

Laporan Penelitian

PERENCANAAN PELABUHAN DITINJAU DARI PASANG SURUT

Oleh

Ir. Salomo Simanjuntak, MT
Dosen Tetap Fakultas Teknik



**LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN
MEDAN
2009**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan anugerahNya sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.

Penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi. Peneliti menyadari bahwa dengan segala keterbatasannya laporan penelitian ini masih kurang dari sempurna. Dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan penelitian ini.

Penulis juga menyadari bahwa penelitian ini tanpa bantuan dari berbagai pihak, penelitian dan laporan penelitian ini tidak akan selesai sesuai dengan batas waktu yang telah ditentukan. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof.Dr.Ir. Hasan Sitorus sebagai Ketua Lembaga Penelitian UHN.
2. Bapak Ir. Humisar Sibarani, MS.Met sebagai Dekan FT UHN.
3. Badan Meteorologi dan Geofisika Sampali.
5. Serta pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan penelitian ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Medan, Februari 2009

Peneliti

ABSTRAK

Pelabuhan merupakan salah satu kompleks bangunan teknik yang dibuat sedemikian rupa sehingga kapal-kapal dapat berlabuh dengan aman terlindung dari gangguan luar seperti angin, arus, gelombang sehingga dapat membongkar muat barang-barang dan penumpang tanpa mengingat akan waktu atau keadaan dengan cepat dan aman atau dengan perkataan lain berfungsi dengan baik.

Salah satu kegagalan yang dapat menyebabkan pelabuhan/dermaga tidak dapat berfungsi dengan baik adalah tidak direncanakan berdasarkan pasang naik dan pasang surut, sehingga kapal tidak dapat bersandar dengan baik pada waktu berlabuh ke dermaga.

Permasalahan yang timbul adalah di lapangan tidak terdapat bangunan pemecah gelombang (break water) hal ini menyebabkan permukaan air laut tidak stabil, sehingga penulis mengalami kesulitan pada waktu mengumpulkan data-data yang otentik di lapangan. Akhirnya penulis mengambil suatu kesimpulan bahwa dermaga Kuala Enok hanya layak disinggahi kapal-kapal yang memiliki bobot sampai 30.000 DWT dengan kedalaman perairan minimal 9,00 m LWS.

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	i
Abstrak	ii
Daftar Isi	iii
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3. Perumusan Masalah Penelitian	2
BAB II Dasar Perencanaan Pelabuhan	3
2.1. Bagian-bagian Dari Pelabuhan	3
2.2. Letak dan Ukuran Bagian Pelabuhan	3
2.3. Beberapa Segi Oceano	4
2.3.1. Gelombang	4
2.3.2. Arus	5
2.3.3. Pasang Surut	6
BAB III Survey Hidro-Oceanografi Di Pelabuhan Kuala Enok	8
3.1. Pekerjaan Survey Hidro-Oceanografi/Bathi Metric	8
3.1.1. Pemerumahan atau Sounding	8
3.1.2. Pengamatan Pasang Surut	8
3.1.3. Pengukuran Arus	8
BAB IV Perencanaan Dermaga	10
4.1. Deskripsi Lokasi	10
4.2. Pasang Surut	11
4.2.1. Perhitungan Kedalaman Air (Ha)	14
4.2.2. Elevasi Atas Dermaga (EAD)	14
BAB V Kesimpulan	16
5.1. Kesimpulan	16
Daftar Pustaka	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Propinsi Riau terdiri dari beberapa kabupaten dan salah satunya adalah Indragiri Hilir dimana pelabuhan Kuala Enok berada. Secara Geografis Propinsi Riau terletak diantara $2^{\circ} 25'$ Lintang Utara dan $1^{\circ} 09'$ Lintang Selatan serta $100^{\circ} - 105^{\circ} 5'$ Bujur Timur $6^{\circ} 50'$ dan $1^{\circ} 45'$ Bujur Barat.

Adapun batas-batas daerahnya meliputi sebagai berikut: sebelah utara adalah selat Malaka dan Singapore, sebelah Timur adalah laut Cina Selatan, sebelah selatan adalah propinsi Jambi adalah sebelah barat propinsi Sumatera Barat dan propinsi Sumatera Utara

Propinsi Riau dengan ibukota Pekanbaru mempunyai luas wilayah 94.561 km^2 serta luas perairan 235.306 km^2 dengan jumlah penduduk berdasarkan hasil sensus penduduk terakhir sekitar $2.963.823$ jiwa, dengan kepadatan penduduk rata-rata 20 jiwa/ km^2 .

Potensi Hiterland pelabuhan Kuala Enok merupakan agro insustri yang kian hari kian meningkat seperti kelapa sawit, kopra/kelapa cacau, kau bubuk, produksi bungkil, karet dan lain-lain, termasuk juga hasil laut. Pelabuhan Kuala Enok merupakan salah satu pelabuhan pengeksport kelapa sawit untuk daerah Riau yang terbesar. Transportasi laut merupakan masalah yang vital dalam mendukung perekonomian suatu bangsa karena, dengan semakin meningkat/lengkapny sistem dari jaringan transportasi akan meningkatkan interaksi antara pelakunya yang pada kelanjutanya akan dapat meningkatkan perekonomian itu sendiri.

Pasang surut ditimbulkan karena adanya gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi. Yang mana ditinjau dari sudut matematika pasang surut ini adalah masalah yang sulit, guna untuk memecahkan masalah ini dibuat model dan pendekatan matematika yang menggunakan perkiraan-perkiraan. Oleh karena itu penelitian untuk pasang surut perlu dilakukan, sehingga hal yang tidak diinginkan dalam perencanaan suatu pelabuhan dapat dihindarkan atau ditetapkan sekecil mungkin.

1.2. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Ilmu pasang surut ini salah satu bagian dari Oceanografi. Oleh karenanya untuk melaksanakan suatu pembangunan pelabuhan dan bangunan-bangunan maritim maka beberapa dari pengetahuan segi-segi Oceanografi sangat penting.

Dengan demikian maksud dan tujuan penulisan adalah untuk mengetahui sampai dimana gerakan pasang surut memegang peranan di dalam perencanaan pelabuhan.

1.3. PERUMUSAN MASALAH PENELITIAN

Keadaan pantai sangat dipengaruhi oleh struktur pantai itu sendiri. Daerah-daerah pantai yang mempunyai kisaran pasang yang besar, dan terbuka terhadap pengaruh angin lebih cenderung mengalami perubahan yang cepat akibat kombinasi pengaruh pasang, gelombang dan arus daripada daerah pantai yang mempunyai kondisi sebaliknya.

Pantai dapat mengalami pertumbuhan dan kemunduran akibat pengaruh-pengaruh sifat fisik daripada laut itu sendiri, akan dapat mengakibatkan musnahnya penggunaan tanah di daerah tersebut, seperti tambak-tambak ikan, rumah-rumah penduduk dan pelabuhan.

BAB II

DASAR PERENCANAAN PELABUHAN

2.1. Bagian-bagian Dari Pelabuhan

Pada umumnya suatu pelabuhan besar dan lengkap akan mempunyai bagian antara lain:

1. Pintu Masuk dan Alur
2. Tempat Berlabuh
3. Tempat Tambat Kapal yang terdiri dari :
 - a. Dermaga
 - b. Dolphin (*Duckdalf*)
 - c. *Buoy* (*Pelabuhan Tambat*)
4. Daerah Pemutaran (*Turning Basin*)

2.2. Letak dan Ukuran Bagian Pelabuhan

Dengan telah ditentukannya bagian-bagian perencanaan selanjutnya yang diperlukan adalah situasi dan volume fisik dari pelabuhan tersebut antara lain adalah:

a. Letak Pelabuhan

Untuk merencanakan lokasi suatu pelabuhan adalah pada hakekatnya dipengaruhi beberapa hal mengingat akan fungsi dan tujuan dibuatnya pelabuhan tersebut. Jadi pada dasarnya pemilihan lokasi pelabuhan dapat ditinjau dari segi-segi geografis dan keadaan alam.

b. Daerah yang diperlukan

Daerah pelabuhan itu dibagi dalam:

- Daerah perairan pelabuhan adalah daerah perairan yang meliputi alur-alur, daerah perairan yang digunakan dalam pelabuhan antara lain untuk pemutaran kapal, tempat-tempat labuh dan tempat tambat.
- Daerah dataran pelabuhan; adalah bagian daratan dimana didirikan gudang-gudang, kantor-kantor, dan fasilitas pelabuhan. Penentuan luas daerah pelabuhan ini mempengaruhi pula perencanaan letak pelabuhan, karena kita harus memilih daerah yang cukup luas tersedia bagi pelabuhan serta kemungkinan lagi untuk perluasan di masa mendatang.

c. Muara dan Kedalaman Daerah Pelabuhan

Arah muara diusahakan agar arah muara sedemikian rupa sehingga kapal-kapal yang akan masuk dan keluar tidak dalam posisi tegak lurus dengan arah atau gelombang. Hal ini dimaksud agar kapal-kapal mudah dikemudikan.

2.3. Beberapa Segi Oceano

Oceanografi adalah ilmu yang mempelajari segala hal ihwal keadaan laut, oleh karenanya untuk pelaksanaan pelabuhan dan barang-barang maritim maka beberapa dari pengetahuan segi-segi oceanografi sangat penting.

Dari beberapa unsur oceanografi ada tiga unsur yang sangat penting dalam masalah perencanaan, adapun unsur ketiga tadi adalah :

1. Gelombang
2. Arus
3. Pasang surut

2.3.1. Gelombang

Gelombang air laut terjadi apabila keadaan setimpang di permukaan air tadi terganggu, yang disebabkan oleh akibat gerakan benda-benda di atas air, gempa bumi atau ledakan gunung di dasar laut, perbedaan pasang surut dan adanya angin yang bertiup di atas permukaan laut.

Penyelidikan mengenai gelombang ini penting bagi perencana pelabuhan dalam hubungannya untuk menentukan besar gaya yang ditimbulkan dari gelombang tersebut, yang mana diperlukan untuk perhitungan konstruksi pemecahan gelombang, lebar dan letak dari muara pelabuhan serta menentukan letak dari pemecahan gelombang dalam fungsinya untuk melindungi daerah pelabuhan.

Klasifikasi Gelombang

Telah diketahui keadaan dari perairan akan dipengaruhi bentuk dan sifat-sifat gelombang, maka menurut kedalaman perairan akan diadakan klarifikasi gelombang sebagai berikut :

1. Gelombang pada perairan dalam;

Dimana keadaan air mencapai $d = 0.5 L$, yang mana menurut SVERDRUP mempunyai karakteristik-karakteristik :

- Kecepatan pelimpahan $V = L/T$; adalah tergantung pada L , tidak tergantung pada kedalaman air (d)
- Gerakan-gerakan bagian air dalam bidang vertikal menurut lingkaran yang jari-jarinya mungkin menurun/mengecil ke bagian dalam, dan pada kedalaman $= \frac{1}{2} d$ maka gerakan gelombang ini tidak akan nampak lagi.

2. Gelombang pada perairan dangkal

Dimana kedalaman perairan $d < 0.5 L$, yang akan mempunyai karakteristik-karakteristik:

- Kecepatan pelimpahan RUMUS ; adalah tergantung pada kedalaman air d , dan tidak tergantung pada L .
- Gerakan bagian-bagian air dalam bidang vertikal akan membentuk elips, dan makin ke dalam makin berbentuk bulat panjang, akhirnya pada kedalaman $= 0.25 d$ merupakan gerakan menurut garis lurus (ke kanan dan ke kiri).

2.3.2. Arus

Arus adalah perpindahan air secara mendatar dari suatu tempat ke tempat yang lain. Adapun faktor utama penyebab terjadinya arus di lautan ini adalah radiasi panas matahari, yang mana akan menimbulkan perbedaan temperatur udara dan juga temperatur air laut.

Sebab-sebab Timbulnya Arus

Dari keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa arus air laut ini pada umumnya disebabkan secara langsung oleh :

- Angin
- Perbedaan Kadar Garam
- Akibat Pasang Surut

Arus Pada Pasang Surut

Gerakan pasang surut yang berarah vertikal pada umumnya disertai pula dengan air secara mendatar yang lazim dinamakan dengan “arus pasang surut” (tide cur runt). Biasanya gerakan air yang ini dapat dilihat atau ditandai dengan arahnya yang berubah bolak-balik pada waktu yang tertentu. Pada daerah yang sempit (misalnya selat), arus pasang surut ini akan menimbulkan arus sekundair, dimana arus sekundair ini mempunyai arah penyimpangan dari arus utamanya dan biasanya arus kecepatan ini kecil (lemah).

Disamping itu hal yang perlu diperhatikan, bahwa arus yang timbul karena pasang surut ini akan menggerakkan seluruh masa air dalam perairan tersebut dari bagian dasar sampai kebagian permukaan. Dengan demikian akan besar sekali kemungkinannya dengan adanya pasang surut ini akan menggerakkan pula butiran-butiran ini masih akan bergantung pada besarnya atau kecepatan arus yang terjadi.

Akan tetapi karena arus yang ada di perairan ini pada umumnya adalah juga disebabkan oleh pengaruh-pengaruh yang lain misalnya : angin, musim dan lain-lain, maka arus yang ada adalah merupakan arus umum yaitu percampuran dari bermacam-macam arus, jadi tidak dapat dengan mudah untuk menentukan besarnya masing-masing arus tadi dari hasil pengamatan/pencatatan arus yang ada, dalam hal ini yang dapat kita cari adalah berapa besar pengaruh pasang surut ini terhadap arus umum tersebut.

Untuk mengetahui sampai dimana besarnya pengaruh arus terhadap sedimentasi atau penggerusan dasar, maka di dalam merencanakan suatu pelabuhan kecuali diadakan penyelidikan daripada material suspensi dan bed load sedimen, kiranya perlu juga untuk diketahui mengenai besar daripada arus pasang surut yang berpengaruh.

2.3.3. Pasang Surut

Pada mulanya pada masalah pasang surut ini belum dapat dipecahkan secara teoritis yang memuaskan, kebanyakan teori-teori pada masa itu hanya berdasarkan pada dugaan-dugaan tanpa dasar yang pasti. Kemudian masalah ini baru agak terbuka setelah diketemukannya, Hukum Gravitasi, oleh Sir Isaac Newton, dimana dalam hal ini Newton menghubungkan masalah pasang surut atau gerakan permukaan air laut dengan gaya tarik yang disebabkan oleh benda-benda langit (angkasa).

Keperluan konstruksi bangunan maritim, yang diharapkan dalam hal ini adalah perkiraan perubahan keadaan yang akan terjadi akibat dengan diadakan suatu bangunan atau akibat keadaan alam.

Misalnya harus diperhitungkan arus yang akan terjadi serta akibatnya pada suatu kanal yang menghubungkan antara dua lautan dimana kisaran pasangannya berbeda jauh besarnya, (misalnya pada terusan suez). Untuk berbagai-bagai macam keperluan diatas maka hal yang terpenting dalam pasang surut ini untuk diketahui adalah :

Kedudukan tinggi muka air tertinggi dan terendah serta kecepatan arus yang terjadi dengan adanya pasang surut tadi. Demikian pula nantinya dalam masalah perencanaan pelabuhan hal-hal sebagai berikut :

- Kedudukan muka air tertinggi dan terendah
- Arus yang terjadi di daerah pelabuhan, akan merupakan faktor-faktor penting yang patut dipertimbangkan masalah yang timbul terhadap pelabuhan yang akan atau yang sudah dibangun.

BAB III

SURVEY HIDRO-OCENOGRAFI DI PELABUHAN KUALA ENOK

3.1. Pekerjaan Survey Hidro-Oceanografi/Bathi Metric

Pekerjaan survey Hidro-Oceanografi/Bathi Metric meliputi pekerjaan sebagai berikut :

1. Pemerumahan atau sounding
2. Pengamatan pasang surut
3. Pengukuran Arus

3.1.1 Pemerumahan atau Sounding

Pemerumahan atau sounding dilakukan untuk mengetahui kedalaman dan bentuk konfigurasi dari dasar laut mulai ambang laut (muara) sampai dengan dermaga.

3.1.2 Pengamatan Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dilakukan untuk mendapatkan posisi atau kedudukan muka air dari lokasi survey, baik untuk kedudukan air tinggi (HWS), kedudukan muka air rata-rata (MSL) dan kedudukan muka air rendah (LWS).

Untuk menghitung besaran-besaran konstanta pasang surut, kedudukan air tinggi, kedudukan air tengah/rata-rata serta kedudukan air rendah dilakukan dengan sistem atau metode ADMIRALTY.

Berdasarkan Type pasang surut dibagi 4 yaitu :

- A. Pasang surut campuran yang condong ke harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
- B. Pasang Surut Harian Ganda
- C. Air Rendah Perbani (LWS) dan Muka Surutan
- D. Air Tinggi Perbani (HWS)

3.1.3 Pengukuran Arus

Pengukuran arus dilakukan untuk mengetahui kecepatan arus dan arah yang terjadi pada daerah perairan lokasi survey yang nantinya akan membantu dalam merencanakan posisi pada alur pelayaran. Pengukuran arus dilakukan pada beberapa lokasi untuk penampang melintang, biasanya pengukuran dilakukan secara vertikal adalah 0.2d; 0.6d; 0.8d; dimana d adalah kedalaman laut.

Hasil pengamatan pada station I saat neap tide arah arus umumnya bergerak ke Barat dengan kecepatan maksimum 0.75 m/s dan minimum 0.02 m/s dan saat spring tide arah arus umumnya bergerak ke Timur dengan kecepatan maksimum 0.85 m/s minimum 0.05 m/s.

Pada station II saat neap tide arah arus umumnya bergerak ke Barat dengan kecepatan maksimum 0.65 m/s dan minimum 0.02 m/s dan saat spring tide arah arus bergerak dari Timur dengan kecepatan maksimum 0.85 m/s and minimum 0.05 m/s.

BAB IV

PERENCANAAN DERMAGA

4.1. Deskripsi Lokasi

Sebagai dasar pemikiran dalam merencanakan dermaga pelabuhan kapal di Kuala Enok adalah Potensi Hiterland pelabuhan Kuala Enok yang merupakan agro industri yang kian hari kian meningkat seperti kelapa sawit/kelapa cacau, kayu bubuk, produk bungkil, karet serta hasil laut dan pelabuhan Kuala Enok yang merupakan salah satu pelabuhan pengekspor minyak kelapa sawit untuk daerah Riau, yang memiliki luas perkebunan kelapa sawit ± 336,441 ha lebih besar dari lahan perkebunan kelapa sawit yang ada di Sumatera Utara, bahkan Pelabuhan Kuala Enok diharapkan Eksport CPO/CCO nantinya akan lebih besar dari Pelabuhan Belawan Sumatera Utara.

4.2. Pasang Surut

Perhitungan konstanta pasang surut ($S_1, M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, M_4, MS_4, K_2,$ dan P_1) dihitung dengan metode admiralty berdasarkan data pengamatan pasang surut dilokasi survey perairan alur pelayaran Kuala enok yang dilakukan tiap jam selama 15 hari berturut-turut.

Dari hasil perhitungan di bawah ini diperoleh :

- a. Tipe pasang surut campuran condong keharian Ganda (Mixed Semidiurnal).
- b. Duduk Tengah (MSL) 296 cm
- c. Kombinasi dari amplitudo konstanta pasang surut memberi nilai muka air rendah (LWS) dan muka air tinggi (HWS) adalah sebagai berikut :
 - Muka Air Rendah (LWS) = 240 cm di bawah MSL.
 - Muka Air Tinggi (HWS) = 240 cm di atas MSL.

Berdasarkan konstanta-konstanta harmonis pasang surut tersebut dapat dibuat analisa sebagai berikut :

- A. Tipe Pasang Surut yang Condong Keharian Ganda (Mixed Semi Diurnal)

Perbandingan antara $K_1 + O_1$ dan $M_2 + S_2$ adalah :

$$= \frac{K_1 + O_1}{M_1 + S_1} = \frac{51 + 78}{109 + 31} = 0.92 \text{ m}$$

Nilai ini berada diantara 0.25 dan 1.25 sifat pasang surutnya adalah campuran yang condong keharian ganda (Mixed Semidiurnal).

B. Pasang Surut harian Ganda

1. Tunggang air rata-rata pasang purnama

$$2 (M_2 + S_2) \text{ cm} = 2 (190 + 31) \text{ cm} = 280 \text{ cm}$$

2. Tunggang air rata-rata pasang mati

$$2 (M_2 - S_2) \text{ cm} = 2 (190 - 31) \text{ cm} = 156 \text{ cm}$$

C. Perhitungan Air Rendah Perbani (LWS) dan Muka Surutan

Untuk perencanaan dermaga harus diperhatikan perhitungan Air Tinggi (AT) dan perhitungan Air Rendah (AR).

1. Air Tinggi (AT) dan Air Rendah (AR) pada pasang purnama dari kedua kelompok pasang surut dapat jatuh bersama bila $K_1 + O_1 - M_2$ mempunyai nilai antara $347 - 13$ dan $167^\circ - 193^\circ$. Disini $K_1 + O_1 - M_2 = 288^\circ + 285^\circ - 344^\circ = 231^\circ$, maka diperoleh bahwa AT dan AR pada pasang perbani dari kedua kelompok pasang surut tidak akan jatuh bersamaan.

2. Kedudukan gelombang pasang surut K_2 dan K_1

$$\begin{aligned} \text{Phase } K_2 &= 2 \times \text{phase } K_1 + 2K_1 - K_1 - 180^\circ \\ &= 2 \times \text{phase } K_1 + 576^\circ - 302^\circ - 180^\circ \\ &= 2 \times \text{phase } K_1 + 94^\circ \end{aligned}$$

Pada saat ARK_1 (Phase $K_1 = 180^\circ$) Phase $K_2 = 94^\circ$ karena gelombang K_2 selalu mempengaruhi gelombang K_1 , maka:

$$ATK_2 = \frac{94^\circ}{30^\circ} \times 1 \text{ jam} = 3,13 \text{ jam sebelum } ARK_1$$

Sedangkan ARK_2 akan jatuh

$$ATK_2 = \frac{180^\circ - 924^\circ}{30^\circ} \times 1 \text{ jam} = 2,87 \text{ jam sebelum } ARK_1$$

* AT = Air Tinggi

* AR = Air Rendah

3. Kedudukan gelombang pasang surut M_2 , K_1 dan O_1

$$\begin{aligned}
\text{Phase } M_2 &= \text{Phase } K_1 + \text{Phase } O_1 + K_1 + O_1 - M_2 \\
&= \text{Phase } K_1 + \text{Phase } O_1 + 288^\circ + 285^\circ - 342^\circ \\
&= \text{Phase } K_1 + \text{Phase } O_1 + 231^\circ
\end{aligned}$$

Pada saat ARK_1 dan ARO_1 jatuh bersama phase $M_2 = 231^\circ$ maka, ARM_2 jatuh

$$\text{pada : } \frac{231 - 180}{29.98} \text{ jam} = 1.8 \text{ jam sesudah } ARK_1.$$

Pada saat ARK_1 dan ARM_2 jatuh bersama, Phase $O_1 = -231^\circ$ (129°) ARO_1 jatuh pada x 1 jam = 4 jam sebelum ARK_1 .

4. Analisa Kombinasi

Dari uraian kobinasi diatas didapatkan:

- Pada saat ARO_1 jatuh 4 jam sebelum ARK_1 , maka ARM_2 jatuh bersama dengan ARK_1 .
- Pada saat ARO_1 jatuh 3 jam sebelum ARK_1 , maka ARM_2 jatuh 0.5 jam sesudah .
- Pada saat ARO_1 jatuh 2 jam sebelum ARK_1 , maka ARM_2 jatuh 1.0 jam sesudah ARK_1 .
- Pada saat ARO_1 jatuh 1 jam sebelum ARK_1 , maka ARM_2 jatuh 1.5 jam sesudah ARK_1 .
- Pada saat ARO_1 jatuh 4 jam sesudah ARK_1 , maka ARM_2 jatuh 4 jam sesudah ARK_1 .

5. Pengaruh Gelombang S_2

$$ATS_2 \text{ setiap jatuh pada } \frac{S_2}{n} \times 1 \text{ jam} = \frac{302}{30} \times 1 \text{ jam} = 10,1 \text{ jam} .$$

Berarti terjadi pada pukul 10.06 dan pada pukul 22.06, sedangkan ARS_2 yang disebabkan oleh pengaruh M_2 , S_2 , K_2 , K_1 dan O_1 adalah :

$$(163 + 63)\text{cm} = 226 \text{ cm di bawah duduk tengah.}$$

6. Pengaruh Gelombang P_1

$$\text{Phase } S_2 = \text{Phase } K_1 + \text{Phase } P_1 + K_1 + P_1 - S_2$$

$$= \text{Phase } K_1 + \text{Phase } P_1 + 288^\circ + 288^\circ - 302^\circ$$

$$= \text{Phase } K_1 + \text{Phase } P_1 + 274^\circ$$

Pada saat ARS_2 dan ARK_1 jatuh bersama, $\text{Phase } P_1 = 274^\circ (86^\circ)$

Berarti ARP_1 jatuh $\frac{180 - 86}{14.96} \times 1 \text{ jam} = 6,3 \text{ jam}$ sesudah Air Tinggi.

7. Pengaruh Gelombang N_2

Gelombang pasang surut N_2 mempengaruhi kedudukan AR dengan demikian kedudukan air yang disebabkan oleh pengaruh M_2, S_2, K_2, K_1, O_1 dan N_2 adalah terletak $(224 + 6) \text{ cm} = 230 \text{ cm}$ di bawah duduk tengah yang merupakan air rendah terendah (LWS).

Untuk kepentingan penyurutan diberikan faktor keamanan sebesar 10 cm sehingga kedudukan muka surutan dibawah duduk tengah adalah $(230 + 10) \text{ cm} = 240 \text{ cm}$.

D. Perhitungan Air Tinggi Perbani (HWS)

1. Kedudukan Gelombang K_1 dan K_2

$$\text{Phase } K_2 = 2 \times \text{phase } K_1 + 102$$

Pada saat terjadi ARK_1 ($\text{Phase } K_1 = 180$) $\text{Phase } K_2 = 102 \text{ AT}$

$$K_2 \text{ jatuh } \frac{102}{30.08} \times 1 \text{ jam} = 3.4 \text{ jam sebelum } ATK_1$$

2. Kedudukan Gelombang M_2, K_2, O_1 .

$$\text{Phase } M_2 = \text{Phase } K_1 + \text{Phase } O_1$$

Pada saat ATK_1 atau ATO_1 jatuh bersama, $\text{phase } M_2 = 231^\circ$ berarti ATM_2

$$\text{jatuh pada } \frac{(360 - 23)}{28,98} \times 1 \text{ jam} = 4,45 \text{ sebelum } ATK_1$$

Pada saat ATK_1 dan ATM_2 jatuh bersama, $\text{phase } O_1 = -231 (129)$

$$ATO_1 \text{ jatuh pada } \frac{129}{13.94} \times 1 \text{ jam} = 9,25 \text{ jam sesudah } ATK_1$$

3. Pengaruh Gelombang S_2

ATS₂ jatuh setiap hari pukul 10.06 dan 22.06 Air Tinggi yang disebabkan oleh M₂, S₂, K₂, K₁ dan O₁ terletak pada (155 + 63) cm = 218 cm di atas duduk tengah.

4. Pengaruh Gelombang P₁

$$\text{Phase } S_2 = \text{Phase } K_1 + \text{Phase } P_1 + 274$$

Pada saat ATS₂ dan ATK₁ jatuh bersama, Phase P₁ = -274 (86)

ATP₁ jatuh pada $\frac{86}{14.96} \times 1 \text{ jam} = 5,74 \text{ jam}$ dan memberikan 6 cm sehingga AT

yang disebabkan oleh pengaruh M₂, S₂, K₁, O₁, K₂ dan P₁ adalah (218 + 6) cm = 224 cm diatas duduk tengah.

5. Pengaruh Gelombang N₂

Gelombang ini dapat mempertinggi kedudukan Air Tinggi sehingga air tinggi tertinggi (HWS) yang disebabkan pengaruh 7 gelombangurut pasang surut adalah (224 + 6) cm = 230 cm diatas faktor keamanan sebesar 10 cm sehingga kedudukan air tinggi diatas duduk tengah adalah 230 + 10 = 240 cm.

4.2.1. Perhitungan Kedalaman Air (Ha)

Kedalaman air (Ha) rata-rata pelabuhan Kuala Enok dapat dikatakan sebagai perairan yang dalam rata-rata kedalaman

$$Ha = 10,5 - (4,8 - LWS) = 10,5 - (4,8 - 2,4) = 8,1 \text{ meter}$$

$$Ha_{ijin} = \text{Sarat kapal (Draft)} + \text{clean rance} = 1,50 + 1 = 2,5 \text{ meter}$$

$$\text{Maka : } Ha = 8,1 \text{ m} > Ha_{ijin} = 2,5 \text{ meter}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa perencanaan pelabuhan Kuala Enok dapat dilaksanakan. Karena kedalaman air bersandarnya kapal pada daerah tersebut memenuhi syarat dari kedalaman yang dibutuhkan ($H = 8,1 \text{ m} > Ha_{ijin} = 2,5 \text{ m}$).

4.2.2. Elevasi Atas Dermaga (EAD)

Perencanaan Elevasi Atas Dermaga pada pelabuhan Kuala Enok harus didimensi. Berdasarkan ukuran kapal yang terbesar dan mempunyai jumlah frekuensi kunjungan kapal yang tinggi. Untuk itu data kapal terbesar yang diambil antara lain :

- Panjang Kapal/L (OA) = 109 m

- Lebar Kapal (B) = 15,3 m
- Tinggi Badan Kapal (D) = 7,1 m
- Draft = 4,30 m

Elevasi Atas Dermaga (EAD Normal), yaitu pada keadaan kondisi tinggi muka air Kuala Enok 10 m

$$\text{EAD Normal} = \text{HWS} + 0,5 = 10 + 0,5$$

$$\text{EAD Normal} = 10,5 \text{ m}$$

Elevasi Atas Dermaga Alternatif (EAD_{alt}), yaitu pada keadaan kondisi fluktuasi ketinggian permukaan air Kuala Enok terbesar yang pernah terjadi di bagi dua. Untuk itu nilai EAD_{alt} dapat dihitung berdasarkan nilai fluktuasi tinggi muka air yang terbesar.

BAB V

KESIMPULAN

Dari apa yang telah ditulis dalam bab-bab sebelumnya maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Bahwa Dermaga Pelabuhan Kuala Enok hanya digunakan sebagai tempat berlabuhnya kapal barang, kapal tengker dan kapal pengeksport minyak kelapa sawit yang terbesar di daerah Riau.
2. Kapal-kapal yang keluar masuk melalui alur Kuala Enok tersebut antara lain dengan ukuran bobot sampai dengan 30.000 DWT sehingga memerlukan kedalaman minimum 9,00 m LWS.
3. Dari hasil pengamatan tim survey di lokasi Dermaga Pelabuhan Kuala Enok ada 2 jenis yang sering terjadi di pelabuhan tersebut yaitu :
 - Tipe pasang surut yang condong ke harian ganda
Pasang surut yang terjadi 24 jam tidak merata dan condong ke harian ganda.
 - Tipe pasang surut harian ganda
Pasang surut yang terjadi secara normal selama 24 jam.
4. Elevasi atas dermaga pada pelabuhan Kuala Enok juga dapat ditentukan dengan 2 alternatif yaitu :
 - Elevasi atas Dermaga Normal (EAD Normal) sebesar 10,5 m, yaitu pada keadaan kondisi tinggi muka air.
 - Elevasi atas Dermaga Alternatif (EAD_{alt}) sebesar 8,1 m, yaitu pada keadaan kondisi ketinggian permukaan air Kuala Enok yang pernah terjadi.
5. Data arus (akibat pasang surut) cenderung dengan arah bolak balik dari dan ke barat/timur dan kecepatan adalah 0,85/det.
6. Kondisi kedalaman air sepanjang pesisir pantai Kuala Enok menurut hasil survey lapangan yang telah dilakukan dapat dikatakan cukup dalam sehingga aman bagi pelayaran kapal-kapal ($\geq 10,5$ meter).

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Soejono Kramadibrata, “Perencanaan Pelabuhan”, Ganeca Exact Bandung, 1985.
- 2) Ir. Widi Agus Pratiko, MSc, Phd, Ir. Haryo dan Dwito Armono; Ir. Suntoyo, “Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut”, Institut Teknologi Surabaya.
- 3) Ir. Jacob Punjangan, “Petunjuk Praktis Perhitungan Tetap Harmonik Pasang Surut Metode Admiralty”, Bagian Oseanografi Disrapingla Jon Hidrosc1981.
- 4) Ir. Suyono Sosrodarsono, “Hidrologi untuk Pengairan”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2006
- 5) E.M. Wilson, “Hidrologi Teknik”, Penerbit ITB Bandung, Bandung, 1993
- 6) Djoko Sasongko, “Teknik Sumber Air”, Penerbit Erlangga”, Jakarta, 1991