



TUGAS AKHIR - MO.141326

STUDI PENGARUH REKLAMASI TERHADAP POLA ARUS DI
TELUK JAKARTA

BAGUS LUSERIUS MARPAUNG

NRP. 4312 100 088

Dosen Pembimbing

HaryoDwito A, S.T, M.Eng, Ph.D

Dr. KriyoSambodho, S.T. M.Eng

Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016

**STUDI PENGARUH REKLAMASI TERHADAP POLA ARUS DI TELUK
JAKARTA**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Bagus Lusorius Marpaung

NRP. 4312 100 088

Disetujui oleh :

1. Haryo Dwito A, S.T. M.Eng, Ph.D.  (Pembimbing 1)



2. Dr. Kriyo Sambodho, S.T. M.Eng  (Pembimbing 2)

3. Mahmud Mustain, Drs., M.Sc., Ph.D  (Penguji 1)

4. Sujantoko, ST., MT  (Penguji 2)

SURABAYA, NOVEMBER 2016

ABSTRAK

“ Studi Pengaruh Reklamasi Terhadap perubahan pola arus di
Teluk Jakarta ”

Nama : Bagus Luserius Marpaung
NRP : 4312100088
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Haryo Dwito A, ST. M.Eng, Ph.D
Dr. KriyoSambodho, S.T. M.Eng

Reklamasi pantai merupakan alternatif pemenuhan kebutuhan lahan perkotaan mengingat daerah daratan yang semakin sempit. Pemerintah kota Jakarta saat ini mengadakan program reklamasi teluk Jakarta untuk menambah tata guna lahan dan meningkatkan kegiatan perokonomian di perkotaan. Namun pada penerapannya reklamasi menimbulkan perubahan ekosistem lingkungan, karena reklamasi merupakan keadaan yang sengaja di tambahkan pada sebuah lingkungan sehingga terjadi ketidak stabilan pada lingkungan tersebut. Dampak dari ketidakstabilan lingkungan ini dapat berbentuk perubahan arus laut, kenaikan tinggi muka air laut, terjadinya sedimentasi, dan lain lain. Pada penelitian pola arus ini, peneliti mengambil 9 titik uji di teluk Jakarta untuk mengetahui perubahan pola arus yang terjadi sebelum dan sesudah di lakukannya reklamasi, lalu data yang di kaji di buat dalam bentuk grafik perbandingan pola arus terhadap 9 titik uji. Pemodelan numerik dilakukan dengan *Software SMS 10.1* dengan modul RMA2. Pada pemodelan ini dipakai input pasut 1 fase yaitu 15 hari. Hasil pemodelan menunjukkan perubahan arah dan kecepatan dengan debit Q1,Q2.5,Q5,Q10,Q15. Dengan adanya pulau buatan di Teluk Jakarta aliran air dari sungai terhambat yang menyebabkan pola arus terkonsentrasi di pinggir pulau.Kenaikan kecepatan yang terjadi saat setelah di reklamasi pada 9 titik observasi pada umumnya kurang dari 0.05 m/s.

Kata kunci : Teluk Jakarta, Pola Arus, SMS 10.1, debit sungai.

ABSTRACT

“Study Effect of Reclamation Against the changes in current patterns, Jakarta bay”

Name : Bagus Luserius Marpaung
NRP : 4312100088
Faculty : Ocean Engineering
Supervisor : Haryo Dwito A, ST. M.Eng, Ph.D
Dr. KriyoSambodho, S.T. M.Eng

reclamation beach is an alternative to meet the needs of urban land because of narrowing area each year. currently the governor of Jakarta is conducting Jakarta bay reclamation program to increase and improve land use in urban economy activities. unfortunately, reclamation bring some effects to the environmental, because reclamation is a condition that deliberately made by adding some land on the ocean therefore resulting in instability of environmental. this instability could be form such as, changing the velocity of current flow, sea mean water level, sedimentation, etc. in this study of current flow, researchers took 9 test points in the bay of Jakarta to asses changes in flow patterns that occur before and after the reclamation is done. The data then reviewed by making a comparison chart of the current pattern of the 9 tests points. numerical modeling is made by using SMS software 10.1. in this modeling, researchers use elevation data of 1 phase for 15 days. results shows that current velocity and direction changes as the river stream flow applied by Q1, Q2.5, Q10, Q15. with the artificial island in the bay of Jakarta, the flow of water from the river is blocked which causing the water concentrated in the outskirts of the island. the increase in speed that occurs when the reclamation is done at 9 points of observation generally less than 0.05 m/s.

key : *Jakarta Bay, current pattern, SMS 10.1, river stream flow.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan, karena atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini secara baik dan lancar. Judul yang dibuat penulis pada Tugas Akhir ini adalah “ **Studi Pengaruh Reklamasi Terhadap Pola Arus Di Teluk Jakarta**”.

Tugas Akhir ini dibuat guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya (ITS). Tujuan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh reklamasi terhadap pola arus di Teluk Jakarta dan dengan variasi debit banjir.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk melakukan yang terbaik. Namun penulis juga menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga hasil yang di capai penulis dapat berguna bagi penulis sendiri dan untuk pembaca pada umumnya.

Surabaya, November 2016

Bagus Luserius Marpaung

#

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan bantuan baik berupa materi maupun do'a baik secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan ridho dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orangtua penulis tercinta
3. Haryo Dwito A, ST. M.Eng, Ph.D, sebagai dosen pembimbing satu dan Dr. Kriyo Sambodho, S.T. M.Eng, sebagai dosen pembimbing 2 yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing saya dalam pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D selaku dosen wali penulis, terima kasih atas bimbingan, nasehat, dan bimbingannya.
5. Keluarga besar saudaraku Varuna L30-P52 angkatan 2012, terima kasih telah mengisi masa-masa perkuliahan ini dalam suka maupun duka.
6. Bapak Rudi Waluyo selaku kajar Teknik Kelautan, semua bapak dan ibu dosen serta staf maupun karyawan Jurusan Teknik Kelautan, terima kasih atas segala ilmu dan bantuannya.
7. Teman-teman Kontrakan yang selalu memberikan semangat dan doanya.

Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	viii
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 TUJUAN.....	3
1.4 MANFAAT.....	3
1.5 BATASAN MASALAH.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	4
2.1 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.2 DASAR TEORI	5
2.2.1 DEFINISI ARUS LAUT	5
2.2.2 PASANG SURUT	6
2.2.3 MODEL POLA ARUS	13
2.2.4 DEBIT ALIRAN.....	15
2.2.5 RAPAT MASSA.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.2 DIAGRAM ALUR Pengerjaan.....	19
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	20
4.1 PEMODELAN PADA SMS 10.1 MODUL RMA2	20
4.2 HASIL PEMODELAN	28
4.3 VALIDASI MODEL	30
4.4 ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	36
4.5 ANALISA POLA ARUS VARIASI PASANG SURUT.....	50

DAFTAR ISI

4.6 PEMBATALAN IZIN REKLAMASI PULAU G	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	77
BIOGRAFI PENULIS	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Reklamasi Teluk Jakarta	1
Gambar 2. arus yang di sebabkan oleh tiupan angin	6
Gambar 3. arus oleh gaya gravitasi	6
Gambar 4. Konfigurasi bulan dan matahari	7
Gambar 5. Pasang surut semidiurnal.....	8
Gambar 6.Pasang surut mixed	9
Gambar 7. Pasang surut diurnal	9
Gambar 8.Diagram alur pengerjaan tugas akhir	19
Gambar 9. Batimetri Teluk Jakarta	20
Gambar 10. Digitasi Batimetri Teluk Jakarta	21
Gambar 11. Halaman utama SMS.....	21
Gambar 12. mengubah menjadi map-cad.....	22
Gambar 13. cek elevasi	23
Gambar 14. define domain	23
Gambar 15. display option	25
Gambar 16. mesh check	25
Gambar 17. contour	26
Gambar 18. model control RMA2	37
Gambar 19. hasil runnung RMA2.....	28
Gambar 20. sebelum reklamasi	28
Gambar 21. setelah reklamasi	29
Gambar 22. Titik validasi model.....	30
Gambar 23. Validasi Model titik 1 selama satu hari (kecepatan)	31
Gambar 24. Validasi model titik 2 selama satu hari (kecepatan)	32
Gambar 25. Validasi model titik 1 selama satu hari (arah).....	34
Gambar 26. Validasi model titik 2 selama satu hari (arah).....	35
Gambar 27. titik observasi kecepatan	37
Gambar 28. analisa kecepatan sebelum dan sesudah di reklamasi Q1	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 29. analisa kecepatan sebelum dan sesudah di reklamasi Q2,5	38
Gambar 30. analisa kecepatan sebelum dan sesudah di reklamasi Q5	39
Gambar 31. analisa kecepatan sebeul dan sesudah di reklamasi Q10.....	40
Gambar 32. analisa kecepatan sebelum dan sesudah di reklamasi Q15	41
Gambar 33. Titik observasi Analisa Arus	44
Gambar 34. Grafik Pola Arus arah dominan Q1	44
Gambar 35. Grafik Pola Arus Arah dominan Q2.5.....	45
Gambar 36. Grafik Pola Arus Arah dominan Q5.....	47
Gambar 37. Grafik Pola Arus Arah dominan Q10.....	48
Gambar 38. Grafik Pola Arus Arah dominan Q15.....	49
Gambar 39. grafik menuju pasang	50
Gambat 40. penyebaran kecepatan saat menuju pasang	50
Gambar 41. Penyebaran arah saat menju pasang sebelum reklamasi	51
Gambar 42. Grafik pasang tertinggi.....	51
Gambar 43. Penyebaran kecepatan saat pasang tertinggi sebelum reklamasi	51
Gambar 44. Penyebaran arah saat pasang tertinggi sebelum reklamasi.....	52
Gambar 45. Grafik menuju surut	52
Gambar 46. Penyebaran kecepatan saat menuju surut sebelum reklamasi	52
Gambar 47. Penyebaran arah arus saat menuju surut sebelum reklamasi.....	53
Gambar 48. Grafik surut terendah	53
Gambar 49. Penyebaran kecepatan saat surut terendah sebelum reklamasi	53
Gambar 50. Penyebaran arah arus saat surut terendah sebelum reklamasi.....	54
Gambar 51. Grafik menuju pasang	54
Gambar 52. Penyebaran kecepatan saat menuju pasang setelah reklamasi	54
Gambar 53. Penyebaran arah arus saat menuju pasang setelah reklamasi.....	55
Gambar 54. Grafik saat pasang tertinggi.....	55
Gambar 55. Penyebaran kecepatan saat pasang tertinggi setelah reklamasi.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 56. Penyebaran arah arus saat pasang tertinggi setelah reklamasi	56
Gambar 57. Grafik menuju surut	56
Gambar 58. Penyebaran kecepatan saat menuju surut setelah reklamasi	56
Gambar 59. Penyebaran arah arus saat menuju surut setelah reklamasi.....	57
Gambar 60. Grafik surut terendah.....	57
Gambar 61. Penyebaran kecepatan saat surut terendah setelah reklamasi	57
Gambar 62. Penyebaran arah arus saat surut terendah setelah reklamasi	58
Gambar 63. Kecepatan arus rata-rata menuju pasang	59
Gambar 64. Kecepatan arus rata-rata saat pasang tertinggi	60
Gambar 65. Kecepatan arus rata-rata saat menuju surut.....	60
Gambar 66. Kecepatan arus rata-rata saat surut terendah	61
Gambar 67. Pola arus saat menuju pasang.....	62
Gambar 68. Pola arus saat pasang tertinggi	64
Gambar 69. Pola arus saat menuju surut.....	65
Gambar 70. Pola arus saat surut terendah	66
Gambar 71. Lebar kanal setelah di reklamasi	68
Gambar 72. Jaringan pipa bawah laut	69
Gambar 73. Jaringan pipa gas PT Nusantara Regas	70
Gambar 74. Silt Screen	71
Gambar 75. Perkiraan sedimen tahunan dari aliran sungai kondisi eksisting.....	73
Gambar 76. Perkiraan sedimen tahunan dari aliran sungai kondisi reklamasi	73
Gambar 77. Plot pola arus Q1	82
Gambar 78. Plot pola arus Q5	83
Gambar 79. Plot pola arus Q10.....	83
Gambar 80. Plot pola arus Q15.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Debit sungai dan koefisien manning	29
Tabel 2. Keterangan data dan boundary condition.....	30
Tabel 3. Koordinat titik validasi	31
Tabel 4. validasi eror kecepatan titik 1	31
Tabel 5. validasi eror kecepatan titik 2	33
Tabel 6. validasi eror arah arus titik 1	34
Tabel 7. validasi eror arah arus titik 2.....	35
Tabel 8. koordinat titik observasi kecepatan arus	36
Tabel 9. koordinat titik observasi arah arus	43
Tabel 10. Data kecepatan dan arah arus validasi titik 1	77
Tabel 11. Data kecepatan dan arah arus validasi titik 2.....	79
Tabel 12. Data debit sungai yang bermuara di Teluk Jakarta	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah jumlah penduduk di Jakarta saat ini mencapai 9,7 Juta Jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk 1.11% per tahunnya. Hal ini mengartikan bahwa dibutuhkan lahan baru untuk mendukung kegiatan ekonomi yang berkelanjutan. Reklamasi merupakan salah satu cara yang ditempuh pemerintah DKI Jakarta untuk membangun kota Jakarta. Proyek reklamasi ini dilakukan oleh 9 pengembang untuk membuat 17 pulau buatan (yang kemudian dinamakan dengan pulau A sampai Q). Di antara 9 Pengembang ini 3 perusahaan sudah mendapat izin yaitu; PT Jakarta Properti Indo (Oktober 2015 untuk Pulau F), PT Jaladri Kartika Pasti (Oktober 2015 untuk Pulau I), PT Pembangunan Jaya Ancol Tbk (November 2015 untuk pulau K).



Gambar 1 Peta Reklamasi Teluk Jakarta (sumber:bappedajakarta.go.id).

Namun pada kenyataannya proyek reklamasi ini akan menimbulkan perubahan ekosistem lingkungan. Seperti yang kita tau bahwa di teluk Jakarta ini tempat bermuara 13 sungai diantaranya ; Sungai Ciliwung, Sungai Grogol, Sungai Baru Barat, Sungai Krukut, dst. Sungai-sungai yang bermuara di teluk Jakarta ini akan mengakibatkan sedimentasi. Adapun beberapa masalah yang dapat timbul akibat Reklamasi di Teluk Jakarta ini adalah sebagaiian berikut :

1. Perubahan kualitas air, ini disebabkan oleh material pencemar yang mengendap
2. Kenaikan muka air laut yang dapat berimbas pada banjir
3. Perubahan pola arus laut yang menyebabkan terganggunya kegiatan pelayaran
4. Perubahan Transfer sedimentasi

Untuk mengurangi dampak negative dari proyek reklamasi di Teluk Jakarta terhadap dampak perubahan arus laut dan sedimentasi maka perlu diadakan kajian dampak rencana reklamasi, sehingga nantinya penelitian ini dapat di gunakan sebagai dasar untuk mengantisipasi terjadinya dampak negative yang mungkin di di timbulkan dari kegiatan reklamasi Teluk Jakarta ini.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar perubahan kecepatan arus laut pada beberapa titik uji setelah di reklamasi?
2. Bagaimana pola arus laut yang terjadi setelah diadakan reklamasi pada titik uji?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui perbedaan kecepatan arus laut saat setelah di reklamasi
2. Mengetahui perubahan pola arus yang terjadi setelah di adakan reklamasi

1.4 Manfaat

Manfaat dari diadakannya studi pengaruh reklamasi terhadap perubahan pola arus laut ini adalah sebagai bahan informasi dan hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan rujukan dan pertimbangan dalam pengambilan keputusan penanganan sedimentasi yang terjadi.

1.5 Batasan Masalah

1. Simulasi debit air berdasarkan 13 sungai yang bermuara di Teluk Jakarta
2. Debit air dari tiap tiap sungai adalah konstan
3. Pemodelan menggunakan *software SMS 10.1*
4. Transfer sedimen di abaikan
5. Data pasang surut yang di gunakan untuk simulasi diambil pada april 2008

Manfaat dari diadakannya studi pengaruh reklamasi terhadap perubahan pola arus di beberapa titik ini adalah sebagai bahan informasi untuk arus pelayaran, mengetahui laju perubahan sedimentasi ataupun erosi yang disebabkan oleh proyek reklamasi di Teluk Jakarta, dan berbagai pemanfaatan lain yang dapat dilakukan melalui studi ini. Nantinya hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan rujukan dan pertimbangan dalam pengambilan keputusan penanganan terhadap dampak yang di timbulkan akibat kegiatan reklamasi di Teluk Jakart

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Reklamasi adalah suatu pekerjaan atau usaha pemanfaatan kawasan suatu lahan yang relatif tidak berguna atau masih kosong dan berair menjadi lahan berguna dengan cara dikeringkan. Misalnya di kawasan pantai, daerah rawa-rawa, di lepas pantai/di laut, di tengah sungai yang lebar, ataupun di danau. Pada dasarnya reklamasi merupakan kegiatan merubah wilayah perairan pantai menjadi daratan. Reklamasi dimaksudkan upaya merubah permukaan tanah yang rendah menjadi lebih tinggi (Wisnu Suharto dalam Maskur, 2008).

Dalam konteks pengembangan wilayah, reklamasi kawasan pantai ini diharapkan akan dapat meningkatkan daya tampung dan daya dukungan lingkungan (environmental carrying capacity) secara keseluruhan bagi kawasan tersebut. Reklamasi dilakukan dalam rangka meningkatkan manfaat sumberdaya lahan yang ditinjau dari sudut lingkungan dan social ekonomi dengan cara pengurugan, pengeringan lahan atau drainase (UU 27, 2007).

Sejumlah penelitian tentang dampak reklamasi terhadap perubahan pola arus sudah dilakukan sebelumnya. Alwafi Pujiraharjo,dkk (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “studi dampak reklmasi di Teluk Lamong Jawa Timur terhadap perubahan pola arus dan laju sedimentasi” mengkaji perubahan pola arus laut dan laju sedimentasi dengan menggunakan permodelan numerik. Analisis hasil simulasi dilakukan terhadap 5 skenario model yang dipilih. Berdasarkan hasil simulasi ini diperoleh prediksi perubahan pola arus yang terjadi dan perubahan ketebalan endapan sedimen di Teluk Lamong. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perlu perbaikan bentuk, posisi dan luas area reklamasi terhadap rencana reklamasi yang sudah ada. Perbaikan bentuk area reklamasi disarankan mengikuti Model 5. Dari penelitian diatas penulis akan melakukan analisis dengan cara yang berbeda, yaitu dengan mengambil beberapa titik uji lalu menganalisa perubahan kecepatan dan pola arus laut yang terjadi sebelum dan sesudah dilakukan reklamasi dan melakukan pemodelan dengan *software SMS 10.1*

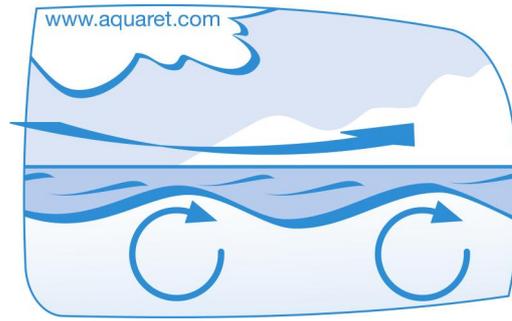
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Definisi Arus Laut

arus laut merupakan proses perpindahan atau pergerakan massa air laut dari suatu tempat ke tempat lain yang terjadi di seluruh lautan di dunia. Proses perpindahan ini dapat terjadi secara vertical ataupun horizontal. Perpindahan secara vertical yaitu gerakan air yang terjadi pada lapisan air bagian atas ke dasar laut dan sebaliknya. Sementara gerakan horizontal merupakan arus permukaan atau arus dasar. Adapun 2 faktor utama yang menyebabkan terjadinya pergerakan arus laut yaitu factor internal dan factor eksternal. Factor internal yang menyebabkan pergerakan arus laut meliputi; perbedaan densitas air laut, gradient tekanan mendatar dan gesekan lapisan air. Sementara untuk factor eksternal; gaya Tarik matahari dan bulan yang di pengaruhi oleh tekanan dasar laut dan gaya coriolis, perbedaan tekanan udara, gaya gravitasi, gaya tektonik, angin, dan topografi laut.

Menurut Gross 1972, arus merupakan gerakan horizontal atau vertikal dari massa air menuju kestabilan yang terjadi secara terus menerus. Gerakan yang terjadi merupakan hasil resultan dari berbagai macam gaya yang bekerja pada permukaan, kolom, dan dasar perairan. Hasil dari gerakan massa air adalah vector yang mempunyai besaran kecepatan dan arah. Ada dua jenis gaya yang bekerja yaitu eksternal dan internal Gaya eksternal antara lain adalah gradien densitas air laut, gradient tekanan mendatar dan gesekan lapisan air (Gross,1990)

Ketika angin berhembus di laut, energi ditransfer dari angin ke batas permukaan, sebagian energi ini digunakan dalam pembentukan gelombang gravitasi permukaan, yang memberikan pergerakan air dari yang kecil kearah perambatan gelombang sehingga terbentuklah arus dilaut. Semakin cepat kecepatan angin, semakin besar gaya gesekan yang bekerja pada permukaan laut, sehingga semakin besar arus permukaan. Dalam proses gesekan antara angin dengan permukaan laut dapat menghasilkan gerakan air yaitu pergerakan air laminar dan pergerakan air turbulen (Supangat,2003).



Gambar 2 Arus yang disebabkan oleh tiupan angin (sumber: aquaret.com)

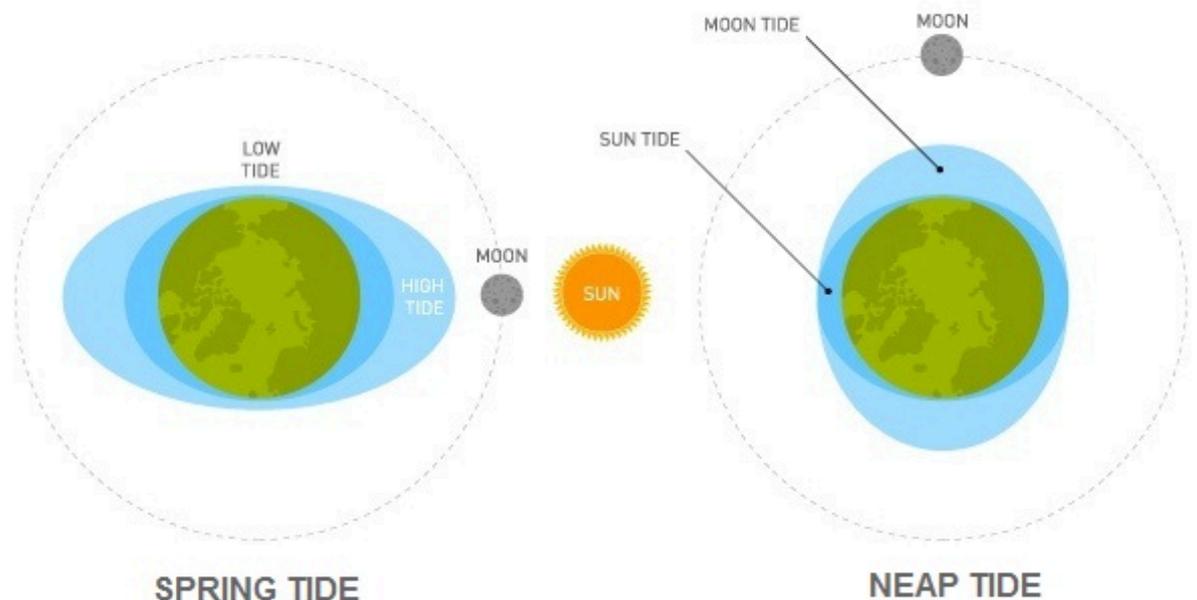


Gambar 3 Arus yang disebabkan oleh gaya Tarik gravitasi bulan dan matahari (sumber: aquaret.com)

2.2.2 Pasang Surut

pasang surut merupakan fenomena naik turunnya massa air laut secara vertikal yang disebabkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik benda astronomi seperti bulan dan matahari. pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena memiliki gaya tarik yang sangat kecil. gaya ini dipengaruhi oleh jarak dan ukuran benda angkasa tersebut. meskipun matahari memiliki ukuran yang lebih besar dari bulan, namun karena jaraknya yang begitu jauh, bulan memiliki gaya yang lebih besar terhadap pasang surut di bumi. Dronkers (1964) mengatakan, pasang surut laut adalah suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air

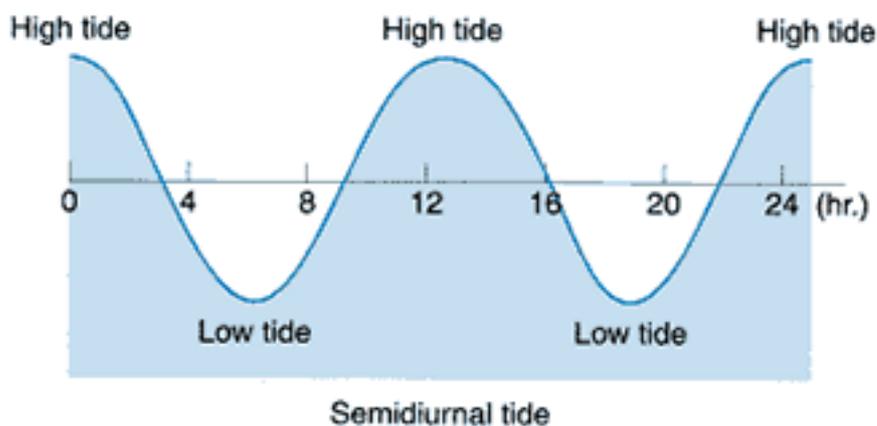
laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. gaya yang di sebabkan oleh benda angkasa lainnya dapat di abaikan karena ukurannya yang lebih kecil atau jaraknya yang jauh..Ada tiga jenis pasang surut yang terjadi di bumi, yaitu : pasang surut atmosfer (atmospheric tide), pasang surut laut (oceanic tide) dan pasang surut bumi padat (tide of the solid earth).Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (bulge) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari.



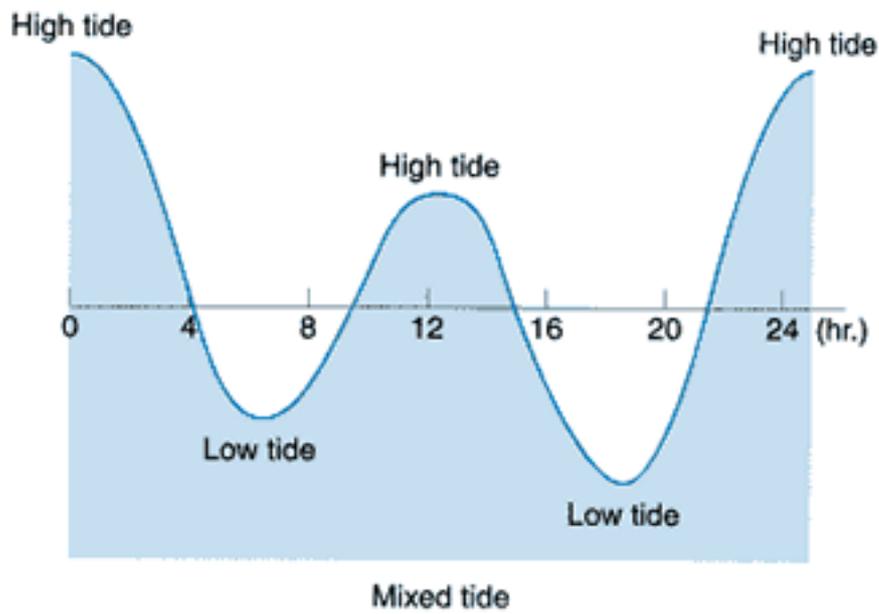
Gambar 4 Konfigurasi Bulan dan Matahari Dalam Membentuk Pasang Surut
(sumber:Metoffice.gov.uk)

Pada spring tide (pasang laut purnama), konfigurasi bulan dan Matahari dan bumi berada pada garis sejajar dan menyebabkan gaya gravitasi yang kuat. Spring tide terjadi sebanyak 2 kali dalam satu bulan. Saat hal ini terjadi bulan berada di tengah tengah matahari dan bumi dan membentuk solar eclipse. Sementara neap tide (pasang perbani) konfigurasi bulan dan matahari membentuk sudut 90 derajat, dimana hal ini menyebabkan gaya gravitasi yang bekerja pada bumi saling berlawanan.

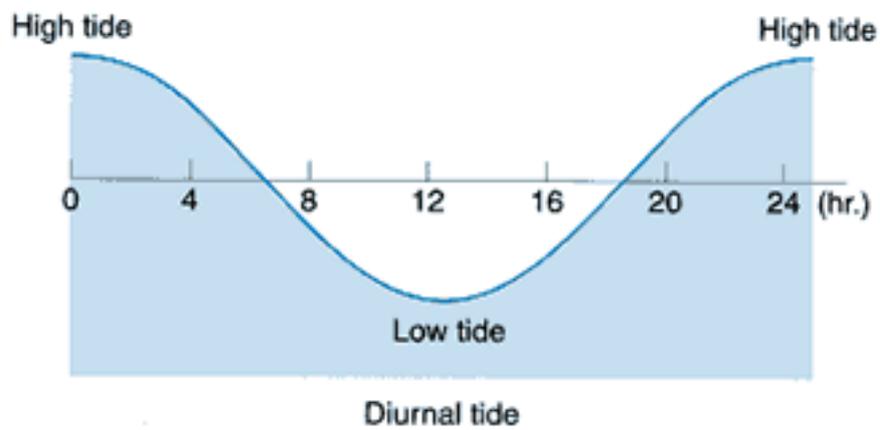
berdasarkan banyaknya pasang surut yang terjadi dan perbedaan ketinggiannya, pasang surut dapat dibedakan menjadi semi-diurnal, mixed, dan diurnal. secara teori, semua lokasi di bumi kecuali pada daerah yang mendekati kutub akan mengalami 2 kali pasang dan 2 kali surut dan ini dinamakan semi-diurnal. semi-diurnal memiliki periode 12 jam 25 menit.



Gambar 5 Pasang Surut Semidiurnal Dengan Periode 12 Jam 25 Menit
(sumber:oceanmotion.org)



Gambar 6 Pasang Surut Mixed dengan Periode dan Ketinggian Yang Berbeda Setiap Harinya (sumber:oceanmotion.org)



Gambar 7 Pasang Surut Diurnal Dengan Periode 24 Jam 50 Menit (sumber:ocaenmotion.org)

perbedaan tipe pasang surut terjadi jika bulan tidak berada pada equator bumi (baik kearah kutub selatan maupun kutub utara). pasang surut semi-diurnal terjadi pada daerah yang berlokasi di equator bumi, sementara hampir seluruh lokasi

yang berada di belahan bumi bagian utara dan selatan mengalami 2 pasang dan 2 surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda. kejadian ini dinamakan mixed tide. sementara untuk diurnal tide (pasang surut harian tunggal), Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan selat Karimata

Mengingat elevasi di laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut :

- 1 Muka air tinggi (*high water level*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- 2 Muka air rendah (*low water level*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- 3 Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- 4 Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- 5 Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
- 6 Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- 7 Muka air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- 8 *Higher high water level*, adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
- 9 *Lower low water level*, adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.

Pada umumnya sifat pasang surut di perairan ditentukan dengan menggunakan

rumus Formzahl, yang berbentuk :

$$F = K1+O1 / M2+S2$$

dimana nilai Formzahl,

- Jika $F = 0.00 - 0.25$; pasut bertipe ganda (semi diurnal)
- Jika $F = 0.26 - 1.50$; pasut bertipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol
(mixed, mainly semi diurnal)
- Jika $F = 1.51 - 3.00$; pasut bertipe campuran dengan tipe tunggal yang menonjol
(mixed, mainly diurnal)
- Jika $F = 3.00$; pasut bertipe (diurnal)
- $O1$ = unsur pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- $K1$ = unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari
- $M2$ = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- $S2$ = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

Metode yang digunakan adalah metode Admiralty untuk mendapatkan konstanta harmonik pada melalui persamaan pasang surut :

$$A_{(t)} = S_n + A_{n=1}^{n=k} \cos(W - G_n)$$

dimana :

$A(t)$	=	Amplitudo
S_0	=	Tinggi muka air laut rata-rata (MSL)
A_n	=	Amplitudo komponen harmonis pasang surut.
G_n	=	Phase komponen pasang surut
N	=	konstanta yang diperoleh dari hasil perhitungan astronomis
T	=	waktu

Penentuan tinggi dan rendahnya pasang surut ditentukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{MSL} &= Z_0 + 1,1 (M_2 + S_2) \\
 \text{DL} &= \text{MSL} - Z_0 \quad \text{MHWL} = Z_0 + (M_2+S_2) \\
 \text{HHWL} &= Z_0+(M_2+S_2)+(O_1+K_1) \\
 \text{MLWL} &= Z_0 - (M_2+S_2) \\
 \text{LLWL} &= Z_0-(M_2+S_2)-(O_1+K_1) . \\
 \text{HAT} &= Z_0 + \Delta A_i = Z_0 + (M_2 + S_2 + N_2 + P_1 + O_1 + K_1) \\
 \text{LAT} &= Z_0 - \Delta A_i = Z_0 - (M_2 + S_2 + N_2 + P_1 + O_1 + K_1)
 \end{aligned}$$

dimana :

- **MSL**, Muka air laut rerata (*mean sea level*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan
- **MHWL**, Muka air tinggi rerata (*mean high water level*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun
- **HHWL**, Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
- **MLWL**, Muka air rendah rerata (*mean low water level*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun
- **LLWL**, Air rendah terendah (*lowest low water level*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
- **DL**, Datum level
- **HAT**, Tinggi pasang surut
- **LAT**, Rendah pasang surut

2.2.3 Model Pola Arus

Model pola arus dibangun dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan persamaan momentum dengan perata-rataan kedalaman. Model ini menggunakan pendekatan metode beda hingga (finite difference) untuk menyelesaikan persamaan yang digunakan. Solusi numerik dari model yang digunakan adalah dengan pendekatan Alternating Direction Implicit (ADI) untuk turunan terhadap waktu (time) dan ruang (space) (DHI, 2007; Tsanis, et al, 2007). Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (USACE, 2005; DHI, 2007)

Persamaan Kontinuitas :

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t}$$

Persamaan Momentum

Pada sumbu x :

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \rho_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (\rho_a) = 0 \dots\dots(1)$$

Pada sumbu y :

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \rho_p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (\rho_a) = 0 \dots\dots(2)$$

dimana :

- h : Kedalaman Perairan
- d(x,y,t) : Kedalaman yang bervariasi terhadap waktu
- ζ : surface elevation

- p, q : flux densitas pada sumbu x dan y ($m^3/s/m$)
- u, v : kecepatan yang di rata-ratakan terhadap kedalaman pada sumbu x,y
- $c(x,y)$: chezy resistance ($m^{1.5}s^{-1}$)
- g : gravitasi (m^2/s)
- $f(V)$: factor gesekan angina
- $\Omega(x, y)$: parameter coriolis
- $\rho_a(x, y)$: tekanan atmosfer ($kg\ m^{-1}s^{-2}$)

Bed shear stress pada arah x dan y dapat dihitung dengan (Melor, 1998):

$$\tau_{bx} = \rho c_f U \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\tau_{by} = \rho c_f V \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

dimana C_f adalah koefisien gesekan dan dapat dihitung sebagai berikut

$$C_f = \frac{g}{c^2} = \frac{gn^2}{\lambda^2 H^{1/2}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana,

C = koefisien Chezy

N = Koefisien Manning

λ = 1,486 untuk unit Inggris dan 1,0 untuk SI

kedalaman rerata gesekan turbulen dapat dihitung menggunakan konsep viskositas Eddy dari Boussinesq, yaitu :

$$\tau_{xx} = \rho \nu_{xx} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \dots\dots\dots (6)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \rho \nu_{xy} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \dots\dots\dots (7)$$

$$\tau_{yy} = \rho \nu_{yy} \left(\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \dots \dots \dots (8)$$

dimana, ν adalah $0,3 \pm 0,6 U^* H$

V : Kecepatan arus pada arah y

U : Kecepatan arus pada arah x

2.2.4 Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air yang melewati suatu penampang melintang pada sungai persatuan waktu. pengukuran debit aliran sendiri berfungsi untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir pada suatu sungai dan seberapa cepat air tersebut mengalir dalam satuan waktu. Untuk dapat mengetahui aliran tersebut laminar atau turbulen dapat dilihat melalui pola dari aliran fluida tersebut, jika fluida mengalir secara tenang dengan kecepatan yang konstan aliran tersebut adalah laminar, namun jika fluida mengalir secara cepat dan membentuk gelombang yang tidak beraturan aliran tersebut adalah turbulen.

Leonard euler (1707-1783) menyatakan bahwa fluida sebagai medan rapat massa dan medan vector kecepatan. Tiap besaran yang dipergunakan untuk menyatakan keadaan fluida akan mempunyai nilai tertentu pada tiap titik dalam ruang dan pada tiap saat.

Debit air (Q) merupakan hasil perkalian antara luas penampang (A) saluran/aliran dengan kecepatan (v) aliran air.

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas penampang saluran (m²)

V = Kecepatan aliran air (m/detik)

2.2.5 Rapat massa/ Kerapatan (density)

Sesungguhnya semua sedimen berasal dari material batu, oleh sebab itu segala unsur material induk (parent material) dapat ditemukan di sedimen. Sebagai contoh, fragmen dari induk batuan ditemukan di batu besar dan kerikil, kuarsa pada pasir, silica pada lumpur, serta feldspars dan mika pada tanah liat. Densiti dari kebanyakan sedimen yang lebih kecil dari 4 mm adalah 2.650 kg/m³ (graviti spesifik, s = 2.65). densiti dari mineral lempung (clay) berkisar dari 2.500 sampai 2.700 kg/m³.

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{isi}} = \frac{M}{V} \dots\dots\dots(2.9)$$

Besarnya ρ_a tidak tetap, tergantung pada suhu, tekanan dan larutan. Pada air tawar memiliki nilai $\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$, dan air laut memiliki nilai $\rho_a = 1025 \text{ kg/m}^3$. Pada perhitungan angkutan sedimen, pengaruh perbedaan kerapatan pada umumnya diabaikan. (Khairani, 2011).

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Untuk mempermudah proses pengerjaan dan mempermudah hasil yang sesuai dengan yang diharapkan, maka dibuatlah diagram alir (flowchart) pengerjaan tugas akhir sebagai berikut:

1 Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk lebih memperjelas permasalahan yang ada, pengetahuan tentang arus laut, dan hal-hal yang mempengaruhinya. Literatur dapat berupa buku, jurnal, tugas akhir, website, dan sebagainya. Literatur tersebut nantinya akan digunakan sebagai acuan ataupun referensi tugas akhir ini.

2 Pengumpulan Data

Sebelum memulai proses pengerjaan, harus terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data-data terkait agar proses pengerjaan berjalan dengan lancar. Data-data yang diperlukan terdiri dari data pola arus, peta batimetri terbaru dan datat pasang surut yang akan digunakan dalam pemodelan yang juga merupakan data sekunder. Data-data sekunder disini diperoleh dari pengukuran yang dilakukan oleh instansi-instansi terkait. Pengambilan data juga meliputi pengambilan beberapa data primer yaitu pengukuran pasang surut selama 24 jam dengan range waktu selama masa simulasi, pengukuran arus pada beberapa titik yang semua data tersebut akan digunakan sebagai data untuk validasi dan model.

3 Pengolahan Data

Meliputi pembuatan kontur berdasarkan peta batimetri awal (data sekunder), penentuan kondisi batas (boundary condition), meshing, input data (flow/debit, pasang surut, bed condition, dll).

4 Pemodelan Menggunakan SMS 10.1

Pemodelan Pola Arus (Running Modul RMA2)

Pemodelan pola arus yang dilakukan menyesuaikan dengan input data yang diperoleh seperti pada langkah pengumpulan data, tanpa mempertimbangkan pengaruh angin dan gelombang dari laut dengan asumsi gaya atau pengaruh yang diberikan keduanya kecil.

5 Validasi

Validasi yang dilakukan adalah dengan membandingkan kecepatan arus hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan kecepatan arus hasil output pemodelan

6 Pembahasan

Dilakukan untuk mendapat hasil perbandingan pola arus dan kecepatan arus sebelum dan setelah di lakukan reklamasi di Teluk Jakarta.

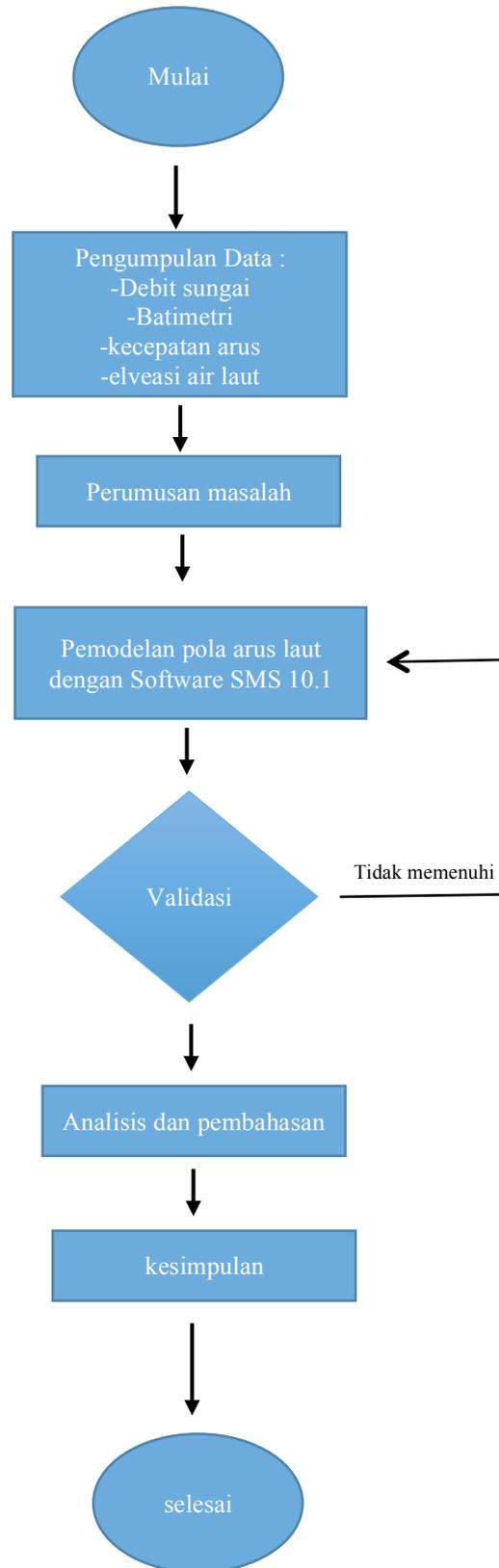
7 Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini akan dibuat kesimpulan dari analisis data dan hasil pembahasan sebelumnya. Dan juga pemberian saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

8 Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (later belakang, tujuan dan sebagainya) sampai saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta pemberian-pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

3.2 Diagram Alur Pengerjaan



Gambar 8 Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir

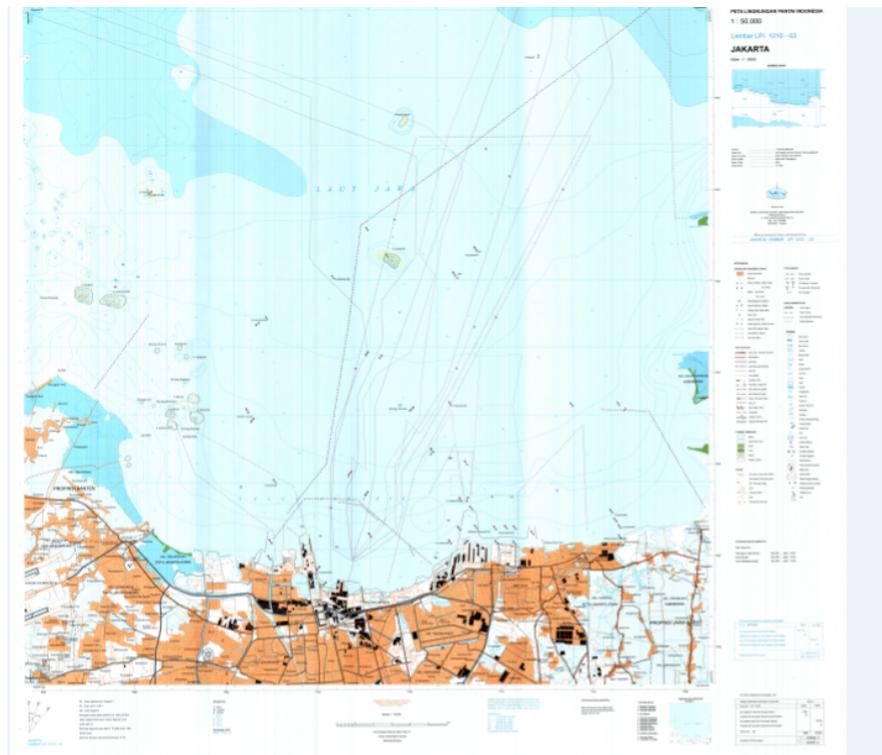
BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan SMS 10.1 modul RMA2

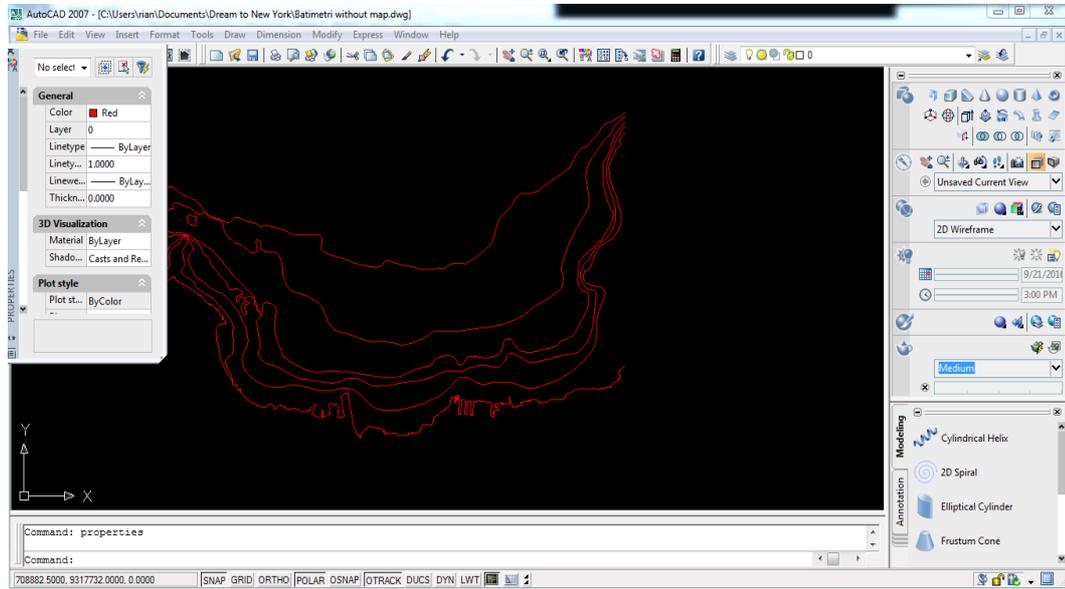
Pada pemodelan pola arus di Teluk Jakarta ini digunakan software *Surface Water Modelling 10.1* dengan modul RMA2. Pemilihan modul berdasarkan fitur yang di butuhkan. Pada RMA2 pemodelan yang dapat di lakukan adalah pola arus dan input sungai yang merupakan kebutuhan dari pemodelan pola arus di Teluk Jakarta.

Untuk mulai memodelkan pada *Surface water modelling* yang selanjutnya akan kita sebut sebagai SMS, inputan pertama yang di butuhkan adalah batimetri. Batimetri pertama-tama di bentuk pada *Autocad* dan di simpan dalam format .dxf. dengan format ini pengerjaan akan lebih mudah jika dibandingkan menginput dengan format lain pada SMS.



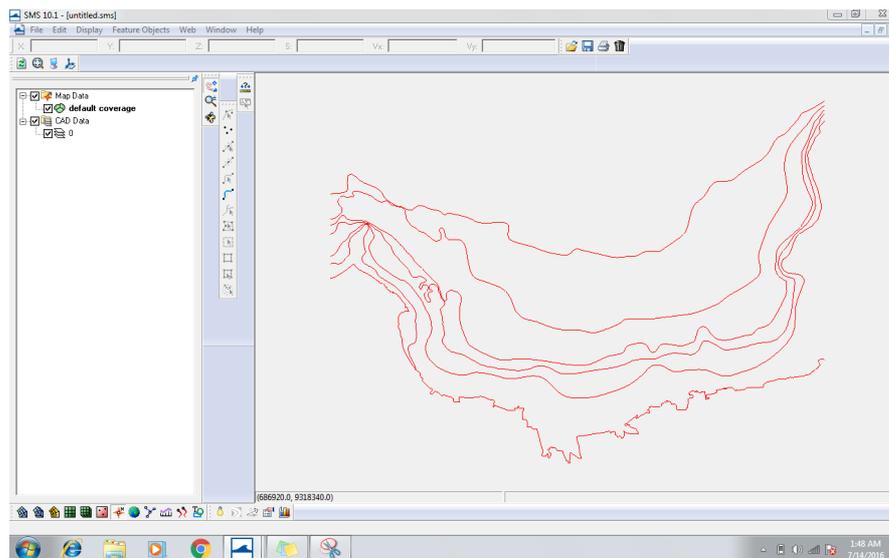
Gambar 9. Batimetri Teluk Jakarta

Selanjutnya batimetri yang ada di digitasi dengan menggunakan fitur *polyline*. Pengerjaan digitasi batimetri ini berdasarkan kedalaman yang di perlukan saja tidak dibutuhkan keseluruhan batimetri. Hal ini dilakukan untuk mempersingkat waktu pengerjaan.



Gambar 10. Digitasi Batimetri

Setelah kita dapatkan batimetri yang di digitasi, file disimpan dalam format *.dxf*. file *dxf* ini nantinya yang akan di input kedalam *software Surface Water Modelling*. Pemilihan format *.dxf* ini akan mempermudah pengerjaan di SMS nantinya jika dibandingkan dengan format lain.

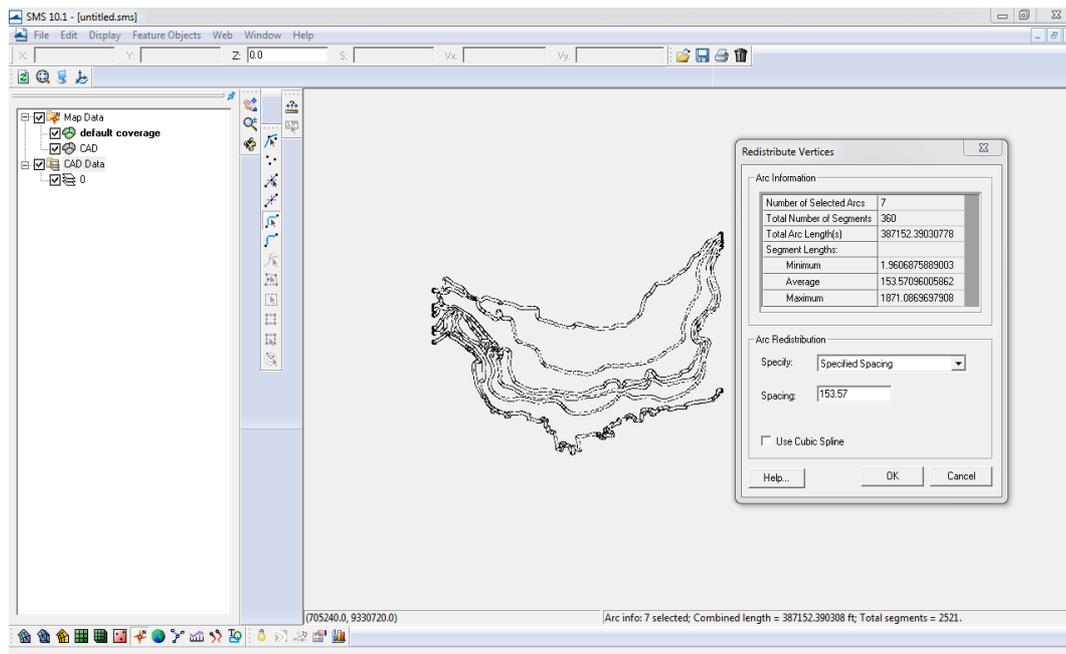


Gambar 11. Halaman utama SMS

setelah file di input akan muncul window seperti gambar 4.3. halaman kerja utama adalah lembar kerja terbesar yang ditempati oleh gambar batimetri. Selanjutnya adalah toolbar, dimana toolbar ini digunakan untuk mengedit halaman kerja kita. Di paling pojok kiri merupakan explore list, dimana explore list ini merupakan outline dari tiap halaman kerja utama.

Setelah .dxf dari autocad di input, yang harus dilakukan adalah mengubah batimetri menjadi CAD. Hal ini dilakukan agar tiap tiap garis batimetri terdiri dari node-node kecil yang nantinya akan digunakan sebagai meshing dan meletakkan data kedalaman dan kecepatan arus yang akan di modelkan. Geser kursor pada explore list, klik kanan pada CAD kemudian convert -> MAP-CAD.

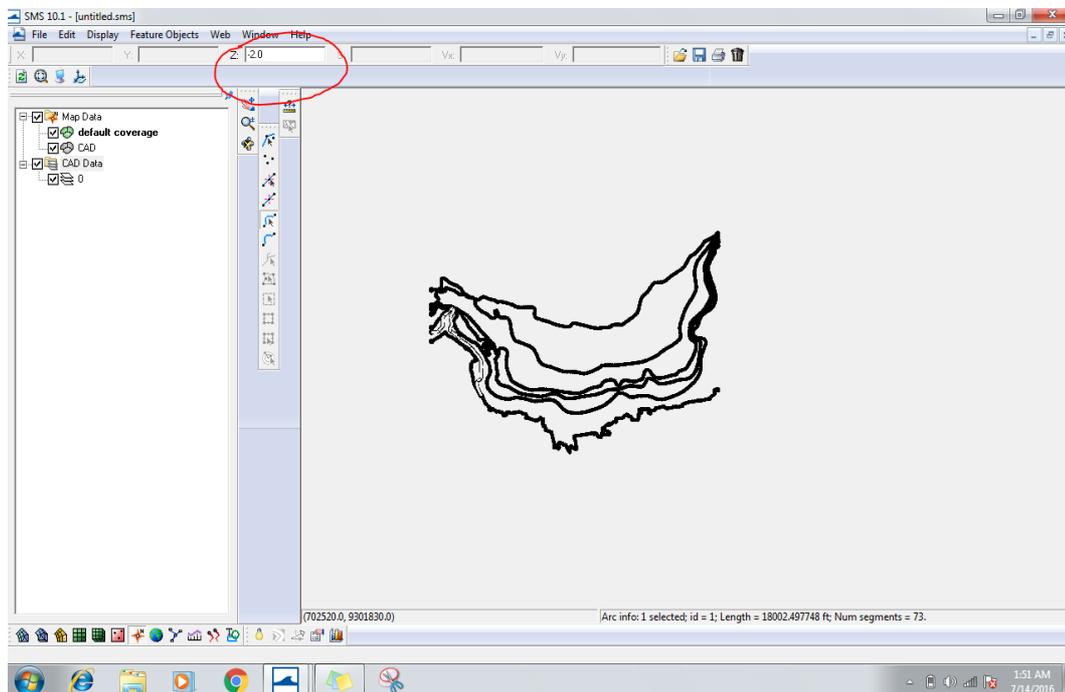
Setelah di convert garis batimetri akan berubah menjadi warna hitam seperti yang di tunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 12. Mengubah menjadi MAP-CAD

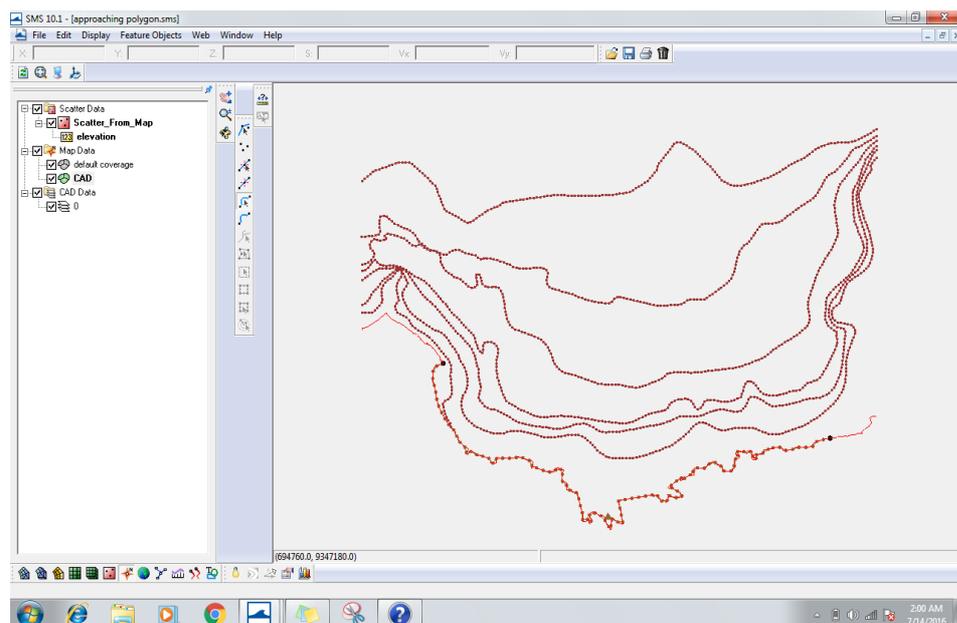
Setelah batimetri awal di ubah menjadi titik titik kecil node, akan terlihat pada halaman kerja utama bahwa titik-titik ini tidak beraturan. Perlu dilakukan spacing secara teratur untuk tiap tiap node dengan cara klik kanan -> redistribute vertice. Kemudian masukkan nilai spacing yang di inginkan. Perlu di perhatikan bahwa semakin kecil spacing akan membuat meshing semakin kecil yang mengakibatkan dibutuhkan waktu running yang lebih lama. Namun informasi

pola arus yang di tampilkan nantinya akan lebih banyak di bandingkan spacing yang bernilai besar



Gambar 13. Cek Elevasi

Biasanya saat mengerjakan batimetri, kita sudah menginput data elevasi. Namun sering kali pada *Software SMS* dibutuhkan untuk menginput ulang elevasi. Klik kanan pada tiap garis dan masukkan nilai elevasinya di kolom z. misalkan nilai elevasi adalah 2 maka nilai yang di inputkan adalah -2 .



Gambar 14. Define domain

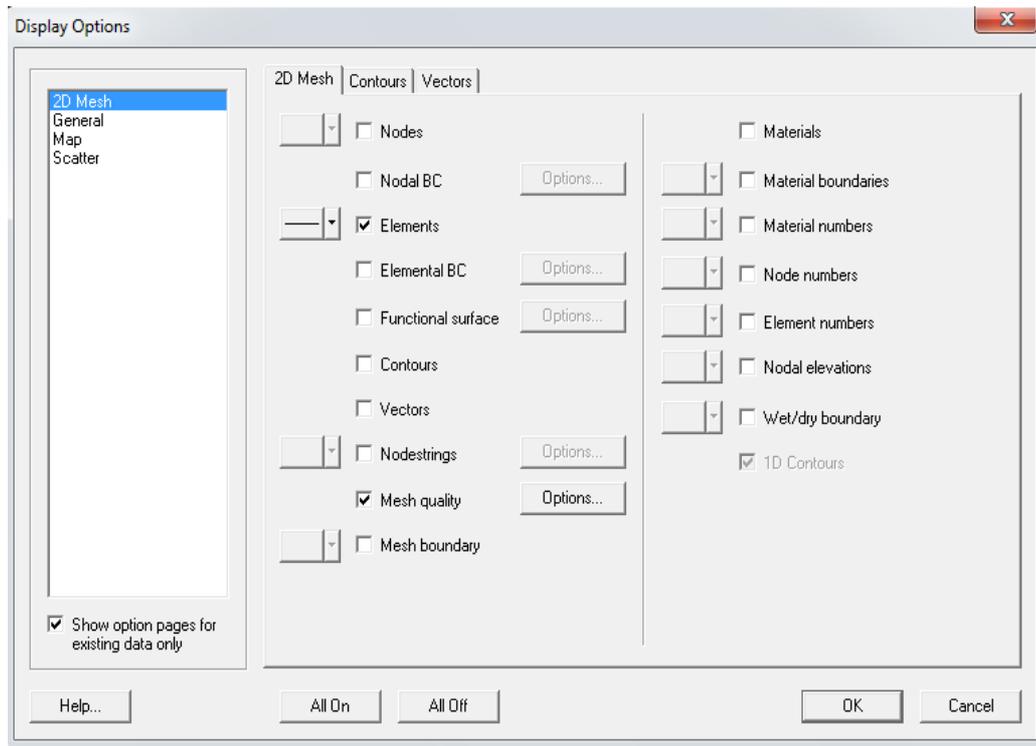
Setelah selesai menginput elevasi langkah selanjutnya adalah mengubah lembar kerja menjadi scatter. Geser kursor ke explore list, klik kanan pada CAD, convert, scatter map. Atau bisa juga di lakukan melalui menu *feature object* yang terdapat di bagian menu atas lalu pilih convert *scatter map*. Perubahan scatter map yang berhasil ditandai dengan garis-garis yang berubah menjadi berwarna merah. Hapus semua garis yang sudah jadi kecuali garis pantai. Tekan shift dan klik satu-satu garis kedalaman, kemudian delete. Sampai sejauh ini supaya tidak mengulang step-step yang sudah dilakukan sebaiknya file kerja di save dulu dengan format .sms karena step-step ini merupakan basic pemodelan pada *Surface Water Modelling*.

Berikutnya adalah memindahkan modul sesuai kebutuhan, sebelum masuk ke modul RMA2 perlu dilakukan pendefinisian open ocean dan coastline. Pendefinisian ini dilakukan di modul CGWAVE. Pendefinisian dilakukan dengan mengklik kanan arc dan pilih option sesuai kebutuhan. Untuk garis pantai didefinisikan dengan coastline sementara untuk batas laut dilakukan pendefinisian open ocean. Jika berhasil, untuk open ocean akan berubah menjadi warna biru dan coastline akan berubah menjadi warna coklat berikut dengan tanda panah. Arah tanda panah ini berguna untuk membuat domain yang akan di butuhkan saat membuat nodestring elevasi dan nodestring sungai.

Selanjutnya membuat polygon. Untuk membuat polygon, kita harus memindahkan modul terlebih dahulu ke RMA2 karena jika polygon di buat di modul yang lain, seperti dalam pengerjaan kali ini CGWAVE, running hanya akan bisa di lakukan di CGWAVE tidak di RMA2. Klik kanan pada cad, convert, pilih RMA2.

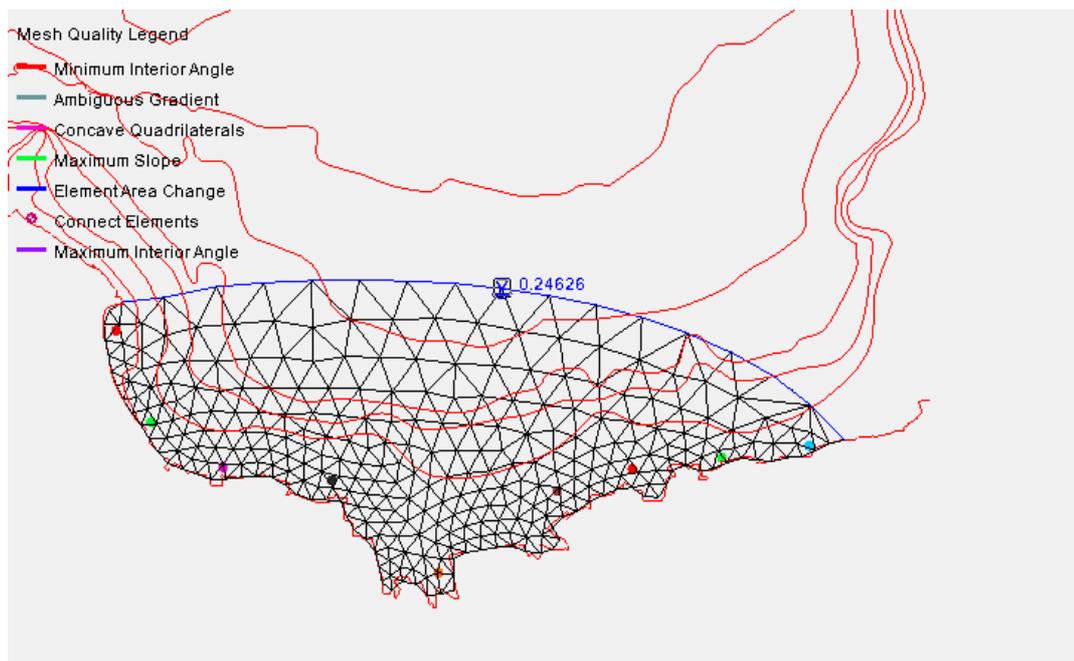
Setelah modul menjadi RMA2 polygon dapat dibentuk dengan langkah berikut. Klik feature object kemudian build polygon. Cari bentuk polygon pada toolbox yang ada dan klik 2x pada domain.

Untuk batimetry type pilih scatter set, sementara untuk mesh type biarkan pada option paving. Untuk melihat hasil sementara mesh bisa dilakukan dengan meng-klik menu preview mesh. Jika mesh sudah sesuai dengan yang di inginkan maka klik OK.



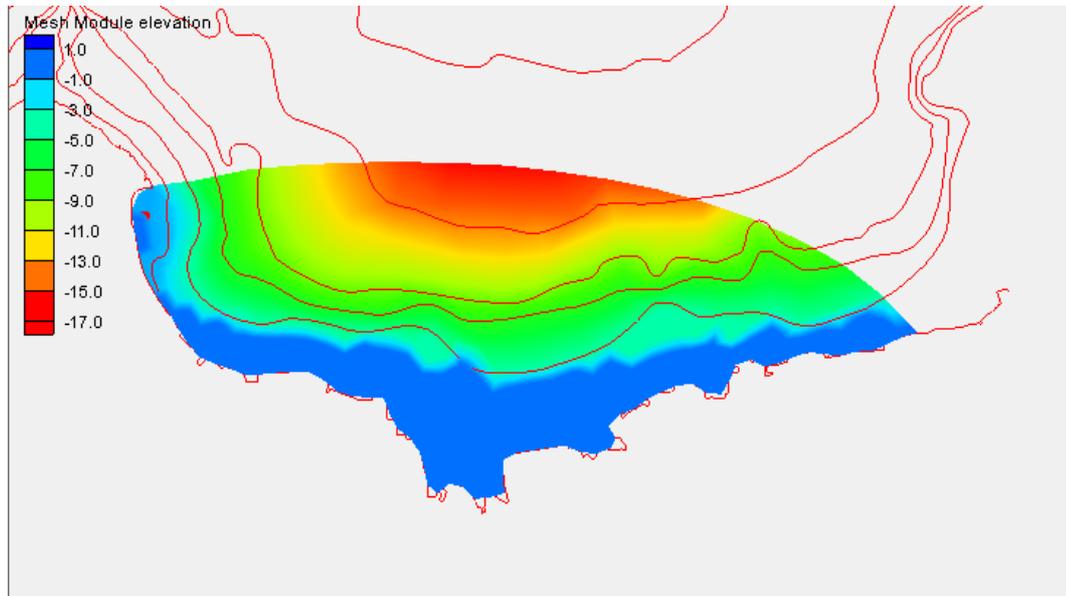
Gambar 15. Display option

setelah mesh selesai di buat, lakukan mesh check . pada menu display option yang terletak di bagian atas lembar kerja pilih display dan akan muncul menu display option. Hapus semua tanda centang kecuali pada mesh quality.



Gambar 16. Mesh Check

Pada lembar kerja akan muncul beberapa warna yang menandakan bahwa mesh masih perlu di perbaiki. Keterangan warna diberikan pada legenda yang terdapat di pojok kiri. Sebaiknya warna-warna ini di hilangkan. Caranya pindahkan lembar kerja ke mesh-module dan gunakan tools merge-cell atau swap-cell.



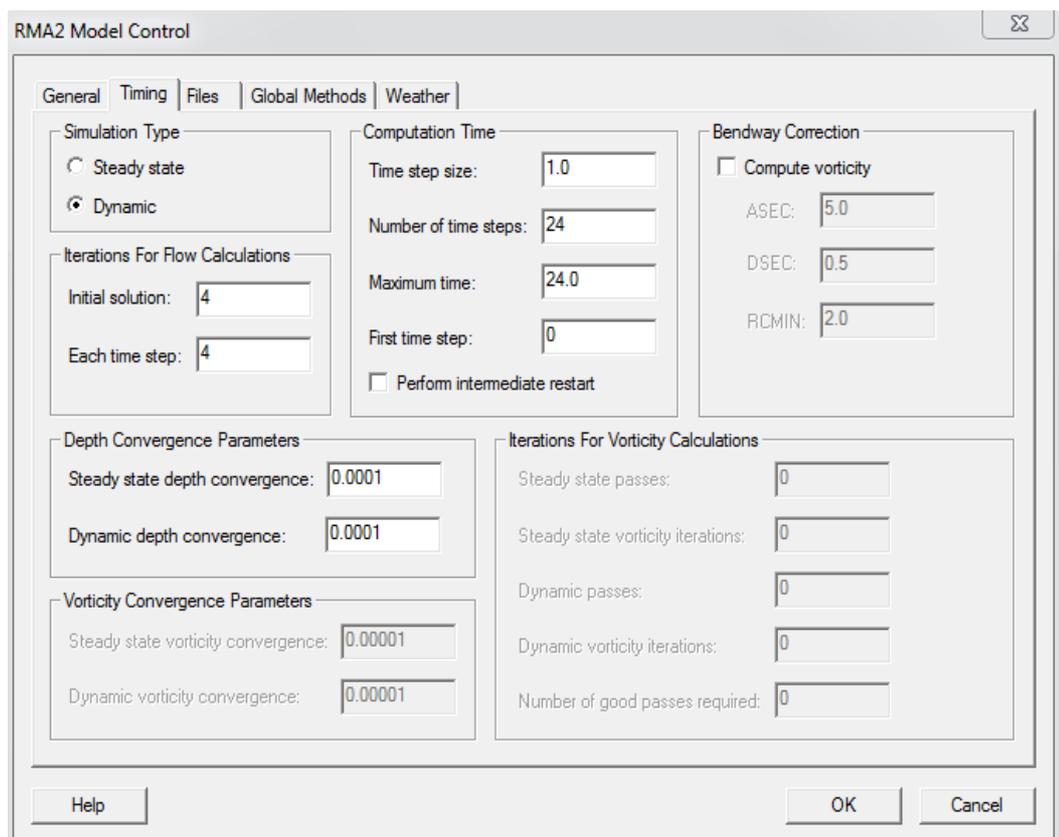
Gambar 17. Contour

untuk melihat contour yang sudah jadi, klik menu display dan hapus semua tanda centang kecuali pada pilihan contour, lalu klik OK. Perubahan warna disini menandakan kedalaman yang berubah sesuai pada legend yang terletak di pojok kiri.

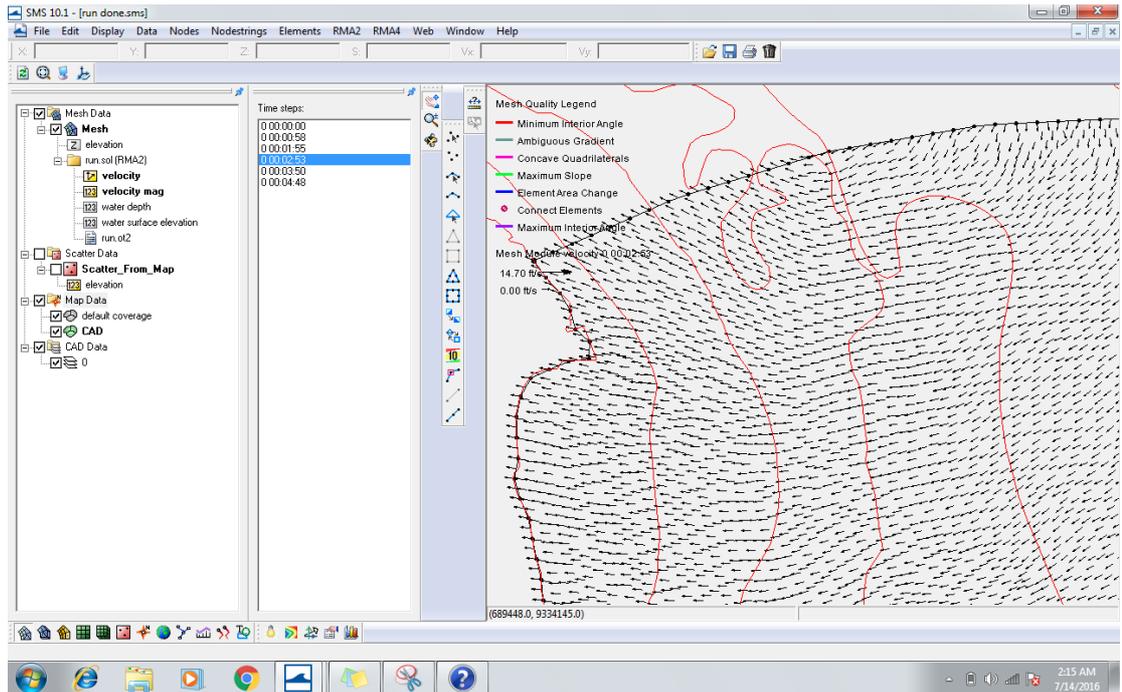
Berikutnya membuat boundary condition. Boundary condition dibuat untuk meletakkan data- data seperti data elevasi dan data sungai yang di butuhkan untuk pemodelan. Untuk data elevasi diletakkan di open ocean sementara untuk sungai diletakkan pada garis pantai. Caranya adalah klik nodestring kemudian klik pada node ujung garis pantai -> tekan alt+shift -> klik pada node akhir garis pantai yang lain. Jika berhasil ditandakan dengan keberadaan kotak yang berada di tengah- tengah open ocean. Nantinya data elevasi di letakkan di dalam kotak ini dengan menu *Assign boundary condition*. Untuk sungai di letakkan pada garis pantai caranya sama seperti membuat boundary condition elevasi.

Setelah selesai membuat boundary condition dengan tools nodestring, selanjutnya mengatur pengaturan pada pemodelan. Klik RMA2-> *Model Control*. Lalu akan muncul window seperti gambar 4.1.12.

Pada tab general yang terpenting untuk di isi adalah densitas dan temperatur suhu pada saat pemodelan. Kolom ini di isi sesuai kondisi eksisting. Untuk kolom timing, dipilih dynamic untuk pemodelan dengan pasang surut, iteration di isikan dengan jumlah 4 (banyaknya angka iterasi yang di pilih akan menentukan keakuratan pada saat pemodelan). Time step size merupakan, besarnya waktu yang di butuhkan untuk menyelesaikan dalam satu time step biasanya dalam satuan jam, sebagai contoh jika ingin membuat 1 time step 30 menit berarti pada kolom time step size di isi 0.5. number time step adalah banyaknya time step yang di butuhkan untuk simulasi. Maximum time step adalah batas atas time step untuk suatu simulasi. First time step merupakan, start awal time step.



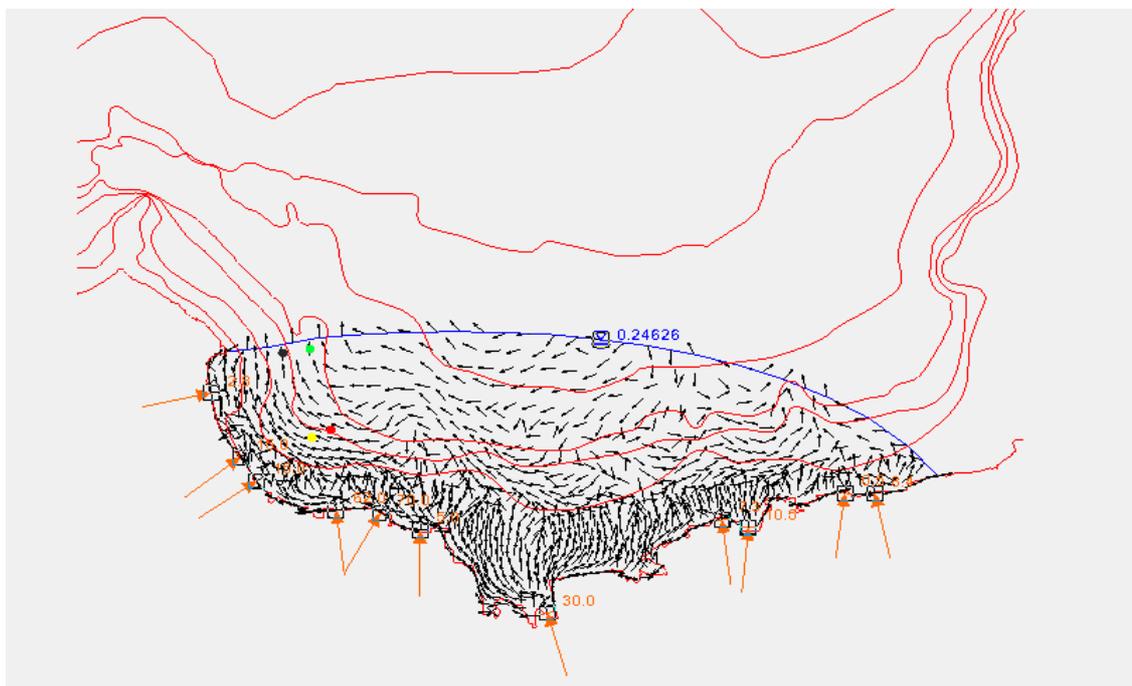
Gambar 18. Model Control RMA2



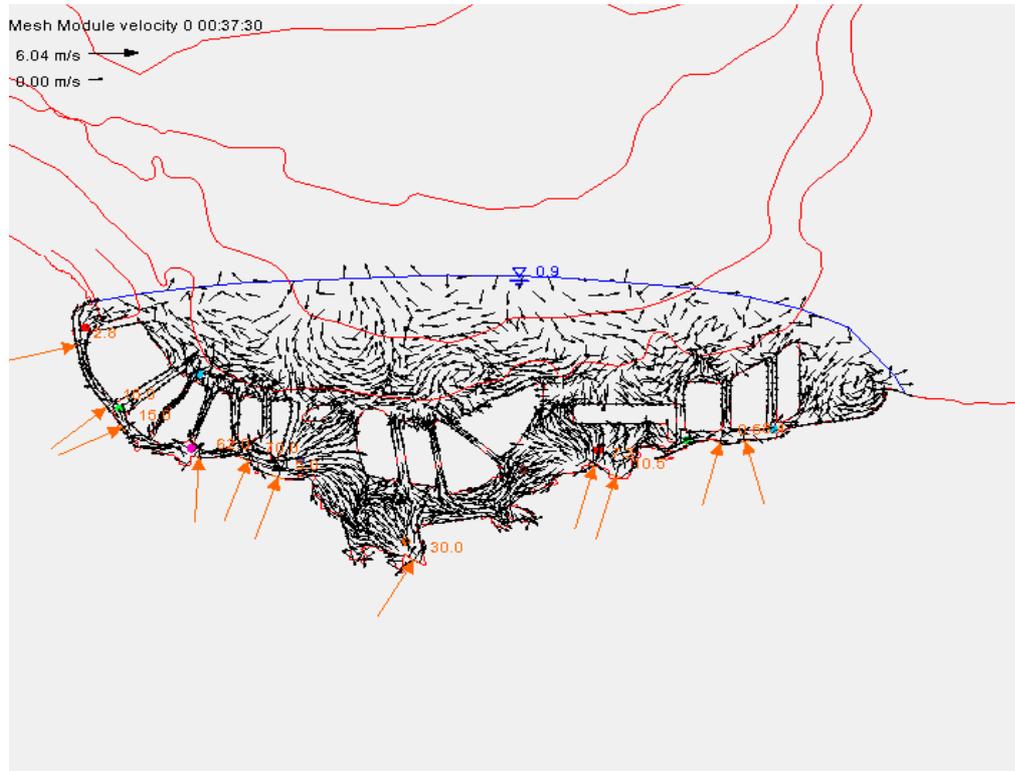
Gambar 19. Hasil Running RMA2

Hasil running yang sudah jadi nantinya akan terlihat seperti gambar 4.1.13 Dimana akan terbentuk vector arus dan akan muncul time step pada kolom sebelah kiri.

4.2 Hasil Pemodelan



Gambar 20. Sebelum Reklamasi



Gambar 21. Setelah Reklamasi

Tabel 1. debit sungai dan koefisien manning

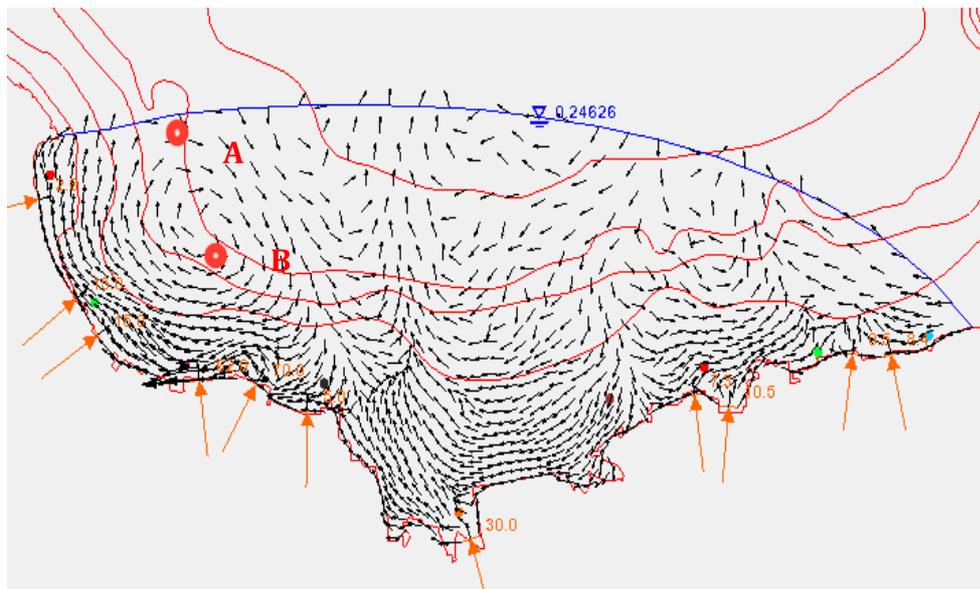
Nama sungai	Debit desain (m ³ /detik) dengan periode ulang tahunan	Debit rata- rata harian	Koefisien kekasaran manning (det/m ³)
Cisadene	2700(100)	123	0.025
Pecah	41(25)	4.1	0.040
Gobah	97(25)	9.7	0.040
Tahang	28(25)	2.8	0.040
Dadap	143(25)	15	0.040
Kamal	145(25)	15	0.040
Tanjungan	12	1	0.040
Pu drain	5	0.5	0.040
Cengkareng drain	620	6.2	0.025
Kali angke	700	70	0.035
Kali karang	50	5	0.035
BKT	350	35	0.025
Sunter	105	10.5	0.035
Sentiong	73	7.35	0.035
Cakung	84	8.4	0.035

Tabel 2. keterangan data dan boundary condition

No	Jenis Data	Keterangan
1	Batimetri	Teluk Jakarta
2	Pasang surut	10-25 april 2008
3	Pengukuran arus	10-25 april 2008
4	Debit sungai	-
5	Kekasaran manning	-

4.3 Validasi model

validasi digunakan untuk mengetahui seberapa tepat model yang kita buat dengan kondisi real. Pada tahap validasi model pola arus pada RMA2 di bandingkan dengan data sekunder pengukuran arus pada bulan dan tahun yang sama. Adapun data yang di validasi adalah arah dan kecepatan arus pada 9 titik observasi. Grafik dibawah ini menunjukkan untuk kecepatan arus pada titik 1 dan 2 persentase erornya berturut-turut adalah 29.8% dan 29.78%. Sementara untuk validasi arah arus persentase erornya berturut-turut untuk titik 1 dan 2 adalah 28.2% dan 12.7%.

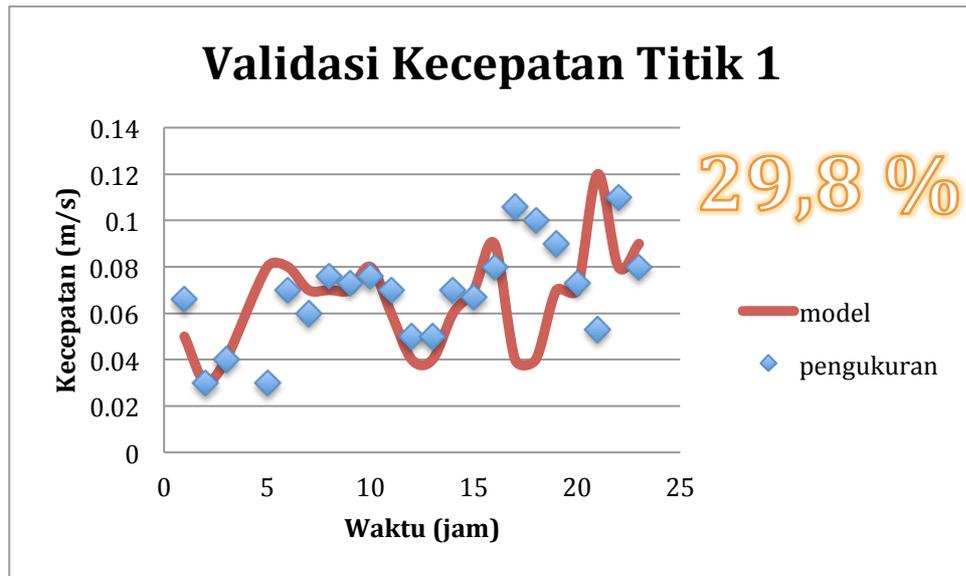


Gambar 22. Titik validasi model

Tabel 3. Koordinat titik validasi

Titik	Koordinat x	Kordinat Y
A	694167	9328348
B	693346	9331749

A). Kecepatan



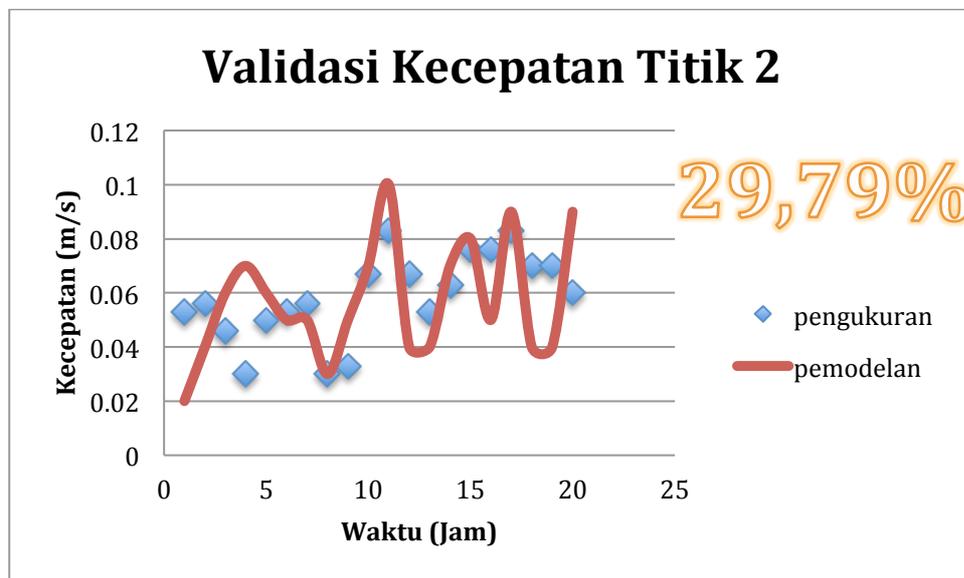
Gambar 23. Validasi Model titik 1 selama satu hari

Tabel 4. Validasi Error Kecepatan Titik 1

No.	Pengukuran (m/s)	Model (m/s)	$ \Delta\Sigma $
1	0.066	0.05	-0.016
2	0.03	0.03	0
3	0.04	0.04	0
5	0.03	0.08	0.05
6	0.07	0.08	0.01
7	0.06	0.07	0.01
8	0.076	0.07	-0.006
9	0.073	0.07	-0.003
10	0.076	0.08	0.004
11	0.07	0.06	-0.01
12	0.05	0.04	-0.01
13	0.05	0.04	-0.01
14	0.07	0.06	-0.01

No.	Pengukuran (m/s)	Model (m/s)	$ \Delta\Sigma $
15	0.067	0.07	0.003
16	0.08	0.09	0.01
17	0.106	0.04	-0.066
18	0.1	0.04	-0.06
19	0.09	0.07	-0.02
20	0.073	0.07	-0.003
21	0.053	0.12	0.067
22	0.11	0.08	-0.03
23	0.08	0.09	0.01
24	0.08	0.07	-0.01
Σ	1.6	1.51	-0.09

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{|\Sigma \text{model} - \Sigma \text{pengukuran}|}{\Sigma \text{Pengukuran}} \times 100\% \\ &= \frac{|1.51 - 1.6|}{1.6} \times 100\% \\ &= 29.8\% \end{aligned}$$



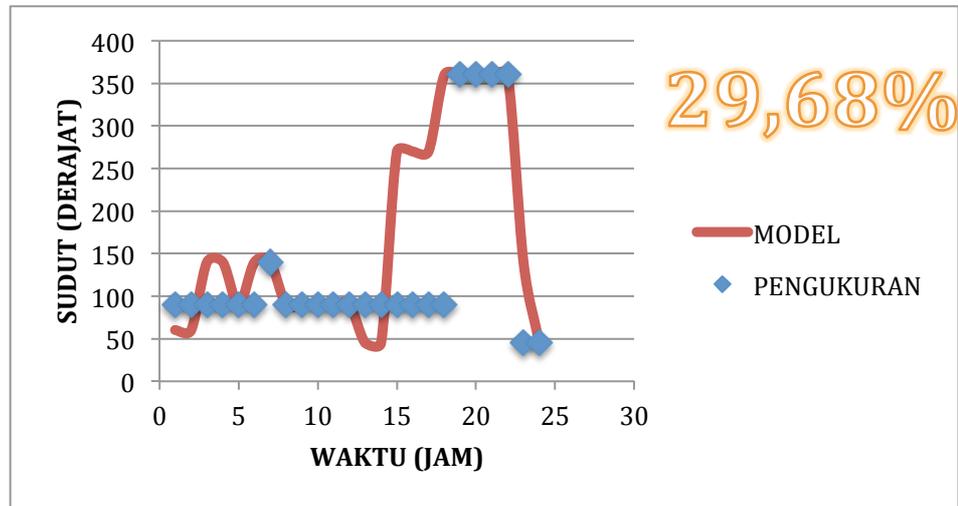
Gambar 24. Validasi Model titik 2 selama 1 hari

Tabel 5. Validasi Error Kecepatan Titik 2

No.	pengukuran (m/s)	Pemodelan (m/s)	$ \Delta\Sigma $
1	0.053	0.02	-0.033
2	0.056	0.04	-0.016
5	0.046	0.06	0.014
6	0.03	0.07	0.04
7	0.05	0.06	0.01
9	0.053	0.05	-0.003
10	0.056	0.05	-0.006
11	0.03	0.03	0
12	0.033	0.05	0.017
13	0.067	0.07	0.003
14	0.083	0.1	0.017
15	0.067	0.04	-0.027
16	0.053	0.04	-0.013
17	0.063	0.07	0.007
18	0.076	0.08	0.004
19	0.076	0.05	-0.026
20	0.083	0.09	0.007
21	0.07	0.04	-0.03
22	0.07	0.04	-0.03
23	0.06	0.09	0.03
Σ	1.175	1.14	-0.035

$$\begin{aligned}\text{Error} &= \frac{|\Sigma_{\text{model}} - \Sigma_{\text{pengukuran}}|}{\Sigma_{\text{Pengukuran}}} \times 100\% \\ &= \frac{|1.14 - 1.175|}{1.175} \times 100\% \\ &= 29.78\%\end{aligned}$$

B). Validasi Arah Titik 1

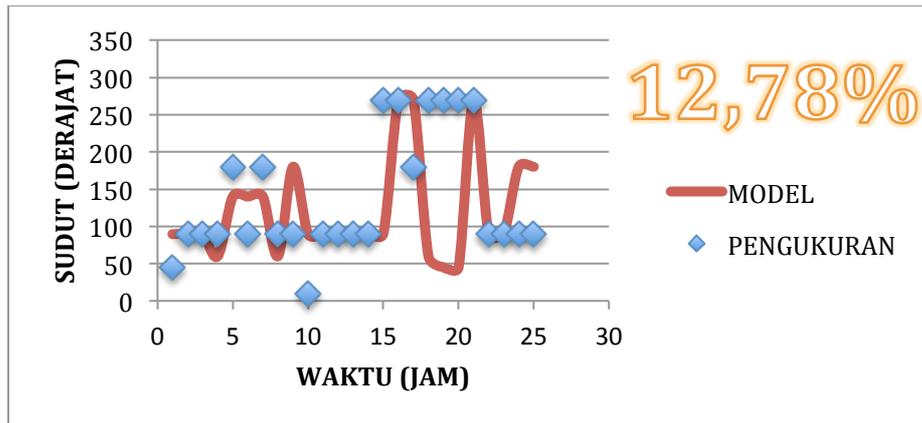


Gambar 25. Validasi Model titik 1

Tabel 6. Validasi Error Arah Arus Titik 1

No.	PENGUKURAN (derajat)	MODEL (m/s)	$ \Delta\Sigma $
1	90	60	-30
2	90	60	-30
3	90	140	50
4	90	140	50
5	90	90	0
6	90	140	50
7	140	140	0
8	90	90	0
9	90	90	0
10	90	90	0
11	90	90	0
12	90	90	0
13	90	45	-45
14	90	45	-45
15	90	270	180
16	90	270	180
17	90	270	180
18	90	360	270
19	360	360	0
20	360	360	0
21	360	360	0
22	360	360	0
23	45	140	95
24	45	45	0
	$\Sigma = 3200$	$\Sigma = 4150$	905

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{|\Sigma \text{model} - \Sigma \text{pengukuran}|}{\Sigma \text{Pengukuran}} \times 100\% \\ &= \frac{|4150 - 3200|}{3200} \times 100\% \\ &= 29.68\% \end{aligned}$$



Gambar 26. Validasi Model titik 2

Tabel 7. Validasi Error Arah Arus Titik 2

No.	PENGUKURAN (derajat)	MODEL (derajat)	\Delta\Sigma
1	45	90	45
2	90	90	0
3	90	90	0
4	90	60	-30
5	180	140	-40
6	90	140	50
7	180	140	-40
8	90	60	-30
9	90	180	90
10	9	90	81
11	90	90	0
12	90	90	0
13	90	90	0
14	90	90	0
15	270	90	-180
16	270	270	0
17	180	270	90
18	270	60	-210
19	270	45	-225
20	270	45	-225
21	270	270	0
22	90	90	0
23	90	90	0
24	90	180	90

No.	Pengukuran (derajat)	Model (derajat)	$ \Delta\Sigma $
25	90	180	90
	$\Sigma = 3474$	$\Sigma = 3030$	$\Sigma = 444$

$$\text{Error} = \frac{|\Sigma \text{model} - \Sigma \text{pengukuran}|}{\Sigma \text{Pengukuran}} \times 100\%$$

$$= \frac{|3030 - 3474|}{3474} \times 100\%$$

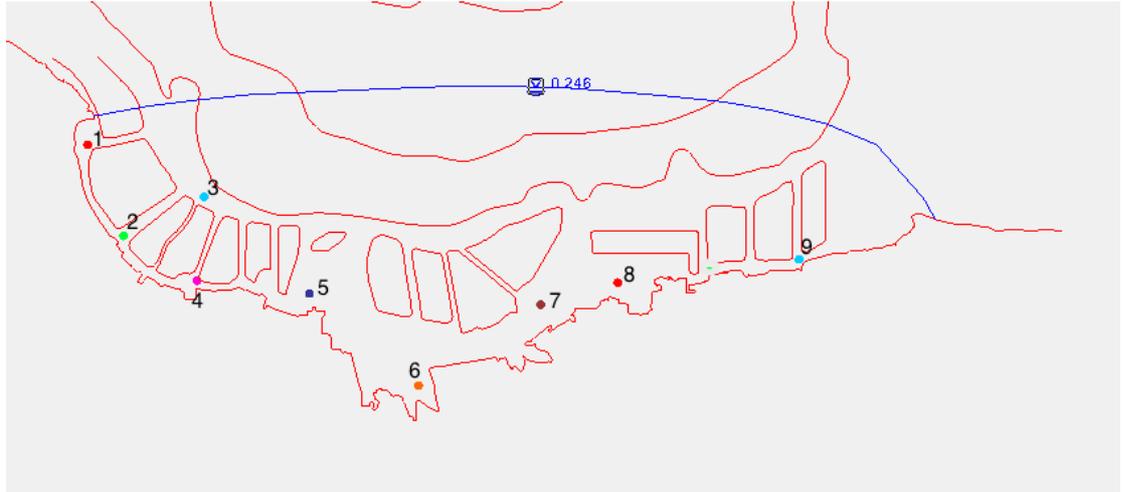
$$= 12.78\%$$

4.4 Analisa dan Pembahasan

Dari pemodelan pola arus di Teluk Jakarta kita mendapatkan perubahan kecepatan dan arah arus pada saat sebelum di reklamasi dan setelah di reklamasi adapun koordinat titik yang di tinjau secara berturut-turut dari kiri ke kanan adalah :

Tabel 4.4 Koordinat Titik Observasi Kecepatan Arus

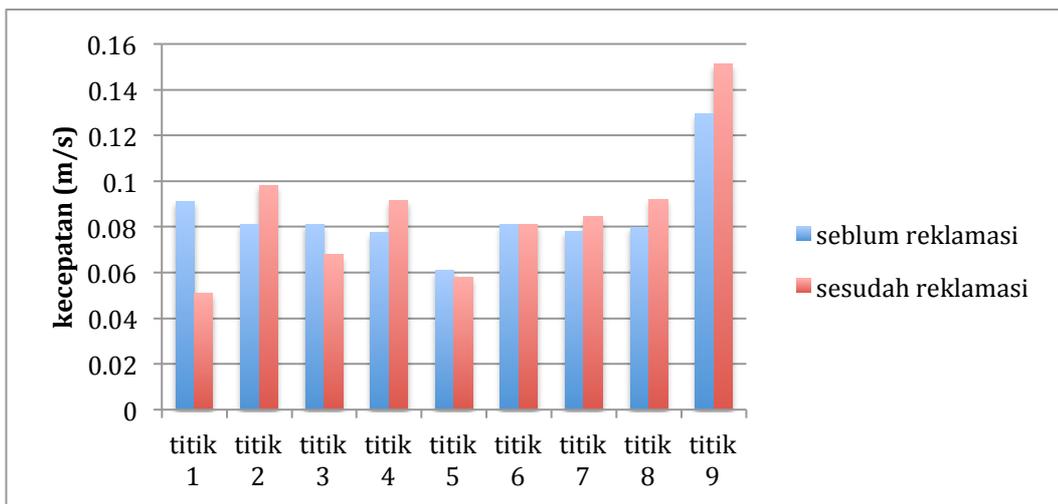
No.	Koordinat X	Koordinat Y
1	689806	9330588
2	691165	93277089
3	694215	9328575
4	698196	9324888
5	702331	9321385
6	706951	9324469
7	709866	9325312
8	713337	9325734
9	716730	9326190



Gambar 27. Titik Observasi Analisa Kecepatan

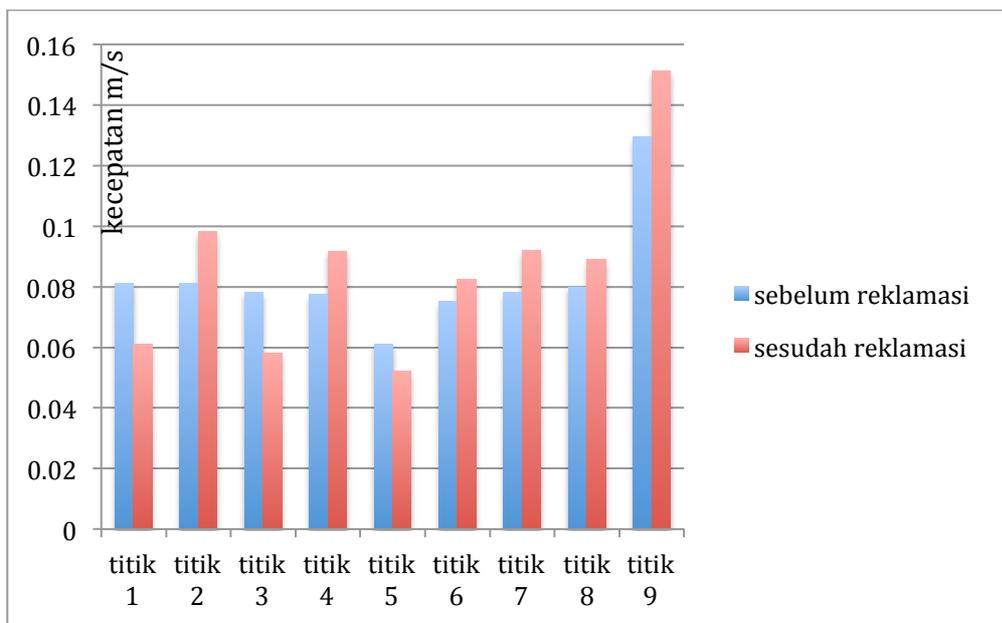
Analisa kecepatan dan perubahan arah akan di sajikan dalam bentuk grafik dan di variasikan terhadap perubahan debit sungai untuk Q1, Q2.5, Q5, Q10 dan Q15.

A.) Analisa Kecepatan



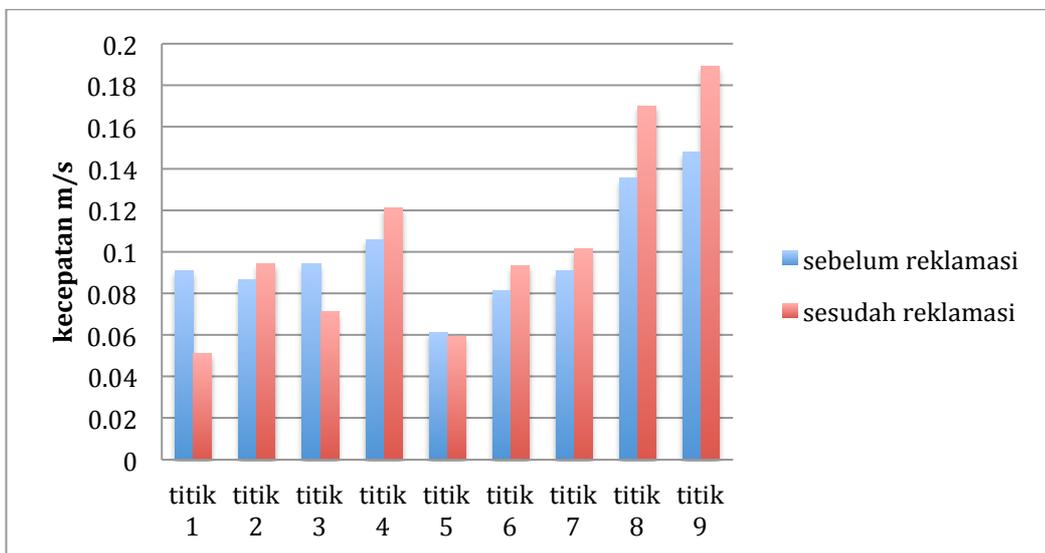
Gambar 28. Analisa Kecepatan Sebelum Dan Sesudah Di Reklamasi untuk Q1

Untuk debit awal Q1 pada titik observasi 2 dan 4 terjadi kenaikan setelah di reklamasi, hal ini di karenakan titik observasi berada di daerah yang terhimpit oleh pulau-pulau reklamasi. Daerah yang mengecil menyebabkan kenaikan kecepatan arus yang berturut-turut pada titik 2 dan 4 adalah 0.02m/s² dan 0.01 m/s². pada titik observasi 1,3,5 mengalami penurunan kecepatan arus yang nilainya berkisar 0.01-0.06 m/s². Sementara pada titik observasi 9 memiliki kecepatan arus yang tertinggi daripada yang lainnya baik sebelum reklamasi dan setelah reklamasi hal ini dikarenakan pada titik observasi 9 terdapat sungai-sungai yang bermuara yang memiliki debit besar yang cukup mempengaruhi kecepatan arus di sekitar titik observasi di antaranya adalah BKT (banjir kanal timur) dengan debit 35m³/detik, cengkareng drain dengan debit 62m³/detik, kali anke dengan debit 70m³/detik. Titik observasi 9 mengalami kenaikan kecepatan sebesar 0.02m/s . Titik observasi 1,3 dan 5 mengalami penurunan arus, hal ini terjadi karena morfologi pantai yang terbentuk saat setelah di reklamasi menyebabkan arus yang berasal dari laut jawa memiliki kecepatan yang lebih besar dari sebelum di reklamasi, arus dari laut jawa (mengarah ke selatan) ini bertemu dengan arus yang dibentuk oleh debit sungai (mengarah ke utara) karena arah yang berlawanan ini terjadilah pengurangan kecepatan arus



Gambar 29. Analisa kecepatan sebelum dan sesudah di reklamasi untuk Q2.5

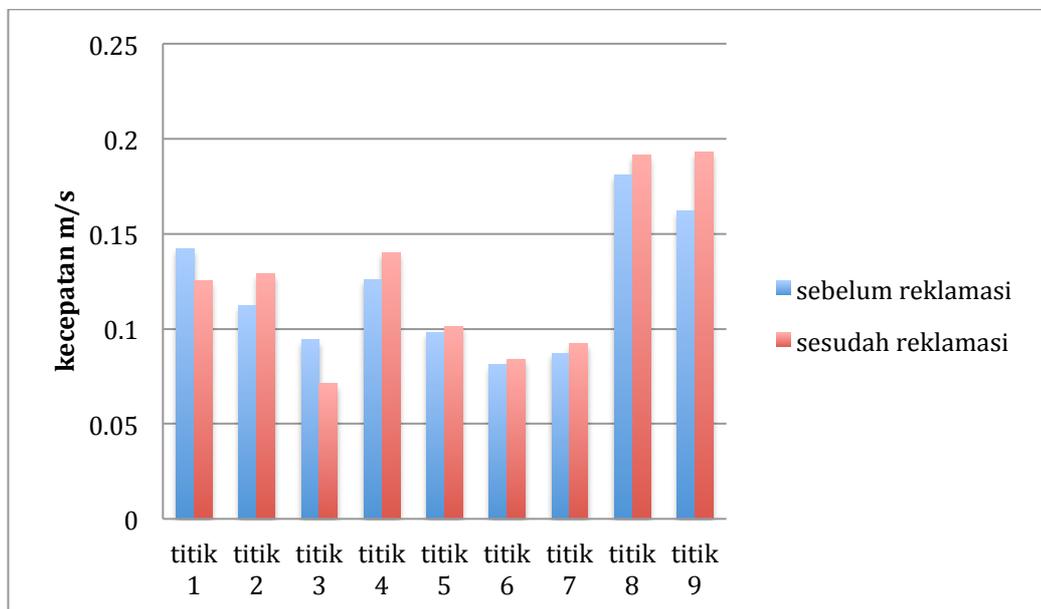
Pada debit Q2.5 yaitu perencanaan debit selama 2.5 tahun , secara umum juga memiliki kemiripan yang sama dengan Q1 yaitu perubahan kecepatan arus tidak melebihi 0.05 m/s. titik observasi 2,4 dan 9 tetap mengalami kenaikan kecepatan arus yang dikarenakan adanya penyempitan daerah perairan oleh pulau reklamasi. Sementara untuk titik 1,3,5 tetap sama seperti debit perencanaan Q1 yang mengalami penurunan kecepatan yang tidak lebih dari 0.05m/s. hal ini menunjukkan bahwa debit perencanaan untuk Q2.5 Tahun tidak terlalu berpengaruh besar terhadap perubahan kecepatan arus di teluk Jakarta.



Gambar 30. Analisa Kecepatan Sebelum Dan Sesudah Di Reklamasi Untuk Q5

Pada variasi Q5 yaitu perencanaan debit banjir 5 tahun. Titik observasi 8 mengalami kenaikan kecepatan arus yang lebih besar pada saat sebelum dan sesudah reklamasi di banding Q1 dan Q2.5. hal ini di sebabkan karena titik observasi 8 berada dekat sungai sungai yang debit airnya cukup besar yaitu kali sunter, kali angke cengkareng darin dan BKT. Sementara untuk titik observasi 1,2,3,4,5,6 dan 7 cenderung tidak mengalami perubahan begitu besar. Hal ini disebabkan karena debit awal sungai-sungai yang bermuara di dekat titik observasi 1,2,3,4,5,6 dan 7 terbilang kecil dibanding kali sunter, kali angke, cengkareng drain dan BKT (Banjir Kanal Timur). Jadi perencanaan debit banjir

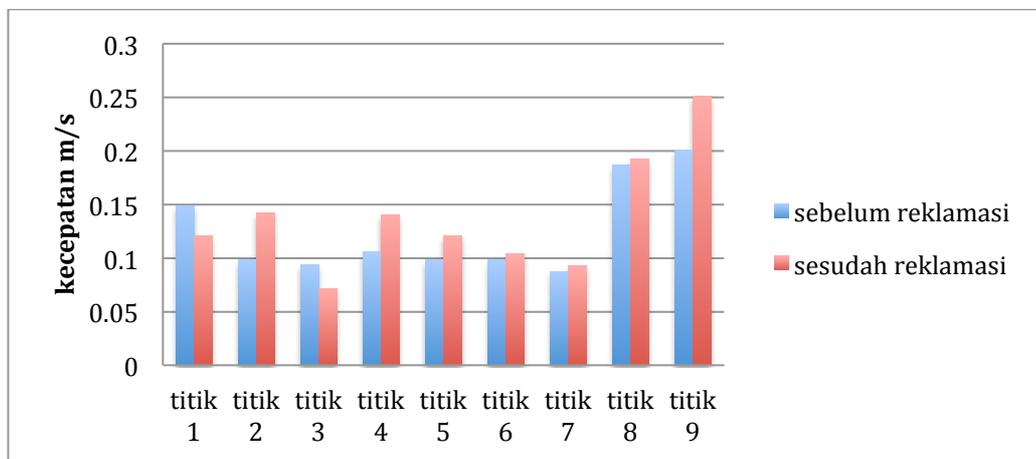
Q5 tidak cukup berarti bagi sungai-sungai yang memiliki volume air per detik yang kecil. Titik observasi 1,3 dan 5 tetap mengalami penurunan arus. Seperti yang sudah di sampaikan di grafik Q1 hal ini terjadi karena kondisi geografis laut yang berubah setelah di reklamasi, menyebabkan arus yang datang dari laut jawa (mengarah ke selatan) memiliki nilai yang lebih besar dibanding sebelum di reklamasi, arus yang lebih besar ini kemudian bertemu dengan arus yang disebabkan oleh debit sungai (mengarah ke utara) yang mengalir ke pantai pantura. Akibat dari pertemuan arus yang saling berlawanan ini terjadilah pengurangan kecepatan, besarnya nilai pengurangan kecepatan tergantung dari debit sungai dan kecepatan arus yang datang dari laut jawa.



Gambar 31. Analisa kecepatan sebelum dan sesudah di reklamasi untuk Q10

Untuk debit perencanaan Q10, pada titik observasi 1 sebelum di reklamasi nilai kecepatannya adalah 0.14 m/s namun setelah di reklamasi mengalami penurunan kecepatan yang bernilai 0.12 m/s. nilai kecepatan ini mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan debit perencanaan banjir Q5. Begitu juga untuk titik observasi yang lain mengalami perubahan kecepatan pada debit perencanaan banjir Q10. Titik observasi 2 sebelum di reklamasi bernilai 0.112 m/s sementara setelah di reklamasi nilainya 0.128 m/s. pada titik observasi 3 sebelum di reklamasi nilai kecepatannya adalah 0.094 m/s dan setelah di reklamasi nilai kecepatannya mengalami penurunan menjadi 0.071 m/s. Titik observasi 4

kecepatan sebelum di reklamasi adalah 0.12 m/s, setelah di reklamasi kecepatannya menjadi 0.14 m/s. titik observasi 5 kecepatan sebelum di reklamasi adalah 0.098m/s dan setelah di reklamasi mengalami kenaikan kecepatan menjadi 0.1 m/s. titik observasi 6 sebelum di reklamasi kecepatan arusnya adalah 0.081 m/s dan mengalami kenaikan menjadi 0.084 m/s setelah di reklamasi. Titik observasi 7 kecepatan awalnya adalah 0.087m/s sebelum di reklamasi dan setelah di reklamasi kecepatannya menjadi 0.092 m/s. titik observasi 8 kecepatan sebelum di reklamasi adalah 0.18 m/s dan setelah di reklamasi turun menjadi 0.19 m/s. yang terakhir titik observasi 9 kecepatan sebelum di reklamasi adalah 0.16 m/s dan setelah di reklamasi naik menjadi 0.19 m/s



Gambar 32. Analisa kecepatan sebelum dan sesudah di reklamasi untuk Q15

Untuk debit perencanaan Q15, pada titik observasi 1 nilai kecepatan sebelum di reklamasi adalah 0.15 m/s dan setelah di reklamasi menjadi 0.12 m/s kecepatan arus mengalami penurunan sebanyak 0.03 m/s. sementara untuk titik observasi 2 sebelum di reklamasi nilai kecepatan arusnya adalah 0.1 m/s dan setelah di reklamasi menjadi 0.14m/s yang berarti mengalami kenaikan kecepatan arus. Pada titik observasi 3 nilai kecepatan arusnya sebelum di reklamasi adalah 0.094 m/s dan setelah di reklamasi mengalami penurunan menjadi 0.07 m/s. pada titik observasi 4 nilai kecepatan arus sebelum di reklamasi adalah 0.1 m/s dan setelah di reklamasi naik menjadi 0.14m/s. pada titik observasi 5 nilai kecepatan arus sebelum di reklamasi adalah 0.1 m/s dan setelah di reklamasi menjadi 0.12 m/s yang berarti adanya kenaikan kecepatan

arus pada titik observasi 5. Pada titik observasi 6 kecepatan arus sebelum di reklamasi adalah 0.98 m/s dan setelah di reklamasi turun menjadi 0.104 m/s. pada titik observasi 7 kecepatan arus sebelum di reklamasi adalah 0.087 m/s dan setelah di reklamasi naik menjadi 0.092 m/s. pada titik observasi 8 sebelum di reklamasi kecepatan arusnya adalah 0.18 m/s dan setelah di reklamasi menjadi 0.192 m/s. pada titik observasi 9 nilai kecepatan arusnya adalah 0.2 m/s dan setelah di reklamasi naik menjadi 0.25 m/s.

Untuk titik observasi 2, 4, dan 9 mengalami kenaikan kecepatan arus hal ini dikarenakan lokasi titik observasi yang terletak di antara pulau-pulau yang di reklamasi. Oleh karena arus yang datang dari samudera datang ke teluk jakarta harus melalui celah antara pulau reklamasi, maka kecepatan arus bertambah dibanding sebelum di reklamasi. Pada titik observasi 8 kita bisa melihat perubahannya jika membandingkan Q1 dengan Q15. Perubahan kecepatan yang terjadi cukup signifikan. Hal ini dikarenakan pada titik observasi 8 terletak sungai-sungai yang debit awalnya cukup besar sehingga saat dilakukan perencanaan debit tahunan kecepatan arus di titik observasi 8 bertambah.

Dari perencanaan debit banjir Q1,Q2.5,Q5,Q10,Q15 kita bisa mengambil kesimpulan bahwa perubahan debit air pada tiap tiap sungai mempengaruhi kecepatan arus di teluk jakarta.

B.) Analisa Arah

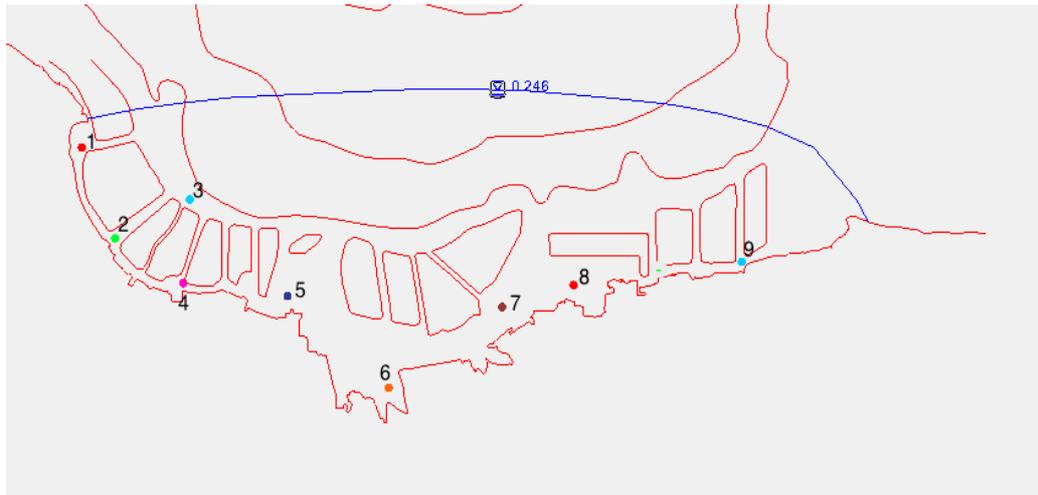
Observasi arah arus di tiap titik tinjau di lakukan dengan mengambil arah arus dominan untuk ke-9 titik observasi sebelum dan sesudah reklamasi. Arah arus di tiap titik observasi di ukur selama 1 hari dengan modelling pada software SMS 10.1. untuk memudahkan pembacaan perubahan pola arus sebelum dan sesudah reklamasi grafik disediakan dalam bentuk *current-plot*. Perbandingan pola arus di bawah ini di variasikan dengan debit rencana sungai untuk Q1, Q2.5, Q5, Q10 dan Q15 tahun.

Pada umumnya pola arus berubah mengikuti pulau-pulau yang di reklamasi sementara untuk laut yang daerahnya cukup jauh dari reklamasi tidak terpengaruhi arah arusnya. Arus laut yang tadinya bergerak bebas saat sebelum

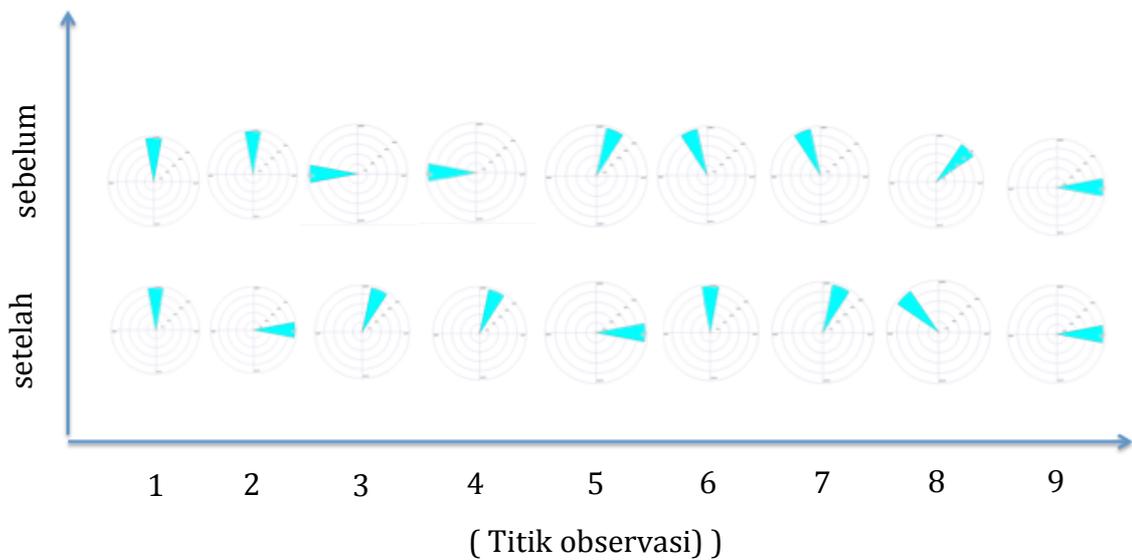
di reklamasi menjadi terbatas geraknya oleh karena pulau-pulau buatan yang di reklamasi. Arus yang datang dari laut lepas bertemu dengan pulau yang di reklamasi sehingga menyebabkan perubahan arah yang mengikuti bentuk-bentuk pulau buatan. Untuk arah arus yang berada di muara sungai, berdasarkan hasil simulasi, perubahan debit sungai mempengaruhi arah arus laut di sekitarnya pada jangkauan area tertentu. Semakin besar debit perencanaan sungai maka perubahan pola arus yang terjadi semakin besar. Sebaliknya, jika debit sungai kecil maka perubahan tidak terlalu terlihat. hal ini bisa kita lihat pada titik observasi 4 dimana pada daerah tersebut bermuara sungai sungai yang debitnya kecil sehingga meskipun di lakukan debit perencanaan perubahan arah arus dan kecepatan tidak terlalu signifikan. Sementara itu pada Banjir Kanal Timur yang memang debit awalnya besar, ketika dilakukan debit perencanaan banjir perubahan arah arus yang terjadi terlihat sangat jelas untuk daerah tertentu yang terjangkau.

Tabel 8. Koordinat Titik Observasi Arah Arus

No.	Koordinat X	Koordinat Y
1	689806	9330588
2	691165	93277089
3	694215	9328575
4	698196	9324888
5	702331	9321385
6	706951	9324469
7	709866	9325312
8	713337	9325734
9	716730	9326190



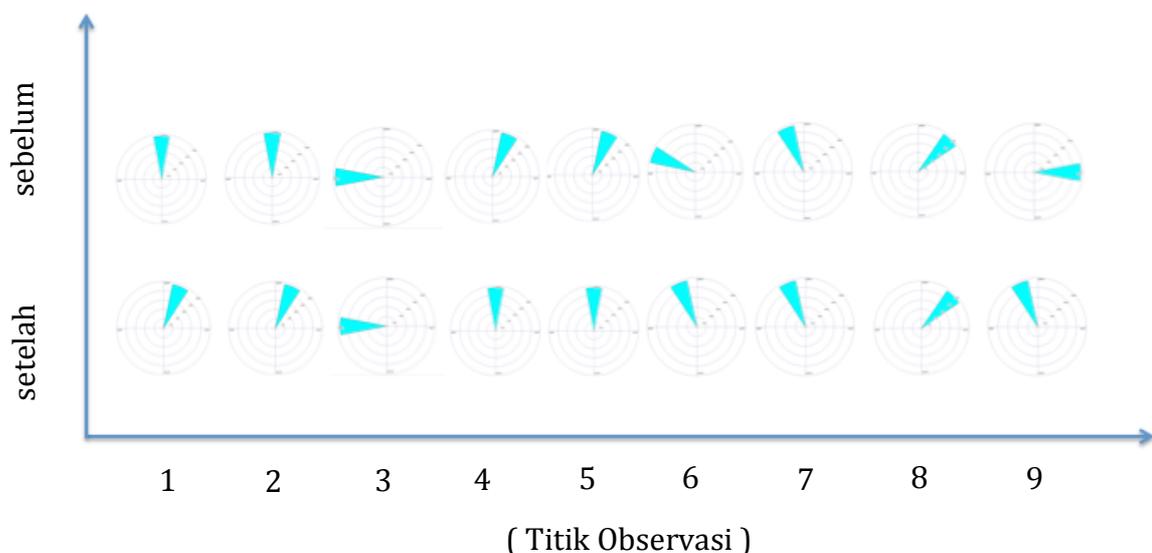
Gambar 33. Titik Observasi Analisa Arah Arus



Gambar 34. Grafik Pola Arus Arah Dominan Q1

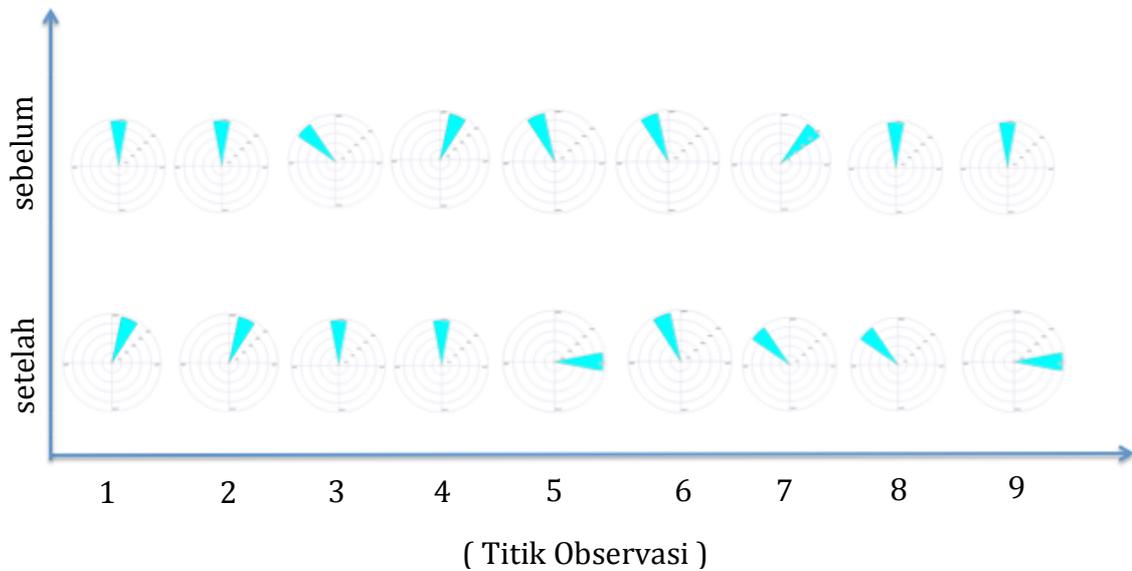
Untuk debit perencanaan banjir Q1, pada titik observasi 1 tidak terjadi perubahan pola arus. Yaitu arahnya tetap ke utara baik sebelum di reklamasi dan sesudah di reklamasi. Titik observasi 2 mengalami perubahan arah dari yang sebelum di reklamasi mengarah ke 90° sementara setelah di reklamasi menjadi 360° hal ini di sebabkan karena pada titik observasi 2 merupakan daerah yang berdekatan areanya dengan pulau reklamasi. Arus yang tadinya bergerak bebas,

setelah di reklamasi gerakannya menjadi terbatas. Jika kita lihat pada gambar titik observasi 2 berada di antara 2 pulau reklamasi, yang artinya arus yang datang dari laut lepas untuk dapat sampai ke teluk jakarta harus melewati ruang antara 2 pulau ini dengan merubah arah gerakannya. Hal ini terjadi juga pada titik observasi 4 yang terletak di ruang antara 2 pulau reklamasi. Pada titik observasi 3 terletak di bagian pulau reklamasi yang sisinya berhadapan langsung dengna laut lepas. Sebelum di reklamasi arah arusnya adalah $0^{\circ}/360^{\circ}$ sementara setelah di reklamasi menjadi 120° . arah arus pada titik observasi 4 berubah karena mengikuti bentuk pulau reklamasi. Titik observasi 5 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 60° sementara setelah di reklamasi menjadi $0^{\circ}/360^{\circ}$. Titik observasi 6 dari yang sebelum di reklamasi arahnya adalah 120° setelah di reklamasi menjadi 90° . titik observasi 6 terletak di daerah yang jauh dari reklamasi dan terletak di muara sungai. Perubahan arus yang terjadi pada titik observasi 6 di pengaruhi oleh debit sungai yang bermuara di Teluk Jakarta. Titik observasi 7 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 120° sementara setelah di reklamasi menjadi 60° . titik observasi 8 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 45° sementara setelah di reklamasi menjadi 135° . sementara titik observasi 9 awalnya $0^{\circ}/360^{\circ}$ dan setelah di reklamasi tetap $0^{\circ}/360^{\circ}$. titik observasi 7,8,9 terletak di daerah yang dimana debit sungainya cukup besar. Jadi perubahan arahnya di pengaruhi oleh pulau-pulau yang di reklamasi dan debit sungai yang besar yang bermuara di titik observasi ini.



Gambar 35. Grafik Pola Arus Arah Dominan Q2.5

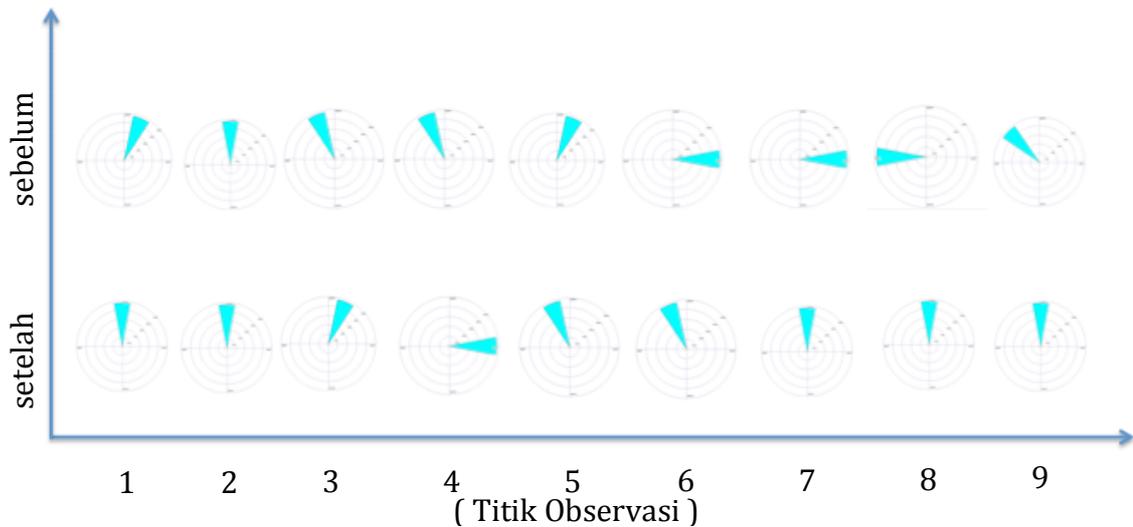
Untuk pola arus debit perencanaan banjir Q2.5 dengan arah dominan, pada titik observasi 1 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . perubahan debit air pada sungai Tahang yang debit awalnya $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$ menjadi $5.1 \text{ m}^3/\text{s}$ pada Q2.5 tidak terlalu berpengaruh pada perubahan arah arus. Pada titik observasi 2 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . dengan menaikkan debit sungai menjadi Q2.5 pada titik observasi 2 arah sebelum dan sesudah reklamasi berbeda dibandingkan dengan Q1 hal ini menandakan bahwa perubahan debit sungai mempengaruhi arah arus di titik observasi 2. Untuk titik observasi 3 sebelum di reklamasi arahnya adalah 180° sementara sesudah di reklamasi arahnya menjadi 180° . Untuk titik observasi 4 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 60° dan setelah di reklamasi menjadi 90° . titik observasi 5 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 60° dan setelah di reklamasi menjadi 90° . titik observasi 6 arah arusnya sebelum di reklamasi adalah 150° dan setelah di reklamasi menjadi 120° . titik observasi 7 arah arusnya sebelum di reklamasi adalah 120° dan setelah di reklamasi arah arusnya adalah 120° . titik observasi 8 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 45° dan setelah di reklamasi arah arusnya adalah 45° . titik observasi 9 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah $0^{\circ}/360^{\circ}$ dan setelah di reklamasi arah arusnya adalah 120° . pada titik observasi 7, 8, 9 debit sungai yang bermuara cukup besar sehingga perubahan arus yang terjadi pada titik observasi tersebut dipengaruhi oleh debit perencanaan banjir untuk Q2.5. jika dibandingkan pada grafik sebelumnya Q1 maka bisa dilihat perubahan arah dari tiap-tiap titik observasi. Dapat di simpulkan bahwa untuk beberapa titik observasi perubahan debit mempengaruhi arah arus.



Gambar 36. Grafik Pola Arus Arah dominan Q5

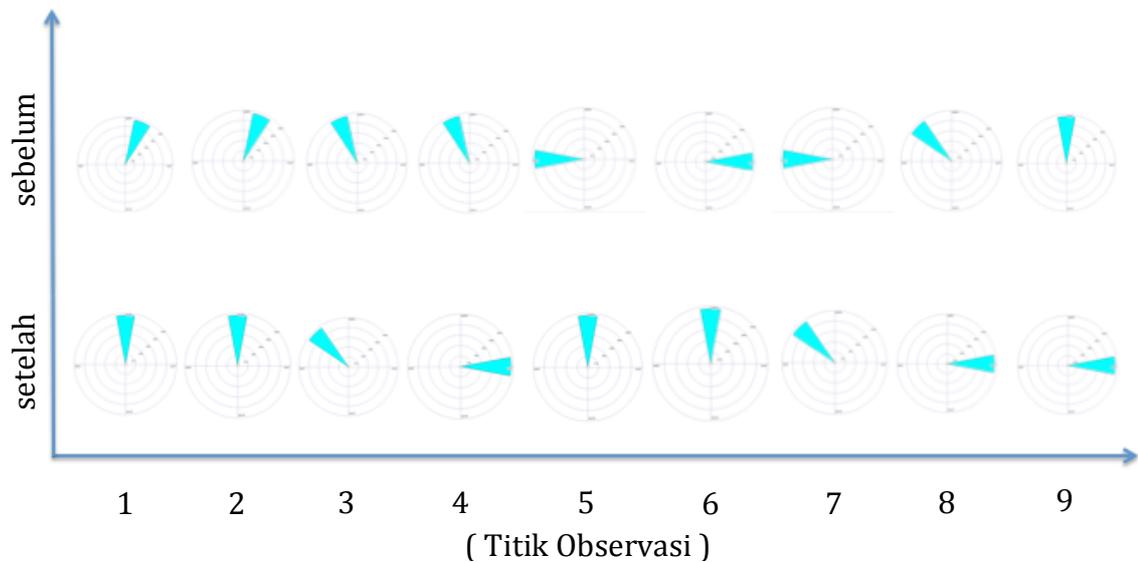
Untuk perubahan pola arus dengan debit perencanaan banjir Q5, pada titik observasi 1 sebelumnya adalah 90° dan sesudah di reklamasi menjadi 60° . Jika kita lihat dari debit perencanaan banjir Q1 dan Q2.5, tidak ada perubahan arah yang terjadi untuk titik observasi 1. Hal ini di karenakan perubahan debit sungai Tahang yang tidak cukup besar untuk merubah arah arus di titik observasi 1. Titik observasi 2 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . Pada titik observasi 2 juga hal yang sama terjadi seperti titik observasi 1. Perubahan debit sungai tidak mempengaruhi arah dari arus pada daerah yang di observasi hal ini di karenakan debit perencanaan Q5 untuk sungai Kamal tidak terlalu besar untuk mempengaruhi arah arus di titik observasi 2. Titik observasi 3 sebelum di reklamasi arahnya adalah 140° dan setelah di reklamasi arahnya adalah 90° . Titik observasi 4 sebelum di reklamasi arahnya adalah 60° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 90° . titik observasi 5 sebelum di reklamasi arahnya adalah 120° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi $0^{\circ}/360^{\circ}$. titik observasi 6 sebelum di reklamasi arahnya adalah 120° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 120° . titik obsevasi 7 sebelum di reklamasi arahnya adalah 45° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 140° . titik observai 8 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90° sementara setelah di lakukan reklamasi arahnya menjadi 140° . titik observasi 9 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi $0^{\circ}/360^{\circ}$. Pada titik observasi

yang di sekitarnya bermuara debit sungai yang kecil seperti 1,2,3,4 perubahan arah tidak terlalu signifikan karena kenaikan debit sungai Q5 tidak terlalu besar untuk mempengaruhi arah arus di titik obseravasi tersebut. Sementara untuk titik observasi 8, 9 terjadi perubahan arus untuk setiap debit perencanaan banjir. Hal ini dikarenakan debit yang mengalir besar sehingga mempengaruhi arah arus di daerah sekitarnya.



Gambar 37. Grafik Pola Arus Dominan Q10

Untuk perubahan pola arah arus dengan variasi Q10, pada umumnya kecenderungan yang terjadi masih sama seperti Q1, Q2.5, Q5, Q10, Q15. Titik observasi yang mengalami perubahan arus dengan debit perencanaan tertentu hanya akan terjadi bila debit sungai yang di rencanakan cukup besar untuk mengubah arah arus di sekitar titik observasi. Jika debit sungai tidak cukup besar seperti Kali Pecah, Kali Gobah, Kali Tahang yang berturut-turut debit sungainya adalah $4.1 \text{ m}^3/\text{s}$, $9.7 \text{ m}^3/\text{s}$, $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$ maka tidak akan mempengaruhi perubahan arus di titik obervasi. Sementara untuk sungai Angke, Cengkareng Drain, PU drain yang nilai debitnya berturut turut adalah $70\text{m}^3/\text{s}$, $62 \text{ m}^3/\text{s}$, $35 \text{ m}^3/\text{s}$, debit ini cukup kuat untuk mempengaruhi arah di sekitarnya seperti yang kita lihat pada titik observasi 8 dan 9.



Gambar 38. Grafik Pola Arus Dominan Q15

Yang terakhir dengan variasi Q15, kecenderungan perubahan arus masih sama seperti Q5 dan Q10 yaitu perubahan debit yang kecil tidak akan mempengaruhi arah arus, sebaliknya jika perubahan debit yang terjadi cukup besar maka arah arus akan terpengaruhi di daerah tertentu. titik observasi 1 sebelum di reklamasi adalah 60° dan setelah di reklamasi menjadi 90° . Titik observasi 2 sebelum di reklamasi adalah 60° dan setelah di reklamasi menjadi 90° . Titik observasi 3 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 120° dan setelah di reklamasi menjadi 140° . titik observasi 4 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 120° dan setelah mengalami reklamasi berubah menjadi $0^{\circ}/360^{\circ}$. Titik observasi 5 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 180° dan setelah mengalami reklamasi arah arusnya menjadi 90° . Titik observasi 6 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah $0^{\circ}/360^{\circ}$ dan setelah di reklamasi arah arusnya adalah 90° . titik observasi 7 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 180° dan setelah di reklamasi menjadi 140° . titik observasi 8 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 140° dan setelah di reklamasi menjadi $0^{\circ}/360^{\circ}$. titik observasi 9 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 90° dan setelah di reklamasi arah arusnya menjadi $0^{\circ}/360^{\circ}$.

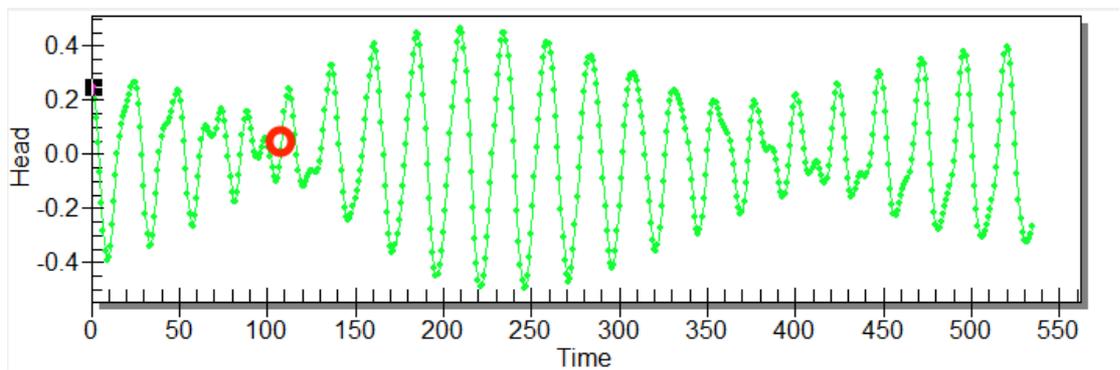
Seperti pada gambar yang telah di perlihatkan di atas, dapat di amati bahwa arah arus berubah ketika diadakan reklamasi di teluk jakarta. Jika dilihat perbandingan antar gambar-1 sebelum dan sesudah di reklamasi. Terlihat pada

sisi barat teluk jakarta arus mengikuti garis pantai dan mengarah ke utara (90 derajat), sementara saat setelah di reklamasi pola arus mengikuti sisi pulau reklamasi dan ini terjadi di pulau pulau lainnya juga yang berada di sisi timur.

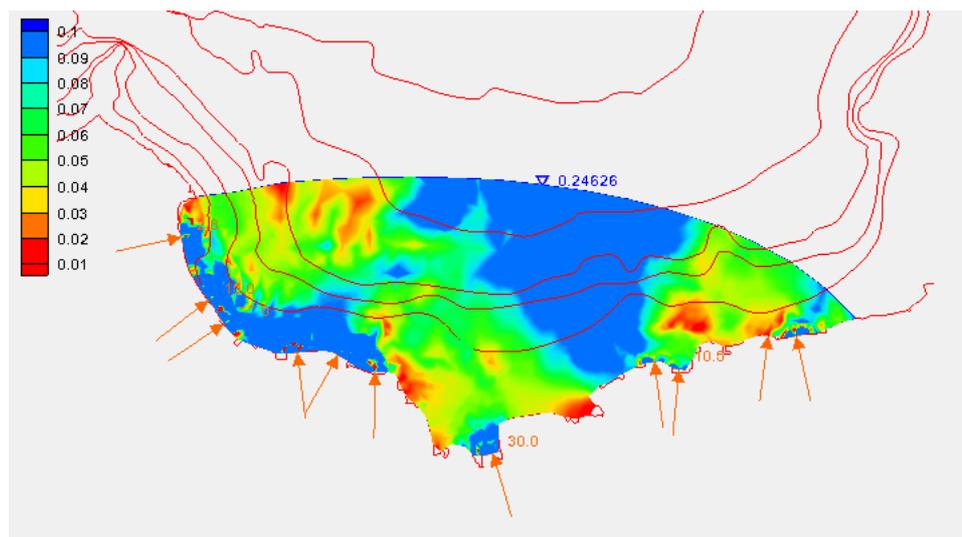
Jika kita amati saat sebelum di reklamasi dari tiap tiap muara sungai, pola arus yang terjadi hampir menyerupai arus laut yang di pengaruhi oleh pasang surut. Hanya terjadi sedikit perubahan yang di sebabkan oleh debit air sungai yang bermuara di laut. Sementara pada saat setelah di reklamasi arahnya tak beraturan yang di karenakan jarak pulau yang terlalu dekat dengan muara sungai.

4.5 Analisa Pola Arus Dengan Variasi Pasang Surut

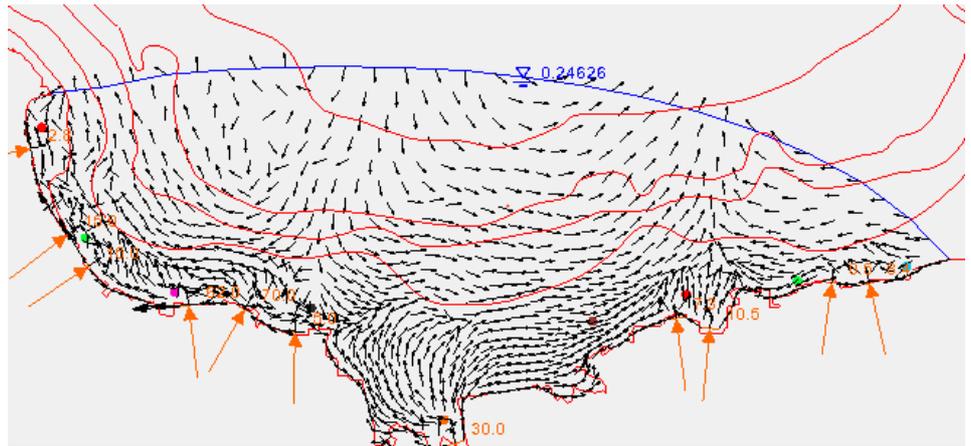
Menuju pasang sebelum reklamasi



Gambar 39. Grafik menuju pasang

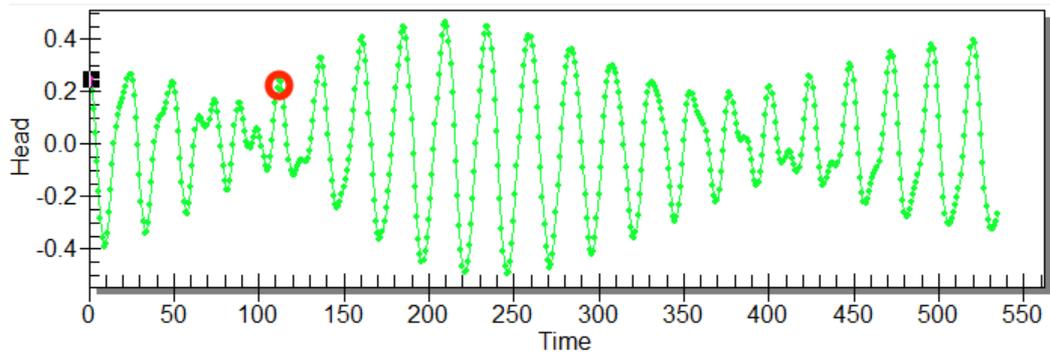


Gambar 40. Penyebaran Kecepatan Saat menuju pasang sebelum reklamasi

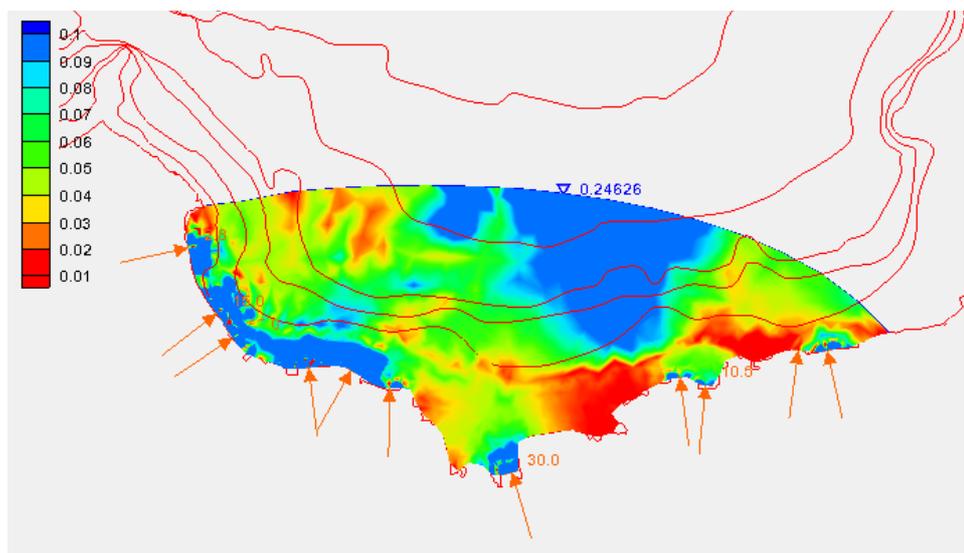


Gambar 41. Penyebaran Arah Saat menuju pasang sebelum reklamasi

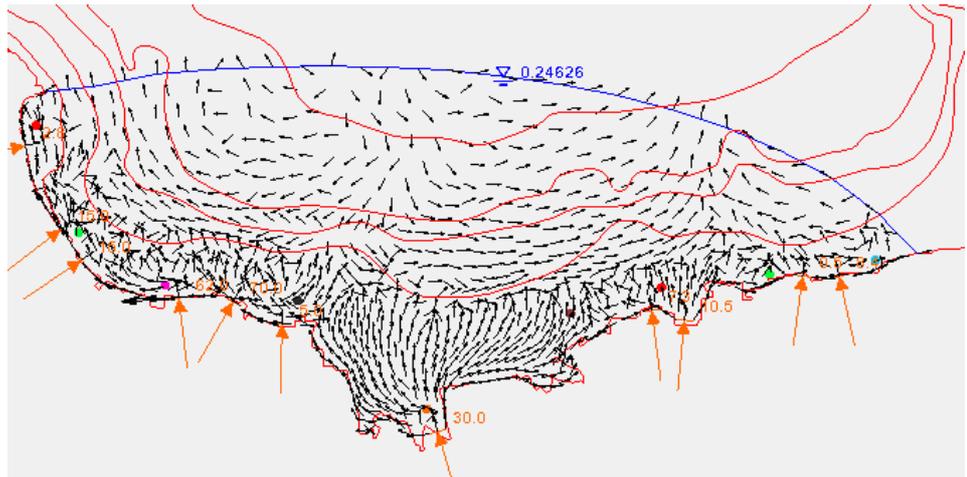
Pasang tertinggi sebelum reklamasi



Gambar 42. Grafik Pasang Tertinggi

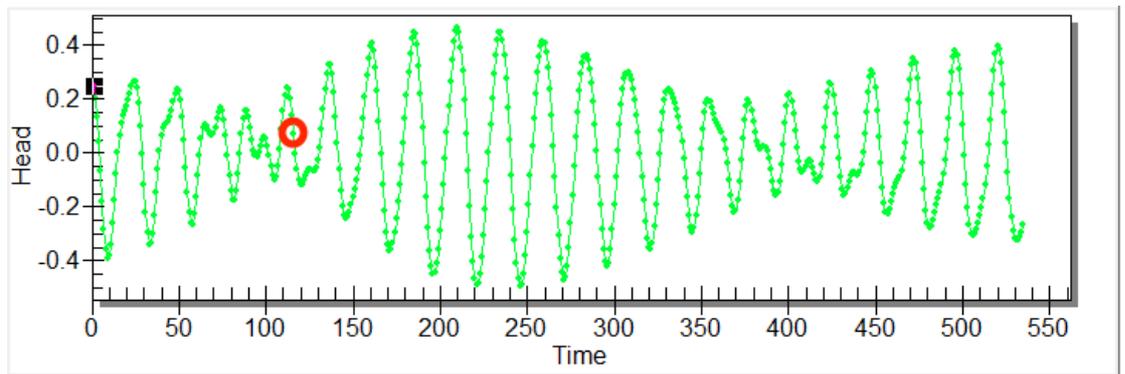


Gambar 43. Penyebaran Kecepatan Saat pasang tertinggi sebelum reklamasi

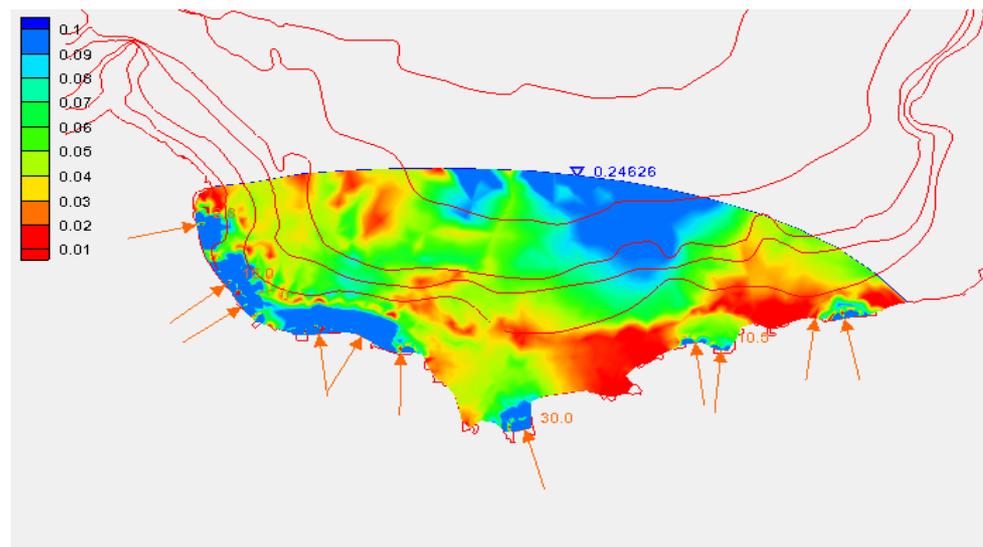


Gambar 44. Penyebaran Arah Saat pasang tertinggi sebelum reklamasi

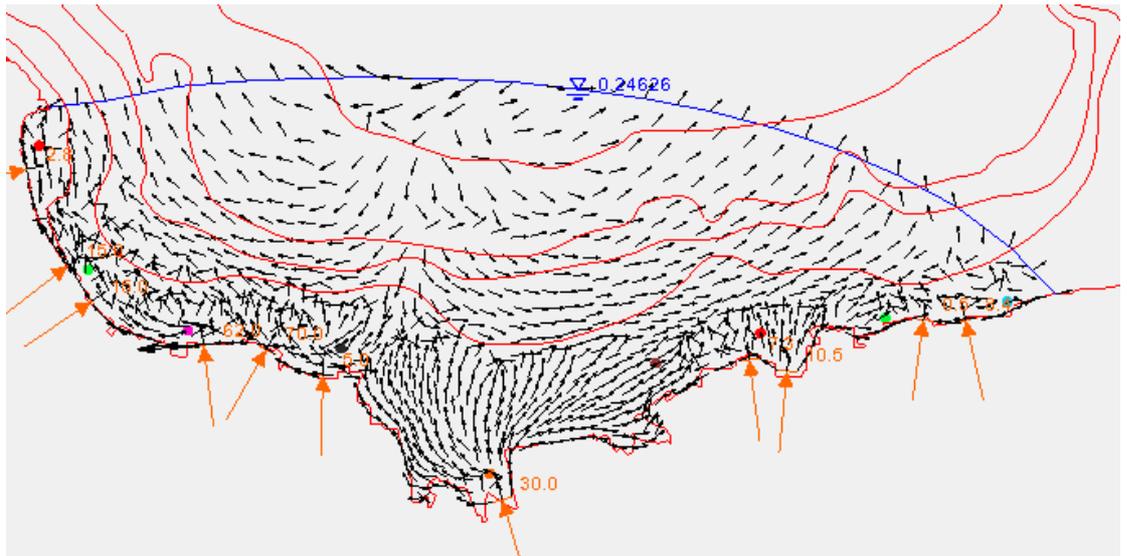
Menuju surut sebelum reklamasi



Gambar 45. Grafik Menuju Surut

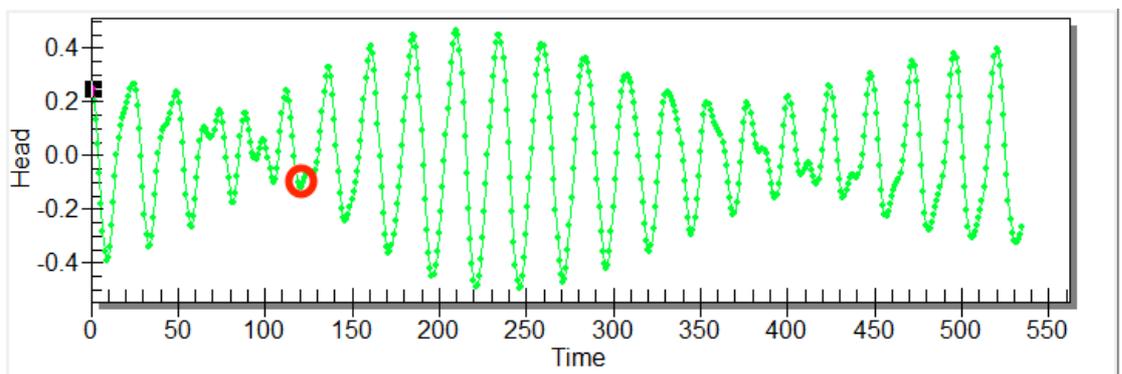


Gambar 46. Penyebaran Kecepatan Saat Menuju Surut Sebelum Reklamasi

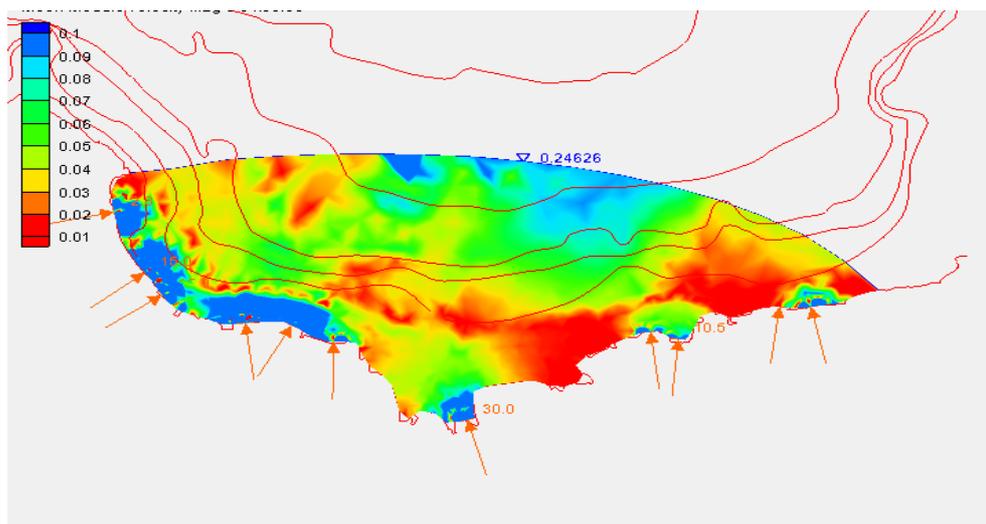


Gambar 47. Penyebaran Arah Arus Saat Menuju Surut Sebelum Reklamasi

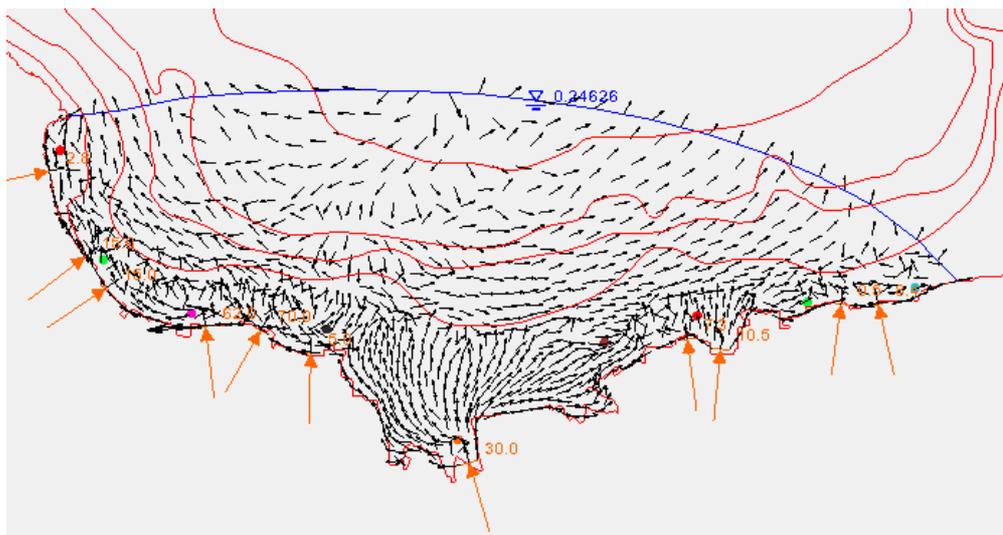
Surut Terendah Sebelum Reklamasi



Gambar 48. Grafik Surut Terendah

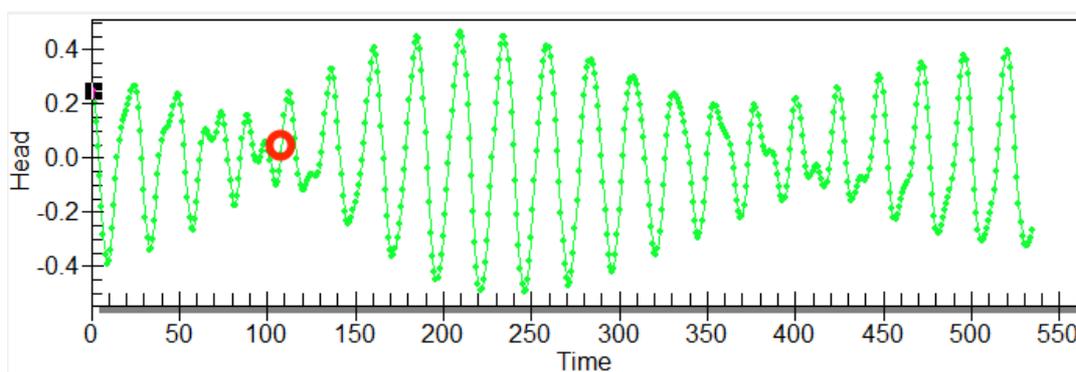


Gambar 49. Penyebaran Kecepatan Saat Surut Terendah Sebelum Reklamasi

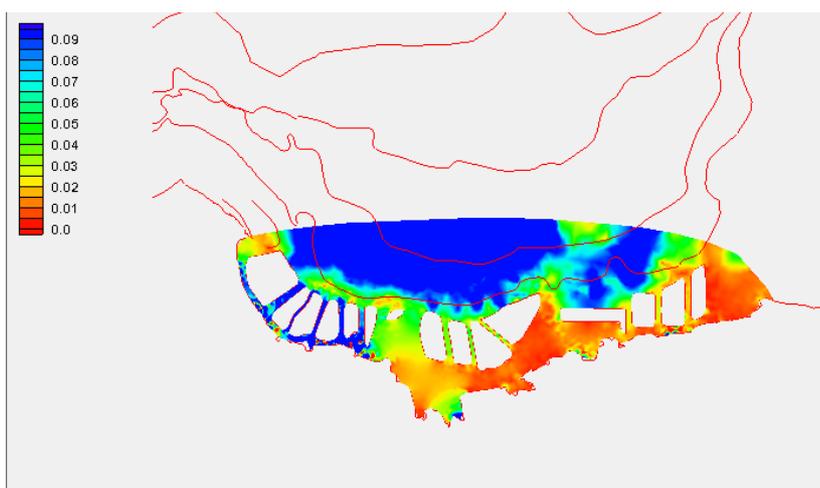


Gambar 50. Penyebaran Arah Arus Saat Surut Terendah Sebelum Reklamasi

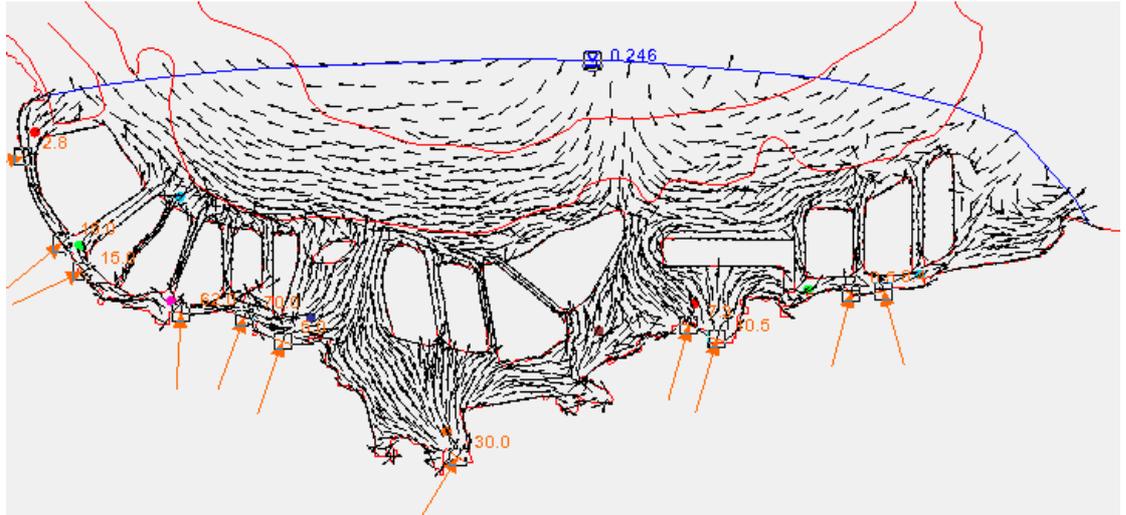
Menuju Pasang Setelah Reklamasi



Gambar 51. Grafik Menuju Pasang

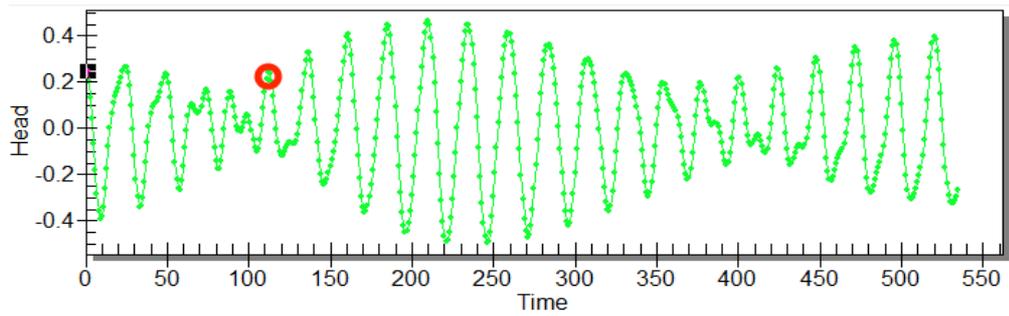


Gambar 52. Penyebaran Kecepatan Saat menuju pasang Setelah Reklamasi

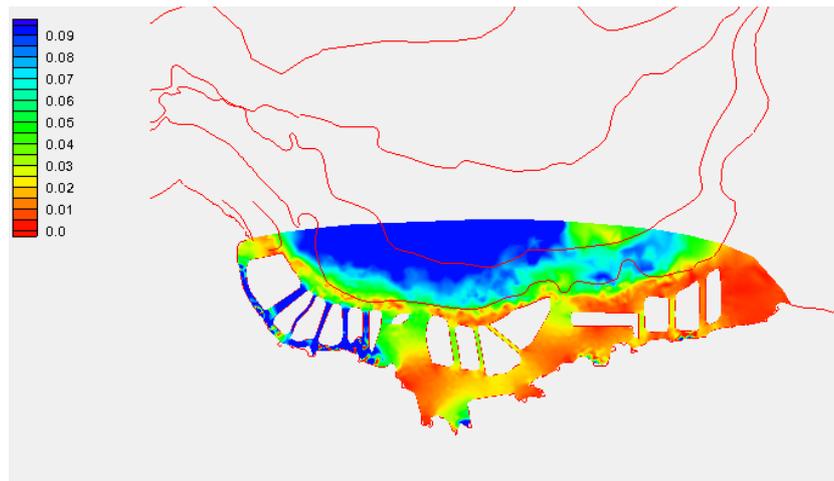


Gambar 53. Penyebaran Arah Arus Saat Menuju Pasang Setelah Reklamasi

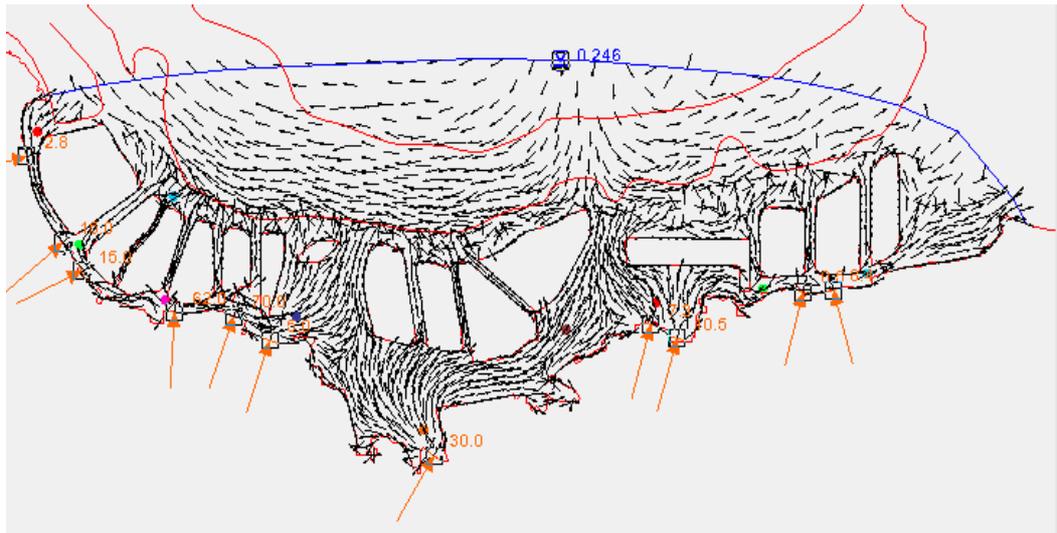
Pasang Tertinggi Setelah Reklamasi



Gambar 54. Grafik Saat Pasang Tertinggi

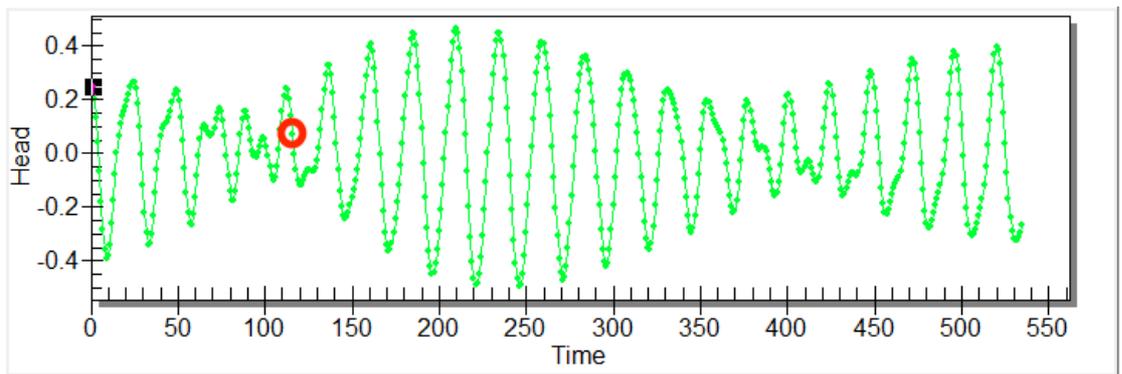


Gambar 55. Penyebaran Kecepatan Saat Pasang Tertinggi Setelah Reklamasi

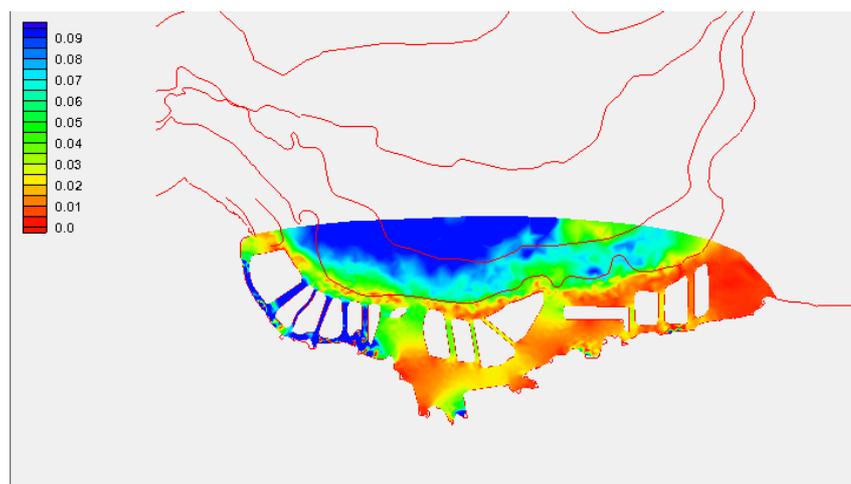


Gambar 56. Penyebaran Arah Arus Saat Pasang Tertinggi Setelah Reklamasi

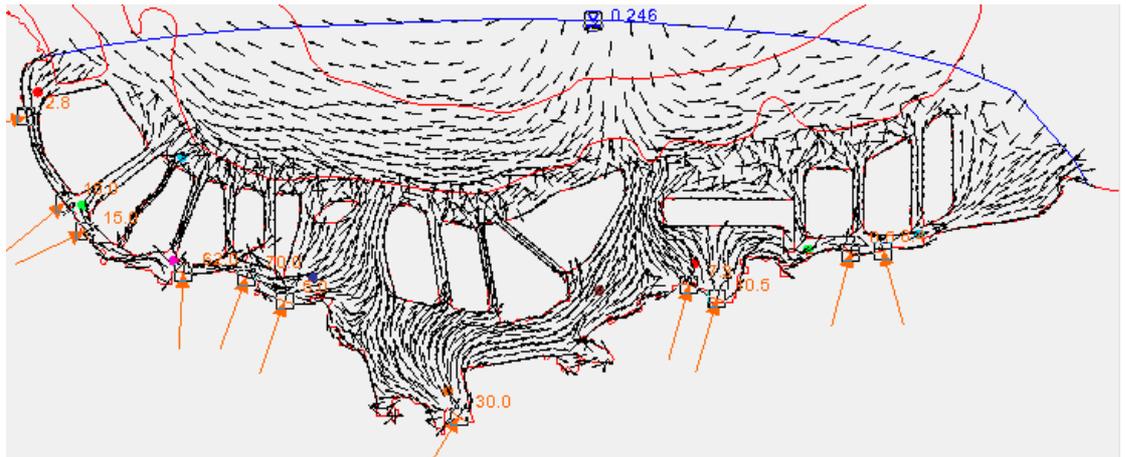
Menuju Surut Setelah Reklamasi



Gambar 57. Grafik Menuju Surut

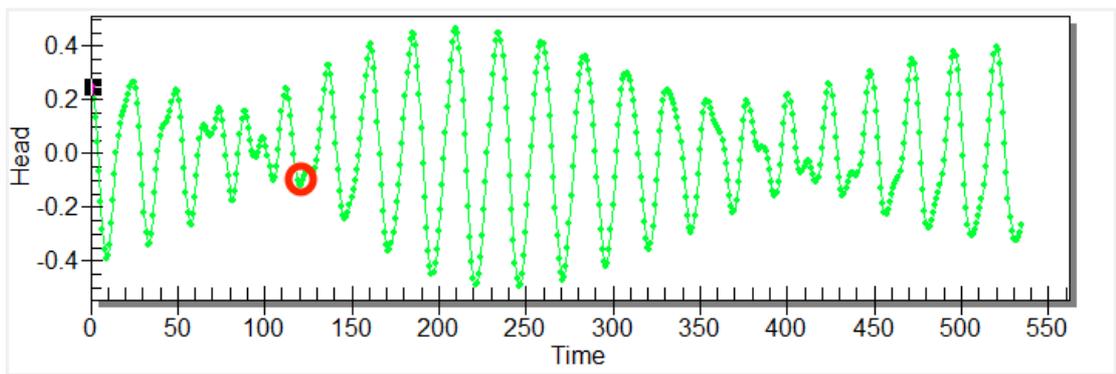


Gambar 58. Penyebaran Kecepatan Saat Menuju Surut Setelah Reklamasi

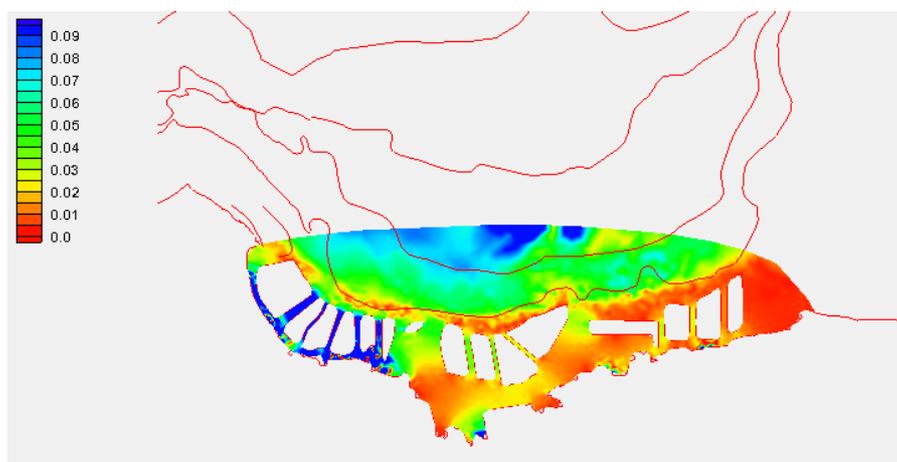


Gambar 59. Penyebaran Arah arus Saat Menuju Surut Setelah Reklamasi

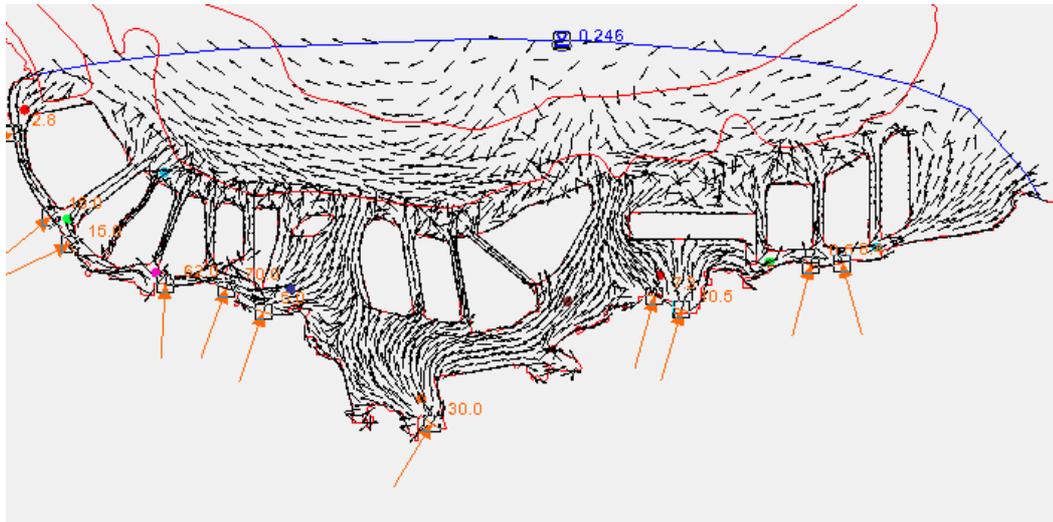
Surut Terendah Setelah Reklamasi



Gambar 60. Grafik Surut Terendah



Gambar 61. Penyebaran Kecepatan Saat Surut Terendah Setelah Reklamasi



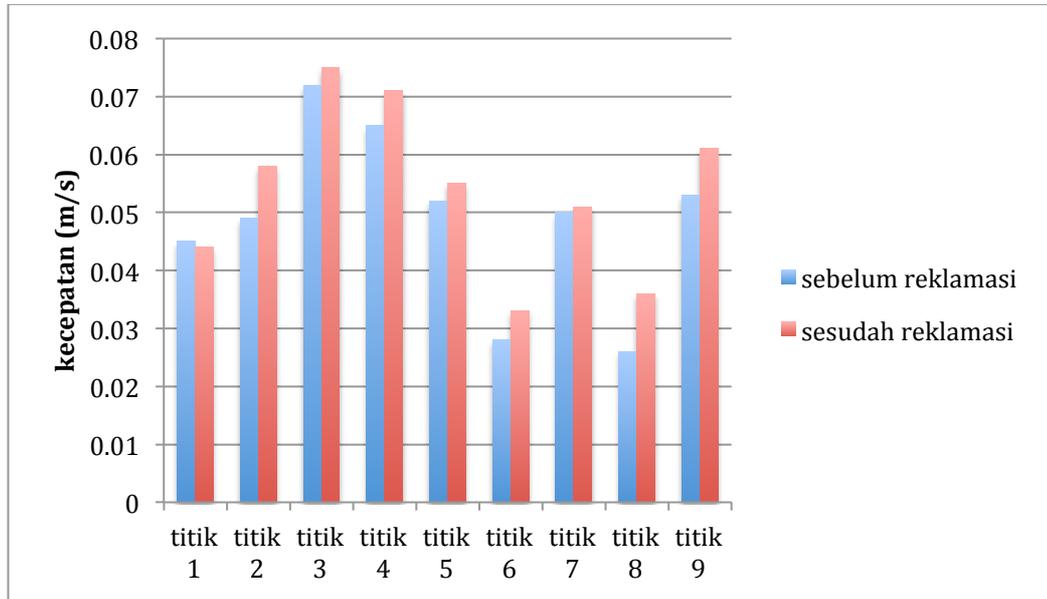
Gambar 62. Penyebaran Arah Arus Saat Surut Terendah Setelah Reklamasi

Keterangan Analisa Kecepatan dan Penjelasan

Dalam studi ini juga di kaji kecepatan arus rata-rata dan maksimum berdasarkan pasang surut dan pasang naik. Di teluk jakarta tipe pasang surutnya adalah semi-diurnal dimana terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Grafik perbandingan kecepatan sebelum dan setelah reklamasi disajikan dalam 4 fase ; menuju pasang, pasang tertinggi, menuju surut, surut terendah. data ini disajikan oleh karena kecepatan saat pasang dan saat surut berbeda beda. pada pengamatan kecepatan arus di teluk jakarta saat pasang surut dan pasang naik ini digunakan debit Q15. Penggunaan debit Q15 di latarbelakangi oleh kemungkinan debit banjir terbesar yang dapat terjadi di teluk jakarta, sehingga nantinya studi observasi kecepatan rata-rata dan maksimum ini bisa dijadikan referensi untuk studi selanjutnya.

Kecepatan rata-rata arus didapatkan dari penjumlahan nilai kecepatan arus pada tiap fase di bagi banyaknya data yang ada pada tiap fase, sementara untuk kecepatan maksimum di ambil nilai tertinggi dari tiap fase.

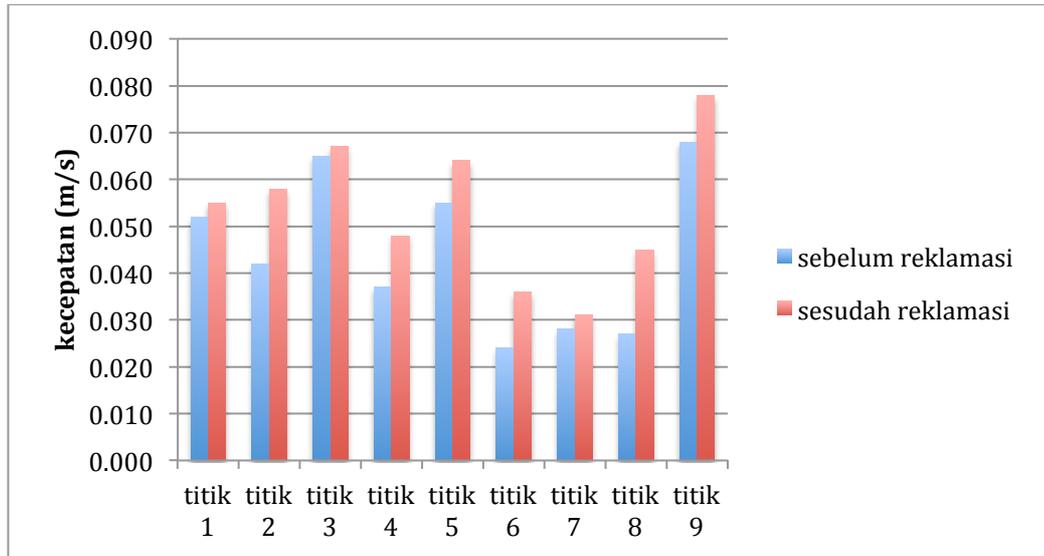
Saat menuju pasang



Gambar 63. Kecepatan arus rata-rata menuju pasang

Pada saat menuju pasang, titik observasi 1 sebelum di reklamasi kecepataannya sebesar 0.056 m/s dan setelah di reklamasi menjadi 0.06 m/s. kecepatan arus di titik obseravsai 1 mengalami kenaikan sebanyak 0.004 m/s. titik observasi 2 dan titik observasi 4 mengalami kenaikan kecepatan yang paling banyak di banding yang lainnya, hal ini di sebabkan lokasi titik yang berada di daerah yang mengalami penyempitan area, sehingga kecepataannya bertambah. Titik observasi 2 dan titik observasi 4 berturut turut setelah di reklamasi kecepatan arusnya bertambah sebanyak 0.17 m/s dan 0.12 m/s.

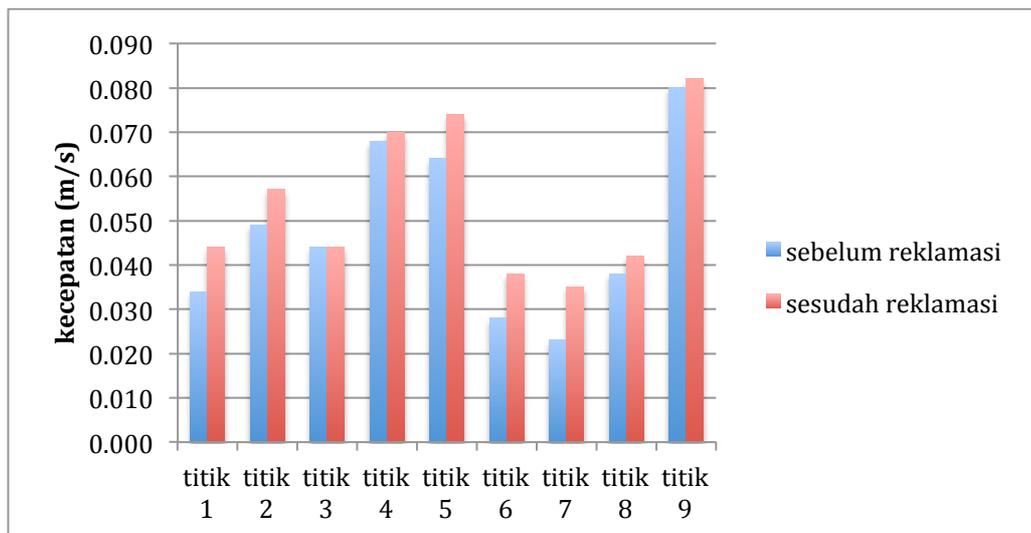
Saat pasang tertinggi



Gambar 64. Kecepatan arus rata-rata saat pasang tertinggi

Saat terjadi pasang tertinggi, beberapa titik observasi mengalami penurunan kecepatan. Titik observasi 2 saat menuju pasang 0.049 m/s menjadi 0.042 m/s. titik observasi 4 sebelumnya 0.065 m/s menjadi 0.037 m/s. titik observasi 6 sebelumnya 0.028 m/s menjadi 0.024 m/s. titik observasi 7 sebelumnya 0.05 m/s saat pasang tertinggi turun menjadi 0.028 m/s. ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan kecepatan ini; perubahan angin dominan saat pasang tertinggi yang mempengaruhi kecepatan arus permukaan, morfologi Teluk Jakarta

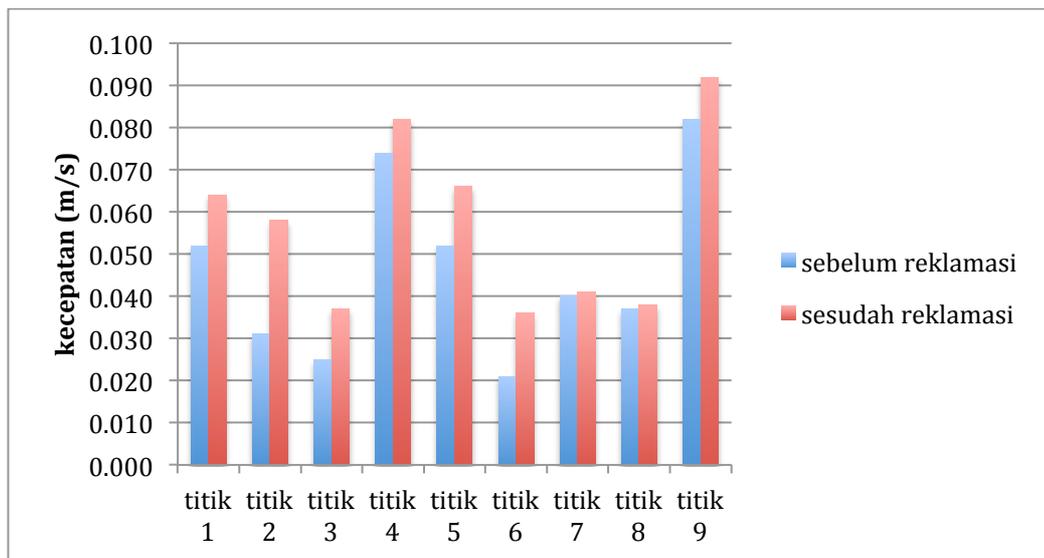
Menuju surut



Gambar 65. Kecepatan arus rata-rata menuju surut

Saat menuju surut perubahan terbesar terjadi pada titik observasi 7 yaitu sebesar 0.012 m/s. sementara titik observasi yang lainnya setelah mengalami reklamasi perubahannya kurang dari 0.012 m/s. perubahan kecepatan ini dapat di pengaruhi oleh angin dominan yang terjadi saat menuju surut, morfologi Teluk Jakarta, perubahan permukaan Teluk Jakarta setelah mengalami reklamasi.

Surut terendah



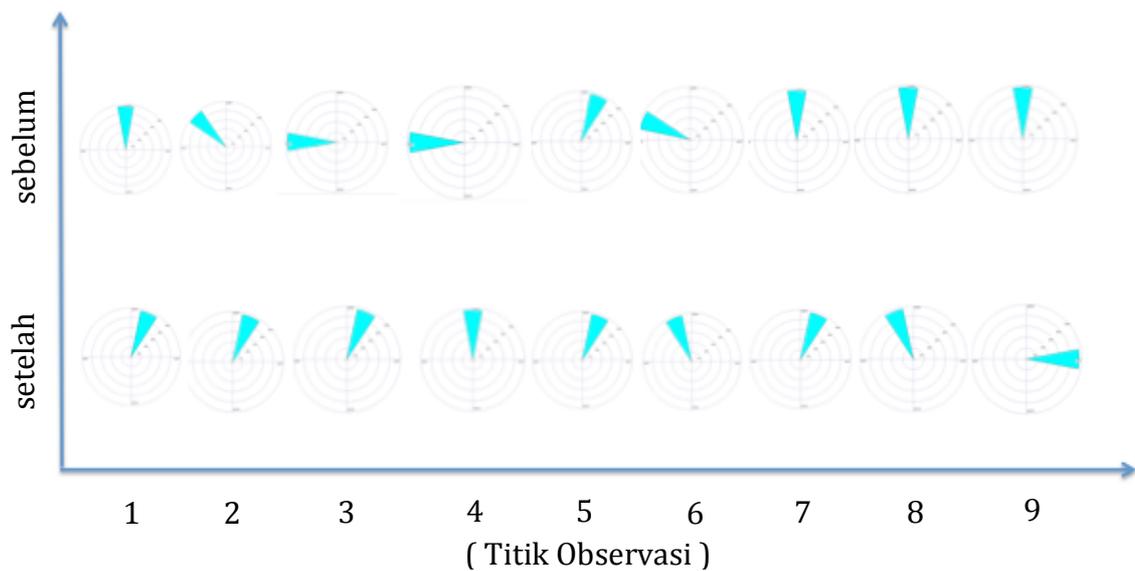
Gambar 66. Kecepatan arus rata-rata saat surut terendah

Pada saat surut terendah, beberapa titik observasi setelah di reklamasi mengalami perubahan kecepatan yang lebih besar di bandingkan dengan saat pasang, menuju pasang dan menuju surut. Berikut perubahan-perubahan nilai kecepatannya. Titik observasi 1 sebelum di reklamasi kecepatannya 0.052 m/s dan setelah di reklamasi menjadi 0.062 m/s. titik observasi 2 saat sebelum di reklamasi kecepatannya adalah 0.031 m/s dan setelah di reklamasi naik menjadi 0.058 m/s. titik observasi 3 sebelum di reklamasi kecepatan arusnya adalah 0.025 m/s dan setelah terjadi reklamasi berubah menjadi 0.037 m/s. titik observasi 4 sebelum di reklamasi nilai kecepatan arusnya adalah 0.074 m/s dan setelah di reklamasi terjadi perubahan kecepatan menjadi 0.082 m/s. titik observasi 5 dari 0.052m/s menjadi 0.066 m/s. titik observasi 6 sebelum di reklamasi nilai kecepatannya adalah 0.021 m/s dan setelah di reklamasi kecepatannya naik menjadi 0.036 m/s. titik observasi 7 sebelumnya 0.04 m/s menjadi 0.041 m/s.

titik osbervasi 8 sebelum di reklamasi kecepatan arusnya adalah 0.037 m/s dan setelah di reklamasi kecepatannya naik menjadi 0.038 m/s. titik observasi 9 sebelum di reklamasi nilai kecepatannya adalah 0.082 m/s dan setelah di reklamasi berubah menjadi 0.092 m/s.

Kecepatan dan arah arus saat terjadi pasang dan surut berbeda-beda. untuk itu dalam studi pengaruh reklamasi terhadap pola arus di Teluk Jakarta juga di variasikan berdasarkan pasang surut. Adapun pembagiannya yaitu menuju pasang, pasang tertinggi, menuju surut, surut terendah. Variasi pasang surut menggunakan model Q5 dengan pertimbangan dimulai dari debit perencanaan Q5 tahun perubahan kecepatan dan arah arus lebih dapat terukur dibanding Q1 dan Q2.5. grafik perbandingan kecepatan arus disajikan dalam bentuk bar yang membandingkan kecepatan arus sebelum dan sesudah reklamasi dan grafik perbandingan arah arus disajikan dalam bentuk current-rose.

Pola Arus Saat Menuju Pasang

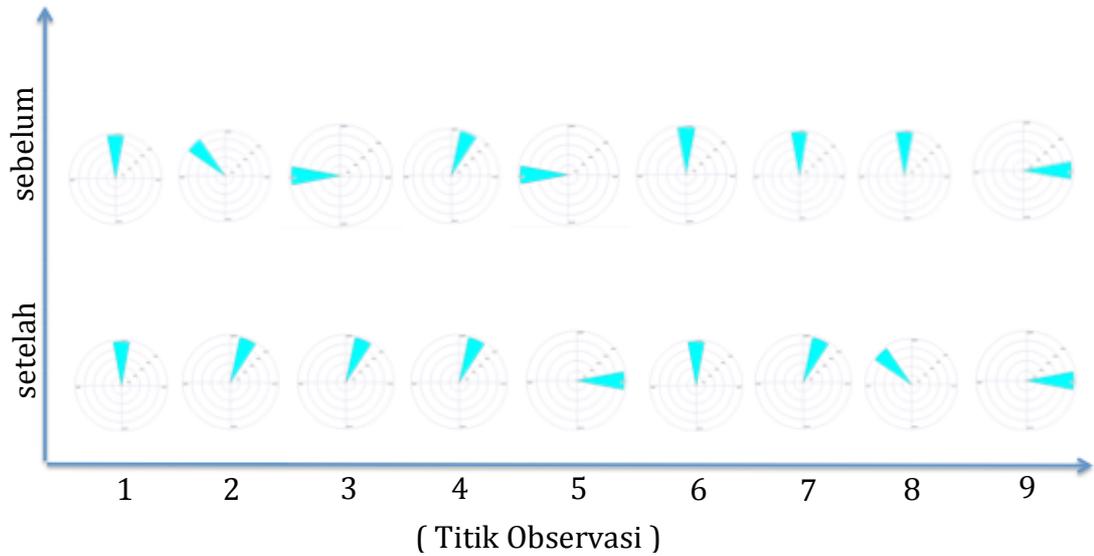


Gambar 67. pola arus saat menuju pasang

Pada saat menuju pasang di titik observasi 1 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . titik observasi 1 terletak di daerah barat reklamasi dan hanya 1 sungai yang bermuara yaitu sungai Tahang dengan debit $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$. perubahan arus yang terjadi pada titik observasi 1 tidak di pengaruhi debit sungai karena volume air yang bermuara terlalu kecil. Perubahan

arah arus pada saat menuju pasang di titik observasi 1 disebabkan karena terbatasnya ruang gerak dari arus tersebut yaitu daerah reklamasi sehingga arahnya berubah. Titik observasi 2 sebelum di reklamasi arahnya adalah 140° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . Titik observasi 2 terletak diantara 2 pulau reklamasi dan di sekitar daerah tersebut bermuara 2 sungai yang debitnya berturut turut adalah $15\text{m}^3/\text{s}$ dan $15\text{m}^3/\text{s}$. karena terbatasnya ruang gerak arus dari laut lepas yang di sebabkan oleh karena pulau yang di reklamasi arah arus mengikuti sisi-sisi pulau, selain itu debit sungai $15\text{m}^3/\text{s}$ juga cukup mempengaruhi perubahan arah arus di sekitar titik observasi 2. Pada titik observasi 3 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 180° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . Titik observasi 3 terletak di bagian pulau reklamasi yang menghadap laut lepas jadi pada titik observasi 3 arah arusnya tidak terpengaruhi sungai. Perubahan arah arus di titik observasi 3 hanya di pengaruhi daerah yang di reklamasi. Pada titik observasi 4 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 180° dan setelah di reklamasi menjadi 90° . Jika kita lihat pada lokasi titik observasi 4, titik observasi 4 terletak di daerah yang diapit oleh 2 pulau reklamasi, sama seperti titik 2. Perubahan pola arus di titik observasi 4 dipengaruhi oleh daerah yang di reklamasi, sementara debit sungai tidak terlalu berpengaruh pada titik osbervasi 4 karena debit kecil. Titik observasi 5 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 60° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . Titik observasi 5 tidak di kelilingi pulau reklamasi dan debit sungai yang berada di sekitar titik observasi 5 cukup kecil untuk membuat perubahan arah arus. Titik observasi 6 sebelum di reklamasi arahnya adalah 150° dan setelah di reklamasi menjadi 120° . Titik observasi 6 terletak di daerah tempat sungai bermuarah sehingga perubahan arah arus di pengaruhi oleh debit sungai yang bermuara di sekitar titik observasi 6. Titik observasi 7 sebelum di reklamasi pada saat menuju pasang arah arusnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . Titik observasi 8 sebelum di reklamasi arah arusnya adalah 90° dan setelah di reklamasi arah arusnya adalah 120° . Titk observasi 9 sebelum di reklamasi pada saat pasang arah arusnya adalah 90° dan setelah di reklamasi arah arusnya menjadi $360^{\circ}/0^{\circ}$.

Pola Arus Saat Pasang Tertinggi

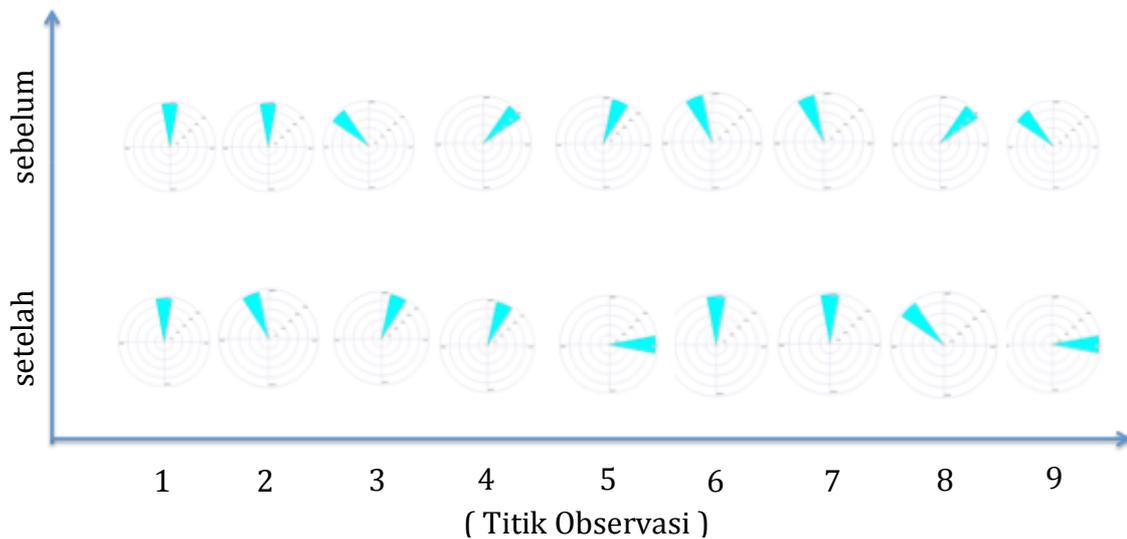


Gambar 68. Pola arus saat pasang tertinggi

Pola arah laut saat pasang pada titik observasi 1 sebelum di reklamasi adalah 90^0 dan setelah di reklamasi menjadi 90^0 . Jika dibandingkan dengan pola arah arus laut pada saat menuju pasang terjadi perbedaan setelah di reklamasi dimana pada saat menuju pasang setelah di reklamasi arah arus lautnya adalah 60^0 . Pada titik observasi 2 yang di letakkan di antara 2 pulau reklamasi, sebelum di reklamasi arah arus lautnya adalah 140^0 sementara setelah terjadi reklamasi arah arus lautnya menjadi 60^0 . Pada titik observasi 3 saat pasang, arah arus lautnya adalah 180^0 dan setelah di reklamasi menjadi 60^0 . Titik observasi 4 sama dengan titik observasi 2, di letakkan di antara pulau reklamasi dan perubahan arah arus terjadi karena terbatasnya ruang gerak air laut yang di sebabkan reklamasi. Sebelum di reklamasi pada titik observasi 4 arah arusnya adalah 60^0 dan setelah di reklamasi menjadi 60^0 . Titik obesrvasi 5 pada saat pasang tertinggi arahnya sebelum di reklamasi adalah 180^0 sementara setelah di reklamasi menjadi 360^0 . Titik observasi 6 pada saat pasang tertinggi arah arusnya adalah 90^0 dan setelah di reklamasi menjadi 90^0 . Titik observasi 6 di letakkan di daerah muara sungai ciliwung yang debit sungainya $30\text{m}^3/\text{s}$. jadi perubahan arus yang terjadi pada titik observasi 6 selain karena adanya reklamasi dan pasang juga di sebabkan oleh debit aliran dari sungai ciliwung yang cukup besar. Titik observasi 7 pada saat

sebelum di reklamasi arah arus lautnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 60° . Titik observasi 8 sebelum di reklamasi arah arus lautnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 140° . Titik observasi 9 sebelum di reklamasi arah arus lautnya adalah 360° dan setelah di reklamasi arah arus lautnya menjadi 360° . Perubahan arah arus laut pada titik observasi 7, 8, 9 sangat di pengaruhi oleh debit sungai di sekitarnya yaitu BKT, Cakung Drain, dan kali sunter yang debitnya cukup besar untuk memengaruhi perubahan arah arus.

Pola Arus Saat Menuju Surut

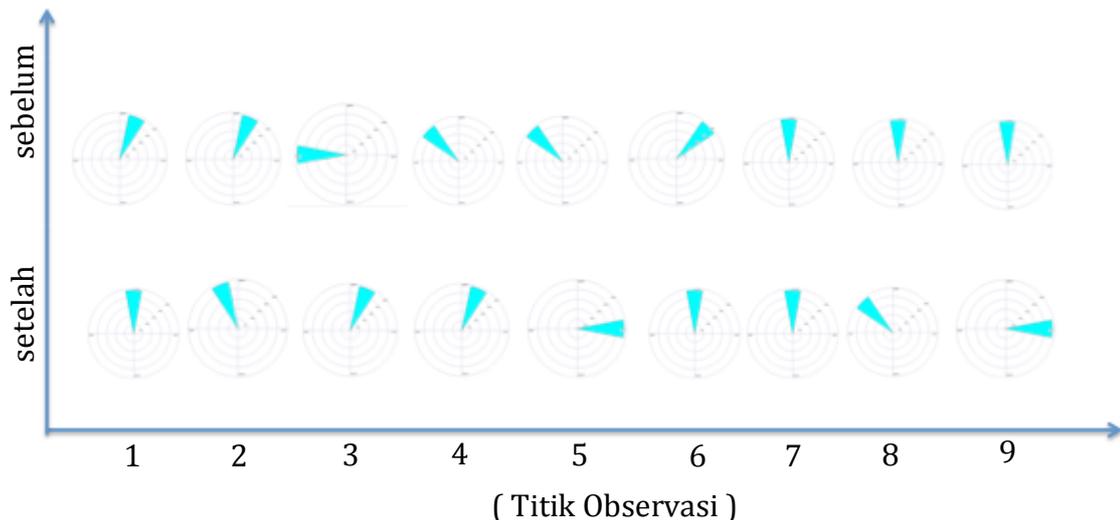


Gambar 69. Pola arus saat menuju surut

Pola arus saat menuju surut dapat kita lihat pada grafik di atas untuk titik observasi 1 sampai 9. Jika dibandingkan dengan pola arah arus laut pada saat pasang beberapa titik observasi arahnya tidak berubah signifikan seperti titik 1,6 dan 7. Titik observasi 1 pada saat menuju surut sebelum di reklamasi arahnya adalah 90° dan setelah di reklamasi menjadi 90° . Titik observasi 2 saat sebelum di reklamasi mengalami perubahan arah pada saat surut jika dibandingkan dengan pasang tertinggi, pada saat pasang tertinggi arahnya 140° sementara saat menuju surut arahnya adalah 90° . Titik observasi 3 yang terletak di sisi pulau reklamasi yang menghadap laut lepas pada saat pasang sebelum dan sesudah di reklamasi arahnya berturut turut adalah 180° dan 60° sementara saat menuju pasang sebelum dan sesudah di reklamasi arahnya berturut turut adalah 140° dan

60°. Titik observasi 4 sebelum di reklamasi arah arus lautnya adalah 45° sementara setelah di reklamasi menjadi 60°. Titik observasi 5 sebelum di reklamasi arahnya adalah 60° dan setelah di reklamasi menjadi 360°. Titik observasi 5 juga mengalami perubahan arah jika dibandingkan pada saat pasang. Untuk titik observasi 6 sebelum di reklamasi arahnya adalah 120° sementara setelah di reklamasi arahnya berubah menjadi 360°. Titik observasi 7 sebelum di reklamasi nilai arahnya adalah 120° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 90°. Titik observasi 8 sebelum di reklamasi arahnya adalah 45° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 140°. Titik observasi 9 sebelum di reklamasi arahnya adalah 140° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 360°.

Pola Arus Saat Surut Terendah



Gambar 70. Pola arus saat surut terendah

Pada saat surut terendah di beberapa titik observasi ada yang arahnya tetap sama dan beberapa yang lain mengalami perubahan arah. Pada titik observasi 1 saat surut terendah, sebelum di reklamasi arahnya adalah 60° sementara setelah di reklamasi berubah menjadi 90°. Titik observasi 2 sebelum di reklamasi arahnya adalah 60° dan setelah di reklamasi menjadi 120°. Titik observasi 3 sebelum di reklamasi arahnya adalah 180° dan setelah di reklamasi mengalami perubahan arah menjadi 60°. Titik observasi 4 sebelum di reklamasi arahnya adalah 45° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 60°. Titik observasi 5 sebelum di reklamasi arahnya adalah 60° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 360°. Titik observasi 6 sebelum di reklamasi arahnya adalah 120° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 360°. Titik observasi 7 sebelum di reklamasi arahnya adalah 120° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 90°. Titik observasi 8 sebelum di reklamasi arahnya adalah 45° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 140°. Titik observasi 9 sebelum di reklamasi arahnya adalah 140° dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 360°.

berubah menjadi 360⁰. Titik observasi 6 sebelum di reklamasi arahnya adalah 45⁰ dan setelah di reklamasi arahnya berubah menjadi 360⁰. Titik observasi 7 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90⁰ dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 90⁰. Titik observasi 8 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90⁰ sementara setelah di reklamasi arahnya menjadi 140⁰. Titik observasi 9 sebelum di reklamasi arahnya adalah 90⁰ dan setelah di reklamasi arahnya menjadi 360⁰.

4.6 Pembatalan izin Reklamasi Pulau G Kawasan Pantura Jakarta

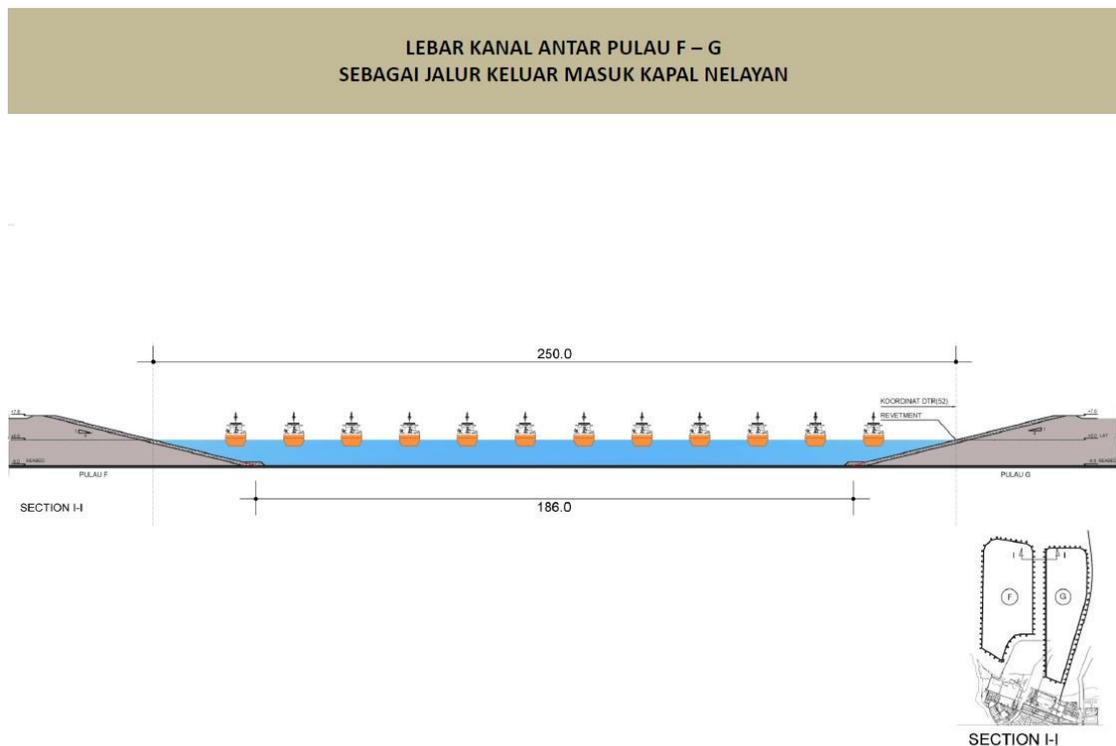
Rencana reklamasi Pulau G di Kawasan Reklamasi Pantura Jakarta merupakan salah satu upaya perwujudan rencana pengembangan kawasan strategis Pantura Jakarta sebagaimana ditetapkan oleh Perda Provinsi DKI Jakarta No. 1 Tahun 2012 tentang RTRW Jakarta 2030. Dalam kaitan tersebut telah diterbitkan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 121 Tahun 2012 tentang Penataan Ruang Kawasan Pantai Utara Jakarta yang menetapkan pulau-pulau hasil reklamasi, salah satunya adalah Pulau G. Berdasarkan Persetujuan Prinsip Reklamasi oleh Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 1291/-1.794.2 tertanggal 21 September 2012, PT Muara Wisesa Samudra akan melaksanakan kegiatan reklamasi hingga terbangun Pulau G seluas 161 hektar. (sumber : AMDAL PT Muara Wisesa Samudera).

Namun rencana reklamasi pulau G dibatalkan oleh Pengadilan Tata Usaha Negara (PTUN) berdasarkan pada Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau Kecil serta Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Perubahan atas UU Nomor 27 Tahun 2007.

Pembatalan ini berdasarkan permintaan Rizal Ramli, Menteri Kemaritiman dan Sumber daya, yang mengatakan bahwa kegiatan reklamasi Pulau G ini tidak pro rakyat dan merusak lingkungan. Beliau juga menambahkan, reklamasi pulau G akan mengganggu system pelayaran di kawasan pantura dan merusak jaringan kabel bawah laut PLN.

Namun setelah di lakukan AMDAL terhadap kegiatan reklamasi Pulau G oleh PT Muara Wisesa Samudera, reklamasi Pulau G memungkinkan untuk di laksanakan dan pernyataan dari Rizal Ramli yang mengatakan bahwa kegiatan ini akan merusak jaringan kabel bawah laut PLN dan mengganggu system pelayaran tidak terbukti sama sekali.

Jalur Pelayaran Kapal Nelayan



Gambar 71. Lebar Kanal Setelah Di Reklamasi (sumber : @twitter poltakhotradero. Jalur Pelayaran. 24 september 2016. <https://twitter.com/hotradero/media>)

Lebar kanal yang terbentuk diantara pulau G dengan daratan pulau Jawa sebesar 300m sementara lebar kanal pulau G dan pulau F sebesar 250m. dengan lebar kanal sebesar ini kapal nelayan dapat melintasi perairan kanal secara bersamaan sebanyak kurang lebih 10 kapal yang artinya, saat setelah di reklamasi jalur pelayaran tidak akan terganggu.

Jaringan Pipa bawah Laut di kawasan Teluk Jakarta



Gambar 72. Jaringan Pipa bawah Laut (sumber : @twitter poltakhotradero.Reklamasi Pulau G. 24 september 2016. <https://twitter.com/hotradero/media>)

Rencana reklamasi pulau G sudah berdasarkan pemetaan lokasi kabel bawah laut yang berada di sekitar daerah Teluk Jakarta. pada awalnya memang pulau G direncanakan akan di reklamasi seluas 500 hektare, namun diakarenakan lokasi pulau G yang nantinya akan di reklamasi bertabrakan dengan kabel bawah laut, maka luas area pulau G dikurangi menjadi sekitar 161 hektare dan jarak antara pipa bawah laut dengan pulau G sekitar 75 meter (sumber : Pemprov DKI Jakarta). adapun pipa bawah laut yang berada di sebelah timur pulau G adalah :

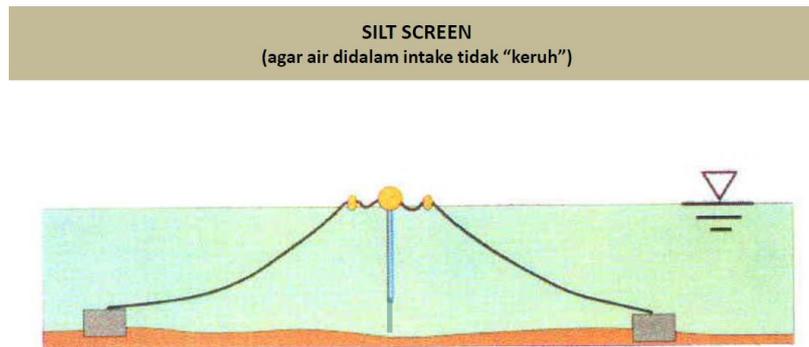
- 1) 26" submarine gas pipeline dari PLTU/PLTGU Muara Karang ke PLTU Tanjung Priok yang dikelola oleh PT Pertamina Hulu Energi ONWJ.
- 2) 16" submarine fuel oil pipeline dari terminal penerima BBM (conventional buoy) di perairan Muara Karang ke PLTU Muara Karang yang dikelola oleh PT PLN (Persero).

- 3) 24" submarine gas pipeline dari FSRU (Floating Storage Regasification Unit) di lepas pantai ke ORF PLTU/PLTGU Muara Karang sepanjang ± 15 km yang dikelola oleh PT Nusantara Regas,



Gambar 73. Jaringan Pipa Gas PT Nusantara Regas (sumber : @twitter poltakhotradero. Reklamasi Pulau G. 24 september 2016. <https://twitter.com/hotradero/media>)

Pencegahan penyebaran Polusi dengan silt screen



Gambar 74. Silt Screen (sumber : @twitter poltakhotradero. Silt screen. 24 september 2016. <https://twitter.com/hotradero/media>)

Silt Screen adalah lembaran tirai fleksibel yang terbuat dari Geotekstil woven polyester berkekuatan tinggi, dipasang bersamaan dengan pelampung yang membuat tirai tergantung di air dan sistem penambat yang menstabilkan sistem ini secara keseluruhan. Tujuan dari pemasangan silt curtain untuk mencegah penyebaran polusi yang di hasilkan dari proses dredging dan pekerjaan reklamasi di laut atau di sungai. Penelitian pada kehidupan organisme laut menunjukkan bahwa partikel tanah dapat mempengaruhi kehidupan makhluk laut dan lingkungannya sehingga sangat penting untuk melindungi kelangsungan hidup organisme air dari pengaruh partikel lanau dengan menggunakan silt screen.

Dampak Perubahan Pola Arus Di Teluk Jakarta Terhadap Sedimentasi di sekitar Pulau G

Angin musim merupakan hal yang dominan untuk perkembangan morfologis teluk ini. Semua proses fisis di teluk ini dipengaruhi oleh angin musim: buangan (dan beban sedimen) sungai, tinggi gelombang dan arah gelombang akan berfluktuasi dan juga arus yang digerakkan oleh angin, yang umumnya dominan atas arus pasang. (sumber : Kajian Studi Hidrodinamika Teluk Jakarta)

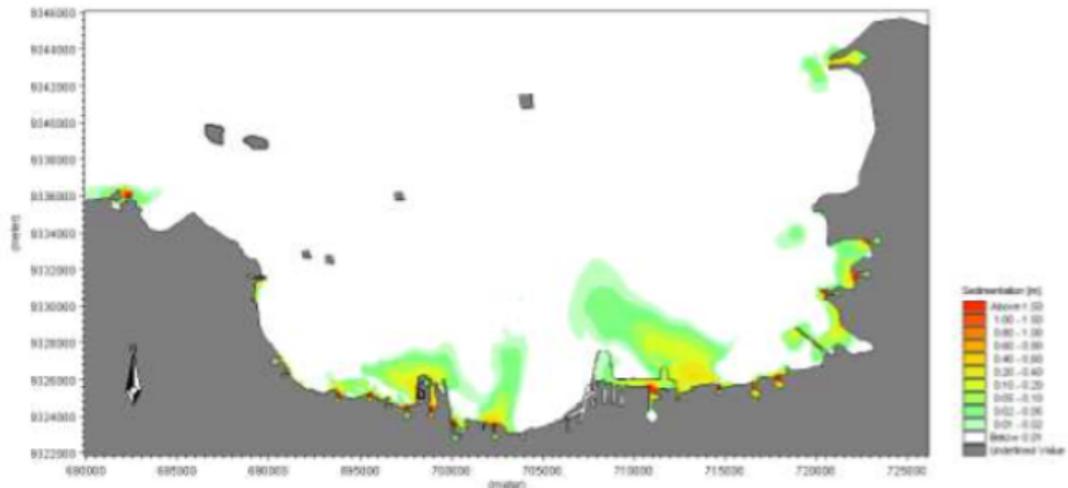
Sungai-sungai memasok sedimen ke teluk ini. Kapasitas angkutan sedimen gelombang dan arus relatif kecil dibandingkan dengan pasokan sungai. Sedimen

yang dipasok oleh sungai tidak diangkut keluar dari teluk sebagaimana yang dibuktikan oleh keberadaan delta yang berkembang ke arah laut. Umumnya, Teluk Jakarta diendapi lanau dalam jangka panjang. Di bagian barat Teluk Jakarta, delta sungai semuanya hampir simetris dan umumnya berbentuk mulus. Ini menandakan bahwa iklim gelombang agak lemah dan bahwa gelombang mendekati pantai secara tegak lurus. Arus yang digerakkan pasang dan angin di sepanjang pantai juga kecil. Di sisi timur teluk ini, deltanya meluas cepat dengan pola yang takteratur. Ini menandakan bahwa kekuatan-kekuatan pembentuk kembali oleh angin dan arus tidak dapat menyamai perkembangan delta ini.

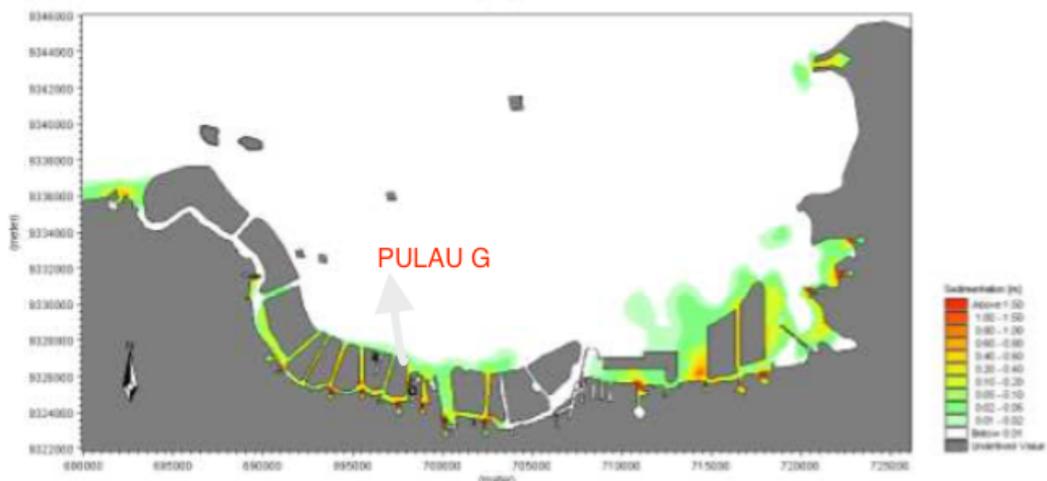
Baik analisis kuantitatif maupun kualitatif angkutan sedimen dan perubahan-perubahan morfologis di Teluk Jakarta dan kawasan proyek ini memperlihatkan bahwa zona pantai secara morfologis tidak sangat aktif. Kecepatan aliran yang sedang dan iklim gelombang yang ringan menyebabkan laju angkutan sedimen yang rendah dan dengan demikian perkembangan morfologis yang lambat. Hal ini dibuktikan oleh delta Cengkareng Drain dan Kali Muara Angke yang memanjang ke teluk ini tanpa tererosi.

Dengan adanya pulau-pulau reklamasi, secara umum dapat dikatakan bahwa muara sungai menjadi lebih keluar lebih jauh ke arah laut. Kecepatan aliran disaluran antar pulau adalah relatif kecil. Hal ini akan mengakibatkan sedimen terakumulasi di mulut sungai saat ini, kanal lateral dan kanal vertikal.

Kesimpulannya, Pengaruh dari pengembangan daerah reklamasi terbatas dilokasi pengembangan saja. Dilokasi reklamasi, sedimentasi meningkat karena pulau-pulau reklamasi menjadi pelindung bagi pantai dibagian selatan reklamasi dari hantaman langsung gelombang. Sedimentasi yang dibawa dari sungai akan lebih menyebar melalui saluran-saluran diantara pulau. Oleh sebab itu untuk mempertahankan kapasitas aliran dari sungai dan saluran, pemeliharaan rutin perlu dilakukan.



Gambar 75. perkiraan sedimen tahunan akibat dari aliran sungai kondisi eksisting (sumber : kajian studi hidrodinamika teluk jakarta)



Gambar 76. perkiraan sedimen tahunan akibat dari aliran sungai pasca reklamasi (sumber : kajian studi hidrodinamika teluk jakarta)

BAB 5

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- Kecepatan Arus Setelah Di Reklamasi

Untuk titik observasi 1, kenaikan kecepatan terbesar terjadi pada saat surut terendah sebesar 0.012 m/s. Titik observasi 2 kenaikan terbesar terjadi pada saat perencanaan debit tahunan Q15 sebesar 0.043 m/s. titik observasi 3 kenaikan terbesar terjadi pada saat surut terendah sebesar 0.012 m/s. titik observasi 4 kenaikan terbesar terjadi pada saat perencanaan debit tahunan Q15 sebesar 0.0342 m/s. titik observasi 5 kenaikan terbesar terjadi pada saat surut terendah sebesar 0.014 m/s. titik observasi 6 kenaikan kecepatan terbesar terjadi pada saat surut terendah sebesar 0.015 m/s. titik observasi 7 kenaikan terbesar terjadi pada saat perencanaan debit tahunan Q2.5 sebesar 0.0139 m/s. titik observasi 8 kenaikan terbesar terjadi pada saat pasang tertinggi sebesar 0.018 m/s. titik observasi 9 kenaikan terbesar terjadi pada saat perencanaan debit Q15 sebesar 0.048 m/s.

Dari semua titik observasi, kenaikan kecepatan setelah di reklamasi kurang dari 0.05 m/s.

- Pola Arah Arus Setelah Di Reklamasi

Setelah terjadi reklamasi, Arus yang tadinya bergerak bebas sebelum adanya pulau reklamasi gerakannya menjadi terbatas mengikuti pinggiran pulau-pulau reklamasi. Arus Bergerak melalui kanal Horizontal (pulau Reklamasi dengan kawasan pantai pantura, Jakarta.) dan kanal Vertical (antar pulau reklamasi) yang terbentuk karena adanya pulau buatan. Perubahan arah arus ($\Delta\theta$) yang terkecil nilainya adalah 0° , sementara perubahan arah arus yang terbesar nilainya mencapai 90°

Saran

- Hasil yang lebih akurat dapat di peroleh dengan memperbaiki kualitas meshing.
- Simulasi selanjutnya dapat menggunakan input data angin agar memperoleh hasil yang lebih mendekati kondisi real.

DAFTAR PUSTAKA

American Meteorological Society.2005. *Type of Tide Background*.
<http://oceanmotion.org/html/background/tides-types.htm>. Di akses pada 11 july 2016.

Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional. 2000. *Peta Lingkungan Pantai Indonesia*. Bogor.

Fiqyh.2013. *Studi Laju Sedimentasi Akibat Dampak Reklamasi Di Teluk Lamong Gresik*. Jurnal Teknik Kelautan. ITS.

Aquaret.2012.*Technology selection*. http://www.aquaret.com/index265c.html?option=com_content&view=article&id=224&Itemid=394&lang=en. Di akses pada 7 agustus 2016.

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.

Witeveen+boss.2013. *Laporan Final Kajian Reklamasi Dan Hidrodinamika*.
<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#search/sawarendro%40yahoo.com+/15320daf9b58c5eb?projector=1>. Di akses pada 27 febuari 2016.

Witeveen+boss.2008. *Data pasut Teluk Jakarta*.<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#search/weny+/155480ba237f138f>. Di akses pada 11 april 2016

Tabel 10. Data Kecepatan dan Arah Arus 22 April 2008 Validasi Titik 1

(sumber : Witeveen+boss.2008. *Data pasut Teluk Jakarta*.

<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#search/weny+/155480ba237f138f>.

Di akses pada 11 april 2016)

No	Jam	Arah (derajat)	Kecepatan	Kedalaman
			meter/detik	meter
1	17.00	90°	0.070	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.030	0.8 d
2	18.00	90°	0.100	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.040	0.8 d
3	19.00	90°	0.050	0.2 d
			0.030	0.6 d
			0.010	0.8 d
4	20.00	90°	0.070	0.2 d
			0.040	0.6 d
			0.010	0.8 d
5	21.00	90°	0.100	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.020	0.8 d
6	22.00	90°	0.100	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.050	0.8 d
7	23.00	140°	0.090	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.040	0.8 d
8	0.00	90°	0.110	0.2 d
			0.070	0.6 d
			0.050	0.8 d
9	1.00	90°	0.100	0.2 d
			0.070	0.6 d
			0.050	0.8 d
10	2.00	90°	0.110	0.2 d
			0.070	0.6 d
			0.050	0.8 d
11	3.00	90°	0.100	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.050	0.8 d

Keterangan :
d = 10 meter

No	Jam	Arah (derajat)	Kecepatan	kedalaman
			m/s	meter
11	3.00	90°	0.100	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.050	0.8 d
12	4.00	90°	0.080	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.030	0.8 d
13	5.00	90°	0.070	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.030	0.8 d
14	6.00	90°	0.110	0.2 d
			0.070	0.6 d
			0.050	0.8 d
15	7.00	90°	0.090	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.050	0.8 d
16	8.00	90°	0.110	0.2 d
			0.080	0.6 d
			0.050	0.8 d
17	9.00	90°	0.100	0.2 d
			0.070	0.6 d
			0.150	0.8 d
18	10.00	90°	0.100	0.2 d
			0.070	0.6 d
			0.130	0.8 d
19	11.00	360°	0.110	0.8 d
			0.100	0.2 d
			0.050	0.6 d
20	12.00	360°	0.120	0.8 d
			0.090	0.2 d
			0.030	0.6 d
21	13.00	360°	0.100	0.8 d
			0.050	0.2 d
			0.030	0.6 d
22	14.00	360°	0.080	0.8 d
			0.110	0.2 d
			0.070	0.6 d
23	15.00	45°	0.150	0.8 d
			0.050	0.2 d
			0.080	0.6 d
24	16.00	45°	0.110	0.8 d
			0.080	0.2 d
			0.060	0.6 d

Tabel 11. Data Kecepatan dan Arah Arus 22 April 2008 Validasi Titik 2

(sumber : Witeveen+boss.2008. *Data pasut Teluk Jakarta*.)

<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#search/weny+/155480ba237f138f>.

Di akses pada 11 april 2016)

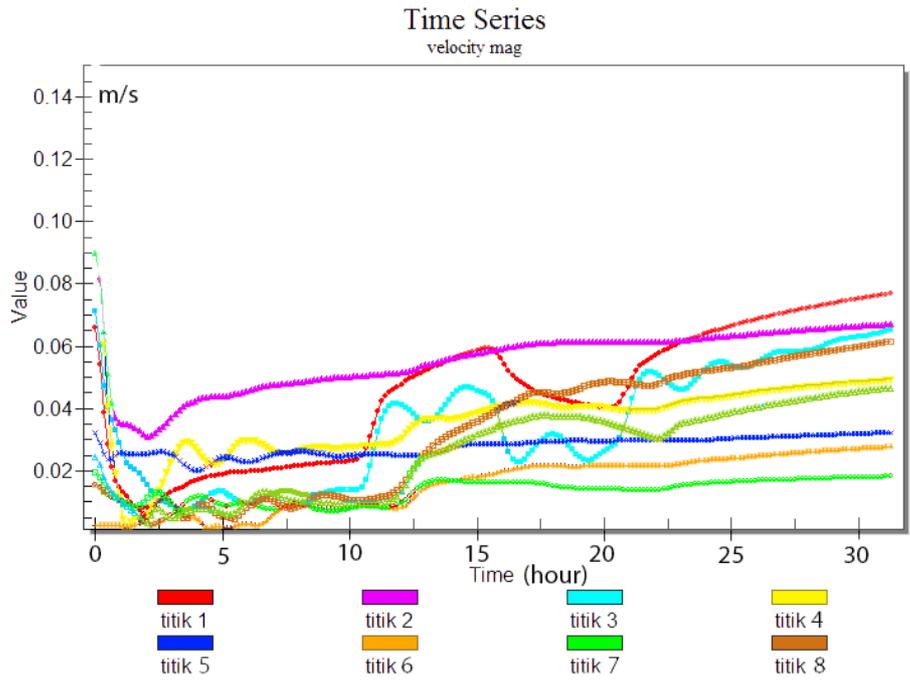
No	Jam	Arah (derajat)	Kecepatan	Kedalaman
			meter/detik	meter
1	18.00	45°	0.070	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.040	0.8 d
2	19.00	90°	0.090	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.030	0.8 d
3	20.00	90°	0.080	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.040	0.8 d
4	21.00	90°	0.060	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.030	0.8 d
5	22.00	180°	0.060	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.030	0.8 d
6	23.00	90°	0.050	0.2 d
			0.030	0.6 d
			0.010	0.8 d
7	0.00	180°	0.070	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.030	0.8 d
8	1.00	90°	0.070	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.040	0.8 d

No	Jam	Arah (Derajat)	Kecepatan	Kedalaman
			Meter/ detik	meter
9	2.00	90°	0.070	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.040	0.8 d
10	3.00	90°	0.070	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.020	0.8 d
11	4.00	90°	0.050	0.2 d
			0.030	0.6 d
			0.010	0.8 d
12	5.00	90°	0.050	0.2 d
			0.030	0.6 d
			0.020	0.8 d
13	6.00	90°	0.080	0.2 d
			0.070	0.6 d
			0.050	0.8 d
14	7.00	90°	0.100	0.2 d
			0.080	0.6 d
			0.070	0.8 d
15	8.00	270°	0.090	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.050	0.8 d
16	9.00	270°	0.070	0.2 d
			0.050	0.6 d
			0.040	0.8 d
17	10.00	180°	0.090	0.2 d
			0.060	0.6 d
			0.040	0.8 d
18	11.00	270°	0.100	0.2 d
			0.070	0.6 d

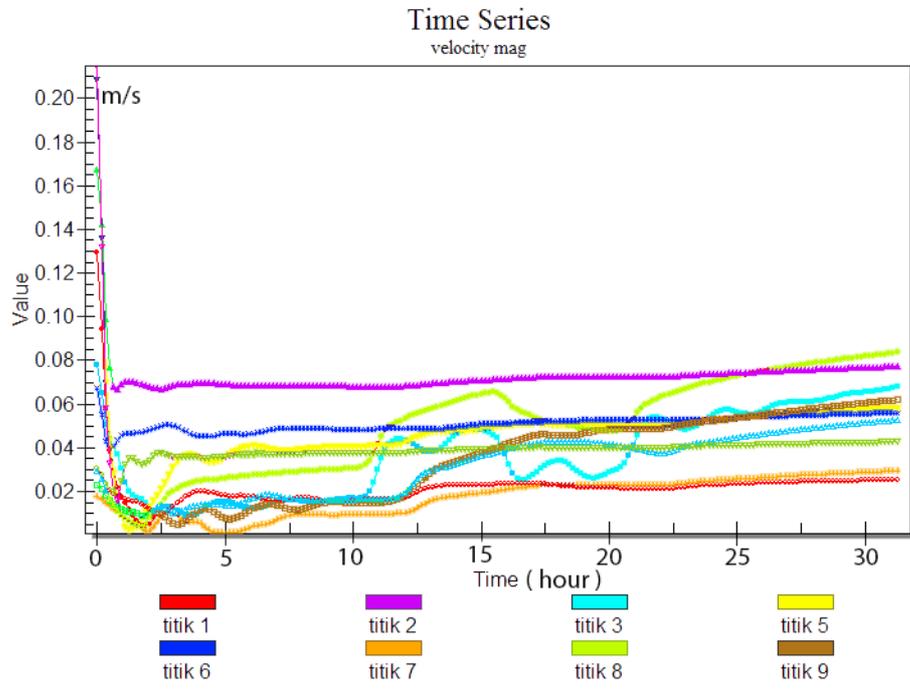
No	Jam	Arah (derajat)	Kecepatan	Kedalaman
			meter/detik	meter
19	12.00	270°	0.100	0.2 d
			0.080	0.6d
			0.050	0.8 d
20	13.00	270°	0.120	0.2 d
			0.080	0.6d
			0.050	0.8 d
21	14.00	270°	0.110	0.2 d
			0.060	0.6d
			0.040	0.8 d
22	15.00	90°	0.100	0.2 d
			0.060	0.6d
			0.050	0.8 d
23	16.00	90°	0.100	0.2 d
			0.070	0.6d
			0.050	0.8 d
24	17.00	90°	0.090	0.2 d
			0.050	0.6d
			0.040	0.8 d
25	18.00	90°	0.100	0.2 d
			0.070	0.6d
			0.030	0.8 d

Tabel 12. Data Debit Sungai Yang Bermuara Di Teluk Jakarta (Sumber :
Witeveen+boss.2013. *Laporan Final Kajian Reklamasi Dan Hidrodinamika*.
<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#search/sawarendro%40yahoo.com+/15320daf9b58c5eb?projector=1>. Di akses pada 27 febuari 2016)

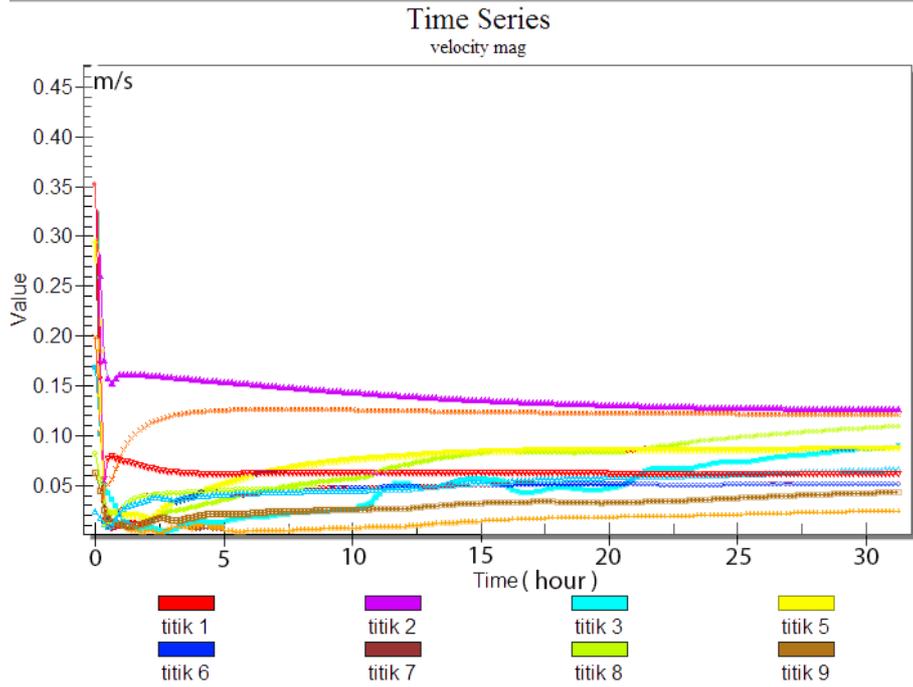
Sungai	Debit desain [m ³ /det] (periode ulang [tahaun])	Debit rata2 harian-angin Barat [m ³ /det]	Debit rata2 harian-angin Timur [m ³ /det]	Debit dengan periode ulang 1 tahun [m ³ /det]	Koefisien kekasaran Manning [det/m ^{1/3}]
Cisadane	2700 (100)	123	78	369	0.025
Pecah	41 (25)	4.1	0.41	13	0.040
Goba	97 (25)	9.7	0.97	30	0.040
Tahang	28 (25)	2.8	0.28	9	0.040
Dadap	143 (25)	15	1	47	0.040
Kamal	145 (25)	15	1	47	0.040
Tanjungan	12 (N/A)	1	0	12	0.040
PU drain	5 (N/A)	0.5	0	4.5	0.040
Cengkareng drain	620	62	6.2		0.025
Kali Angke/BKB	700	70	7		0.035
Kali Karang	50	5	0.5		0.035
BKT	350	35	3.5		0.025
Sunter	105	10.5	1.1		0.035
Sentiong	73	7.3	0.7		0.035
Cakung	84	8.4	0.8		0.035



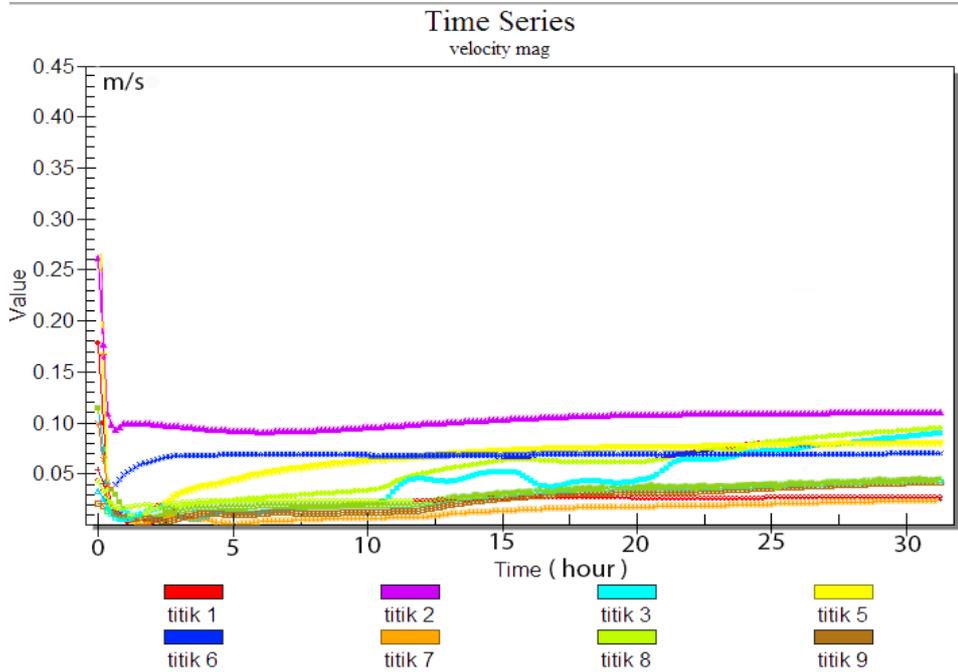
Gambar 77. Plot pola arus Q1



Gambar 78. Plot pola arus Q5



Gambar 79. Plot pola arus Q10



Gambar 80. Plot pola arus Q15

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Jakarta 6 september 1993. Menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di Pelita Kudus, SMP BPK Penabur 2, dan tingkat mengah atas SMAN 78 Jakarta Barat. Setelah menyelesaikan pendidikan wajib 9 tahun penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikan ke tingkat yang lebih tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Fakultas Teknologi Kelautan, Jurusan Teknik Kelautan. Dalam menjalani masa kuliah penulis aktif mengikuti kegiatan di luar kampus untuk mengeksplorasi diri.