

## PEMETAAN PASANG SURUT DAN ARUS LAUT PULAU BATAM DAN PENGARUHNYA TERHADAP JALUR TRANSPORTASI ANTARPULAU

### TIDAL AND CURRENT MAPPING OF BATAM ISLAND AND THEIR EFFECT ON THE INTER-ISLAND TRANSPORTATION

Sudra Irawan

Program Studi Teknik Geomatika Kelautan, Politeknik Negeri Batam  
Corresponding author e-mail: sudra@polibatam.ac.id

Received: March 3, 2016/Accepted: March 29, 2016

#### ABSTRACT

*The strategic geographical position of Batam Island makes sea transportation become a basic means connecting the islands of the Riau Islands, Riau, Kalimantan, even with neighboring Singapore and Malaysia. The development of coastal areas and the determination of the transportation ways needs tidal and ocean currents data. This study measures and analyzes the tidal type using measuring signs and current patterns using Lagrangian method, then presented in the web form. Five research sites were selected by purposive sampling method with a measurement time of 24 hours in one hour intervals. The results showed that the type of tidal in Batam Island in general is semidiurnal tide. Tidal period an average of 12 hours and 24 minutes. Wave height of about 0.2 to 2.77 meters from the south to the northwest. Batam Island ocean current patterns ranging from 0.02 m/s to 0.1 m/s from north towards the northeast. Tidal and current survey is one of the conditions in developing inter-island transportation. The tidal and current is useful in design port building, determining the route of transport, port basin design and planning of the breakwater.*

**Keywords:** *current patterns, lagrangian, signs measure, tidal, transport route.*

#### ABSTRAK

*Posisi geografis Pulau Batam yang strategis membuat jalur transportasi laut merupakan sarana dasar menghubungkan antarpulau di Kepulauan Riau, Riau, Kalimantan, bahkan dengan negara tetangga Singapura dan Malaysia. Pengembangan wilayah pesisir dan penentuan jalur transportasi membutuhkan data pasang surut dan arus laut. Penelitian ini mengukur dan menganalisis tipe pasang surut dengan rambu ukur dan pola arus dengan metode metode Lagrangian, kemudian disajikan dalam bentuk web. Dipilih lima lokasi penelitian berdasarkan metode Purposive Sampling dengan waktu pengukuran 24 jam dalam interval satu jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe pasang surut pulau Batam secara umum adalah pasang surut harian ganda (semidiurnal tide). Periode pasang surut rata-rata 12 jam 24 menit. Tinggi gelombang sekitar 0,2 sampai 2,77 meter dari arah selatan ke arah barat laut. Pola arus laut pulau Batam berkisar antara 0,02 m/s sampai 0,1 m/s dari arah utara ke arah timur laut. Survei pasang surut dan arus laut merupakan salah satu syarat dalam mengembangkan transportasi antarpulau. Pasang surut dan arus berguna dalam kegiatan perancangan bangunan pelabuhan, penentuan rute transportasi, perancangan kolam pelabuhan, dan perencanaan pemecah gelombang.*

**Kata kunci:** *jalur transportasi, lagrangian, pasang surut, pola arus, rambu ukur.*

#### PENDAHULUAN

Pulau Batam memiliki wilayah pesisir dan lautan seluas 2.950 Km<sup>2</sup> atau 73,93% dari luas total 3.990 Km<sup>2</sup> (Coremap Kota Batam, 2007). Ditinjau dari segi ekonomi sumberdaya pesisir dan laut di Pulau Batam sangat potensial untuk dikembangkan dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat, seperti pembangunan pelabuhan untuk transportasi antar pulau, pembangunan objek pariwisata, pembangkit energi listrik dan sebagainya. Oleh karena itu, untuk mendukung



Tabel 1. Lokasi penelitian pasang surut dan arus

No	Lokasi	Koordinat	
		Lintang	Bujur
1	Mega Wisata Ocarina	01°9'11"	104°03'28"
2	Pantai Nongsa	01°11'36"	104°05'43"
3	Pos Penjagaan Laut dan Pantai (PLP) Tanjung Uban	01°01'58"	104°07'52"
4	POS Pangkalan TNI AL Tanjung Riau	01°06'00"	103°55'41"
5	Tanjung Penarik Jembatan 1 barelang	0°59'02"	104°02'29"

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

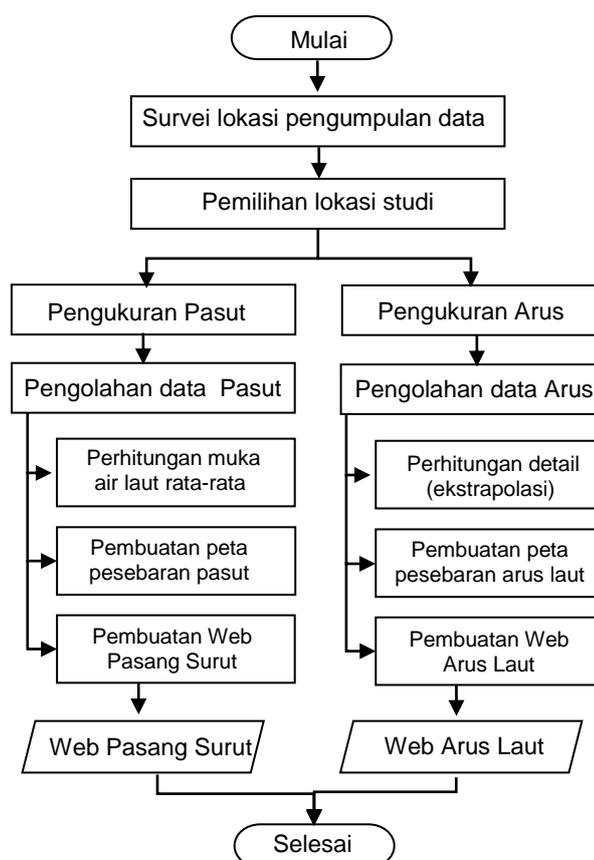
Tabel 2. Alat dan bahan yang digunakan

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1	Bola Plastik	Mikasa	Untuk pengukuran
2	Theodolit	TopCon	Pengukuran nilai
3	Kompas	Kompas Geologi	Pengukuran arah
4	GPS	GPS Handheld	Menentukan titik
5	Rambu Ukur	Panjang 3 meter	Pengukuran pasang surut
6	Stopwac	HP	Menghitung waktu
7	Tali	Tali Rapia	Penarik bola
8	Plat Seng	Flamo	Penentuan arus
9	Pemberat	Besi	Memberatkan bola
11	Lem	Lem Setan	Pelekat bola
12	Alat tulis	Pilot dan Standart	Mencatat semua data

### Desain Penelitian

Desain penelitian pasang surut dan arus laut di Pulau Batam dijelaskan pada Gambar 2.

Penelitian ini dimulai dari survei rencana lokasi studi yang bertujuan untuk menentukan lokasi yang cocok untuk melakukan proses pengukuran. Tahap awal penentuan lokasi menggunakan peta yang dibuat melalui Quantum GIS 2.8.1, dengan lokasi utama difokuskan pada pelabuhan yang ada di Kota Batam. Setelah itu dilakukan pemilihan lokasi studi, berdasarkan survei rencana lokasi tersebut ditetapkan 5 lokasi pengukuran seperti disajikan dalam Tabel 1 dan Gambar 1. Pemilihan lokasi ini menggunakan metode *Purposive Sampling*, sampel diambil dengan maksud atau tujuan tertentu (Sudjana, 2015). Pada penelitian ini lokasi-lokasi yang dipilih bisa menggambarkan secara keseluruhan pasang surut di Pulau Batam. Tahap selanjutnya dilakukan pengukuran pasang surut dan arus laut. Setelah pengukuran selesai, maka dilakukan pengolahan data pasang surut yang memuat tiga aspek yaitu perhitungan muka air laut rata-rata dan penentuan tipe pasut, pembuatan peta pesebaran pasut, dan pembuatan web. Pengolahan data arus laut meliputi perhitungan detail (ekstrapolasi), pembuatan peta pola arus, dan pembuatan web. Perhitungan variasi tinggi muka air, perhitungan detail, dan penentuan tipe pasang surut dengan menggunakan *software* Microsoft Excel 2013, pembuatan peta persebaran pasang surut dan pola arus menggunakan *software* ArcGIS 10 dan QuantumGIS 2.8.1 (QGIS), dan pembuatan Web melalui *software* Adobe Dreamweaver CS6. Hasil akhir yang diperoleh berupa web pasang surut dan arus laut di Pulau Batam.



Gambar 2. Desain penelitian

Tahapan pengukuran pasang surut dilapangan dilakukan sesuai dengan SNI 7646 tahun 2010, yaitu: (1) mendirikan rambu ukur, perkiraan dengan teliti tempat berdirinya alat, dengan asumsi bahwa selama melakukan pengukuran posisi muka air tidak akan berada di bawah skala 0 (nol) atau di bawah rambu ukur. Pengambilan data pasang surut mulai dilakukan dengan awal waktu yang tepat, misal pukul 12.00 WIB, (2) melakukan pengambilan data pasang surut selanjutnya dilakukan setiap interval 30 menit, (3) merekam titik koordinat dengan menggunakan GPS, dan (4) masukan data hasil pengukuran dimasukkan ke dalam tabel pengamatan.

Tahapan pengukuran arus laut di lapangan (Basuki, 2006), yaitu: (1) perekaman koordinat, titik yang di rekam ada dua, pertama titik berdirinya theodolite dan kedua titik letaknya kompas. Pengambilan data arus laut dengan Theodolit, dengan terlebih dahulu memastikan alat berdiri dengan kondisi sempurna, menjauhi berbagai gangguan, dan alat sudah selesai diseting, (2) pengukuran jarak, menggunakan pita ukur bisa diketahui jarak titik Theodolite ke titik Kompas, peneliti memberi jarak pengukuran 5 cm, hal ini untuk mempermudah mengetahui jarak yang ada di lapangan, yang harus sesuai dengan jarak dalam perhitungan, sehingga data yang di peroleh lebih *detail*, (3) bacaan horizontal, pengaturan bacaan horizontal Theodolite sebagai pengukuran harus diperhatikan dengan baik, dan melihat Nivo-nivo (kotak berisi air yang berfungsi mengetahui objek sudah rata secara vertikal dan horizontal) yang ada di Theodolit memperhatikan tata tempat terletakinya suatu alat, agar data yang diperoleh lebih detail, (4) pengamatan pergerakan target, theodolit dan kompas melakukan pengamatan bersamaan dengan membidik bola duga, bola duga dibiarkan bergerak sesuai dengan masa air yang ada di lokasi, bola di beri tali yang sepanjang 10 cm s/d 15 cm, sehingga bola lebih luas dalam mengikuti pergerakan masa air tersebut, dengan jarak interval 1 menit setiap pengamatan yang ada di lapangan, dan (5) pencatatan data, setelah melakukan pengamatan dengan theodolite dan kompas maka dapat nilai azimuth dari theodolite dan kompas, maka nilai tersebut bisa di catat. Dalam pencatatan yang dibutuhkan adalah nilai bacaan horizontal dari theodolit dan nilai bacaan

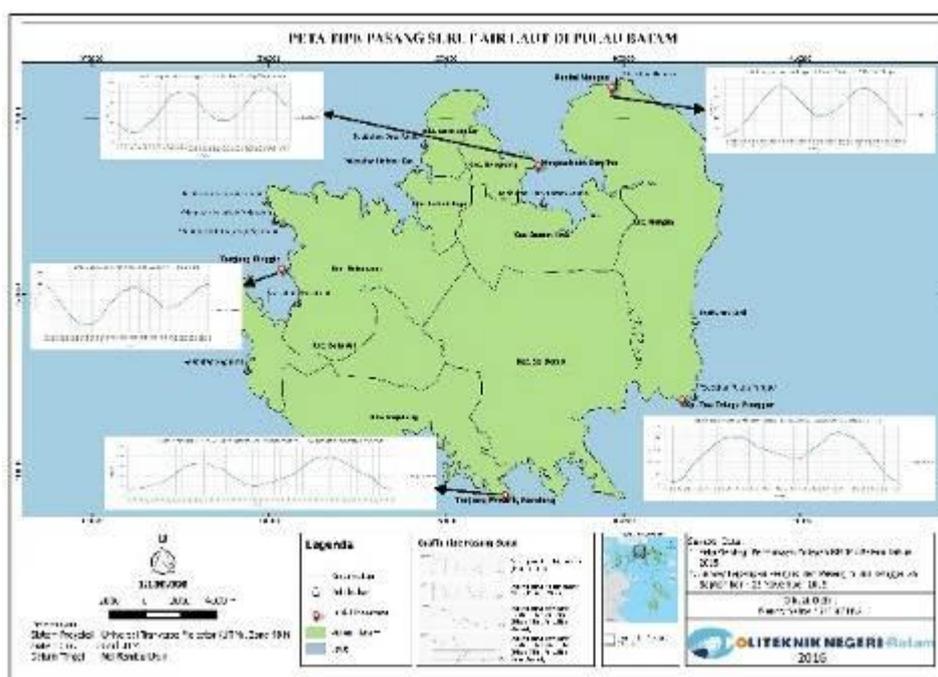
utara dari kompas, nilai yang di dapat dari theodolit dan kompas tidak terlalu jauh, karena sama-sama mengacu pada arah utara.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Pasang Surut Laut Pulau Batam

Peta tipe pasang surut air laut di Pulau Batam dapat dilihat pada Gambar 3. Peta ini menampilkan grafik pasang surut pada masing-masing lokasi penelitian. Grafik pasang surut yang dihasilkan memiliki bentuk yang sama yaitu terdiri dari dua kali pasang tertinggi dan dua kali surut terendah di semua lokasi penelitian pasang surut yang berarti bahwa pasang surut di Pulau Batam bertipe *semidiurnal* atau pasang surut harian ganda.

Berdasarkan pengukuran pasang surut di Mega Wisata Ocarina pasang tertinggi pertama di tanggal 26 September 2015 pada pukul 09:00 dengan tinggi air 255 cm, pasang tertinggi kedua di tanggal 26 September 2015 pada pukul 21:00 dengan tinggi air 271 cm. Untuk surut terendah pertama terjadi pada pukul 02:00 di tanggal 26 September 2015 dengan tinggi air 49 cm dan surut terendah kedua pada pukul 15:30 pada tanggal 26 September 2015 dengan tinggi air 112 cm. Nilai variasi tinggi muka air kawasan Mega Wisata Ocarina, Punggur, Nongsa, Tanjung Riau, dan Barelang disajikan pada Tabel 3.



Gambar 3. Peta tipe arus laut Pulau Batam

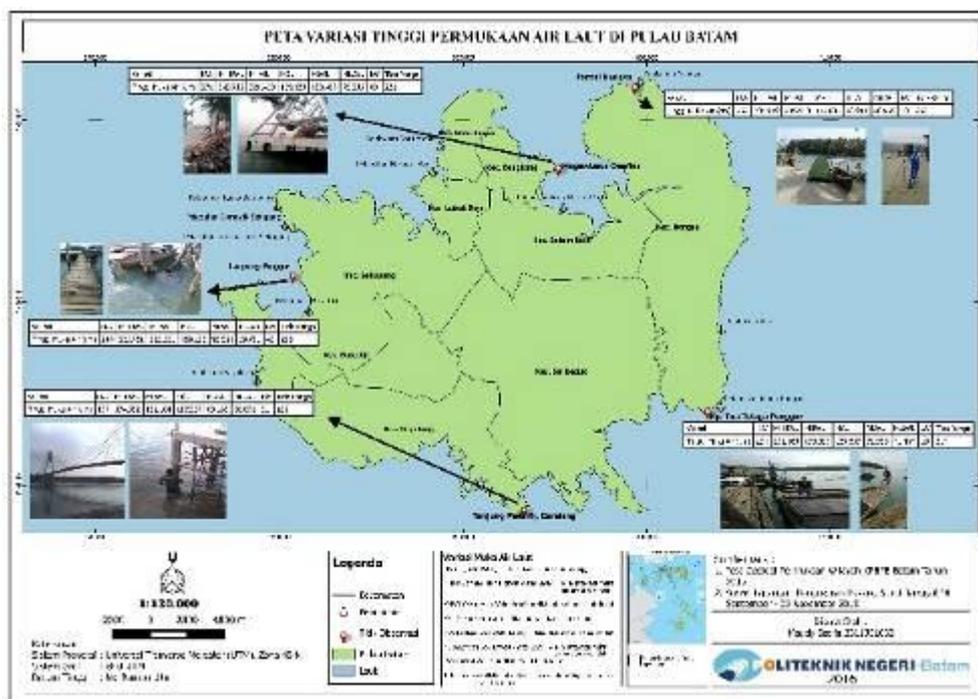
Peta tipe pasang surut air laut di Pulau Batam dapat dilihat pada Gambar 3. Peta ini menampilkan grafik pasang surut pada masing-masing lokasi penelitian. Grafik pasang surut yang dihasilkan memiliki bentuk yang sama yaitu terdiri dari dua kali pasang tertinggi dan dua kali surut terendah di semua lokasi penelitian pasang surut yang berarti bahwa pasang surut di Pulau Batam bertipe *semidiurnal* atau pasang surut harian ganda.

Tabel 3. Nilai variasi muka air di lokasi penelitian

Variasi	Tinggi Muka Air (cm)				
	Ocarina	Punggur	Nongsa	Tanjung Riau	Barelang
HW	271	224	262	248	197
MHHWL	245,735	201,964	236,729	225,781	174,592
MHWL	220,469	179,929	211,458	203,561	152,184
MSL	169,939	135,857	160,917	159,122	107,367
MLWL	109,469	72,929	87,458	99,561	69,184
MLLWL	79,235	41,464	50,729	69,781	50,092
LW	49	10	14	40	31
Tide Range	222	214	248	208	166

Berdasarkan pengukuran pasang surut di Kampung Tua Telaga Punggur (Gambar 4) menunjukkan bahwa dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Pasang tertinggi pertama terjadi pada pukul 01:30 dengan tinggi air 204 cm, sedangkan pasang tertinggi kedua terjadi pada pukul 12:00 dengan tinggi air 224 cm di tanggal 31 Oktober 2015. Surut terendah pertama terjadi pukul 07:30 dengan tinggi air 110 cm, dan surut terendah kedua terjadi pada pukul 18:00 dengan tinggi air 17 cm di tanggal 31 Oktober 2015.

Berdasarkan pengukuran pasang surut di Pantai Nongsa menunjukkan pasang tertinggi pertama terjadi pada pukul 01:30 dengan tinggi air 262 cm, dan pasang tertinggi kedua terjadi pada pukul 12:30 dengan tinggi air 252 cm di tanggal 1 November 2015. Sedangkan surut terendah pertama terjadi pada pukul 06.30 dengan tinggi air 111 cm, dan surut terendah kedua terjadi pada pukul 18:00 dengan tinggi air 51 cm di tanggal 1 November 2015.



Gambar 4. Peta variasi muka air laut Pulau Batam

Berdasarkan pengukuran pasang surut di Kampung Tua Tanjung Riau pasang tertinggi pertama terjadi pada pukul 04:00 dengan tinggi air 234 cm, dan pasang tertinggi kedua terjadi pada pukul

14:30 dengan tinggi 248 cm di tanggal 19 November 2015. Untuk surut terendah pertama terjadi pada pukul 21:00 dengan tinggi air 40 cm di tanggal 18 November 2015, sedangkan surut terendah kedua terjadi pada pukul 09:00 dengan tinggi air 132 cm di tanggal 19 November 2015.

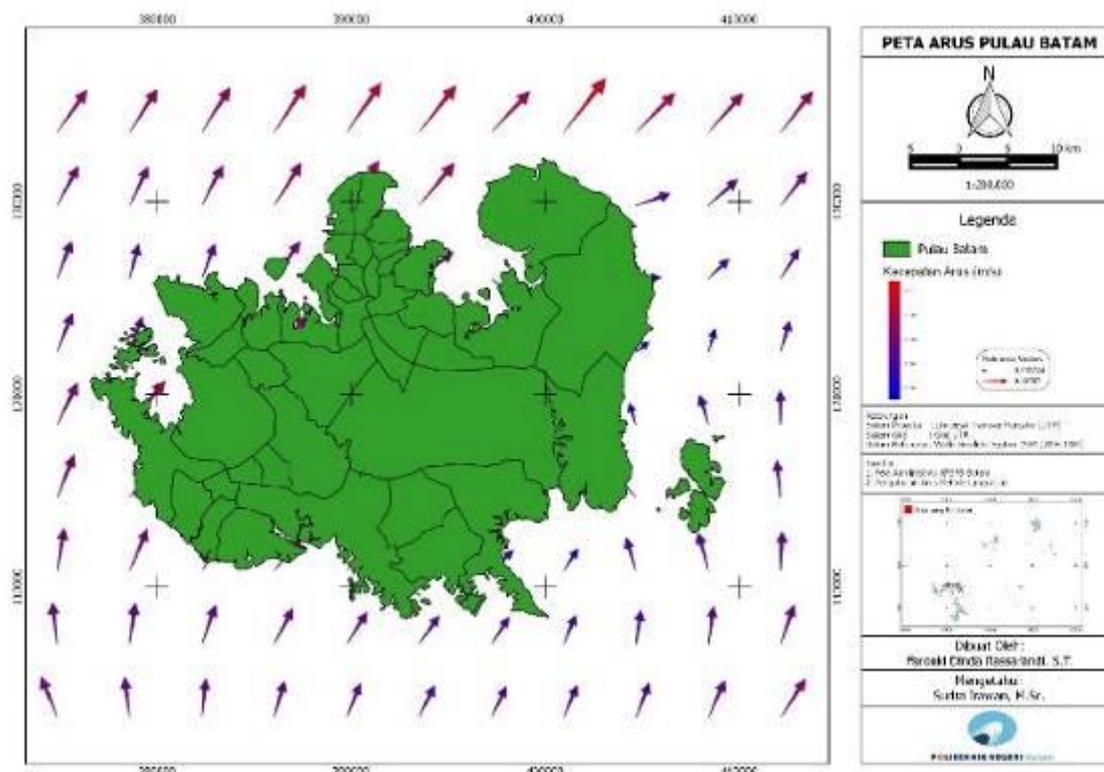
Berdasarkan pengukuran pasang surut di Tanjung Penarik, Jembatan 1 Bareleng pasang tertinggi pertama terjadi pada pukul 22:30 dengan tinggi air 161 cm di tanggal 24 November 2015, dan pasang tertinggi kedua terjadi pada pukul 09:30 dengan tinggi air 197 cm di tanggal 25 November 2015. Untuk surut terendah pertama terjadi pada pukul 03:30 dengan tinggi air 48 cm, dan surut terendah kedua terjadi pada pukul 16:00 dengan tinggi air 31 cm di tanggal 25 November 2015.

### Analisis Pola Arus Laut Pulau Batam

Peta pola arus laut pulau Batam peta arus laut pulau Batam disajikan pada Gambar 5 analisis sebagai berikut:

- Pada laut kawasan Batam Center (Pantai Ocarina), arus paling kuat sekitar 0,06 m/s (6 cm/s) ke arah timur laut, sedangkan arus paling lemah sekitar 0,04 m/s ke arah timur laut.
- Pada laut kawasan Nongsa (Pantai Nongsa), arus paling kuat sekitar 0,1 m/s ke arah timur laut, sedangkan arus paling lemah sekitar 0,04 m/s ke arah timur laut.
- Pada laut kawasan Sekupang, arus paling kuat sekitar 0,06 m/s ke arah utara sedangkan arus paling lemah sekitar 0,04 m/s ke arah utara.
- Pada laut kawasan Punggur, arus paling kuat sekitar 0,06 m/s ke arah barat laut sedangkan arus paling lemah sekitar 0,02 m/s ke arah barat laut.
- Pada laut kawasan Batu Ampar, arus paling kuat sekitar 0,1 m/s ke arah timur laut, sedangkan arus paling lemah sekitar 0,08 m/s ke arah timur laut.
- Pada laut kawasan Jembatan Bareleng, arus paling kuat sekitar 0,04 m/s ke arah timur laut, sedangkan arus paling lemah sekitar 0,02 m/s ke arah timur laut.

Jadi, secara umum besar arus laut pada pulau batam berkisar antara 0,02 m/s sampai 0,01 m/s ke arah timur laut.



Gambar 5. Peta pola arus laut Pulau Batam

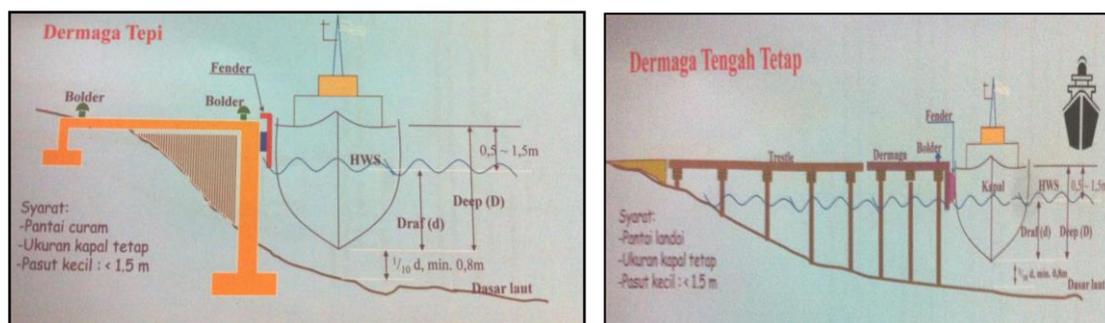
### Hubungan Pasang Surut Terhadap Jalur Transportasi Antarpulau

Sebagai wilayah kepulauan, Kota Batam sangat bergantung dengan pelabuhan laut dalam menunjang berbagai aktivitas kegiatan penduduknya. Hal ini karena sebagian besar wilayah Kota Batam terdiri dari pulau-pulau yang jumlahnya 356 pulau. Saat ini sarana perhubungan laut telah tersedia 14 (empat belas) pelabuhan yaitu lima pelabuhan penumpang internasional dengan tujuan Singapura dan Malaysia, dua pelabuhan domestik, satu pelabuhan PELNI, tiga pelabuhan rakyat dan tiga pelabuhan angkutan barang baik untuk tujuan domestik maupun internasional dengan kapasitas sandar kapal maksimum 35.000 DWT. Transportasi laut merupakan transportasi utama yang banyak digunakan oleh masyarakat Kota Batam. Modal yang umumnya digunakan adalah berupa kapal ferry, pompong, pancung, dan *speed boat* (Batam dalam Angka, 2014).

Kawasan pelabuhan laut di Kota Batam selain berfungsi sebagai sarana transportasi laut, juga difungsikan sebagai pusat alih kapal guna memanfaatkan peluang adanya potensi limbah dari Singapura serta untuk meningkatkan usaha perdagangan dan melancarkan arus bongkar muat barang dalam menunjang kegiatan industri. Fungsi ini kemudian diperluas sebagai tempat penyimpanan dan pergudangan bagi produk ekspor dan impor. Kunjungan kapal di pelabuhan merupakan salah satu indikator yang menggambarkan tingkat kesibukan aktivitas suatu pelabuhan. Dalam hal ini sarana angkutan laut merupakan alternatif lain di luar angkutan udara yang sangat berpotensi sesuai dengan kondisi geografis Kota Batam. Untuk melayani masuknya kunjungan wisatawan mancanegara ke Kota Batam telah tersedia fasilitas pelabuhan laut internasional dengan menggunakan ferry cepat yang berlayar setiap hari dari dan ke Singapura dan Malaysia.

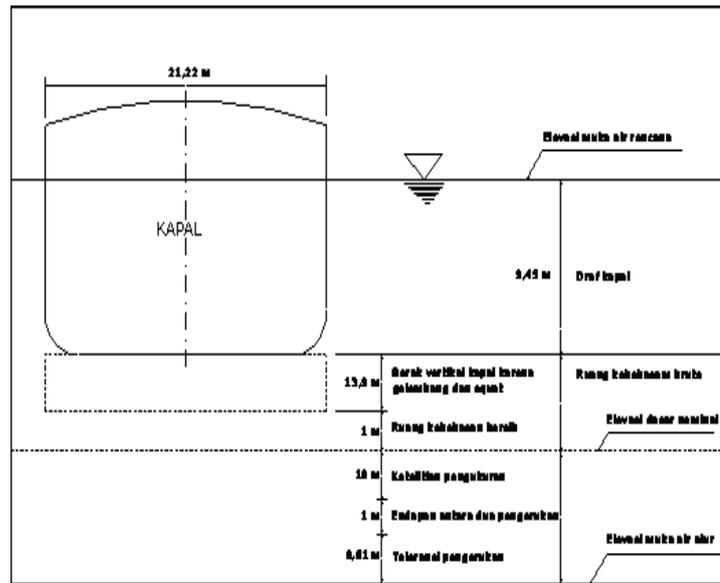
Pesatnya perkembangan kota Batam ditandai dengan pembangunan pelabuhan-pelabuhan baru dan pembuatan rute perjalanan antarpulau memerlukan data hidrooseanografi, yang meliputi batimetri (kedalaman), pasang surut, besar dan arah arus, serta topografi bawah laut. Penentuan tipe pasang surut dan pola arus merupakan salah satu faktor penting yang harus diukur atau dilakukan pengamatan berdasarkan lokasi dan periode waktu tertentu.

Suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik turunkan penumpang. Dasar pertimbangan dalam perencanaan dermaga yaitu salah satunya adalah elevasi dermaga ditentukan dengan memperhatikan kondisi elevasi muka air pasang (Gambar 6)



Gambar 6. Dermaga tepi dan dermaga tengah tetap (Triatmodjo, 2003)

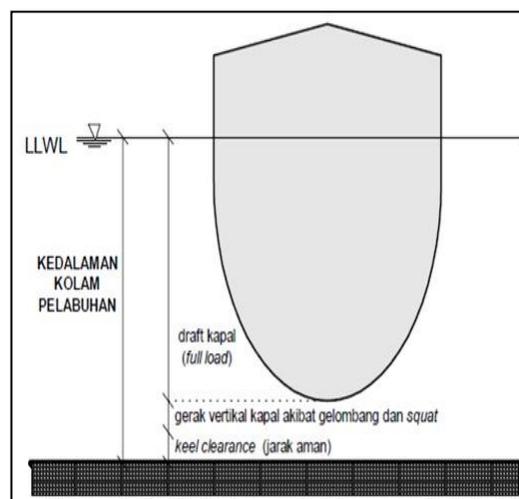
Pasang surut juga digunakan dalam penentuan jalur pelayaran. Alur pelayaran berfungsi untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ke kolam pelabuhan. Alur pelayaran dan kolam pelabuhan harus cukup tenang terhadap pengaruh gelombang dan arus. Kedalaman alur pelayaran ditentukan oleh muka air surut (Gambar 7). Survei pelayaran berguna karena kapal yang berlayar dipengaruhi oleh faktor-faktor alam seperti angin, gelombang, dan arus yang dapat menimbulkan gaya-gaya yang bekerja pada badan kapal. Faktor tersebut semakin besar apabila pelabuhan terletak di pantai yang terbuka ke laut dan begitupun juga sebaliknya (Diposaptono, 2007).



Gambar 7. Muka air laut surut untuk jalur pelayaran (Triatmodjo, 2003)

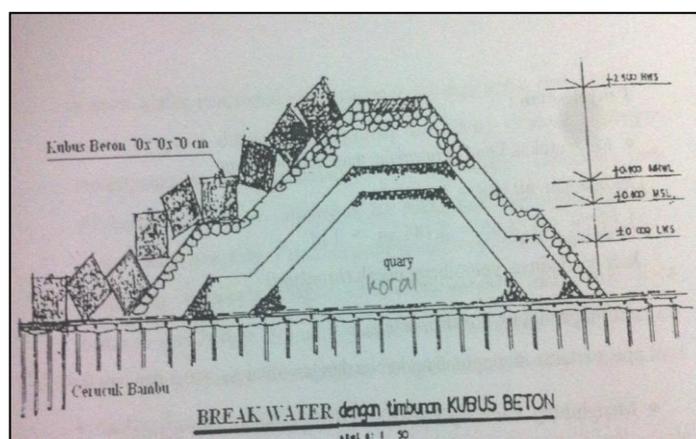
Survei pasang surut berguna untuk pelayaran karena kapal-kapal memerlukan kedalaman air yang sama dengan syarat (draft) kapal ditambah dengan suatu kedalaman tambah. Kedalaman air untuk pelabuhan didasarkan pada frekuensi kapal-kapal dengan ukuran tertentu yang masuk ke pelabuhan. Jika kapal-kapal terbesar masuk ke pelabuhan hanya satu kali dalam beberapa hari, maka kapal tersebut hanya boleh masuk pada waktu air pasang sedangkan kapal-kapal kecil harus dapat masuk ke pelabuhan pada setiap saat. Gelombang menimbulkan gaya-gaya yang bekerja pada kapal dan bangunan pelabuhan. Untuk itu perlu survei arah dan tinggi gelombang menuju pantai, arah dan kecepatan arus untuk menghindari gangguan gelombang tersebut.

Pada perancangan kolam pelabuhan, pasang surut digunakan ketika kegiatan bongkar muat barang, pengisian ulang bahan bakar dan air bersih. Parameter yang digunakan dalam penentuan perencanaan kolam pelabuhan adalah elevasi muka air laut rencana berdasarkan muka air surut (Gambar 8).



Gambar 8. Kedalam kolam pelabuhan (Triatmodjo, 2003)

Perencanaan pemecah gelombang (*Break Water*) juga memerlukan informasi pasang surut dan arus laut sekitarnya. Pemecah gelombang adalah salah satu bangunan pantai yang berfungsi memecah energi gelombang dengan maksud untuk melindungi pantai, kolam pelabuhan, dan fasilitas pelabuhan lain dari gangguan gelombang yang dapat mempengaruhi keamanan dan kelancaran aktivitas di pelabuhan. Dimensi tinggi dan tebal Pemecah Gelombang / Break Water ditentukan oleh elevasi muka air pasang (Gambar 9).



Gambar 9. Break water kubus beton (Triatmodjo, 2003)

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Tipe pasang surut Pulau Batam secara umum adalah pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), artinya dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut secara berurutan. Periode pasang surut rata-rata 12 jam 24 menit. Tinggi gelombang sekitar 0,2 sampai 2,77 meter dari arah selatan ke arah barat laut. Peta pasang surut dapat ditampilkan dalam bentuk web;
2. Pola arus laut Pulau Batam berkisar antara 0,02 m/s sampai 0,01 m/s dari arah utara ke arah timur laut.
3. Penentuan tipe pasang surut dan arus laut merupakan salah satu syarat penting dalam pengembangan transportasi antarpulau, meliputi perancangan bangunan pelabuhan, penentuan rute transportasi, perancangan kolam pelabuhan, dan perencanaan pemecah gelombang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Batam yang menyediakan peralatan untuk alat pengumpulan data dan reviewer yang telah memberikan masukan untuk penyempurnaan tulisan ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Atmodjo, W. (2011). Studi penyebaran sedimen tersuspensi di muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan. *Buletin Oseanografi Marina*, 1(1), 60-81.
- Basuki, S. (2006). *Ilmu ukur tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Coremap Kota Batam (2007). *Penetapan lokasi marine management area Coremap Kota Batam*, SK Walikota Batam No. KPTS.114/HK/VI/2007.
- Diposaptono, S. (2007). *Karakteristik laut pada kota pantai*. Direktorat Bina Pesisir, Direktorat Jendral Urusan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Pemerintah Kota Batam (2014). *Batam dalam Angka. Batam*. Bapedda Kota Batam.

- SNI 7646 (2010). *Survei hidrografi menggunakan single beam echosounder*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sudjana (2005). *Metoda statistika*. Jakarta: Tarsito.
- Sutirto & Diarto (2014). *Gelombang dan arus laut lepas*. Kupang: Graha Ilmu.
- Triatmodjo, B. (2003). *Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.