

# Pemodelan Arus Pasang Surut Dan Sedimen Melayang Muara Krueng Langsa

Salim<sup>1</sup>, Meilandy Purwandito<sup>2</sup>, Faiz Isma<sup>3</sup>

Prodi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl. Meurande, Langsa

Email : [salim.gayo27a@gmail.com](mailto:salim.gayo27a@gmail.com)<sup>1</sup>

Prodi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl. Meurande, Langsa

Email : [meilandy@unsam.ac.id](mailto:meilandy@unsam.ac.id)<sup>2</sup>

Prodi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl. Meurande, Langsa

Email : [faizisma.ts@unsam.ac.id](mailto:faizisma.ts@unsam.ac.id)<sup>3</sup>

*Abstract*– Estuary is a flow chart of the estuary which is influenced by the tides of sea water. Not a few estuaries are vital objects, especially in terms of economic development both on a local and international scale. Estuary Krueng Langsa is a potential estuary, with a strategic geographical location making it an alternative to the port of Belawan in the export-import trade of goods. Global climate change and unbalanced exploration causes many problems in the constituent components of the estuary, such as the problem of Rob floods, salt water intrusion and sediment. This study aims to determine the state of the estuary components such as: bathymetry, currents, tides, temperature, salinity and sediment at each point of review of Estuary Krueng Langsa every hour. From the research, it was found that the relationship between bathymetry, tides, currents, temperature, salinity and sediment levels drifted in the form of a model. It can be concluded that the rise and fall of sea water affects the characteristics of the Krueng Langsa estuary as far as 16 km from the mouth of the estuary. The depth of water is influenced by the main component of tidal solar ( $S_2$ ), moon ( $M_{bulan}$ ), and generator ( $M_4$ ). sea or vice versa. This of course makes the values of temperature, salinity and sediment content not linear at each point and hour. From the sediment calculation, the maximum sediment content is 99.99 mg / dm<sup>3</sup>.

**Keywords:** estuary, bathymetry, currents, tides, temperature, salinity, sediment

*Abstrak*–Estuari merupakan bagian aliran muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Tidak sedikit estuari yang menjadi objek vital terutama dalam hal pengembangan ekonomi baik dalam skala lokal maupun internasional. Muara Krueng Langsa merupakan Muara yang potensial, dengan letak geografis yang strategis menjadikannya sebagai alternatif dari pelabuhan Belawan dalam perdagangan ekspor-impor barang. Perubahan iklim global dan eksplorasi yang tidak seimbang menyebabkan banyaknya permasalahan pada komponen-komponen penyusun estuarinya seperti masalah banjir Rob, intrusi air asin dan sedimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan komponen estuaris seperti: bathimetri, arus, pasang surut, temperatur, salinitas dan sedimen di setiap titik tinjauan Muara Krueng Langsa pada setiap jamnya. dari penelitian diperoleh hubungan antara bathimetri, pasang surut, arus, temperatur, salinitas dan kadar sedimen melayang dalam bentuk sebuah pemodelan. Didapat kesimpulan kenaikan pasang dan surut air laut mempengaruhi karakteristik Muara Krueng Langsa sejauh 16 km dari mulut muara. Kedalaman air yang dipengaruhi oleh komponen utama pasang surut matahari ( $S_2$ ), bulan ( $M_2$ ), dan pembangkit ( $M_4$ ), estuari tidak hanya dipengaruhi oleh air laut ada juga pengaruh debit air sungai sehingga terjadinya perpindahan molekul air baik dari hulu sungai menuju laut atau sebaliknya. Hal ini tentu membuat nilai dari temperatur, salinitas dan kadar sedimen menjadi tidak *linear* pada setiap titik dan jamnya. Dari perhitungan sedimen diperoleh kadar sedimen maksimum sebesar 99,99 mg/dm<sup>3</sup>.

**Kata kunci:** estuari, bathimetri, arus, pasang surut, temperatur, salinitas, sedimen

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Muara merupakan bagian hilir sungai yang bercampur langsung dengan air laut dan karakteristiknya sangat mempengaruhi ekosistem, transportasi dan ekonomi disekitar muara tersebut. sedangkan yang kita ketahui

Muara Kuala Langsa selain dijadikan tempat objek wisata dengan hutan bakawnya yang sangat memiliki peran penting, Muara Kuala Langsa juga sebagai transportasi warga setempat, pertanian dan pertambakan.

### 1.2. Rumusan Masalah.

Adapun rumusan masalah yang terdapat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pasang surut terhadap kedalaman dan arus Krueng Langsa
2. Bagaimana pengaruh pasang surut terhadap sedimen melayang Krueng Langsa

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berikut ini terdapat beberapa tujuan dari penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Menganalisa perubahan kedalaman aliran dan lebar estuari pasang surut di muara krueng Langsa
2. Menganalisa arus estuari akibat pasang surut di muara Krueng Langsa
3. Menganalisa sebaran suhu dan salinitas di estuari Krueng Langsa
4. Menganalisa kandungan sedimen layang di estuari Krueng Langsa

### **1.4. Batasan Masalah**

Penelitian ini juga dibatasi beberapa permasalahan sebagai berikut ini:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada Muara krueng Langsa.
2. Data yang diambil sesuai dengan pengamatan dan pengukuran dilapangan.
3. Penelitian tidak melihat kondisi bencana estuari krueng langsa

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini tentu kita menginginkan manfaat bagi penulis dan

pembaca adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi sumber informasi terbaru tentang keadaan dan karakteristik muara krueng Langsa.
2. penelitian ini diharapkan mampu menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
3. Semoga mendapat pengetahuan baru tentang muara Kota Kangsa.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Muara**

Muara merupakan tempat bercampurnya air sungai dan air laut, adapun permasalahan di muara dapat ditinjau pada mulut sungai dan estuarinya. Yang dimana mulut sungai adalah bagian hilir dari muara sungai yang langsung bertemu dengan laut, sedangkan estuari adalah bagian dari sungai yang di pengaruhi oleh pasang surut.

### **2.2. Model**

Model adalah rencana, representasi atau deskripsi yang menjelaskan suatu objek, sistem, atau konsep, yang seringkali berupa penyederhanaan atau idealisasi.

### **2.3. Batimetri**

Batimetri merupakan kegiatan pengumpulan data kedalaman dasar muara dengan metode pengindraan dari permukaan dasar perairan. unsur utama pembuatan

batimetri ialah dengan cara mengukur jarak dan kedalaman.

Teori dasar dalam pemodelan ini juga dilakukan berdasarkan konsep dan deskripsi dari Hardisty (2007). Langkah pertama dalam pemodelan adalah menghitung bathimetri estuari dengan persamaan eksponensial sebagai berikut:

$$W_x = W_0 e^{-a\left(\frac{x}{L}\right)}$$

$$\text{dan } D_x = D_0 e^{-b\left(\frac{x}{L}\right)}$$

Dimana:

$W_x$  = lebar estuari di titik x (m).

$W_0$  = lebar estuari tepat di mulut muara (m).

$D_x$  = kedalaman estuari di titik x (m)

$D_0$  = kedalaman estuari tepat di mulut muara (m).

x = jarak titik dari mulut muara (m).

L = panjang estuari (m).

a = koefisien lebar muara, dan

b = koefisien kedalaman muara

#### 2.4. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari.

Berikut ini adalah komponen pasang surut akibat gaya Tarik bulanan matahari

untuk tipe pasang surut *Semidiurnal/Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*: (Surimiharja, 1997).

$$\text{HAT} = \text{LAT} + 2(AK_1 + AO_1 + AS_2 + AM_2)$$

$$\text{MHWS} = \text{LAT} + 2(AS_2 + AM_2) + AK_1 + AO_1$$

$$\text{MHWN} = \text{LAT} + 2AM_2 + AK_1 + AO_1$$

MSL

$$\text{MLWN} = \text{LAT} + 2AS_2 + AK_1 + AO_1$$

$$\text{MLWS} = \text{LAT} + AK_1 + AO_1$$

$$\text{LAT} = \text{MSL} - AK_1 - AO_1 - AS_2 - AM_2$$

Tipe pasang surut estuari Krueng Langsa dengan bilangan formzal: (Hardisty, 2007).

$$F = \frac{AK_1 + AO_1}{AM_2 + AS_2}$$

Dimana:

F = bilangan formzal

$AO_1$  = amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

$AK_1$  = amplitudo komponen pasang surut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

$AM_1$  = amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

$AS_1$  = amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik

matahari.

Selanjutnya model pasang surut berdasarkan fungsi sinus berikut ini: (Hardisty, 2007).

$$h_{S2}(t) = A_{S2} \sin\left(\frac{2\pi t}{T_{S2}}\right)$$

Dan

$$h_{M2}(t) = A_{M2} \sin\left(\frac{2\pi t}{T_{M2}}\right)$$

Kedalaman air yang sebenarnya tiap waktu  $h(t)$  adalah penjumlahan numerik dari kedalaman yang sesuai dengan datum  $DT$ .

$$h(t) = h_{S2}(t) + h_{M2}(t) + DT$$

*Overtide* ini biasanya muncul di perairan dangkal dan amplitudo  $M_4$  yang di berikan adalah:

$$AM_4 = \frac{3 \times A_{M2}^2}{4lTh} = \frac{3 \times A_{M2}^2}{4hT\sqrt{gh}}$$

Dimana:

$h(t)$  = ketinggian air total dalam  $t$  jam (m)

$A_{S2}$  = amplitudo pasang surut pengaruh gaya tarik matahari (m)

$T_{S2}$  = periode pasang surut akibat matahari dan bulan (12jam)

$2\pi$  = sudut rotasi bulan terhadap bumi dan bumi terhadap matahari

$A_{M2}$  = amplitudo pasang surut pengaruh gaya tarik bulan (m)

$T_{M2}$  = periode pasang surut akibat bulan (12,42 jam)

$A_{M4}$  = amplitudo pasang surut *lunar quarter-diurnal* (m)

$T_{M4}$  = periode pasang surut akibat *lunar quarter-diurnal* (6,21 jam) dan

$DT$  = kedalaman air  $Dx$  (m)

$g$  = percepatan gravitasi (9,81  $m/m/s^2$ )

## 2.5. Arus

Arus laut adalah gerakan massa air laut yang berpindah dari satu tempat ketempat lain. Arus di permukaan laut terutama disebabkan oleh tiupan angin, sedangkan arus di kedalaman disebabkan oleh perbedaan densitas massa air laut. Selain itu, arus di permukaan laut dapat juga disebabkan oleh pasang surut air laut atau gelombang.

Bercampurnya air laut dan sungai menyebabkan adanya penggabungan antara arus sungai dan air laut. Arus estuari diekspresikan dalam persamaan sebagai berikut.

$$U_{(x,t)} = \frac{\int_{x=X}^{x=L} Wx \Delta ht \, dx}{WxDx} - \frac{Q}{WxDx}$$

Dimana:

$U_{(x,t)}$  = arus estuari pada penampang  $x$  dan waktu  $t$  (m/detik)

$\Delta ht$  = perbedaan kedalaman air setiap jam (m/s)

$Q$  = debit sungai ( $M^3$ /detik)

Suhu adalah ukuran energi gerakan molekul di samudra, suhu bervariasi secara horizontal sesuai garis lintang dan juga secara vertikal sesuai dengan kedalaman. Suhu di estuari bervariasi dari pada di perairan dekat pantai, hal ini sebagian karena biasanya di estuari volume air lebih kecil sedangkan luas permukaan lebih besar.

Untuk menghitung temperatur menggunakan distribusi gaussian untuk model suhu dan salinitas diperairan estuari adalah sebagai berikut: (Hardisty, 2007).

- a. Apabila suhu sungai ( $T_R$ ) > suhu laut ( $T_S$ ) menggunakan persamaan:

$$T(x) = (T_S - T_R) \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right] + T_R$$

Apabila suhu laut ( $T_S$ ) > suhu sungai ( $T_R$ ) menggunakan persamaan:

$$T(x) = (T_R - T_S) \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right] + T_S$$

Dimana:

$T(x)$  = suhu estuari pada jarak x meter dari mulut muara ( $^{\circ}\text{C}$ ),

$T_S$  = suhu air laut ( $^{\circ}\text{C}$ ),

$T_R$  = suhu air sungai ( $^{\circ}\text{C}$ ),

x = jarak titik dari mulut muara (m)

$\sigma$  = variasi.

Salinitas diperairan estuari juga hasil dari distribusi gaussian sebagai berikut:

$$C(X) = \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right]$$

Dimana:

S(x) = salinitas pada jarak x meter dari mulut muara ( $^{\circ}/\text{oo}$ )

A = kadar garam ( $^{\circ}/\text{oo}$ )

Untuk proses model konsentrasi partikel tersebut akibat perubahan pasang surut di perairan estuari menggunakan persamaan sebagai berikut: (Hardisty, 2007)

$$C(t) = \left(\frac{C-C_B}{2}\right) \left(1 + \cos\left(\frac{2Pt}{6.21}\right)\right) + C_B$$

Dengan;

$$C_{max} = \frac{M}{S_P W_S} \left(\frac{u_m^2}{u_{cr}^2} - 1\right) + C_B$$

Untuk kecepatan arus pasang surut ( $U_m$ ) dengan persamaan:

$$U_m = \frac{0,15(2(A_{M2}+A_{S2})x \text{ Vol.Upstream})}{3600W_x D_x}$$

Serta kecepatan ambang keritis yang menyebabkan partikel bergerak yang berada di dasar estuari:

$$U_{100CR} = 10,5d^{0,37}$$

Persamaan endapan pada dasar saluran, secara sederhana ditulis oleh (Lumborg, 2002; Hardisty, 2007) sebagai berikut:

$$D_p = S_p W_S \bar{C}$$

Dengan:

$\bar{C}$  = Konsentrasi partikel sedimen kedalaman rata-rata ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )

$C(t)$  = Konsentrasi sedimen tiap waktu pasang surut ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )

$C_B$  = Konsentrasi sedimen dari uji laboratorium ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )

$C$  = Konsentrasi maksimum di estuari dari uji laboratorium

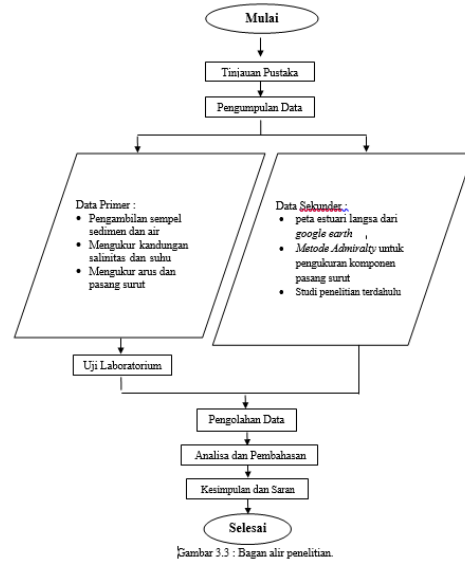
$S_p$  = parameter suspensi yang tergantung pada tipe estuari

$u_{cr}$  = arus ambang keritis

$U_m$  = kecepatan arus pasang surut, *maximum flow* (m/det)

Vol. Upsteam= jarak antara titik dikali  $W_x$  ( $\text{m}^3 \cdot 10^6$ )

### 3. METODE PENELITIAN



### 4. PENGOLAHAN DATA

Pengolahan data dan hasil dari Pemodelan Arus Pasang Surut yang dibuat dengan menggunakan Microseft Excel, dan karena data yang di peroleh dari lapangan tidak semuanya dapat di gunakan secara langsung, beberapa data ada yang harus diolah terlebih dahulu baik dengan uji laboraterium ataupun metode pengolahan yang akan digunakan tahap analisa data.

#### 4.1. Batimetri

Untuk survei bathimetri memerlukan bantuan citra satlit *google earth* supaya ketika mengambil garis lurus pengukuran harus tegak lurus dengan aliran sungai dan diyakini dengan cara ini lebih akurat di banding lapangan. Tabel 4.1 merupakan hasil pengukuran bathimetri pada setiap titik penelitian:

Tabel 4.1 Hasil pengukuran kedalaman dan lebar estuari

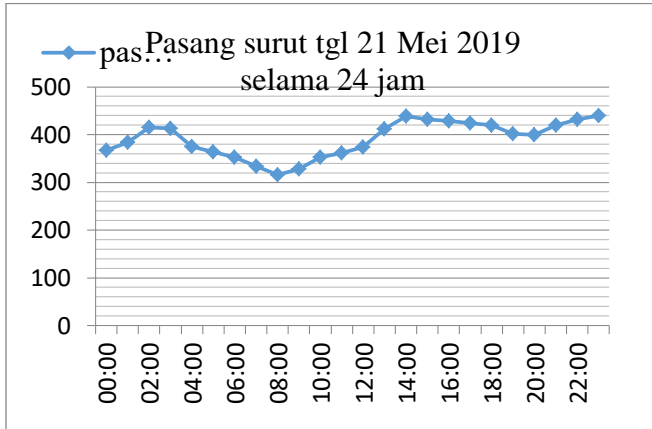
Titik	Lebar (m)	Kedalaman (m)
A	1369	7,254
B	1002	9,092
C	573	7,913
D	456	11,620
E	317	20,033
F	284	17,763
G	383	9,703
H	220	17,579
I	325	9,296
J	295	23,383
K	231	8,363
L	197	3,683
M	94	3,292
N	76	2,316
O	57	2,263
P	45	1,954
Q	24	1,836

## 4.2. Pasang Surut

Dari pengamatan selama 15 hari dilapangan pasang surut pada muara Krueng Langsa dalam 1 hari terdapat setiap 6 jam sekali pasang dan 6 jam surut maka dalam 1 hari terdapat 2 kali pasang dan 2 kali surut. Adapun tujuan pengolahan data pasang surut untuk mendapatkan nilai komponen amplitudo utama matahari dan komponen amplitudo utama bulan.

Tabel 4.2 Komponen Pasang Surut Muara Krueng Langsa

Komponen PasangSurut	Amplituodo PasangSurut(cm)
<i>AM2</i>	30.91
<i>AS2</i>	18.44
<i>AN2</i>	19.45
<i>AK1</i>	8.35
<i>AO1</i>	14.46
<i>AK2</i>	13.00
<i>AP1</i>	15.00
BilangnFormzall(F)	$F = (AO1 + AK1) / (AM2 + AS2)$ $= 22.81 / 49.35 = 0.462$



Gambar 4.3 Grafik pengamatan pasang surut selama 24 jam.

Pada gambar ini diketahui:

High Water Level (HWL) = 440 cm

Low Water Level (LWL) = 316 cm

MSL =  $440 - 316 : 2 = 62$  cm

Tunggang Pasut =  $440 - 316 = 124$  cm

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di Muara Krueng Langsa pasang surut berfluktuasi sebagaimana perairan di Indonesia. Pasang tertinggi (HWL) di peroleh pada pukul 23:00 WIB yaitu 440 cm sedangkan surutnya yang terendah (LWL) pada pukul 08:00 WIB yaitu 316 cm dan nilai MSL dari kedua perbandingan tersebut ialah 62 cm serta tunggang pasutnya adalah 124 cm. Muara Krueng Langsa juga memiliki Debit normal sebesar 16 m<sup>3</sup>/det, untuk Temperatur dan Salinitas pada air laut di Muara Krueng Langsa, Temperatur 30°C dan salinitas air laut 32 ‰.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada Tugas Akhir yang berjudul “Pemodelan Arus Pasang Surut dan Sedimen Melayang Muara Krueng Langsa” adalah:

1. Dari analisa perubahan kedalaman (*depth*) dan lebar (*width*). Terdapat nilai maksimum dan nilai minimum pada setiap titiknya di Muara Krueng Langsa, untuk nilai lebar maksimumnya 1.369,0 m sedangkan nilai minimumnya 271,3 m. dan untuk kedalaman juga mempunyai nilai maksimum 7,3 m sedangkan nilai minimumnya 1,7 m.
2. Analisa arus pasang surut berdasarkan waktu pada setiap titik yang berbeda mendapatkan nilai maksimal sebesar 1,960 m/det, dan juga memiliki memiliki arus pasang surut minimum 0,622 m/det.
3. Analisa *Temperature* dan *Salinit* juga memiliki nilai maksimum dan minimum pada setiap waktu dan pada setiap titik yang berbeda, adapun nilai maksimum dari *temperatur* 28,39°C sedangkan nilai minimumnya 27,06 °C, dan, untuk analisa *salinity* memiliki nilai maksimum 38,0‰, sedangkan nilai minimumnya 22,4‰.
4. Berdasarkan dari analisa kandungan sedimen pada muara krueng Langsa menghasilkan nilai maksimum pada setiap



titik berdasarkan waktunya 99,99 mg/dm<sup>3</sup>, dan nilai minimum setiap titik berdasarkan waktunya 57,51 mg/dm<sup>3</sup>.

## 5.2. Saran

Saran untuk hasil Tugas Akhir yang berjudul “Pemodelan Arus Pasang Surut dan Sedimen Melayang di Muara Krueng Langsa” adalah:

1. Hasil pemodelan ini dapat digunakan sebagai media pengontrolan karakteristik sebuah estuari, akan lebih baik lagi jika data *input* yang dilakukan pengamatan lebih dari 15 hari.
2. Untuk penyelesaian masalah Banjir Rob (banjir pasang surut), pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengukuran terhadap tinggi daratan di lokasi kejadian.

*Publishing*. Swanton Street, Calton. Doi: 10.1002/9780470750889.

Hayatama, dkk. (1996) *Tidal Currents in The Indonesia Seas and Their Effektion Transport and Mixing*.

Isma, Faiz.(2010), *Studi Karakteristik Muara Sungai Belawan Sumatra Utara*, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.

Mihardja. Dkk. (1994) *Pasang Surut Laut*, Institut Teknologi Bandung.

*Nelson et al.*Purba. (2006) *Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai Rokan Provinsi Riau, Indonesia*.

Rahmat riski.(2009), *Analisa Pasang Surut*(Analisis Pasang Surut).

Triatmodjo, B.(1999) *Teknik Pantai Pelabuhan*, Beta Offset, Yongyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

Ali. M. Dkk. (1994) *Pasang Surut Laut*. Institut Teknologi Bandung. Bandung

Anonim. (2012) *Definisi Arus Laut*. <http://kasmatyusufgeo10.blogspot.com>.

Bayu.T.W (2014) *Karakteristik Pasang Surut Laut di Indonesia*.Jurnal.big.go.id

Dhika Swandana dan A. Perwira Mulia Tarigan (2016) *Pemodelan Arus Pasang Surut dan Sedimen Melayang di Muara Sungai Belawan*, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.

Hardisty, J. (2007) *Estuaries Mentoring and Modeling the Physical System*, Blackwell