

# Perencanaan Desain Offshore Kontruksi Bawah Laut menggunakan Pengolahan Data Pemodelan Geofisika dengan Program Simulasi 3D Surfer

Edy Soesanto <sup>1,\*</sup>, Aly Rasyid <sup>2</sup>, Hadi Suyanto <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Teknik Perminyakan; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: [edy.soesanto@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:edy.soesanto@dsn.ubharajaya.ac.id)

<sup>2</sup> Teknik Perminyakan ; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl Perjuangan Kota Bekasi, telp/fax 021-88955882; e-mail: [aly.rasyid@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:aly.rasyid@dsn.ubharajaya.ac.id)

<sup>3</sup> Fakultas Teknik Ilmu Kelautan; Universitas Hang Tuah; Jl Arif Rahman Hakim No.150 Surabaya, telp/fax 031-5945864; e-mail: [hadi.suyanto@hangtuah.ac.id](mailto:hadi.suyanto@hangtuah.ac.id)

\* Korespondensi: e-mail: [edy.soesanto@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:edy.soesanto@dsn.ubharajaya.ac.id)

Submitted: 26/03/2022; Revised: 05/04/2022; Accepted: 21/05/2021; Published: 31/05/2022

## Abstract

*Underwater construction design planning is increasingly being developed as a 3D modeling simulation, because 3D simulation is expected to be able to make the initial plan for making a design framework. Surfer is one of the software that was created for the purpose of making contour maps and three-dimensional modeling based on existing grids and simplifying and accelerating data conversion activities into the form of contour maps and surface plots. One of the applications is Surfer in the field of Underwater Technology development is 3D modeling simulation and bathymetric contour map making, sediment layer modeling using SBP data and making current stick plots to determine circulation and current velocity and direction. In addition, Surfer can also display maps in 2D or 3D. on this occasion Surfer 16 software will be used to process marine acoustic data with X (Easting) data, Y (Northing) data and six Z layer depths, namely Z1-Z6, the data is processed in one step to make 2D and 3D models which are then will be interpreted as a simulation material for the initial planning of the underwater construction design.*

**Keywords:** design, offshore, construction, underwater, surfer

## Abstrak

Perencanaan desain kontruksi bawah laut semakin banyak dikembangkan sebagai simulasi pemodelan 3D, karena simulasi 3D diharapkan dapat menjadikan rencana awal pembuatan kerangka desain. Surfer adalah salah satu dari perangkat lunak yang diciptakan untuk kegunaan pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang berdasarkan grid yang ada dan mempermudah serta mempercepat akvititas konversi data ke dalam bentuk peta kontur dan plot permukaan. Salah satu aplikasi adalah Surfer dalam bidang pengembangan Teknologi Bawah laut adalah simulasi pemodelan 3D dan pembuatan peta kontur batimetri, pemodelan lapisan sedimen melalui data SBP dan pembuatan stick plot arus untuk mengetahui sirkulasi dan kecepatan dan arah arus. Selain itu, Surfer juga dapat menampilkan peta secara 2D ataupun 3D. pada kesempatan ini software Surfer 16 yang akan digunakan unutk mengolah data akustik kelautan dengan data X (Easting) ,data Y (Northing) dan enam kedalaman lapisan Z yaitu Z1-Z6, data tersebut diproses dengan sebuah tahapan untuk menjadikan model 2D dan 3D yang selanjutnya akan di interpretasi sebagai bahan simulasi perencanaan awal desain kontruksi bawah laut.

**Kata kunci:** desain, offshore, kuntruksi, bawah laut, surfer

## **1. Pendahuluan**

Seiring perkembangan jaman kebutuhan akan sarana dan prasarana di dunia teknik kelautan (offshore engineering) yang berbasis kontruksi, energi dan telekomunikasi begitu pesat sehingga diperlukan pemetaan dasar laut secara komprehensif untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana engineering diantaranya rencana desain kontruksi baik berupa bangunan pantai atau lepas pantai, rencana jalur-jalur pipa (pipe line) untuk transportasi MIGAS, rencana jalur kabel (cable line) sebagai penghubung yang digunakan untuk mengirim data atau jalur power energi yang terpaksa melewati lautan. Keterbatasan kontur tanah / batuan didalam laut yang tidak terlihat menyebabkan sulitnya proses perencanaan dan pemasangan serta potensi kerusakan dan lainlain. Sebagai bahan perencanaan maka dibutuhkan sebuah pengukuran kontur dasar laut dan arah arus laut. Software Surfer 16 adalah salah satu dari perangkat lunak yang diciptakan untuk kegunaan pembuatan pemodelan peta kontur dengan pemodelan dua dan tiga dimensi yang berdasarkan grid yang ada. Perangkat ini mempermudah serta mempercepat akvititas konversi data ke dalam bentuk peta kontur dan plot permukaan. Software ini memplotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar titik-titik segiempat yang beraturan. Garis horizontal dan vertical memiliki titik perpotongan. Dan ada titik Z yang berupa titik ketinggian atau kedalaman. Proses pembentukan rangkaian nilai z yang teratur dari kumpulan dari data XYZ disebut gridding. Dalam bidang geofisika, hidrografi dan oseanografi, software Surfer banyak digunakan untuk mengolah dan menampilkan data batimetri, topografi, arus, pola sebaran sediman dan sebagainya. software Surfer digunakan untuk mengolah/post proses data- data geofisika, hidrografi dan oseanografi.

## **2. Metode Penelitian**

Metode penelitian disini menggunakan data kualitatif, yaitu mengambil data langsung dari lapangan berupa kegiatan survey yang menggunakan sarana alat apung berupa perahu dan equipment peralatan akustik kelautan, yang dimana alat tersebut sudah diinstall dan di setup di dalam perahu.

Sebelum dilakukan akuisisi data, surveyor melakukan kalibrasi peralatan untuk meng QC peralatan yang akan dipakai agar sesuai dengan standart operasional penggunaan alat. Kalibrasi dilakukan terhadap alat GPS terhadap titik BM (Bench Mark), MBES dengan patch test, SBES dan SBP dengan barchek, SSS dengan mencari kontruksi/material lain yang ada di laut.

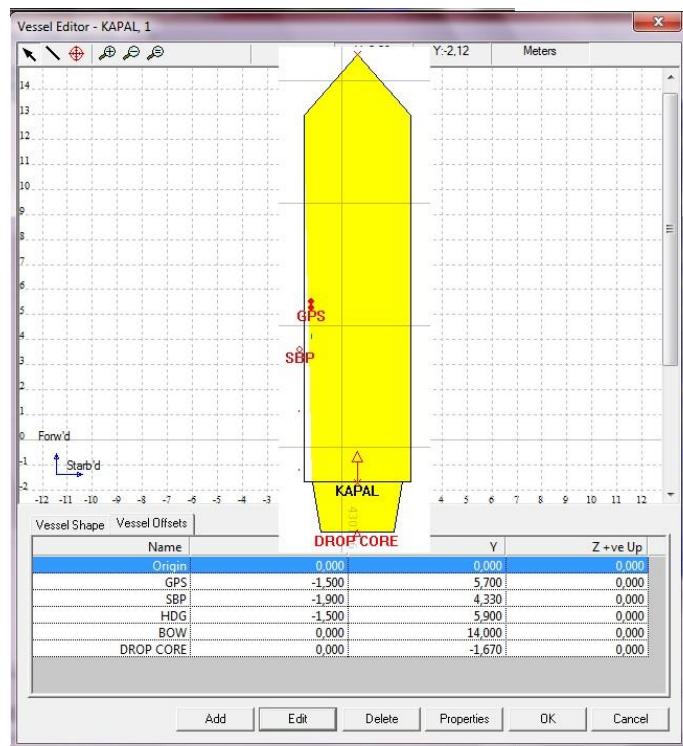


Gambar 1. Verifikasi GPS ke BM (Bench Mark)

## 2.1 Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan menggunakan peralatan akustik geofisika hidro-oceanografi seperti Multibeam Echosounder (MBES), Singlebeam Echosounder (SBES), Side Scan Sonar (SSS), Sub Bottom Profiler (SBP). Data yang diperoleh berupa raw data, dan data tersebut selanjutnya di konversi dengan format .DAT atau .EXEL dengan komposisi data X : Easting, Y : Northing dan Z : Elevasi berupa kedalaman (depth m) atau zona level.

Peralatan akustik kelautan geofisika, hidrografi dan oseanografi yang sudah terpasang dan terinstall di perahu/kapal akan dihubungkan ke GPS (Global Positioning System) untuk mendapatkan data posisi yang berupa X : Longitude/Easting/Bujur dan Y : Latitude/Northing/Lintang, dimana data GPS tersebut akan terhubung dengan masing-masing peralatan akustik kelautan yang di offsetkan.

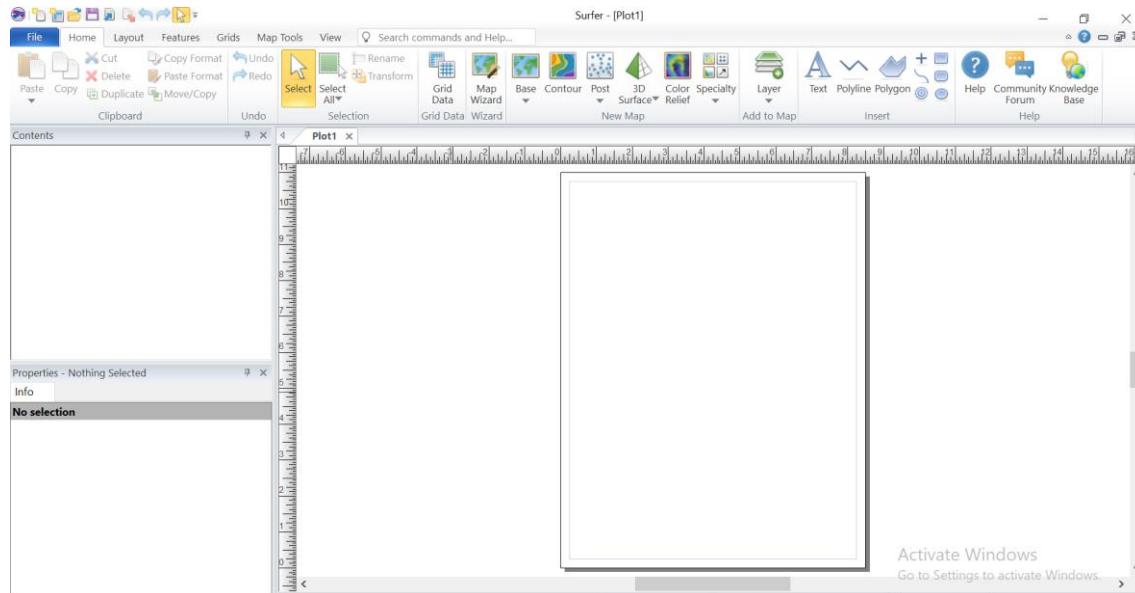


Gambar 2. Instalasi offset peralatan survey geofisika

## 2.2 Software

Software yang digunakan dalam pengolahan data adalah menggunakan *Surfer 16* membantu dalam melakukan beberapa perhitungan berdasarkan file grid yang dibuat, antara lain menghitung volume, cut-and fill, membuat penampang, menghitung perbedaan antara data hasil interpolasi dengan data asli (sebenarnya) yang didapat dari pengukuran di lapangan (residual).

Input data X,Y dan Z yang dimasukkan ke software Surfer harus sudah dipilih data bagus/ yang lolos dari reject data, dikarenakan raw data lapangan yang diperoleh masih banyak data yang reject, setelah itu data akan dikompilasi dengan data pasang surut, diamana sebelum melakukan prosesing data, terlebih dahulu harus dihitung dulu analisa pasang surutnya, sehingga akan dapat dibuat untuk mengkompilasi dengan data yang di dapat dari akustik kelautan.



Gambar 3. Tampilan program permodelan SURFER

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil prosesing dari simulasi pemodelan 2D dan 3D dari software surfer telah terbagi dalam 6 zona, yang terdiri dari masing-masing lapisan yang di modelkan dalam bentuk pemetaan seabed bawah permukaan dan current profile, dimana setiap zona dan lapisan mempunyai karakter yang menunjukkan penampakan seabed yang hampir mirip tetapi mempunya proses current profile yang sedikit beda, hal tersebut dikarenakan proses lapisan dari seabed soil dari data sub bottom profil menunjukkan densitas propertis lapisan yang bervariasi.

Hasil analisa pasang surut dilapangan menunjukkan table tersebut dibawah :

Tabel 1. Tide Characteristics  
TIDE CHARACTERISTICS

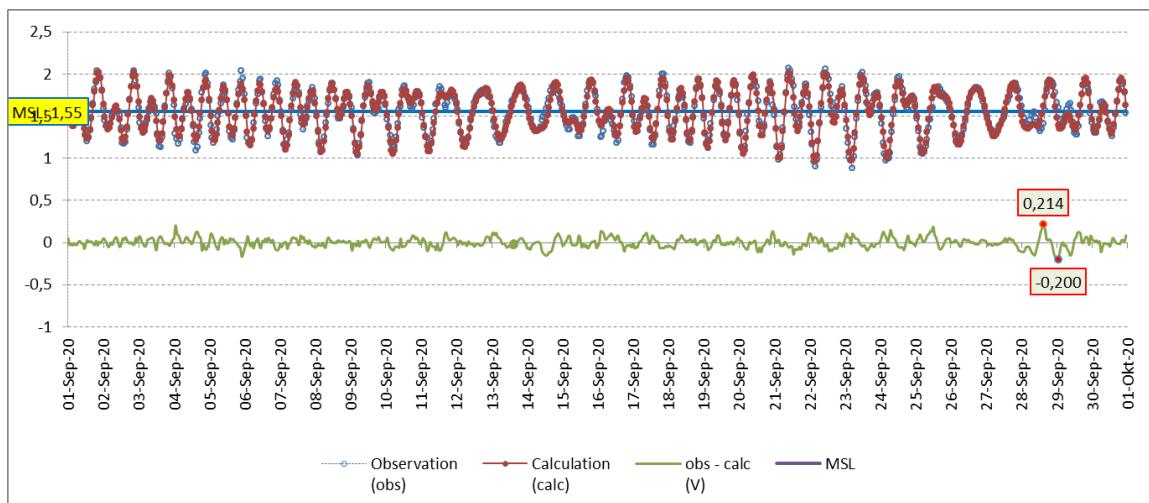
Harmonic Base	Difinition	Heght (m)	Description
HAT	Higest Astronomical Tide	1,492	
MHWS	Mean High Water Springs	0,998	Semi Diurnal
MHHWL	Mean Higher High Water Level	1,215	Diurnal
MHW	Mean High Water	0,875	Semi Diurnal
MLHWL	Mean Lower High Water Level	0,536	Diurnal
MHWN	Mean High Water Neaps	0,753	Semi Diurnal
MSL	Mean Sea Level	0,700	
MLWN	Mean Low Water Neaps	0,647	Semi Diurnal
MHLWL	Mean Higher Low Water Level	0,864	Diurnal
MLW	Mean Low Water	0,525	Semi Diurnal
MLLWL	Mean Lower Low Water Level	0,185	Diurnal
MLWS	Mean Low Water Springs	0,402	Semi Diurnal
Z0/CD	Chart Datum	0,000	
LAT	Lowest Astronomical Tide	-0,092	

$$F = (K1+O1)/(M2+S2) = 1,137 :$$

0.26 < F ≤ 1.50 ; pasut bertipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol, (mixed, mainly semidiurnal)

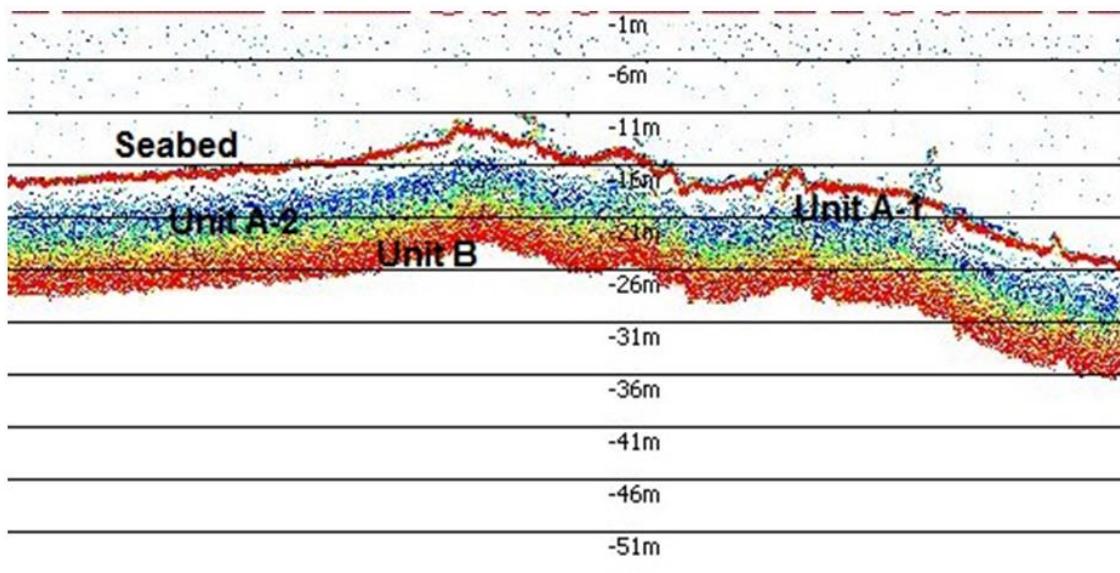
Tabel 2. Water Level Maximum-Minimum

Note	Minimum		Maximum	
	Date	WaterLevel	Date	WaterLevel
Observation	23-Sep-20 05:00	0,883	21-Sep-20 10:00	2,069
Calculation	22-Sep-20 04:00	0,962	1-Sep-20 21:00	2,021
obs - calc	29-Sep-20 01:00	-0,200	28-Sep-20 15:00	0,214



Gambar 4. Gafik pasang surut

Hasil interpretasi data Sub Bottom Profiling (SBP) dilapangan menunjukkan gambar tersebut dibawah :

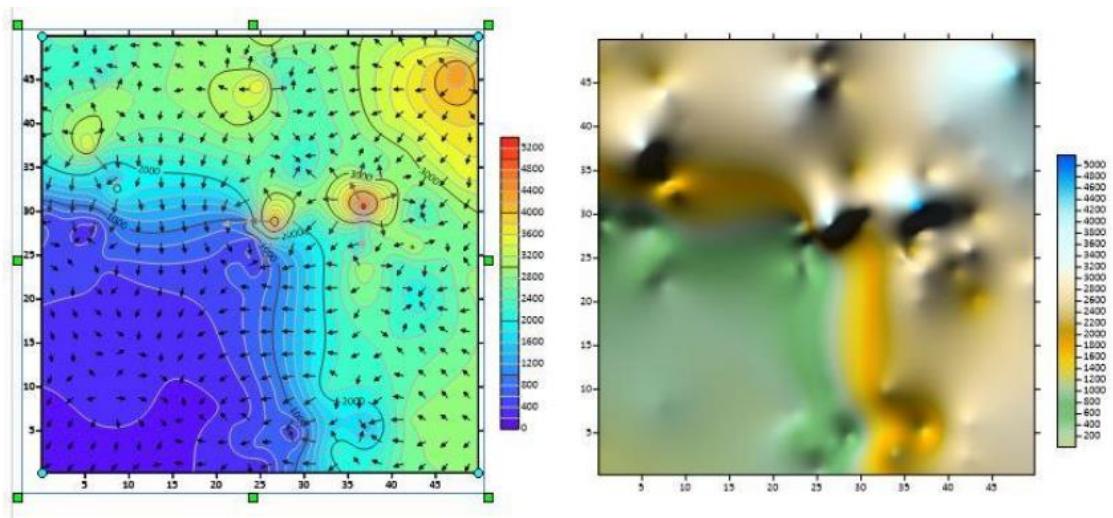


Gambar 5. Data processing Sub Bottom Profiling (SBP)

### 3.1. Hasil simulasi data pertama dengan data X, data Y pada Zona 1

Simulasi kontur, arah arus dan kontur 3D di atas menampilkan kondisi suatu wilayah berdasarkan variasi ketinggian yang ditunjukkan dalam perbedaan skala warna kontur dan garis

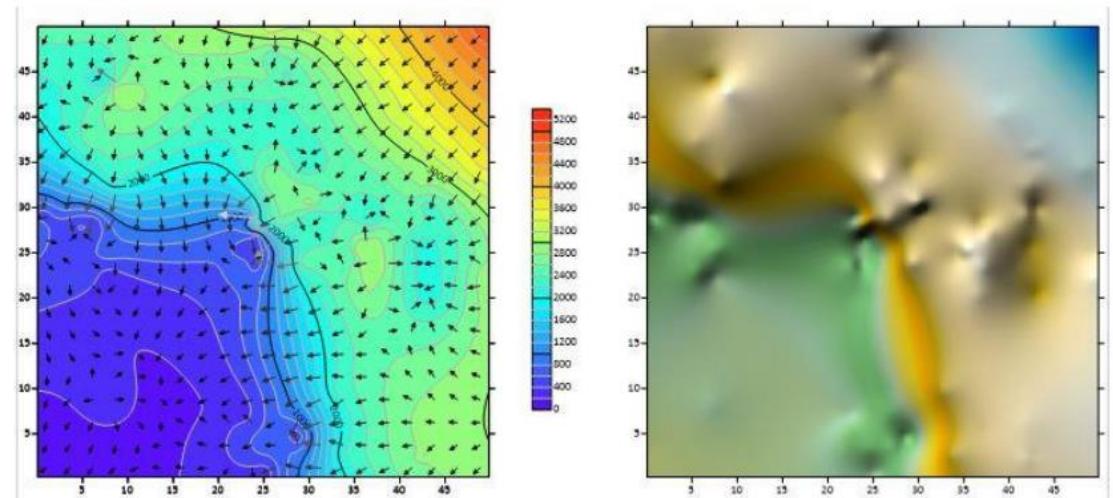
kontur ketinggian di setiap wilayah (darat dan laut). Warna dangkal / tinggi ditunjukkan oleh warna merah untuk membedakan dengan warna laut. Semakin gelap warna biru pada laut menunjukkan kedalamannya semakin bertambah Pada peta kontur 2D bentuk seamount belum terlihat jelas, hanya berupa bulatan seperti daratan.Peta Batimetri 3D menunjukkan kombinasi antara 2D dan kontur ketinggian suatu wilayah. Daratan pada batimeri tersebut berupa luasan daerah yang berwarna hijau untuk membedakan dengan lautan.Pada daerah laut terdapat beberapa profil batimetri berupa penurunan lereng yang curam (continental slope), palung, daratan abyssal (Abyssal Plain), dan gunung berapi yang muncul ke daratan(seamount). Kontur arah arus ditunjukkan oleh arah panah yang berwarna biru tua. Dari gambar simulasi pada zona 1 dapat di simpulkan bahwa sangat tidak dianjurkan untuk pemasangan pipa pada zona ini, karena permukaan dasar laut tidak rata cenderung berpuncak runcing dan banyak lereng serta banyak pusaran-pusaran arus dengan arah memutar yang disebabkan kontur permukaan.



Gambar 6. Simulasi pemodelan kontur, arah arus dan kontur 3D data Sampel pada Zona 1

### 3.2. Hasil simulasi data ke dua dengan data X, data Y pada Zona 2

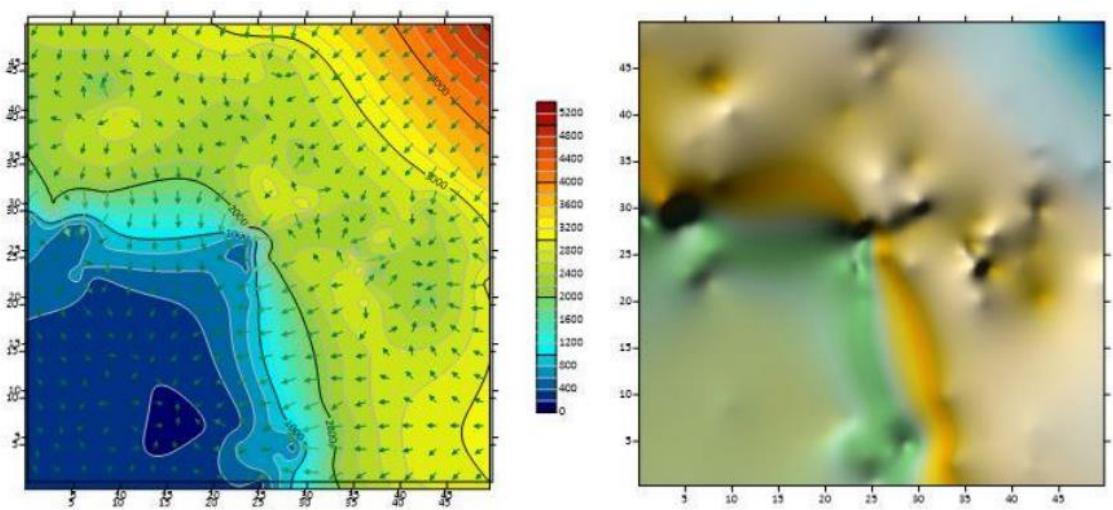
Pada simulasi zona 2 di atas menunjukkan perbedaan pada kontur lebih rata dibanding gambar 6 dimana tidak terlihat permukaan runcing atau lereng yang curam. Kontur warna terdiri dari biru muda se[ertiga dan hijau setengah selebihnya kuning.. ini menandakan tidak ada permukaan dasar biru tua atau permukaan runcing merah tua



Gambar 7. Simulasi pemodelan kontur, arah arus dan kontur 3D data Sampel pada Zona 2

### **3.3. Hasil simulasi data ke tiga dengan data X, data Y pada Zona 3**

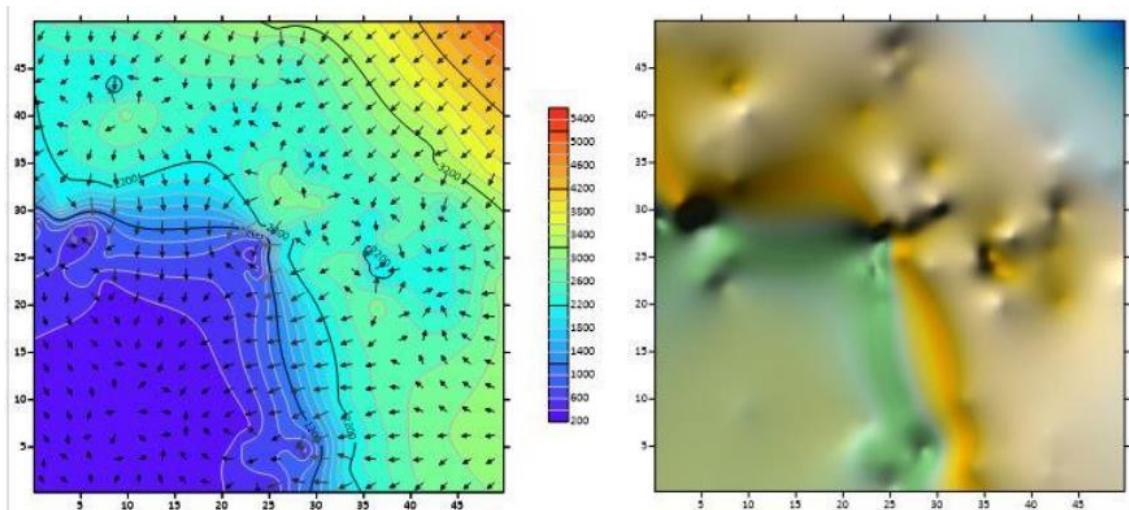
Pada gambar simulasi zona 3 terdapat beberapa jenis kontur permukaan curam dan beberapa arah arus tetapi zona ini masih relative lebih rata dibanding denan zona 2 dan di seabed zona 3 tetap menggambarkan kontur slope yang terdapat kemiringan yang lurus dan menunjukkan current profile yang stabil dengan arah sisi tengah yang menunjukkan current profile acak dikarenakan ada sedikit perubahan kontur yang sedikit signifikan.



Gambar 8. Simulasi pemodelan kontur, arah arus dan kontur 3D data Sampel pada Zona 3

### **3.4. Hasil simulasi data ke empat dengan data X, data Y pada Zona 4**

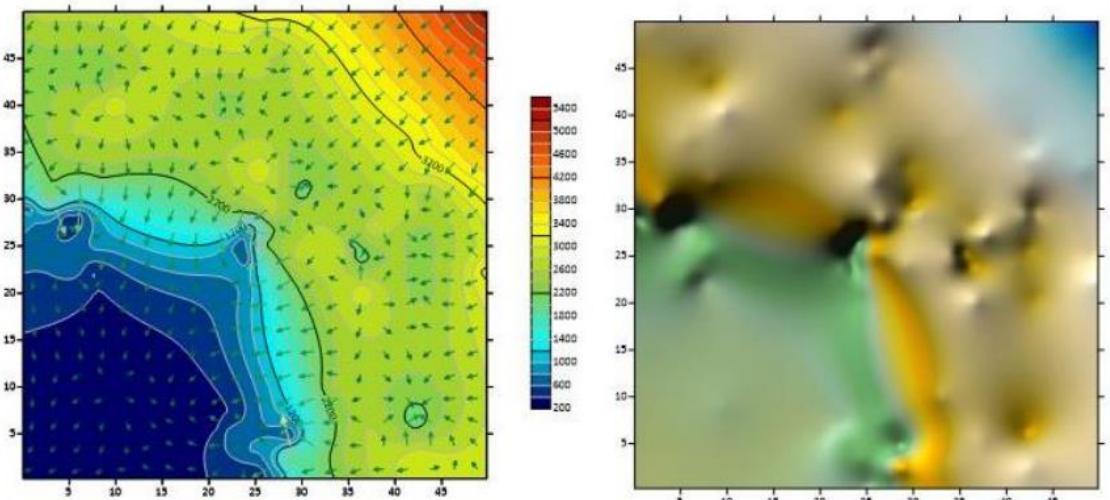
Pada simulasi zona 4 gambar di atas terlihat permukaan kontur paling rata disbanding dengan simulasi zona 1, 2 dan 3 dan arah arus cenderung searah. Ini adalah daerah yang paling baik sebagai jalur pemasangan jalur pipa bawah laut (pipeline), jalur kabel bawah laut (cable line) atau kontruksi bawah permukaan (underwater construction) karena kontur dasar yang cenderung rata dan di seabed zona 4 tetap menggambarkan kontur slope yang terdapat kemiringan yang lurus dan menunjukkan current profile yang stabil.



Gambar 9. Simulasi pemodelan kontur, arah arus dan kontur 3D data Sampel pada Zona 4

### 3.5. Hasil simulasi data ke lima dengan data X, data Y pada Zona 5

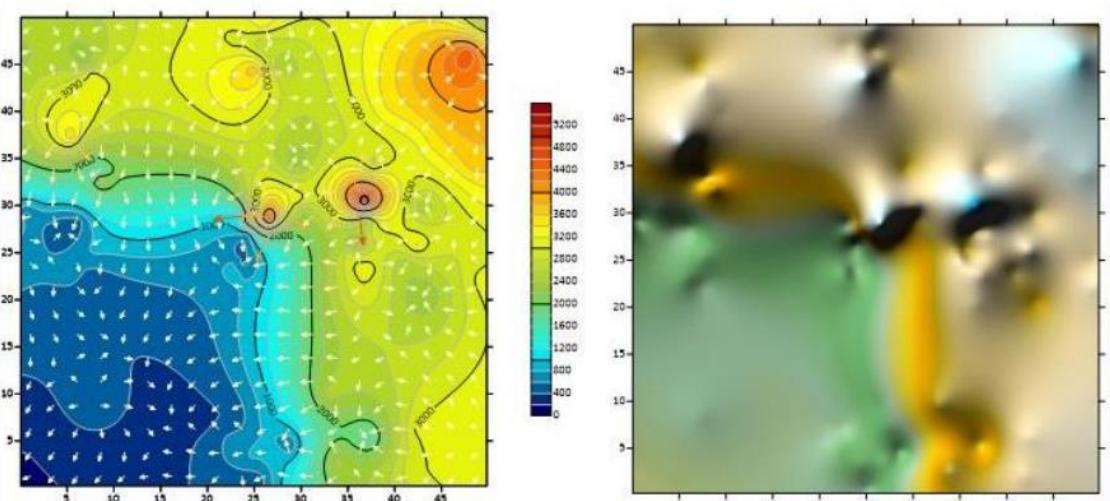
Pada simulasi zona 5 terdapat beberapa kontur curam atau kontur berpuncak yang relative lebih tinggi dibanding dengan kontur zona 4. Sehingga zona ini juga masih belum direkomendasikan sebagai jalur pipa gas atau pipa optik.



Gambar 10. Simulasi pemodelan kontur, arah arus dan kontur 3D data Sampel pada Zona 5

### 3.6. Hasil simulasi data ke enam dengan data X, data Y pada Zona 6

Pada simulasi kontur dengan data zona 6 di atas terlihat banyak macam kontur permukaan dari yang curam sampai berpuncak runcing, ini menyebabkan arah arus juga sangat berfariasi.



Gambar 11. Simulasi pemodelan kontur, arah arus dan kontur 3D data Sampel pada Zona 6

Tabel 3. Kriteria Instalasi Bawah Laut

No.	Kriteria	Deskripsi
1.	Wujud fisik bangunan kontruksi bawah laut.	a. Struktur keras. b. Struktur lunak.
2.	Kontruksi berada di atas/bawah permukaan bawah laut secara menetap.	a. Mengapung di permukaan laut. b. Berada di kolom air. c. Berada di bawah dasar laut.
3.	Konsep kontruksi bawah laut.	a. Menempel atau tidak menempel

		pada daratan.
	b.	Memiliki fungsi tertentu.
4.	Persyaratan teknis pendirian dan penempatan bangunan laut.	a. Memiliki rencana konsep pendirian penempatan. b. Menyusun studi kelayakan teknis. c. Menyusun rencana detail. d. Menggunakan bahan pelapis anti teritip yang ramah lingkungan. e. Memiliki sistem sanitasi. f. Memiliki sistem pengolahan limbah rumah tangga. g. Memiliki jalan pelantar. h. Memiliki persyaratan teknis lain yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan bangunan gedung
5.	Pada lokasi tertentu pembangunan instalasi pipa bawah air dan kabel bawah air dapat dilakukan tanpa harus dilakukan pemendaman setelah dilakukan kajian penilaian risiko (risk assesment) antara lain	a. Dasar perairan yang keras (batu atau karang). b. Persilangan (crossing) dengan instalasi eksisting. c. Pengaruh terhadap daya hantar d. Daerah lain sesuai dengan ketentuan peraturan perundang undangan.

Sumber: Hasil Direktorat Jasa Kelautan

## 4. Kesimpulan

### 4.1. Kesimpulan

Dari pengolahan data sampel diatas dapat terlihat beberapa kontur permukaan terlihat runcing dan lereng curam pada zona 1 sampe zona 6. Sebagai dasar kontruksi bawah laut seperti pemasangan pipa gas atau pipa kabel optik maka gambar yang cocok dan lebih direkomendasikan adalah gambar simulasi pada zona 4 dimana pada zona tersebut cenderung lebih rata dan arah arus cenderung searah tidak terlalu banyak pusaran. Berdasarkan kriteria dan deskripsi yang ada bawah untuk menentukan rencana kontruksi bawah laut diperlukan daerah yang smooth dan cenderung datar, menghindari sudut kemiringan yang tajam serta lapisan sedimen yang cenderung keras (mixed corals, stiff) atau semi keras (silty, silty clay).

Data SBP koridor A-B didapatkan Lapisan keras berisi koral, pecahan cangkang dan kerikil (ketebalan 2,5 m pada unit A-1 dan ketebalan 2,5 – 7m) dan lapisan pasir kasar keras sampai padat dan pasir halus (ketebalan 7-10 m ).

Data SBP koridor C-D didapatkan Lapisan campuran pasir kasar dan pasir halus yang mengandung fragmen cangkang (ketebalan 2,5 m pada unit A-1 dan 2,5-7 m pada unit A-2) dan lapisan pasir kasar yang keras sampai padat, pasir halus dan lumpur (unit B ketebalan 7-10 m )

### 4.2. Saran

Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan. Salah satunya adalah diperlukan ketelitian yang lebih dalam mulai dari proses perencanaan terdiri dari penentuan lokasi survey, pembuatan koridor survey, menentukan peralatan akustik kelautan apa saja yang diperlukan sampai jenis dan ukuran kapal yang di gunakan, proses akuisisi data menyiapkan personel yang kompetibel, peralatan akustik kelautan serta software yang sesuai, pada proses pengolahan diharapkan agar setiap post prosesng setiap rawdata dari setiap alat agar disesuaikan dengan SOP pengolahan data agar hasil yang didapat lebih akurat dan meminimalisasi kesalahan. Ketepatan membaca gambar dan keakuratan peralatan untuk pengambilan data.

## **Daftar Pustaka**

- Septina Anggiani. Pengolahan data oseanografi dengan surfer 10.0 dan odv 4.0 Surya, Yohanes Sam. 2008. Surfer8.<http://www.gis4u.net> [26 November2013]
- International Hydrographic Organization (IHO) Standard for Hydrographic Surveys, Special Publication No.44 (SP.44), 5th Edition, February 2008
- Alba, J. L. and Audibert, J. M. E. (1999). "Pile design in calcareous and carbonaceous granular materials: a historical overview", Second International Conference Engineering on for Calcareous Sediments, Bahrain
- American Petroleum Institute (2000). "Recommended practice for planning, designing, and constructing fixed offshore platforms-working stress design", API Recommended Practice 2A-WSD (RP 2A-WSD), (21<sup>st</sup> ed.). API, Washington, D.C
- Anderson, D. G. and Stokoe, K. H. (1978). "Shear modulus: a time-dependent soil property", Dynamic Geotechnical Testing, ASTM STP 654, American Society for Testing and Materials, pp. 66-90.
- Angemeer, J., Carlson, E. D., and Klick, J. H. (1973). "Techniques and results of offshore pile load testing in calcareous soils", Proceedings, Fifth Offshore Technology Conference, Houston, Vol. 2, pp. 677-692
- Bogard, J. D. and Matlock, H. (1990). "Application of model pile tests to axial pile design", Proceedings, Twenty-Second Annual Offshore Technology Conference, Houston, Paper No. 6376
- Coyle, H. M. and Gibson, G. C. (1970). "Empirical damping constants for sands and clays". Journal, Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 96, No. SM3, pp. 949-965.
- Cox, W. R. and Reese, L. C. (1976). "Pullout tests of grouted piles in stiff", Proceedings, Eighth Offshore Technology Conference, OTC 2473, Houston, Vol. 2, pp. 539-551
- Datta, M., Gulhati, S. K., and Rao, G. V. (1980). "An appraisal of the existing practice of determining the axial load capacity of deep penetration piles in calcareous sands", Proceedings, Twelfth Offshore Technology Conference, Houston, Vol. 4, pp. 119-130