

Analisa Pendangkalan Jalur Pelayaran Menggunakan Pemodelan Hidrodinamika 3D (Studi Kasus : Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik)

Shallowage Analysis of Shipping Lines Using 3D Hydrodynamic Modeling (Case Study: PT Petrokimia Gresik Port Waters)

Yoga Arif Rohman, Danar Guruh Pratomo*, Khomsin

Departemen Teknik Geomatika, FTSPK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

*Korespondensi penulis: guruh@geodesy.its.ac.id

Diterima: 19082021 Diperbaiki: 29102021; Disetujui: 15112021; Dipublikasi:10012022

Abstrak: PT Petrokimia Gresik memiliki fasilitas penunjang produktivitas berupa pelabuhan terminal untuk kepentingan sendiri. Pelabuhan tersebut diharapkan selalu dalam keadaan yang baik dan selalu aman untuk digunakan lalu lintas pelayaran kapal-kapal yang melewati. Namun, kinerja pelabuhan sangat tergantung dari kedalaman alur pelayaran dan kolam labuhnya. Salah satu dari penyebab terjadinya pendangkalan pada pelabuhan adalah adanya sedimentasi yang terjadi secara terus-menerus dan pengendapan di suatu lokasi. Pada saat terjadi surut material akan terkikis, sedangkan pada saat pasang akan terbawa material yang mengendap. Lokasi pelabuhan yang berada di selat dan muara sungai yang mengakibatkan kondisi topografi dengan elevasi yang rendah pada pesisir pantai dan pelabuhan yang dikhawatirkan mempengaruhi kegiatan bersandar kapal. Salah satu langkah yang digunakan untuk mengatasi pendangkalan yaitu dengan dilakukan proses pengerukan terhadap sedimen yang mengendap di daerah tersebut. Oleh sebab itu, agar proses pengerukan berjalan efektif diperlukan pengetahuan tentang hidrodinamika air laut dan transpor sedimen di daerah perairan tersebut. Simulasi model numerik dapat digunakan menjadi cara yang efisien dan ekonomis. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan hidrodinamika secara numerik dengan menunjukkan gambaran tentang pola arus laut dan penyebaran sedimentasi di Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik dengan menggunakan perangkat lunak pemodelan hidrodinamika 3D. Berdasarkan hasil pemodelan dihasilkan mengalami pertambahan kedalaman sebesar 0,640 m dengan dominan 0,080 m serta mengalami rata-rata perubahan kedalaman sebesar 0,055 m dan memiliki kecepatan perubahan kedalaman hingga sebesar 0,030 m/hari dengan memiliki rata-rata kecepatan perubahan kedalaman sebesar 0,002 m/hari. Maka, jika diakumulasikan dalam sebulan mendapatkan kecepatan perubahan kedalaman sebesar 0,060 m.

Copyright © 2022 Geoid. All rights reserved.

Abstract: PT Petrokimia Gresik has productivity support facilities in the form of a port facility for its own use. The port is expected to always be in good condition and always safe for shipping traffic to pass through. However, the performance of the port is highly dependent on the depth of the shipping line and the anchorage pool. One of the causes of silting in the port is the presence of sedimentation that occurs continuously and deposition in a location. At low tide the material will be eroded, while at high tide the sediment will be carried away. The location of the port which is in the strait and river mouth which results in topographical conditions with low elevation on the coast and harbor which is feared to affect the activities of docking ships. One of the steps used to overcome siltation is to carry out a dredging process for the sediment that settles in the area. Therefore, in order for the dredging process to run effectively, knowledge of the hydrodynamics of seawater and sediment transport in these water areas is required. Numerical model simulation can be used in an efficient and economical way. In this research, numerical hydrodynamic modeling will be carried out by showing an overview of the pattern of ocean currents and the distribution of sedimentation in the waters of the Port of PT Petrokimia Gresik using 3D hydrodynamics modeling software. Based on the modeling results, experienced an increase in depth of 0.640 m with a dominant 0.080 m and By experiencing an average depth change of 0.055 m and having a depth change velocity of up to 0.030 m/day with an average depth change velocity of 0.002 m/day. So, if it is accumulated in a month, the speed of change in depth is 0.060 m.

Kata kunci: Hidrodinamika Air Laut; Model Numerik; Pelabuhan PT Petrokimia Gresik; Sedimentasi; Transpor Sedimen

Cara untuk sitasi: Rohman, Y.A., Pratomo, D.G., & Khomsin. (2021). Analisa Pendangkalan Jalur Pelayaran Menggunakan Pemodelan Hidrodinamika 3D (Studi Kasus : Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik). *Geoid*, 17(1), 119 – 132.

Pendahuluan

Kabupaten Gresik merupakan salah satu daerah yang terdapat di sebelah barat laut Kota Surabaya yang memiliki luas wilayah sebesar 1.191,25 kilometer persegi. Sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur 2021-2031 dan Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) bahwa kawasan perkotaan Gerbangkertosusila diarahkan menjadi pusat kegiatan nasional di Provinsi Jawa Timur (Bappeda Jatim, 2013).

Oleh karena itu untuk menunjang perekonomian, Kabupaten Gresik dilengkapi dengan pelabuhan umum atau pelabuhan khusus sehingga dapat digunakan sebagai akses perdagangan regional maupun nasional. PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi pupuk dan bahan kimia. PT Petrokimia Gresik memiliki fasilitas penunjang produktivitas berupa Pelabuhan Terminal Untuk Kepentingan Sendiri yang selanjutnya disebut dengan Pelabuhan TUKS (Setiawan, 2014). Pelabuhan tersebut diharapkan selalu dalam keadaan yang baik dan selalu aman untuk digunakan lalu lintas pelayaran kapal-kapal yang melewati. Kinerja pelabuhan sangat tergantung dari kedalaman alur pelayaran dan kolam labuhnya (Purnomo dkk. 2015). Oleh sebab itu, kondisi ini menyebabkan banyak pabrik yang memiliki pelabuhan perlu melakukan perawatan secara rutin dan berkala untuk menjaga dan memelihara jalur pelayaran tetap aman dari perubahan kedalaman.

Salah satu dari penyebab terjadinya pendangkalan pada pelabuhan adalah adanya sedimentasi yang terjadi secara terus-menerus dan pengendapan di suatu lokasi. Proses ini dapat menimbulkan permasalahan (Kurniawan dan Pradana, 2016). Sedimentasi dan abrasi dapat terjadi karena dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan gelombang. Pada saat terjadi surut material akan terkikis, sedangkan pada saat pasang akan terbawa material yang mengendap (Qomariyah dan Yuwono, 2016). Lokasi pelabuhan yang berada pada selat mengakibatkan lebih rawan terjadinya erosi. Dikarenakan, material-material yang dibawa arus dari laut lepas masuk ke sebuah selat dengan kecepatan yang cukup tinggi akan mengendap di daerah yang lebih tenang. Daerah yang lebih tenang seperti di muara sungai, teluk, dan pelabuhan sehingga menyebabkan sedimentasi di daerah tersebut (Triatmodjo, 1999). Salah satu langkah yang dapat digunakan untuk mengatasi pendangkalan yaitu dengan dilakukan proses pengerukan terhadap sedimen yang mengendap di daerah tersebut. Oleh sebab itu, agar proses pengerukan berjalan efektif dan kegiatan evaluasi dampak sedimen terhadap daerah pelabuhan diperlukan pengetahuan tentang hidrodinamika air laut dan transpor sedimen di daerah perairan tersebut. Simulasi model numerik dapat digunakan menjadi cara yang efisien dan ekonomis.

Pada studi sebelumnya, telah dilakukan penelitian menggunakan model matematik serupa dengan menggunakan perangkat lunak pemodelan yang berbeda oleh Hutanti (2018) dan perangkat lunak pemodelan yang sama oleh Pradana (2016). Pada penelitian tersebut, Pradana (2016) menggunakan satu parameter, yaitu pasang surut yang mana menghasilkan pola arus. Pada saat menuju pasang dan menuju surut, terlihat mengalami perbedaan pada arah dan kecepatan. Dampak dari arus pasang surut di antara muara Kali Semampir dan perubahan kedalaman yang besar dapat menyebabkan jumlah aliran material sedimen terjadi pada kolam Dermaga Zamrud. Sedangkan Hutanti (2018) menggunakan *river discharge*, pasang surut, dan angin sebagai parameternya. Pengetahuan mengenai dinamika perairan sangat penting untuk dipahami sebagai upaya untuk memprediksi persebaran sedimen. Sedangkan oleh Widiastuti (2020), dalam penelitiannya dilakukan analisa pemodelan arus dan pola sebaran sedimen di Pelabuhan Tanjung Perak menggunakan metode simulasi numerik dengan beberapa parameter seperti data batimetri, pasang surut air laut, angin, dan *river discharge*.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan hidrodinamika secara numerik dengan menunjukkan gambaran tentang pola arus laut, perubahan kedalaman, dan kecepatan sedimentasi di Perairan

Pelabuhan PT Petrokimia Gresik dengan menggunakan perangkat lunak pemodelan hidrodinamika 3D. Dimana hasil model yang telah dilakukan validasi dapat menunjukkan korelasi dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini dapat menghasikan kecepatan sedimentasi dan dapat digunakan sebagai referensi dalam pemeliharaan jalur pelayaran untuk mengatasi proses sedimentasi yang terdapat pada Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik.

Data dan Metode

Lokasi pada penelitian ini berada di Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik, Provinsi Jawa Timur dengan letak astronomis $6^{\circ}51'37.28''$ LS – $6^{\circ}51'28.22''$ LS dan $112^{\circ}15'33.98''$ BT – $112^{\circ}16'10.44''$ BT. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

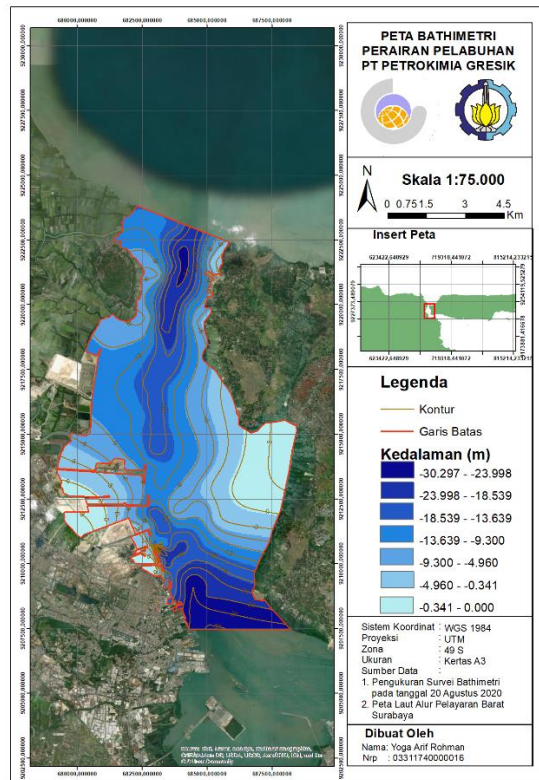
Bidang model sebagai langkah dasar penentuan objek penelitian simulasi. Bidang tersebut meliputi batas area penelitian, kedalaman lautnya, dan pendefinisian batas antara wilayah darat dan wilayah laut. Untuk wilayah laut, perlu adanya data kedalaman yang sudah terkoreksi dan memakai datum vertikal MSL. Peta bathimetri Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik dapat dilihat pada Gambar 2.

Model simulasi meliputi Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik dengan garis batas sisi utara di Laut Jawa dan sisi selatan di Teluk Lamong. Sedangkan dengan domain kecil yang memiliki konsentrasi dan kerapatan tinggi tepat di Pelabuhan PT Petrokimia Gresik. Hasil digitasi akan membedakan wilayah daratan dengan perairan. Sedangkan dalam mengatur titik kerapatan di sepanjang garis batas. Telah diterapkan kerapatan antar titik di domain kecil sebesar 20 m. Sedangkan di domain besar berjarak antara 40 – 250 m.

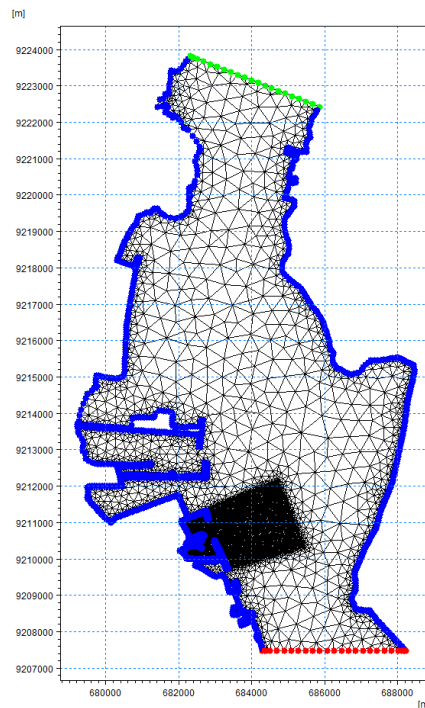
Setelah mendefinisikan batas model domain, tahap selanjutnya adalah pembuatan mesh. Mesh adalah sekumpulan titik (node) yang saling terhubung hingga membentuk suatu bidang jaring. Pada penelitian ini, tipe mesh yang digunakan 35 adalah TIN (Triangular Irregular Network). Dalam pembuatan mesh ini telah di atur maximum area TIN yang telah dibagi dalam 2 area yaitu: domain kecil dan domain besar. Di domain kecil diatur 400 m^2 sedangkan di luar domain kecil sebesar 160.000 m^2 . Pemodelan tersebut dilakukan smoothing agar segitiga TIN lebih seimbang.

Dalam Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik, terdapat dua sisi garis pantai, yaitu pada sisi barat terdapat Pulau Jawa dan sisi timur terdapat Pulau Madura yang ditandai dengan titik berwarna biru. Setiap titik koordinat dihubungkan dengan garis berwarna hijau sebagai batas utara bidang model dan merah yang sebagai batas 36 selatan bidang model. Spesifikasi TIN yang dihasilkan pada lokasi penelitian adalah 24.756 jumlah elemen yang terbentuk dari pembuatan TIN, maksud elemen ini adalah jumlah segitiga yang terbentuk pada

area pemodelan. Sedangkan 13.226 adalah jumlah titik-titik yang menghubungkan segitiga-segitiga TIN. Visualiasi pemodelan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.

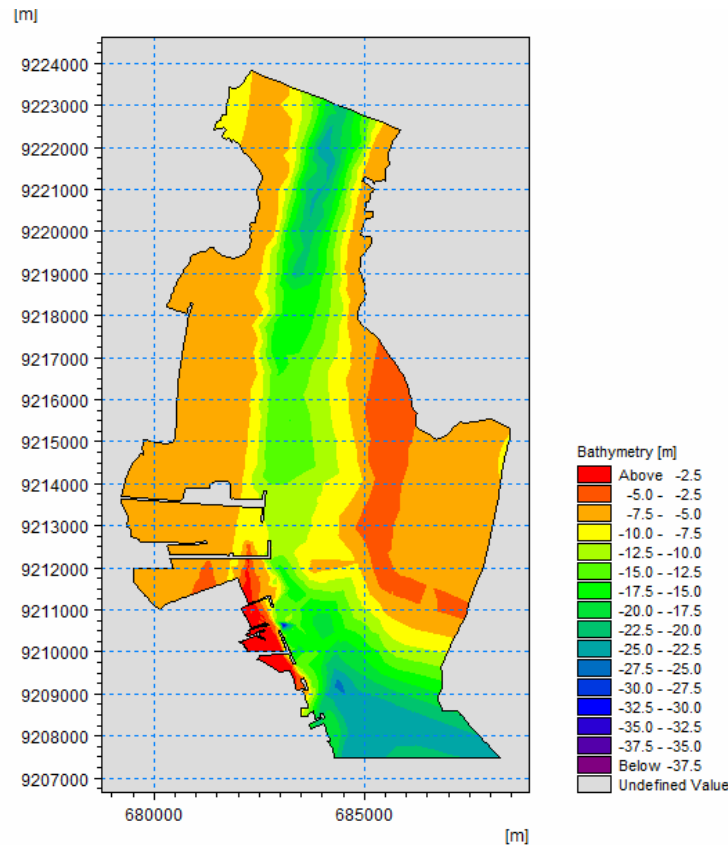


Gambar 2. Peta Batimetri Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik



Gambar 3. Pengaturan Bidang Model

Setelah TIN dibentuk, dilakukan pengaturan *smoothing mesh* untuk merapikan triangulasi dalam TIN. Setelah pengaturan triangulasi selesai, data batimetri dimasukkan dan diinterpolasi dengan cara *natural neighbor* untuk mengisi kekosongan data pada wilayah yang masuk dalam bidang model dengan menggunakan estimasi berdasarkan geometri. Interpolasi kedalaman dilakukan untuk menentukan kedalaman titik jaring-jaring triangulasi terhadap data kedalaman batimetri. Dalam pembuatan bidang model, interpolasi kedalaman dilakukan untuk mengisi kekosongan data pada wilayah yang masuk dalam bidang model dengan menggunakan estimasi berdasarkan geometri. Hasil interpolasi menunjukkan kedalaman dari bidang model yang ditampilkan pada Gambar 4.



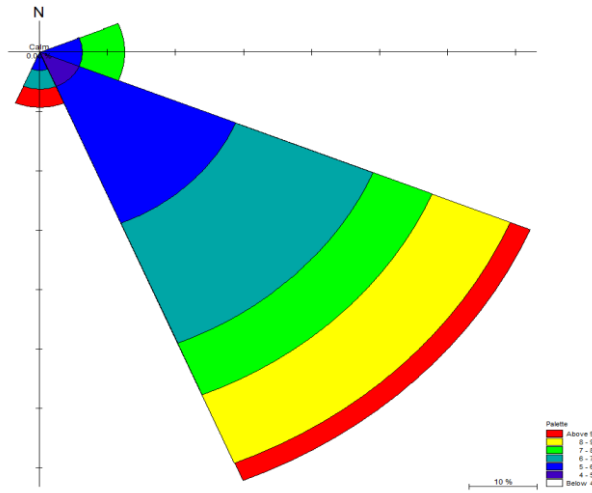
Gambar 4. Mesh

Gambaran arah dan kecepatan angin yang didapat dari BMKG menunjukkan bahwa arah angin setiap 1 hari mayoritas menuju ke arah tenggara. Dapat diketahui bahwa rentang nilai kecepatan angin di Perairan Teluk Lamong selama waktu simulasi adalah 5 m/s sampai dengan 9 m/s yang memiliki kecepatan angin maksimum sebesar 9 m/s yang Sedangkan, kecepatan angin minimum dengan nilai sebesar 5 m/s. Secara keseluruhan, selama simulasi variasi arah angin berkisar dari 90 sampai dengan 160 derajat. Hal ini memiliki arti bahwa variasi arah angin berhembus dari Timur ke Selatan, kemudian bergerak dengan siklus seperti itu secara acak pada hari-hari tertentu. Dengan mawar angin seperti pada Gambar 5.

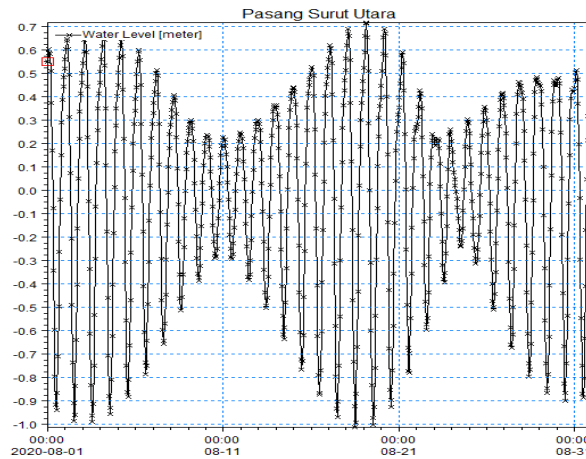
Dari hasil pengamatan data pasang surut BIG, didapatkan pasang tertinggi terjadi pada tanggal 19 Agustus 2020 pukul 04.00 WIB dengan ketinggian 0,718 m. Sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 18 Agustus 2018 pukul 12.00 WIB dengan ketinggian muka air mencapai - 1,012 m. Grafik dari data pengamatan pasang surut dari BIG Sisi Utara Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik pada tanggal 1 Agustus 2020 sampai dengan tanggal 31 Agustus 2020 ditampilkan pada Gambar 6.

Sedangkan pada sisi selatan, didapatkan pasang tertinggi terjadi pada tanggal 19 Agustus 2020 pukul 04.00 WIB dengan ketinggian 0,786 m. Sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 18 Agustus 2018 pukul 12.00 WIB dengan ketinggian muka air mencapai -1,012 m. Grafik dari data pengamatan pasang surut dari BIG Sisi

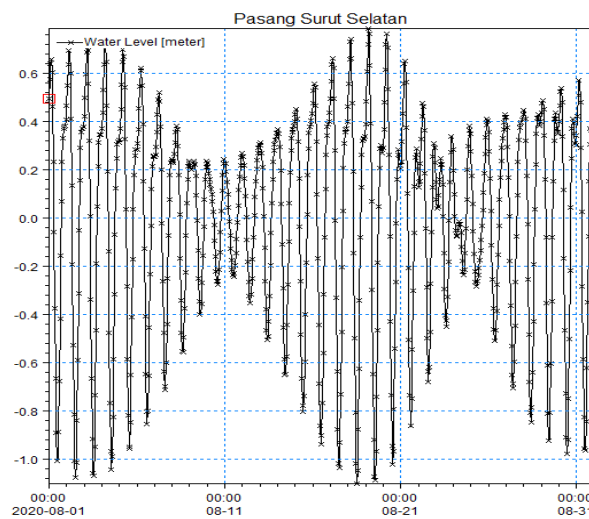
Selatan Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik pada tanggal 1 Agustus 2020 sampai dengan tanggal 31 Agustus 2020 ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 5. Diagram Mawar Kecepatan dan Arah Angin



Gambar 6. Grafik Pasang Surut BIG Sisi Utara Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik



Gambar 7. Grafik Pasang Surut BIG Sisi Selatan Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik

Pemodelan Hidrodinamika dilakukan dengan memasukan parameter waktu, angin, pasang surut, *river discharge*, dan kedalaman laut *mesh* yang telah dibentuk. Kedalaman laut pada *mesh* memiliki nilai besar dari 0 m hingga 36 m. Jumlah titik *interpolation mesh* berjumlah 13.226. Simulasi waktu yang digunakan pada pemodelan pada rentang waktu 1 Agustus 2020 pukul 00.00 WIB sampai 31 Agustus 2020 pukul 23.00 WIB dengan interval waktu tiap 1 jam sehingga menghasilkan jumlah *time step* sebesar 743. Metode yang digunakan untuk mencari solusi dari persamaan perairan dangkal ialah *low order* dan *fast algorithm*. Pemilihan *lower order scheme* akan mempercepat simulasi namun hasil yang diperoleh kurang akurat. Untuk persamaan perairan dangkal, nilai *Courant-Friedrich-Lévy* (CFL) didefinisikan sebagai berikut:

$$CFL_{HD} = (\sqrt{gh} + |u|) \frac{\Delta t}{\Delta x} + \sqrt{gh} + |u| \frac{\Delta t}{\Delta y} \tag{1}$$

Pada penentuan fungsi densitas terdapat 4 pilihan yang disediakan yaitu apakah densitas bersifat barotropik, fungsi dari temperatur dan salinitas, fungsi dari temperatur saja atau fungsi dari salinitas saja. Kondisi barotropik merupakan kondisi air laut yang tercampur sempurna dan densitasnya homogen. Sedangkan dalam membuktikan validitas sebuah model dengan data yang terukur menggunakan model *Smagorinsky formulation*. Model tersebut yang paling sering digunakan dalam sebuah pemodelan simulasi. *Eddy viscosity* yang terkait dengan ukuran *grid* dan kecepatan regangan eddy yang besar merupakan sebuah gradien kecepatan dari medan aliran yang diselesaikan (Smagorinsky, 1963). Nilai *Eddy Viscosity* dengan menggunakan *Smagorinsky formulation* ditentukan dengan persamaan berikut:

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}} \tag{2}$$

$$S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \tag{3}$$

Dalam simulasi juga akan terdapat pengaruh gesekan dasar terhadap aliran arusnya. Nilai yang normal digunakan adalah $32m^{1/3}/s$. Setelah paramater pomodelan arus lainnya telah diatur, maka data pasang surut di sisi Utara dan sisi Selatan akan digunakan pada *boundary conditions*. Terdapat 3 garis inti sebagai penanda batas wilayah penelitian. Garis yang berwarna biru merupakan batas daerah daratan dengan perairan. Garis berwarna merah merupakan garis batas selatan yang dipengaruhi nilai pasang surut. Dan garis berwarna hijau merupakan garis batas utara yang dipengaruhi nilai pasang surut sesuai pengaturan yang ada di *mesh* sebelum melakukan pemodelan arusnya. Paramater-paramater pemodelan arus tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

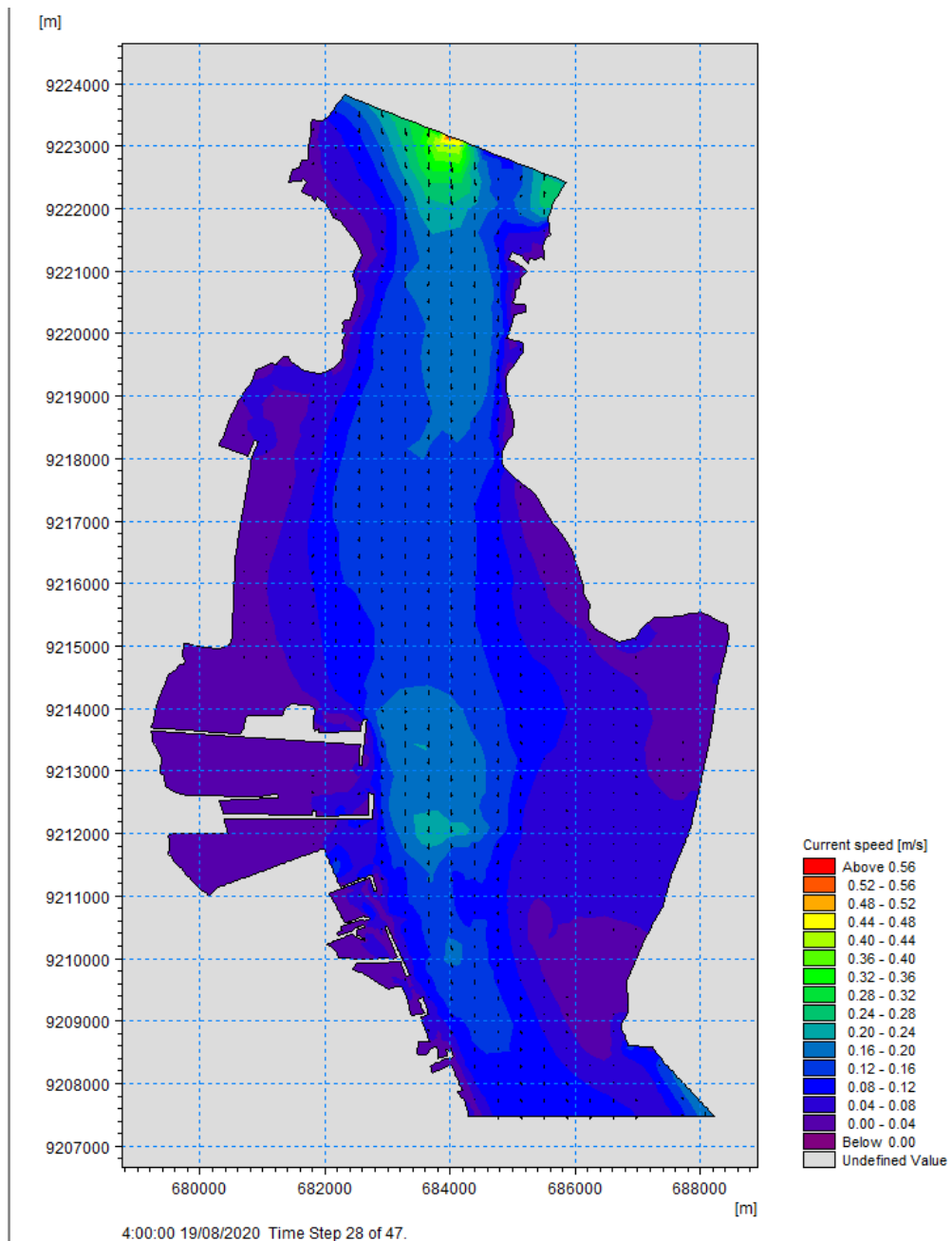
Tabel 1. Paramter Pemodelan Arus

Parameter	Keterangan
Waktu simulasi	30 hari
Interval waktu simulasi	1 jam (3600 s)
<i>Time Step</i>	743 <i>Step</i>
<i>Solution Technique</i>	<i>Low order, fast algorithm</i>
<i>Density</i>	<i>Barotropic</i>
<i>Eddy Viscosity</i>	<i>Smagorinsky formulation</i>
<i>Bed Resistance</i>	<i>Maning number</i>
<i>Boundary Conditions</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Garis biru :Timur & Barat (Daratan) • Garis merah: Selatan (Pasang Surut) • Garis hijau : Utara (Pasang Surut)

Hasil dan Pembahasan

Jika semua data parameter pemodelan sudah dapat diolah dan sudah sesuai dengan algoritma yang ada dalam perangkat lunak pemodelan hidrodinamika. Maka dapat dilakukan pemodelan arus. Analisis pemodelan arus pasang surut dilakukan dalam empat kondisi, yaitu kondisi pasang dan surut disaat *spring tide* dan *neap tide*. *Spring tide* atau pasang surut purnama terjadi pada tanggal 18 dan 19 Agustus 2020 pada pukul 10.00 WIB dan 04.00 WIB untuk masing-masing surut dan pasang. Sementara *neap tide* atau pasang surut perbani terjadi pada tanggal 10 dan 11 Agustus 2020 pada pukul 14.00 WIB untuk surut dan pukul 05.00 WIB untuk pasang. Analisis terhadap hasil pemodelan arus pasang surut dalam masing-masing kondisi ditampilkan dalam gambar dan penjelasan berikut.

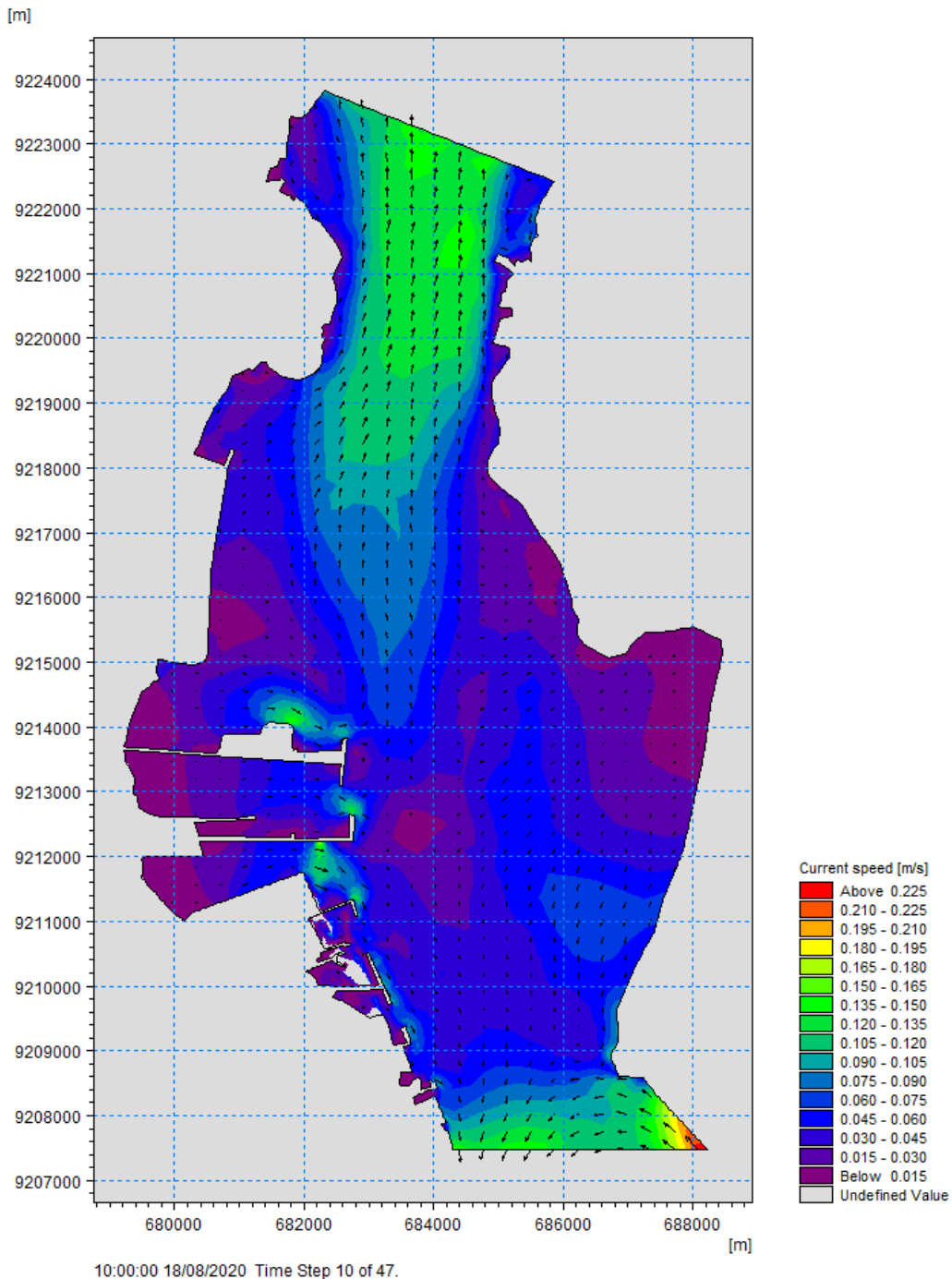
1. Pasang Purnama (19 Agustus 2020 pukul 04.00 WIB)



Gambar 8. Model Arus Pasang Purnama

Berdasarkan Gambar 8. yang merupakan sebuah hasil pemodelan arus saat pasang purnama pada tanggal 19 Agustus 2020 pukul 04.00 WIB, memiliki kecepatan arus di Perairan Pelabuhan Petrokimia Gresik antara 0,0 m/s – 0,56 m/s dengan kecepatan arus berdominan antara 0,04 m/s – 0,20 m/s. Untuk arah arus pada saat pasang purnama bergerak dari arah utara menuju ke selatan dan masuk ke arah pesisir Perairan Pelabuhan Petrokimia Gresik. Kecepatan paling tinggi berada pada batas laut utara wilayah perairan. Hal ini dapat disebabkan karena pada batas laut utara merupakan *open boundary* dengan pasang surut sebagai pembangkit dan masuk ke arah Perairan Pelabuhan PT Petrokimia Gresik dan ke arah timur Selat Madura.

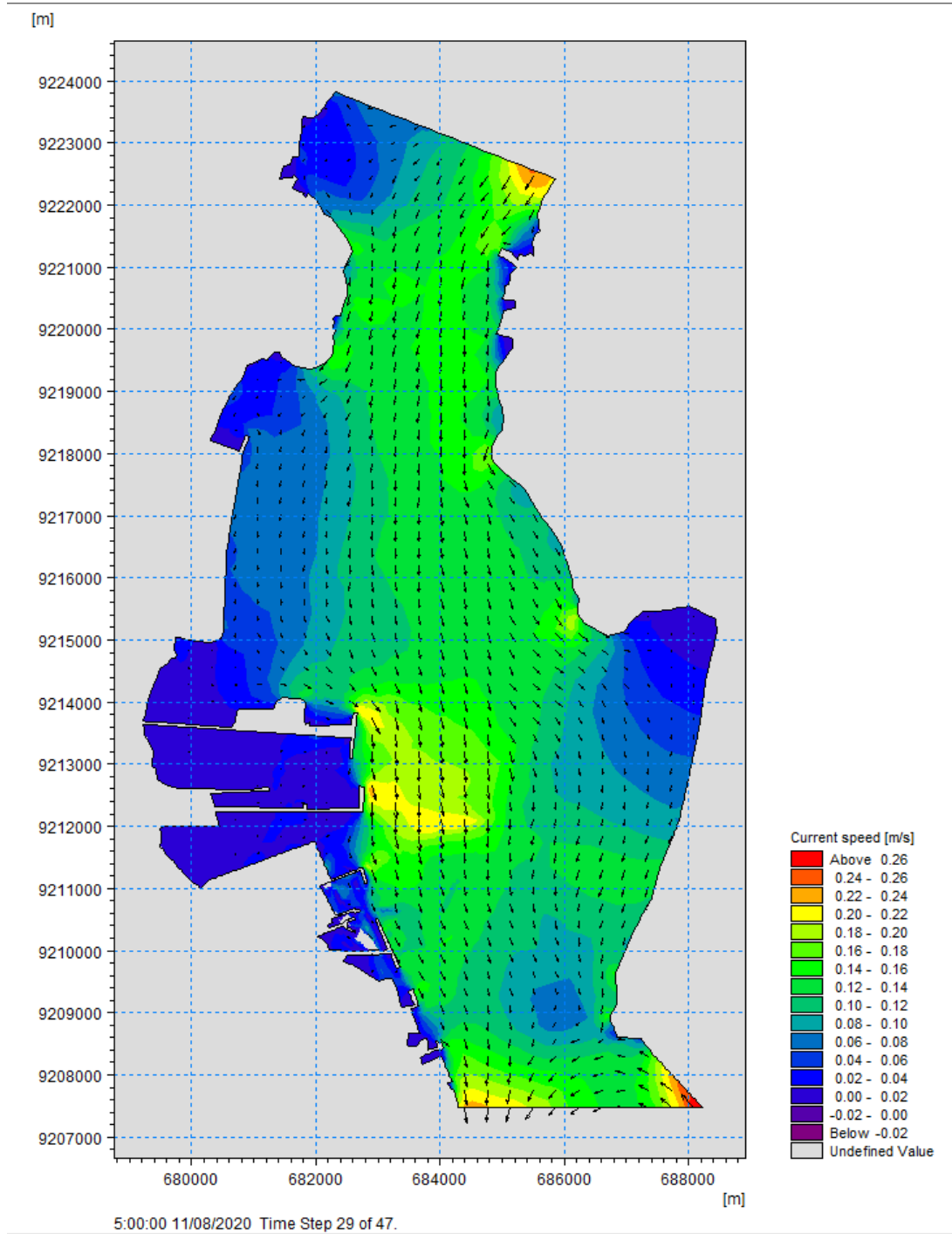
2. Surut Purnama (18 Agustus 2020 pukul 10.00 WIB)



Gambar 9 Model Arus Surut Purnama

Berdasarkan Gambar 9. yang merupakan sebuah hasil pemodelan arus saat surut purnama pada tanggal 18 Agustus 2020 pukul 10.00 WIB, memiliki kecepatan arus di Perairan Pelabuhan Petrokimia Gresik antara 0.015 m/s – 0,225 m/s dengan kecepatan arus berdominan antara 0,015 m/s – 0,750 m/s. Untuk arah arus pada saat surut purnama bergerak dari arah selatan menuju ke utara dan ke luar ke arah Laut Jawa. Kecepatan paling tinggi berada pada batas laut selatan wilayah perairan. Hal ini dapat disebabkan karena pada batas laut selatan merupakan *open boundary* dengan pasang surut sebagai pembangkit yang masuk dari Teluk Lamong.

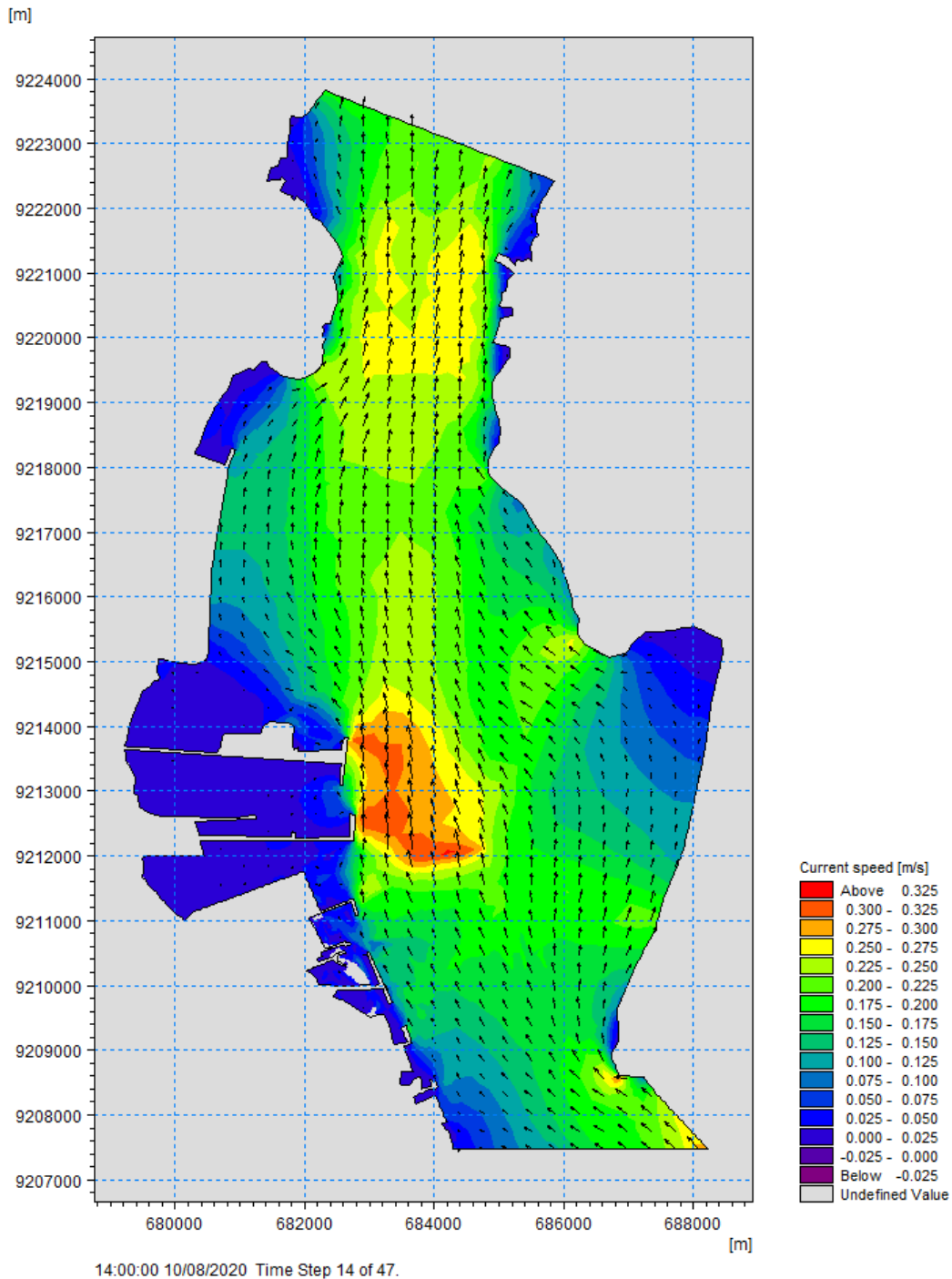
3. Pasang Perbani (11 Agustus 2020 pukul 05.00 WIB)



Gambar 10. Model Arus Pasang Perbani

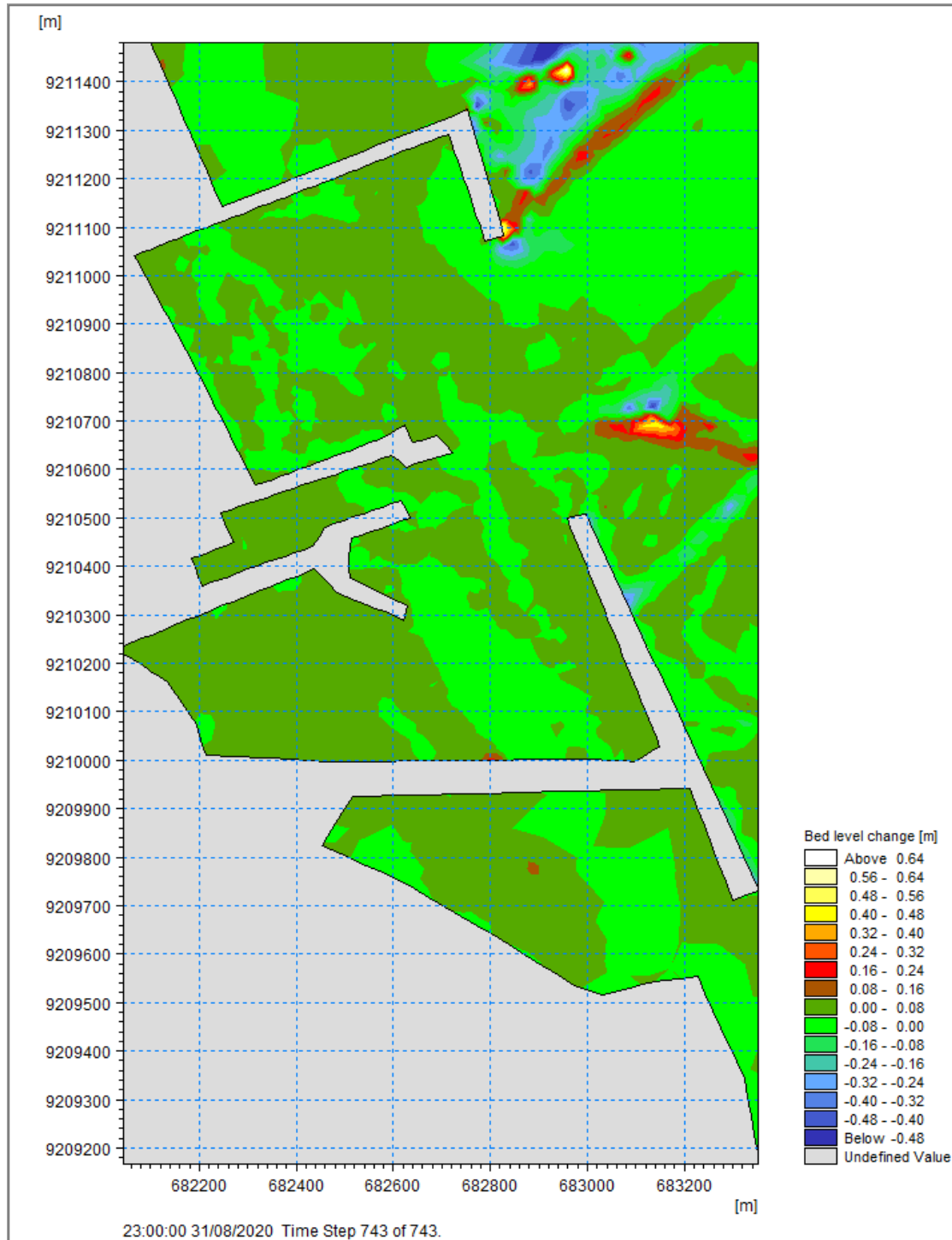
Berdasarkan Gambar 10. yang merupakan sebuah hasil pemodelan arus saat pasang perbani pada tanggal 11 Agustus 2020 pukul 05.00 WIB, memiliki kecepatan arus di Perairan Pelabuhan Petrokimia Gresik antara - 0,02 m/s – 0,26 m/s dengan kecepatan arus berdominan antara 0.10 m/s – 0,20 m/s. Untuk arah arus pada saat pasang perbani bergerak dari arah utara menuju ke selatan dan masuk ke arah pesisir Perairan Pelabuhan Petrokimia Gresik. Kecepatan paling tinggi berada pada batas laut utara dan selatan wilayah perairan. Hal ini dapat disebabkan karena pada batas laut utara dan selatan merupakan *open boundary* dengan pasang surut sebagai pembangkit dan masuk ke arah Perairan Pelabuhan PT Petrokima Gresik.

4. Surut Perbani (10 Agustus 2020 pukul 14.00 WIB)



Gambar 11. Model Arus Surut Perbani

Berdasarkan Gambar 11. yang merupakan sebuah hasil pemodelan arus saat surut purnama pada tanggal 11 Agustus 2020 pukul 14.00 WIB, memiliki kecepatan arus di Perairan Pelabuhan Petrokimia Gresik antara - 0,025 m/s – 0,325 m/s dengan kecepatan arus berdominan antara 0,100 m/s – 0,250 m/s. Untuk arah arus pada saat surut purnama bergerak dari arah selatan menuju ke utara dan ke luar ke arah Laut Jawa. Kecepatan paling tinggi berada pada batas laut selatan dan utara wilayah perairan. Hal ini dapat disebabkan karena pada batas laut selatan dan utara merupakan *open boundary* dengan pasang surut sebagai pembangkit yang masuk dari Teluk Lamong dan Laut Jawa.

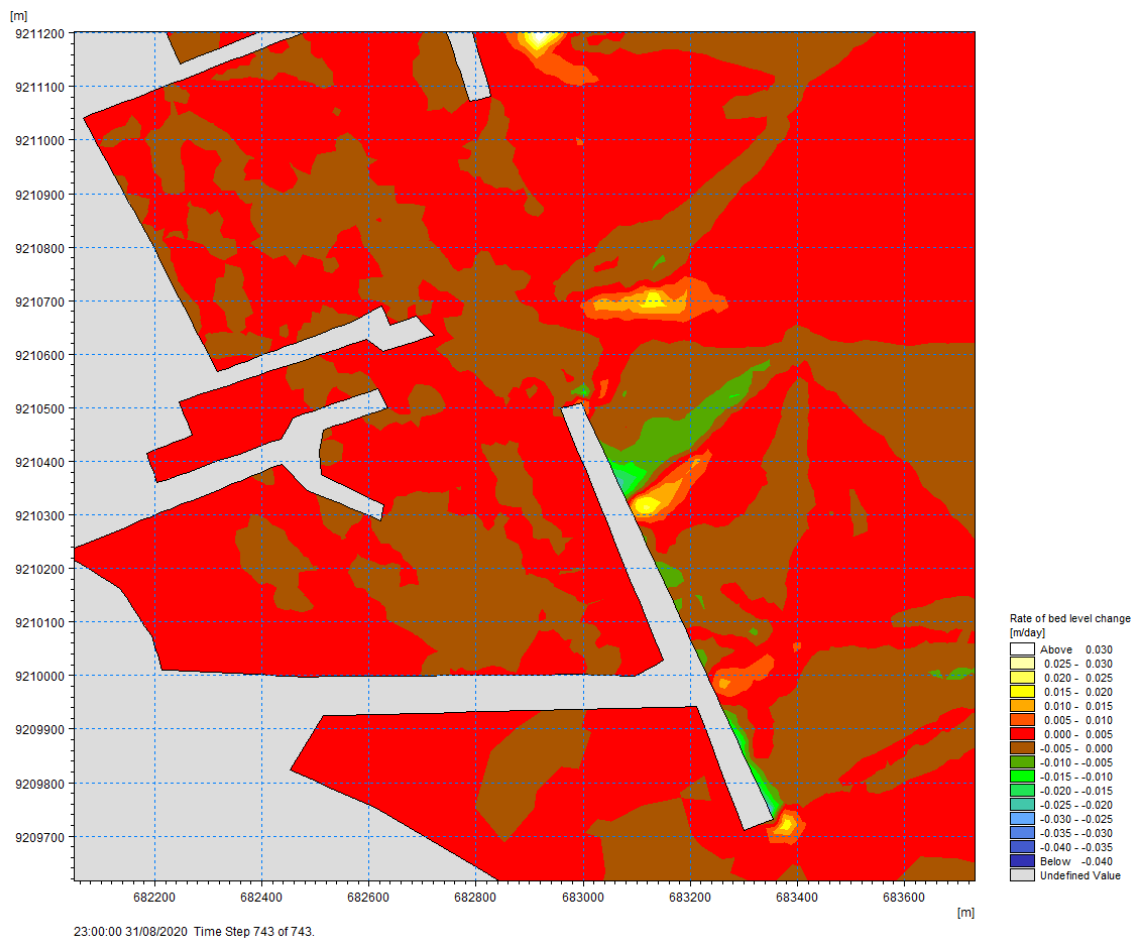


Gambar 12. Model Akhir Transpor Sedimen Pelabuhan PT Petrokimia Gresik

Setelah melakukan simulasi 4 kondisi dengan seluruh domain besar pada pemodelan arus. Perlu analisa lebih lanjut ke domain kecil yaitu Pelabuhan PT Petrokimia Gresik. Total akhir simulasi selesai pada tanggal 31 Agustus 2021 dan pukul 23.00 WIB. Gambar 12 menunjukkan hasil visualisasi total akhir simulasi transpor sedimen yang terjadi di Pelabuhan PT Petrokimia Gresik.

Berdasarkan Gambar 12. perubahan kedalaman yang terjadi selama sebulan di Pelabuhan PT Petrokimia Gresik mengalami penambahan kedalaman hingga sebesar 0,64 m dengan dominan 0,08 m. Dengan mengalami rata-rata perubahan kedalaman sebesar 0,055 m.

Hasil kecepatan perubahan kedalaman di Pelabuhan PT Petrokimia Gresik yang telah diberi garis batas menjadi domain kecil memiliki kecepatan perubahan kedalaman hingga 0,030 m/hari dengan memiliki rata-rata kecepatan perubahan kedalaman sebesar 0,002 m/hari. Maka, jika diakumulasikan dalam sebulan mendapatkan kecepatan perubahan kedalaman sebesar 0,060 m. Hal ini, disebabkan adanya sebuah muara saluran air di petro yang membawa sedimen dan mengendap di wilayah kolam labuh Pelabuhan PT Petrokimia Gresik. Sehingga perlu dilakukan pengerukan secara berkala agar tidak mengganggu kegiatan pelayaran yang ada di Pelabuhan Petrokimia Gresik. Hasil model tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Model Kecepatan Perubahan Kedalaman di Pelabuhan Petrokimia Gresik (Domain Kecil)

Kesimpulan

Pola persebaran sedimen di Pelabuhan PT Petrokimia Gresik mengalami penambahan kedalaman sebesar 0,64 m dengan dominan 0,08 m. Dengan mengalami rata-rata perubahan kedalaman sebesar 0,055 m. Berdasarkan hasil kecepatan perubahan kedalaman di Pelabuhan PT Petrokimia Gresik yang telah diberi garis batas menjadi domain kecil memiliki kecepatan perubahan kedalaman hingga sebesar 0,030 m/hari dengan memiliki rata-rata kecepatan perubahan kedalaman sebesar 0,002 m/hari. Maka, jika diakumulasikan dalam sebulan

mendapatkan kecepatan perubahan kedalaman sebesar 0,060 m. Untuk menghasilkan pemodelan yang lebih akurat dan terpercaya sebaiknya menggunakan data angin hasil pengukuran langsung di lapangan bersamaan dengan pengukuran pasang surut air laut dan batimetri. Untuk menghasilkan pemodelan mendekati kondisi di lapangan perlu adanya penambahan parameter seperti gelombang, suhu, dan tekanan.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih diucapkan kepada Badan Informasi Geospasial dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika sebagai instansi penyedia data.

Daftar Pustaka

- Bappeda Jatim. 2013. "Kabupaten Gresik". <http://bappeda.jatimprov.go.id/bappeda/wpcontent/uploads/potensi-kab-kota-2013/kab-gresik-2013.pdf>. Diakses pada tanggal 22 Januari 2021.
- Hutanti, Krisma. 2018. "Analisis Pola Sebaran Sedimen Untuk Mendukung Pemeliharaan Kedalaman Perairan Pelabuhan Menggunakan Pemodelan Hidrodinamika 3D (Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya)". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kurniawan, Yusak. 2016. Analisa Laju Sedimentasi di Area Jetty BP Tangguh. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Pradana, Ramanda Aji. 2016. Pemodelan Aliran Material Sedimen Akibat Arus Pasang Surut Untuk Pemeliharaan Kedalaman Perairan Pelabuhan (Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung PerakTeluk Lamong, Surabaya). Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Purnomo, S. N., Widiyanto, W., Pratiwi, T. P. dan Idham Riyando. Moe. 2015. "Analisis Sedimentasi di Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending." *Dinamika Rekayasa* 11 (1 Februari): 29–37.
- Qomariyah, L., dan Yuwono. 2016." Analisa Hubungan antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi yang Terbentuk". *Jurnal Teknik ITS*.
- Setiawan, Tito I. 2014. "Perencanaan Dermaga TUKS Baru PT. Petrokimia Gresik (Persero)". Malang: Universitas Brawijaya.
- Smagorinsky, J. (1963): "General Circulation Experiments with the Primitive Equations, 1, The Basic Experiment", *Mon. Weather Rev.*, Vol. 91, pp. 90-164
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Widiastuti, Fransiska 2020. "Pemodelan Transpor Sedimen Untuk Pemeliharaan Kedalaman Pelabuhan (Studi Kasus: Teluk Lamong, Surabaya)". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).