



TUGAS AKHIR - MO 091336

ANALISA PERUBAHAN KUALITAS AIR AKIBAT PEMBUANGAN LUMPUR SIDOARJO PADA MUARA KALI PORONG

GITA ANGRAENI

NRP. 4310 100 048

Dosen Pembimbing:

Suntoyo, S.T, M.Eng, Ph.D

Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T, M.Sc

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2014



FINAL PROJECT - MO 091336

ANALYSIS OF WATER QUALITY CHANGES DUE TO MUD VULCANO DISCHARGE AT PORONG RIVER ESTUARY

GITA ANGRAENI

NRP. 4310 100 048

Supervisor:

Suntoyo, S.T, M.Eng, Ph.D

Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T, M.Sc

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2014

ANALISA PERUBAHAN KUALITAS AIR AKIBAT PEMBUANGAN LUMPUR SIDOARJO PADA MUARA KALI PORONG

Nama Mahasiswa : Gita Angraeni
NRP : 4310100048
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Suntoyo, ST, M.Eng, Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST, M.Sc

ABSTRAK

Bencana semburan lumpur panas di Sidoarjo pada tanggal 29 Mei 2006 telah mengakibatkan kerugian di berbagai bidang, baik sosial, ekonomi, maupun ekologi. Salah satu upaya pengendalian lumpur adalah sebagian dialirkan ke Sungai Porong menuju laut dalam di Selat Madura. Muara sungai merupakan bagian daerah pesisir yang memainkan peranan penting secara ekonomi, ekologi dan juga merupakan kawasan dengan ekosistem kompleks.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kualitas air akibat buangan lumpur Sidoarjo pada Muara Kali Porong sesuai tolak ukur dari baku mutu yang diperbolehkan. Metode penelitian menggunakan pemodelan hidrodinamika dan model *ecolab* untuk penyebaran dari beberapa parameter kualitas air, yaitu COD, TSS, posfat, dan nitrat.

Pada saat pasang, arus di Muara Porong bergerak ke arah hulu, sehingga penyebaran parameter kualitas air akan kecil di sekitar muara . Pada kondisi surut arus bergerak ke arah yang berlawanan sehingga distribusi parameter kualitas air akan bertambah besar di muara dibanding saat kondisi pasang. Kondisi parameter kualitas air yang paling signifikan, yaitu bernilai 34 mg/L untuk COD, 14.46 mg/L untuk nitrat, 30 mg/L untuk TSS, dan untuk posfat senilai 0.43 mg/L. Untuk tahap akhir, distribusi yang telah di simulasi akan dianalisa baku mutunya berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.

Kata kunci: lumpur Sidoarjo, hidrodinamika, *ecolab*, muara Kali Porong, kualitas air.

ANALYSIS OF WATER QUALITY CHANGES DUE TO MUD VOLCANO DISCHARGE AT PORONG RIVER ESTUARY

Name : Gita Angraeni
Reg. Number : 4310100048
Departement : Ocean Engineering
Supervisor : Suntoyo, ST, M.Eng, Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST, M.Sc

ABSTRACT

The mud volcano disaster in Sidoarjo on May 29, 2006 have resulted in losses in various fields, whether social, economic, and ecological. One of the efforts to control the mud is partly flowed into Porong river towards the sea in the Madura Strait. The river mouth is part of the coastal area that plays an important role in the economic, ecological, and also a region with a complex ecosystem.

Therefore, this study aimed to determine the change of water quality due to mud volcano discharges in the Porong estuary accordance benchmark of quality standards is allowed. The research method use hydrodynamic models and modeling ecolab for the spread of some water quality parameters, ie COD, TSS, phosphate, and nitrate.

At high tide, currents in Porong estuary move upstream, so the spread of water quality parameters will be small around the estuary. At low tide conditions the flow moves in the opposite direction so that the distribution of water quality parameters will be greater than the tidal conditions at estuary. The condition of water quality parameters most significantly, the valued of 34 mg / L for COD, 14.46 mg / L for nitrate, 30 mg / L for TSS, and a phosphate valued to 0.43 mg / L. For the final steps, which distribution has been simulated then it will be analyzed based on the quality standard in PP No. 82 of 2001.

Keywords: mud volcano Sidoarjo, hydrodynamics, ecolab, Porong River estuary, water quality

**ANALISA PERUBAHAN KUALITAS AIR AKIBAT
PEMBUANGAN LUMPUR SIDOARJO PADA
MUARA KALI PORONG**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

GITA ANGRAENI

NRP. 4310 100 048

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Suntoyo, ST, M.Eng, PhD.....(Pembimbing 1)

2. Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST, M.Sc.....(Pembimbing 2)

Surabaya, Agustus 2014

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisa Perubahan Kualitas Air Akibat Pembuangan Lumpur Sidoarjo Pada Muara Kali Porong**” ini dengan baik.

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas akhir ini membahas analisa perubahan kualitas air akibat pembuangan lumpur sidoarjo pada muara kali porong.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan laporan selanjutnya. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi masyarakat luas, pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, 6 Agustus

2014

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Bismillah,

Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang ikut berkontribusi dalam berbagai hal dalam rangka agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Atas terselesaikannya laporan Tugas akhir ini, sekaligus terselesaikannya pendidikan sarjana di Teknik Kelautan FTK ITS, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Allah SWT yang maha segala-Nya atas segala kasih sayang, ridho, dan karunia-Nya yang begitu besar untuk hamba.
2. Bapak Suntoyo, ST, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing pertama atas semua ilmu, bimbingan, nasehat, arahan, waktu dan semua yang telah diberikan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST, M.Sc selaku dosen pembimbing kedua atas semua ilmu, bimbingan, nasehat, arahan, waktu dan semua yang telah diberikan kepada penulis.
4. Ayah dan Umak tercinta atas segala cinta kasih, doa, motivasi, nasehat, dan segala upaya serta pengorbanan kalian yang selalu membuat lancar jalan anakmu ini. Semoga Ayah dan Umak selalu dalam lindungannya.
5. Saudara-saudaraku tersayang, Kak Dini, Amat, Ipit atas segala kasih sayang, dukungan, candaan, dan doa yang selalu membuat bahagia. Semoga kita bersama selalu dibimbing Allah untuk sukses di dunia dan akhirat.
6. Sahabat, adik, saudara, anak terkasihku dan *my lovely roommate*, Mita Sany Untari atas segala doa, dukungan, candaan dan semua yang telah kita lewati 4 tahun ini. Semoga Allah selalu melancarkan rejeki dunia akhirat kita.
7. Teman-teman sepermainan dan seperjuangan, Ayu Say, Dilantul, Idaidu, Normance, Yuyunayam, dan Singgih atas segala dukungan, doa, dan candaan selama masa kuliah. Akhir kata, *saranghe runners*.

8. Running Man, Kyumin Oppa, dan Kuku selaku sumber kebahagiaan dan obat mujarab penghilang stres.
9. Teman-teman masa muda dan tuaku, Maya, Een, Vika, Sari, Isro', Evi, dan Farel atas doa dan semangat yang kalian selalu kirimkan.
10. Bahar, Mbak Liyani, mbak Tiwi, mbak wenny, dan mbak Happy atas kesabaran dan meluangkan waktunya untuk mengajari dan membagi ilmu mbak pada saya.
11. Mas Zuhud, Mas Astu, dan Pengurus labkom dan komputer labkom4 yang selalu menjadi tempat untuk saya menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Staf tata usaha dan seluruh karyawan Jurusan Teknik Kelautan yang telah membantu dan melancarkan proses kelengkapan berkas tugas akhir.
13. Semua teman-teman Jurusan Teknik Kelautan angkatan 2010, Megalodon, L28.

Surabaya, 6Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Muara	6
2.2.2 Pencemaran Air	8
2.2.3 Kualitas Perairan.....	9
2.2.4 Klasifikasi Muara Porong Perairan.....	11
2.2.5 Model Hidrodinamika	12
2.2.6 Model Ecolab.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Metode Penelitian.....	15
3.2 Prosedur Operasional Pemodelan.....	17
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Lokasi Pemodelan	25
4.2 Pemodelan Batimetri Muara Kali Porong.....	25
4.3 Data Kondisi Batas Muara Kali Porong	27
4.4 Parameter Pemodelan Muara Kali Porong.....	28

4.5 Hasil Pemodelan Hidrodinamika Muara Kali Porong	28
4.5.1 Hasil Simulasi dan Analisa Hidrodinamika.....	28
4.5.2 Validasi Hasil Model Hidrodinamika Muara Kali Porong	32
4.6 Pemodelan Distribusi Parameter Kualitas Air Muara Kali Porong	34
4.6.1 Parameter Pemodelan Ecolab.....	34
4.6.2 Hasil Simulasi dan Analisa Distribusi Parameter Kualitas Air	34
4.6.3 Validasi Hasil Model Distribusi Parameter Kualitas Air	46
4.7 Analisa Kualitas Air Muara Kali Porong	48
4.7.1 Hasil Simulasi Sebaran Parameter Kualitas Air Selama 10 Hari	48
4.7.2 Hasil Analisa Kualitas Air Berdasarkan PP No.82 tahun 2001	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	57
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria baku mutu muara Porong (Kelas Air III).....	11
Tabel 4.1 Rincian kondisi batas muara Kali Porong	17
Tabel 4.2 Parameter pemodelan muara Kali Porong	18
Tabel 4.3 Kalibrasi hasil model.....	23
Tabel 4.4 Kondisi awal pemodelan ecolab muara Kali Porong	24
Tabel 4.5 Lokasi titik input dan output untuk kalibrasi model	36
Tabel 4.6 Perbandingan nilai hasil model dengan data sekunder.....	37
Tabel 4.7 Hasil analisa kualitas air muara Kali Porong.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi penelitian.....	2
Gambar 2.1	Muara didominasi gelombang laut.....	7
Gambar 2.2	Muara didominasi aliran sungai.....	8
Gambar 3.1	Diagram alir pengerjaan penelitian.....	14
Gambar 3.2	Data darat dan data laut Muara Kali Porong	17
Gambar 3.3	Tampilan modul mesh generator	18
Gambar 3.4	Pemberian proyeksi lokasi studi	18
Gambar 3.5	Penjelasan modul hidrodinamika.....	19
Gambar 3.6	Periode Simulasi Muara Kali Porong.....	20
Gambar 3.7	Tampilan lengkap <i>module hydrodynamic</i>	20
Gambar 3.8	Tampilan lengkap <i>module ecolab</i>	21
Gambar 3.9	Pemilihan modul yang diinginkan	21
Gambar 3.10	Beberapa pilihan output file.....	22
Gambar 3.11	Rincian output area	22
Gambar 3.12	Hasil output yang dapat dikeluarkan.....	23
Gambar 4.1	Lokasi pemodelan	15
Gambar 4.2	Pemodelan grid muara Kali Porong	16
Gambar 4.3	Meshing batimetri muara Kali Porong	16
Gambar 4.4	Kondisi batas pemodelan muara Kali Porong	17
Gambar 4.5	Grafik pasang surut muara Kali Porong.....	19
Gambar 4.6	Pola arus di Muara Porong saat kondisi menuju pasang	20
Gambar 4.7	Pola arus di Muara Porong saat kondisi pasang tertinggi	20
Gambar 4.8	Pola arus di Muara Porong saat kondisi menuju surut.....	21
Gambar 4.9	Pola arus di Muara Porong saat kondisi surut terendah	21
Gambar 4.10	Lokasi output point	22
Gambar 4.11	Grafik perbandingan hasil pengukuran dengan hasil model	23
Gambar 4.12	Distribusi COD di muara Porong saat kondisi menuju pasang ..	25
Gambar 4.13	Distribusi nitrat di muara Porong saat kondisi menuju pasang ...	26
Gambar 4.14	Distribusi TSS di muara Porong saat kondisi menuju pasang....	26
Gambar 4.15	Distribusi posfat di muara Porong saat kondisi menuju pasang ...	27

Gambar 4.16	Distribusi COD di muara Porong saat kondisi pasang tertinggi.....	28
Gambar 4.17	Distribusi nitrat di muara Porong saat kondisi pasang tertinggi..	28
Gambar 4.18	Distribusi TSS di muara Porong saat kondisi pasang tertinggi ..	29
Gambar 4.19	Distribusi posfat di muara Porong saat kondisi pasang tertinggi.....	29
Gambar 4.20	Distribusi COD di muara Porong saat kondisi menuju surut	30
Gambar 4.21	Distribusi nitrat di muara Porong saat kondisi menuju surut	31
Gambar 4.22	Distribusi TSS di muara Porong saat kondisi menuju surut.....	31
Gambar 4.23	Distribusi posfat di muara Porong saat kondisi menuju surut	32
Gambar 4.24	Distribusi COD di muara Porong saat kondisi surut terendah....	33
Gambar 4.25	Distribusi nitrat di muara Porong saat kondisi surut terendah....	33
Gambar 4.26	Distribusi TSS di muara Porong saat kondisi surut terendah.....	34
Gambar 4.27	Distribusi posfat di muara Porong saat kondisi surut terendah....	34
Gambar 4.28	Lokasi titik input dan output untuk kalibrasi model <i>ecolab</i>	36
Gambar 4.29	Nilai parameter COD pada muara Kali Porong.....	37
Gambar 4.30	Nilai parameter nitrat pada muara Kali Porong.....	38
Gambar 4.31	Nilai parameter posfat pada muara Kali Porong	39
Gambar 4.32	Nilai parameter TSS pada muara Kali Porong	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana semburan lumpur panas lapindo yang terjadi di Sidoarjo pada tanggal 29 Mei 2006 telah mengakibatkan kerugian di berbagai bidang, baik sosial, ekonomi, maupun ekologi. Bencana tersebut menutupi atau menenggelamkan tanah, sawah, perkebunan dan pemukiman penduduk. Prakiraan volume semburan lumpur Sidoarjo antara 50.000 – 120.000 m³/hari. Sehingga air yang terpisah dari endapan lumpur berkisar antara 35.000 – 84.000 m³/hari (Buku Putih LUSI, KLH, 2006). Akumulasi lumpur ini juga memberikan dampak pada lingkungan sungai, estuari dan laut di sekitar sumber lumpur Sidoarjo.

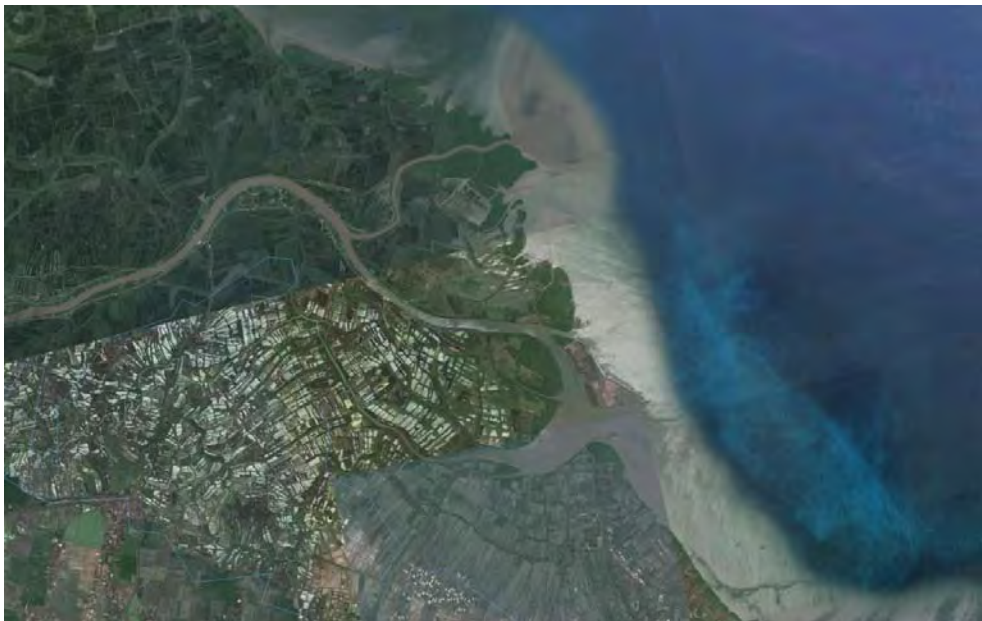
Sesuai dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia September 2006, pengendalian lumpur sebagian dialirkan ke Sungai Porong untuk mengantisipasi jebolnya tanggul yang lebih parah sehingga membahayakan keselamatan penduduk dan merusak infrastruktur di sekitarnya. Sekitar November 2006 lumpur Sidoarjo mulai dibuang melalui Kali Porong melalui outlet sekitar 20 km dari hulu sungai, dengan harapan debit air Sungai Porong dapat mengalirkan buangan lumpur Sidoarjo ke laut dalam di Selat Madura (BAPEL-BPLS, 2011). Upaya tersebut pastinya akan mempengaruhi muara Kali Porong, karena untuk menuju laut lumpur Sidoarjo akan melewati muara. Muara sungai merupakan bagian daerah pesisir yang memainkan peranan penting secara ekonomi, ekologi dan juga merupakan kawasan dengan ekosistem kompleks.

Muara Porong yang terletak di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur merupakan muara dari Sungai Porong yang berasal dari percabangan sungai. Terkait dengan adanya pembuangan lumpur tersebut akan mengakibatkan perubahan kualitas air pada Muara Kali Porong. Dimana penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, hasil

guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumberdaya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumberdaya alam.

Adapun penelitian sebelumnya yang telah dilakukan mengenai kondisi muara Porong dikaitkan dengan indeks klorofil-a dan TSS (Andriyono, 2010). Sedangkan penelitian tentang studi tingkat kekeruhan air di muara Porong yang banyak beredar adalah dengan pemodelan citra satelit (Bidayah, 2012; Handayani, 2013).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memastikan perubahan kualitas air akibat buangan lumpur Sidoarjo pada Muara Kali Porong aman atau justru melebihi tolak ukur dari baku mutu yang diperbolehkan. Penelitian ini juga ingin mengetahui simulasi pemodelan pola penyebaran dari beberapa parameter kualitas air. Dimana beberapa indikator parameter tersebut yaitu COD, TSS, posfat, dan nitrat. Simulasi distribusi parameter kualitas air tersebut akan membantu mengetahui pola penyebaran dalam waktu tertentu. Hasil Simulasi tersebut dapat memberi informasi yang berfungsi sebagai gambaran pola penyebaran pencemaran yang terjadi pada Muara Kali Porong. Berikut dapat dilihat wilayah yang menjadi lokasi penelitian pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian (*Google Earth*, 2014)

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- a. Bagaimanakah distribusi parameter kualitas air pada muara Kali Porong setelah adanya pembuangan lumpur?
- b. Bagaimanakah kriteria baku mutu muara Kali Porong setelah adanya pembuangan lumpur?

1.3 Tujuan

Dari perumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui distribusi parameter kualitas air pada muara Kali Porong setelah adanya pembuangan lumpur.
2. Mendapatkan kriteria baku mutu muara Kali Porong setelah adanya pembuangan lumpur.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui distribusi parameter kualitas air dan data kualitas air di sekitar muara Kali Porong sudah sesuai baku mutu ataukah tidak.
2. Dapat menjadi bagian penting dalam pengambilan keputusan dalam pengelolaan kawasan muara Porong dengan mempertimbangkan seluruh aspek yang terlibat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah:

1. Lokasi penelitian merupakan daerah muara Kali Porong yang terletak di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.
2. Pembahasan perubahan kualitas air berdasarkan indikator kualitas air yaitu COD, nitrat, posfat, dan TSS pada muara Kali Porong.
3. Empat parameter yang dianalisa merupakan hasil pengukuran yang telah dilakukan dalam penelitian sebelumnya di sekitar Muara Kali Porong.

4. Untuk pengukuran parameter kualitas air setelah pembuangan dilakukan bulan November, saat musim penghujan. Sedangkan pengukuran parameter kualitas air sebelum pembuangan dilakukan saat musim kemarau, bulan Mei.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini terkait dengan bencana semburan lumpur panas di lokasi pengeboran migas PT. Lapindo Brantas Inc., Kabupaten Sidoarjo yang telah berlangsung lebih dari delapan tahun yang lalu sejak semburan pertama pada tanggal 29 Mei 2006 lalu. Menurut Jawa Pos tertanggal 28 Juni 2006, semburan lumpur terjadi akibat kerusakan pada mesin pengangkat dan pemutar bor saat pengeboran. Selain itu, juga diketahui pada pipa pengeboran tersebut tidak terpasang *casing* (selubung) yang seharusnya dilakukan dalam proses pengeboran migas.

Besarnya volume lumpur yang keluar dari pusat semburan sangat besar, pada tahun 2006 –2007 diperkirakan sebesar 100.000 m³/hari bahkan pernah mencapai 180.000 m³/hari dan pada bulan September 2011 volume semburan diperkirakan sebesar 50.000 m³/hari (BAPEL-BPLS, 2011). Lumpur yang secara terus menerus keluar telah mengakibatkan kerugian dalam berbagai aspek. Sehingga September 2006 pemerintah menetapkan Kali Porong sebagai tempat pembuangan lumpur Sidoarjo menuju laut dalam di Selat Madura. Pembuangan material lumpur secara terus menerus dapat memicu perubahan kualitas air pada muara Kali Porong.

Sebelumnya juga telah dilakukan beberapa penelitian mengenai tingkat pencemaran air akibat pembuangan lumpur Sidoarjo melalui Kali Porong ke laut. Pada tahun 2012 Bidayah di dalam menelaah tingkat kekeruhan air di Selat Madura akibat pembuangan lumpur Sidoarjo melakukan studi pola penyebaran perubahan kualitas air menggunakan citra satelit aqua modis. Handayani (2013) mengatakan berdasarkan kriteria baku mutu dengan menggunakan parameter *total suspended matter* (TSM) berdasarkan Kep-51/MENKLH/2004 untuk biota laut, nilai kekeruhan tidak melebihi 29.3 mg/L. Perairan di dekat Muara Kali Porong tidak layak untuk dijadikan tambak, karena tingkat kekeruhannya melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup yaitu >35 mg/L.

Penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumberdaya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumberdaya alam. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan disimulasikan pola penyebaran perubahan kualitas air akibat pembuangan lumpur Sidoarjo.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Muara

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau di bagian mulut sungai (*river mouth*) dan estuari. Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara sungai yang bertemu dengan laut. Sedangkan Estuari didefinisikan sebagai perairan pantai semi tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka, dimana air asin dari laut dan air tawar dari sungai bertemu secara teratur.

Muara sungai berfungsi sebagai jalur pengeluaran/pembuangan debit sungai, terutama saat musim hujan ke laut. Karena posisi muara sungai di ujung hilir, maka debit alirannya lebih besar dibandingkan debit aliran bagian hulu sungai. Selain itu muara sungai juga harus melewati debit yang ditimbulkan oleh pasang surut air laut yang bisa lebih besar dari debit sungai.

Morfologi muara sungai dibedakan menjadi tiga kelompok berdasarkan pada faktor dominan yang mempengaruhinya. Ketiga faktor tersebut adalah gelombang, debit sungai, dan pasang surut (Triatmodjo, 1999). Berikut adalah pembagian tiga kelompok muara sungai tersebut:

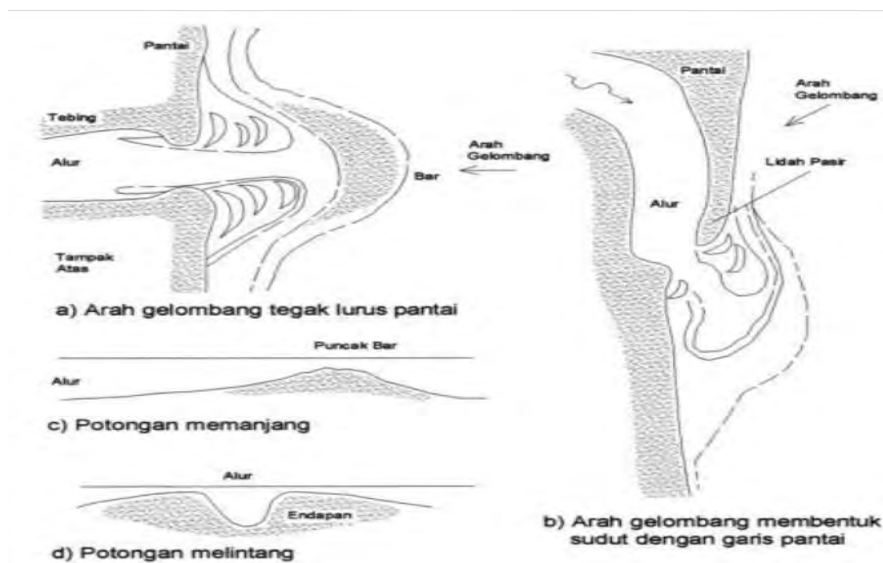
a. Muara sungai yang didominasi pasang surut

Tipe muara ini ditandai dengan fluktuasi pasang surut yang cukup besar. Apabila tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Pada waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada

tipe pasang surut. Dengan demikian, kecepatan arus selama air surut cukup besar, yang cukup potensial untuk membentuk muara sungai.

b. Muara sungai yang didominasi gelombang laut

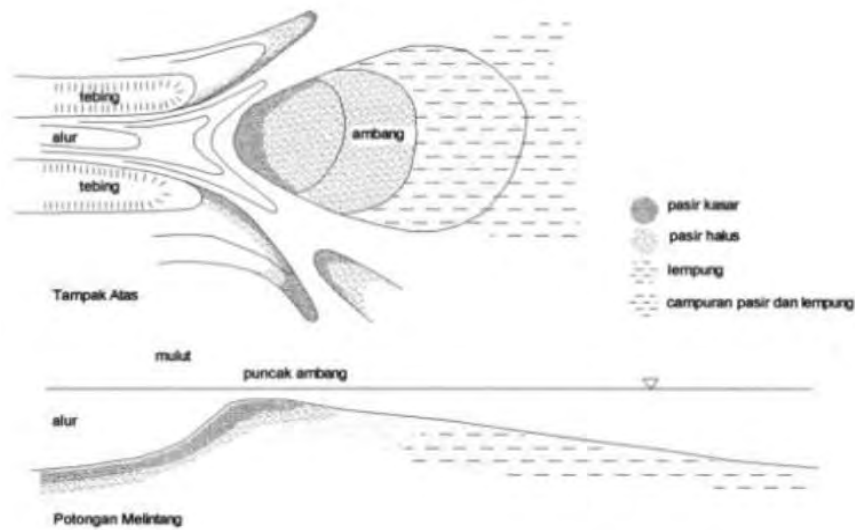
Tipe muara ini ditandai dengan angkutan sedimen menyusur pantai setiap tahun cukup besar. Pada tipe ini biasanya muara tertutup oleh lidah pasir dengan pola sedimentasi. Gelombang besar pada pantai berpasir dapat menyebabkan angkutan (transpor) sedimen (pasir), baik dalam arah tegak lurus maupun sejajar/sepanjang pantai. Dari kedua jenis transpor tersebut, transportasi sedimen sepanjang pantai adalah yang paling dominan. Angkutan sedimen tersebut dapat bergerak masuk ke muara sungai pada kondisi gelombang sudah tenang, maka sedimen akan mengendap. Semakin besar gelombang, semakin besar angkutan sedimen. Gambar 2.1 menunjukkan muara sungai yang didominasi oleh gelombang laut.



Gambar 2.1 Muara sungai didominasi gelombang laut (Triatmodjo, 1999)

c. Muara sungai yang didominasi aliran sungai

Tipe muara ini ditandai dengan debit sungai yang menyusur setiap tahunan cukup besar sehingga debit tersebut merupakan parameter utama pembentukan muara sungai di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai tersebut membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Pada gambar 2.2 digambarkan muara sungai yang didominasi oleh aliran sungai.



Gambar 2.2 Muara sungai didominasi aliran sungai (Triatmodjo, 1999)

2.2.2 Pencemaran Air

Menurut UU No. 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup, pencemaran lingkungan didefinisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya.

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya zat, makhluk hidup, substansi/energi ataupun komponen lainnya ke dalam lingkungan air oleh manusia secara langsung atau tidak langsung yang mengakibatkan terjadinya pengaruh yang merugikan. Pengaruh tersebut dapat berupa rusaknya sumberdaya hidup, bahaya terhadap kesehatan manusia, gangguan pada kegiatan kelautan diantaranya rusaknya kualitas air dan pengurangan pada keindahan dan kenyamanan (Mukhtasor, 2007).

Penurunan kualitas air akibat terjadinya pencemaran akan bermuara akhir ke lautan, sehingga pencemaran yang awalnya hanya terjadi di sungai pada akhirnya dapat menyebabkan pencemaran pada laut.

2.2.3 Kualitas Perairan

Kualitas air sungai sangat tergantung pada komponen penyusunnya dan banyak dipengaruhi oleh masukan komponen yang berasal dari sekitarnya. Menurut Mukhtasor (2006) parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air dikelompokkan berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologis. Parameter-parameter tersebut adalah:

1. Sifat fisik

Parameter fisik air yang sangat menentukan kualitas air adalah tingkat kekeruhan, suhu, warna, bau, rasa, jumlah padatan tersuspensi, padatan terlarut dan daya hantar listrik (DHL).

2. Sifat kimia

Parameter kimia yang dapat dijadikan indikator yang menentukan kualitas air adalah pH, konsentrasi dari zat-zat kalium, magnesium, mangan, besi, sulfida, sulfat, amoniak, nitrat, nitrat, posphat, oksigen terlarut, BOD, COD, minyak, lemak serta logam berat.

3. Sifat biologis

Organisme dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator pencemaran suatu lingkungan perairan, misalnya bakteri, ganggang, benthos, plankton, dan ikan tertentu.

Sehingga dalam penelitian ini akan dikaji masalah perubahan kualitas perairan muara Porong berdasarkan indikator-indikator berikut:

a. *Total Suspended Solid (TSS)*

Total suspended solid (parameter fisik) atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. Zat padat tersuspensi (Total Suspended Solid) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai

bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna (Fardiaz, 1992).

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) kadar oksigen yang terlarut dalam air limbah yang diperlukan untuk menguraikan zat organik tertentu secara kimia karena sukar dihancurkan secara oksidasi. Oleh karenanya dibutuhkan bantuan reaksi oksidator yang kuat menjadi suasana asam (Hariyadi, 2004). Jadi COD menggambarkan jumlah total zat organik yang ada. Sama halnya dengan indikator lainnya, nilai COD yang tinggi tidak diharapkan dalam suatu perairan. COD sendiri termasuk kedalam parameter kimia.

c. Nitrogen

Nitrogen dalam air dapat menjadi tiga bentuk yaitu amonia, nitrit, dan nitrat (Mulyono, 2000). Amonia berasal dari buangan air seni, tinja, dan pembusukan protein hewan/tumbuhan yang diuraikan oleh organisme pembusuk.

Amonia yang masuk kedalam air nantinya akan memanfaatkan ketersediaan oksigen terlarut dalam air menjadi nitrit dan nitrat. Proses ini dibantu oleh bakteri nitrosomonas dan nitrobacter untuk proses oksidasi tersebut. Nitrosomonas berfungsi sebagai mediator oksidasi amonia menjadi nitrit sedang nitrobacter berfungsi sebagai mediator oksidasi nitrit menjadi nitrat. Dimana keberadaan nitrit dalam jumlah tertentu dapat membahayakan kesehatan karena dapat bereaksi dengan haemoglobin dalam darah, hingga darah tidak dapat mengangkut oksigen lagi. Sedangkan nitrat pada konsentrasi tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas, sehingga air kekurangan oksigen terlarut yang bisa menyebabkan kematian ikan.

d. Posfat

Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, poliphospat dan phospat organis. Setiap senyawa phospat

tersebut terdapat dalam bentuk terlarut di dalam sel organisme dalam air. Di daerah pertanian ortophospat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan. Poliphospat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergen yang mengandung fosfat, seperti industri pencucian, industri logam dan sebagainya. Phospat organik terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan (Mulyono, 2000).

2.2.4 Klasifikasi Muara Porong

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 61 Tahun 2010 BAB II Pasal 4 mengenai Penetapan Kelas Air mengatakan bahwa air sungai Porong mulai dari Desa Porong Kecamatan Porong sampai muara menurut klasifikasi mutu air ditetapkan sebagai kelas III. Pada Pasal 2 juga dikatakan yaitu kelas tiga adalah air yang peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sedangkan kriteria untuk baku mutu air terdapat pada PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Berikut dijelaskan pada tabel 2.1 mengenai kriteria baku mutu untuk kelas air tiga (Muara Porong).

PARAMETER	SATUAN	KELAS III
FISIK		
TSS	mg/L	400
KIMIA		
COD	mg/L	50
POSFAT	mg/L	1
NITRAT	mg/L	20

Tabel 2.1 Kriteria Baku Mutu Muara Porong (Kelas Air III).

2.2.5 Model Hidrodinamika

Simulasi model hidrodinamika pada model harus dilakukan untuk mengetahui perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan di *open model boundaries*.

Hydrodynamic module mensimulasi perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, estuari dan pantai. Simulasi model hidrodinamika dilakukan untuk mendapatkan gambaran pola dan kecepatan arus serta elevasi muka air di Muara Kali Porong (kawasan selat madura). Untuk itu, beberapa persamaan yang mendasari pergerakan massa air tersebut dapat dilihat pada persamaan di bawah ini. Persamaan (1), (2) dan (3) dapat dilihat lebih jelas dalam DHI, 2007.

- Persamaan kontinuitas

$$\begin{aligned} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \\ = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

- Persamaan momentum pada arah x dan y

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \\ = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + 2\Omega u \sin\phi + F_x \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \\ = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - 2\Omega v \sin\phi + F_y \end{aligned} \quad (3)$$

dengan :

ζ = elevasi muka air

x dan y = koordinat cartesian

u dan v = kecepatan dalam arah $-x$ dan $-y$

F_x dan F_y = gaya dalam arah $-x$ dan $-y$

P = tekanan

ρ = massa jenis

Ω = parameter corolis

ϕ = lintang dari gaya coriolis.

2.2.6 Model *EcoLab*

Modul *EcoLab* adalah modul yang cocok untuk pemodelan ekologi. Dimana pada *ecolab* akan dimodelkan mengenai ekosistem dalam air yang juga menyangkut kualitas air. Penelitian ini akan melakukan simulasi untuk penyebaran beberapa parameter untuk melihat dan mengetahui pencemaran air yang terjadi pada muara Kali Porong.

Pada pemodelan nantinya akan disimulasikan parameter-parameter kualitas air untuk melihat nilai maupun pola penyebarannya dalam waktu tertentu. Beberapa parameter yang akan dimasukkan pada modul ecolab yaitu nilai COD, TSS, nitrat dan posfat yang telah di dapat dari data sekunder di beberapa titik pada sekitar Muara Kali Porong untuk melihat perubahan kualitas air yang terjadi akibat pembuangan lumpur ke laut dalam di Selat Madura.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

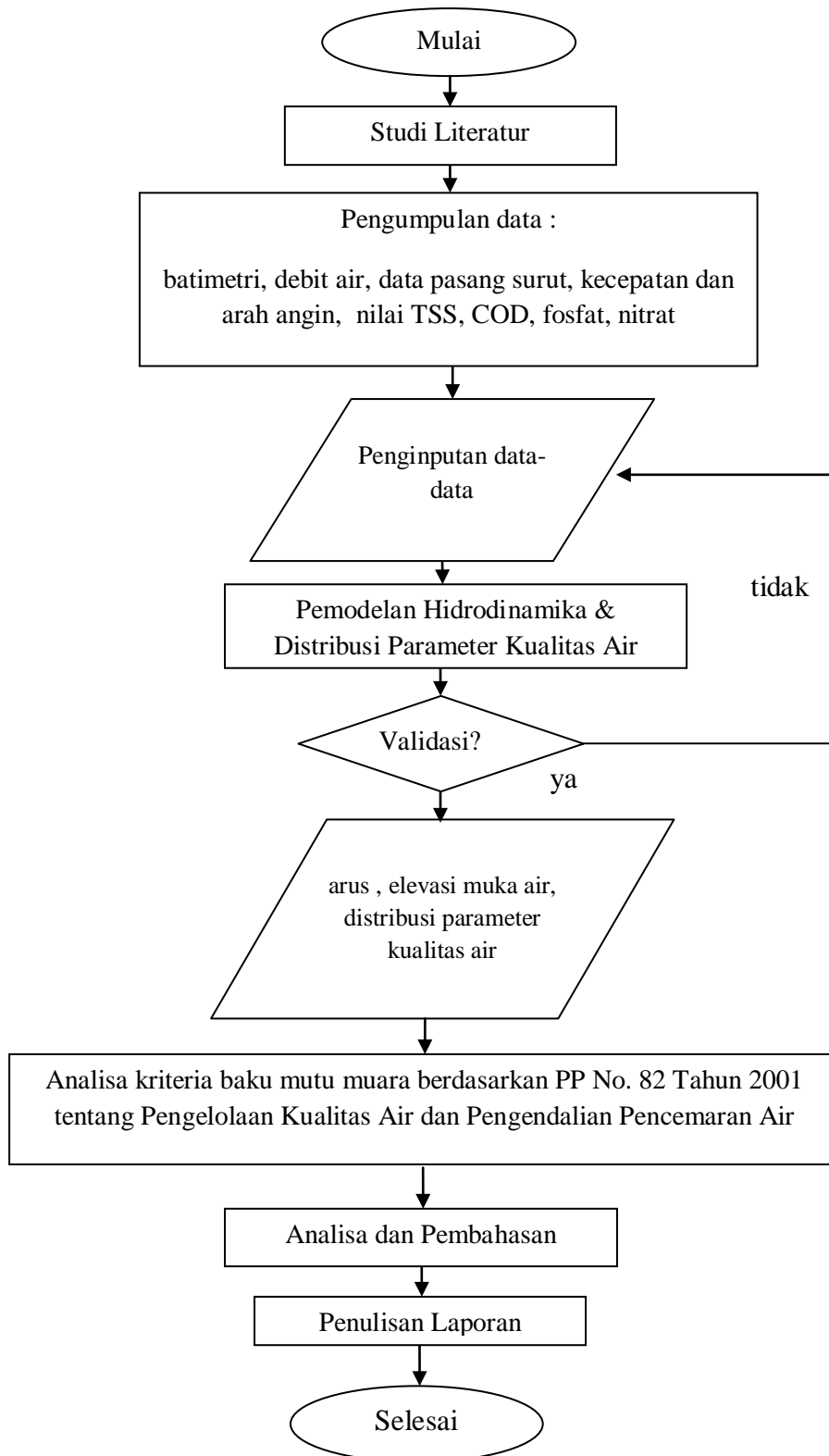
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian mengenai analisa perubahan kualitas air akibat pembuangan lumpur Sidoarjo pada muara Kali Porong ini memiliki uraian metode pengerjaan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur yaitu meliputi mencari serta mempelajari buku, jurnal, ataupun laporan-laporan terdahulu yang membahas pokok permasalahan yang sama atau mirip dengan penelitian ini
2. Pengumpulan data input yaitu meliputi pengumpulan berupa data pasang surut, kecepatan angin dan arah angin, batimetri, debit aliran sungai, dan nilai TSS, COD, fosfat, nitrat
3. Penginputan data yang telah diperoleh
4. Melakukan *meshing* untuk batimetri muara Porong dan penentuan kondisi batas untuk pemodelan
5. Running atau pacu modul hidrodinamika menggunakan *software MIKE21*
6. Melakukan validasi hidrodinamika dengan kalibrasi antara hasil pengukuran data sekunder dengan hasil pemodelan
7. Melakukan pacu modul untuk distribusi parameter kualitas air menggunakan modul *ecolab*.
8. Hasil yang valid berupa arus pola penyebaran aliran (m/s), elevasi muka air laut (m) dan penyebaran indikator kualitas air (mg/L)
9. Analisa kriteria baku mutu muara berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
10. Melakukan analisa dan pembahasan untuk susunan laporan akhir
11. Selesai.

Untuk lebih jelasnya, tahapan dari penelitian ini dapat dilihat secara sederhana dalam diagram alir pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Penelitian

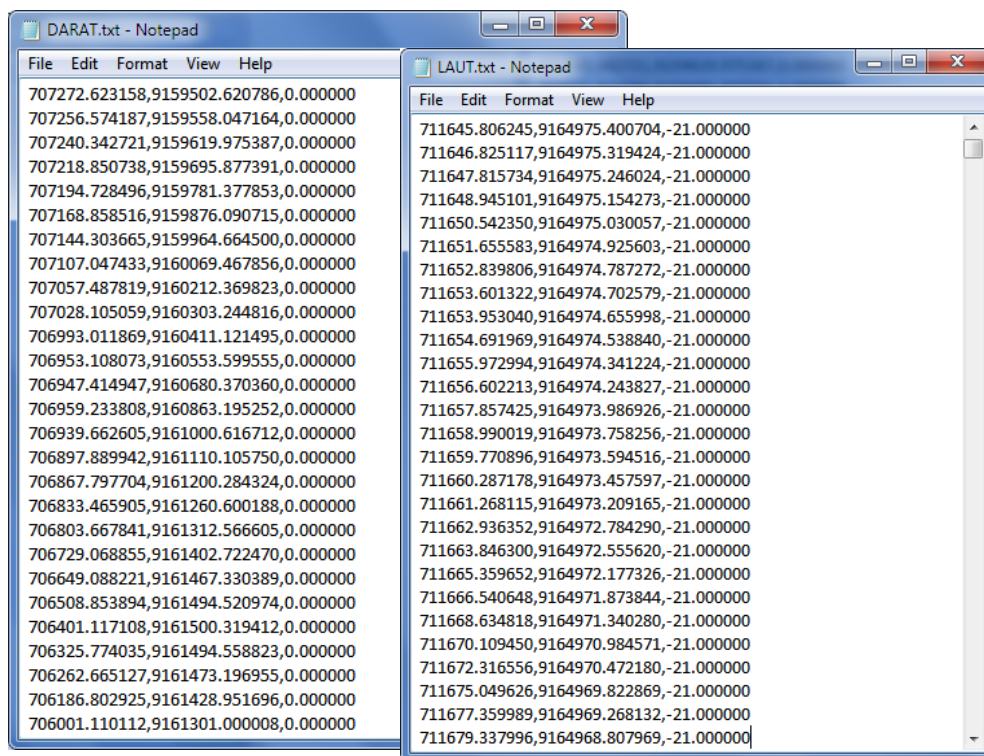
3.2 Prosedur Operasional Pemodelan

Semua data yang telah didapatkan akan diolah menggunakan *software* untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Berikut adalah beberapa tahapan yang digunakan untuk penyelesaian pemodelan:

a. Pemodelan batimetri

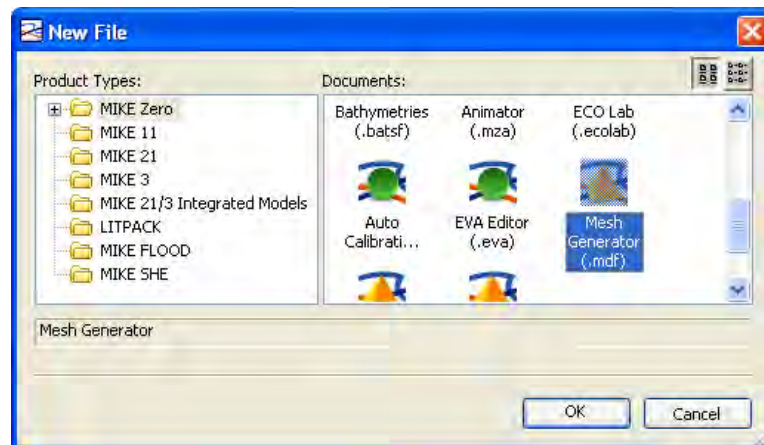
Langkah awal yang harus dilakukan pada penelitian ini yaitu pemodelan batimetri Muara Kali Porong. Gambar Muara Kali Porong yang telah digambar dalam *autocad* (.dwg) terlebih dahulu diubah ke format *.dxf. Setelah itu gambar batimetri diubah ke dalam format *.xyz, untuk mendapatkan data darat dan laut sebagai titik koordinat penggambaran batimetri pada modul *mike zero mesh generator* dengan satuan *Universal Tranverse Mercator* (UTM).

Berikut dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah data darat dan laut yang telah di dapat untuk pemodelan batimetri Muara Kali Porong.



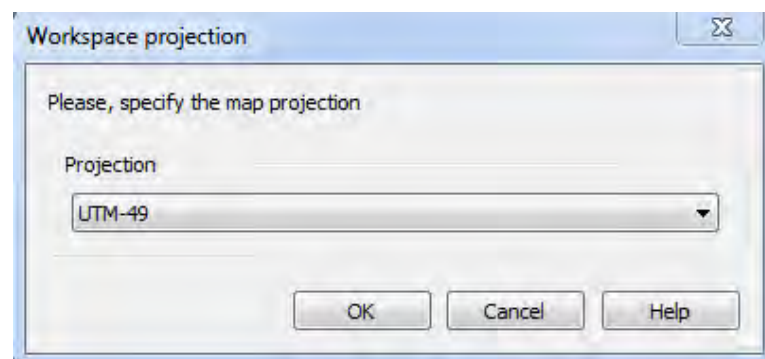
Gambar 3.2 Data Darat dan Data Laut Muara Kali Porong Dalam Format *.xyz

Selanjutnya pemodelan batimetri Muara Kali Porong menggunakan modul *mesh generator* dengan langkah pemberian proyeksi lokasi studi, dimana untuk Muara Kali Porong termasuk UTM 49. Pada gambar 3.3 dibawah ini digambarkan modul yang dapat dipilih untuk pemodelan batimetri.



Gambar 3.3 Tampilan Modul Mesh Generator

Untuk proyeksi lokasi studi dijelaskan dengan gambar pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Pemberian Proyeksi Lokasi Studi

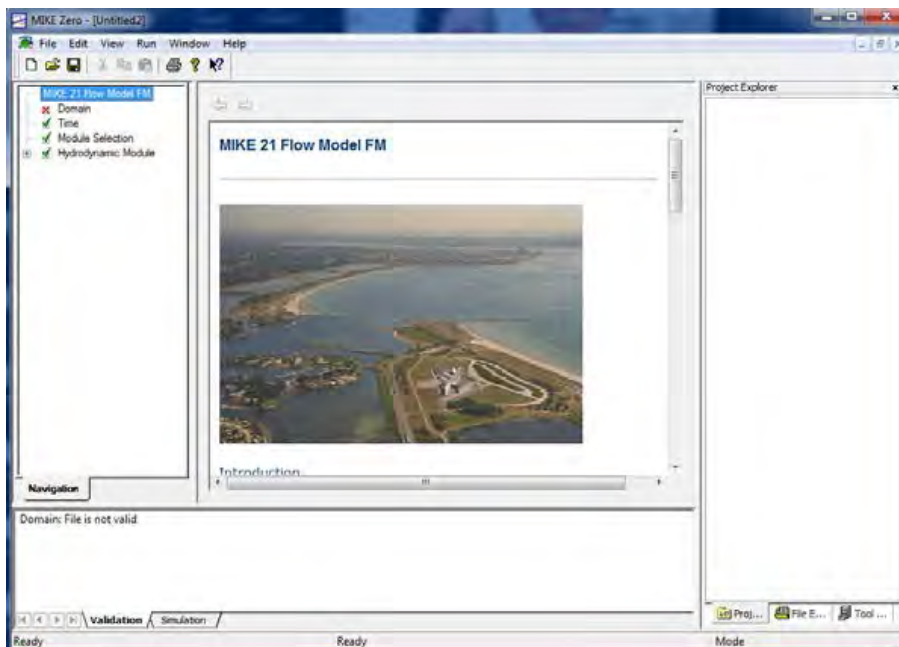
Berikut ini adalah langkah selengkapnya yang digunakan pada pemodelan batimetri :

- Untuk memasukkan data darat, Klik Data → Import Boundary, kemudian pilih lokasi dimana data darat berada.

- Selanjutnya memasukkan data laut, Klik Data → Import Scatter Data, kemudian pilih lokasi dimana data darat berada.
- Kemudian melakukan pendefinisian kondisi batas, dengan menarik garis sebagai batas area studi menggunakan 'draw arc' setelah itu melakukan pemberian nama setiap batas dengan mengklik garis batas menggunakan 'select arcs' lalu klik kanan, properties dan beri nama batas dengan angka sesuai penomoran yang diinginkan.
- Kemudian Klik Mesh → Triangulate
- Klik Mesh → Interpolate
- Terakhir, untuk menyimpan file mode batimetri adalah, Klik Mesh → Export Mesh, kemudian simpan file dalam format *.Mesh (*namafile.mesh*).

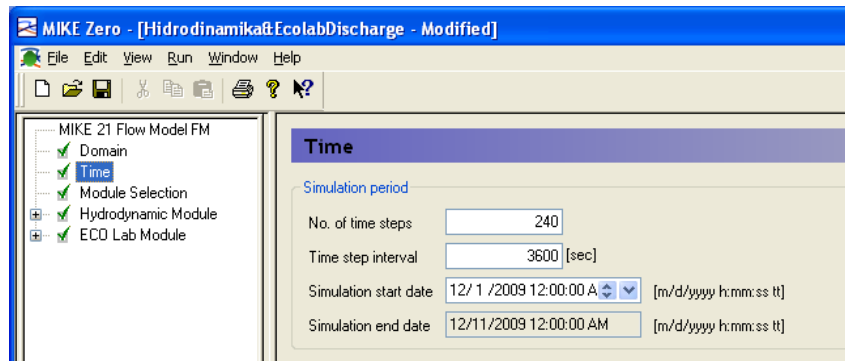
b. Pemodelan Hidrodinamika

Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi hidrodinamika pada Muara Kali Porong untuk melihat perilaku air yang dipengaruhi banyak gaya yang terjadi di perairan. Simulasi hidrodinamika menggunakan bantuan modul *flow model 21*. Dalam *flow model 21* ada beberapa option yang harus diisi, yaitu *Domain*, *Time*, dan *Module Selection*.



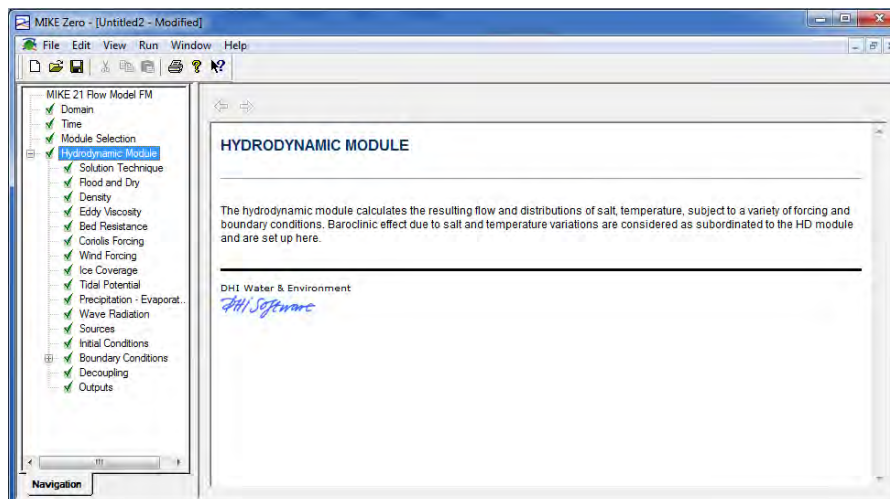
Gambar 3.5 Penjelasan Modul Hidrodinamika Pada *Software*

Simulasi dilakukan dengan ketentuan waktu sesuai keinginan lama proses simulasi. Berikut digambarkan untuk lama proses simulasi yang diinputkan untuk langkah awal.



Gambar 3.6 Periode Lama Simulasi Muara Kali Porong

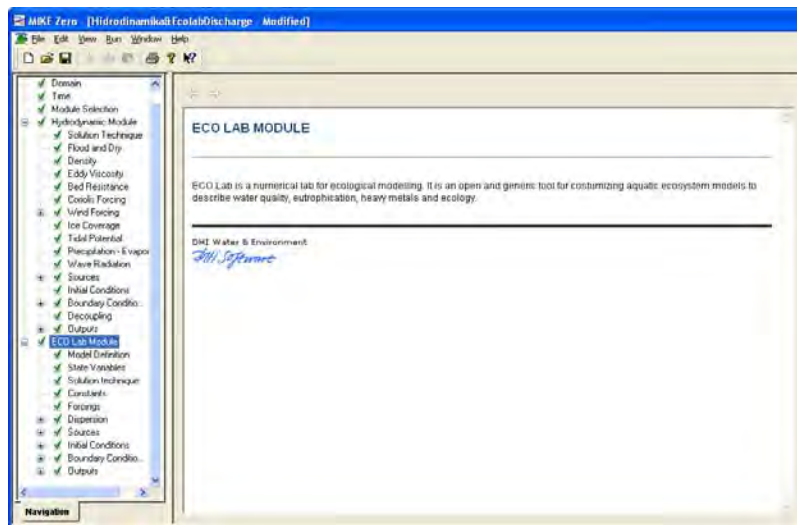
Dikarenakan penulis melakukan simulasi hidrodinamika maka module yang dipilih adalah *module Hydrodynamic*. Selanjutnya pada option hydrodynamic module akan terdapat beberapa option seperti yang terlihat dibawah ini.



Gambar 3.7 Tampilan Lengkap *Hydrodynamic Module*

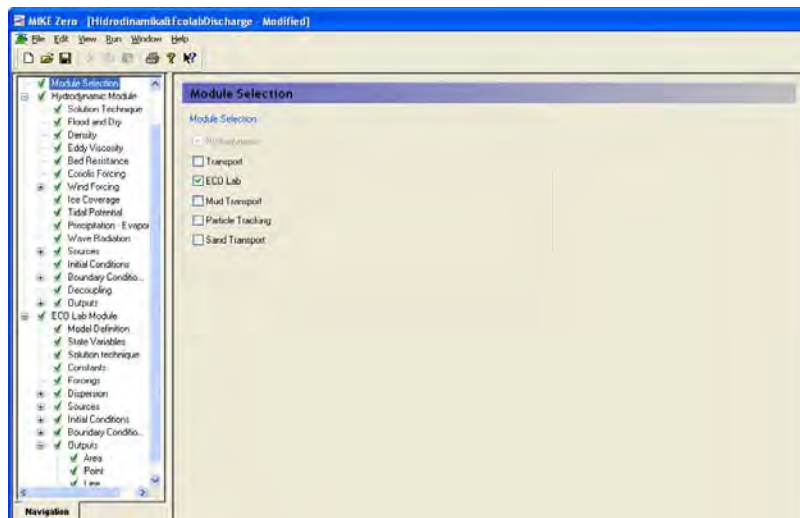
c. *Pemodelan Ecolab*

Tahap terakhir dalam penyelesaian masalah kualitas air akan menggunakan modul *ecolab*. Berikut adalah tahap-tahapan selengkapnya untuk simulasi *ecolab*.



Gambar 3.8 Tampilan Lengkap Untuk Modul *Ecolab*.

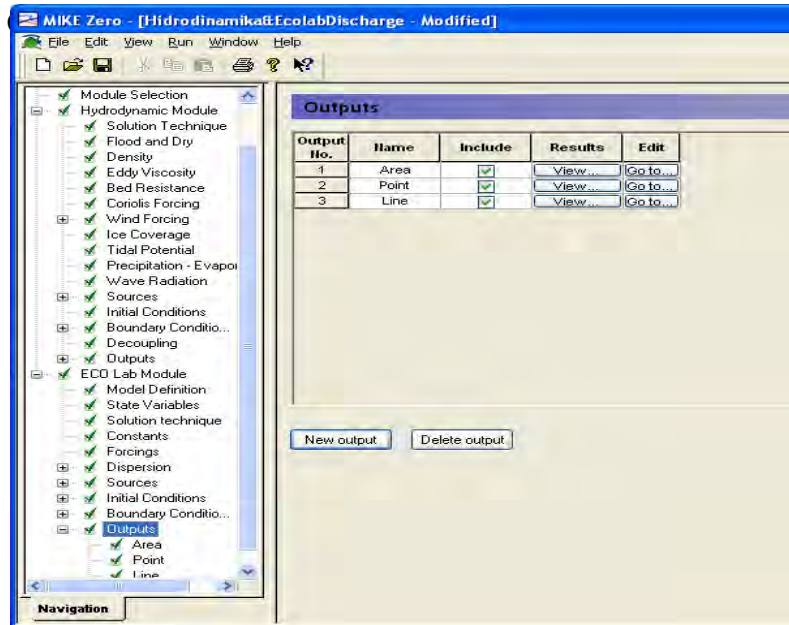
Pemodelan *ecolab* adalah pemodelan lanjutan dari pemodelan batimetri dan pemodelan hidrodinamika yang telah dilakukan sebelumnya. Sehingga, untuk langkah pengerjaan hanya tinggal meneruskan sebelumnya dengan memilih modul sebelumnya pada *module selection*.



Gambar 3.9 Pemilihan Modul yang Dibutuhkan

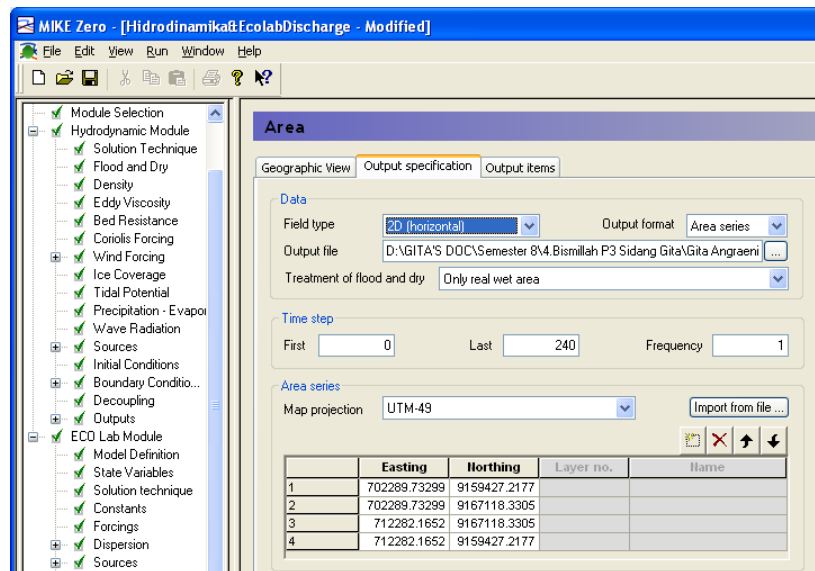
Pada simulasi penyebaran kualitas air ini memerlukan inputan yang berbeda dari simulasi hidrodinamika, yaitu berupa nilai-nilai parameter kualitas air di sekitar Muara Kali Porong yang dapat menjadi kondisi awal dalam pemodelan.

Setelah semua input yang dimiliki diproses, maka pada tahap akhir akan dapat dilihat pilihan output file yang kita inginkan. Beberapa pilihan output file tersebut digambarkan jelas dibawah ini.



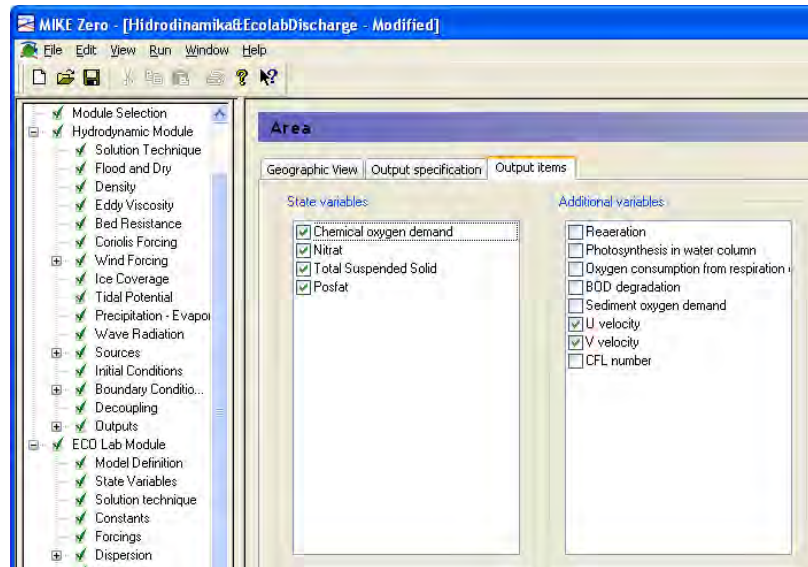
Gambar 3.10 Beberapa Pilihan Output File

Berikut adalah tampilan lengkap dari salah satu pilihan output yang disediakan yang digambarkan pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 Rincian Output Area

Sebelum melakukan run pemodelan, terlebih dahulu centang hasil output yang diinginkan, sesuai dengan permasalahan yang ingin dicari kesimpulannya.



Gambar 3.12 Hasil Ouput yang Dapat Dikeluarkan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Pemodelan

Lokasi pemodelan terletak di Muara Kali Porong yang terletak di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Secara geografis terletak antara 7.490 LS – 7.610 LS dan 112.810 BT – 112.950 BT. Batas utara, batas selatan dan batas timur daerah model berada di Selat Madura, sedangkan batas barat model berada di Kali Porong. Pada gambar 4.1 dijelaskan lokasi pemodelan pada penelitian ini.



Gambar 4.1 Lokasi Pemodelan (*Google Earth*, 2014)

4.2 Pemodelan Batimetri Muara Kali Porong

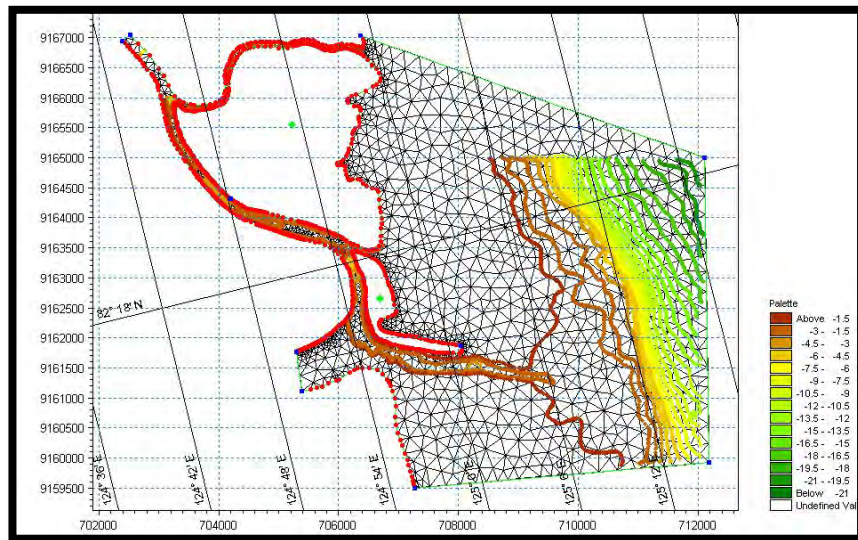
Tahap awal dalam penelitian ini adalah melakukan pemodelan untuk batimetri. Untuk pemodelan batimetri Muara Kali Porong dapat dilakukan dengan menggunakan *meshing generator* dimana input yang digunakan adalah peta batimetri Muara Kali Porong sepanjang KP 230 - KP 260 yang telah diolah sebelumnya menjadi dua data, yaitu data darat dan laut kedalam format *.xyz.

Pemodelan batimetri menggunakan grid elemen dengan informasi pembentukan sebagai berikut:

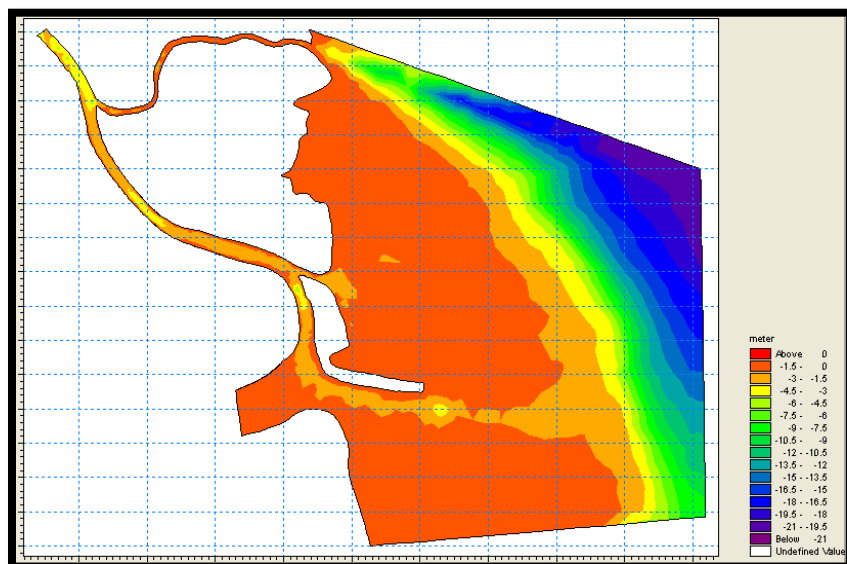
Jumlah elemen: 4617

Jumlah titik: 2871

Berikut dapat dilihat pemodelan grid Muara Kali Porong pada gambar 4.2 dan *meshing* batimetri Muara Kali Porong pada gambar 4.3.



Gambar 4.2 Pemodelan Grid Muara Kali Porong



Gambar 4.3 Meshing Batimetri Muara Kali Porong

4.3 Data Kondisi Batas Muara Kali Porong

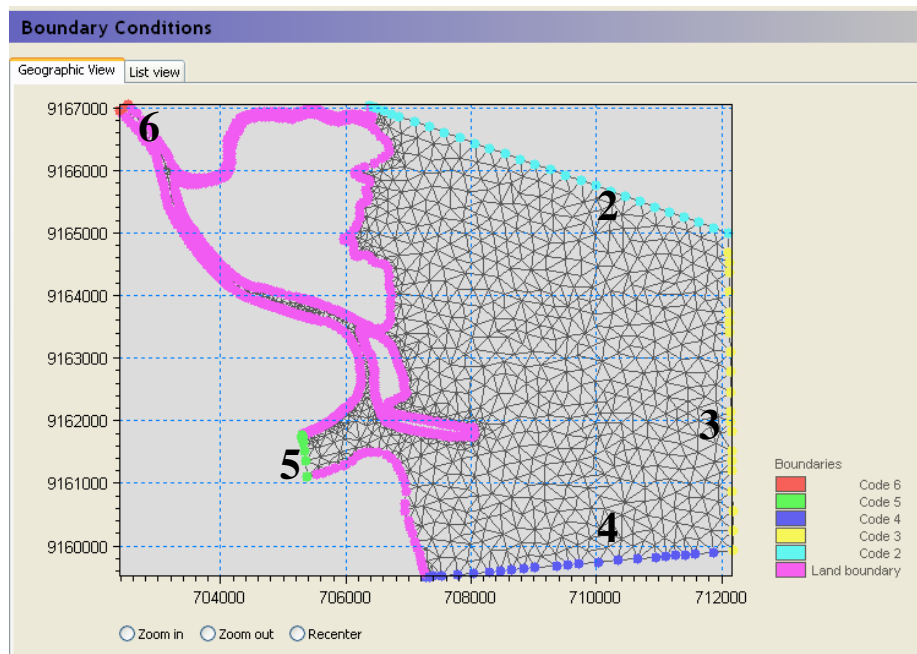
Pemodelan Muara Kali Porong dibuat menggunakan 5 (lima) kondisi batas. Dalam pemodelan data debit aliran sungai, pasang surut, kecepatan angin dan arah angin menjadi input/masukan yang diperlukan untuk tiap-tiap kondisi batas.

Berikut rincian lebih jelasnya mengenai kondisi batas (*boundary condition*) pada Muara kali Porong yang disajikan pada tabel 4.1.

Kondisi Batas	Type	Input
2	<i>Specified level</i>	Data pasang surut
3	<i>Specified level</i>	Data pasang surut
4	<i>Specified level</i>	Data pasang surut
5	<i>Land</i>	-
6	<i>Specified discharge</i>	Data debit aliran sungai

Tabel 4.1 Rincian Kondisi Batas Muara Kali Porong

Pada gambar 4.4 dijelaskan mengenai pemberian kondisi batas pada pemodelan Muara Kali Porong.



Gambar 4.4 Kondisi Batas Pada Pemodelan Muara Kali Porong

4.4 Parameter Pemodelan Muara Kali Porong

Parameter yang dimasukkan pada perhitungan hidrodinamika akan menghasilkan output berupa arus dan perubahan elevasi muka air akibat pasang surut pada Muara Kali Porong. Tabel 4.2 dibawah ini mennyajikan parameter pemodelan pada Muara Kali Porong.

No	Keterangan	Nilai
1	<i>No. of times steps</i>	240 steps
2	<i>Time step interval</i>	3600 s
3	<i>Output simulation</i>	240 hr (10 days)
4	<i>Input simulation</i>	Batimetri Muara Kali Porong
		Data pasang surut
		Debit aliran sungai
		Kecepatan angin
		Arah angin

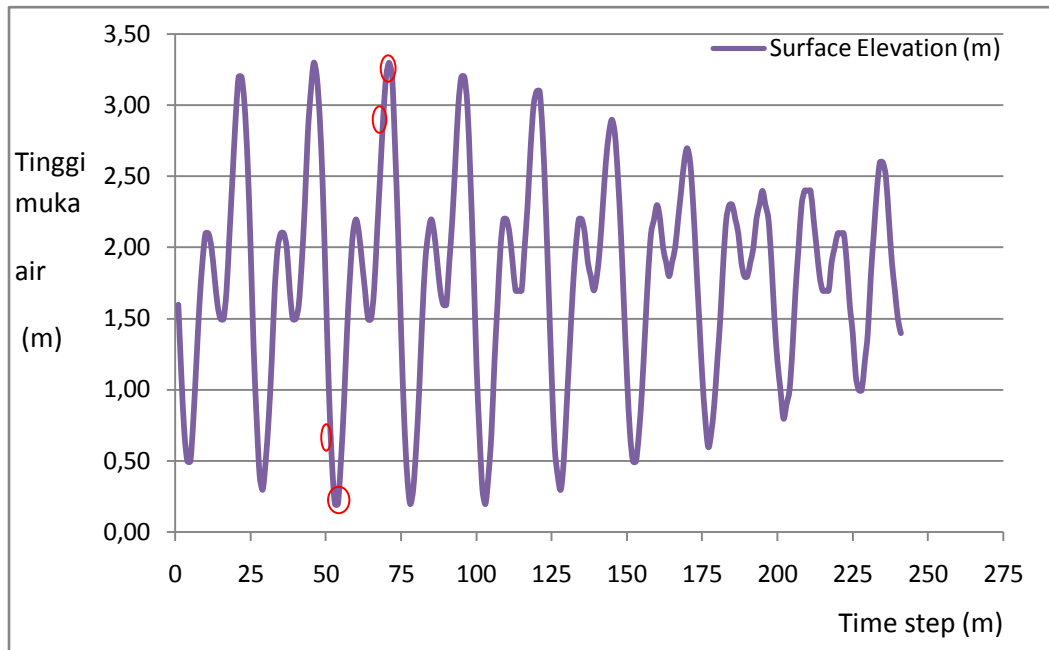
Tabel 4.2 Parameter Pemodelan Muara Kali Porong

4.5 Hasil Pemodelan Hidrodinamika Muara Kali Porong

4.5.1 Hasil Simulasi dan Analisa Hidrodinamika

Hidrodinamika mensimulasikan variasi tinggi muka air laut dan aliran arus yang dibangkitkan oleh beberapa sumber, seperti pasang surut, angin, debit, refraksi gelombang, dan lain sebagainya. Simulasi hidrodinamika pada model harus dilakukan untuk melihat perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan di *open model boundaries*.

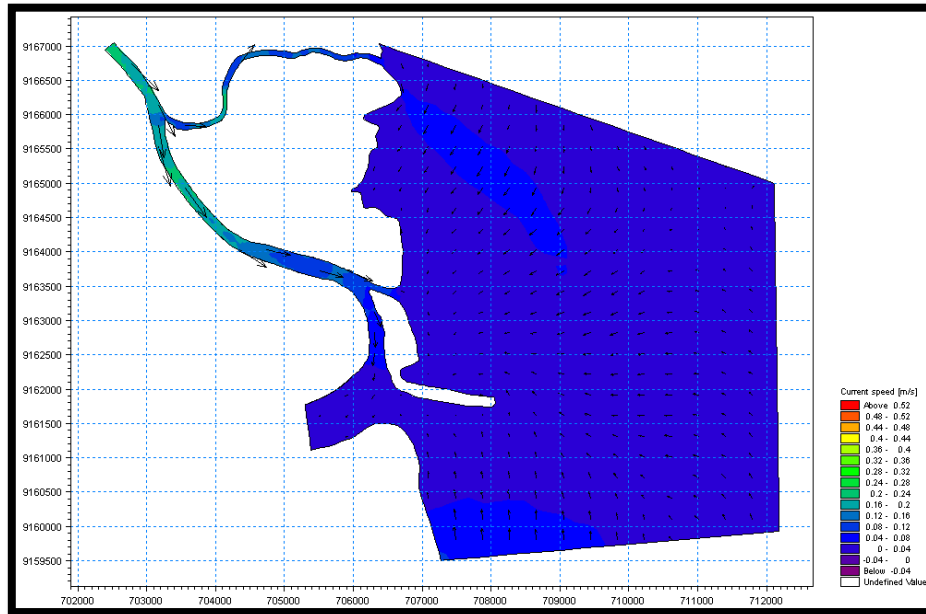
Saat pasang tertinggi, muka air mencapai 3.3 m yang terjadi *time step* ke 71 pada pemodelan. Sementara saat surut terendah, tinggi muka air adalah 0.27 m yang terjadi *time step* ke 54 dari pemodelan. Untuk kondisi menuju pasang berada pada *time step* ke 69 dengan tinggi muka air 2.89 m dan kondisi menuju surut berada pada *time step* ke 52 dengan tinggi muka air 0.64 m . Gambar 4.5 menyajikan grafik pasang surut yang terjadi pada Muara Kali Porong.



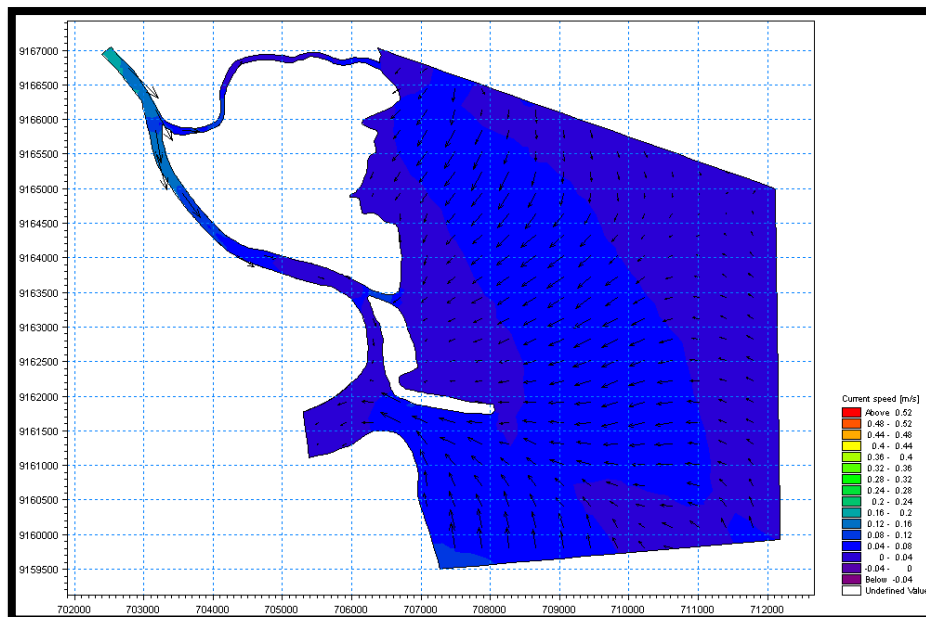
Gambar 4.5 Grafik Pasang Surut Muara Kali Porong

Output dari pemodelan hidrodinamika ialah pola arus dan elevasi muka air di Muara Kali Porong (kawasan selat madura) untuk kondisi menuju pasang, pasang tertinggi, menuju surut dan surut terendah.

Pola arus pada Muara Kali Porong saat menuju kondisi pasang dapat dilihat pada gambar 4.6 dan pola arus Muara Kali Porong saat kondisi pasang disajikan pada gambar 4.7. Sedangkan gambar 4.9 menyajikan pola arus Muara Kali Porong saat kondisi menuju surut dan gambar 4.10 menjelaskan pola arus saat kondisi surut terendah.

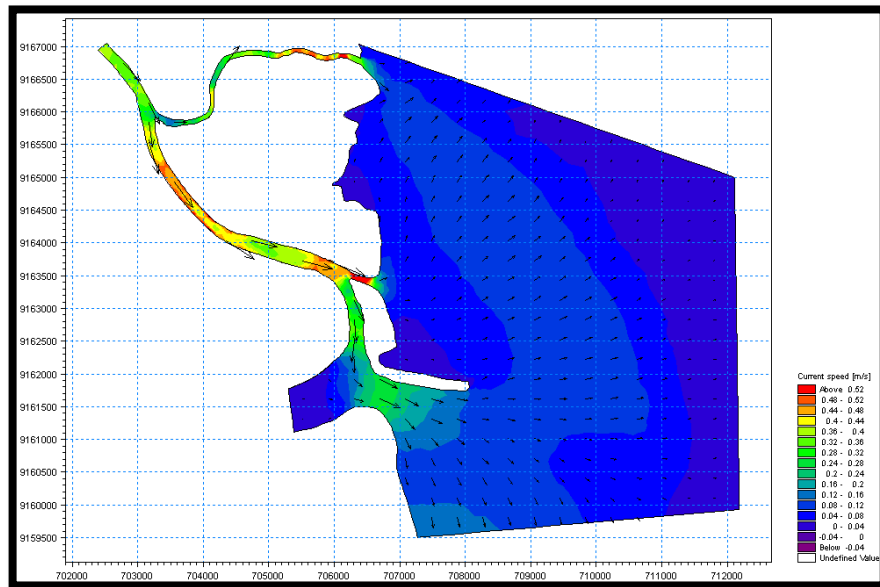


Gambar 4.6 Pola Arus Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Pasang

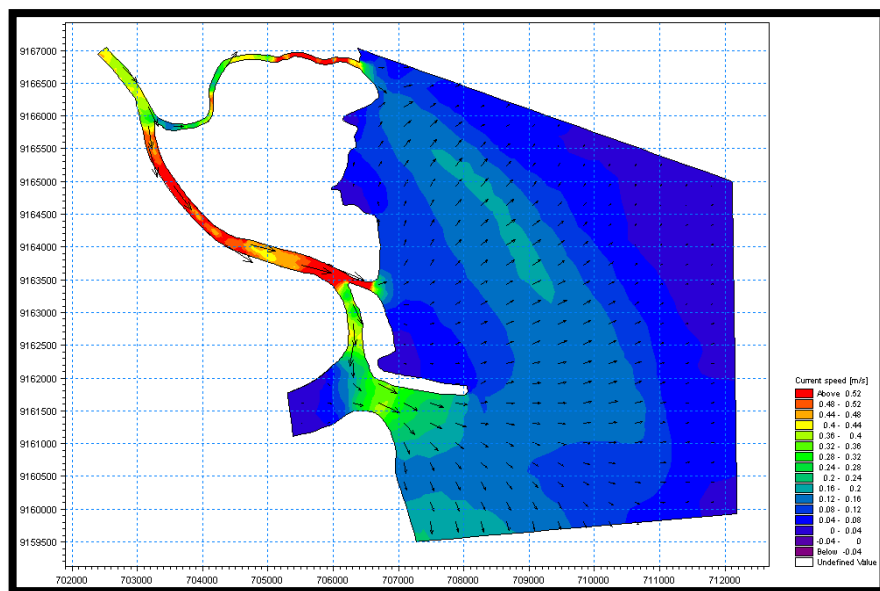


Gambar 4.7 Pola Arus Di Muara Porong Saat Kondisi Pasang Tertinggi

Dari gambar 4.6 dan gambar 4.7 diatas dapat dilihat bahwa saat kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi arus bergerak ke arah hulu atau menuju badan sungai.



Gambar 4.8 Pola Arus Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Surut



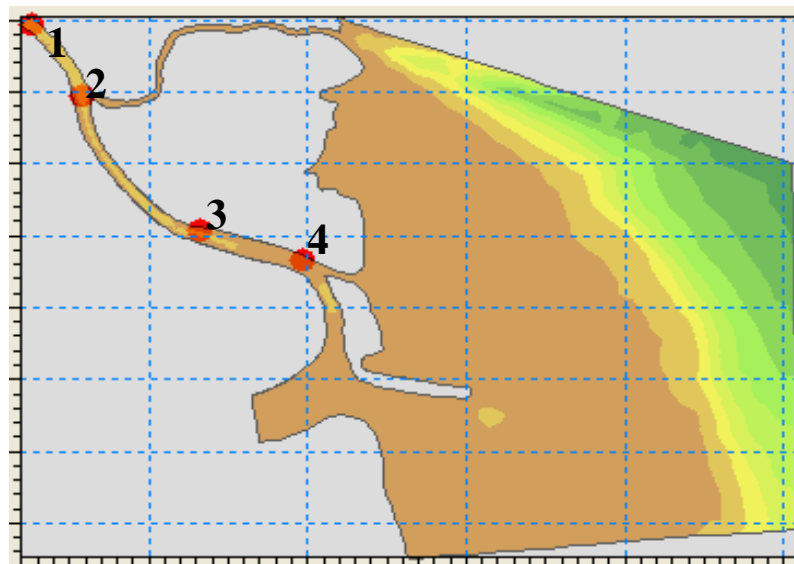
Gambar 4.9 Pola Arus Di Muara Porong Saat Kondisi Surut Terendah

Pada gambar 4.8 dan gambar 4.9 diatas dapat dilihat bahwa saat kondisi menuju surut dan surut terendah arus bergerak ke arah hilir atau menuju muara sungai.

Dari hasil pelaksanaan simulasi hidrodinamika seperti yang ditunjukkan pada gambar pola arus di atas terlihat bahwa arus di perairan Muara Kali Porong bergerak bolak-balik mengikuti pola pasang surut di perairan tersebut. Besar kecepatan arus di badan sungai dari hasil simulasi adalah sekitar 0.0 – 0.5 m/s, sementara di daerah muara, kecepatan arus sedikit lebih kecil, yaitu sekitar 0.0 – 0.3 m/s.

4.5.2 Validasi Hasil Model Hidrodinamika Muara Kali Porong

Validasi merupakan langkah yang bertujuan untuk mengukur sejauh mana hasil model mendekati kondisi sebenarnya. Perhitungan akurasi memakai hasil model dengan output dalam point. Gambar 4.11 dibawah ini memperlihatkan beberapa titik lokasi output yang menjadi acuan dalam melakukan validasi model.



Gambar 4.10 Lokasi Output Point

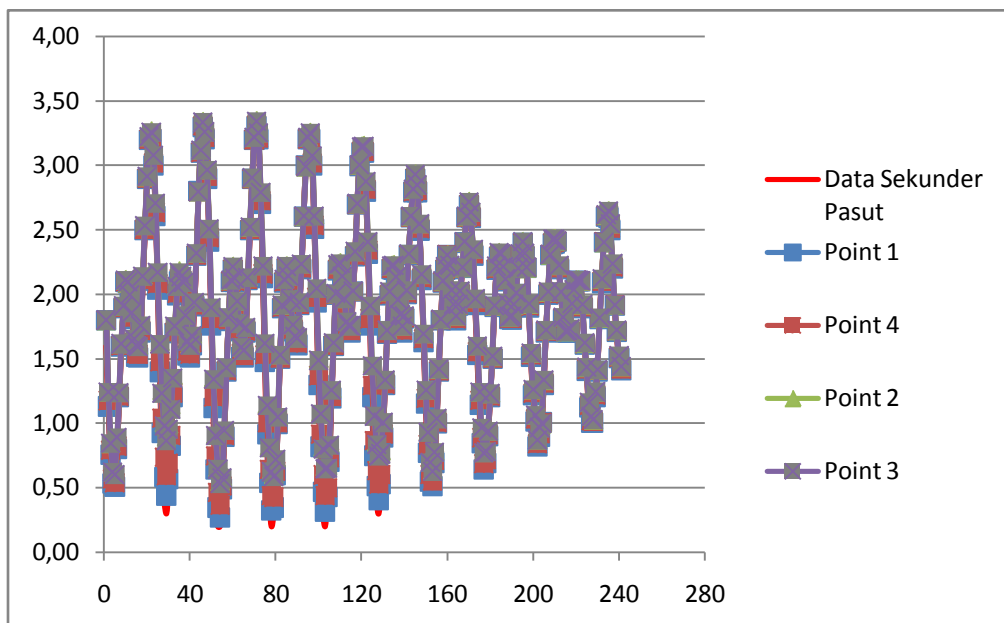
Menguji akurasi model hidrodinamika akan dilakukan kalibrasi dengan parameter pasang surut. Metode kalibrasi yang digunakan dalam penelitian ini

adalah *root mean square error* (RMSE) dan persentase kesalahan. Berikut ini adalah hasil perhitungan kalibrasi model untuk keempat point yang ditinjau yang disajikan pada tabel 4.3.

Letak	RMSE	Error (%)
Point 1	0,1515251	2,948244947
Point 2	0,1422913	2,712450542
Point 3	0,0766318	1,240078169
Point 4	0,042126	1,25663045

Tabel 4.3 Kalibrasi Hasil Model

Grafik 4.6 dibawah ini menggambarkan hasil kalibrasi model hidrodinamika Muara Kali Porong yang telah dilakukan.



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Dengan Hasil Model

Merujuk pada kalibrasi pada empat lokasi di Muara Kali Porong, dapat dilihat bahwa kalibrasi hasil model semuanya masih dapat diterima karena nilai kesalahan model yang relative kecil dengan keadaan nyata.

4.6 Pemodelan Distribusi Parameter Kualitas Air Muara Kali Porong

Pemodelan penyebaran parameter-parameter kualitas air Muara Kali Porong akan dilakukan dengan modul *ecolab*. Penyebaran yang akan dilihat adalah nilai indikator COD, nitrat, TSS, dan posfat pada Muara Kali Porong. Pemodelan menggunakan modul *ecolab* ini dapat dilakukan setelah menyelesaikan pemodelan batimetri dan model hidrodinamika pada Muara Kali Porong.

4.6.1 Parameter Pemodelan Ecolab

Pada modul *ecolab* parameter yang butuh di inputkan sama dengan pemodelan hidrodinamika, karena pada dasarnya pemodelan ini bersifat lanjutan dari pemodelan sebelumnya. Perbedaan parameter input hanya terletak pada nilai-nilai indikator kualitas air yang perlu dimasukkan. Berikut dijelaskan pada tabel 4.3 tentang kondisi awal yang menjadi input pada pemodelan Muara Kali Porong.

Titik	Kode Sampel	COD (mg/L)	Total N (mg/L)	Total P (mg/L)	TSS (mg/L)
1	11/12 16:10	20,00	14,46	0,34	30,00
2	11/12 16:40	34,00	13,46	0,43	14,00
3	11/13 09:40	17,00	14,00	0,30	20,00
4	11/13 10:05	14,00	3,87	0,26	26,00

Tabel 4.3 Kondisi Awal Pemodelan EcoLab Muara Kali Porong (Sumber: Laboratorium Kualitas Lingkungan, Teknik Lingkungan, FTSP, ITS).

4.6.2 Hasil Simulasi dan Analisa Distribusi Parameter Kualias Air Muara Kali Porong

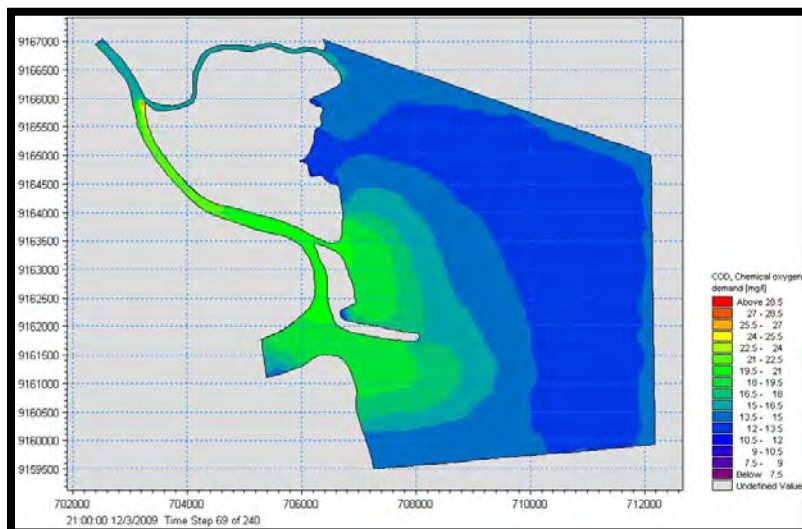
EcoLab mensimulasikan kualitas air pada Muara Kali Porong. Simulasi *ecolab* pada model harus dilakukan setelah memodelkan hidrodinamika yang

dipengaruhi oleh beberapa sumber, seperti pasang surut, angin, debit, refraksi gelombang, dan lain sebagainya.

Hasil output yang diambil sama dengan halnya pada simulasi hidrodinamika, yaitu akan diperlihatkan untuk empat kondisi. Pada saat pasang tertinggi yang terjadi di *time step* ke 71 pada pemodelan. Sementara saat surut terendah yang terjadi di *time step* ke 54 dari pemodelan. Untuk kondisi menuju pasang berada pada *time step* ke 69 dan kondisi menuju surut berada pada *time step* ke 52.

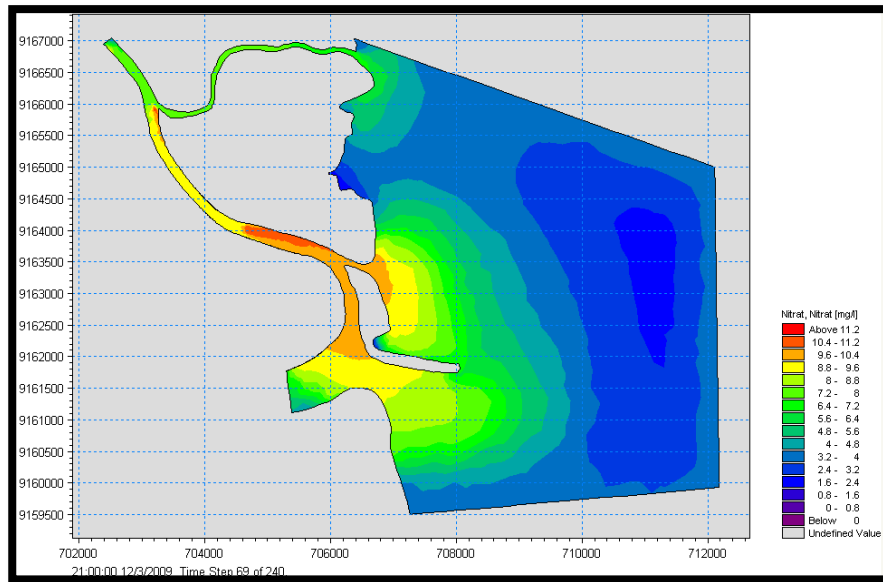
Output dari pemodelan pemodelan *ecolab* ini adalah pola penyebaran parameter kualitas air. Sehingga dapat dilihat distribusinya dalam waktu tertentu untuk melihat apakah kualitas air pada Muara Kali Porong masih dalam lingkup aman sesuai baku mutu yang diijinkan.

Berikut disajikan distribusi COD, nitrat, posfat, dan TSS di Muara Kali Porong saat menuju kondisi pasang yang dapat dilihat pada gambar 4.12, gambar 4.13, gambar 4.14, dan gambar 4.15. Pada pemodelan akan menghasilkan nilai sebaran parameter kualitas air dengan perbedaan warna-warna yang dimulai dari warna terang hingga gelap. Warna paling terang menggambarkan nilai sebaran yang paling tinggi dan warna paling gelap akan menggambarkan nilai sebaran paling rendah.



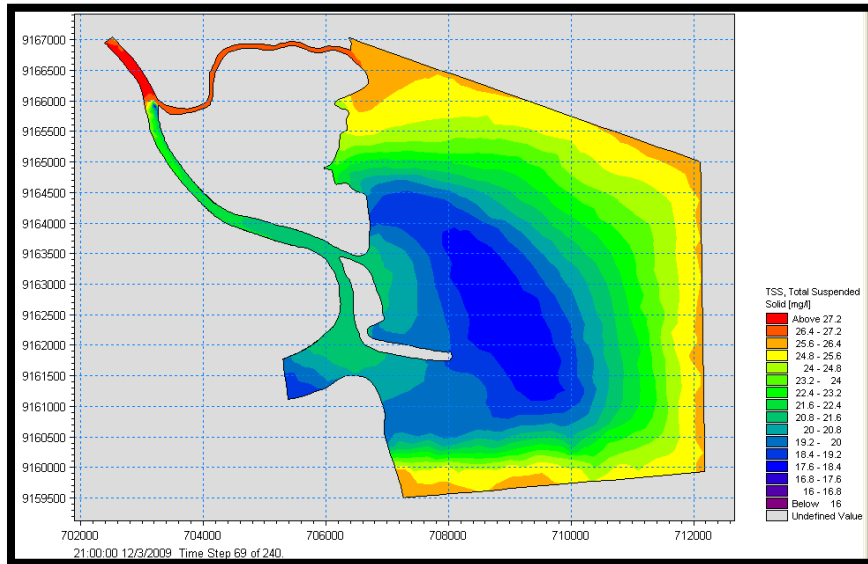
Gambar 4.12 Distribusi COD Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Pasang

Dari gambar 4.12 diperoleh informasi bahwa untuk sebaran COD akan besar di badan sungai dan akan mengecil di sekitar muara. Pada sekitar badan sungai nilai COD akan mencapai 28.5 mg/L yang ditandai warna merah pada pemodelan. Pada muara nilai COD paling besar hanya 18 mg/L yang ditandai warna hijau terang.



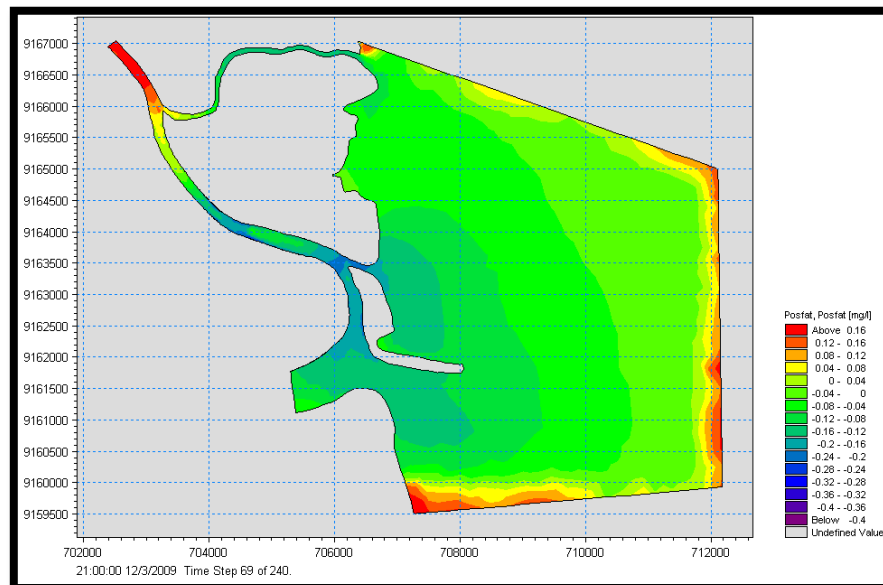
Gambar 4.13 Distribusi Nitrat Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Pasang

Pada gambar 4.13 diperoleh informasi bahwa untuk sebaran nilai nitrat akan akan besar di badan sungai dan di sudut pertemuan cabang muara dengan nilai berkisar 11.2 mg/L. Sedangkan di muara akan mengecil dengan nilai paling tinggi sekitar 9.6 mg/L.



Gambar 4.14 Distribusi TSS Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Pasang

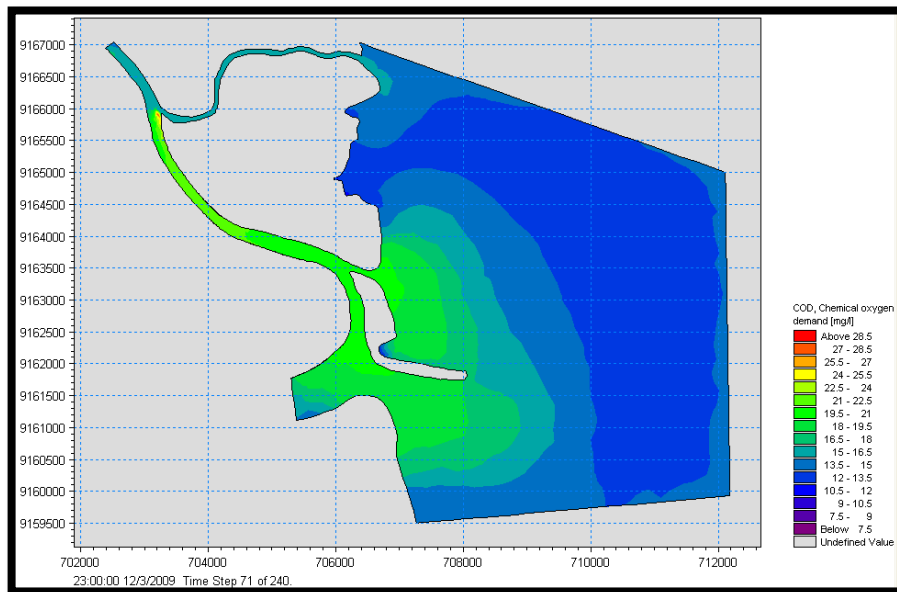
Pada gambar 4.14 sebaran nilai TSS dapat dilihat paling tinggi terdapat pada ujung dari badan sungai sekitar 27.2 mg/L. Lalu nilai tinggi juga ditemukan pada ujung akhir batimetri dengan nilai 26.4 mg/L.



Gambar 4.15 Distribusi Posfat Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Pasang

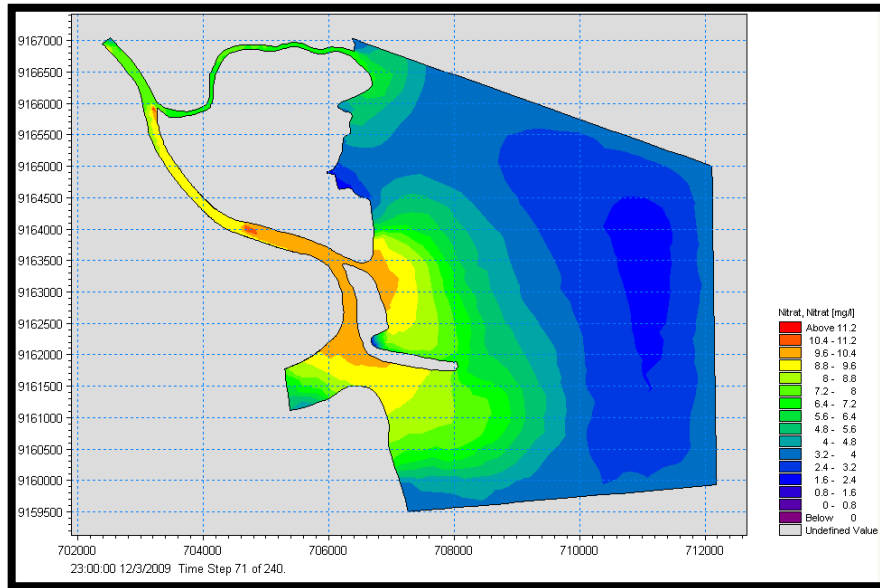
Untuk nilai posfat dijelaskan pada gambar 4.15, bahwa nilai posfat di badan sungai dan muara tidak banyak berbeda atau hampir menyebar rata yaitu bernilai 0 – 0.16 mg/L.

Distribusi COD, nitrat, posfat, dan TSS di Muara Kali Porong saat kondisi pasang tertinggi disajikan pada gambar 4.16, gambar 4.17, gambar 4.18 dan gambar 4.19 dibawah ini.



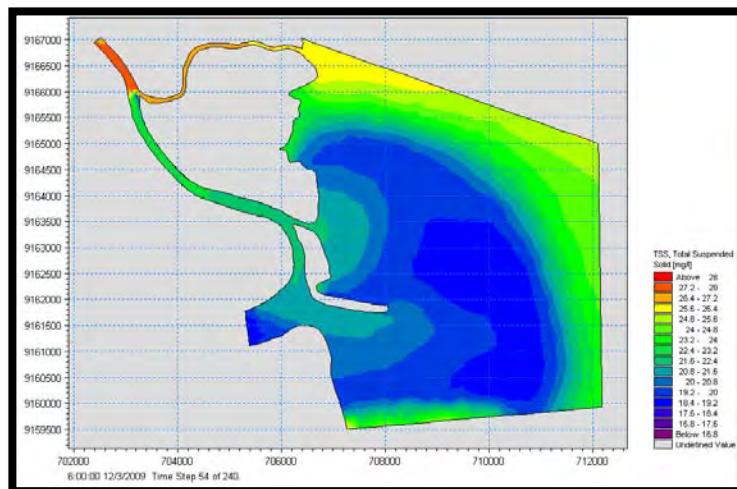
Gambar 4.16 Distribusi COD Di Muara Porong Saat Kondisi Pasang Tertinggi

Pada gambar 4.16 diperoleh informasi bahwa untuk sebaran COD akan besar di badan sungai dan akan mengecil di sekitar muara. Pada sekitar badan sungai nilai COD akan mencapai 28.5 mg/L yang ditandai warna merah pada pemodelan. Pada muara nilai COD paling besar hanya 19.5 mg/L yang ditandai warna hijau terang.



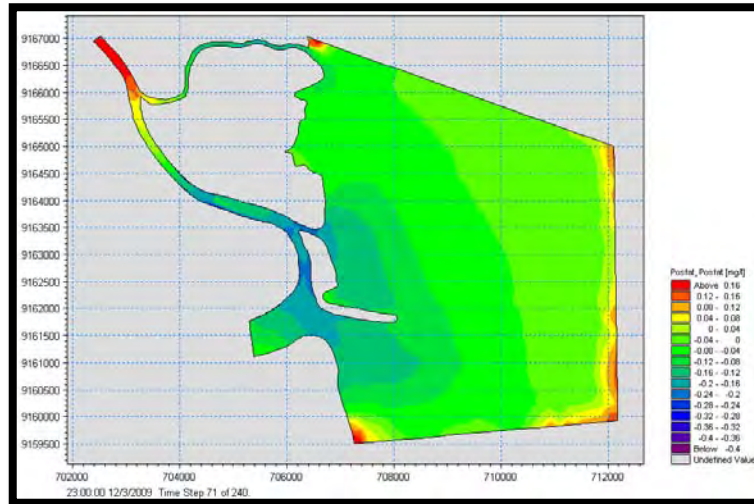
Gambar 4.17 Distribusi Nitrat Di Muara Porong Saat Kondisi Pasang Tertinggi

Dari gambar 4.17 diperoleh informasi bahwa untuk sebaran nilai nitrat akan akan besar di badan sungai dan di sudut pertemuan cabang muara sungai dengan nilai berkisar 11.2 mg/L. Sedangkan di muara akan mengecil dengan nilai paling tinggi sekitar 9.6 mg/L.



Gambar 4.18 Distribusi TSS Di Muara Porong Saat Kondisi Pasang Tertinggi

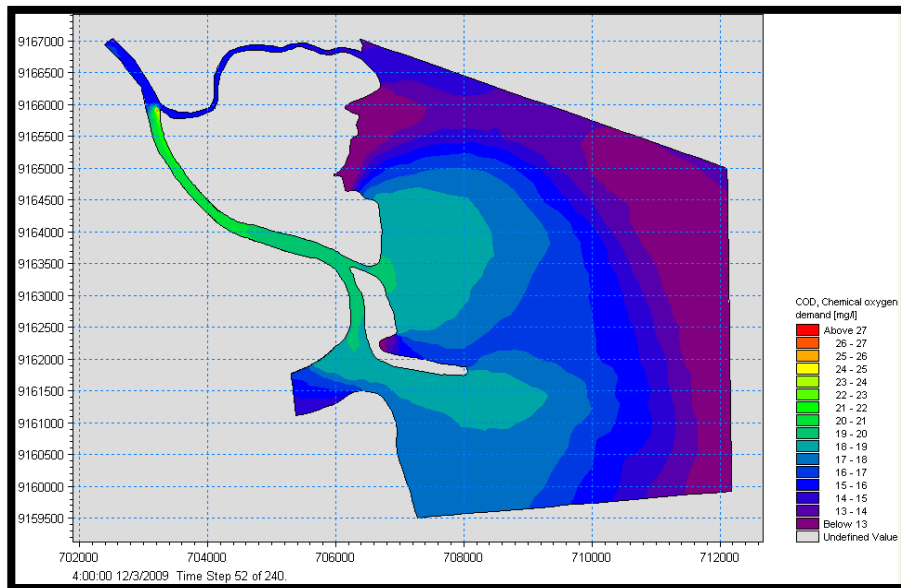
Pada gambar 4.18 sebaran nilai TSS dapat dilihat paling tinggi terdapat pada ujung dari badan sungai sekitar 28 mg/L. Lalu nilai tinggi juga ditemukan pada ujung akhir batimetri dengan nilai 26.4 mg/L.



Gambar 4.19 Distribusi Posfat Di Muara Porong Saat Kondisi Pasang Tertinggi

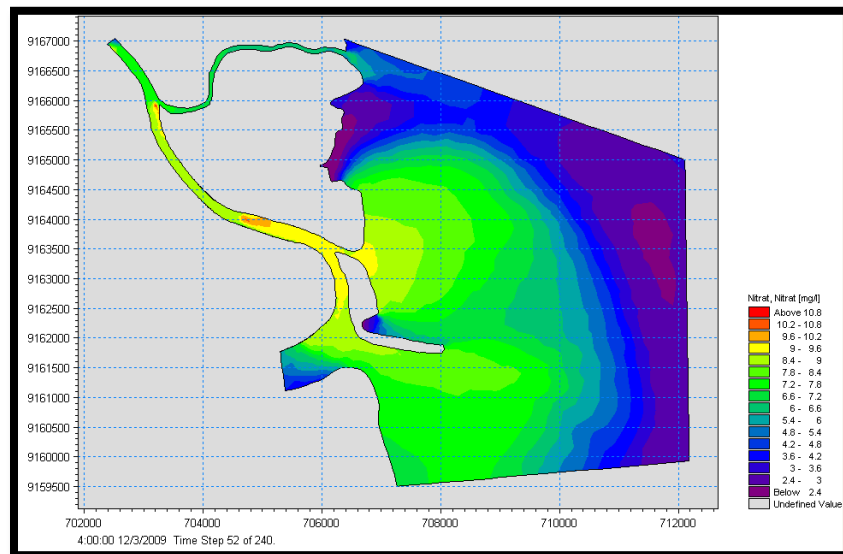
Untuk nilai posfat dijelaskan pada gambar 4.19, bahwa nilai posfat di badan sungai dan muara tidak banyak berbeda atau hampir menyebar rata yaitu bernilai 0 – 0.16 mg/L.

Pada gambar 4.20, gambar 4.21, gambar 4.22 dan gambar 4.23 dibawah ini disajikan distribusi COD, nitrat, posfat, dan TSS di Muara Kali Porong saat kondisi menuju surut.



Gambar 4.20 Distribusi COD Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Surut

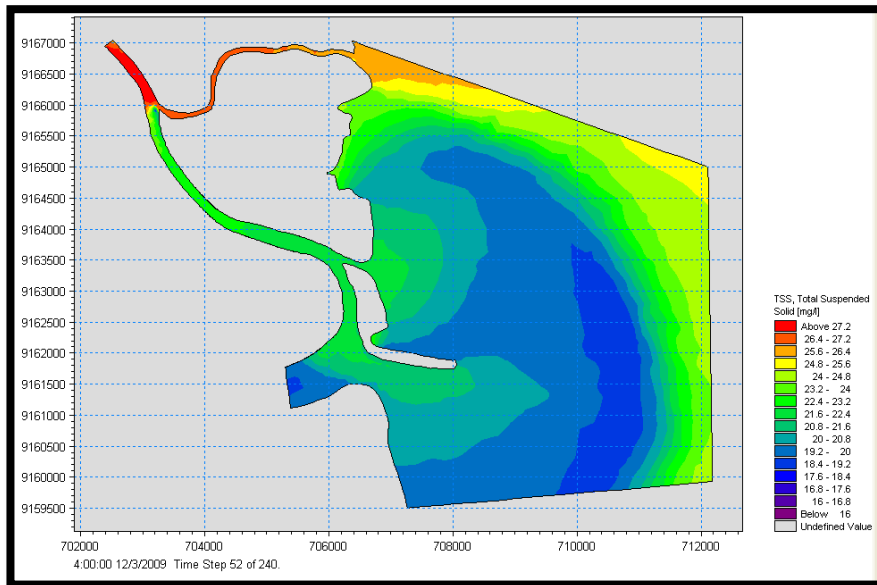
Saat kondisi surut sebaran nilai COD tidak berbeda jauh saat kondisi pasang. Dilihat dari gambar 4.20 nilai COD pada badan sungai mengalami penurunan menjadi 27 mg/L. Pada muara nilai COD hanya mengalami sedikit kenaikan pada muara menjadi 19 mg/L.



Gambar 4.21 Distribusi Nitrat Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Surut

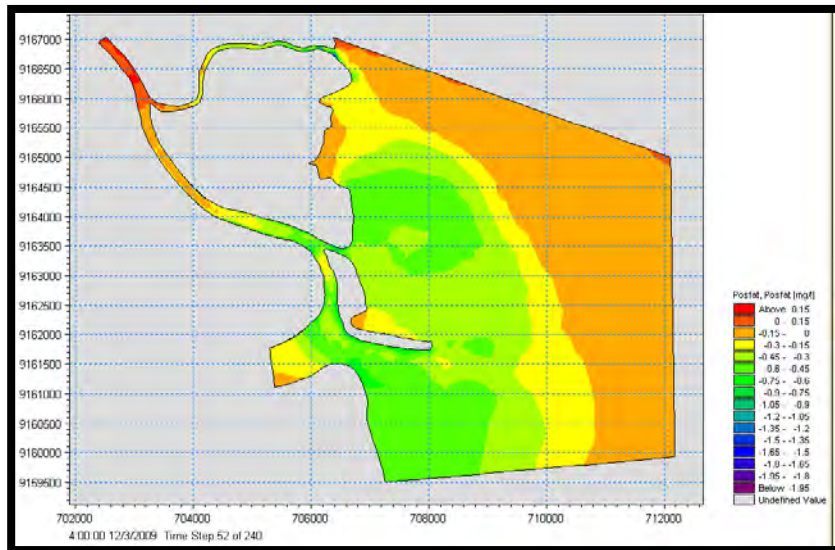
Nilai nitrat yang dijelaskan pada gambar 4.21 diatas, pada badan sungai dan muara memiliki nilai sebaran yang sama saat pasang. Namun, di kondisi

surut ini daerah muara mengalami perluasan area dengan nilai nitrat sebesar 9.6 mg/L.



Gambar 4.22 Distribusi TSS Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Surut

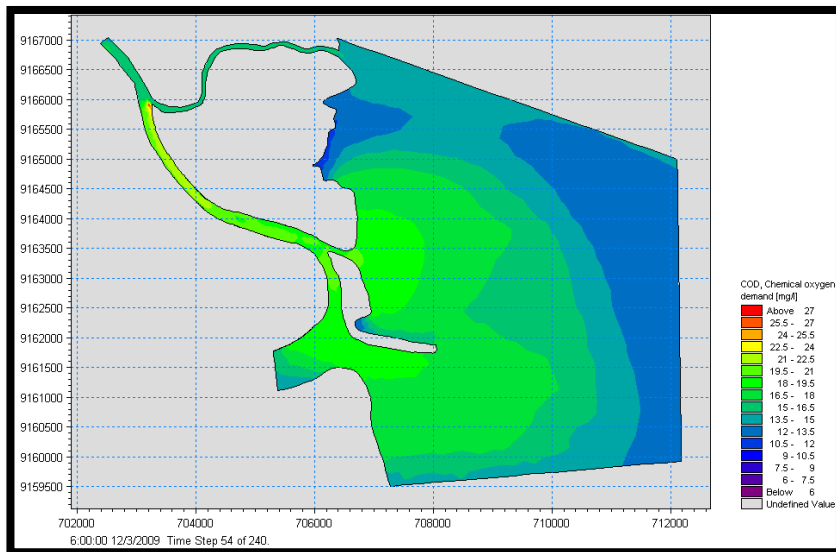
Distribusi nilai TSS pada badan sungai dan muara memiliki nilai sebaran yang sama saat pasang dapat dilihat pada gambar 4.22. Namun, di kondisi surut ini daerah badan sungai mengalami penurunan nilai menjadi 27.2 mg/L/



Gambar 4.23 Distribusi Posfat Di Muara Porong Saat Kondisi Menuju Surut

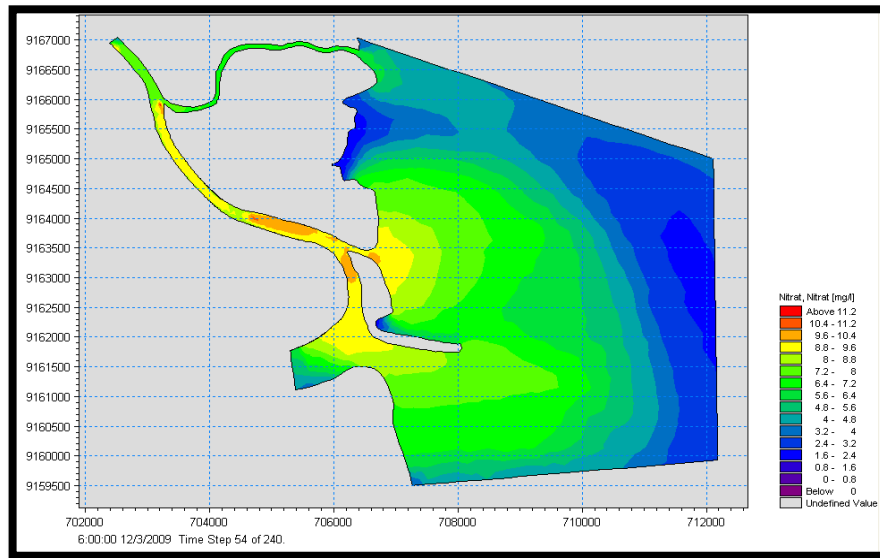
Dari gambar 4.23 dijelaskan untuk nilai posfat baik di badan sungai maupun muara hampir sama seperti saat kondisi pasang, hampir menyebar rata dengan nilai 0-0.16 mg/L.

Berikutnya adalah gambar 4.24, gambar 4.25, gambar 4.26, dan gambar 4.27 dibawah ini menjelaskan distribusi COD, nitrat, posfat, dan TSS saat kondisi surut terendah.



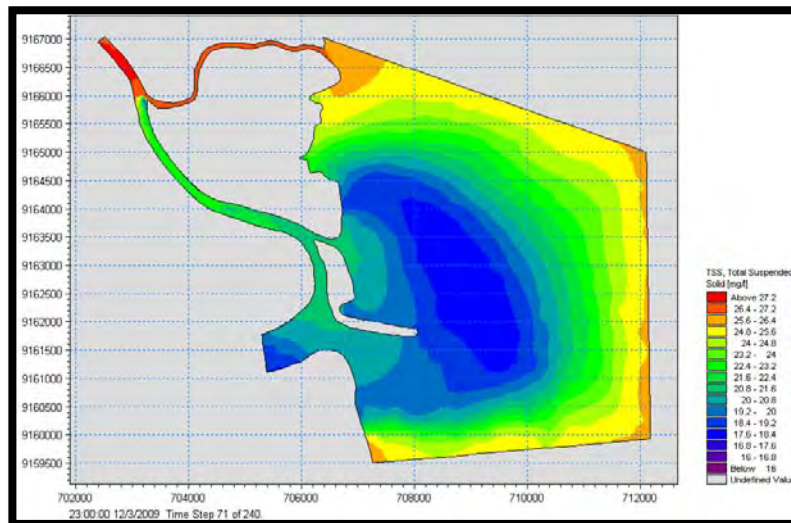
Gambar 4.24 Distribusi COD Di Muara Porong Saat Kondisi Surut Terendah

Saat kondisi surut terendah sebaran nilai COD tidak berbeda jauh saat kondisi pasang. Dilihat dari gambar 4.24 nilai COD pada badan sungai mengalami penurunan menjadi 27 mg/L. Pada muara nilai COD hanya mengalami sedikit kenaikan pada muara menjadi 21 mg/L.



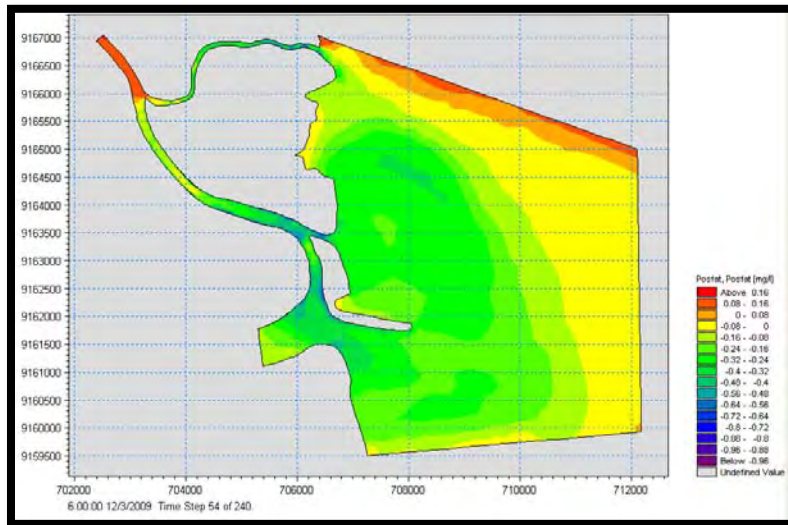
Gambar 4.25 Distribusi Nitrat Di Muara Porong Saat Kondisi Surut Terendah

Untuk nilai nitrat yang dijelaskan pada gambar 4.25 diatas, pada badan sungai dan muara memiliki nilai sebaran yang sama saat pasang. Namun, di kondisi surut ini daerah muara mengalami perluasan area dengan nilai nitrat sebesar 9.6 mg/L.



Gambar 4.26 Distribusi TSS Di Muara Porong Saat Kondisi Surut Terendah

Distribusi nilai TSS pada badan sungai dan muara memiliki nilai sebaran yang sama saat pasang terlihat pada gambar 4.26. Namun, di kondisi surut ini daerah badan sungai mengalami penurunan nilai menjadi 27.2 mg/L.



Gambar 4.27 Distribusi Posfat Di Muara Porong Saat Kondisi Surut Terendah

Dari gambar 12 dijelaskan untuk nilai posfat baik di badan sungai maupun muara hampir sama seperti saat kondisi pasang, hampir menyebar rata dengan nilai 0-0.16 mg/L.

Dari hasil simulasi pemodelan penyebaran parameter kualitas air menggunakan modul *ecolab* terlihat bahwa pada saat kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi, nilai COD di badan sungai dari hasil simulasi adalah sekitar 16.5 – 28.5 mg/L, sementara di daerah muara sedikit lebih kecil, sekitar 10.5 – 19.5 mg/L. Untuk nilai nitrat di badan sungai adalah sekitar 5.6 – 11.2 mg/L, sementara di daerah muara, sekitar 1.6 – 9.6 mg/L. Besar nilai TSS di badan sungai adalah sekitar 20.8 – 28 mg/L, sementara di daerah muara, yaitu sekitar 17.6 – 26.4 mg/L. Sedangkan nilai posfat di badan sungai adalah sekitar 0 – 0.16 mg/L, sementara di daerah muara, yaitu sekitar 0 – 0.16 mg/L.

Pada saat kondisi menuju surut dan surut terendah, nilai COD di badan sungai dari hasil simulasi adalah sekitar 18 – 27 mg/L, sementara di daerah

muara yaitu sekitar 10.5 – 21 mg/L. Untuk nilai nitrat di badan sungai adalah sekitar 6 – 11.2 mg/L, sementara di daerah muara sekitar 1.6 – 9.6 mg/L. Besar nilai TSS di badan sungai adalah sekitar 20 – 27.2 mg/L, sementara di daerah muara, sekitar 18.4 – 26.4 mg/L. Sedangkan nilai posfat di badan sungai adalah sekitar 0 – 0.16 mg/L, sementara di daerah muara, yaitu sekitar 0 – 0.16 mg/L.

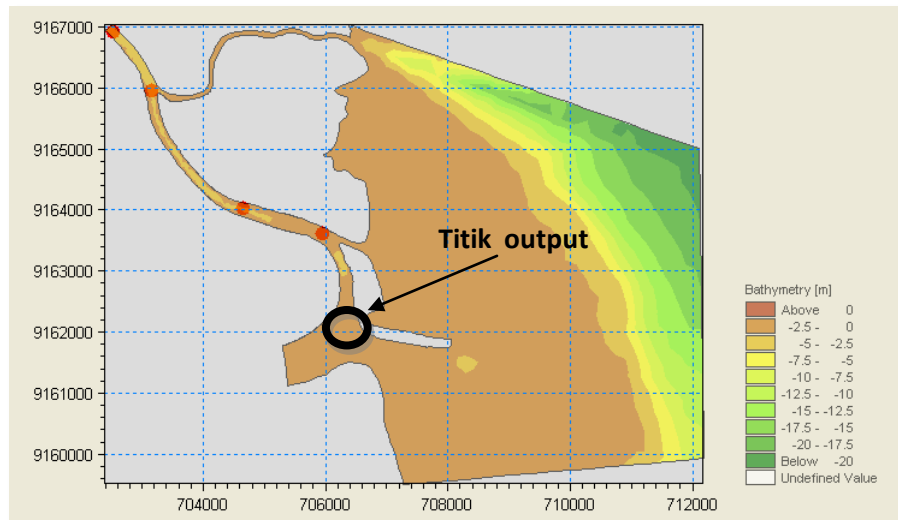
4.6.3 Validasi Hasil Model Distribusi Parameter Kualitas Air

Perhitungan akurasi memakai hasil model dengan output dalam point. Tabel 4.5 dibawah ini memperlihatkan tiga titik input yang menjadi sumber nilai COD, nitrat, TSS, dan posfat dengan menggunakan satu titik terakhir sebagai titik untuk valiadasi model.

Input	Lokasi	
	Easting	Northing
titik 1	702515.8579	9166919.547
titik 2	703163.0543	9165952.762
titik 3	704641.9973	9164020.096
Output		
titik 4	705942.2904	9163610.355

Tabel 4.5 Lokasi Titik Input dan Output Untuk Kalibrasi Model

Berikut dapat dilihat lokasi tiga titik input dan satu titik output untuk kalibrasi model yang terdapat di modul ecolab pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Lokasi Titik Input dan Output Untuk Kalibrasi Model Pada EcoLab

Setelah melakukan simulasi modul ecolab selama 10 hari untuk titik keempat. Maka didapatkan hasil kondisi sebaran berupa nilai COD, TSS, nitrat, dan posfat. Pada proses kalibrasi dilakukan validasi dengan membandingkan hasil simulasi dengan data hasil pengukuran sesuai jam yang sama. Sehingga hasil kalibrasi model dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Indikator	Nilai Data Sekunder (mg/L)	Nilai Hasil Model (mg/L)
COD	14	13.4092
Nitrat	3.87	3.45359
Posfat	0.26	0.0628224
TSS	26	25.5836

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Hasil Model Dengan Data Sekunder

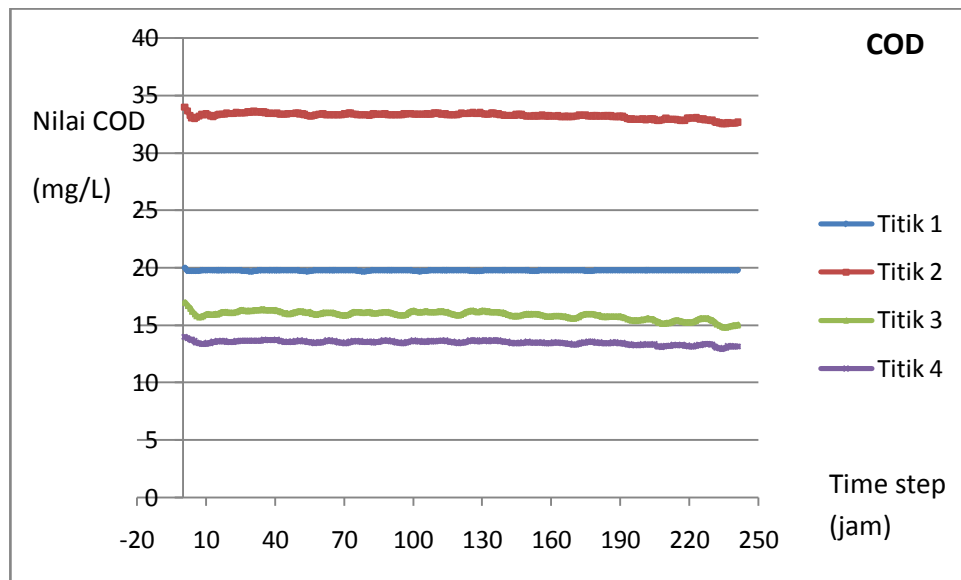
Pada tabel 4.6 dapat diketahui bahwa perbandingan hasil simulasi model Ecolab dengan data sekunder hasil pengukuran tidak memiliki kesalahan yang besar, sehingga dapat dikatakan bahwa model dapat diterima.

4.7 Analisa Kualitas Air Muara Kali Porong

4.7.1 Hasil Simulasi Sebaran Parameter Kualitas Air Selama 10 Hari

Hasil pemodelan untuk penyebaran parameter kualitas air yang disimulasikan selama 10 hari menggunakan modul *ecolab* untuk empat titik dari data sekunder diatas disajikan pada grafik-grafik berikut.

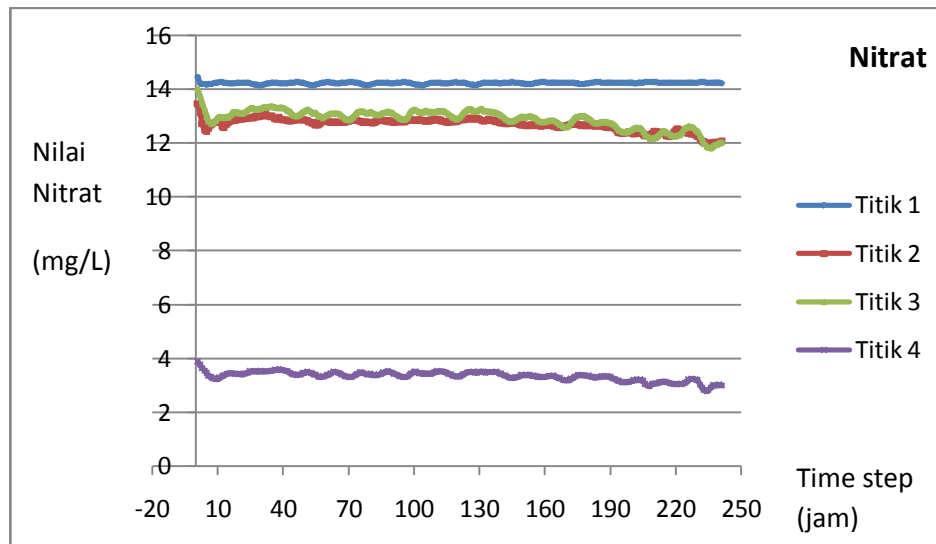
Pada gambar 4.29 akan disajikan pergerakan nilai sebaran COD pada keempat titik yang ditinjau.



Gambar 4.29 Nilai Parameter COD Pada Muara Kali Porong

Nilai COD yang dijelaskan pada gambar 4.29 selama 10 hari mengalami penurunan yang artinya semakin mendekati kondisi aman walau penurunannya relatif kecil. Kondisi nilai COD tertinggi terletak pada titik 2 yaitu di sekitar sudut percabangan sungai.

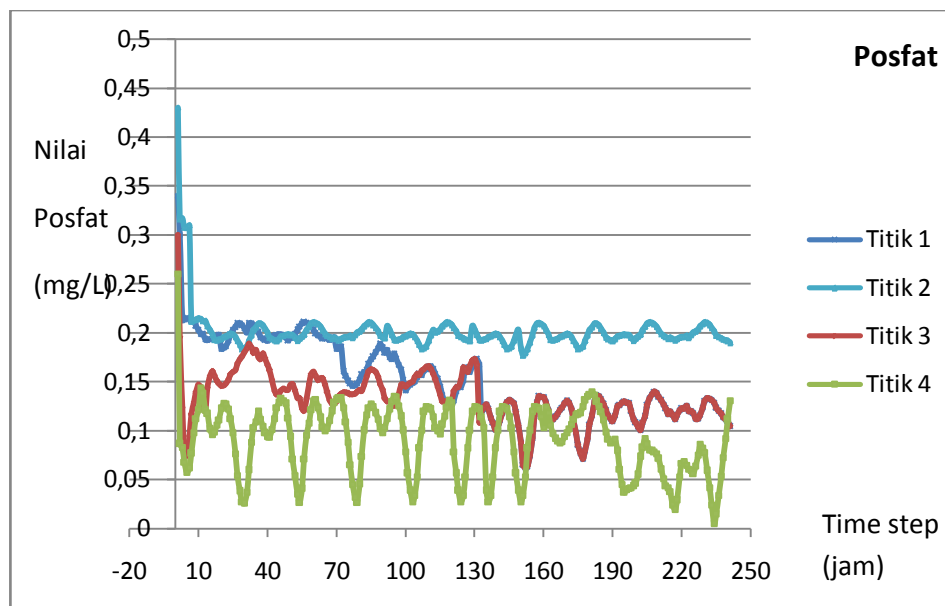
Berikut dapat dilihat pergerakan nilai sebaran nitrat pada keempat titik yang ditinjau pada gambar 4.30 dibawah ini.



Gambar 4.30 Nilai Parameter Nitrat Pada Muara Kali Porong.

Pada gambar 4.30 dijelaskan bahwa nilai nitrat setelah simulasi 10 hari mengalami penurunan. Kondisi nitrat terbesar terjadi pada titik 1 yaitu berlokasi pada pucuk awal pemodelan atau ujung badan sungai pada batimetri.

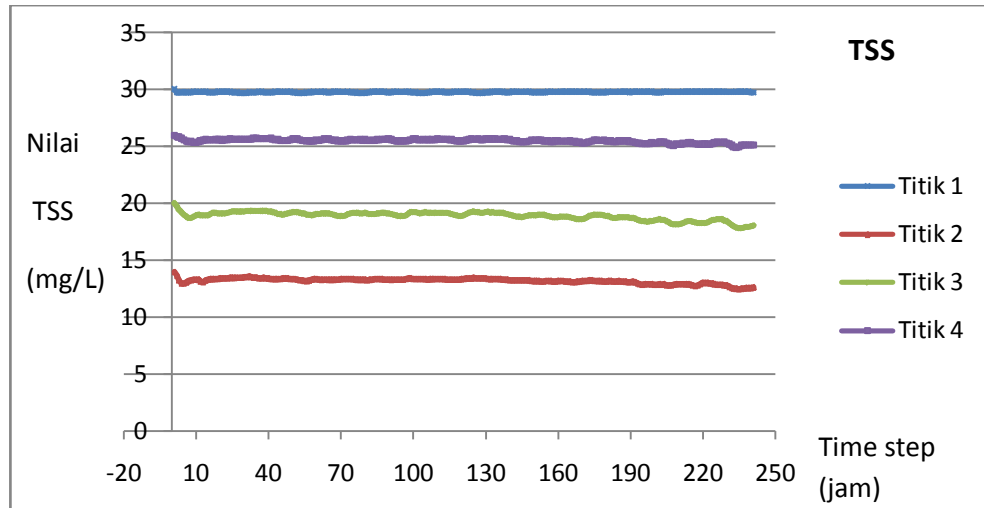
Untuk pergerakan nilai sebaran posfat pada keempat titik yang ditinjau dapat terlihat pada gambar 4.31 berikut.



Gambar 4.31 Nilai Parameter Posfat Pada Muara Kali Porong.

Untuk nilai posfat disajikan pada gambar 4.31 didapat informasi jika nilai posfat mengalami naik turun, namun tidak pernah mengalami kenaikan yang signifikan

Pada gambar 4.32 dibawah ini disajikan pergerakan nilai sebaran TSS pada keempat titik yang ditinjau.



Gambar 4.32 Nilai Parameter TSS Pada Muara Kali Porong.

Dari gambar 4.32 didapat informasi bahwa nilai TSS mengalami penurunan yang relatif sangat kecil. Untuk nilai TSS paling tinggi berada di titik 1 yang merupakan titik ujung badan sungai pada batimetri dan titik 4 yang merupakan titik paling ujung muara.

4.7.2 Hasil Analisa Kualitas Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Setelah menganalisa hasil simulasi yang telah dilakukan selama 10 hari di sekitar Muara Kali Porong yaitu sebaran parameter kualitas air COD, nitrat, posfat, dan TSS. Selanjutnya, hasil simulasi tersebut dapat dijadikan sebagai acuan terhadap kualitas air Muara Kali Porong apakah tercemar ataukah tidak. Analisa pencemaran ini berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 61

Tahun 2010 BAB II Pasal 4 mengenai Penetapan Kelas Air dan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Berikut pada tabel 4.7 disajikan hasil simulasi untuk masing-masing nilai parameter yang paling signifikan dengan acuan kriteria baku mutu Muara Kali Porong (Kelas Air III) berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.

Parameter	Hasil Sebaran Paling Besar (mg/L)	Kriteria Baku Mutu Muara Kali Porong (mg/L)
COD	34,00	50
Nitrat	14,46	20
TSS	30,00	400
Posfat	0,43	1

Tabel 4.7 Hasil Analisa Kualitas Air Muara Kali Porong

Dari tabel 4.7 diatas dapat diketahui informasi bahwa kualitas air pada Muara Kali Porong setelah pembuangan lumpur Sidoarjo masih dalam kriteria aman, dikarenakan hasil nilai sebaran parameter-parameter kualitas air tidak satupun yang melebihi standar baku mutu Muara Kali Porong (Kelas Air III) yang terdapat pada PP No. 82 Tahun 2001.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik pola sebaran aliran di Muara Porong dapat dijelaskan sebagai berikut:
 - a) Pada saat kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi, arus di Muara Porong bergerak ke arah hulu dan pada kondisi menuju surut dan surut terendah arus bergerak ke arah yang berlawanan.
 - b) Besar kecepatan arus di badan sungai dari hasil simulasi adalah sekitar 0.0 – 0.5 m/s, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih kecil, yaitu sekitar 0.0 – 0.3 m/s.
2. Pola penyebaran parameter kualitas air di daerah Muara Porong dapat dijelaskan sebagai berikut:
 - a) Pada kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi, nilai COD di badan sungai dari hasil simulasi adalah sekitar 16.5 – 28.5 mg/L, sementara di daerah muara sedikit lebih kecil, sekitar 10.5 – 19.5 mg/L. Untuk nilai nitrat di badan sungai adalah sekitar 5.6 – 11.2 mg/L, sementara di daerah muara, sekitar 1.6 – 9.6 mg/L. Besar nilai TSS di badan sungai adalah sekitar 20.8 – 28 mg/L, sementara di daerah muara, yaitu sekitar 17.6 – 26.4 mg/L. Sedangkan nilai posfat di badan sungai adalah sekitar 0 – 0.16 mg/L, sementara di daerah muara, yaitu sekitar 0 – 0.16 mg/L.
 - b) Pada saat kondisi menuju surut dan surut terendah, nilai COD di badan sungai dari hasil simulasi adalah sekitar 18 – 27 mg/L, sementara di daerah muara yaitu sekitar 10.5 – 21 mg/L. Untuk nilai nitrat di badan sungai adalah sekitar 6 – 11.2 mg/L, sementara di daerah muara sekitar 1.6 – 9.6 mg/L. Besar nilai TSS di badan sungai adalah sekitar 20 – 27.2 mg/L, sementara di daerah muara, sekitar 18.4 – 26.4 mg/L. Sedangkan

nilai posfat di badan sungai adalah sekitar 0 – 0.16 mg/L, sementara di daerah muara, yaitu sekitar 0 – 0.16 mg/L.

3. Kualitas air pada Muara Kali Porong setelah pembuangan lumpur Sidoarjo masih dalam kriteria aman, dikarenakan hasil nilai parameter-parameter kualitas air tidak satupun yang melebihi standar baku mutu Muara Kali Porong (Kelas Air III) yang terdapat pada PP No. 82 Tahun 2001 dengan hasil nilai sebaran paling signifikan, yaitu 34 mg/L untuk COD, 14.46 mg/L untuk nitrat, 30 mg/L untuk TSS, dan untuk posfat senilai 0.43 mg/L.

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan pada akhir penelitian ini adalah:

1. Parameter kualitas air sebaiknya ditambah lagi jumlahnya yang berpengaruh besar pada ekosistem baik dalam parameter fisik, kimia maupun biologi.
2. Untuk simulasi, sebaiknya dilakukan *running* dengan langkah waktu dan output simulasi yang lebih panjang sehingga hasil simulasi lebih akurat.
3. Validasi tidak dilakukan dengan satu parameter saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyono, Spto. 2010. Kondisi Muara Porong Berdasarkan Indeks Klorofil-A dan Total Suspended Solid (TSS). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 2, No. 2, November 2010.
- Bachtiar, Huda.,dkk. 2011. *Model Sederhana 2-Dimensi Arah Pergerakan Sedimen Di Sungai Porong Jawa Timur*.
- Badan Pelaksana-Badan Penanggulangan Lumpur Lapindo (BAPEL-BPLS). 2011. *Peranan Kali Porong Dalam Mengalirkan Lumpur Sidoarjo ke Laut*.
- DHI. 2012. *MIKE ZERO Mesh Generator Step-By-Step Training Guide*.
- DHI. 2013. *Mike Zero Project Oriented Water Modelling Step By Step Training Guide*.
- Hutamadi, R., dkk. 2008. *Penelitian Tindak Lanjut Endapan Lumpur di Daerah Porong Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur*. Proceeding Pemaparan Hasil-Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan, Pusat Sumber Daya Geologi.
- Liyani. 2013. *Analisa Perubahan Morfologi Muara Sungai Porong Akibat Sedimentasi Lumpur Sidoarjo, Jawa Timur*. *Thesis Program Magister Bidang Keahlian Teknik Dan Manajemen Pantai*. Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Surabaya.
- Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 Tentang Penetapan Kelas Air Pada Air Sungai.

PP 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Orlando, Doni., Yuanita dan Wurjanto. 2011. Studi Pengamanan Dan Pemeliharaan Pangkalan Pendaratan Ikan (Ppi) Cikidang, Kabupaten Ciamis. *Program Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Air*. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.

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

Azar, M. Rian., Wurjanto dan Nita. 2011. Studi Pengamanan Pantai Tipe Pemecah Gelombang Tenggelam Di Pantai Tanjung Kait. *Program Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Air*. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.

Suntoyo, dkk. 2013. *Laporan Akhir Penelitian Kerjasama Internasional*.

Zonabi. 2014. Modul Hidrodinamika. www.zonabi.org.

BIODATA PENULIS



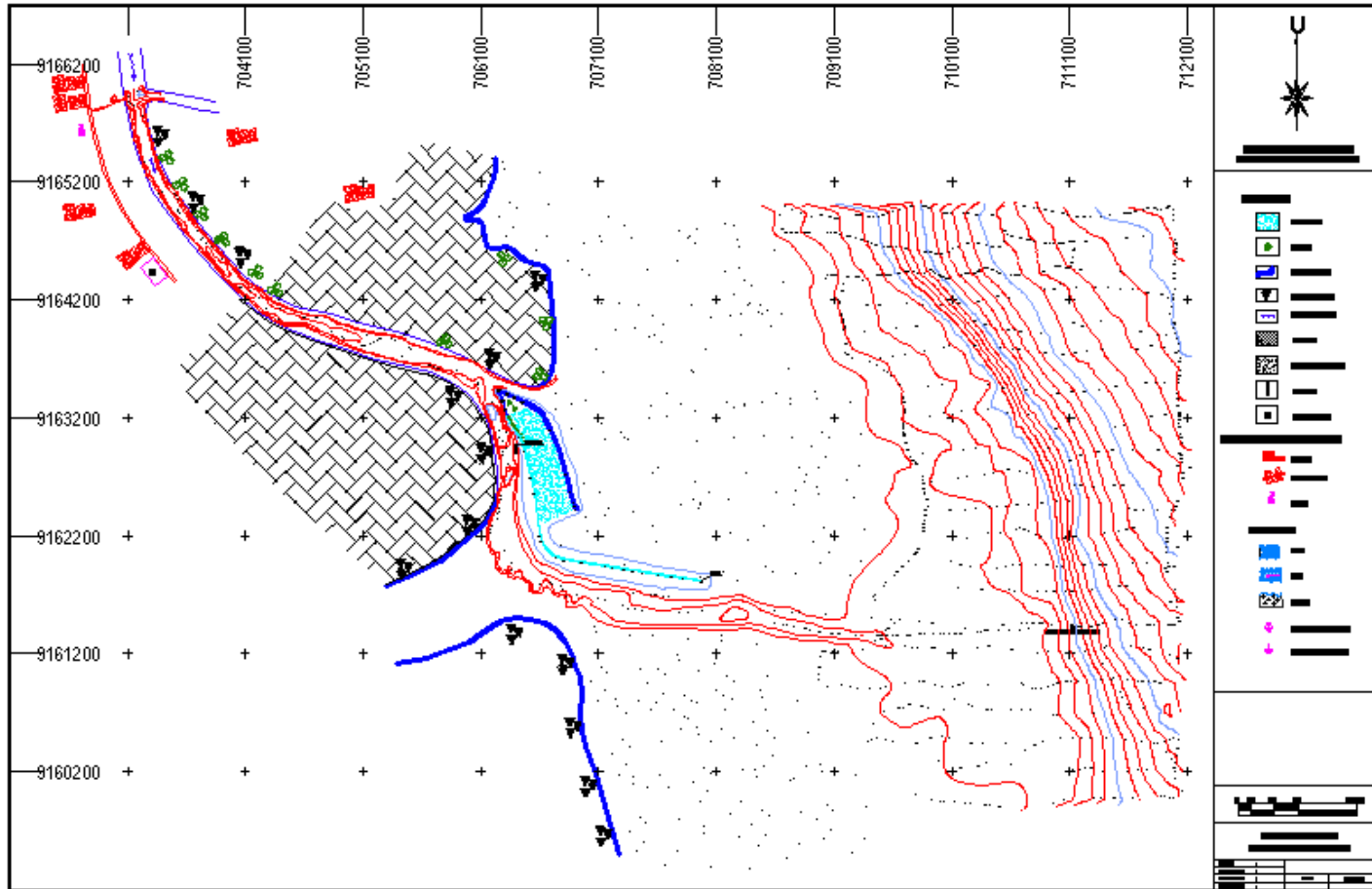
Gita Angraeni lahir di Pasaman, 19 Maret 1991 dan merupakan anak ke-dua dari empat bersaudara dari pasangan Adri dan Yuniarti. Setelah menyelesaikan pendidikan di SDN 065 Tualang, penulis melanjutkan ke SMPN 1 Tualang dan lulus dari SMAN 1 Tualang pada tahun 2010.

Gita menempuh pendidikan sarjana (S1) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) sebagai mahasiswi beasiswa dari Dinas Pendidikan Kabupaten Siak, Riau. Belajar di Jurusan Teknik Kelautan dengan Bidang Studi Rekayasa Pantai pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2014. Tugas akhir ini diselesaikan penulis selama satu semester.

Mengingat banyak hal yang dapat dikembangkan dan kekurangan dari tugas akhir ini, penulis membuka diri untuk menerima kritik, saran. ataupun para pembaca yang ingin saling bertukar wawasan ilmu dapat menghubungi penulis di gita.angra@gmail.com. *Always remember Allah SWT in along your journey.*

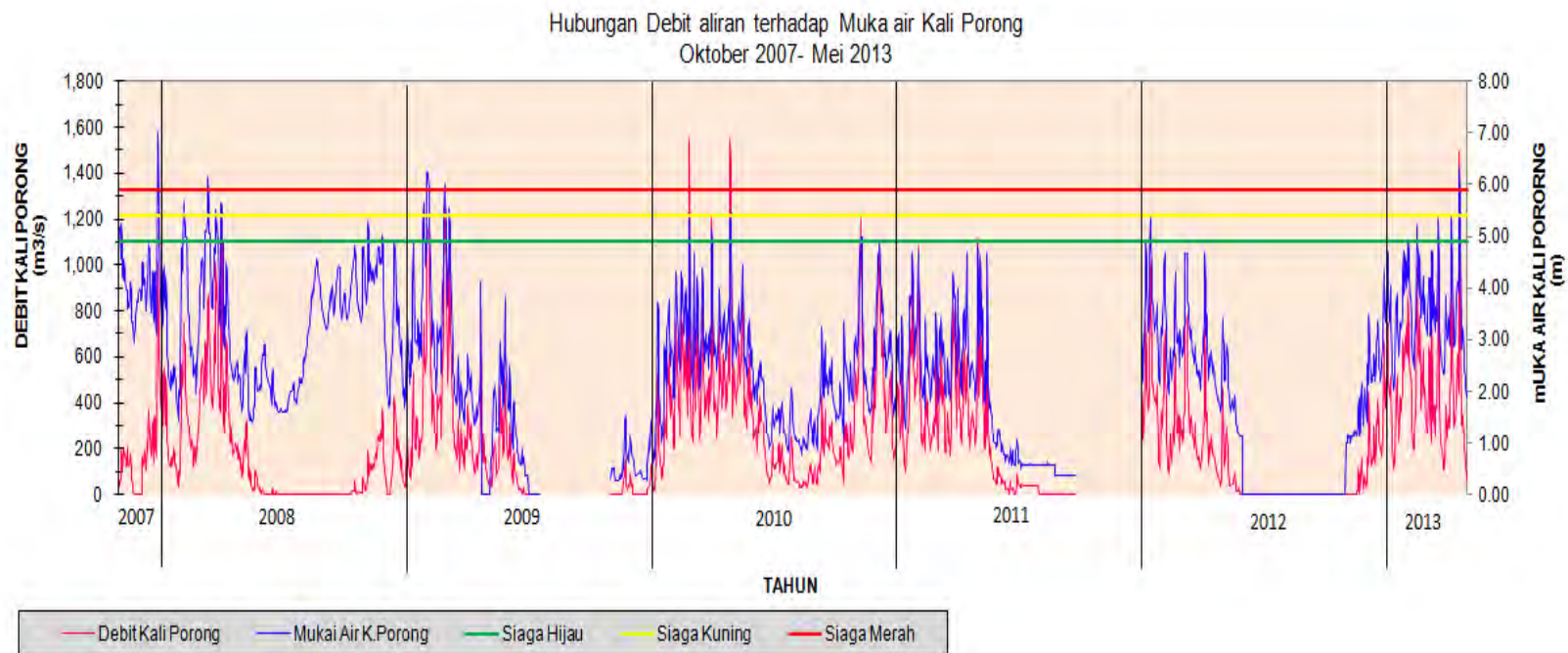
Lampiran 1

Peta batimetri muara Porong tahun 2009



Lampiran 2

Debit Sungai Porong



Lampiran 3

Hasil uji kualitas lingkungan untuk parameter kualitas air sebelum adanya pembuangan lumpur sidoarjo

a. Pengukuran di titik 1 (Jam 08.20 WIB, 28 Mei 2014)

PARAMETER	SATUAN	NILAI
FISIK		
TSS	mg/L	106,00
KIMIA		
COD	mg/L	40,00
FOSFAT	mg/L	0,43
NITRAT	mg/L	0,00

(Sumber : Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS).

b. Pengukuran di titik 2 (Jam 08.30, 28 Mei 2014)

PARAMETER	SATUAN	NILAI
FISIK		
TSS	mg/L	48
KIMIA		
COD	mg/L	47
FOSFAT	mg/L	0,33
NITRAT	mg/L	0,00

(Sumber : Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS).

Lampiran 4

Hasil uji kualitas lingkungan untuk parameter kualitas air setelah adanya pembuangan lumpur sidoarjo. Pengukuran di 4 titik pada November 2013.

Titik	COD (mg/L - O ₂)	Total N (mg/L - NH ₃ -N)	Total P (mg/L - PO ₄ -P)	TSS (mg/L)
1	20,00	14,46	0,34	30,00
2	34,00	13,46	0,43	14,00
3	17,00	14,00	0,30	20,00
4	14,00	3,87	0,26	26,00

(Sumber : Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS).

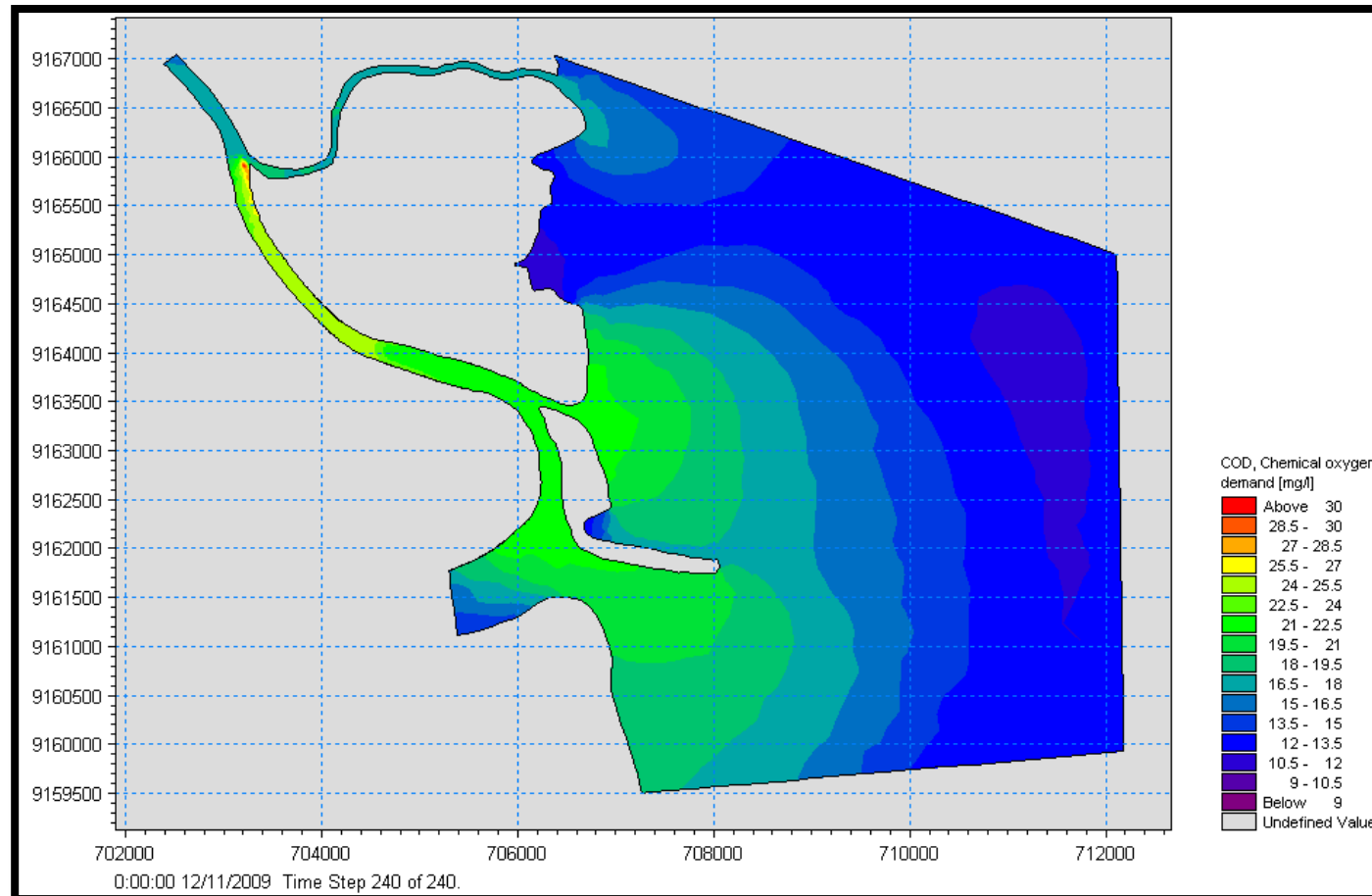
Lampiran 5

Hasil Perbandingan Kualitas Air Muara Kali Porong Sebelum dan Sesudah Pembuangan Lumpur.

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Sebelum Pembuangan	Setelah Pembuangan
COD	mg/L	50,00	40,00	34,00
Nitrat	mg/L	20,00	0,00	14,46
Posfat	mg/L	1,00	0,33	0,43
TSS	mg/L	400	48,00	30

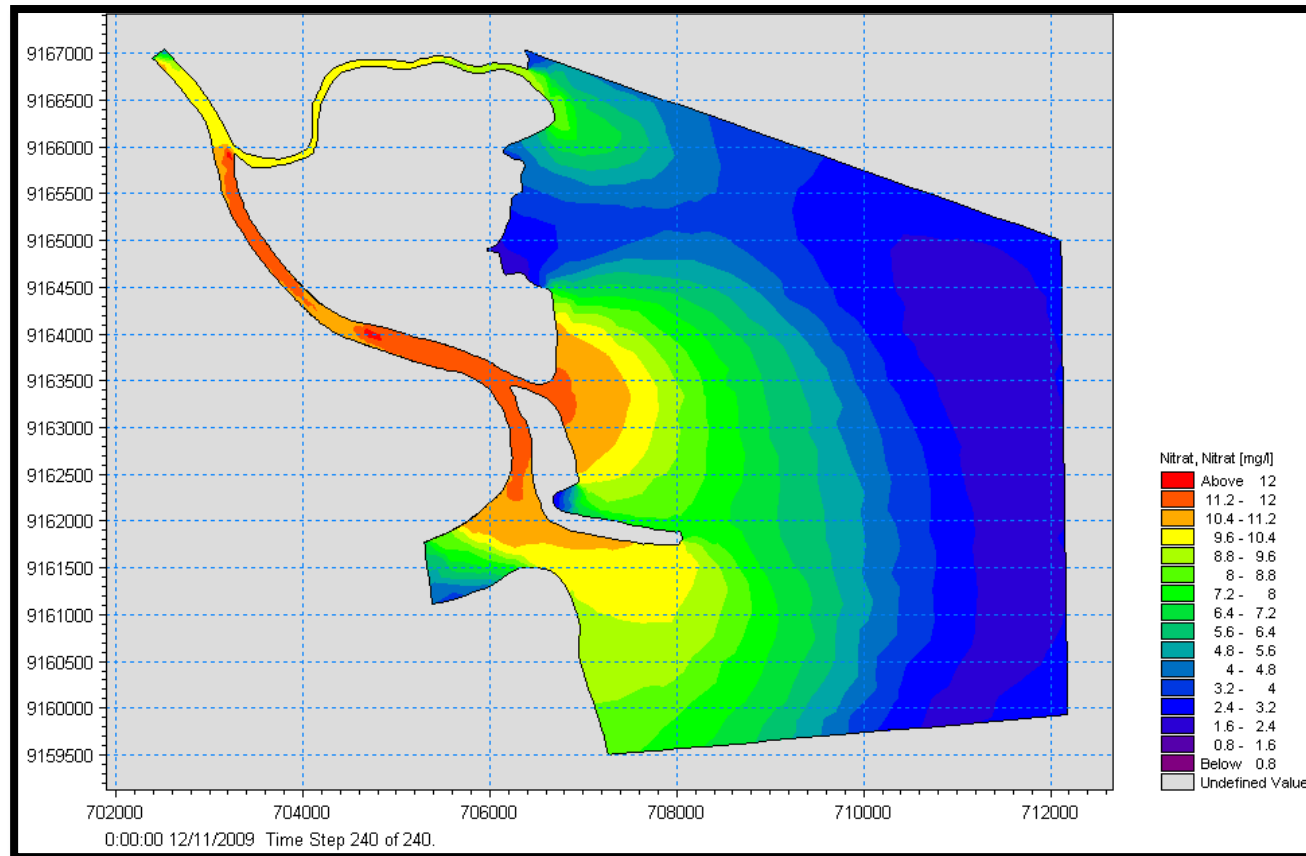
Lampiran 6

Hasil Simulasi Sebaran COD Hari Terakhir, Hai ke-10 (Step ke 240)



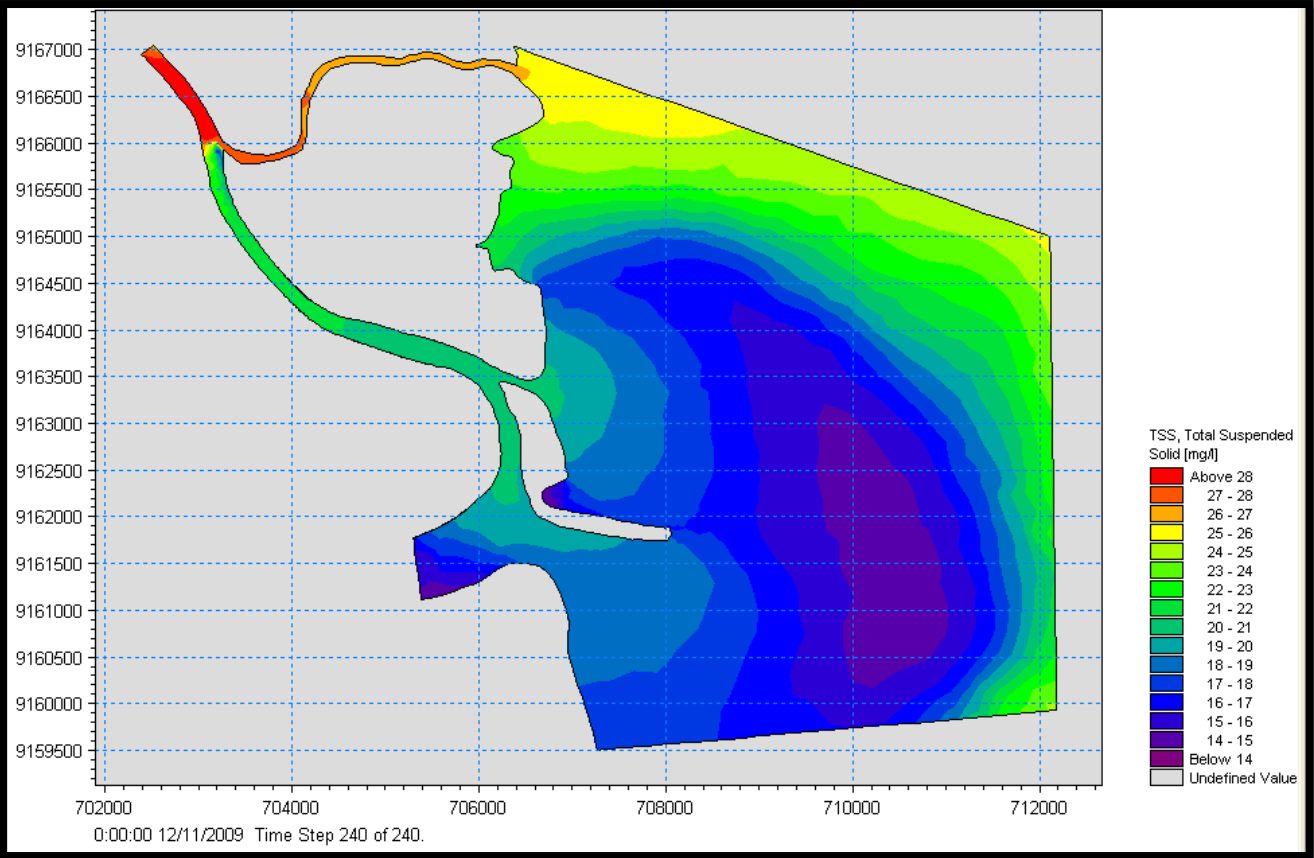
Lampiran 7

Hasil Simulasi Sebaran Nitrat Hari Terakhir, Hai ke-10 (Step ke 240)



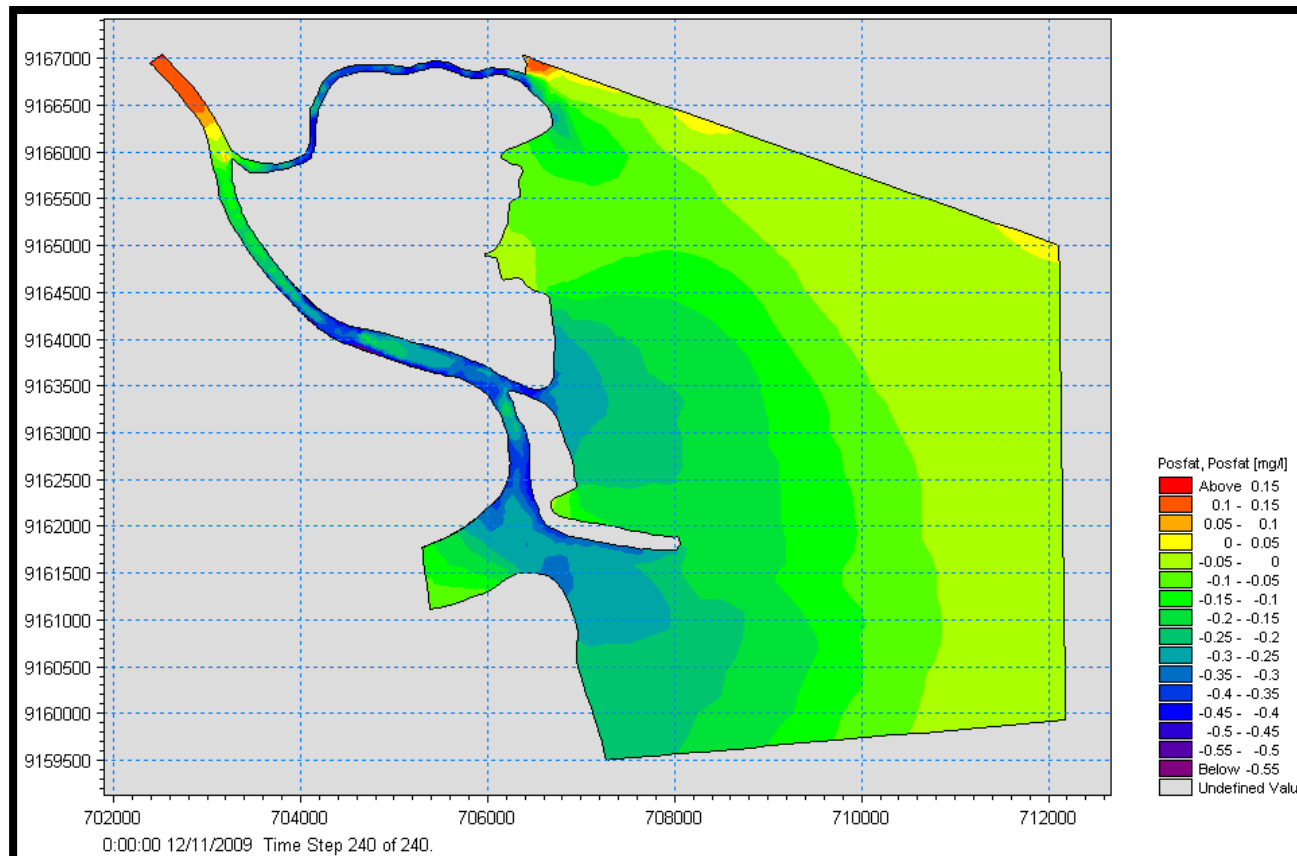
Lampiran 8

Hasil Simulasi Sebaran TSS Hari Terakhir, Hai ke-10 (Step ke 240)



Lampiran 9

Hasil Simulasi Sebaran Posfat Hari Terakhir, Hai ke-10 (Step ke 240)



Lampiran 10

Lokasi Pembuangan Lumpur Sidoarjo



(Sumber : BAPEL-BPLS, 2011)