lapangan pemboran dengan kedalaman 12 hingga 35 meter. Selanjutnya akan di *picking shallow anomaly* yang memiliki tujuan untuk memetakan persebaran anomaly yang ada di daerah penelitian. Berikut merupakan peta persebarannya. Gambar 15 merupakan ilustrasi persebaran *shallow channel* yang diperbesar.

Shallow anomaly sendiri dapat menyebabkan bahaya *geohazard*, dari data di atas dapat dilihat bahwa keberadaan *shallow anomaly* pada daerah lapangan DNI relatif cukup aman, *shallow anomaly* terdekat terlepas pada jarak 125 meter barat daerah pemboran dengan kedalaman 9 meter, 145 meter di sebelah barat daya dengan kedalaman antara 8 hingga 9 meter yang ditunjukkan oleh Gambar 16.

Gambar 4.17 dan Gambar 4.18 merupakan data seismik pada lapangan DNI yang terletak pada line 12 dan line 35. Dari Gambar tersebut dapat dilihat tidak adanya *anomaly* yang membahayakan saat dilakukannya proses pengeboran.

Dari data seismik tersebut dilihat bahwa untuk menginterpretasikan data pada waktu 200 detik tidak terlalu jelas. Maka dari itu dibutuhkan data sub bottom profiler, sedangkan data seismik digunakan untuk mengetahui lapisan bumi pada waktu 100 detik keatas. Dari Gambar 19 terdapat adanya patahan yang terletak pada lintasan 8 pada waktu 880 ms TWT atau pada kedalaman 971 meter (*Base on Sea Level*).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Nilai water depth pada lapangan DNI sebesar 42 meter.
2. Jarak Jack-up footprint dengan lokasi pemboran 1207 meter sebelah timur lapangan DNI dengan diameter 25 meter dan memiliki kedalaman 0.7 meter. Pockmark yang terdekat dengan lapangan DNI sejauh 423 meter sebelah barat serta adanya bekas penggalian pipa.
3. Kontur Kedalaman (*Isopac*) dari reflector 1 berada pada interval 5 – 7 m di bawah permukaan laut.
4. Jarak shallow channel terdekat dengan lapangan DNI berada pada 50 meter di sebelah utara dengan kedalaman antara 13 hingga 31 meter.
5. Jarak shallow anomaly terdekat terlepas pada jarak 125 meter di sebelah barat dengan kedalaman 9 meter
6. Terdapat patahan di line 8 pada kedalaman 971 meter
7. Lokasi pemboran lapangan DNI dinyatakan memiliki dampak geohazard yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Azuan, *Introduction to Geohazards*. Jakarta: Java Offshore, 2015.
- [2] R. Hidayatullah, "Peran Survei Hidrografi Dalam Kegiatan Pemantauan Pipa Di Dasar Laut," Bandung, 2014.
- [3] A. Berkhout and D. Wulfften, "Migration in the Presence of Noise," *Geophys. Prospect.*, vol. 28, no. 3, pp. 372–383, 1980.
- [4] A. Hilyah, "Studi Gempa Mikro untuk mendeteksi Rekanan di area Panas bumi Kamojang Kabupaten Garut," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 6, no. 2, 2010.
- [5] R. Holmes, "The Issue Surrounding A Shallow Gas Database In A Relation To Offshore Hazard," Edinburgh, 1997.