

# Studi Perencanaan Alur Pelayaran Optimal Berdasarkan Hasil Pemodelan *Software* SMS-8.1 di Kolong Bandoeng, Belitung Timur

ALDILA PUTRI SYAMSUDIN, YATI MULIATI, FACHRUL M

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung  
Email: aldilaputri.27@gmail.com

## ABSTRAK

*Rencana pengembangan daerah pariwisata di Kolong (Danau) Bandoeng Kabupaten Belitung Timur menggunakan kapal rencana yaitu kapal Yacht 473 GT. Alur pelayaran yang menghubungkan Laut Serdang dan Kolong Bandoeng memiliki dimensi yang sempit tidak memungkinkan kapal rencana untuk berlayar, sehingga dibutuhkan dimensi alur pelayaran baru sebagai prasarana penghubung antara Kolong Bandoeng dan Laut Serdang. Analisis dilakukan pada dua alur rencana berdasarkan hasil perhitungan dimensi alur dan pemodelan arus serta sedimentasi menggunakan software SMS 8.1. Hasil analisis didapatkan lebar alur lurus sebesar 64 m dan membelok 81 m, radius sebesar 433 m dengan  $\alpha > 35^\circ$  dan kedalaman alur sebesar -5 m. Kecepatan arus pada alur lurus 0,075 m/s lebih besar dibandingkan pada alur membelok 0,067 m/s. Sebaran sedimen pada alur lurus lebih besar dibandingkan alur membelok, dengan sedimentasi yang sama sebesar 0,0075 m-0,009 m per 15 hari. Alur membelok dipilih sebagai alur pelayaran optimal (1.800 m). Volume pengerukan sebesar 159,019 m<sup>3</sup>.*

**Kata kunci:** alur pelayaran, kecepatan arus, sedimentasi, SMS 8.1.

## ABSTRACT

*Plan of tourism area development in Kolong (Lake) Bandoeng, East Belitung as using Yacht 473 GT. The narrow wide of navigation channel between sea Serdang and Kolong Bandoeng cause the ship is impossible to sail. Hence it we need to determine the dimation of new navigation channel, so it can be used for the yacht. Analysis was made for two navigation channel based on the product of channel dimension and current modeling along with sedimentation using SMS 8.1 software. The result shows that the width of straight channel is 64 m and curving 81 m, the radius is 433 m with  $\alpha > 35^\circ$  and the depth of channel is -5 m. The current velocity of straight channel is 0.075 m/s bigger than on curving channel 0.067 m/s. Sedimentation spread on straight channel is bigger than on curving channel with same number of sedimentation 0.0075 m-0.009 m every 15 days. Curving channel selected as the optimal navigation channel (1,800 m). The dregging volume is 159.019 m<sup>3</sup>.*

**Keywords:** navigation channel, current velocity, sedimentation, SMS 8.1.

## 1. PENDAHULUAN

Pemerintah Kabupaten Belitung Timur merencanakan pengembangan area wisata Kolong Bandoeng sebagai tempat wisata bahari. Kapal *yacht* 473 GT direncanakan sebagai sarana pariwisata tersebut. Alur pelayaran yang menghubungkan laut Serdang menuju Kolong Bandoeng saat ini tidak memungkinkan kapal *yacht* 473 GT untuk berlayar, karena lebar alur tersebut terlalu kecil dan kedalaman alur terlalu dangkal serta penuh dengan sedimentasi yang berasal dari Laut Serdang. Perencanaan dimensi dan alur pelayaran baru merupakan solusi yang tepat untuk memudahkan kapal rencana berlayar masuk ke Kolong Bandoeng. Alur pelayaran baru yaitu berupa pembuatan beberapa alternatif alur pelayaran, lalu dipilih alur pelayaran yang optimal. Hal-hal yang harus ditinjau dalam memilih alur pelayaran yang optimal yaitu kemudahan kapal *yacht* 473 GT berlayar dan bermanuver masuk ke area Kolong Bandoeng dan menganalisis arus serta sedimentasi terkecil dari arah muara yang terjadi pada beberapa alternatif alur tersebut. Arus dan sedimentasi perlu di analisis menggunakan bantuan *software*. Salah satu *software* yang dimaksud adalah *Surface Water Modelling System* (SMS) 8.1. *Software* tersebut yang akan memodelkan hidrodinamika berupa arus dan sedimentasi yang terjadi pada alternatif alur yang telah direncanakan, sehingga setelah dianalisis dapat dipilih alur pelayaran optimal yang digunakan untuk area pariwisata Kolong Bandoeng tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alur Pelayaran

Alur Pelayaran di laut adalah perairan yang dari segi kedalaman, lebar dan bebas hambatan pelayaran lainnya dianggap aman dan selamat untuk dilayari kapal angkutan laut (Peraturan Menteri Perhubungan No. 68 Tahun 2011). Alur pelayaran digunakan untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ke kolam pelabuhan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan karakteristik alur masuk ke pelabuhan adalah keadaan *traffic* kapal, keadaan geografi dan meteorologi di daerah alur, sifat-sifat fisik dan variasi dasa saluran, fasilitas-fasilitas atau bantuan-bantuan yang diberikan pada pelayaran, karakteristik maksimum kapal-kapal yang menggunakan pelabuhan, kondisi pasang surut, arus dan gelombang (Triatmodjo, Bambang, 2010).

### 2.2 Kedalaman Alur

Kedalaman alur yang diperlukan dihitung melalui **Persamaan 1** berikut:

$$d_{alur} = \text{Loaded draft} + \text{Squat} + \text{Pitching \& Rolling} + \text{Trim} + \text{Density Change} + \text{Empirical Factor} \quad \dots (1)$$

### 2.3 Lebar Alur

Lebar alur yang dihitung pada perencanaan alur ini sesuai dengan Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi, Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Departement Perhubungan, Tahun 2006. Lebar alur lurus, dengan pemanfaatan alur rencana dua jalur, alur relatif panjang dan kondisi alur kapal jarang berpapasan (frekuensi lalu lintas kapal relatif sedikit) dapat dihitung melalui **Persamaan 2**. Lebar alur melengkung, dengan pemanfaatan alur rencana dua jalur dan kondisi alur kapal jarang berpapasan dapat dihitung melalui **Persamaan 3** berikut:

$$\text{Lebar alur lurus} = 4B + 30 \quad \dots (2)$$

$$\text{Lebar alur melengkung} = 6B + 30 \quad \dots (3)$$

dengan:

$B$  = lebar kapal (m)

## 2.4 Radius Alur

Hasil dari penggambaran posisi alur didapat  $\alpha_A = 85^\circ$  dan  $\alpha_B = 64^\circ$  seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**, untuk  $\alpha > 35^\circ$  radius alur dapat dihitung melalui **Persamaan 4** berikut (Muliati, 2016):

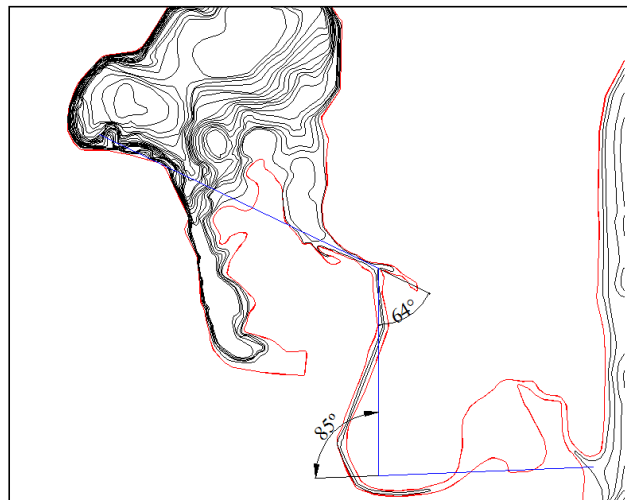
$$R = 10 L_{OA} \quad \dots (4)$$

dengan:

$R$  = radius alur (m)

$L_{OA}$  = panjang kapal (m)

$\alpha$  = sudut belokan ( $^\circ$ )



**Gambar 1.** Nilai  $\alpha$  yang dibuat untuk alur pelayaran membelok (Sumber: Hasil survei dan analisis data hidro-oseanografi, 2013)

## 2.5 Volume Pengerukan

Perhitungan volume pengerukan dapat dihitung melalui **Persamaan 5** berikut:

$$\text{Volume Pengerukan} = \frac{((A \text{ STA awal}) + (A \text{ STA selanjutnya})) \times \text{Jarak}}{2} \quad \dots (5)$$

dengan:

$A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

## 2.6 Pemodelan Arus dan Sedimentasi

Pemodelan hidrodinamika berupa arus dan sedimentasi dapat dilakukan menggunakan beberapa *software* seperti MIKE 21 dan SMS. Penelitian ini melakukan pemodelan aktifitas hidrodinamika berupa arus dan sedimentasi menggunakan *software* *Surface Water Modelling System* (SMS) 8.1. SMS yaitu program pemodelan hidrodinamika yang dapat menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran untuk suatu masalah aliran pada perairan dangkal dan dapat mendukung pemodelan kondisi aliran langgeng (*steady flow*) maupun aliran tidak

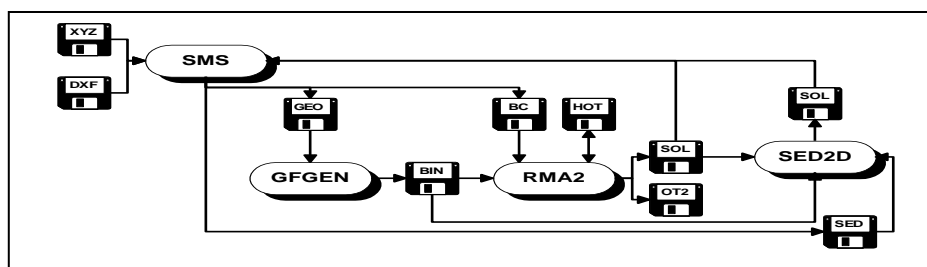
langgeng (*unsteady flow*). SMS ini terdiri dari beberapa modul pemodelan sesuai dengan fungsinya masing-masing contohnya seperti GFGEN, RMA-2 dan SED-2D.

GFGEN (*Geometri File Generation*) adalah program untuk membuat geometri dan *file mesh* elemen hingga untuk menjadi masukan sistem pemodelan SMS. Program ini melakukan pemeriksaan rutin *mesh* dan menyusun kembali *mesh*. Program GFGEN hanya membutuhkan *file* geometri ASCII sebagai input. RMA-2 (*Resources Management Associates-2*) adalah program inti dari SMS. RMA-2 adalah program elemen hingga dua dimensi untuk menyelesaikan masalah hidrodinamika. RMA-2 dapat digunakan untuk menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran pada titik-titik node dalam suatu *mesh* elemen hingga yang mewakili badan air daerah studi, seperti sungai, kolam, estuari atau pelabuhan. SED-2D adalah program pemodelan numerik 2-dimensi, yang dirata-ratakan dalam arah vertikal (kedalaman), untuk mensimulasi proses transportasi sedimen dalam saluran terbuka, seperti sungai, estuari dan perairan teluk. SED-2D dapat memprediksi dengan cukup akurat untuk pergerakan sedimen yang berupa pasir maupun lempung pada kondisi aliran langgeng maupun tak langgeng dengan asumsi kecepatan dan arah aliran dapat dianggap seragam pada seluruh kedalaman.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Deskripsi Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan menghitung dimensi kebutuhan alur pelayaran untuk kapal rencana, lalu dibuat alur pelayaran baru pada peta batimetri kemudian dilakukan pemodelan menggunakan sebuah *software* yang bernama SMS (*Surface Water Modelling System*) 8.1 menggunakan tiga buah modul. Modul pertama yaitu GFGEN dengan *boundary condition* berupa peta batimetri dan topografi. Modul kedua yaitu RMA-2 dengan *boundary condition* berupa data pasang surut jam-jaman selama 15 hari. Modul RMA-2 telah berhasil di running lalu masuk modul selanjutnya yaitu SED2D dengan *boundary condition* berupa data TSS (*Total Suspended Solid*) dengan satuan kg/m<sup>3</sup>. Dari hasil pemodelan ini dapat dilihat hasilnya berupa kondisi arus dan sedimentasi pada alur rencana. Tahapan penggunaan *software* ini dapat dilihat pada **Gambar 2** untuk mendapatkan *output* arus dan sedimentasi yang terjadi diantara 2 alur rencana.



**Gambar 2.** Diagram alir penggunaan *software* SMS untuk *output* berupa sedimentasi (Sumber: Panduan simulasi SMS RMA-2 dan SED2D)

### 4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

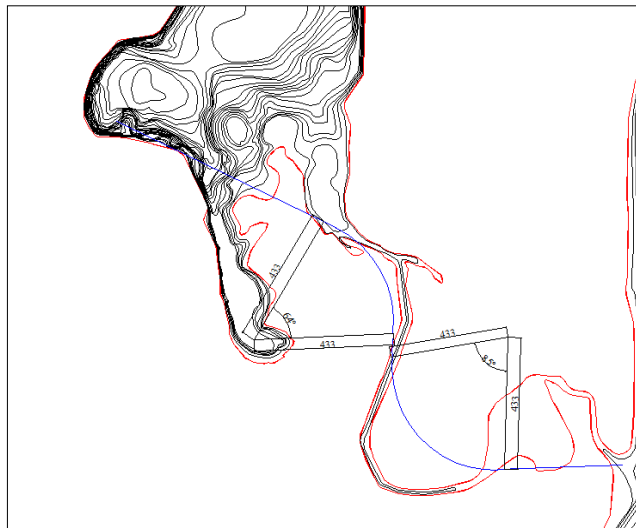
#### 4.1 Dimensi Alur

Dimensi alur sangat diperlukan dalam pembuatan alur pelayaran baru. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan dimensi alur yaitu data spesifikasi kapal rencana. Kapal yang ingin digunakan pada pengembangan pariwisata di Kolong Bandoeng oleh pemerintah Kabupaten

Belitung Timur adalah kapal yacht 473 GT dengan spesifikasi sebagai berikut (<http://www.burgerboat.com/files/general>):

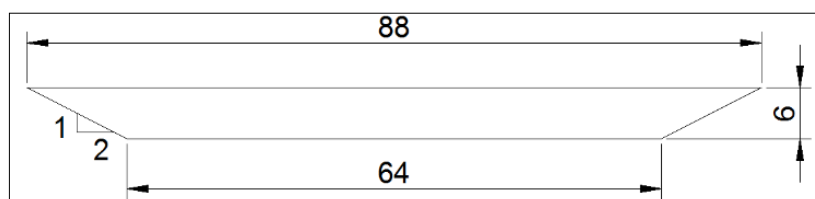
- *Length Overall* : 142' 00" (43.3m)
- *Beam* : 28' 00" (8.5m)
- *Draft (Full Load)* : 7' 06" (2.3m)
- *Gross Tonnage* : 473 GT ITC
- *Main Engines* : CAT 3412 E, 1000 BHP x 2
- *Maximum Speed* : 14.5 knots
- *Cruise Speed* : 14 knots

Dimensi alur pelayaran yang perlu dihitung yaitu lebar alur, radius alur dan kedalaman alur yang diperlukan. Lebar alur dihitung sesuai dengan Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi, Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Departement Perhubungan, Tahun 2006. Lebar alur lurus dengan pemanfaatan alur rencana dua jalur dan alur relatif panjang serta kondisi alur kapal jarang berpapasan (frekuensi lalu lintas kapal relatif sedikit) sebesar 64 m. Lebar alur dengan pemanfaatan alur rencana dua jalur dan alur melengkung serta kondisi alur kapal jarang berpapasan sebesar 81 m. Radius alur melengkung untuk  $\alpha > 35^\circ$  sebesar 433 m seperti yang terlihat pada **Gambar 3**.

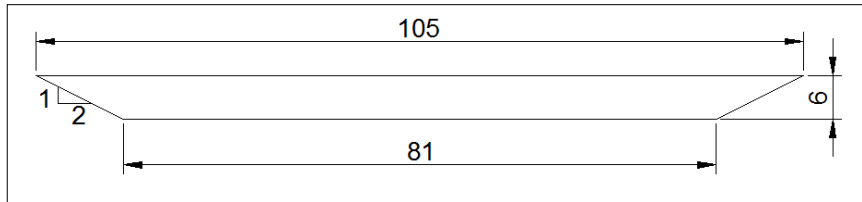


**Gambar 3. Hasil lengkungan alur berdasarkan radius (Sumber: Hasil survei dan analisis data hidro-oseanografi, 2013)**

Kedalaman Alur kedalaman alur dihitung mulai dari titik 0,0 m yaitu pada saat kondisi LLWL. Berdasarkan perhitungan, didapat kedalaman alur sebesar -4,5 m  $\approx$  -5 m dari LLWL. Potongan penampang melintang alur lurus dengan perbandingan kemiringan 1:2 seperti terlihat pada **Gambar 4**. Potongan penampang melintang alur melengkung dengan perbandingan kemiringan 1:2 seperti terlihat pada **Gambar 5**.



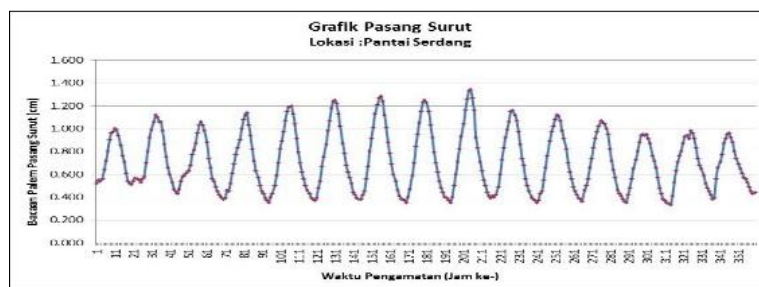
**Gambar 4. Daerah penampang potongan melintang alur lurus**



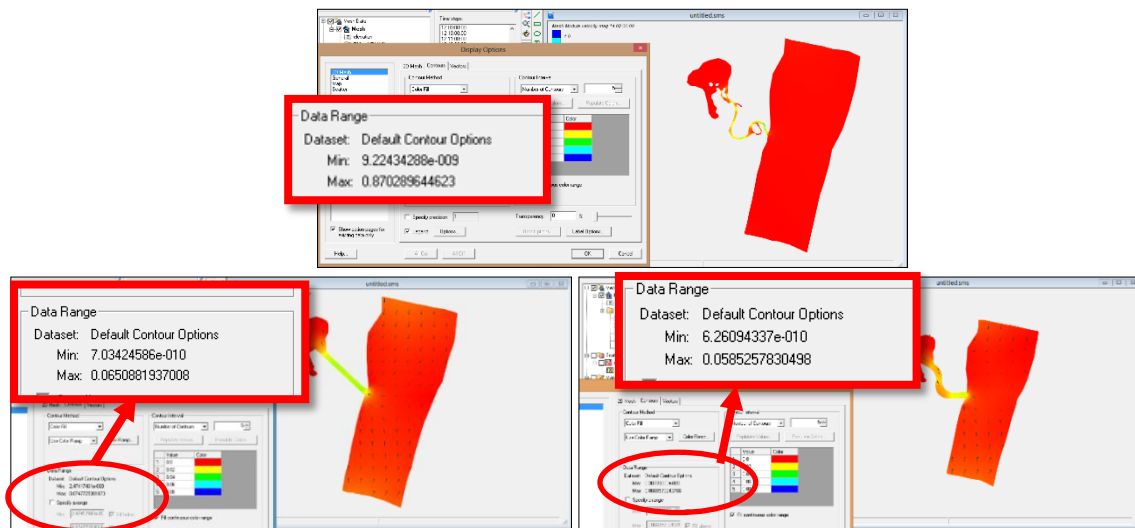
Gambar 5. Daerah penampang potongan melintang alur melengkung

#### 4.2 Pemodelan Arus

Pemodelan arus ini menggunakan modul RMA 2 dengan kondisi batas berupa peta topografi dan bathimetri serta data pasang surut jam-jaman 15 hari. Grafik pasang surut di lokasi rencana dapat dilihat pada **Gambar 6**. Hasil pemodelan RMA 2 berupa arus yang terjadi pada alur eksisting, alur lurus dan membelok dapat dilihat pada **Gambar 7**.

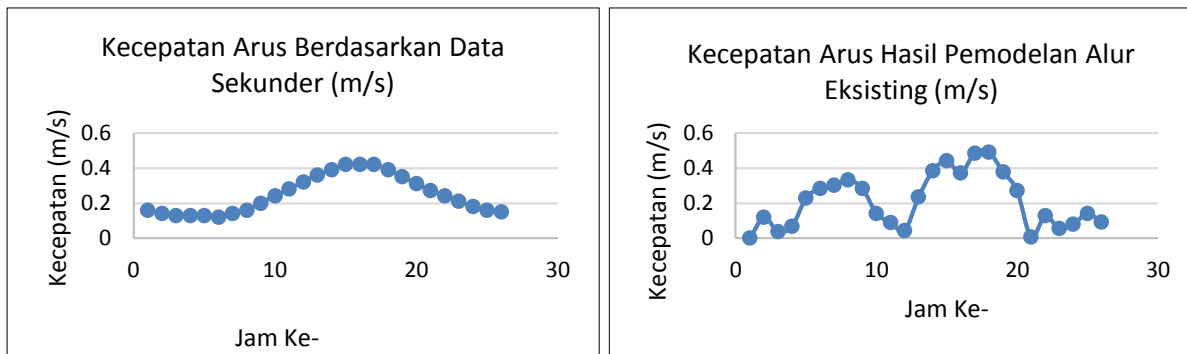


Gambar 6. Grafik pasang surut lokasi rencana



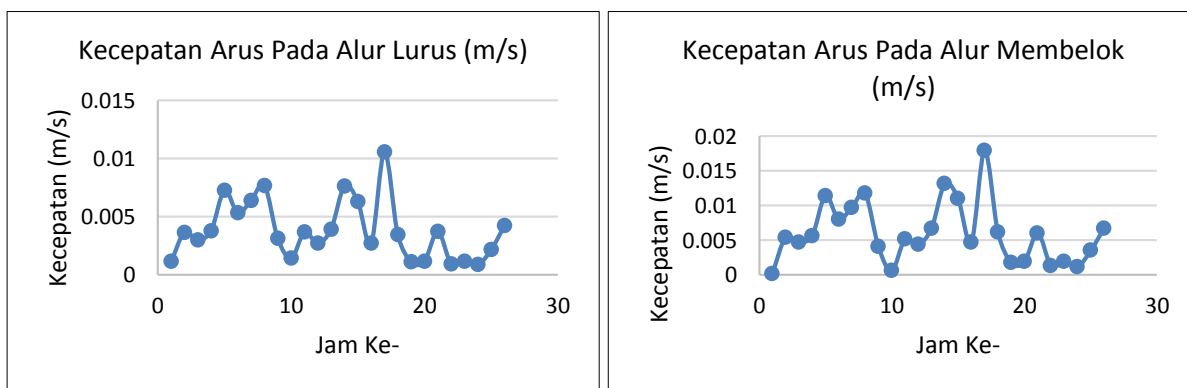
Gambar 7. Hasil *running* RMA 2 alur lurus dan alur membelok

Dilakukan kalibrasi kecepatan arus data sekunder dan kecepatan arus hasil pemodelan alur eksisting menggunakan *software* SMS 8.1 pada titik pengamatan arus yang sama selama 26 jam seperti yang terlihat pada **Gambar 8**. Kecepatan arus maksimum sebesar 0,43 m/s dan kecepatan arus minimum sebesar 0,12 m/s berdasarkan data sekunder berupa hasil pengamatan menggunakan *current meter*. Kecepatan arus maksimum sebesar 0,48 m/s dan kecepatan arus minimum sebesar 0,00 m/s berdasarkan hasil pemodelan alur eksisting. Kecepatan arus maksimum dan minimum tidak memiliki perbedaan yang besar, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan alur eksisting sudah sesuai dengan hasil pengamatan lapangan menggunakan *current meter*.



**Gambar 8. Grafik kecepatan arus berdasarkan data sekunder dan berdasarkan hasil pemodelan menggunakan SMS 8.1 pada alur eksisting**

Hasil pemodelan alur pelayaran rencana yang terlihat pada **Gambar 9** digunakan sebagai salah satu faktor pemilihan alur pelayaran terpilih. Kecepatan arus pada alur-alur rencana jauh lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan arus eksisting dikarenakan dimensi alur rencana lebih besar dibandingkan dengan dimensi alur eksisting. Kecepatan maksimal arus pada alur lurus = 0,075 m/s sedangkan kecepatan maksimal arus pada alur membelok = 0,068 m/s.



**Gambar 9. Grafik kecepatan arus berdasarkan hasil pemodelan pada alur rencana**

### 4.3 Pemodelan Sedimentasi

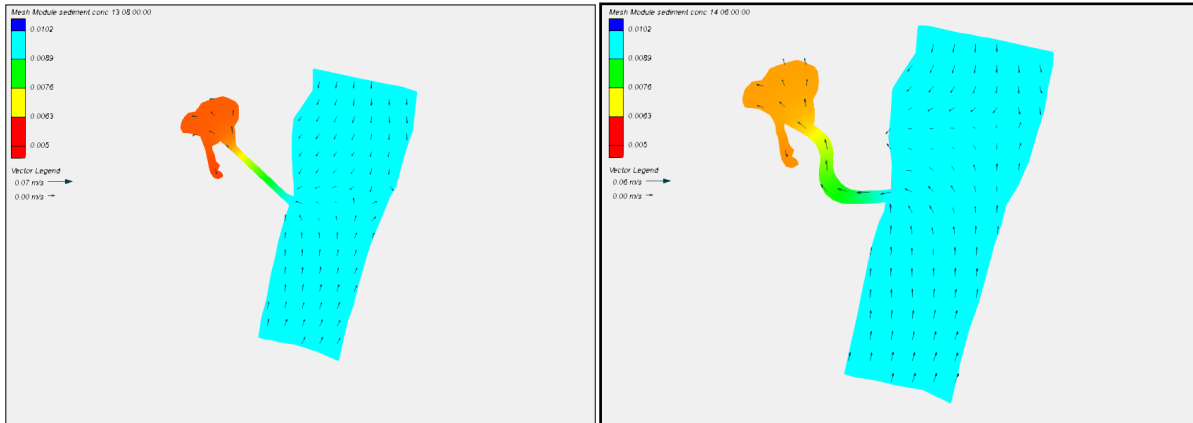
Setelah menyelesaikan pemodelan arus menggunakan modul RMA 2, pemodelan sedimentasi menggunakan modul SED2D bisa dilakukan. Kondisi batas untuk pemodelan sedimentasi yaitu data besaran nilai konsentrasi sedimen layang atau nilai TSS (*Total Suspended Soil*) ( $\text{kg/m}^3$ ) yang disajikan pada **Tabel 1** hasil uji laboratorium di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.

**Tabel 1. Hasil Analisis Laboratorium untuk Sebaran Fraksi Sedimen Layang di Kawasan Kolong Bandoeng**

No.	Kode Sample	Satuan	Metode Analisis	Hasil Analisis (TSS)
1	MV			9
2	Kolong	mg/l	SMEWW 2540-D	76
3	Laut			9

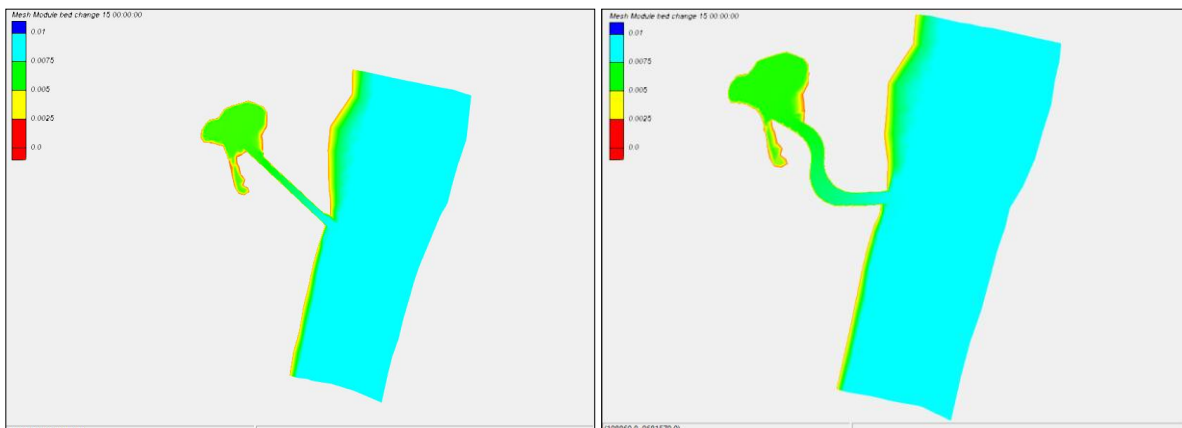
Besaran nilai TSS di laut sebesar 9 mg/l. *Boundary condition* pada modul SED2D digunakan satuan  $\text{kg/m}^3$ , maka nilai konsentrasi sedimen layang di laut =  $9 \times 10^{-9} \text{ kg/m}^3$ . Saat

pemodelan menggunakan nilai konsentrasi sesuai data yang ada, tidak terjadi pergerakan dan penumpukan sedimen yang tidak sesuai dengan keadaan di lapangan. Keadaan di lapangan menggambarkan terjadinya sedimentasi yang hampir menutupi alur di muara. Berdasarkan tinjauan tersebut, diperlukan pemodelan pendekatan menggunakan asumsi nilai konsentrasi sedimen agar hasil sedimentasi bisa mendekati keadaan asli di lapangan. Asumsi nilai konsentrasi sedimen layang yang digunakan sebesar  $0,01 \text{ kg/m}^3$ . Hasil pemodelan menggunakan modul SED2D setelah di *running* dapat dilihat pada **Gambar 10**.



**Gambar 10.** Hasil *running* modul SED2D alur rencana

Hasil *bed change* yang terlihat pada **Gambar 11** pada hari ke-15 ketebalan maksimal sedimentasi dari arah muara di alur lurus dan membelok berkisar  $0,0075 \text{ m}$ - $0,009 \text{ m}$ . Alur lurus terlihat lebih banyak terjadi sedimentasi dibandingkan dengan alur membelok.



**Gambar 11.** Hasil *bed change* alur rencana

#### 4.4 Pemilihan Alur

Pemilihan alur pelayaran ditinjau dari beberapa aspek seperti yang terlihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Faktor Penilaian Pemilihan Alur Pelayaran Optimal**

Faktor Penilaian	Alur Lurus	Alur Membelok
Teknis Alur Pelayaran	Manuver Kapal lebih Mudah	Manuver Kapal Lebih Sulit
Arus (m/s)	0,075	0,068
Sebaran Sedimentasi Dari Arah Muara	Lebih Luas	Lebih Sempit



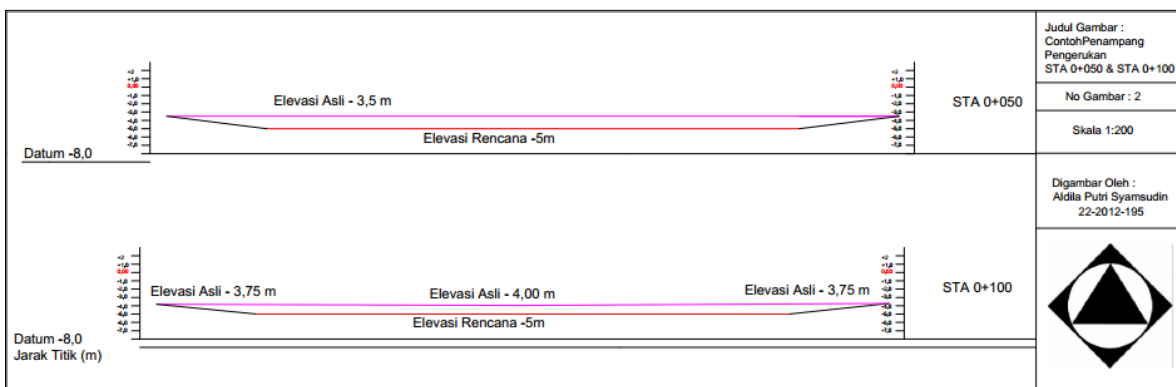
Ditinjau dari hasil penilaian diatas dapat disimpulkan bahwa alur yang dipilih adalah alur pelayaran membelok.

#### 4.5 Volume Pengerukan

Volume pengerukan yang dihitung adalah volume pengerukan alur pelayaran yang terpilih yaitu alur pelayaran membelok dengan perhitungan luas area penampang setiap jarak 50 m, dari STA 0+000–STA 1+800 seperti yang terlihat pada **Gambar 12**. Total volume pengerukan sebesar 159,019 m<sup>3</sup>. Contoh penampang pengerukan dapat dilihat pada **Gambar 13**.



**Gambar 12.** *Layout* alur pelayaran terpilih



**Gambar 13.** Contoh penampang pengerukan

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan seluruh rangkaian pembahasan, analisis dan pemodelan, kesimpulan yang dapat diambil adalah lebar alur lurus sebesar 64 m dan lebar alur membelok sebesar 81 m. Radius alur sebesar 10  $L_{OA} = 433$  m, dengan  $\alpha_A = 64^\circ$  dan  $\alpha_B = 85^\circ$ . Kedalaman alur dihitung mulai dari titik 0,0 m yaitu pada saat kondisi LLWL sebesar -5 m. Dari hasil *running* SMS-8.1 menggunakan modul RMA 2 arus berasal dari laut dan kecepatan arus pada alur yang lurus (0,075 m/s) lebih besar dibanding dengan alur membelok (0,068 m/s). Hasil kalibrasi antara arus berdasarkan pengamatan di lapangan dan pemodelan alur eksisting menggunakan SMS 8.1 sudah sesuai. Sedimentasi maksimal dari arah muara yang terjadi antara alur lurus dan membelok sama yaitu 0,0075 m-0,009 m per 15 hari. Sebaran sedimentasi dari arah muara terlihat lebih besar pada alur lurus dibandingkan dengan pada alur membelok. Arah datang sedimen berasal dari arah datangnya arus. Alur optimal yang dipilih yaitu alur membelok sepanjang 1.800 m. Volume pengerukan pada alur membelok sebesar 159,019 m<sup>3</sup>.

Saran dari hasil penelitian ini yaitu dapat ditinjau ulang pemodelan arus dan sedimentasi pada masing-masing alur menggunakan *software* lain seperti MIKE 21 dengan mempertimbangkan faktor gelombang, karena pemodelan arus pada alur menggunakan SMS 8.1 hanya dapat menginput data pasang surut jam-jaman dan tidak dapat menginput data gelombang karena modul gelombang berbeda dengan modul arus dan sedimentasi. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis pembuatan *revetment* berupa *jetty* untuk menghindari terjadinya sedimentasi yang datang dari arah datangnya arus. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai fasilitas laut untuk kapal *Yacht* 437 GT dan fasilitas darat untuk pelabuhan pariwisata.

## DAFTAR RUJUKAN

- Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Departemen Perhubungan. (2006). *Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Kramadibrata, S. (2010). *Rekayasa Pelabuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Laboratorium Mekanika Tanah. (2013). Hasil Analisis Sedimen Layang. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Muliati, Y. (2016). *Buku Ajar Rekayasa Pelabuhan*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Peraturan Menteri Perhubungan No. 68. (2011). *Alur Pelayaran Laut*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Hasil Survei dan Analisis Data Hidro-Oseanografi. (2013). Bandung: PT Intimulya Multikencana.
- Spesifikasi Kapal Yacht 473 GT. (2016). Diambil dari <http://www.burgerboat.com/files/general>. Diunduh tanggal (18 Maret 2016).
- Triatmodjo, B. (2010). *Rekayasa Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.