

Studi Laju Sedimentasi Akibat Dampak Reklamasi Di Teluk Lamong Gresik

Fiqih Trisnawan W¹⁾, Widi A. Pratikto²⁾, dan Suntoyo³⁾

¹⁾²⁾³⁾Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: pratikto@oe.its.ac.id

Abstrak: Kawasan reklamasi pantai merupakan kawasan hasil perluasan daerah pesisir pantai melalui rekayasa teknis untuk pengembangan kawasan baru. Di Teluk Lamong ini akan direncanakan reklamasi pantai untuk kebutuhan pelabuhan. Pelabuhan di Jawa Timur saat ini tidak mencukupi untuk kapasitas bongkar muat. Karena Pelabuhan Tanjung Perak tidak mencukupi untuk pengembangan lahan maka direncanakan untuk reklamasi di wilayah Teluk Lamong. Tugas akhir ini meneliti tentang perubahan pola arus yang terjadi di kawasan Teluk Lamong akibat adanya reklamasi dengan parameter kecepatan arus yang terjadi pada titik tinjauan dan tiap alternatif desain reklamasi yang dimodelkan dengan SMS 11.1. Pola arus dan transpor sedimen yang terjadi di kawasan Teluk Lamong mengalami perubahan. Besarnya sedimen pada kondisi eksisting yaitu -638.33 m^3 . Selisih volume sedimentasi sebelum dan sesudah dilakukannya reklamasi di Teluk Lamong dibagi dalam beberapa alternatif desain, untuk alternatif desain 1 didapatkan selisih -20.9 m^3 , untuk alternatif 2 didapatkan -41.7 m^3 . Walaupun sedimentasi bernilai negatif atau dengan kata lain terjadi erosi, namun angka yang terjadi tidak signifikan.

Kata-kata kunci: reklamasi, pola arus, sedimentasi.

I. PENDAHULUAN

Pantai merupakan daerah perbatasan daratan dan lautan. Daerah ini terdapat beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi perubahan morfologi seperti angin, gelombang, arus, pasang surut. Permasalahan yang dapat terjadi adalah erosi pantai dan sedimentasi. Adapun sebab terjadinya erosi pantai dikelompokkan menjadi dua yaitu sebab yang terjadi secara alamiah dan aktifitas manusia.

Wilayah pantai juga dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam kegiatan. Salah satunya adalah kegiatan pelabuhan. Pelabuhan di Jawa Timur saat ini tidak mencukupi untuk kapasitas bongkar muat. Karena Pelabuhan Tanjung Perak tidak mencukupi untuk pengembangan lahan maka direncanakan untuk reklamasi di wilayah Teluk Lamong. Kebijakan reklamasi tersebut akan berdampak pada perubahan pola arus pasang surut dan sedimentasi di Teluk Lamong. Terjadinya sedimentasi akan berdampak pada pedangkalan alur pelayaran di Selat Madura. Karena Teluk Lamong merupakan muara dari beberapa sungai sehingga laju sedimentasi akan bertambah.

II. URAIAN PENELITIAN

Undang-undang no.1 tahun 2014 menjelaskan bahwa hanya dapat dilaksanakan jika manfaat sosial dan ekonomi yang diperoleh lebih besar dari biaya sosial dan biaya ekonominya. Namun demikian, pelaksanaan reklamasi juga wajib menjaga dan memperhatikan beberapa hal seperti a) keberlanjutan kehidupan dan penghidupan masyarakat; b) keseimbangan antara kepentingan pemanfaatan dan pelestarian lingkungan pesisir; serta c) persyaratan teknis pengambilan, pengerukan dan penimbunan material.

A. Reklamasi

Reklamasi adalah usaha perbaikan atau pengembalian kondisi lahan yang sudah rusak ke kondisinya semula, yaitu dalam hal kesuburan dan produktivitasnya. Definisi reklamasi pantai menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.40/PRT/M/2007 adalah kegiatan di tepi pantai yang dilakukan oleh orang dalam rangka meningkatkan manfaat sumber daya lahan ditinjau dari sudut lingkungan dan sosial ekonomi dengan cara pengurugan, pengeringan (*polder*), atau drainase.

Permasalahan yang mungkin dihadapi pada pekerjaan reklamasi pantai baik pada saat pelaksanaan maupun kondisi jangka panjang yaitu stabilitas timbunan yang rendah, penurunan konsolidasi yang besar dalam waktu yang panjang, abrasi, dan pencemaran lingkungan laut sekitar.

B. Sedimentasi

Sedimen adalah proses pengendapan material yang terkait oleh aliran dari bagian hulu akibat dari erosi (Ronggodigdo, 2011). Sedimentasi terjadi akibat adanya gelombang yang datang dan membentuk sudut terhadap garis pantai sehingga mengakibatkan lepasnya sedimen pada suatu daerah pantai dan berpindah sejajar arah pantai ke daerah pantai lain kemudian mengendap. Proses sedimentasi berlangsung terus selama suplai muatan sedimentasi yang banyak dari daratan masih terus terjadi.

C. Transpor Sedimen

Sedimen yang terjadi dapat berasal dari daratan yang terbawa sungai, dari laut dalam yang terbawa arus ke pantai atau dari erosi pantai itu sendiri. Pergerakan angkutan sedimen dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Bed Load Transport

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan *bed load*. Adanya *bed load* ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding sepanjang saluran.

2. Wash Load Transport

Wash Load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong material tersebut.

3. Suspended Load Transport

Suspended load adalah material dasar sungai (*bed material*) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

D. Pasang Surut

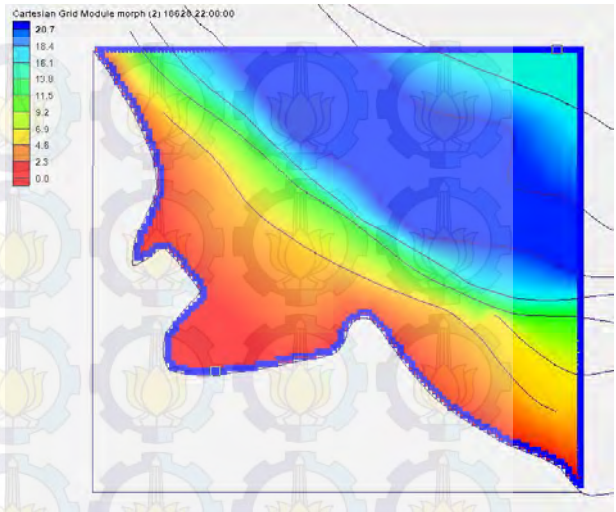
Menurut pasang surut adalah perubahan ketinggian muka air laut karena gerak gravitasi bulan dan matahari dan benda langit lain pada perputaran bumi. Sedangkan menurut pasang surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Gravitasi bulan merupakan pembangkit utama pasang surut.

Penelitian dilakukan dengan studi literatur dan pengumpulan data. Data arus dan pasang surut merupakan data sekunder. Data *bathimetry* dan data tanah dari Teluk Lamong.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

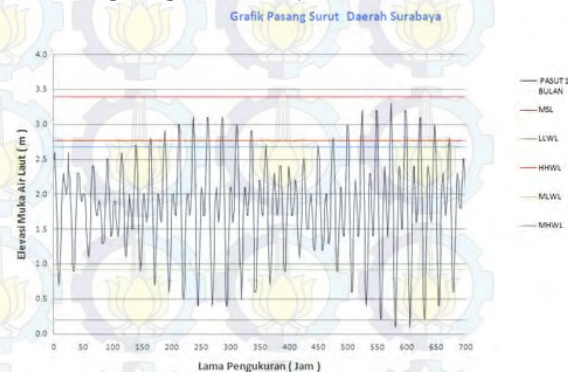
A. Simulasi Model Hidrodinamis dan Validasi

Data – data yang digunakan adalah data pasut pada wilayah Surabaya Bulan September 2013 untuk keperluan validasi model selama 24 jam dan simulasi model selama 15 hari. Data pasang surut Surabaya digunakan sebagai input *boundary condition*.



Gambar 3.1 *Boundary condition* Teluk Lamong

Berikut adalah grafik pasang surut Surabaya yang digunakan sebagai input *boundary condition*.



Gambar 3.2 Pasang Surut Surabaya September 2013

Setelah data sekunder didapat maka tahap selanjutnya yaitu pemodelan hidrodinamis. Sebelum data sekunder dimasukkan sebagai *input* CMS-Flow perlu dilakukannya koreksi elevasi karena setiap peramalan baik data pasang surut maupun bathimetri berada pada posisi di bawah MSL (*Mean Sea Level*). Sehingga untuk meminimalisir kesalahan harus dilakukannya koreksi elevasi tersebut.

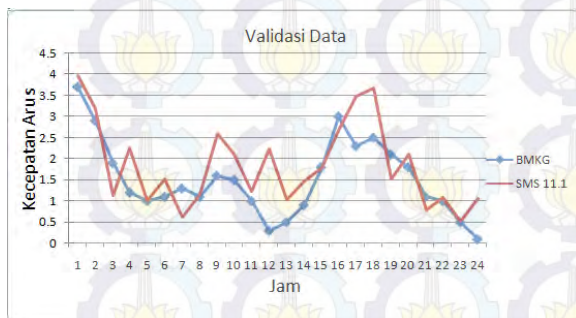
Untuk validasi pemodelan digunakan *output* CMS-Flow berupa arus dan pasang surut yang dibandingkan dengan data pasang surut Surabaya

Tabel 3.1 Perbandingan kecepatan arus SMS 11.1 dan BMKG

| Jam | Kecepatan Arus | | |
|-----|----------------|----------|----------|
| | BMKG | SMS 11.1 | Faktor |
| | | | 1000 |
| 1 | 3.7 | 0.003962 | 3.962015 |
| 2 | 2.9 | 0.003087 | 3.086858 |
| 3 | 1.9 | 0.001808 | 1.80791 |
| 4 | 1.2 | 0.001542 | 1.542396 |
| 5 | 1 | 0.000992 | 0.991751 |
| 6 | 1.1 | 0.001216 | 1.216379 |
| 7 | 1.3 | 0.0013 | 1.299721 |
| 8 | 1.1 | 0.001149 | 1.148749 |

| | | | |
|-----|----------------|----------|----------------|
| 9 | 1.6 | 0.001782 | 1.781627 |
| 10 | 1.5 | 0.001586 | 1.586399 |
| 11 | 1 | 0.001215 | 1.215397 |
| 12 | 0.3 | 0.000319 | 0.319024 |
| Jam | Kecepatan Arus | | |
| | BMKG | SMS 11.1 | Faktor 1000 |
| 13 | 0.5 | 0.000605 | 0.605025 |
| 14 | 0.9 | 0.001047 | 1.047096 |
| 15 | 1.8 | 0.001781 | 1.780765 |
| 16 | 3 | 0.002672 | 2.672332 |
| 17 | 2.3 | 0.002362 | 2.36154 |
| 18 | 2.5 | 0.002762 | 2.761517 |
| 19 | 2.1 | 0.001907 | 1.906774 |
| 20 | 1.8 | 0.002094 | 2.0937 |
| 21 | 1.1 | 0.000881 | 0.880568 |
| 22 | 1 | 0.00117 | 1.169965 |
| 23 | 0.5 | 0.000602 | 0.601867 |
| 24 | 0.1 | 0.000246 | 0.246163 |

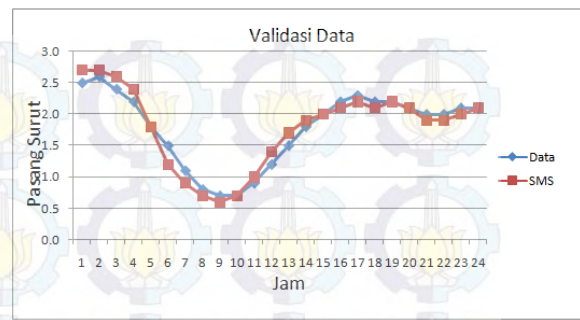
Grafik perbandingan dari tabel perbandingan hasil simulasi dengan data BMKG diatas adalah seperti grafik 4.6 dibawah ini :



Gambar 3.3 Perbandingan kecepatan arus SMS 11.1 dan BMKG

Dari tabel dan grafik di atas bisa kita ketahui bahwa kecepatan arus *output* SMS 11.1 bernilai 1000 kali lebih kecil dari pengukuran BMKG, maka perlu dilakukan pemfaktoran agar mendapatkan hasil yang valid. Arus pengukuran BMKG bernilai 1/1000 dari output SMS 11.1, sehingga hasil sedimentasi yang terjadi di lapangan adalah nilai output SMS 11.1 dikalikan dengan 1/1000.

Selain cara diatas, validasi juga dapat dilakukan dengan menyesuaikan hasil perbandingan besar pasang surut yang terjadi antara hasil output dan Surabaya Pelabuhan, dimana dari perbedaan besar pasang surut akan menentukan arah arus yang terjadi. Arus akan mengalir dari pasang surut tinggi menuju pasang surut rendah. Berikut hasil perbandingan tersebut :

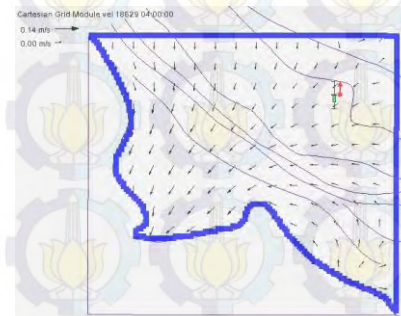


Gambar 3.4 Perbandingan pasang surut SMS 11.1 dan Surabaya Pelabuhan

Model numeris yang dilakukan dengan bantuan SMS 11.1 dapat dikatakan valid jika arah aliran menunjukkan seperti keadaan sesungguhnya. Untuk membuktikannya, dilakukan validasi pada beberapa waktu pengamatan,

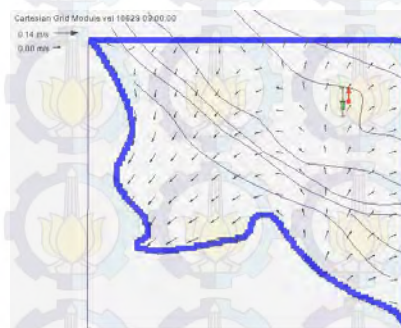
1. Pukul 04.00 (Menunjukkan keadaan menuju surut)
2. Pukul 09.00 (Menunjukkan pada saat surut maksimum)
3. Pukul 12.00 (Menunjukkan keadaan menuju pasang)
4. Pukul 17.00 (Menunjukkan pada saat pasang)
5. Pukul 22.00 (Menunjukkan keadaan surut)

Pada gambar berikut merupakan kejadian pada pukul 04.00 atau *time step* 28.



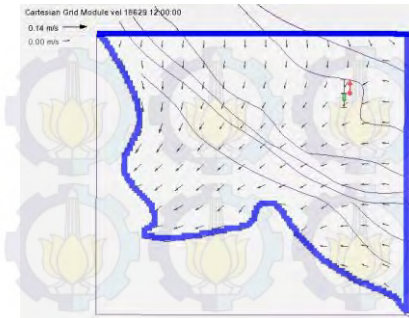
Gambar 3.5 Cuplikan Simulasi pada *time step* 28

Gambar kejadian pada pukul 09.00 atau pada *time step* 33



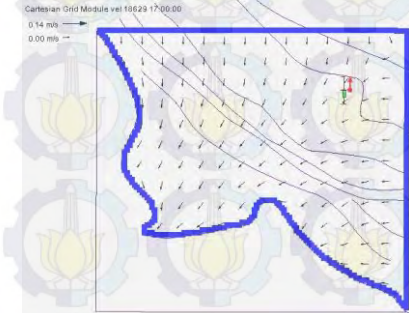
Gambar 3.6 Cuplikan Simulasi pada *time step* 33

Gambar kejadian pada pukul 12.00 atau pada *time step* 36



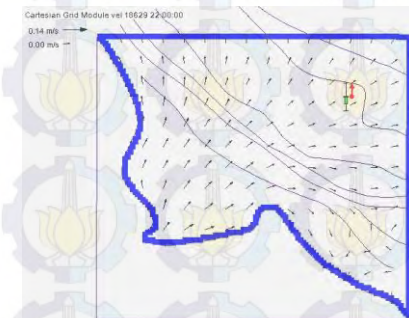
Gambar 3.7 Cuplikan Simulasi pada *time step* 36

Gambar kejadian pada pukul 17.00 atau pada *time step* 41



Gambar 3.8 Cuplikan Simulasi pada *time step* 41

Gambar kejadian pada pukul 22.00 atau pada *time step* 46



Gambar 3.9 Cuplikan Simulasi pada *time step* 46

B. Simulasi Model Reklamasi Teluk Lamong

Setelah melakukan validasi dengan menggunakan kondisi eksisting daerah Teluk Lamong, maka dilakukan running lagi dengan menggunakan input besaran yang digunakan dalam validasi yang akan dijadikan juga *input* untuk rancangan alternatif model reklamasi. Alternatif model reklamasi tersebut antara lain:

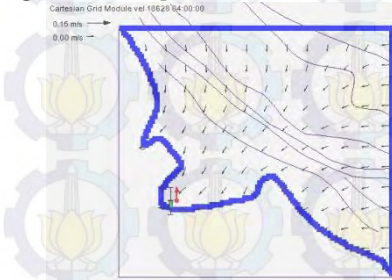
- Alternatif 1, Simulasi apabila reklamasi direncanakan sesuai ijin yang telah dikeluarkan.
- Alternatif 2, Simulasi seperti Alternatif 1 namun ada perubahan pada lahan sebesar 50 Ha agak mundur ke arah pantai.

Titik yang ditinjau untuk semua model seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.2 Koordinat Titik Tinjauan

| Titik | Easting | Northing |
|-------|---------|----------|
| 1 | 685749 | 9204291 |

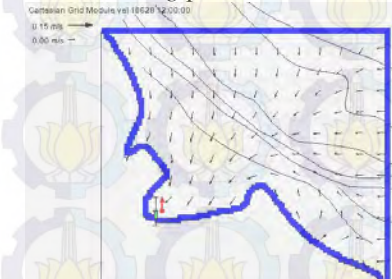
Setelah ditetapkan titik pengamatan dan *time step* untuk ditinjau dalam pemodelan, maka didapatkan hasil simulasi SMS 11.1 untuk kecepatan arus di tiap titik pengamatan dan *time step* tinjauan. Berikut adalah hasil running pemodelan pada model 1 pada *time step* 28:



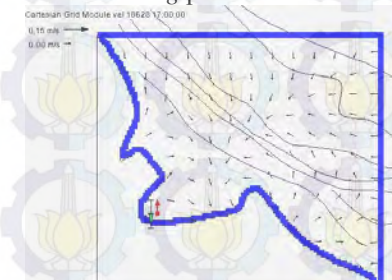
Gambar 3.10 Hasil *running* pemodelan model 1 *time step* 28



Gambar 3.11 Hasil *running* pemodelan model 1 *time step* 33



Gambar 3.12 Hasil *running* pemodelan model 1 *time step* 36

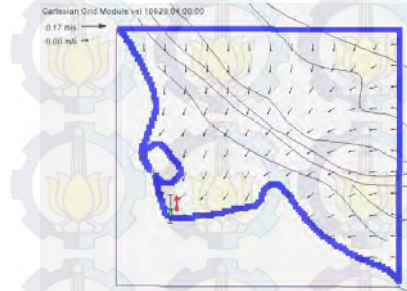


Gambar 3.13 Hasil *running* pemodelan model 1 *time step* 41



Gambar 3.14 Hasil *running* pemodelan model 1 *time step* 46

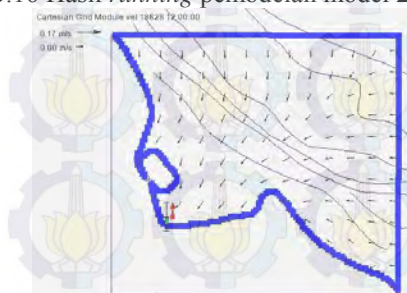
Berikut adalah hasil running pemodelan pada model 2 pada *time step* 28:



Gambar 3.15 Hasil *running* pemodelan model 2 *time step* 28



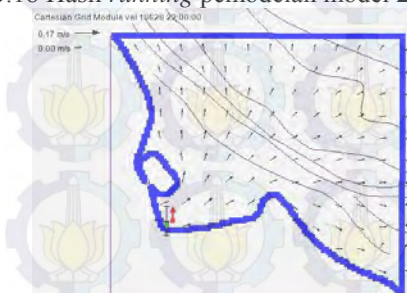
Gambar 3.16 Hasil *running* pemodelan model 2 *time step* 33



Gambar 3.17 Hasil *running* pemodelan model 2 *time step* 36



Gambar 3.18 Hasil *running* pemodelan model 2 *time step* 41



Gambar 3.19 Hasil *running* pemodelan model 2 *time step* 46

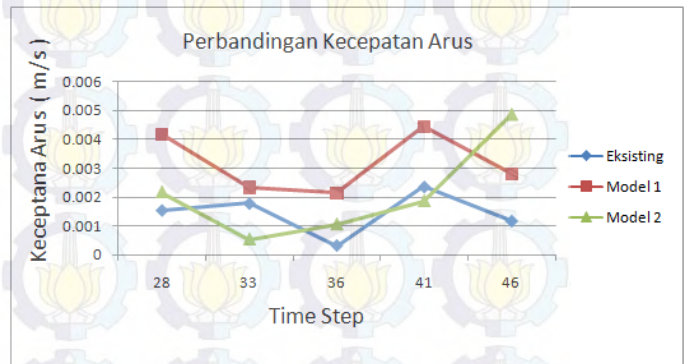
Bisa dilihat bahwa arus yang berada di antara perairan area reklamasi sangatlah kecil, karena terhubungnya area reklamasi dengan pantai, sehingga arus sebagian besar melewati daerah

terluar dari area reklamasi. Berikut adalah tabel kecepatan arus tiap *time step* yang ditinjau dari titik pengamatan dalam kondisi eksisting dan alternatif pemodelan:

Tabel 3.3 Perbandingan Kecepatan Arus

| Kondisi | Kecepatan Arus Tiap <i>Time Step</i> (m/s) | | | | |
|-----------|--|----------|----------|----------|----------|
| | 28 | 33 | 36 | 41 | 46 |
| Eksisting | 0.001542 | 0.001782 | 0.000319 | 0.002672 | 0.00117 |
| Model 1 | 0.00419 | 0.002344 | 0.002154 | 0.003159 | 0.002797 |
| Model 2 | 0.002173 | 0.000539 | 0.001062 | 0.001282 | 0.00485 |

Apabila data dalam tabel tersebut disajikan dalam bentuk grafik, maka akan terlihat perbedaan kecepatan arus yang memperlihatkan terjadi perubahan pola arus dari sebelum ada reklamasi dan ada reklamasi. Berikut adalah grafik-grafiknya:



Gambar 3.20 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus

Pada pemodelan tersebut terjadi dinamika kecepatan arus apabila dibandingkan dengan kecepatan arus sebelum adanya reklamasi di tiap *time step*, ada yang bertambah besar ada pula yang bertambah kecil, sesuai dengan titik tinjauannya, hal ini mengindikasikan bahwa terjadi perubahan pola arus sebelum dan sesudah dilakukannya reklamasi.

Tabel 3.4 berikut adalah nilai perubahan permukaan dasar tiap *time step* dari titik pengamatan

Tabel 3.4 Perubahan permukaan dasar

| Kondisi | Perubahan permukaan dasar (m) | | | | |
|-----------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 28 | 33 | 36 | 41 | 360 |
| Eksisting | 0.006142 | 0.009392376 | 0.008562398 | 0.011005009 | 0.01542398 |
| Model 1 | 0.007696 | 0.010146782 | 0.011101249 | 0.014757265 | 0.016291212 |
| Model 2 | 0.006517 | 0.011155174 | 0.011839707 | 0.012821569 | 0.01817033 |

Apabila data dalam tabel tersebut disajikan dalam bentuk grafik,



Gambar 3.21 Perubahan permukaan dasar pada titik tinjau

C. Perbandingan Sedimentasi Berbagai Alternatif Desain

Data besarnya sedimen didapatkan dari hasil running SMS 11.1 CMS-Flow module pada time step terakhir atau pada hari ke 15, karena di hari tersebut kita bisa mengetahui transpor sedimen dari awal kita pemodelan sampai akhir. Besarnya sedimen pada kondisi eksisting yaitu -0.063813 m^3 . Untuk alternatif 1 yaitu sebesar -0.065923 m^3 dan pada alternatif 2 sebesar -0.068003 m^3 .

Setelah nilai sedimentasi ditemukan maka difaktorkan dengan 1/1000 seperti pada saat validasi data di atas, maka selisih volum yang terjadi yaitu:

- Volum Eksisting = $- 638.33 \text{ m}^3$
- Selisih volum alternatif 1 dengan eksisting = $- 20.9 \text{ m}^3$
- Selisih volum alternatif 2 dengan eksisting = $- 41.7 \text{ m}^3$

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari pemodelan reklamasi Teluk Lamong dapat ditarik kesimpulan pola arus dan transpor sedimen yang terjadi di kawasan Teluk Lamong setelah adanya reklamasi mengalami perubahan,.

Selisih volume sedimentasi sebelum dan sesudah dilakukannya reklamasi di Teluk Lamong dibagi dalam beberapa alternatif desain, untuk alternatif desain 1 didapatkan selisih $- 20.9 \text{ m}^3$, untuk alternatif 2 didapatkan $- 41.7 \text{ m}^3$. Nilai selisih tersebut bernilai negatif (-) berarti keadaan sedimentasi yang terjadi yaitu erosi, dan nilai selisih sangatlah kecil sehingga erosi yang terjadi setelah adanya reklamasi tidak terlalu signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Kelautan dan Keluarga Besar Leviathan atas semangat yang diberikan kepada penulis dalam mengerjakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwafi P., 2013. Studi Dampak Rencana Reklamasi di Teluk Lamong Propinsi Jawa Timur Terhadap Pola Arus Pasang Surut dan Angkutan Sedimen. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol.7 No.2.
- Anonim. 2010. Laporan Akhir Studi Penyusunan Database Kajian Lingkungan Hidup Strategis Kawasan Teluk Lamong. Lembaga. PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero).
- Achmad, Mahmud. 2011. Buku Ajar Hidrologi Teknik. Program Hibah Penulisan Buku Ajar Tahun 2011, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Bambang A., 2011. Studi Dampak Reklamasi di Kawasan Kenjeran Dengan Penekanan Pada Pola Arus Dan Transpor Sedimen. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Surabaya
- Citrosiswoyo, Wahyudi. 2011. Proses Pantai. Presentasi Kuliah Mata Kuliah Proses Pantai Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.
- Pratikto, Widi A. dkk. 1999. Struktur Perlindungan Pantai. Surabaya
- Rakhmat. 2011. Pengukuran dan Prediksi Distribusi Sedimen Suspensi Pada Saluran Terbuka. *Jurnal Sipil Soepa*

Ronggodigdo, Subhan. 2011. Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan. Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik-USU. Sumatra Utara.

Sudrajat, Catrin, M. Syahril B.K., Hadi Kardhana. 2012. Kajian Sedimentasi di Sekitar Muara Sungai Wanggu Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. Thesis Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan-ITB. Bandung.

Suntoyo. 2012. *Sediment Transport in Open Channel*. Presentasi Kuliah Mekanika dan Teknologi Sedimen Transpor, Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.

Triatmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta

U.S.Army Corp Engineering. 1984. Shore Protection Manual. Missisipi. 4th ed. Vol I.