



KAJIAN POLA ARUS DI PANTAI MARINA ANCOL DAN PENGARUHNYA TERHADAP RENCANA REKLAMASI

Dwi Yuliasari, Muhammad Zainuri, Denny Nugroho Sugianto*

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email : *dennysugianto@yahoo.com

Abstrak

Arus merupakan parameter penting dalam proses pengangkutan pasir dari mulut teluk menuju wilayah hulunya, kolam pelabuhan dan estuaria. Arus di Pantai Marina, Ancol memperlihatkan pola yang kompleks dan lebih banyak dipengaruhi oleh angin, meskipun bangunan dan reklamasi pantai juga turut mempengaruhi. Secara keseluruhan terbentuknya arus di Pantai Marina, Ancol merupakan resultan dari beberapa jenis arus seperti arus yang dibangkitkan oleh pasang surut, angin dan arus sejajar pantai. Pemisahan arus menggunakan software World Current 1.03 didapatkan hasil kecepatan arus total = 2,67 m/det, arus pasut = 0,41 m/det, dan arus residu = 2,64 m/det. Hubungan antara fluktuasi arah dan kecepatan arus dengan pola pasang surut yang terjadi dapat ditunjukkan dengan pendekatan model menggunakan software SMS versi 8.0 dan 8.1. Hubungan ini dapat dilihat dengan adanya pergerakan arah arus yang cenderung bolak-balik, yaitu pada saat kondisi pasang arah arus cenderung ke arah Timur Laut – Barat dan pada saat surut arah arus ke arah Barat –Timur laut dengan kecepatan arus 0,004 m/det – 0,13 m/det. Hasil simulasi model pola arus untuk rencana reklamasi pantai menunjukkan tidak adanya perubahan pola arus yang signifikan dibandingkan dengan pola arus di pantai Marina, Ancol sebelum reklamasi pantai, maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya rencana reklamasi pantai di Ancol, tidak berpengaruh terhadap pola arus di pantai Marina, Ancol.

Kata Kunci : *Arus, Pasang Surut, Pantai Marina, Ancol, Reklamasi*

Abstract

The current is an important parameter in the process of transporting sand from the mouth of the bay toward the upper reaches, pool harbors and estuaries. The pattern of Marina Beach current shows a complex pattern, which is influenced by wind, even-though the building and coastal reclamation also take a part to the current pattern. In general, the current pattern in the Marina Beach, Ancol is constructed by the resultant of the several current such as tidal current, wind, and long shore current. Current separation used World Current 1.03 and result the speed of observed current = 2,67 m/s, ebb current = 0,41 m/s, and residual current = 2,64 m/s. The relationship between the fluctuations of direction and current speed of tidal flow patterns, can be demonstrated by the application of the SMS model approach with current speed 0,004 - 0,13 m/s. This relationship can be seen by the existence of the current movement, which flow from northeast to west during the high tide, and directed from west to northeast during the ebb tide. The model simulation for the coastal reclamation plan shows that there is no significant current pattern change at Marina beach before and after reclamation plan, therefore we can concluded that the reclamation plan will not influence the current pattern in Marina Beach, Ancol.

Keywords: *Current, Tidal, Marina Beach, Ancol, Reclamation*

Pendahuluan

Wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/perikanan, pariwisata dan sebagainya. Berbagai kegiatan

tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana dan sebagainya, yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti erosi, tanah timbul akibat sedimentasi dan lain-lain (Triatmodjo, 1999). Untuk merencanakan pembangunan wilayah

*) Corresponding author
laboska_undip@yahoo.com

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 06-07-2012
Disetujui/Accepted : 10-08-2012



pesisir diperlukan adanya kajian-kajian mengenai kondisi perairan (biotik dan abiotik), sehingga dampak-dampak negatif dapat diminimalisir.

Di Pulau Jawa, pembangunan wilayah pesisir banyak dilakukan di Pantai Utara Jawa (Pantura). Hal ini dikarenakan, ancaman perubahan kondisi perairan dan pantai Pantura lebih sedikit bila dibandingkan dengan Pantai Selatan. Ancaman tersebut antara lain tsunami, gempa tektonik, dinamika perairan yang besar dan lain-lain. Selain itu, wilayah pantura sering dijadikan sebagai pusat kegiatan pemerintahan dan aktivitas masyarakat, seperti Jakarta, Cirebon, Tegal, Pekalongan, Semarang, Surabaya, dan lain sebagainya (Marganingrum, 2004).

Pemerintah merencanakan pembangunan berjangka dengan memanfaatkan potensi laut melalui reklamasi pantai terutama Pantai Utara Laut Jawa untuk mengatasi kekurangan lahan. Pantai Marina Ancol dipilih sebagai lokasi karena terletak tidak jauh dari pusat kota DKI Jakarta dan sesuai dengan rencana induk Pengembangan Ancol (Keputusan Presiden No. 52 Tahun 1995, tentang Reklamasi Pantai Utara Jakarta). Reklamasi di Pantai Marina Ancol dimaksudkan untuk memperluas wilayah perumahan dan bisnis. Berdasarkan data dari Dinas Pertanahan dan Pemetaan Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta mengenai peta pengukuran areal kerja reklamasi pantai utara Jakarta, diketahui luas area reklamasi pantai di Ancol adalah 625 Ha, dengan batas areal kerja sebelah utara dan barat adalah Laut Jawa, sebelah selatan adalah Ancol dan PT. Asahimas, dan sebelah timur PT. Manggala Krida Yudha.

Taman Impian Jaya Ancol dipilih dalam rencana induk tersebut dengan pertimbangan akses mudah, kondisi lingkungan menunjang, dan keadaan topografi lingkungan yang indah, potensi yang dimiliki oleh *site* seperti telah tersedianya fasilitas pendukung sarana rekreasi. Dengan berpijak pada kebijaksanaan peningkatan daya guna tanah pada area terbuka hijau dan rekreasi

sampai pada tahun 2005 serta dengan memperhatikan strategi pengembangan Timur – Barat serta kondisi fisik wilayah DKI Jakarta maka dalam rangka penerapan kebijakan optimasi pemanfaatan Ruang Tata Hijau (RTH) yang masih tersedia, serta usaha pemerataan penyebaran RTH maka lahan yang harus ditetapkan penggunaannya sebagai RTH adalah daerah pantai Jakarta atau tepatnya pada Wilayah Pengembangan (WP) Barat Laut dengan tujuan sebagai daerah pengamanan dari daerah pantai (sebagai penahan intrusi air laut dan pengamanan dari kemungkinan abrasi pantai).

Materi dan Metode Penelitian

Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data lapangan (data primer) dan data pendukung dari instansi terkait (data sekunder). Data primer meliputi pengukuran arus, gelombang dan pasang surut. Sedangkan untuk data sekunder meliputi data pasang surut (Periode Bulan Mei-Juni 2010, yang didapatkan dari Dinas Hidro-Oseanografi) dan data angin (Periode tahun 2010 yang diperoleh dari BMKG) dan peta batimetri Teluk Jakarta (skala 1:50.000 yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro-Oseanografi tahun 2005) yang didapat dari hasil pengukuran sebelumnya yang selanjutnya akan digunakan sebagai data pendukung ataupun sebagai verifikasi

Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

Metode Penentuan Lokasi Sampling

Penentuan lokasi sampling menggunakan metode Area Sampling (*Cluster Sampling*) yaitu sebuah teknik sampling daerah untuk menentukan lokasi pengukuran bila daerah yang diamati sangat luas. Dengan metode ini, peneliti cukup meneliti sebagian dari daerah tersebut agar parameter yang diperoleh dapat menggambarkan karakteristik parameter yang diwakili secara representatif, dimana pemilihannya harus memperhatikan syarat-syarat yang harus dipenuhi secara metodologis (Fathoni, 2006). Pengambilan



data menggunakan metode pengukuran titik tunggal, dimana dengan satu titik itu dapat mewakili luasan daerah penelitian.

Pengukuran Arus

Pengukuran arus dilakukan dengan Metode Euler (Emery dan Thompson, 1998) yaitu pengamatan arus pada suatu posisi tertentu di suatu kolom air sehingga data yang di dapat adalah data arus dalam suatu titik tertentu dalam fungsi waktu. Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) SonTek Argonaut-XR dengan lokasi pengukuran berada sejauh 1 km dari garis pantai, yang diletakkan pada kedalaman 6 meter, dengan koordinat S : 06° 06' 31.0" (Lintang Selatan) dan E : 106° 49' 36.50" (Bujur Timur). Data Arus yang didapat kemudian di plot kedalam grafik dan vector arus menggunakan *CD-Oceanography* serta pengolahan dalam *World Current Analysis*.

Pengukuran Pasang Surut

Pengukuran pasang surut dilakukan dengan menggunakan palem pasut pada koordinat : S. 06° 07' 03,3" (Lintang Selatan) dan E. 106° 49' 43,9" (Bujur Timur). Data yang telah didapat kemudian dianalisa dengan metode admiralty untuk mendapatkan karakteristik parameter pasang surut yang meliputi 9 (sembilan) konstanta harmonis pasut ($M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, M_4, MS_4$) dan tipe pasut, MSL, LLWL dan HHWL.

Model Pola Arus

Pola arus dimodelkan menggunakan *software* SMS (*Surface Water Modeling*

System) dengan modul ADCIRC (*Advanced Circulation Multi Dimensional Hydrodynamic Model*).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengetahui pola arus di Pantai Marina, Ancol sebelum dan setelah reklamasi pantai. Ditinjau dari kondisi geografisnya yang berdekatan dengan daratan, arus di Pantai Ancol dipengaruhi terutama oleh pasut dan angin. Kondisi angin yang berbalik arah dua kali dalam setahun berperan memperkuat arus yang searah dengan arah angin dan memperlemah arus yang berlawanan arah dengan arah angin. Kontribusi dari faktor lainnya seperti gradien tekanan dan perbedaan densitas untuk perairan Utara Laut Jawa, khususnya di sekitar Pantai Marina, Ancol, Jakarta pada umumnya kecil.

Pengukuran Arus

Hasil pengukuran arus pada tanggal 29 Mei – 1 Juni 2010, di Pantai Marina, Ancol yang terekam secara otomatis setiap 10 menit selama 3 x 24 jam untuk satu stasiun. Data yang diperoleh diatur menjadi beberapa *layer cell* untuk mengetahui profil kecepatan dan arah arus. Tabel 1 menunjukkan data kecepatan arus di Pantai Marina Ancol pada tiap *cell*. Setiap *cell* mewakili kedalaman kolom air sekitar 1,0 meter untuk stasiun 1, dengan kedalaman 6 meter maka terbagi menjadi 4 *cell*, yaitu : *cell* 1 = 4 – 4,7 meter, *cell* 2 = 3 meter, *cell* 3 = 2 meter, *cell* 4 = 1 – 1,2 meter.

Tabel 1. Data Kecepatan Arus di Stasiun Arus Pantai Marina, Ancol

Kedalaman Air Laut (Cell)	Kolom (Average)	Kecepatan Max (cm/det)	Kecepatan Min (cm/det)	Kec. Rata-Rata (cm/det)
Rata-Rata	(Average)	14,1	0,2	4,67
(Cell 1)		19,3	0,3	5,99
(Cell 2)		15,8	0,1	4,37
(Cell 3)		20,2	0,1	6,62
(Cell 4)		51	0,7	18,29

Model Pola Arus

Pola arus dimodelkan dengan menggunakan *software* SMS, dengan memasukkan 2 kondisi/skenario yaitu ketika sebelum

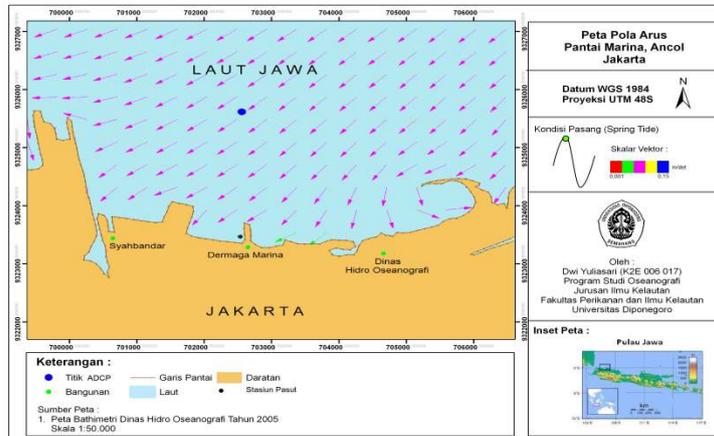
reklamasi (ditunjukkan oleh gambar 1) dan setelah reklamasi pantai (ditunjukkan oleh gambar 2), tujuannya adalah untuk mengetahui pola arus di Pantai Marina Ancol ketika



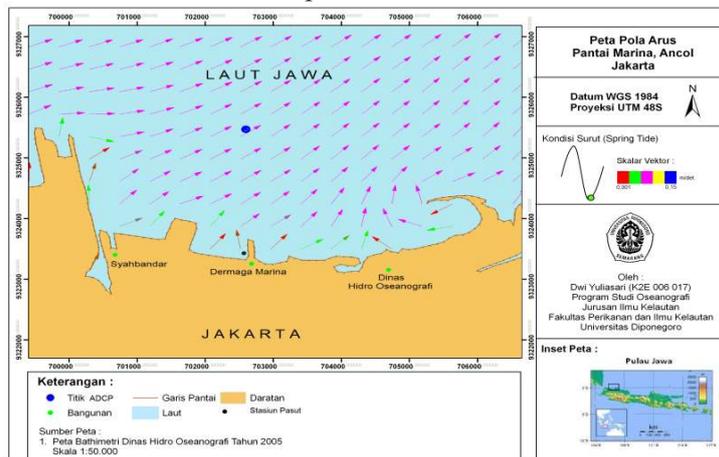
sebelum dan setelah adanya reklamasi pantai. Hasil analisis dari pola pasang surut ketika pasang tertinggi (*spring tide*) menunjukkan bahwa arus bergerak ke arah timur laut – barat

(Gambar 1a dan 2a) dan saat surut terendah arus bergerak ke arah barat - timur laut yang ditunjukkan oleh Gambar 1b dan 2b.

Gambar 1. Pola Arus Sebelum Reklamasi

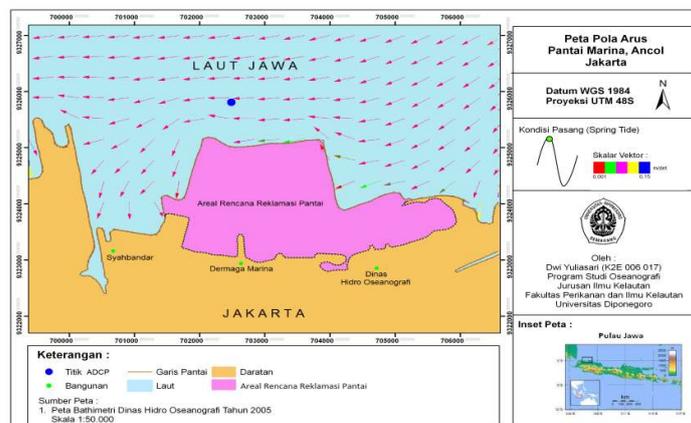


Gambar 1a. Pola arus Pantai Marina, Ancol saat pasang (*spring tide*) pada tanggal 12 Juni 2010 pukul 10.00

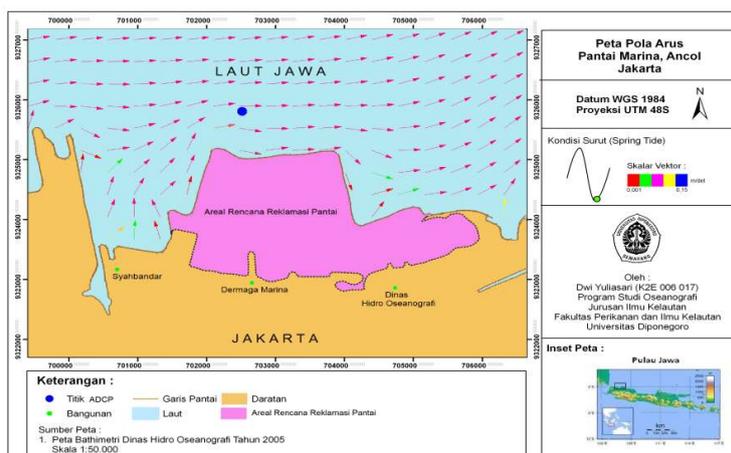


Gambar 1b. Pola arus Pantai Marina, Ancol saat surut (*spring tide*) pada tanggal 12 Juni 2010 pukul 01.00

Gambar 2. Pola Arus Setelah Reklamasi



Gambar 2a. Pola arus Pantai Marina, Ancol saat pasang (*spring tide*) pada tanggal 12 Juni 2010 pukul 10.00



Gambar 2b. Pola arus Pantai Marina, Ancol saat surut (*spring tide*) pada tanggal 12 Juni 2010 pukul 01.00

Secara keseluruhan kondisi pola dan arah arus sebelum reklamasi pantai, ketika pasang purnama dan pasang perbani tidak mengalami perubahan pola arus yang signifikan, hasilnya menunjukkan pola dan arah yang sama, begitu pula dengan hasil model pola arus setelah reklamasi pantai yang juga menunjukkan pola yang sama ketika pasang purnama dan juga pasang perbani, hanya kecepatannya saja yang berbeda, hal ini dikarenakan tunggang pasang saat purnama (*spring tide*) lebih besar daripada tunggang pasang saat pasang perbani (*neap tide*).

Kecepatan arus pasang surut maksimum terjadi pada saat-saat antara pasang dan surut, ketika posisi bumi-bulan-matahari kira-kira berada pada satu garis lurus, gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memperkuat. Kondisi ini menyebabkan naiknya elevasi muka air laut, sehingga tunggang pasutnya juga semakin besar, hal inilah yang menyebabkan kecepatan arus pada saat itu semakin besar. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya rencana reklamasi pantai di Ancol, Jakarta, tidak akan berpengaruh terhadap pola arus di Pantai Marina, Ancol. Karena arah atau pola arus tidak dapat langsung berubah hanya karena satu faktor saja (dalam hal ini adalah rencana reklamasi

pantai), arah arus hanya akan berubah di ujung titik reklamasi pantai, di titik itu arah arus akan berbelok mengikuti bentuk reklamasi pantainya dan tetap bergerak mengikuti pola arus sebelum reklamasi pantai. Hal ini disebabkan karena pada dasarnya arus dapat ditimbulkan oleh tiupan angin, pasang surut, dan perbedaan densitas air laut. Dengan adanya rencana reklamasi pantai tersebut, tidak akan merubah pola angin, pasang surut, maupun densitas air laut, sehingga tidak merubah pola arus di Pantai Marina, Ancol.

Pengukuran Gelombang

Periode gelombang yang tercatat di Pantai Marina, Ancol berkisar antara 5,0 – 7,7 detik dengan periode gelombang signifikan 6,4 detik, dimana periode gelombang terpanjang terjadi pada tanggal 29 Mei 2010 pukul 17.40 WIB. Tabel 2 menunjukkan data hasil perhitungan gelombang. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa gelombang di Pantai Marina, Ancol pada saat pengukuran termasuk gelombang kecil atau tenang. Kondisi ini dikarenakan pada saat pengukuran angin yang bertiup di sekitar Pantai Marina Ancol cukup tenang, selain itu adanya bangunan-bangunan pelindung pantai disekitar Pantai Marina, Ancol dapat mempengaruhi karakteristik gelombang yang ada.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Gelombang

	H_o (m)	L_o (m)	T_o (det)	α_o ($^\circ$)	H_b (m)	d_b (m)	L_b (m)	α_b ($^\circ$)	<i>Longshore current</i> (m/det)
H max	0,96	267,7	13,1	45	1,69	1,27	98,10	45,01	0,151
H signifikan	0,35	113,8	8,54	45	0,57	0,43	61,88	45,01	0,075
H min	0,2	99,8	8	45	0,35	0,27	56,99	45,01	0,039

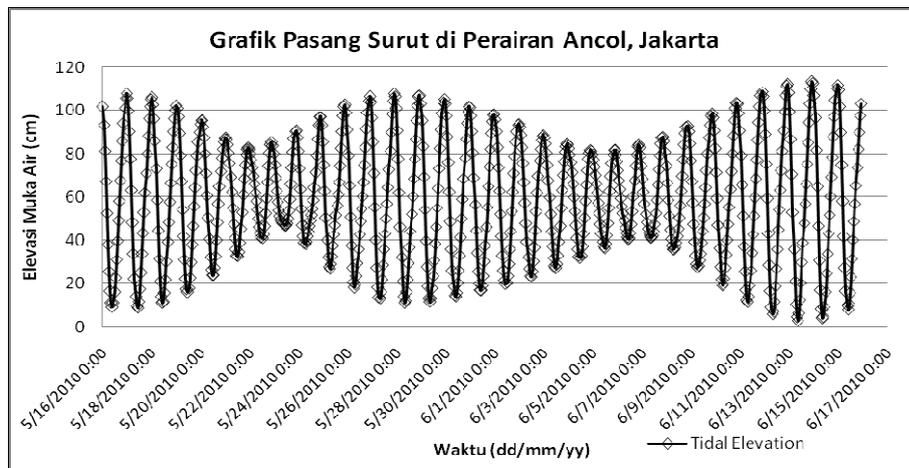
Dari data hasil perhitungan diketahui, $L = 61,88$ meter dan $d = 6$ meter, maka $d/L = 0,097$, sehingga termasuk klasifikasi gelombang laut transisi.

Berdasarkan grafik hasil pemisahan arus total menjadi arus pasut dan arus non pasut (Gambar 1), menunjukkan bahwa arus yang paling dominan di pantai Marina, Ancol adalah arus non pasut. Dengan diketahui kedalaman gelombang pecah sebesar 1,27 meter dengan sudut datang gelombang 45° , dari data tersebut kita dapat mengetahui bahwa arus non pasut yang dominan terjadi di Pantai Marina, Ancol adalah *longshore current* atau arus sejajar pantai dengan kecepatan 7,5 cm/det. Arus ini disebabkan oleh gelombang (*swell*) yang memasuki pantai dan membentuk sudut terhadap garis pantai, gelombang yang mengalami disipasi (gesekan), dan gelombang pecah yang merubah dari transfer energi ke transfer massa. Arus sejajar pantai dapat didefinisikan sebagai arus di daerah *surfzone* yang bergerak sejajar pantai akibat pengaruh gelombang yang mengalami disipasi atau

pecah dimana arah datang gelombang membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini merupakan arus non pasut, akan tetapi arus non pasut tidak merubah pola arus pasut. Pola arus berbentuk ellips dan arus bolak balik masih tetap terlihat walaupun dipengaruhi oleh arus non-pasutnya. Meskipun demikian arus non pasut merubah kecepatan arus pasut. Apabila arus non pasut searah dengan arus pasutnya maka kecepatan arus akan bertambah sesuai dengan kekuatan arus non pasutnya, sebaliknya bila arus non pasut berlawanan dengan arus pasut maka kecepatan arus pasutnya berkurang sesuai dengan kekuatan arus non pasutnya.

Pasang Surut

Berdasarkan konstanta pasang surut yang dikeluarkan oleh Jawatan Hidro-Oseanografi TNI AL untuk perairan Tanjung Priok Jakarta (Tabel 3), serta pengolahan data selama 30 hari, dimulai dari tanggal 16 Mei – 15 Juni 2010, tersaji hasil grafik pasut ditampilkan pada gambar dibawah.



Gambar 3. Grafik Pasang Surut di Pantai Marina, Ancol.



Tabel 3. Komponen Konstanta pasut di Pantai Marina, Ancol

Komponen Konstanta Pasut	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₂	K ₁	O ₁	P ₁	M ₄	MS ₄
Amplitudo (cm)	60,1	5,1	3,3	0,9	0,8	28,9	11,8	9,5	0,9	1,0
Fase (deg 360°)	-	36,8	259,2	200,4	259,2	335,3	304,1	335,3	223,10	248,2

Berdasarkan analisa pasang surut yang telah dilakukan, diperoleh hasil :

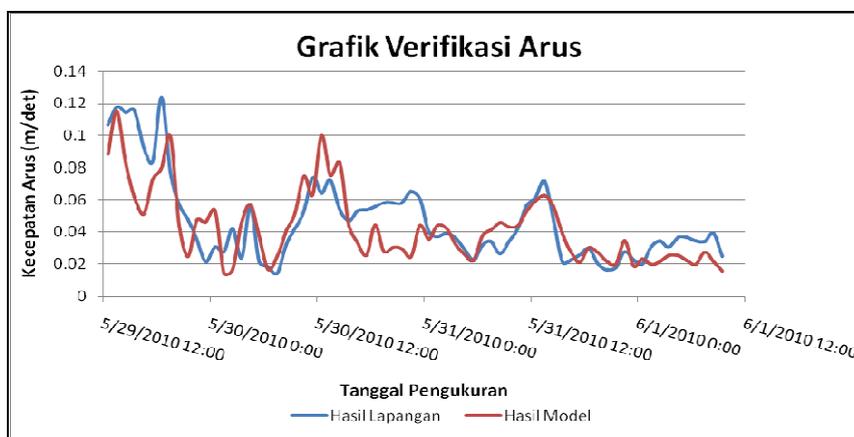
1. MSL (Duduk tengah) : MSL = 60,1 cm
2. Lowest Low Water Level (LLWL) = 0,7 cm
3. Highest High Water Level (HHWL) = 119,5 cm
4. Tipe Pasut : F = 4,85

Prediksi pasut dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian data lapangan yang dihasilkan, dan menunjukkan bahwa data yang dihasilkan dari pengamatan lapangan termasuk baik. Tipe pasut di Pantai Marina, Ancol adalah harian tunggal. Menurut Triatmodjo (1999), pasang surut

harian tunggal (*diurnal Tide*) adalah dimana dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

Verifikasi Arus Hasil Pemodelan dengan Arus Pengukuran.

Verifikasi dilakukan terhadap data arus pada lokasi pengukuran selama 3 hari dengan data arus hasil pemodelan dengan menggunakan *software* SMS. Selanjutnya data arus dari model SMS di-*import* dari hasil *running* selama 15 hari yang di-*load* dari *file*.fort 64* yang berasal dari *folder* yang sama dengan **.project file* pada SMS. Hasil verifikasi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Verifikasi Arus di Pantai Marina, Ancol

Menurut Makridakis (1999) verifikasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keakuratan model bila dibandingkan dengan data lapangan. Koreksi kesalahan rata-rata (*Mean Relative Error*) dihitung dengan persamaan : $RE = \frac{Xi - Fi}{Xi} \times 100\%$ dan

$MRE = \sum \frac{RE}{n}$ didapatkan hasil bahwa nilai MRE hasil model dan hasil data lapangan untuk arus adalah 24,89 %. Hal ini dikarenakan arus model yang dihasilkan merupakan arus pasut, sedangkan untuk arus lapangan merupakan arus total, yaitu gabungan dari arus pasut dan arus non pasut.



Hasil dari simulasi model arus dapat dipergunakan sebagai data dasar untuk rencana reklamasi pantai, agar dapat mengurangi dampak negatif karena adanya reklamasi pantai yang akan dilakukan. Sebelum melakukan reklamasi pantai, banyak faktor yang harus diperhatikan, selain pola arus dan gelombang, juga harus dilakukan analisis pola sedimentasi untuk mengetahui perubahan garis pantai yang akan terjadi, serta mengetahui lokasi-lokasi yang kemungkinan akan terjadi abrasi maupun akresi, dengan mengambil sampel sedimen (*swash* dan *back swash*), sehingga kita dapat mengetahui banyaknya sedimen yang datang dan sedimen yang terbawa arus ke laut.

Menurut Lakhan dan Trenhaile (1989) data keluaran simulasi pesisir tidak hanya terkait dengan fluktuasi acak, tetapi juga berbagai derajat kebenaran. Hal ini disebabkan karena model simulasi selalu memasukan simplifikasi dan selalu mengurangi beberapa hal dari keadaan yang sebenarnya. Oleh karena itu tidak ada satu modelpun yang tepat benar saat dihubungkan dengan keadaan yang sebenarnya, dimana model simulasi diperbolehkan untuk disusun dan harus dilengkapi dengan berbagai derajat kebenaran.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan adanya rencana reklamasi pantai tidak merubah pola arus di Pantai Marina Ancol, karena pada dasarnya arus dibangkitkan oleh faktor lain (di luar adanya segala bentuk proses pantai buatan seperti reklamasi pantai) seperti tiupan angin, pasang surut, dan perbedaan densitas. Hasil pendekatan model sebelum reklamasi pantai menunjukkan saat pasang arus bergerak dari Timur Laut – Barat dengan kecepatan 0,123 m/det dan saat surut arus bergerak dari Barat – Timur Laut dengan kecepatan 0,005 m/det. Sedangkan untuk hasil pendekatan model setelah reklamasi pantai, saat pasang arus bergerak dari Timur Laut – Barat dengan kecepatan 0,130 m/det dan saat surut arus

bergerak dari Barat – Timur Laut dengan kecepatan 0,004 m/det.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak dan instansi yang telah memberikan bantuan dan fasilitas dalam penulisan jurnal ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- Emery, W. J. and Thomson, R. E. 1998. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Boulder, Colorado and Sidney, BC.
- Fathoni, A. 2006. Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi. Rineka Cipta. Bandung.
- Lakhan, V. C. and A. S. Trenhaile. 1989. Applications in Coastal Modeling. Elsevier Science Publisher, Netherlands.
- Makridakis, S. *et al.* 1999. Forecasting Methods and Applications. United States of America
- Marganingrum, D. 2004. Tinjauan Karakteristik Wilayah Pantai Utara dan Pantai Selatan Jawa Barat dalam Rangka Pengelolaan Kawasan Pesisir Terpadu. <http://docs.google.com/viewer katalog.p dii.lipi.go.id/index.php.pdf> (13 April 2010).
- Triatmojo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.

