

# PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP PROFIL ALIRAN MUARA SUNGAI KRUENG BARO

Kurniati, Abdullah Irwansyah, Irham, Rosalina  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280 Buketrata-Lhokseumawe, Indonesia  
e\_mail : kurniati@pnl.ac.id

*Abstrak — Krueng Baro merupakan salah satu sungai yang berada di wilayah Aceh, khususnya Kabupaten Aceh Pidie. Sungai Krueng Baro merupakan sungai yang banyak digunakan untuk keperluan pertanian. Sebagai sungai yang berpotensi dan melintasi kota serta pemukiman penduduk, maka perlu diketahui bentuk profil alirannya. Profil aliran ini digunakan untuk membantu menyelesaikan persoalan design di lapangan. Pada daerah muara, profil aliran yang terjadi sangat dipengaruhi adanya pasang surut. Pasang surut yang terjadi dapat menyebabkan tinggi air maksimum dan juga menyebabkan turunnya permukaan air. Profil aliran dihitung dengan menggunakan metode tahapan langsung. Pengolahan data pasang surut ini mencapai ketinggian rata-rata ( $H_0$ ) adalah 1,5 m. Hasil data perhitungan dengan tahapan langsung, menunjukkan profil aliran mengikuti aliran dengan polynomial orde 6 dengan R mendekati 0,997. Garis Energi yang terbentuk dipengaruhi oleh pasang surut yang terjadi. Aliran akan menjadi normal ketika, aliran sungai tidak mendapat gaya dorong dari aliran pasang surut sejauh jarak 15 km dari garis pantai. Hasil perhitungan profil aliran ini menghasilkan pengempangan aliran air yang perlu perlindungan tanggul sungai disekitar daerah muara Krueng Baro, serta dapat dimanfaatkan untuk pengisi air pada bangunan sadap terdekat yaitu BAU 15.*

**Kata kunci :** Pasang Surut, Profil Aliran, Krueng Baro

*Abstract — Krueng Baro is one of the rivers in the Aceh region, especially Aceh Pidie Regency. Krueng Baro River is a river that is widely used for agricultural purposes. As a potential river and crossing the city and residential areas, it is necessary to know the shape of the flow profile. This flow profile is used to help solve design problems in the field. In the estuary area, the flow profile that occurs is strongly influenced by tides. The tides that occur can cause maximum water height and also cause a decrease in water level. Flow profiles are calculated using the direct step method. Processing of tidal data reaches an average height ( $H_0$ ) of 1.5 m. The results of the calculation data with direct steps, show the flow profile follows the flow with order 6 polynomial with R approaching 0.997. The Energy Line formed is influenced by the tides that occur. The flow will be normal when, the river flow does not get the thrust force from tidal flows as far as 15 km from the coastline. The results of this flow profile result in the flow of water that needs protection of river dikes around the Krueng Baro estuary, and can be used for water fillers the closest tapping building is BAU 15.*

**Keywords:** Tidal, Flow Profiles, Krueng Baro

## I. PENDAHULUAN

Krueng Baro merupakan sungai yang berada di Kabupaten Pidie. Krueng Baro ini merupakan bagian dari Daerah Irigasi Baro Raya. Daerah irigasi ini menggunakan sistem irigasi teknis. Krueng Baro ini bermuara di kota Sigli, yang terletak sangat dekat dengan daerah pantai. Ketinggian air Krueng Baro ini sangat terpengaruh dengan adanya pasang surut, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan pada sungai Krueng baro ini menyangkut tentang tentang profil aliran

Pada Sungai Krueng Baro ini tidak terdapat data pasang surut yang tercatat.

Sehingga guna pengembangan penggunaan pasang surut ini untuk keperluan perencanaan pengembangan kota.

Pasang surut terjadi karena adanya fluktuasi muka air karena akibat gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari.

Bulan dan bumi senantiasa bergerak mengikuti suatu lintasan secara teratur dan juga berputar dengan siklus yang tetap, maka gerakan air pasang surut terjadi dua kali dalam sehari dengan beda elevasi yang selalu berubah sesuai dengan posisi benda-benda angkasa tersebut.

Akibat pasang surut ini, pada Sungai Krueng Baro, kita juga dapat menentukan bentuk profil yang sesuai dengan kondisi aliran pada muara sungai tersebut. Profil aliran akibat pasang surut ini berubah lambat laun. Adapun Perhitungan profil aliran ini pada dasarnya meliputi penyelesaian persamaan dinamis dari aliran berubah lambat laun.

Perhitungan profil aliran berubah lambat laun (*gradually varied flow*) pada dasarnya meliputi penyelesaian persamaan dinamis dari aliran berubah lambat laun, dengan sasaran utama menentukan bentuk profil aliran, Bila digolongkan secara umum, ada tiga metode perhitungan, yakni metode integrasi grafis (*graphical integration method*), metode integrasi langsung (*direct integration method*) dan metode pentahapan (*step method*). Pada penelitian ini hanya menggunakan metode integrasi tahapan langsung. Perhitungan profil alirannya dengan menggunakan metode tahapan langsung.

#### Ruang Lingkup

Ruang lingkup pembahasan ini, terdiri dari:

1. Perhitungan pasang surut dengan Metode Admiralty.
2. Perhitungan profil aliran menggunakan Metode Tahapan Langsung

#### Maksud dan tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengkaji bentuk profil aliran pada muara Krueng Baro dengan menggunakan data pasang surut yang sdh diperpanjang. Profil aliran ini dapat dimanfaatkan untuk keperluan pengamanan muara sungai akibat pasang surut dan akibat terjadinya luapan air banjir. Pada tulisan ini hanya ditinjau karena pengaruh pasang surut pada saat kondisi normal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Pasang Surut

Menurut Bambang Triatmodjo (1999), pasang surut merupakan peristiwa alam yang terjadi adanya gaya tarik benda angkasa,

terutama bulan. Gaya tarik menarik antara bumi dan bulan tersebut menyebabkan bulan dan bumi berada dalam satu kesatuan, yang mengelilingi sumbu perputarannya masing-masing. Perputaran tersebut menyebabkan gaya sentrifugal dari benda-benda yang ada di bumi dan adanya gaya tarik bulan. Pembangkit pasang surut adalah resultan dari kedua gaya tersebut.

Pasang surut dapat terjadi satu kali atau dua kali dalam satu hari. Secara umum pasang surut dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)  
Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di Malaka sampai laut Andaman.
2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)  
Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode Pasang surutnya adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi diperairan selat Karimata .
3. Pasang surut campuran  
Pasang surut ini condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya beda. Pasang surut seperti ini banyak terjadi diperairan Indonesia Timur.
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*).

Pasang surut ini terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut ini terjadi di Selat Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah-ubah, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, yaitu:

1. Muka air tinggi (*high water level*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.

2. Muka air rendah (*low water level*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Air rendah terendah (*Lowest low water level*, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Pencatatan pasang surut merupakan data yang jarang sekali diperoleh untuk waktu yang lama. Pengamatan yang dilakukan selama 15 hari telah mencakup siklus pasang surut yang meliputi pasang purnama dan perbani. Pengamatan muka air dapat dilakukan dengan menggunakan alat otomatis (*automatic level recorder*) atau secara manual dengan menggunakan bak ukur dengan interval pengamatan setiap jamnya, siang dan malam.

Dari data pengamatan selama 15 hari atau 30 hari dapat ramalkan pasang surut untuk periode berikutnya dengan menggunakan metode Admiralty.

### Hitungan Pasang Surut

Hitungan pasang surut ini didasarkan pada theory "Harmonic Analysis" atau lebih dikenal dengan "Admiralty Method" yang dikembangkan oleh Doodson (1930), dikutip dari Makalah kursus singkat, Darmanto, 1988. Dalam teori ini dinyatakan bahwa gerakan pasang surut adalah gerakan vertical dari air laut yang terbentuk dari superposisi linier dari sejumlah gerakan yang harmonis dari pengaruh masing-masing benda angkasa terhadap lapisan air di bumi. Sehingga untuk masing-masing tempat pada periode tertentu dapat diperoleh gambaran karakteristik pasang surutnya.

### Metode Tahapan Langsung

Secara umum metode tahapan langsung dinyatakan dengan membagi saluran menjadi bagian-bagian saluran yang pendek, lalu menghitung secara bertahap dari satu ujung ke ujung saluran lainnya. Ada berbagai jenis metode tahapan ini. Beberapa metode tampaknya lebih baik dari pada yang lainnya ditinjau dari segi tertentu, tetapi belum ada satu metode yang dianggap paling baik untuk dipakai dalam setiap masalah. Metode tahapan langsung merupakan metode sederhana yang dipakai untuk saluran prismatic

$$So\Delta x + Y1 + \alpha1 \cdot \frac{V1^2}{2g}$$

$$\Delta x = \frac{E_2 - E_1}{S_o - S_f}$$

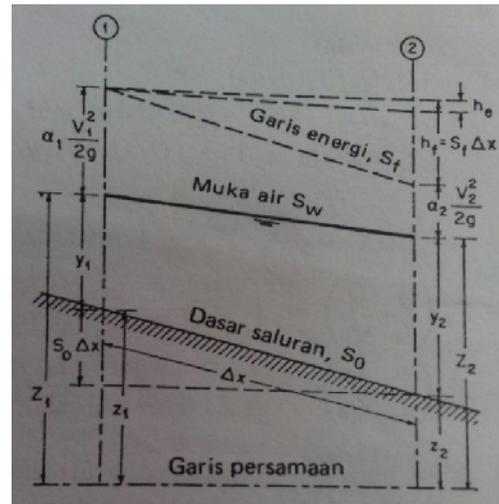
Dengan E energy spesifik, atau anggag

$$\alpha1 = \alpha2 = \alpha$$

$$E = Y + \alpha \frac{V^2}{2g}$$

Menurut Manning (1983), kemiringan gesek dinyatakan sebagai berikut :

$$S_f = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}}$$



Gambar 1 Penentuan Metode Tahapan

### Rumusan Masalah

Bagaimana bentuk profil aliran Krueng Baro, berdasarkan pengaruh pasang surut yang terjadi, sehingga dapat ditentukan tingkat pengamanan muara sungai.

### Tujuan dan Manfaat

Tujuan studi ini adalah mengkaji bentuk profil aliran karena adanya pengaruh pasang surut pada muara sungai Krueng Baro agar dapat digunakan untuk membantu mendesign pengamanan tebing sungai.

Manfaat studi ini adalah untuk mengkaji seberapa panjang pengaruh pasang surut terhadap tinggi air yang mengalami pengempangan. Profil aliran akan dapat digunakan untuk keperluan, pada daerah muara. Apalagi jika muara digunakan untuk pelabuhan dan sangat dekat dengan sisi kota serta pemukiman penduduk, seperti Kota Sigli. Profil ini juga dapat digunakan untuk menentukan tinggi tanggul banjir di sekitar Kota Sigli, sebagai pengaman banjir. Akan tetapi seharusnya kita menentukan besarnya debit banjir dulu agar hasilnya menjadi lebih sempurna. Hasil studi ini diharapkan akan dapat direkomendasikan kepada Instansi terkait.

### Ruang Lingkup dan Batasan Studi

Adapun batasan dan ruang lingkup penelitian

Ruang lingkup dan batasan studi ini meliputi;

1. Perhitungan pasang surut diambil dari penelitian penulis sebelumnya tentang "Pasang Surut Krueng Baro dengan admiralty"
2. Penulisan hanya meliputi tentang pemanfaatan data pasang surut tersebut untuk menentukan bentuk profil aliran di Krueng Baro pada daerah hilir sungai

### III. METODE PENELITIAN

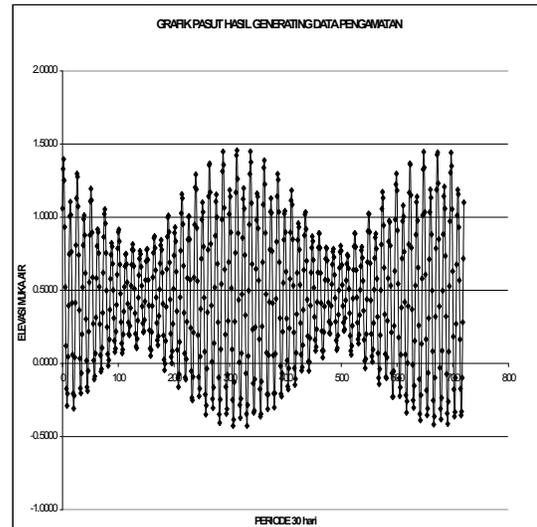
Metodologi yang dilakukan pada penulisan ini adalah;

1. Pengumpulan data pasang surut pada Krueng Baro.
2. Pengolahan data pasang surut dengan menggunakan admiralty, untuk perpanjangan data. Hal ini karena data yang diperoleh dari pengukuran pasang surut dilakukan 15 hari.
3. Dilakukan pengolahan data hasil perhitungan pasang surut untuk menentukan profil aliran dengan menggunakan metode tahapan langsung.

4. Hasil perhitungan dapat diketahui bentuk aliran yang terjadi dan panjangnya pengempangan yang terjadi.

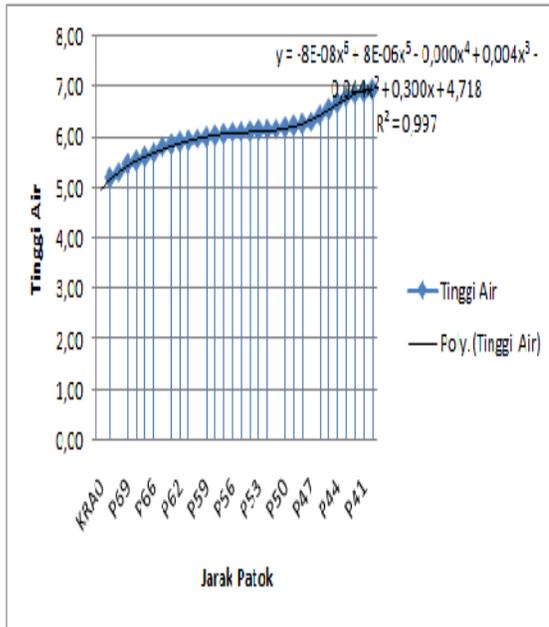
### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perpanjangan data pasang surut dengan metode Admiralty mampu membangkitkan data untuk waktu yang lebih panjang. Pada studi ini data dibangkitkan sampai 720 jam, yaitu selama 1 bulan (30 hari). Perhitungannya dilakukan hanya selama 15 hari, dimana telah tercakup waktu pasang perbani dan pasang

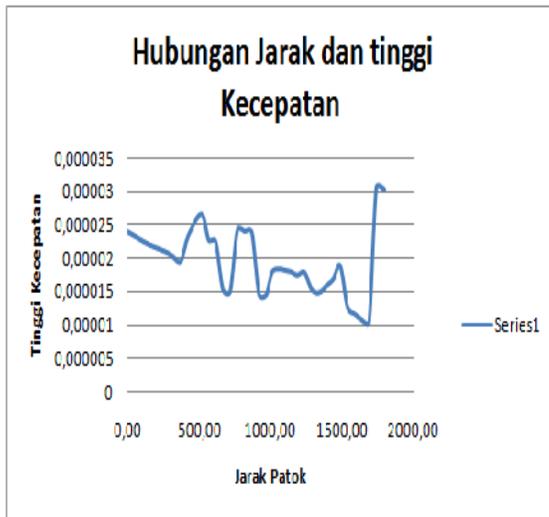


Gambar 2 Hasil perpanjangan data pengamatan selama 30 hari

Bentuk profil alirannya diperlihatkan pada gambar berikut ini



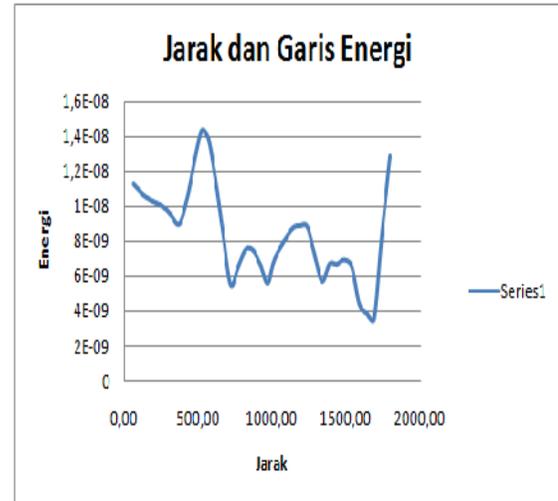
Gambar 3 hubungan jarak patok dan tinggi air



Gambar 4 hubungan jarakpatokdan tinggi kecepatan

purnama. Waktu pada perhitungan, meliputi 359 jam, karena untuk satu hari ada 24 jam. Penggambaran profil ditentukan berdasarkan perhitungan pengempangan air akibat pasang surut dilakukan dengan metode tahapan langsung  
 Persamaan yang dihasilkan adalah:

$$Y = -8E-08X^6 + 8E-06X^5 - 0,000x^4 + 0,004x^3 - 0,044 x^2 + 0,300x + 4,718 \text{ dan } R^2 = 0,997$$



Gambar 5 hubungan antararak dan garois energi

Hasil perhitungan menunjukkan adanya kenaikan muka air pada saat terjadi air pasang, yang mendorong air sejauh 10 km dari garis pantai. Pada perhitungan ini ditinjau hanya sampai jarak 1790 m. Jarak ini diambil karena pada sisi sungai tersebut, pada jarak tersebut terdapat bangunan sadap yang perlu dilindungi dan dapat digunakan untuk pengisian air ke areal persawahan disekitar lokasi tersebut. Pada perhitungan diketahui profil aliran memiliki bentuk profil kenaikan air yang standar dengan tingkat Rasio mendekati 1 yaitu :  $R^2 = 0,9997$ . Profil aliran ini juga dipengaruhi dari bentuk tampang dan kedalaman penampang sungai. Banyak factor yang harus ditinjau secara khusus untuk penggunaan sungai berdasarkan profil aliran yang disesuaikan dengan bentuk geometris penampangnya.

Pasang surut yang mempengaruhi profil aliran menunjukkan adanya perubahan yang signifikan dari tinggi energi dan tinggi kecepatan yang terjadi karena adanya gaya dorong dari pasang yang terjadi. Sebaliknya pada saat surut air akan kembali menjadi normal karena tidak mengalami penekanan dari air pasang.

Tinggi energy dan kecepatan dipengaruhi adanya pasang surut, sehingga aliran memiliki tenaga yang besar. Aliran disekitar muara memiliki besar energi yang tinggi dan tinggi kecepatan yang lambat laun makin besar. Ini juga dipengaruhi dari bentuk geometris dari penampang sungai. Sehingga aliranterlihat mengikuti bentuk dasar dari sungai tersebut.

## V. KESIMPULAN

Bentuk profil aliran yang terjadi dipengaruhi pasang dan surut dengan kondisi yang berubah akibat aliran pasang yang masuk ke muara Sungai Krueng Baro. Profil aliran juga dipengaruhi bentuk tampang geometris, sehingga tinggi kecepatan dan tinggi energy ikut berpengaruh

## DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T dkk, (1988), *Applied Hydrology*, Mc Graw-Hill International Editions
- Darmanto (1988), *Pasang Surut*, makalah pada kursus singkat” Hidrodinamika Sungai dan Estuari” PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Hardjoso Prodjopangarso (1986), *Perkuliahan Pengairan Pasang Surut* . Program S2 Jurusan Teknik Sipil FT-UGM
- Liu,W.C., Hsu,M.H., Wu,C.R., Wang, C.F. and Kuo, A.Y. (2004), *Modeling Salt Water Intrusi in Tanshui River Estuarine System – Case Study Contrasing Now and Then*, Journal Of Hydraulic Engineering © ASCE/ September 2004/ 849
- Mays, Larry W, and Koug Tung, Y. (1992), *Hydrosystems Engineering and Management*, Mc Graw-Hill, Inc
- Nash,Stephen G and Sofer, A. (1997), *Linear and Non Linear Programming*, The MC Graw-Hill Companies, Inc
- Ongkosongo, Otto S.R dan Suyarso (1989)., *Pasang surut*, kumpulan makalah kursus ASEAN- AUSTRALIA, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta
- Soemarto, C.D. (1995). *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga
- Triatmodjo, B. (1999), *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B, (1996), *Hidraulika I dan II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Windupranata,W, (2005), *Pemodelan Pasang Surut*, Jurnal Teknik Sipil Geodesi-Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.