PEMODELAN SEDIMENTASI PASCA REKLAMASI DAN MASTERPLAN DI TELUK JAKARTA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MIKE 21

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana sains di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya



Oleh:

RACHMAT AGUNG SAPUTRA

H94214027

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2018

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama

: Rachmat Agung Saputra

NIM

: H94214027

Program Studi

: Ilmu Kelautan

Angkatan

: 2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: Pemodelan Sedimentasi Pasca Reklamasi dan Masterplan di Teluk Jakarta Menggunakan Perangkat Lunak Mike 21. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Juli 2018

iyataan

7B1FDAFF187200486

Rachmat Agung Saputra NIM. H94214027

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Skripsi oleh :

Nama

: RACHMAT AGUNG SAPUTRA

NIM

: NIM. H94214027

Judul

: Pemodelan Sedimentasi Pasca Reklamasi dan Masterplan di

Teluk Jakarta Menggunakan Perangkat Lunak Mike 21

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 10 Juli 2018

Pembimbing I

Rizqi Abdi Perdanawati, M.T

NIP.198809262014032002

Pembimbing II

Dr. Rushy Akhwady, M. T. NIP.197210062003121003

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Rachmat Agung Saputra ini telah dipertahankan Didepan tim Penguji Skripsi Surabaya, 13 Juli 2018

Mengesahkan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Susunan Dewan Penguji

Penguji I

Rizqi Abdi Perdanawati, M.T NIP.198809262014032002

Penguji III

Asri Sawiji, MT. NIP. 198706262014032003 Penguji II

Dr. Rudhy Akhwady, M. T. NIP.197210062003121003

Penguji IV

Noverma, M.Eng NIP.198111182014032002

Mengesahkan ekan Fakukas Sains dan Teknologi UIN Suran Ampel Surabaya

and the way

s_{sam}Dr. Bri Purwati, M. Ag 11²⁹⁻¹26512211990022001



KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300 E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Sebagai sivitas aka	denika Cirv Sunan Amper Surabaya, yang bertanda tangan di bawan ini, saya:
Nama	: RACHMAT AGUNG SAPUTRA
NIM	: H94214027
Fakultas/Jurusan	: SAINS DAN TEKNOLOGI/ILMU KELAUTAN
E-mail address	: ragung3003@gmail.com
UIN Sunan Ampe	gan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan l Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah : Tesis Desertasi Lain-lain ()
PEMODELAN S	EDIMENTASI PASCA REKLAMASI DAN MASTERPLAN DI TELUK
JAKARTA MENG	GGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MIKE 21
Perpustakaan UII mengelolanya da menampilkan/men akademis tanpa p	yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Non-
	uk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN abaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta saya ini.
Demikian pernyata	an ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 6 Agustus 2018

Penulis

(Rachmat Agung Saputra)

ABSTRAK

Reklamasi adalah pekerjaan timbunan di perairan atau pesisir yang mengubah garis pantai atau kontur kedalaman perairan. Perairan yang mengalami laju sedimentasi yang tinggi cenderung mengalami sedimentasi tinggi. Perairan yang mengalami sedimentasi yang tinggi akan mengakibatkan pendangkalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan pola arus dan sedimen akibat adanya pulau reklamasi, menganalisis perubahan batimetri, dan mengitung volume pengerukan akibat adanya pulau reklamasi. Permasalahan pendangkalan yang terjadi teluk Jakarta dapat dikaji dengan perangkat lunak Mike21 dengan menggunakan modul hidrodinamika dan Mud Transport. Analisis dibagi menjadi 3 kawasan: kawasan wisata bahari, kawasan pelabuhan, dan kawasan biota laut. Pada musim barat kecepatan pada kawasan wisata bahari lebih cepat daripada kawasan pelabuhan dan biota laut, sedangkan pada musim timur kecepatan arus di kawasan biota laut lebih besar daripada kawasan wisata bahari dan kawasan pelabuhan. Kecepatan arus pada kondisi masterplan lebih kecil daripada kondisi pasca reklamasi, hal ini dikarenakan pembelokan arus adanya pulau reklamasi. Hasil pemodelan sedimentasi pada kawasan wisata bahari Total SSC dan deposit meningkat dari pasca reklamasi ke masterplan, pada kawasan Pelabuhan Total SSC dan deposit meningkat dari pasca ke masterplan, Sedangkan pada kawasan Biota Laut Total SSC dan Deposit meningkat dari pasca reklamasi ke masterplan. Hal ini disebabkan oleh melemahnya kecepatan arus akibat adanya pulau reklamasi, sehingga mengakibatkan sedimentasi yang tinggi di sekitar pulau reklamasi. Total ko<mark>ns</mark>entrasi sedimen tersuspensi pada kawasan biota laut lebih besar daripada kawasan pelabuhan dan kawasan wisata bahari. Deposit kawasan pelabuhan lebih <mark>be</mark>sar da<mark>ri</mark> pa<mark>da</mark> kaw<mark>as</mark>an biota laut dan wisata bahari.

Kata kunci: reklamasi, arus, telu<mark>k J</mark>aka<mark>rta, sedime</mark>ntasi<mark>, M</mark>ike21

ABSTRACT

Reclamation is the work of embankments in waters or coastal areas that alter coastline or water depth contours. Waters experiencing high sedimentation rates tend to experience high sedimentation. Waters with high sedimentation will cause siltation. This study aims to determine changes in current and sediment patterns due to the islands of reclamation, analyze bathymetry changes, and calculate the volume of dredging due to the reclamation island. The problem of siltation that occurs in Jakarta bay can be studied with Mike21 software by using hydrodynamic module and Mud Transport. The speed at the marine tourism area is faster than the harbor and marine area in the west season, while the current velocity in marine biota is greater than the marine tourism area and the harbor area in the east season. In the area of marine tourism Total SSC and deposit increased from post reclamation to masterplan, in Total Port area SSC and deposit increased from post to masterplan, While in Sea Biota area Total SSC and Deposit increase from post reclamation to masterplan. This is due to the weakening of the current velocity due to the reclamation of the island. The total concentration of suspended sediments in the marine biota area is greater than the port area and the marine tourism area. Deposit of harbor area is bigger than marine biota and marine tourism area. Changes in bathymetry due to the presence of reclaimed islands along the northern tip of the reclaimed island. Total volume of dredging in Jakarta bay due to reclamation of 449643.13 m³ / year. This dredging uses 3 sets of clamshell dredgers. Duration of dredging work for 178 days. Total cost incurred of Rp74,624,312,973 / year. Costs to be incurred until 2030 amounting to Rp490, 320,000,000.

Keywords: reclamation, Jakarta Bay, sedimentation, dredging, Mike21

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga dapat menyelesaikan makalah ini. Tanpa pertolongan-Nya mungkin penyusun tidak akan sanggup menyelesaikannya dengan baik. Shalawat dan salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yakni Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini disusun agar pembaca dapat memperluas ilmu tentang "PEMODELAN SEDIMENTASI PASCA REKLAMASI DAN MASTERPLAN DI TELUK JAKARTA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MIKE 21 ", yang kami sajikan berdasarkan apa yang sudah didapat selama bangku perkuliahan. Skripsi ini di susun oleh penyusun dengan berbagai rintangan. Baik itu yang datang dari diri penyusun maupun yang datang dari luar. Namun dengan penuh kesabaran dan terutama pertolongan dari Allah SWT akhirnya makalah ini dapat terselesaikan.

Semoga skripsi ini dapat memberikan pengetahuan yang lebih luas kepada pembaca. Walaupun makalah ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Penyusun membutuhkan kritik dan saran dari pembaca yang membangun.

Surabaya, 27 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
IDENTITAS TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	V
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	
1.2 Rumusan masalah	
1.3 Tujuan	
1.4 Batasan Masalah	
1.5 Hipotesis	
1.6 Manfaat	
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Reklamasi Teluk Jakarta	5
2.2 Sedimentasi	7
2.3 Transport Sedimen	8
2.4 Pengendapan (deposision) dan erosi (erosion)	14
2.5 Pengerukan (<i>Dredging</i>)	15
2.6 Perangkat Lunak yang Digunakan	18
2.6.1 Mike 3 Dimensi	18
2.6.2 Wind Rose	21
2.6.3 World Tides	21
2.6.4 Naotide	21
2.7 Metaanalisis Penelitian Terdahulu	23
III. METODOLOGI	33

3.1.	Waktu dan Lokasi Penelitian	33
3.2	Alat	34
3.3	Sumber Data	35
4.4	Flowchart	36
4.5	Parameter Model	39
4.6	Desain model	40
IV. HASI	L DAN PEMBAHASAN	43
4.1 P	engolahan Data	43
	4.1.1. Data Angin	43
	4.1.2 Data Pasang Surut	47
	4.1.3 Data Curah hujan	50
	4.1.4 Data Arus	50
	4.1.5 Data Debit Sungai	52
	4.1.6 Data TSS	52
4.2 P	emodelan Hidrodinamika	53
	4.2.1 Hidrodinamika Kawa <mark>san</mark> Wi <mark>sat</mark> a Ba <mark>hari</mark>	59
	4.2.2 Hidrodinamika Kaw <mark>asa</mark> n Pela <mark>bu</mark> han	60
	4.2.3 Hidrodinamika Kaw <mark>asa</mark> n B <mark>iota Laut</mark>	63
4.3 P	emodelan Sedimentasi	65
	4.3.1 Sedimentasi Kawasan Wisata Bahari	71
	4.3.2 Sedimentasi Kawasan Pelabuhan	74
	4.3.3 Sedimentasi Kawasan Biota Laut	77
4.4 P	erubahan Batimetri Akibat Reklamasi	82
4.5 V	olume Pengerukan	84
V. PENU	TUP	87
5.1 K	esimpulan	87
5.2 Sa	aran	88
DAFTAF	R PUSTAKA	89
LAMBID	ANT	0.2

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kronologis dukungan kebijakan untuk reklamasi pantai utara Jakarta	a6
Gambar 2.2 Peta masterplan reklamasi teluk Jakarta	
Gambar 2.3 Pasang Surut Harian Tunggal	11
Gambar 2.4 Pasang Surut Harian Ganda	11
Gambar 2.5 Pasang Surut Campuran	11
Gambar 2.6 Pasang Surut Campuran Ganda	12
Gambar 2.7 Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)	16
Gambar 2.8 Grab Dredger/ clamshel	17
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian	33
Gambar 3.2 Titik pengamatan	33
Gambar 3.3 Flowchart Penelitian	36
Gambar 3.4 Diagram alir pengolahan data	
Gambar 3.5 Desain model pada kondisi pasca reklamasi	40
Gambar 3.6 Desain model pada kondisi masterplan	
Gambar 3.7 Meshing pada kedua model	41
Gambar 4.1 <i>Wind rose</i> pada tahun 2013 – 2017	43
Gambar 4.2 Distribusi kecepatan angin pada tahun 2013 - 2017	44
Gambar 4.3 Windrose data angin teluk jakarta pada musim barat	44
Gambar 4.4 Distribusi Kecepat <mark>an Angin</mark> pada Musim barat	45
Gambar 4.5 Windrose data angin teluk jakarta pada musim timur	46
Gambar 4.6 Distribusi Kecepatan Angin pada Musim Timur	46
Gambar 4.7 Grafik perbandingan pasut	47
Gambar 4.8 Grafik pasang su <mark>rut</mark> Te <mark>luk Jakarta</mark> (hasi <mark>l pe</mark> ngolahan menggunakan	
perangkat lunak NAOTIDE)	
Gambar 4.9 Plot arus di Teluk Jakarta	51
Gambar 4.10 Pola arus pada saat pasang tertinngi di musim barat: a) pasca	
reklamasi b) masterplan	
Gambar 4.11 Pola arus pada saat surut terendah di musim barat: a) pasca reklam	
b) masterplan	55
Gambar 4.12 Pola arus pada saat pasang tertinggi di musim timur: a) pasca	
reklamasi, b) masterplan	
Gambar 4.13 Pola arus pada saat surut terendah di musim timur: a) pasca reklan	
b) masterplan	
Gambar 4.14 Kondisi arus di kawasan wisata bahari	
Gambar 4.15 Kondisi arus di kawasan pelabuhan	
Gambar 4.16 Kondisi arus di kawasan Biota Laut	
Gambar 4.17 Kondisi arus di 3 zonasi kawasan berbeda	
Gambar 4.18 Sebaran sedimen pada musim barat: a) pasca reklamasi, b) masterp	
Gambar 4.19 Sebaran sedimen pada musim timur: a) pasca reklamsi, b) masterpl	
Cambay 4.20 Danasit and iman pada musim bayat, a) paga yayldamasi b) mastaw	
Gambar 4.20 Deposit sedimen pada musim barat: a)pasca rerklamasi, b) masterp	
Cambar 4.21 Danasit gadiman pada musim timur, a) pagga raklamasi b) magtarr	
Gambar 4.21 Deposit sedimen pada musim timur: a) pasca reklamasi, b) masterp	
	/

Gambar 4.22 Kondisi total Suspended Sediment Concentration di kawasan wis	ata
bahari	71
Gambar 4.23 Kondisi deposit di kawasan Wisata Bahari	72
Gambar 4.24 Kondisi <i>Total Suspended Sediment Concentration</i> di kawasan pel	
Gambar 4.25 Kondisi <i>deposit</i> di kawasan pelabuhan	
Gambar 4.26 Kondisi total suspended sedimen concentration di kawasan biota	laut 78
Gambar 4.27 Kondisi <i>deposit</i> di kawasan Biota Laut	80
Gambar 4.28 Kondisi total suspended sediment concentration di 3 kawasan b	
Gambar 4.29 Kondisi <i>deposit</i> di 3 kawasan berbeda	
Gambar 4 30 Perubahan batimetri: a) Pasca reklamasi, b) Masternlan	83



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keterangan persamaan 1	12
Tabel 2.2 Keterangan persamaan kontinuitas	19
Tabel 2.3 Keterangan persamaan <i>Adversi-Dispersi</i>	.20
Tabel 2.4 Keterangan persamaan <i>Krone</i>	20
Tabel 2.5 Metanalisis Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3.1 Titik pengamatan	34
Tabel 3.2 Alat dan Bahan	.34
Tabel 3.3 Parameter model hidrodinamika	39
Tabel 3.4 Parameter model <i>Mud Transport</i>	.39
Tabel 4.1 Konstanta harmonic pasang surut di Teluk Jakarta serta hitungan	l
unsur pasut	47
Tabel 4.2 Keterangan konstanta pasut	47
Tabel 4.3 Tabel data curah hujan Teluk Jakarta	48
Tabel 4.4 Perbandingan data arus pemodelan dengan satelit altimetri	49
Tabel 4.5 Debit Muara di Teluk Jakarta	50
Tabel 4.6 Data TSS Teluk Jakarta	50
Tabel 4.7 Beban TSS di Teluk Jakarta	
Tabel 4.8 Volume pengerukan <mark>akib</mark> at adany <mark>a re</mark> klamasi	81
Tabel 4.9 Analisis hasil peng <mark>erukan</mark>	
Tabel 4.10 Harga pekerjaan penge <mark>ruk</mark> an	
Tabel 4.11 Harga pekerjaa <mark>n p</mark> enger <mark>ukan hi</mark> ngg <mark>a ta</mark> hun 2030 2000	
0 1 7 1 0 00	



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta batimetri	92
Lampiran 2. Kondisi arus di kawasan wisata bahari	92
Lampiran 3. Kondisi arus di kawasan pelabuhan	92
Lampiran 4. Kondisi arus di kawasan Biota Laut	93
Lampiran 5. Kondisi arus di 3 zonasi kawasan berbeda	94
Lampiran 6. Sedimentasi Kawasan Wisata Bahari	94
Lampiran 7. Kondisi sedimen di kawasan pelabuhan	95
Lampiran 8. Kondisi sedimen di kawasan biota laut	95
Lampiran 9. Kondisi sedimen di 3 kawasan berbeda	96
Lampiran 10. Perhitungan pengerukan	97
Lampiran 11. langkah langkah pemodelan hidrodinamika	
Lampiran 12. Langkah-langkah pemodelan sedimentasi	
Lampiran 13. Permenhub nomor 70 tahun 2010	10





I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kepadatan penduduk yang terjadi di DKI Jakarta menjadi salah satu faktor penyebab kekurangan lahan. Salah satu pilihan pemprov DKI untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan reklamasi. Reklamasi yang berada di DKI Jakarta adalah penambahan 17 pulau yang luasnya mencapai 5.189 Ha (Agus, 2016). Teluk Jakarta merupakan perairan laut Jawa yang terletak di sebelah utara provinsi DKI Jakarta, Indonesia. Teluk ini merupakan wilayah perairan dangkal dengan kedalaman perairan rata-rata mencapai 15 meter (Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian Pengembangan Terpadu Pesisir Ibu kota Negara, 2014). Sejak tahun 1970-an salah satu permasalahan utama yang terdapat di lokasi penelitian adalah permasalahan sedimentasi. Pada dasarnya sumber sedimen kohesif didaerah estuari dan perairan teluk umumnya berasal dari limpasan daratan (*run off*) hujan yang masuk ke badan sungai atau langsung ke perairan pesisir(Lubis, 2007).

Sedimentasi menjadi permasalahan yang kerap terjadi wilayah pesisir. Seringkali sedimentasi menjadi awal permasalahan lainnya seperti banjir dan pengairan yang terhambat. Permasalahan sedimentasi kerap muncul pada wilayah pesisir yang disekitarnya banyak kegiatan industri dan lain sebagainya, sehingga besar kemungkinan akan terjadi endapan yang berpotensi pada pendangkalan (Nugroho, 2013). Sesuai dengen ayat al quran surat Ar-Rum ayat 41 bahwasannya kerusakan yang ada di daratan dan di lautan sudah disebut oleh Allah SWT yang disebabkan oleh ulah manusia itu sendiri.

"Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)"(QS. Ar-Rum ayat: 41)

Perairan yang mengalami laju sedimentasi yang tinggi cenderung mengalami sedimentasi yang tinggi juga, terutama pada daerah muara sungai. Pola arus pada perairan pantai dan muara berpengaruh terhadap pola sedimentasi yang terjadi (Solikhin, 2004). Salah satu cara untuk mengetahui tingkat sedimentasi di suatu perairan adalah dengan mengetahui sebaran laju sedimentasi (Sulistyorini, 2004).

Permasalahan pendangkalan yang terjadi teluk Jakarta yang dapat dikaji dengan perangkat lunak Mike21. Secara umum perangkat lunak ini lebih friendly pada graphic interfacenya, mudah digunakan, dan bisa undo, berbeda sekali dengan perangkat lunak sejenis seperti SMS (Surface waterModelling System) Perangkat lunak ini merupakan kumpulan beberapa modul simulasi dalam memprediksi laju sedimentasi. Sehingga dalam penelitian ini diharapkan dapat memperoleh suatu model tentang perkiraan deposit sedimen yang terjadi di teluk Jakarta karena adanya pulau reklamasi.

1.2 Rumusan masalah

- 1. Bagaimana pola arus pada saat pasca reklamasi dan masterplan di teluk jakarta?
- 2. Bagaimana pola sedimentasi pada saat pasca reklamasi dan masterplan di teluk jakarta?
- 3. Bagaimana perubahan batimetri karena adanya reklamasi di Teluk Jakarta?
- 4. Berapa volume pengerukan akibat adanya pulau reklamasi di Teluk Jakarta?

1.3 Tujuan

- 1. Mengetahui pola arus pada saat pasca reklamasi dan masterplan di teluk Jakarta.
- 2. Mengetahui pola sedimentasi pada saat pasca reklamasi dan masterplan di teluk Jakarta.

- 3. Mengetahui perubahan batimetri karena adanya reklamasi di Teluk Jakarta.
- 4. Mengetahui volume pengerukan akibat adanya pulau reklamasi di Teluk Jakarta

1.4 Batasan Masalah

- 1. Analisis masalah hanya fokus ke zonasi menurut kepmen LH no 51 tahun 2004
- 2. Pemodelan menggunakan perangkat lunak Mike21
- 3. Pengerukan menggunakan 3 set *clamshell* (3 *clamshell* + 3 *barge*)

1.5 Hipotesis

Dampak yang ditimbulkan oleh adanya reklamasi adalah laju sedimen yang sangat tinggi, sehingga perlu dilakukan penanganan upaya penurunan laju sedimentasi supaya menjadi kecil.

1.6 Manfaat

- 1. informasi data pengerukan di teluk Jakarta.
- 2. Memberikan informasi terkait tentang pola arus dan sedimentasi di teluk Jakarta.
- 3. Sebagai kajian dan analisis pembangunan berkelanjutan di kawasan teluk Jakarta.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Reklamasi Teluk Jakarta

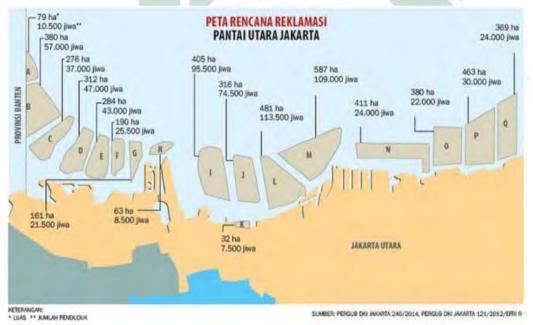
Reklamasi berasal dari kosa kata dalam Bahasa Inggris, toreclaim yang artinya memperbaiki sesuatu yang rusak. Secara spesifik dalam Kamus Bahasa Inggris-Indonesia Departemen Pendidikan Nasional, disebutkan arti reclaim sebagai menjadikan tanah (from the sea). Beberapa sumber yang mendefinisikan arti dari reklamasi yaitu sebagai berikut:

- Peraturan Menteri Perhubungan No PM 52 Tahun 2011menyebutkan bahwa, reklamasi adalah pekerjaan timbunan di perairan atau pesisir yang mengubah garis pantai dan atau kontur kedalaman perairan.
- 2. Reklamasi sendiri mempunyai pengertian yaitu usaha pengembangan daerah yang tidak atau kurang produktif (seperti rawa) menjadi daerah produktif (perkebunan, pertanian, permukiman, perluasan pelabuhan) dengan jalan menurunkan muka air genangan dengan membuat kanal-kanal, membuat tanggul/polder dan memompa air keluar maupun dengan pengurugan (Perencanaan Kota, 2012).

Rencana reklamasi Teluk Jakarta sudah dimunculkan sejak tahun 1995, yaitu dengan keluarnya Keppres No. 52 tahun 1995 tentang Reklamasi Pantai Utara Jakarta. Saat itu bertepatan dengan momentum "Indonesia Emas", dimana Presiden Soeharto berkeinginan menjadikan Jakarta sebagai kota pantai modern atau *waterfront city*. Berbagai upaya untuk mewujudkan visi tersebut dilakukan melalui studi-studi, perencanaan, dan dukungan kebijakan. Kronologis kebijakan terkait reklamasi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kronologis dukungan kebijakan untuk reklamasi pantai utara Jakarta (sumber: Pemprov DKI Jakarta)



Gambar 2.2 Peta masterplan reklamasi teluk Jakarta (sumber: Aprilia, 2017)

Pada gambar 2.1 dijelaskan kronologis kebijakan untuk reklamasi yang berada di pantai utara DKI Jakarta. Diawali dengan keputusan presiden No. 52 tahun 19995 tentang reklamasi pantai utara Jakarta sampai tahun 2012 dengan peraturan Gubernur No.121 tahun 2012 tentang penataan ruang kawasan reklamasi pantura Jakarta. Sedangkan pada gambar 2.2 terdapat rencana pulau reklamasi di teluk Jakarta

berjumlah 17 pulau reklamasi dengan inisial pulau reklamasi A sampai Q. pada saat ini proses reklamasi hanya sampai pulau C, D, G, dan N.

2.2 Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang dipindah oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Sedimen secara umum sebagai sekumpulan rombakan material (batuan, mineral dan bahan organik) yang mempunyai ukuran butir tertentu. Sedimentasi dapat didefenisikan sebagai pengangkutan, melayangnya (suspensi) atau mengendapnya material fragmentasi oleh air. Sedimentasi biasanya terjadi pada bagian *downstream*. Menurut Arbimusa (2016) Sedimentasi merupakan akibat adanya erosi dan memberi banyak dampak yaitu:

- a. Di sungai dapat menyebabkan pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya permukaan air sehingga mengakibatkan banjir.
- b. Di saluran dapa<mark>t mengakibatka</mark>n ter<mark>jad</mark>inya pengendapan sedimen dari dasar saluran dan sudah tentu diperlukan biaya yang cukup besar untuk pengerukan sedimen tersebut.
- c. Pengendapan sedimen di waduk-waduk akan mengurangi volume efektif.
- d. Di bendung atau pintu-pintu air menyebabkan kesulitan dalam mengoperasikan pintu-pintu tersebut juga karena pembentukan pulau-pulau pasir (*sand bars*) disebelah hulu bendung atau pintu air akan mengganggu aliran yang melalui bendung dan pintu air. Disisi lain akan terjadi bahaya penggerusan terhadap bagian hilir bangunan.

Sedimentasi dapat pula berasal dari erosi yang berasal pada luar sungai. Sedimen tersangkut oleh aliran sungai pada saat debitnya meningkat dari bagian hulu dan kemudian diendapkan pada alur sungai yang landai atau pada ruas sungai yang melebar. Selanjutnya pada saat debitnya mengecil, maka sedimen yang mengendap tersebut secara berangsur-angsur terbawa hanyut lagi dan dasar sungai akan berangsur turun kembali. Dari beberapa pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa sedimentasi adalah suatu proses pengangkutan, melayangnya atau mengendapnya material fragmental oleh air yang diakibatkan oleh erosi.

Sedimentasi di Pantai timbul karena adanya sedimen yang mengendap secara cepat dan terus menerus sehingga mengakibatkan berubahnya bentuk garis pantai. Sedimen Pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang terbawa oleh aliran sungai dan bermuara di pantai. Oleh karena itu di pantai yang banyak terdapat muara sungainya akan lebih mudah mengalami proses sedimentasi. Selain itu, daerah dengan gelombang yang tidak terlalu besar juga akan mempercepat proses sedimentasi (Triatmodjo, 1999). Mempelajari proses sedimentasi sangat penting untuk mengetahui sifat-sifat dari sedimen itu sendiri. Beberapa sifat sedimen adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk dan kecepatan sedimen, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya. Distribusi ukuran butir adalah yang paling penting. Sedimen pantai diklasifikasikan berdasar ukuran butir menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, *coral* (*pebble*), *cobble*, dan batu (*boulder*) (Triatmodjo, 1999).

2.3 Transport Sedimen

Pergerakan/pola sedimen meliputi pengangkatan (*entraiment*), *transport* sedimen dan pengendapan (*settling*). Ketiga proses ini bekerja pada waktu yang bersamaan dan dapat saling berinteraksi. Laju pergerakan sedimen dapat didefinisikan sebagai kosentrasi sedimen perunit waktu yang melewati sebuah bidang vertikal dengan unit lebar yang tegak lurus dengan arah aliran (Van Rijn,1993). Transpor sedimen adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen dapat dibedakan menjadi dua, yaitu transport sedimen menuju dan menginggalkan pantai (*onshore*

– *offshore transport*) yang memiliki arah rata rata tegak lurus pantai dan transport sepanjang pantai (*longshore transport*) yang memiliki arah rata rata sejajar pantai. Transpor sedimen tegak lurus pantai dapat dilihat pada kemiringan pantai dan bentuk dasar lautnya. Proses transpor sedimen tegak lurus biasanya terjadi pada daerah teluk dan pantai pantai yang memiliki gelombang yang relative tenang (Triatmodjo,1996). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi pola sedimentasi, yakni:

a. Angin

Angin dapat terjadi jika pada suatu saat terjadi perbedaan tekanan udara pada arah mendatar, maka akan terjadi gerakan perpindahan masa udara dari tempat dengan tekanan udara yang tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang rendah. Gerakan arus angin jarang sekali dapat berlangsung dalam keadaan rata atau halus, tetapi umumnya terganggu oleh adanya turbulensi dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berkembang dan saling menggangu dengan arah dan gerakannya. Arah angin adalah arah darimana angin berhembus atau darimana arus angin datang dan dinyatakan dalam derajat yang ditentukan dengan arah perputaran jarum jam dan dimulai dari titik utara bumi dengan kata lain sesuai dengan titik kompas.

Arus angin umumnya diberi nama dengan arah darimana angin tersebut bertiup, misalnya angin yang berhembus dari utara maka angin utara. Kecepatan angin adalah kecepatan dari menjalarnya arus angin dan dinyatakan dalam knots atau kilometer per jam maupun dalam meter per detik. Kecepatan angin pada umumnya berubah-ubah, maka dalam menentukan kecepatan angin diambil kecepatan rataratanya dalam periode waktu selama sepuluh menit dengan dibulatkan dalam harga satuan knots yang terdekat. Keadaan ditentukan sebagai angin teduh (*calm*) jika kecepatan kurang dari satu knot (Soepangkat, 1994).

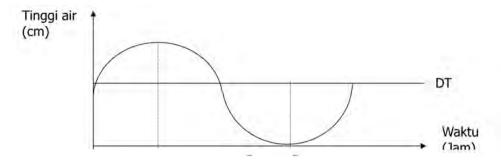
b. Pasang Surut

Pasang surut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan air laut yang terjadi secara periodik yang diakibatkan oleh hubungan gravitasional antara matahari, bulan dan bumi. Selain faktor tersebut pasangsurut juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti angin, curah hujan dan iklim, faktor ini juga menentukan ketinggian tambahan pada permukaan laut dan fluktuasinya sepanjang masa (Pariwono, 1989). Pasang surut memiliki komponen – komponen pembangkit pasang surut serta bersifat periodik, oleh karena itu nilai elevasi pasang surut permukaan air laut pada suatu tempat dapat diramalkan. Peramalan pasang surut bertujuan untuk mengetahui atau memprediksi nilai elevasi pasang surut untuk beberapa tahun kedepan.

Faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, revolusi bumi terhadap matahari. Berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (gaya coriolis), dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa faktor local yang dapat mempengaruhi pasut disuatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga berbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan (Diposaptono 2007).

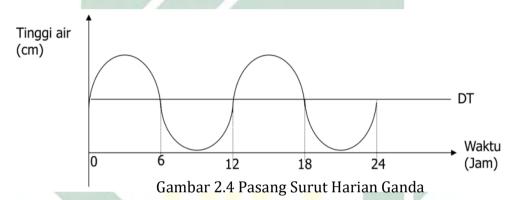
Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap harinya. Hal ini disebabkan karena perbedaan respon setiap lokal terhadap gaya pembangkit pasang surut. Sehingga terjadi tipe pasut yang berlainan di sepanjang pesisir. klasifikasi-nya, yaitu:

a. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) yaitu bila dalam sehari terjadi satu satu kali pasang dan satu kali surut. Biasanya terjadi di laut sekitar katulistiwa. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Seperti dijelaskan pada gambar 2.3.

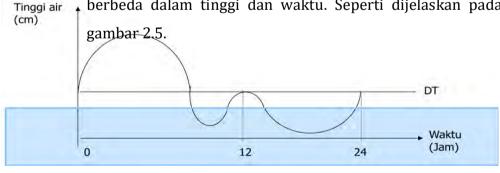


Gambar 2.3 Pasang Surut Harian Tunggal

b. Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*) yaitu bila dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang hampir sama tingginya. Seperti dijelaskan pada gambar 2.4.



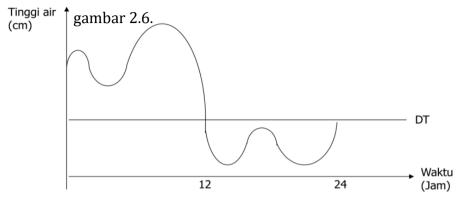
c. Pasang surut campuran condong harian tunggal (*Mixed Tide Prevailing Diurnal*) merupakan pasut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu. Seperti dijelaskan pada



Gambar 2.5 Pasang Surut Campuran

d. Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semi Diurnal*) merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang

terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda. Seperti dijelaskan pada



Gambar 2.6 Pasang Surut Campuran Ganda

Untuk mengetahui tipe pasang surut di suatu daerah dan menghitung HHWL, LLWL, dan lainnya maka manggunakan persamaan1. Sedangkan untuk mengetahui S0, Z0, HHWL, dan LLWL menggunakan persamaan 2.

Tabel 2.1 Keterangan persamaan 1

Variabel	<u>Keterangan</u>
01	Amplitudo unsur pasut tunggal utama yang disebabkan
	oleh gaya tarik bulan
K1	Amplitudo unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya
KI	tarik matahari
M2	Amplitudo unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh
	gaya tarik bulan
S2	Amplitudo unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh
	gaya tarik matahari

Kita bisa mengetahui tipe pasang surut di suatu perairan dengan ketentuan sebagai berikut:

 $F \le 0.25$: Pasut harian ganda

 $0.25 < F \le 1.5$: Pasut campuran dominan ganda

1.5 < F ≤ 3.0: Pasut campuran dominan tunggal

F > 3.0: Pasut harian tunggal

Selanjutnya kita juga bisa mengetahui unsur unsur dari pasang surut dengan menggunakan persamman dibawah ini.

e. Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) millimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air sebanyak satu liter (BMKG, 2015).

f. Debit Sungai

Debit sungai juga mempengaruhi sebaran sedimen yang dikeluarkan oleh sungai atau muara tersebut. Besar dan kecilnya debit dipengaruhi leh luas dan arus di muara atau sungai tersebut.

g. Konsentrasi TSS (Total Suspended Solid)

TSS (Total Suspended Solid) adalah zat padat yang berada dalam suspense, menurut ukurannya dibedakan menjadi partikel Koloid dan partikel suspense biasa. Terjadinya peningkatan konsentrasi TSS akan meningkatkan tingkat kekeruhan pada perairan, setelah itu akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam kolom perairan. Sebaran TSS (Total Suspended Solid) di perairan dipengaruhi oleh pasang surut, angin, arus laut, aktivitas manusia. Debit sungai juga memiliki pengaruh sebagai pemasok material sedimen ke hilir. Asupan material yang terbawa melalaui aliran sungai adalah penyebab tingginya konsentrasi TSS, selain itu adanya kegiatan reklamasi juga memberikan pengaruh kekeruhan (Winnarsih, 2016).

h. Arus

Arus laut adalah gerakan massa air laut dari suatu tempat ke tempat yang lain, dimana gerakan ini secara mendatar ataupun horizontal yang berupa arus permukaan atau arus dasar, dan dapat juga berupa gerakan massa air secara vertikal dari lapisan air bagian bawah ke lapisan atau sebaliknya. Pada arus, terdapat dua gaya yang berperan yaitu gaya primer dan gaya sekunder. Gaya primer berperan untuk menggerakkan arus dan menentukan kecepatannya. Gaya primer terdiri dari gravitasi, gesekan angin (wind stress), gaya dorong keatas dan kebawah (bouyancy), tekanan atmosfir. Sedangkan gaya sekunder mempengaruhi arah gerakan dan kondisi aliran arus, gaya sekunder meliputi gaya Coriolis dan gesekan air laut itu sendiri (Kurniawati, 2017). Factor yang mempengaruhi arus antara lain: Angin, pasang surut, dan debit sungai.

2.4 Pengendapan (deposision) dan erosi (erosion)

Pengendapan dan resuspensi sedimen halus selama siklus pasut merupakan karakteristik penting dari transport sedimen kohesif di estuari. Hal tersebut sangat diperlukan dalam memodelkan dinamika sedimen untuk meperoleh informasi secara kuantitatif proses perubahan didasar, yaitu pengendapan dan erosi (Dronkers dan Van Leussen, 1988). Pengendapan merupakan suatu peristiwa dimana material sedimen tersuspensi (partikel, agregat atau floc) jatuh kedasar perairan dan menjadi sedimen dasar. Pada peristiwa ini arus sudah tidak mampu lagi mengangkat atau mempertahankan partikel sedimen berada dalam kolam air (Aprilia, 2016).

Sedangkan peristiwa tergerus atau terangkatnya sedimendari dasar perairan ke dalam kolam perairan menjadi sedimen tersuspensi disebut dengan erosi. Kecepatan erosi didefinisikan sebagai jumlah massa sedimen yang tererosi per satuan waktu. Partikel sedimen, gumpalan (flocs) atau bongkahan (lumps) dipermukaan dasar akan tererosi jika tegangan geser dasar yang ditimbulkan oleh arus dan gelombang melebihi tegangan geser kritis erosi. Hal ini tergantung pada karakteristik material

dasar (komposisi mineral, material organik, salinitas, densitas, dan lainlain) atau struktur dasar (Van Rijn, 1993).

2.5 Pengerukan (*Dredging*)

Pengerukan adalah suatu kegiatan pemindahan material di bawah air dari suatu tempat ke tempat lain dengan mempergunakan suatu alat. Pengerukan pada umumnya dilakukan pada saat pembangunan atau pengembangan suatu pelabuhan. Sistem pengerukan dibagi atas dua klasifikasi yaitu system mekanikal dan hidraulik. System mekanikal mempergunakan alat-alat besar, dimana dalam system ini termasuk clamshell dredge dan dipper dredge. Sistem hidraulik mempergunakan prinsip penyedotan dengan mempergunakan pipa. Termasuk dalam system ini antara lain cutterhead pipeline dredge (Redana, 2006).

Permasalahan yang berkaitan dengan pengerukan antara lain: Pemilihan alat keruk yang sesuai, Fasilitas material buangan, Karakteristik sediment yang akan dikeruk untuk menunjang perencanaan areal buangan, Kontrol operasional dredging untuk memproteksi lingkungan sekitarnya. Secara umum tipe-tipe pengerukan antara lain hydraulic pipeline (cutterhead, dustpan, plain suction dan side caster); hopper dredges dan clamshell dredges. hydraulic dredging adalah sistem pengerukan untuk memindahkan material lepas dengan menggunakan dustpan, hoppers, hydraulic pipeline plain suction dan sidecasters.

Mechanical dredging adalah pemindahan material lepas atau keras dengan menggunakan clamshell, dipper atau ladder dredges. Pemilihan alat keruk dan metode yang dipergunakan pada umumnya tergantung dari beberapa faktor: Karakteristik fisik dari material yang akan dikeruk, volume material yang akan dikeruk, kedalaman pengerukan, jarak ke lokasi penimbunan, lingkungan fisik antara dredging dan areal penimbunan, level kontaminasi dari sedimen hasil pengerukan, metode penanganan material hasil pengerukan, produksi pengerukan yang diinginkan, tipe alat keruk yang tersedia. Menurut Pullar (2009) ada beberapa tipe kapal keruk yakni:

a. Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)

Trailing Suction Hopper Dredger adalah kapal keruk yang paling produktif dengan teknologi yang paling canggih. Pada umumnya kapal jenis ini memiliki propeller sendiri. Kapal ini dilengkapi dengan hopper untuk mengangkat material yang disedot dari dasar laut melalui draghead dan pipa (Gambar 2.7). Kapal ini memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Memiliki kemampuan pada hampir semua jenis tanah, sangat efisien dalam lumpur dan pasir
- Pada umumnya dilengkapi dengan teknologi yang canggih
- Tingkat kekeruhan yang dihasilkan relatif rendah
- Dapat bekerja dalam cuaca buruk dan kondisi laut
- Kapasitas produksi yang relatif tinggi (1000-12.500 m/jam)
- Mampu mengangkut material pada jarak yang jauh.

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini:

- Membutuhkan kedalaman air yang cukup dalam pada area pengerukan, pembuangan, maupun rutenya
- Kemampuan terbatas untuk mengeruk batu karang
- Tidak mampu bekerja di daerah terbatas
- Material keruk yang kohesif sulit dikelurkan dari hopper



Gambar 2.7 Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD) (Sumber: Pullar, 2009)

b. Grab Dredger / Clamshell

Grab Dredger biasanya terdiri dari clamshell grab yang tersambung ke crane dengan kawat baja. Crane ini dinaikkan di atas

ponton atau kapal. Bahan hasil kerukan akan diangkat dan diletekkan di dalam tongkang yang tertambat disampingnya (Gambar 2.8). Kapal ini memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Dapat mengeruk dengan cara membuat jalan didepan kapal ketika melakukan pengerukan di daerah yang dangkal
- Cocok untuk daerah pengerukan terbatas dan untuk berbagai kedalaman
- Dapat mengeruk tanah yang cukup padat, seperti tanah liat dan bebatuan yang longgar
- Ukuran material yang diambil dapat diubah sesuai kebutuhan (1m3-20m3).

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini:

- Kurang produktif jika digunakan untuk mengeruk tanah dan bebatuan yang keras
- Produktivitas relatif rendah (100-800 m3/jam tergantung pada ukuran grab dan material)
- Menghasilkan kekeruhan yang relatif tinggi namun bisa diatasi dengan menggunakan grab special
- Tidak mudah dipindahkan dari jalur pelayaran
- Dibutuhkan yang sesuai untuk kapal tunda dan tongkang.



Gambar 2.8 *Grab Dredger/ clamshel* (sumber : Pullar dan Struart, 2009)

2.6 Perangkat Lunak yang Digunakan

2.6.1 Mike 3 Dimensi

Mike 21 adalah suatu perangkat lunak rekayasa profesional yang berisi sistem pemodelan yang komprehensif untuk program komputer untuk aliran permukaan dan kolom suatu perairan. Mike 21 terdiri dari beberapa modul, diantaranya adalah sebagai berikut (DHI Mike, 2014):

a. modul Hidrodinamika

Mike 21 hydrodynamic (HD) module adalah model matematik untuk menghitung 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. Efek dan fasilitasi yang termasuk di dalamnya yaitu (DHI Mike, 2014):

- bottom shear stress
- wind shear stress
- barometric pressure gradients
- Coriolis force
- momentum dispersion
- sources and sinks
- evaporation
- flooding and drying
- wave radiation stresses

Persamaan yang akan digunakan pada modul hidrodinamika dijelaskan berikut ini:

$$\begin{split} \frac{\partial h}{\partial} + \frac{\partial h\overline{\mathbf{u}}}{\partial} + \frac{\partial h\overline{\mathbf{v}}}{\partial} &= 0 \\ \frac{\partial h\overline{\mathbf{u}}}{\partial} + u \frac{\partial \overline{\mathbf{u}}}{\partial} + v \frac{\partial \overline{\mathbf{u}}}{\partial} &= F\overline{\mathbf{v}}h - gh\frac{\partial}{\partial} - \frac{n}{\rho_u}\frac{\partial}{\partial} - \frac{gh^z\sigma}{2\rho_u}\frac{\partial}{\partial} + \frac{\tau_s}{\rho_u} - \frac{\tau_b}{\rho_u} + \frac{1}{\rho_u}\left(\frac{\partial s_x}{\partial} + \frac{\partial s_x}{\partial}\right) + \frac{\partial}{\partial}(hT_x) + \frac{\partial}{\partial}(hT_x)hu_ss \\ \frac{\partial h\overline{\mathbf{v}}}{\partial} + u \frac{\partial \overline{\mathbf{v}}}{\partial} + v \frac{\partial \overline{\mathbf{v}}}{\partial} &= F\overline{\mathbf{u}}h - gh\frac{\partial}{\partial} - \frac{n}{\rho_u}\frac{\partial}{\partial} - \frac{gh^z\sigma}{2\rho_u}\frac{\partial}{\partial} + \frac{\tau_s}{\rho_u} - \frac{\tau_b}{\rho_u} + \frac{1}{\rho_u}\left(\frac{\partial s_y}{\partial} + \frac{\partial s_y}{\partial}\right) + \frac{\partial}{\partial}(hT_x) + \frac{\partial}{\partial}(hT_x)hv_ss \\ h\overline{\mathbf{u}} &= \int_{-d}^{n} u dz \\ h\overline{\mathbf{v}} &= \int_{-d}^{n} v dz \end{split}$$

Keterangan per<mark>sama</mark>an konti<mark>nu</mark>itas dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2.2 Keterangan persamaan kontinuitas

Variab <mark>el</mark>	Keterangan
H(x, y, t)	k <mark>edalam</mark> an a <mark>ir (=ζ – d, m)</mark>
d(x, y, t)	k <mark>ed</mark> al <mark>am</mark> an a <mark>ir d</mark> alam berbagai waktu (m)
$\zeta x, y, t$	elevasi permukaan (m)
p, q(x, y, t)	flux density dalam arah x dan y (m3/s/m)
(uh,vh); (u,v)	depth averaged velocity dalamarah x dan y
Cx, y	tahanan Chezy (m/s)
g	kecepatan gravitasi (m/s)
f(V)	faktor gesekan angina
V, Vx, Vyx, y, t	kecepatan angin dalam arah x dan y (m/s)
$\Omega(x,y)$	parameter Coriolis (s)
pa(x, y, t)	tekanan atmosfer (kg/m/s)
ρw	berat jenis air (kg/m)
<i>x</i> , <i>y</i>	koordinat ruang (m)
t	waktu (s)
τχχ, τχγ, τγγ	komponen effective shear stress

b. modul Mud Transport

Pada modul mud transport ini bertujuan untuk memodelkan transportasi sedimen kohesif. Pada modul ini juga mendeskrsipsikan erosi, transport, dan endapan dari lumpur, pasir atau campuran lumpur akibat adanya arus dan gelombang. Modul ini dapat diterapkan pada studi kasus teknik seperti:

- studi transportasi sedimen untuk bahan kohesif halus atau campuran pasir / lumpur di muara dan daerah pesisir dimana aspek lingkungan dilibatkan dan degradasi kualitas air dapat terjadi.
- Lumpur di pelabuhan, navigasi jalur pelayaran, kanal, sungai, dan waduk.
- Studi pengerukan

Persamaan yang digunakan pada modul ini adalah *Adversi-Dispersi* sebagai berikut:

$$\frac{\partial \overline{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \overline{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \overline{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \overline{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \overline{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S$$

Keterangan persamaan *Adversi-Dispersi* dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 2.3 Keterangan persamaan Adversi-Dispersi

Variabel	Ket <mark>era</mark> ngan
$ar{c}$	konsentrasi rata rata kedalaman (gram/m³)
u, v	kecepatan rata rata kedalaman (m/s)
D_x , D_y L	koefisien disperse (m²/s)
h	kedalaman (m)
S	endapan/erosi (g/m³/s)
Q_L	sumber debit per unit horizontal (m ³ /s/m ²)
C_L	konsentrasi sumber debit (g/m³)

Model ini digunakan pendekatan Krone untuk mengestimasi laju endapan (S_D):

$$S_D = w_s c_b p_d$$

$$p_d = 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}} = \tau_b \le \tau_{cd}$$

Keterangan pendekatan Krone dijelaskan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Keterangan persamaan Krone

Variabel	Keterangan
W_{S}	Kecepatan endapan (m/s)
c_b	Konsentrasi dekat dasar (Kg/m³)

Variabel	Keterangan			
p_d	Kemungkinan mengendap			
$ au_b$	Gesekan dasar (N/m²)			
$ au_{cd}$	Gesekan dasar kritis untuk endapan (N/m²)			

2.6.2 Wind Rose

Perangkat lunak *Wind Rose* adalah suatu metode untuk menganalisa arah dan kecepatan angin suatu tempat tertentu dan biasanya perbandingan dari pada angin-angin yang berhembus dari tiap-tiap arah angin. Manfaat menganalisa Keadaan angina dengan *Wind Rose* ialah hasilnya mudah dibaca karena penyajiaannya dalam bentuk diagram, sehingga orang awam pun mudah membacanya (Fadholi, 2012).

2.6.3 World Tides

World Tides adalah program computer desktop untuk menganalisa da<mark>n m</mark>emp<mark>red</mark>ik<mark>si ketingg</mark>ian muka pada daerah aliran pasut. Dibuat untuk dapat dipergunakan dengan sangat mudah, GUI (Graphical User *Interface*/Antarmuka Grafis Pengguna) memudahkan untuk menyiapkan dengan cepat pengukuran ketinggian air pada suatu deret waktu ke dalam komponen pasut maupun non-pasutnya menggunakan reduksi harmonic least square. Pada program Worl Tides pilihan konstanta pasang surut mencapai 35. Setelah menyimpan konstanta pasut untuk konstanta yang dipilih selama analisis berlangsung, pengguna dapat melakukan prediksi pasut astronomis, ketinggian muka air yang bervariasi terhadap frekuensi pasut yang diketahui yang dapat dihubungkan dengan interaksi gravitasi antara bumi, bulan, dan matahari (Boon, 2007).

2.6.4 Naotide

Naotide merupakan suatu program untuk memprediksi pasang surut dengan cakupan global. Naotide ini dikembangkan oleh

National Astronomical Observatory, jepang pada tahun 1999. Model ini menyajikan 16 konstituen pasang surut dan program ini beresolusi 0,5° (Matsumoto, 2000).

2.6.5 Surfer

Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi dengan mendasarkan pada grid. Perangkat lunak ini melakukan plotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (grid) yang beraturan. Grid adalah serangkaian garis vertical dan horizontal yang dalm surfer berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur dan surface tiga dimensi. Surfr tidak mensyaratkan perangkat keras ataupun system operasi yang tinggi. Oleh Karena itu, surfer relative mudah dalam aplikasinya(Surfer, 2002). Surfer memberikan kemudahan dalam pemuatan berbagai macam peta kontur atau model spasial 3 Dimensi. Sangat membantu dalam analisis volumetric, Cut and Fill, slope, dan lain-lain. Memungkinkan pembuatan peta 3 dimensi dari suatu data tabular yang disusun dengan menggunakan worksheet seperti Excel dan lain-lain. Surfer membantu dalam analisis kelerengan, ataupun morfologi lahan dari suatu foto udara atau citra satelit yang telah memiliki datum ketinggian. (Surfer, 2002).

2.7 Metaanalisis Penelitian Terdahulu

Tabel 2.5 Metanalisis Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tu <mark>jua</mark> n	Parameter / Data yang <mark>D</mark> igunakan	Metode	Hasil
1	Pemodelan Hidrodinamika 3- Dimensi Pola Sebaran Sedimentasi Pra Dan Pasca Reklamasi Teluk Jakarta	Evasari Aprilia, 2017	mengetahui pola sebaran sedimen dan dampak yang ditimbulkan bila terjadi perubahan sedimenasi di perairan teluk Jakarta Simulasi dilakukan menggunakan dua skenario, yaitu pra diadakannya reklamasi (bulan Januari dan September 2011) dan pasca diadakan reklamasi (bulan Februari dan Mei 2016).	Peta batimetri teluk Jakarta tahun 2015 yang dikeluarkan oleh pushidrosal Data pasang surut dari pushidrosal Masterplan reklamasi 17 pulau di teluk Jakarta Data debit sungai Data curah hujan Data arus satelit altimetri	Mike 21 Hidrodinamika 3-dimensi	 Kecepatan arus saat pra reklamasi berkisar antara 0 m/s - 0,94 m/s sedangkan pasca reklamasi berkisar antara 0 m/s - 0,88 m/s. Pasca diadakan reklamasi juga terjadi peningkatan ketebalan sedimen dasar perairan hingga mencapai 2,49 m dibandingkan kondisi saat sebelum reklamasi yang hanya mencapai ketebalan maksimum sebesar 0,84 m Konsentrasi sedimen tertinggi terjadi pada lokasi yang berada didekat dengan Muara Cengkareng yang salah satunya disebabkan oleh debit harian sungai yang cukup tinggi di

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
						lokasi tersebut.
2	pemodelan sebaran sedimen untuk analisis dampak reklamasi terhadap pendangkalan di teluk benoa.	Izhad Miftachurrazaq, 2017	Untuk mengetahui pola sebaran sedimen pada saat pra dan pasca reklamasi di teluk benoa Pengaruh perubahan pola sebaran sedimen terhadap pendangkalan pada saat pasca reklamasi di teluk Benoa		Mike 21 dengan modul hidrodinamika dan sedimen	pola sebaran sedimen di teluk benoa mengalami perubahan pasca reklamasi Pada paska reklamasi kondisi surut terendah, terjadi peningkatan konsentrasi TSS pada sisi- sisi pulau reklamasi, dengan nilai mencapai 6 mg/l. Sedangkan pada pra reklamasi konsentrasi TSS pada perairan Teluk Benoa rata-rata dibawah 0,8 mg/l. Perubahan sebaran sedimen pada paska reklamasi mengakibatkan adanya peningkatan konsentrasi sedimen tersuspensi pada perairan teluk dan peningkatan nilai laju deposisi serta laju erosi. Peningkatan laju deposisi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya proses sedimentasi dan

		Penulis dan		Davameter / Data		
No	Judul	tahun terbit	Tuju <mark>an</mark>	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
				yang Digamanan		pendangkalan. Nilai laju deposisi dan erosi sedimen terbesar yaitu mencapai 3,49 x 10-4 kg/m²/s dan 3,47 x 10-4 kg/m²/s. Sehingga menyebabkan pendangkalan yang ditunjukkan dengan meningkatnya ketebalan lapisan dasar mencapai 15,2 cm.
3	pemodelan alran sedimen di kolam pelabuhan (Studi kasus: Kolam 1 pelabuhan Tanjungpriok, Jakarta)	Adireta Kurniawati Witantono, Khomsin, 2014	kajian dan analisis pola penyebaran transpor material sedimen di lokasi penelitian yang menggunakan simulasi model transport sedimen yang di visualisasikan dengan perangkat lunak Mike 21.	Peta batimetri dari pushidrosal dan PT Tirta Wahana Bali International Data pasang surut dari pushidrosal Data debit sungai yang mengarah ke teluk benoa dari PT Tirta Wahana Bali International Data koordinat rencana reklamasi	Mike 21 dengan modul hidrodinamika dan sedimen	Konsentrasi sedimen saat kondisi pasang tertinggi memiliki nilai maksimal sebesar 0,0325 g/m³ dan minimal sebesar 0,0025 g/m³. Sedangkan besar konsentrasi sedimen saat kondisi surut terendah memiliki nilai maksimal sebesar 0,104 g/m³ dan minimal sebesar 0,008 g/m³.

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
		tanun terbit		dari PT Tirta Wahana Bali International Data pasang surut dari BIG Sampel sedimen yang didapat dari lapangan Peta batimetri kolam pelabuhan tanjung priok tahun 2014 yang didapat dari PT. Pelabuhan Indonesia II Peta rupa bumi Indonesia tanjungpriok skala 1:25.000 tang didapat dari BIG		
4	Pemodelan Transpor Sedimen Kohesif Pada Teluk Ambon Dalam	Yunita A. Noya, Mulia Purba, Alan F Koropitan, Tri Prartono, 2016	Untuk mengetahui pola sebaran tersuspensi berdasarkan pola arus pasang surut	Data pasut Data debit sungai Sampel sedimen	menggunakan perangkat lunak mike 21 dengan modul MIKE 3 FM dengan asumsi perairan yang bersifat	pola pergerakan arus yang terjadi sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Hasil model konsenrasi sedimen kohesif terlihat jelas pada pangkal teluk. Tingkat erosi yang terjadi

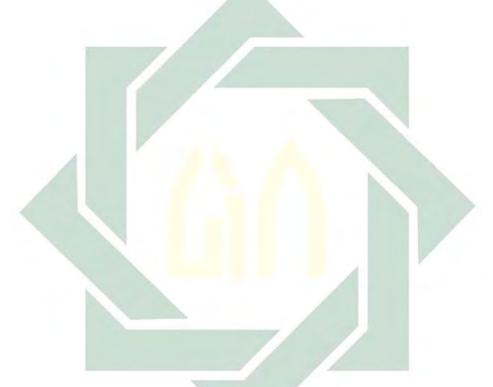
No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
		tanun terbit		yang Digunakan	Baroklinik pada dalm modul MIKE 3 FM peneliti menggunakan hydrodynamic dan Mud Transport.	pada ambang berkisar 1,04 – 6,15 kg/m²/s.
5	Penentuan Pola Transport Sediment dengan Mike 21 (Contoh kasus Pantai Lampu Satu Kabupaten Merauke Papua)	Muhammad Imran Haerik, 2016	Menentukan pola Transpor sedimen yang terjadi di pantai lampusatu kabupaten merauke papua	Sampel sedimen yang diambil dari lapangan Data angin Data pasang surut Data batimetri dan topografi	Menggunakan perangkat lunak Mike 21dengan modul hidrodinamika, Spectral Waves, dan Sand Transport	Berdasarkan hasil penelitian pola tranpor sedimen berasal dari sungai Maro menuju daerah pantai Lampusatu, daerah yang berpotensi mengalami erosi terbesar yaitu daerah sejauh 50 meter dari garis pantai lampusatu berkisar antara 1050 – 1200 m³/tahun setelah jarak itu transport sediment berkurang berkisar antara 0 – 150 m³/tahun.
6	Studi Dampak Reklamasi DI Teluk Lamong Propinsi Jawa Timur Terhadap Pola Arus	Alwafi Pujiraharjo, Arief Rachmansyah, Pudyono, Agus Suharyono,	Kajian dampak rencana reklamasi di teluk Lamong	Pengukuran hidrometri Pengukuran batimetri	Membandingkan degan 5 model scenario menggunakan model numerik	Rencana reklamasi menyebabkan pola arus di teluk lamong dan pengendapan sedimen di

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
	Pasang Surut Dan Angkutan Sedimen	Yatnanta Padma Devia, Kurniawati Ratna Nur F. 2013		Pengamatan pasang surut		sekitar muara kali Lamong di sekitar galang Upaya mengatasi problem sedimentasi dengan pengerukan dan pelebaran air diantara celah reklamasi tidak memberikan perbaikan dampak perubahan pola arus dan sedimentasi signifikan Apabila ingin mengoptimalkan lahan yang ada, maka perlu adanya penataan ulang terhadap rencana reklamasi.
7	Evaluasi Kondisi Trofik di Teluk Jakarta Menggunakan Model Mike21 Ecolab Beserta Strategi Desain Penanggulanganya	Dinie Dianita Bakrie, Universitas Indonesia, 2017	Analisis sebaran dan konsenrasi N dan P di teluk Jakarta Analisis sumber pencemar potensial yang harus dikendalikan di muara teluk Jakarta	Peta batimetri Kualitas air teluk jarta (N dan P) Kualitas muara teluk Jakarta Data klimatologi dan meteorology teluk Jakarta	Mike21 Modul Flow model FM, Spectral wave, dan Ecolab	Diperoleh rentang konsentrasi rata-rata DIN di Teluk Jakarta antara 0,005 – 7,764mg/L, sedangkan konsentrasi rata-rata TP antara 0,001 – 0,941 mg/L. Sehingga kadar pencemar di Teluk Jakarta telah melebihi baku mutu. Sebaran pencemar berasal dari muara sungai dan daerah

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
			Menyusun kerangka pengolahan bahan pencemar N dan P terhadap sumber pencemar			pesisir Teluk Jakarta. Besarnya konsentrasi pencemar bergantung pada kecepatan arus dan arah angin dimana semakin tinggi kecepatan arus perairan maka semakin rendah konsentrasi pencemar. Strategi penanggulangan pencemar DIN – TP di Teluk Jakarta dapat dilakukan dengan pembangunan IPAL terpadu. Dimana dapat menurunkan beban pencemar DIN dan TP menjadi 1,064 ton/tahun dan 0,096 ton/tahun. Adanya kebijakan dengan tidak mendirikan pemukiman pada wilayah kritis di skenario masterplan apabila proyek reklamasi berjalan juga dapat membantu mengurangi pencemaran di Teluk Jakarta.

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
8	Analisis Model Sebaran TSS Serta Pengaruhnya Terhadap Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta	Dwi Sari Kurniawati, 2017, Universitas Indonesia	Pola sebaran dan konsentrasi TSS di teluk Jakarta. Analisis hubungan antara TSS dengan indeks keanekaragaman fitoplankton di perairan teluk Jakarta. Model pengolahan lingkungan sehubungan dengan parameter TSS.	Data batimetri teluk Jakarta Data kualitas air perairan dan muara teluk Jakarta Data angin Data debit sungai	Mike 21 Modul Hidrodinamika dan Ecolab	Konsentrasi TSS di zona pelabuhan saat pra reklamasi dan pasca reklamasi sebagian besar masih memenuhi baku mutu Permen LH No. 51 Tahun 2004, Hanya pada titik pantau 7 yang telah melebihi baku mutu, hal ini dipengaruhi oleh debit dan konsentrasi TSS dari Cengkareng Drain. Hubungan TSS dan indeks keanekaragam fitoplankton tidak dapat perlihatkan, keanekaragaman fitoplankton tidak hanya ditentukan oleh kondisi kualitas air, sebab sifat plankton yang pasif akan mengikuti arus laut akan terdistribusi sampai ke muara pada saat kondisi pasang, meskipun kondisi muara pada saat itu buruk, dengan adanya kondisi

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter / Data yang Digunakan	Metode	Hasil
						pasang akan menyebabkan terjadinya pengenceran. Pengendalian yang harus dilakukan untuk memperbaiki kualitas lingkungan perairan Teluk Jakarta dengan cara pengendalian pencemaran dari daratan (landbase pollution), yang dimulai dengan pengendalian tata ruang, pengendalian teknis yang dapat dilakukan yaitu dengan cara pembangunan IPAL komunal.



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

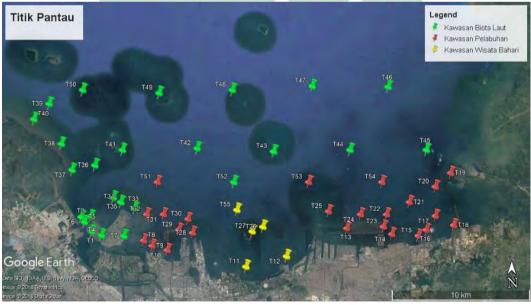
III. METODOLOGI

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian berupa pemodelan hidrodinamika dan transport sedimen di teluk Jakarta dilakukan selama 3 bulan berbeda, yakni Januari – Maret (musim barat) dan Juli – September (musim timur). Pemodelan menggunakan perangkat lunak Mike21 dengan modul Hidrodinamika dan *Mud Transport*.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian (sumber: www.googleearth.com)



Gambar 3.2 Titik pengamatan

Titik pantau pada penelitian kali ini dilihat berdasarkan wilayah yang masuk pada baku mutu sesuai KEPMEN LH No 51 Tahun 2004. Titik pantau warna kuning menunjukkan kawasan Wisata Bahari, warna merah menunjukkan zona kawasan Pelabuhan, dan warna hijau menunjukkan zona kawasan Biota Laut.

Tabel 3.1 Titik pengamatan

Kawasan	Titik pantau
Kawasan Wisata Bahari	T11, T12, T26, T27, dan T55
Kawasan Pelabuhan	T8, T9, T10, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T24, T25, T28, T29, T30, T31, T32, T51, T53, dan T54
Kawasan Biota Laut	T1, T2, T4, T5, T6, T7, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48, T49, T50, dan T52

Pada tabel 3.1 merupakan titik pantau penelitian berdasarkan wilayah yang masuk pada baku mutu sesuai KEPMEN LH No 51 Tahun 2004 yang selanjutnya diseleksi berdasarkan kondisi lapangan. Berdasarkan keputusan mentri tersebut kawasan perairan teluk Jakarta dibagi menjadi 3 bagian yaitu: kawasan wisata, kawasan pelabuhan, dan kawasan biota air. Kawasan wisata dengan 5 titik pantau, kawasan pelabuhan dengan 23 titik pantau, dan kawasan biota air dengan 25 titik pantau.

3.2 Alat

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam mengerjakan tugas akhir ini ditunjukkan pada table 6.

Tabel 3.2 Alat dan Bahan

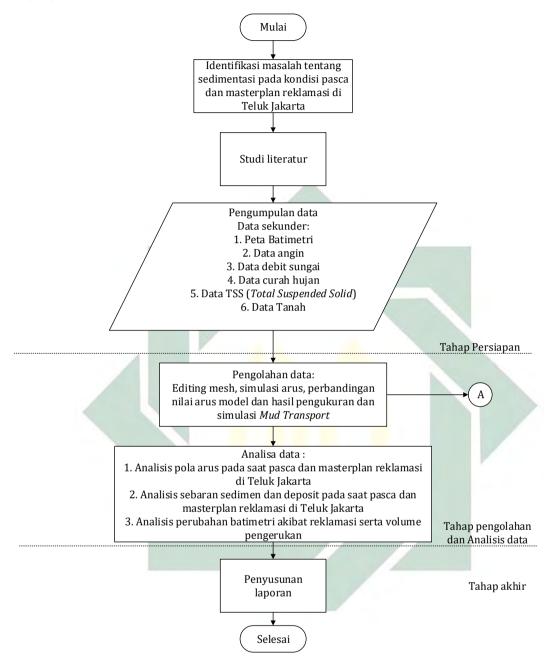
No	Alat	Fungsi
1	Komputer	Menjalankan perangkat lunak
2	Alat tulis	Mencatat data
3	Surfer 14	Visualisasi data kedalaman dan menghitung volume pengerukan
4	Software Mike21	Pemodelan arus dan sedimentasi
5	Software ArcGis 10.3	Mendigitasi peta
6	Perangkat lunak NAOTIDE	Prediksi Pasang Surut
7	Worltide	Menghitung konstanta harmonik pasang surut

3.3 Sumber Data

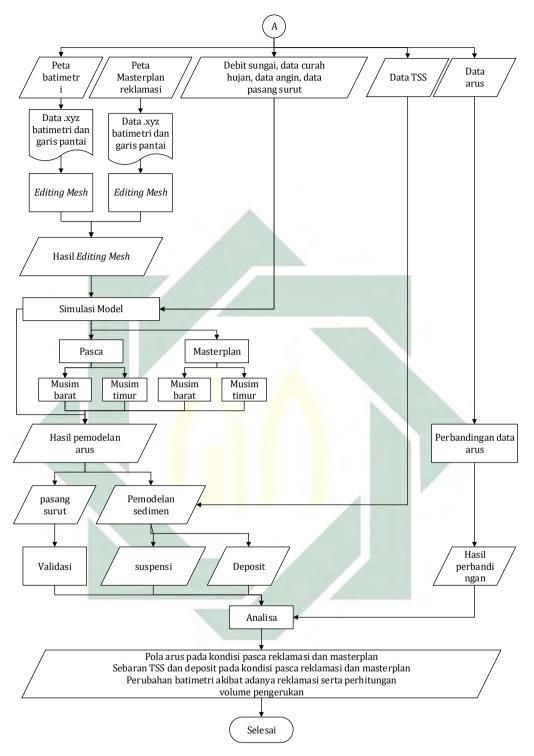
Skenario model yang diperlukan pada penelitian ini didapat dari berbagai sumber, antara lain:

- Peta LPI (Lingkungan Pantai Indonesia) tahun 2015 yang telah divalidasi dengan cara survey ulang oleh Pusriskel BRSDM-KP tahun 2017
- Data Pasang surut dari Dishidros tahun 2016
- Data Angin dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Jakarta.
- Data debit muara sungai yang berada di teluk Jakarta yang bersumber dari SLHD/DIKPLH Prov. DKI Jakarta Tahun 2013, 2014 dan 2017
- Data Curah hujan Teluk Jakarta yang bersumber dari www.esrl.noaa.gov tahun 2017
- Data TSS dari Dinas LH Prov. DKI Jakarta tahun 2017

4.4 Flowchart



Gambar 3.3 Flowchart Penelitian



Gambar 3.4 Diagram alir pengolahan data

1. Identifikasi masalah

Hal ini merupakan tahap awal yang menjadi latar belakang permasalahan yang terjadi. Sehingga peneliti dapat merumuskan masalah, tujuan, batasan masalah, dan manfaat diadakan penelitian tersebut. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi pola arus, sebaran sedimen dan deposit pada saat pasca reklamasi dan masterplan akibat adanya reklamasi di teluk Jakarta.

2. Studi literatur

Setelah melakukan identifikasi masalah pada lokasi yang ditentukan, langkah selanjutnya adalah mencari refrensi yang terkait permasalahan yang akan diangkat dalam tugas akhir ini. Literatur dapat beruapa jurnal, koran, konferensi resmi, dan publikasi media yang sangat akan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini. Refrensi mengenai pemodelan hidrodinamika dan *transport sedimen*.

3. Pengumpulan data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yakni: data pasang surut, data angin, peta batimetri, data debit sungai, data curah hujan dan data TSS

4. Pengolahan data

Pada tahap pengolahan data ini si penulis melakukan *scenario Flow Model FM*. Pada skenario model ini menggunakan 2 modul yakni modul Hidrodinamika dan Mud Transport. Model hidrodinamika digunakan untuk melihat kondisi hidrodinamika di Teluk Jakarta atara lain berupa arah dan kecepatan arus (*u Velocity* dan *v Velocity*). Modul Mud Transport menggunakan parameter hasil dari modul hidrodinamika yakni arus serta grainsize sedimen yang akan menghasilkan *output total SSC, Deposit* dan Total Net *Dep Acc* yang terjadi akibat adanya reklamasi di teluk Jakarta.

5. Analisa data

Pada tahap ini menganalisis apa yang dihasilkan dari pengolahan data antara lain: pola arus dan sedimen saat pasca dan masterplan akibat adanya reklamasi di teluk Jakarta, menganalisis deposit sedimen yang terjadi, setelah menganalisi tersebut nantinya akan menghasilkan perbedaan batimetri antara pasca reklamasi dan Masterplan di Teluk Jakarta.

6. Pembuatan laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian ini, mulai dari tahap awal sampai tahap analisis hingga diperoleh kesimpulan.

4.5 Parameter Model

Dalam penelitian ini, parameter model dibagi menjadi 2 yaitu parameter untuk perhitungan hidrodinamika dan parameter perhitungan *Mud Transport*.

Tabel 3.3 Parameter model hidrodinamika

Parameter	Pasca Reklamasi	Masterplan		
Waktu	00.00	00.00		
	2208 (musim	2208 (musim		
Jumlah time step	barat dan musim	barat dan musim		
	timur)	timur)		
Interval time step	1 jam	1 jam		
Tanggal simulasi	<mark>01-07</mark> -2016	01-07-2016		
musim timur	sampai 01-10	sampai 01-10		
musim timui	2016	2016		
Tanggal simulasi	01-0 <mark>1-2</mark> 01 <mark>6</mark>	01-10-2016		
musim barat	sa <mark>mpai 02-04</mark> -	sampai 02-04-		
musim barat	2016	2016		
	Data Batimetri			
	Data Angin	A		
Input data	Data Debit sungai Peta masterplan reklamasi teluk			
	Jakarta			
Output data	Surface elevation, Current speed dan			
output data	Current direction			

Pada tabel 3.3 adalah modul hidrodinamika yang akan memberikan *output* berupa kecepatan arus, arah arus dan elevasi muka air.

Tabel 3.4 Parameter model *Mud Transport*

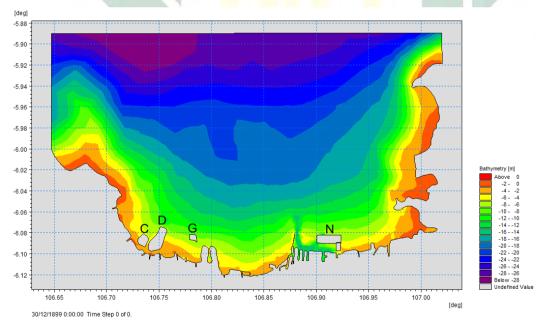
Parameter	Pasca Reklamasi	Masterplan
Waktu	00.00	00.00
	2208 (musim	2208 (musim
Jumlah time step	barat dan	barat dan musim
	musim timur)	timur)
Interval time step	1 jam	1 jam

Parameter	Pasca Reklamasi	Masterplan	
Tanggal simulasi musim timur	01-07-2016 sampai 01-10 2016	01-07-2016 sampai 01-10 2016	
Tanggal simulasi musim barat	01-01-2016 sampai 02-04- 2016	01-10-2016 sampai 02-04- 2016	
Input data	Peta masterplan reklamasi teluk jakarta Konsentrasi TSS pada setiap muara di Teluk Jakarta		
Output data	Total SSC, deposit sedimen, dan total net deposit accumulation		

Pada tabel 3.4 adalah modul *mud transport* yang akan memberikan *output* berupa total SSC, Deposit sedimen dan *total net deposit accumulation*

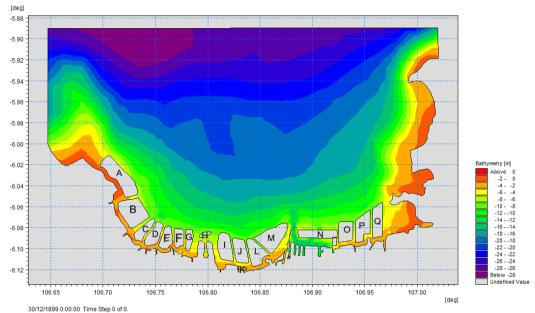
4.6 Desain model

Daerah model yang digunakan adalah daerah teluk jakarta dibagi menjadi 2 model yakni pasca reklamasi dan masterplan



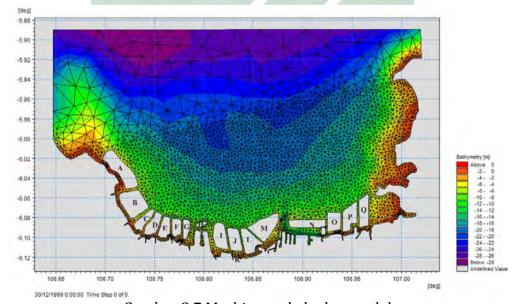
Gambar 3.5 Desain model pada kondisi pasca reklamasi

Pada kondisi pasca reklamasi batimetri yang digunakan adalah tahun 2015 yang telah di verifikasi oleh Pusriskel BRSDM-KP pada tahun 2017. Pada kondisi ini sudah adanyapulau reklamasi C (separuh), D, G(separuh), dan N (gambar 3.5). Kedalaman pada kondisi ini berkisar antara -2 meter sampai -28 meter.



Gambar 3.6 Desain model pada kondisi masterplan

Pada kondisi masterplan menggunakan batimetri tahun 2015 yang telah divefifikasi oleh pusriskel pada tahun 2017.pada saat masterplan sudah adanya 17 pulau reklamasi seperti halnya gambar 3.6. Kedalaman pada kondisi ini berkisar antara -2 meter sampai -35 meter.



Gambar 3.7 Meshing pada kedua model

Pada tahap awal pemodelan bagian yang paling utama adalah proses *editing mesh. Element mesh* secara otomatis terbentuk berdasarkan data garis pantai dan *boundary condition* yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, dalam *editting mesh* (gambar 3.7) menggunakan model meshing yang berbentuk segitiga dengan sudut minimum 28°. Pada area yang akan dibangun pulau reklamasi meshing dibuat semakin rapat agar tingkat ketelitian semakin tinggi.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

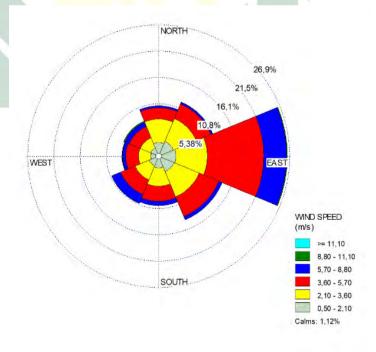
4.1 Pengolahan Data

Pengolahan data ini meliputi data angin dan data pasang surut di perairan teluk Jakarta. Data angin dan data pasang surut air laut ini dapat membantu dan menjelaskan kondisi gambaran umum Teluk Jakarta dan dapat digunakan dalam input model hidrodinamika ataupun model sedimen.

4.1.1. Data Angin

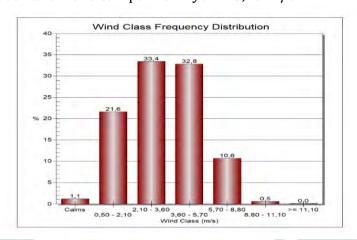
Data angin dibutuhkan untuk menentukan distribusi arah angin dari kecepatan angin yang terjadi di lokasi penelitian. Data angin yang digunakan adalah data angin tahun 2013 – 2017 yang berasal dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) perairan Jakarta.

Pengolahan data angin di teluk jakarta selama kurang lebih 5 tahun terakhir (2013 – 2017) menggunakan perangkat lunak *Wrplot View* di tampilkan dalam bentuk mawar angin (*windrose*).



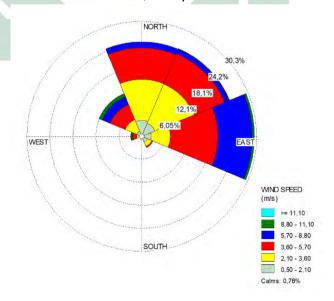
Gambar 4.1 Wind rose pada tahun 2013 – 2017

Berdasarkan pada gambar 4.1 diketahui kecepatan dan arah angin di teluk jakarta pada tahun 2013 sampai 2017. Arah angin dominan berasal dari arah timur dengan masing – masing frekuensinya mendekati 26,9%. Frekuensi angin terkecil berasal dari arah barat dengan nilai kurang dari 5,38%. Kecepatan rata rata musim barat antara 2013 sampai 2017 yakni 3,45 m/s.



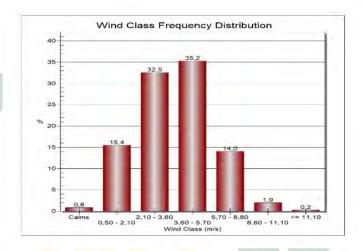
Gambar 4.2 Distribusi kecepatan angin pada tahun 2013 - 2017

Berdasarkan gambar 4.2 maka diperoleh selama 5 tahun arah angin dominan dari timur. Kecepatan angin harian sebagian besar berkisar antara 2,10 – 3,60 m/s dan 3,60 – 5,70 m/s. kecepatan angina paling rendah berkisar >= 11,10 m/s.



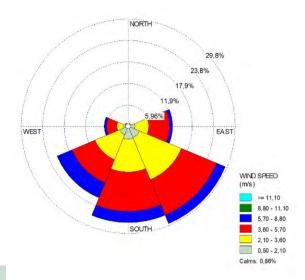
Gambar 4.3 Windrose data angin teluk jakarta pada musim barat

Berdasarkan pada gambar 4.3 diketahui kecepatan dan arah angin di teluk jakarta saat musim barat bervariasi. Arah angin dominan berasal dari arah timur dan timur laut masing – masing frekuensinya mendekati 30.3%. Frekuensi angin terkecil berasal dari arah barat dengan nilai kurang dari 6.05%. Frekuensi angin terkecil berasal dari arah barat daya. Kecepatan rata rata musim barat antara 2013 sampai 2017 yakni 3.85 m/s.



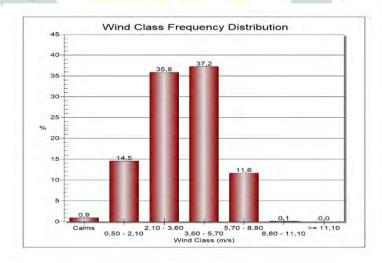
Gambar 4.4 Distribusi Kecepatan Angin pada Musim barat

Selanjutnya distribusi kecepatan angin pada musim barat ditunjukan dalam bentuk diagram batang (gambar 4.4). Pada gambar tersebut Dapat dilihat di gambar distribusi terbesar adalah pada kelas angin 3.60 – 5.70 m/s dengan frekuensi hingga 35.2 %. Sedangkan distribusi angin terkecil adalah pada kelas >=11,10 m/s dengan frekuensihanya 0,2%.



Gambar 4.5 Windrose data angin teluk jakarta pada musim timur

Berdasarkan pada gambar 4.5 diketahui kecepatan dan arah angin di teluk jakarta saat musim timur cukup bervariasi. Diketahui arah angin dominan berasal dari arah tenggara dengan frekuensinya 29,8%. Frekuensi angin terkecil berasal dari arah utara dengan nilai kurang dari 5,96%. Kecepatan rata rata musim timur antara 2013 sampai 2017 yakni 3.65 m/s.



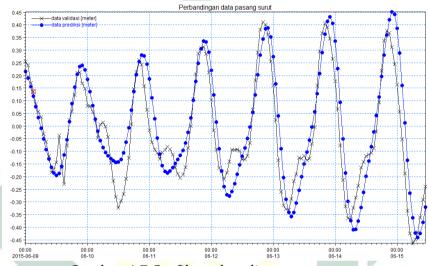
Gambar 4.6 Distribusi Kecepatan Angin pada Musim Timur

Distribusi kecepatan angin pada musim timur ditunjukan dalam bentuk diagram batang (gambar 4.6). Pada gambar tersebut dapat dilihat distribusi terbesar adalah pada kelas angin 3.6 – 5.7 m/s dengan frekuensi hingga 37.2 %. Sedangkan distribusi angin

terkecil adalah pada kelas 8.8 – 11.1 m/s dengan frekuensihanya 0.1 %.

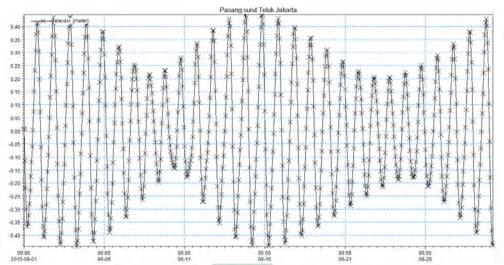
4.1.2 Data Pasang Surut

Prediksi pasang surut menggunakan perangkat lunak NAOTIDE dan dibandingkan dengan data pengamatan di teluk Jakarta. Dibawah ini grafik perbandingan antara data prediksi dan data pengamatan di teluk Jakarta.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan pasut

Berdasarkan gambar 4.7 menampilkan data validasi yang digunakan adalah data pengamatan dihidros. Dari perbandingan antara data validasi dan data prediksi diatas menghsilkan RMSE sebesar 0,00286. Menurut Syahputra (2016) semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwasaannya nilai prediksi pasut memiliki tingkat kesalahan yang relative kecil. Artinya data prediksi dari perangkat lunak NAOTIDE bisa digunakan.



Gambar 4.8 Grafik pasang surut Teluk Jakarta (hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak NAOTIDE)

Pada gambar 4.8 menunjukan hasil prediksi menggunakan perangkat lunak NAOTIDE di Teluk Jakarta pada bulan juni 2015. Dari gambar diatas bahwasaanya pasang tertinggi di teluk Jakarta sebesar 0,45185 meter, Sedangkan terendah sebesar -0,44238 meter. Selanjutnya data elevasi pasang surut tersebut diolah menggunakan metode *leastsquare* pada perangkat lunak *Worldtides* untuk mendapatkan nilai komponen harmonik dari pasang surut tersebut. Terdapat 8 komponen harmonik pasang surut yang dihasilkan pada pengolahan dengan menggunakan perangkat lunak Worldtides, yaitu M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, MS4. Selanjutnya dilakukan perhitungan bilangan formzhal untuk mengetahui tipe pasang surut dan perhitungan elevasi penting pasang surut yang terdiri dari MSL (Mean Sea Level), HHWL (Highest High Water Level), MHWL (Mean High Water Level), LLWL (Lowest Low Water Level), MLWL (Mean Low Water Level). Perhitungan bilangan formzhal dan unsur pasang surut menggunakan persamaan 1 sampai 7. Nilai komponen harmonik pasang surut teluk Jakarta sebagaimana ditampilkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konstanta harmonic pasang surut di Teluk Jakarta serta hitungan unsur pasut

				0-					
	01	P1	K1	N2	M2	S2	K2	M4	MS4
A(m)	0.15	0.086	0.256	0.013	0.047	0.021	0.013	0	0
$g(^0)$	140.85	186.94	127.24	250.25	339.03	330.48	348.38	321.77	42.22
				Keter	angan				
Ur	ısur		Hitungan				Hasil	(m)	
:	S0		Z0+1.1(M2+S2)				0.07	48	
	Z0		M2+S2+N2+K2+K1+O1+P1+M4+MS4				-0.02	224	
Н	HWL	S0+Z0				0.64	78		
MI	HWL	Z0+(M2+S2)				0.04	56		
LI	LWL	S0-Z0			-0.51	112			
MI	LWL	Z0-(M2+S2)			-0.09	904			
	F	((01+K1))/((M2+S2))			5.9	7			

Dimana keterangan konstanta pasut dijelaskan pada table 4.2.

Tabel 4.2 Keterangan konstanta pasut

Variabel	Ke <mark>teran</mark> gan	
A	Amplitudo k <mark>om</mark> pon <mark>en</mark> har <mark>mo</mark> nik	
g	Fase komponen harmonik	
M2	komponen <mark>ut</mark> ama bulan (semi diu <mark>rna</mark> l)	
S2	komponen <mark>utama mata</mark> ha <mark>ri (</mark> semi <mark>diu</mark> rnal)	
N2	komponen <mark>bulan akibat vari</mark> asi bulanan jarak bumi-bulan (semidiurnal)	
K2	komponen matahari-bulan akibat perubahan sudut deklinasi matahari-bulan (semidiurnal)	
K1	komponen matahari-bulan (diurnal)	
01	komponen utama bulan (diurnal)	
P1	komponen utama matahari (diurnal)	
M4	Komponen perairan dangkal dari komponen utama bulan	
MS4	Komponen perairan dangkal	

Pada tabel 4.1 Hasil perhitungan bilangan formzhal tersebut menunjukan bahwa pasang surut di perairan teluk Jakarta memiliki tipe harian tunggal dengan nilai formzhal 5.97, dengan demikian maka dapat ditentukan tipe arus pasang surut di Teluk Jakarta yaitu harian tunggal dimana satu hari tejadi satu kali pasang dan satu kali surut.

4.1.3 Data Curah hujan

Data curah hujan yang dipakai untuk penelitian di Teluk Jakarta berasal dari www.esrl.noaa.gov dimana curah hujan dibagi menjadi dua musim yaitu Musim Barat dan Musim Timur. Musim Barat terjadi dari bulan Oktober – April saat musim hujan dan Musim Timur terjadi dari bulan Mei – September saat musim kemarau. Data curah hujan yang digunakan untuk kondisi Pasca reklamasi adalah tahun 2013 -2017.

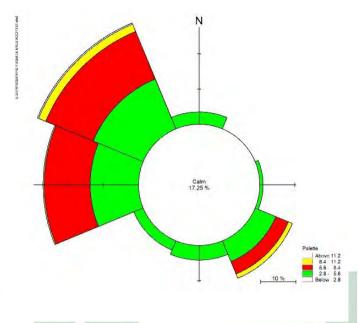
Tabel 4.3 Tabel data curah hujan Teluk Jakarta

Bulan	2013	2014	2015	2016	2017	
Dulali		Intensitas (mm/hari)				
Januari	17,85	20,83	10,84	7,69	5,66	
Februari	8,5	14,42	13,37	13,49	15,13	
Maret	7,66	8,4	8,44	10,49	7,13	
April	7,17	7, 33	5, 7	9,21	6,68	
Mei	8,14	4,4 8	2,36	4,88	5,52	
Juni	2,5 <mark>7</mark>	3 <mark>,79</mark>	1, <mark>41</mark>	5,07	4,41	
Jui	8,7 <mark>6</mark>	7,02	0,05	5,41	3,55	
Agustus	3	3,85	0,68	3,87	0,92	
September	0,9	0,1	0,09	8,14	3,21	
Oktober	4,18	1,37	0	7,75	-	
November	5,71	8,95	7,4	7,9	-	
Desember	12,95	9,36	8,9	4,51	-	
rata-rata	7,282	7,491	4,937	7,367	5,801	

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dikatakan bahwasaannya curah hujan yang terjadi di Teluk Jakarta besar setiap tahunnya berbeda. Rata-rata curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2014 sebesar 7,491 mm/hari dan terendah pada tahun 2017 sebesar 5,801 mm/hari.

4.1.4 Data Arus

Data Arus yang digunakan adalah data pengukuran dari Pusriskel BRSDM-KP yang menggunakan alat ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). Data yang diambil pada bulan juni 2015 dengan koordinat -6.043011° LS dan 106.734212° BT.



Gambar 4.9 Plot arus di Teluk Jakarta

Dari gambar 4.9 dapat diaktakan bahwasannya arus di titik pengamatan tersebut dominan dari barat laut, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Aprilia (2017). Kecepatan arus maksimum mencapai 12.07 m/s dan kecepatan minimum 0.1 m/s, sedangkan kecepatan rata-ratanya 4.843 m/s. Sedangkan untuk validasi Kecepatan arus menggunakan data satelit altimetri Jason-2 (Aprilia, 2017)

Tabel 4.4 Perbandingan data arus pemodelan dengan satelit altimetri

Titik		Februari 2016	
X	Y	Altimetri (m/s)	Model (m/s)
106.84	-6.01	0.09	0.04616
106.77	-6.05	0.09	0.044088
106.93	-6.05	0.1	0.029639
106.72	-5.98	0.1	0.085419
106.99	-5.97	0.09	0.035372

Dari tabel 4.4 didapatkan nilai RMSE sebesar 0.023. Menuurut Syahputra (2016) semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwasaannya nilai hasil model memiliki tingkat kesalahan yang relative kecil. Artinya data model arus dari perangkat lunak Mike21 bisa digunakan.

4.1.5 Data Debit Sungai

Data debit sungai yang digunakan untuk input pada penelitian ini adalah data rata rata debit sungai yang bermuara di Teluk Jakarta. Muara yang digunakan antara lain muara BKT, muara Ancol, Muara Waduk Pluit, muara Angke, dan Muara Cengkareng Drain.

Tabel 4.5 Debit Muara di Teluk Jakarta

	Tahun			
Muara	2013	2016		
	Debit sungai (m³/s)	Debit sungai (m³/s)		
BKT	3.37	3.37		
Ancol	25.53	25.52		
Waduk Pluit	22.5	22.52		
Angke	26.71	26.71		
Cengkareng drain	17.99	17.99		

(sumber: Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2018)

Pada table 4.5 debit sungai yang paling besar yakni debit dari muara Angke yakni sebesar 26,71 m³/s, sedangkan debit muara yang paling rendah yakni muara BKT dengan 3,37 m³/s.

4.1.6 Data TSS

Data TSS yang digunakan untuk input pada penelitian ini adalah data rata rata debit yang bermuara di Teluk Jakarta. Muara yang digunakan antara lain muara BKT, muara Ancol, Muara Waduk Pluit, muara Angke, dan Muara Cengkareng Drain.

Tabel 4.6 Data TSS Teluk Jakarta

	Tahun		
Muara	2013	2016	
	TSS (mg/l)	TSS (mg/l)	
BKT	41.625	55.63	
Ancol	38.875	56.2	
Waduk Pluit	12.13	67.33	
Angke	39.875	42.47	
Cengkareng drain	64.81	59.75	

(sumber: Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2018)

Pada tabel 4.6 bahwasaanya data TSS yang dikeluarkan oleh beberapa muara di teluk Jakarta cenderung meningkat dari tahun 2010 – 2017. Data TSS yang paling besar dikeluarkan oleh muara Waduk Pluit dengan 67.33 mg/l pada tahun 2017, sedangkan TSS paling rendah dikeluarkan oleh muara Waduk Pluit pada tahun 2011 dengan 12.13 mg/l.

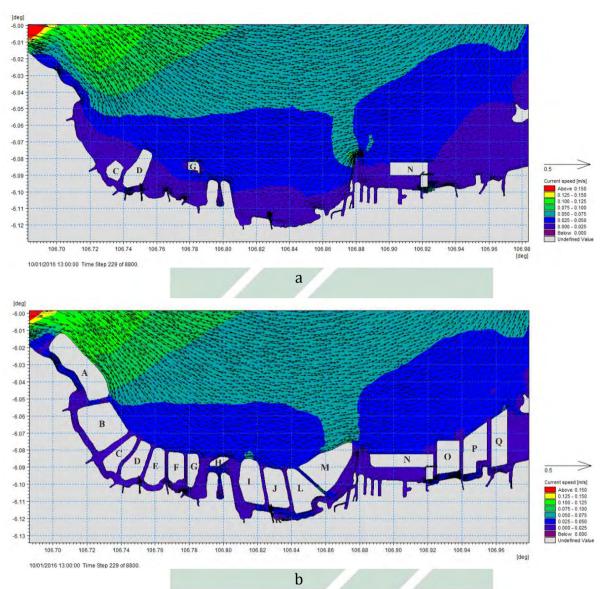
Tabel 4.7 Beban TSS di Teluk Jakarta

Muana	Beban TSS (ton/tahun)		
Muara	2010	2016	
BKT	4.42	5.91	
Ancol	31.30	45.23	
Waduk Pluit	8.60	47.77	
Angke	33.59	35.77	
Cengkareng drain	36.77	38.90	

Dari hasil tabel 4.7 dapat dikatakan dari tahun 2010 sampai 2016 rata rata semua muara di Teluk Jakarta mengalamai peningkatan beban TSS. Muara yang memiliki beban TSS yang paling banyak adalah muara Waduk Pluit pada tahun 2016 dengan beban 47.7 ton/tahun. Sedangkan muara yang paling kecil beban TSS dadalah muara Waduk Pluit pada tahun 2010 dengan beban TSS 8.6 ton/tahun.

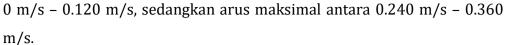
4.2 Pemodelan Hidrodinamika

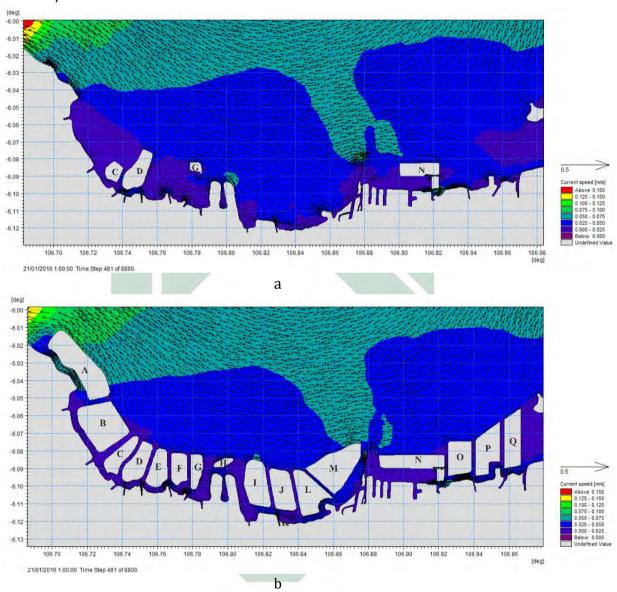
Dari hasil pemodelan hidrodinamika didapatkan gambaran umum pola arus di teluk Jakarta.



Gambar 4.10 Pola arus pada saat pasang tertinggi di musim barat: a) pasca reklamasi b) masterplan

Pada gambar 4.10 a) disajikan gambaran secara umum kondisi arus pasca reklamasi pada saat pasang tertinggi di teluk Jakarta dominan menuju kearah timur dan timur laut. Kecepatan arus terkecil antara 0 m/s – 0.098 m/s, sedangkan kecepatan terbesar antara 0.361 m/s – 0.427 m/s. Sedangkan pada saat kondisi masterplan arus di teluk Jakarta dominan menuju ke timur (gambar 4.10 b)). Menurut Bakrie (2017) pola arus dipengaruhi oleh arah angin dan kecepatan angin, selain itu *profil* batimetri juga mempengaruhi pola arus. Kecepatan arus minimum antara

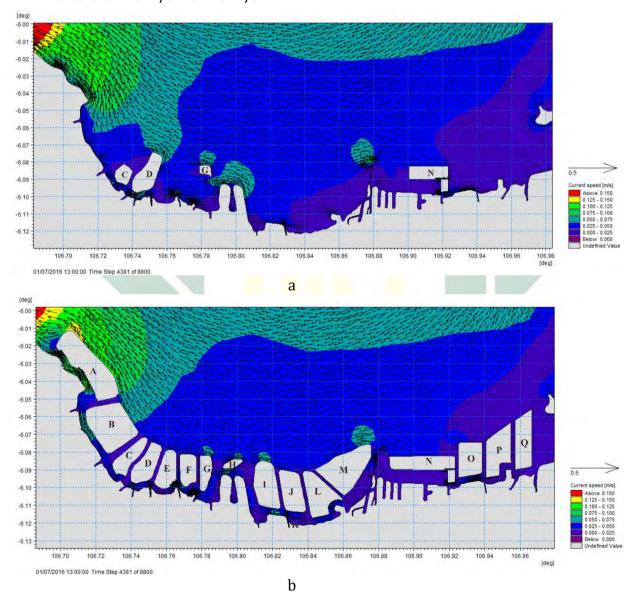




Gambar 4.11 Pola arus pada saat surut terendah di musim barat: a) pasca reklamasi, b) masterplan

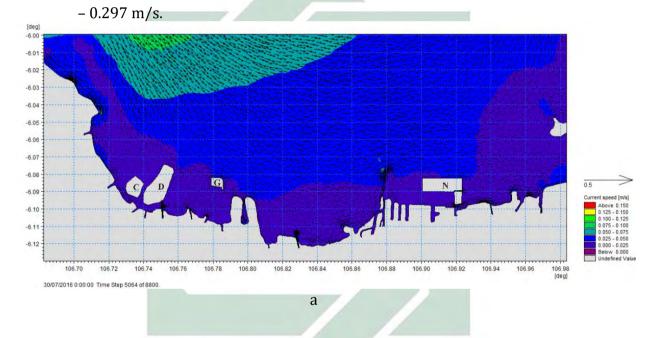
pada gambar 4.11 a) disajikan gambaran secara umum pada kondisi pasca reklamasi saat surut terendah arus di teluk Jakarta dominan menuju kearah barat. Hal ini berbanding lurus dengan pola angin di musim barat yakni dominan dari timur menuju ke barat. Menurut Bakrie (2017) pola arus dipengaruhi oleh arah angin dan kecepatan angin, selain itu *profil* batimetri juga mempengaruhi pola arus. Kecepatan arus terkecil antara 0 m/s – 0.096 m/s. kecepaan arus maksimal antara 0.386 m/s – 0.483 m/s.

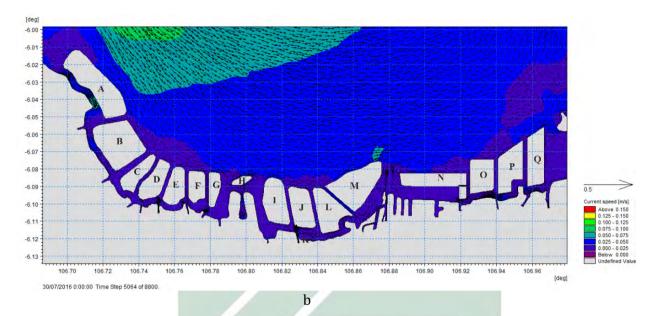
Sedangkan pola arus pada saat surut terendah arus di teluk Jakarta dominan ke arah barat laut – barat (gambar 4.11 b)). Hal ini dikarenakan letak geografis teluk Jakarta yang antara ujung timur dan ujung barat tidak sejajara akan tetapi ujung sebelah barat agak turun ke selatan. kecepatan arus antara minimum antara 0 m/s - 0.120 m/s, sedangkan arus maksimal antara 0.120 m/s - 0.240 m/s.



Gambar 4.12 Pola arus pada saat pasang tertinggi di musim timur: a) pasca reklamasi, b) masterplan

Pada gambar 4.12 a) merupakan gambaran secara umum arus pasca reklamasi pada musim timur saat pasang tertinggi arus di teluk Jakarta dominan menuju kearah barat dan barat laut. Hal ini disebabkan karena angin yang berasal dari arah tenggara. Menurut Bakrie (2017) pola arus dipengaruhi oleh arah angin dan kecepatan angin, selain itu profil batimetri juga mempengaruhi pola arus. Kecepatan arus terkecil antara 0 m/s – 0.151 m/s, sedangkan kecepatan terbesar antara 0.151 m/s – 0.302 m/s. Sedangkan pada gambar 4.12 b) merupakan gambaran secara umum kondisi masterplan pada musim timur saat pasang tertinggi arus di teluk Jakarta dominan menuju kearah barat dan barat laut. Hal ini disebabkan karena angin yang berasal dari arah tenggara. Kecepatan arus terkecil antara 0 m/s – 0.149 m/s, sedangkan kecepatan terbesar antara 0.148 m/s





Gambar 4.13 Pola arus pada saat surut terendah di musim timur: a) pasca reklamasi, b) masterplan

Pada gambar 4.13 a) merupakan gambaran secara umum kondisi arus pasca reklamasi pada musim timur saat pasang tertinggi arus di teluk Jakarta dominan menuju kearah timur – timur laut. Hal ini disebabkan karena angin yang berasal dari arah tenggara. Kecepatan arus terkecil antara 0 m/s – 0.151 m/s, sedangkan kecepatan terbesar antara 0.452 m/s – 0.603 m/s. Sedangkan pada gambar 4.13 b) merupakan gambaran secara umum arus pada musim timur saat surut terendah arus di teluk Jakarta dominan menuju kearah timur dan timur laut. Hal ini disebabkan karena angin yang berasal dari arah tenggara. Menurut Bakrie (2017) pola arus dipengaruhi oleh arah angin dan kecepatan angin, selain itu *profil* batimetri juga mempengaruhi pola arus. Kecepatan arus terkecil antara 0 m/s – 0.140 m/s, sedangkan kecepatan terbesar antara 0.560 m/s – 0.700 m/s.

Pada musim barat arus ketika pasang dominan menuju ke timur, sedangkan ketika surut arus dominan ke barat. Hal ini disebabkan karena angin pada saat musim barat dominan menuju ke timur. Pada musim timur arus ketika pasang dominan menuju ke barat, sedangkan ketika surut arus dominan ke timur. Hal ini disebabkan karena angin pada saat musim timur dominan menuju ke barat. Menurut Bakrie (2017) pola arus

dipengaruhi oleh arah angin dan kecepatan angin, selain itu *profil* batimetri juga mempengaruhi pola arus.

4.2.1 Hidrodinamika Kawasan Wisata Bahari

Zona kawasan wisata bahari meliputi wilayah pantai ancol dan Pantai Indah Kapuk.



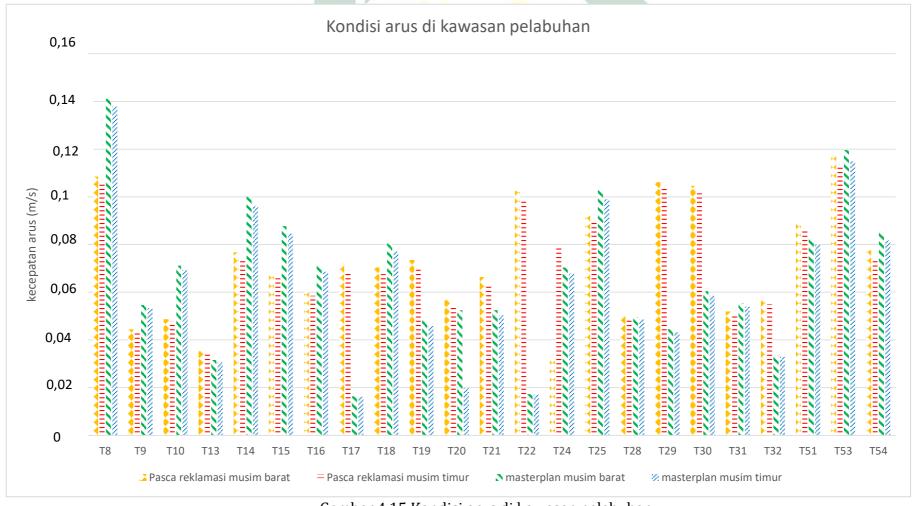
Gambar 4.14 Kondisi arus di kawasan wisata bahari

Dari gambar 4.14 menunjukkan pada musim barat kecepatan arus rata-rata pada kondisi masterplan mengalami penurunan yang tidak signifikan daripada kondisi pasca reklamasi. Hal ini disebabkan karena pada titik pantau yang berada di kawasan wisata bahari jauh dari rencana pulau reklamasi. Sedangkan pada saat musim timur kecepatan arus rata-rata masterplan mengalami penurunan yang tidak signifikan daripada kondisi pasca reklamasi. Namun pada titik pengamatan 27 terjadi penurunan kecepatan arus yang signifikan. Hal ini dikarenakan pada titik pengamatan 27 berada di antara pulau reklamasi J dan L dan jarak antara pulau reklamasi J dan L relatif sempit, sehingga kecepatan arus melambat. Menurut Kurniawati (2017) pada sekitar pulau-pulau reklamasi terjadi pembelokan arus karena terhalang bentang pulau dan area yang terhalang oleh pulau reklamasi memiliki arus yang cenderung kecil.

4.2.2 Hidrodinamika Kawasan Pelabuhan

Zona kawasan Pelabuhan meliputi Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Nizam Zaman, Muara Baru dan Pelabuhan Muara Kamal.





Gambar 4.15 Kondisi arus di kawasan pelabuhan

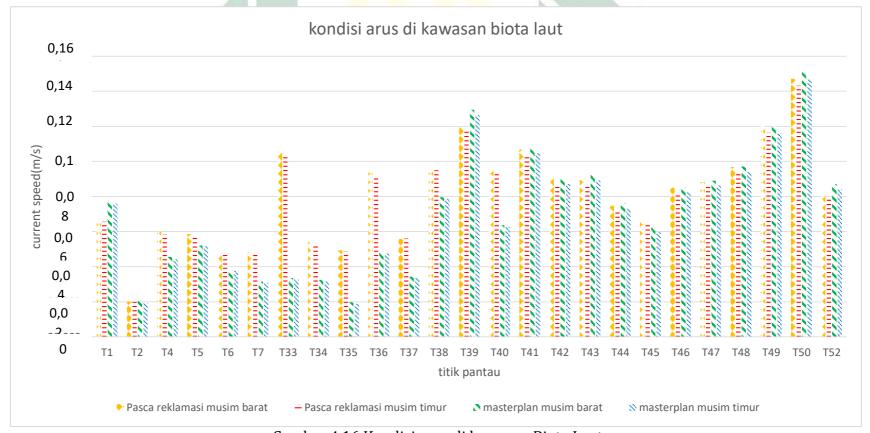
Dari gambar 4.15 menunjukkan pada musim barat maupun timur kecepatan arus rata rata masterplan lebih kecil daripada arus pada saat pasca reklamasi. Hal ini disebabkan karena ada beberapa titik pantau dalan kawasan pelabuhan yang mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada titik pengamatan 8 pada saat musim timur maupun musim barat terlihat adanya perubahan pola arus yang signifikan. Hal ini terjadi karena pada kondisi pra dan pasca reklamasi tidak adanya pulau reklamasi sedangkan pada saat kondisi masterplan pola arus berubah karena adanya pulau E dan F.

Pada titik pengamatan 17 pada saat musim timur maupun musim barat terlihat adanya perubahan pola arus yang signifikan. Hal ini dikarenakan pada titik 17 berada diantara pulau reklamasi P dan Q yang jarak diantara kedua pulau reklamasi tersebut relatif sempit sehingga membentuk seperti kanal. Pada titik pengamatan 22 pada saat musim timur maupun musim barat adanya perubahan kecepatan arus yang signifikan. Hal ini disebabkan karena pengamatan titik 22 berada diujung antara pulau reklamasi N dan O. Pada titik pengamatan 29 pada saat musim timur maupun musim barat adanya perubahan kecepatan arus yang signifikan. Pada saat kondisi masterplan arus cenderung lamban daripada kondisi pasca reklamasi. Hal ini terjadi karena di ttik 29 berpengaruh dengan adanya pulau reklamasi F. Pada titik pengamatan 30 pada saat musim timur maupun musim barat terlihat adanya perubahan kecepatan arus akibat adanya pulau reklamasi H.

Pada kawasan pelabuhan arus melemah sejak adanya pulau reklamasi. Hal ini dikarenakan arus yang menabrak pulau reklamsi yang menyebabkan arus menjadi kecil. Menurut Kurniawati (2017) pada sekitar pulau-pulau reklamasi terjadi pembelokan arus karena terhalang bentang pulau dan area yang terhalang oleh pulau reklamasi memiliki arus yang cenderung kecil

4.2.3 Hidrodinamika Kawasan Biota Laut

Zona kawasan biota laut meliputi zona dimana tempat biota perairan laut

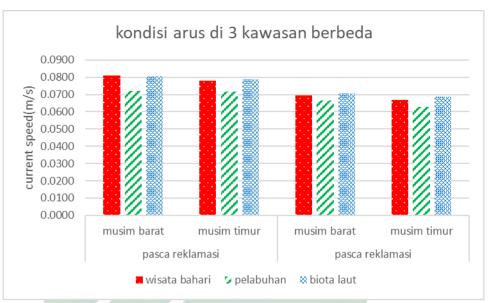


Gambar 4.16 Kondisi arus di kawasan Biota Laut

Dari gambar 4.16 menunjukkan pada musim barat maupun timur kecepatan arus rata rata masterplan lebih kecil daripada arus pada saat pasca reklamasi. Hal ini disebabkan karena ada beberapa titik pantau dalan kawasan pelabuhan yang mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada titik pengamatan 33 pada saat musim timur maupun musim barat adanya perubahan kecepatan dan pola arus yang signifikan. hal ini dikarenakan pada titik pengamatan 33 berada di ujung antara pulau reklamasi D dan E. Pada titik pengamatan 35 pada saat musim timur maupun musim barat terlihat adanya perubahan pola arus. hal ini terjadi karena dengan adanya pulau reklamasi B dan C.

Pada titik pengamatan 36 pada saat musim timur maupun musim barat adanya perubahan kecepatan arus akibat adanya pulau reklamasi A dan B sehingga kecepatan arusnya menjadi lemah. Pada titik pengamatan 37 pada saat musim timur maupun musim barat adanya perubahan pola arus akibat adanya pulau reklamasi A dan B. Pada titik pengamatan 38 pada saat musim timur maupun musim barat terlihat adanya perubahan pola arus. hal ini terjadi karena dengan adanya pulau reklamasi A kecepatan arus di ttitik 38 menjadi lebih lambat karena titik tersebut berada di sepanjang pantai yang berdekatan dengan pulau reklamasi A.

Pada kawasan biota laut arus melemah sejak adanya pulau reklamasi. Hal ini dikarenakan arus yang menabrak pulau reklamsi yang menyebabkan arus menjadi kecil Menurut Kurniawati (2017) pada sekitar pulau-pulau reklamasi terjadi pembelokan arus karena terhalang bentang pulau dan area yang terhalang oleh pulau reklamasi memiliki arus yang cenderung kecil.



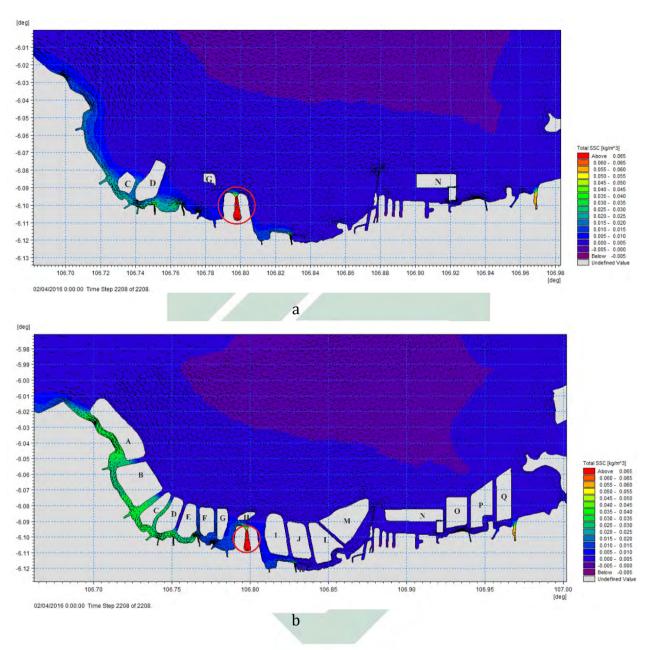
Gambar 4.17 Kondisi arus di 3 zonasi kawasan berbeda

Dari gambar 4.17 menunjukkan pada musim barat kecepatan arus pada zona wisata bahari lebih besar daripada kawasan pelabuhan dan biota laut. Sedangkan Pada musim timur kecepatan arus pada kawasan biota laut lebih besar daripada kawasan wisata bahari dan kawasan pelabuhan. Penurunan kecepatan arus terjadi seiring adanya pulau reklamasi Menurut Kurniawati (2017) pada sekitar pulau-pulau reklamasi terjadi pembelokan arus karena terhalang bentang pulau dan area yang terhalang oleh pulau reklamasi memiliki arus yang cenderung kecil.

4.3 Pemodelan Sedimentasi

A. Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi (*Total SSC*)

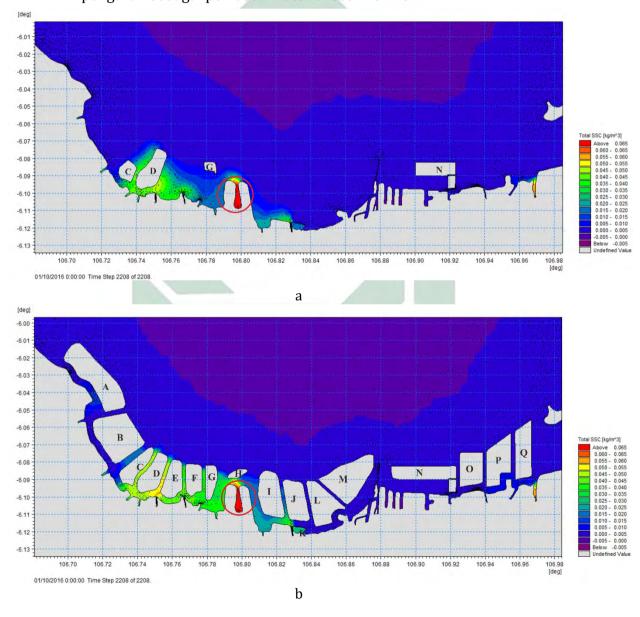
Hasil pemodelan *Mud Transport* didapatkan gambaran umum sebaran sedimen di teluk Jakarta.



Gambar 4.18 Sebaran sedimen pada musim barat: a) pasca reklamasi, b) masterplan

Pada gambar 4.18 a) sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi pasca reklamasi pada musim barat cenderung menyebar ke sepanjang garis pantai sebelah barat teluk Jakarta. Sebaran terbesar berada disekitar muara Waduk Pluit yang mencapai > 0.650 Kg/m³. Hal ini disebabkan TSS yang dikeluarkan oleh muara waduk pluit pada kondisi pasca reklamasi di musim barat mencapai 67.330 mg/liter (lihat tabel 4.6). Sedangkan pada gambar 4.18 b) ketika kondisi masterplan

sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi berada di sepanjang garis pantai sebelah barat teluk Jakarta dan menyebar sekitaran pulau reklamasi A, B, C, dan D dengan konsentrasi 0.025 Kg/m³ sampai 0.040 Kg/m³. TSS yang cukup tinggi juga berada di sekitar muara waduk pluit dan muara BKT. Hal ini juga dikarenakan konsentrasi TSS yang dikeluarkan oleh muara tersebut cukup tinggi. Menurut Zulfikar, et.al (2017) Sebaran TSS di perairan dipengaruhi oleh pasang surut, angin, arus laut, aktivitas manusia, selain itu debit sungai juga memiliki pengaruh sebagai pemasok material sedimen ke hilir.



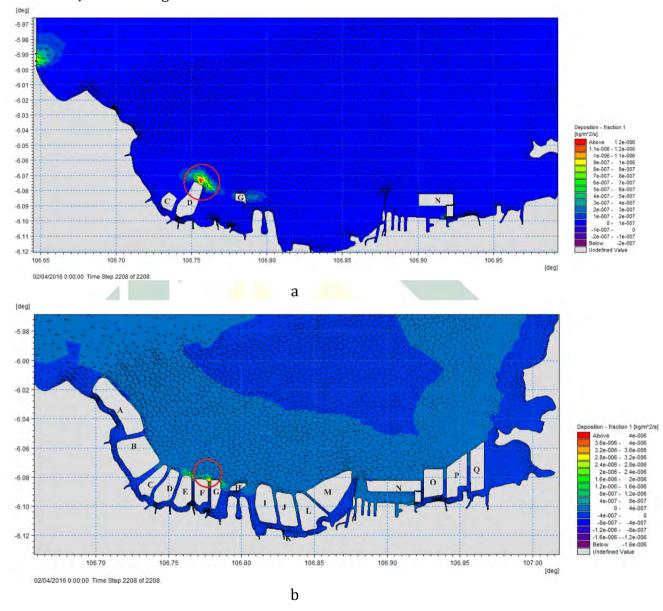
Gambar 4.19 Sebaran sedimen pada musim timur: a) pasca reklamsi, b) masterplan

Pada gambar 4.19 a) kondisi pasca reklamasi sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi pada musim timur menyebar di sekitar pulau reklamasi C dan D, akan tetapi sebaran tertinggi tetap disekitaran muara Waduk Pluit dan muara BKT, hal ini dikrenakan muara tersebut mengeluarkan konsentrasi TSS yang cukup tinggi. Konsentrasi sedimen disekitar pulau C dan D antara 0.030 Kg/m³ – 0.050 Kg/m³. Sedangkan pada gambar 4.19 b) kondisi masterplan di musim timur sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi lebih mengarah ke Pulau C, D, E, F, G, H dan I. Hal ini dikarenakan arus pada musim ini mengarah ke barat laut. Menurut Zulfikar,et.al (2017) Sebaran TSS di perairan dipengaruhi oleh pasang surut, angin, arus laut, aktivitas manusia, selain itu debit sungai juga memiliki pengaruh sebagai pemasok material sedimen ke hilir.

Pada musim barat total SSC mengarah ke barat, hal ini dikarenakan TSS yang dikeluarkan oleh muara cengkareng drain dan waduk pluit terbawa oleh arus laut yang mengarah ke barat. Pada musim timur total SSC mengarah ke timur, hal ini dikarenakan TSS yang dikeluarkan oleh muara cengkareng drain dan waduk pluit terbawa arus yang mengarah ke timur. Pada kondisi masterplan total SSC lebih banyak daripada kondisi pasca reklamasi, hal ini dikarenakan melemahnya arus akibat adanya pulau reklamasi. Menurut (Miftachurraazaq, 2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat.

B. Deposit Sedimen

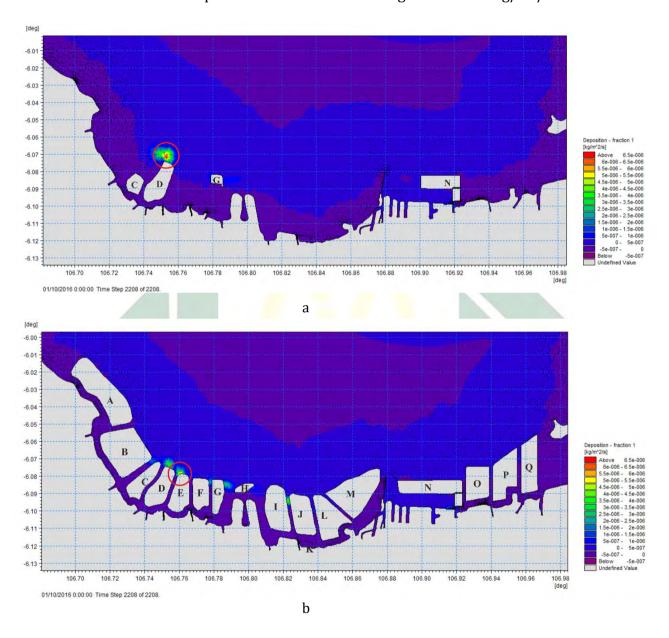
Hasil model Mud Transport didapatkan deposit sedimen di teluk Jakarta sebagai berikut.



Gambar 4.20 Deposit sedimen pada musim barat: a)pasca rerklamasi, b) masterplan

Pada gambar 4.20 a) kondisi pasca reklamasi deposit sedimen menyebar pada daerah sekitar pulau reklamasi D dan ujung barat teluk Jakarta. Deposit tertinggi berada di sebelah timur laut pulau reklamasi D dengan > 1.20 x 10^{-6} Kg/m²/s. Sedangkan pada gambar 4.20 b) kondisi masterplan deposit sedimen menyebar pada daerah sekitar

pulau reklamasi E, F, dan G. Menurut (Miftachurraazaq, 2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat. Deposit tertinggi berada di antara pulau reklamasi F dan G dengan $> 4 \times 10^{-6} \, \text{Kg/m}^2/\text{s}$.



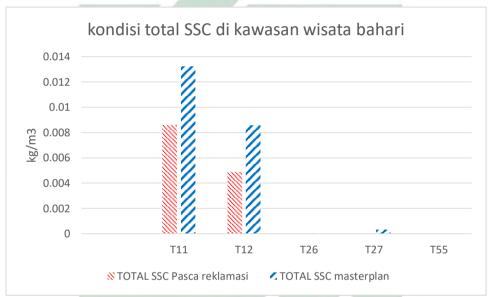
Gambar 4.21 Deposit sedimen pada musim timur: a) pasca reklamasi, b) masterplan

Pada gambar 4.21 a) kondisi pasca reklamasi di musim timur deposit sedimen menyebar pada daerah sekitar pulau reklamasi D. Deposit tertinggi berada di sebelah utara pulau reklamasi D dengan > 6.5x 10⁻⁶ Kg/m²/s. Pada gambar 4.21 b) kondisi masterplan di musim

timur deposit sedimen menyebar pada daerah sekitar pulau reklamasi D, E, G, dan antara pulau I dan J. Menurut (Miftachurraazaq, 2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat. Deposit tertinggi berada di sebelah utara pulau reklamasi E dengan > 6.5×10^{-6} Kg/m²/s.

4.3.1 Sedimentasi Kawasan Wisata Bahari

Zona kawasan wisata bahari meliputi wilayah pantai ancol dan Pantai Indah Kapuk.



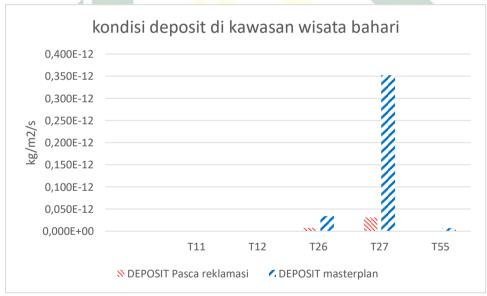
Gambar 4.22 Kondisi *total Suspended Sediment Concentration* di kawasan wisata bahari

Pada Gambar 4.22 menunjukkan total konsentrasi sedimen tersuspensi di kawasan wisata bahari meningkat dengan adanya pulau reklamasi. Hal ini dikarenakan pada titik pengamatan T26 dan T55 mengalami perubahan yang signifikan. Hal ini dikarenakan pada titik pengamatan 26 berada pada diantara ujung pulau reklamasi L dan M yang menyebabkan arus di titik tersebut lambat sehingga terjadi peningkatan konsentrasi sedimen tersuspensi. sedangkan pada titik 55 kondisi pasca reklamasi di sekitar titik 55 tidak adanya pulau reklamasi

sedangkan pada kondisi masterplan ttik 55 ini dekat dengan pulau reklamsi J yang menyebabkn arus di titik tersebut lambat.

Pada pasca reklamasi rata-rata sebaran total SSC mencapai 0.003 Kg/m³, sedangkan pada kondisi masterplan sebesar 0.004 Kg/m³. Menurut Miftachurraazaq (2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat.

Menurut kepmen LH no 51 tahun 2004 baku mutu total padatan tersuspensi di kawasan wisata bahari adalah untuk coral 20 mg/l, mangrove 80 mg/l, dan lamun 20 mg/l. Pada kawasan wisata bahari ini masih tergolong dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh kepmen LH.



Gambar 4.23 Kondisi deposit di kawasan Wisata Bahari

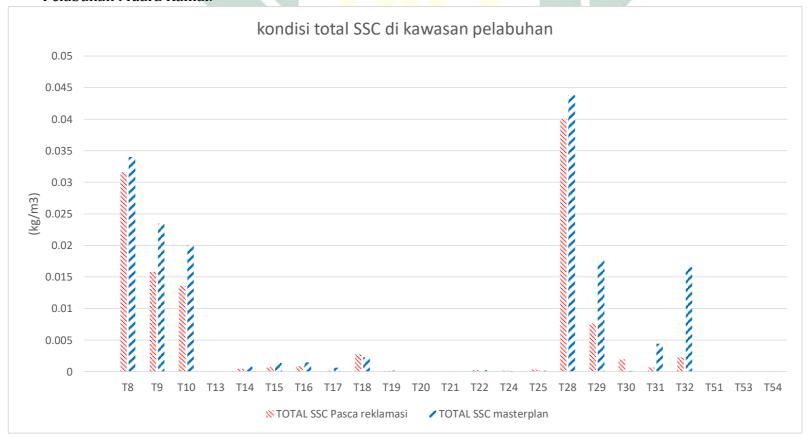
Pada Gambar 4.23 menunjukkan kondisi deposit sedimen di kawasan wisata bahari meningkat dengan adanya pulau reklamasi. Hal ini disebabkan pada titik 55 kondisi pasca reklamasi di sekitar titik 55 tidak adanya pulau reklamasi sedangkan pada kondisi masterplan ttik 55 ini dekat dengan pulau reklamsi J sehingga arus menjadi kecil. Pada pasca reklamasi sebesar 7.85x10⁻⁰⁹ Kg/m²/s sedangkan pada saat

kondisi masterplan 7.85x10⁻⁰⁸ Kg/m²/s. Hal ini menandakan sejak adanya pulau reklamasi menunjukkan terjadinya peningkatan nilai laju deposit sedimen. Menurut Miftachurraazaq (2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat.



4.3.2 Sedimentasi Kawasan Pelabuhan

Zona kawasan Pelabuhan meliputi Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Nizam Zaman, Muara Baru dan Pelabuhan Muara Kamal.



Gambar 4.24 Kondisi Total Suspended Sediment Concentration di kawasan pelabuhan

Dari gambar 4.24 menunjukkan total konsentrasi sedimen tersuspensi di kawasan pelabuhan meningkat dengan adanya pulau reklamasi. Hal ini dikarenakan pada titik pengamatan T29, T31 dan T32 mengalami perubahan yang signifikan. Pada titik pengamatan T29 berpengaruh dengan adanya pulau reklamasi F karena pada kondisi pasca reklamasi belum adanya pulau reklamasi F yang menyebabkanarus di titik tersebut lambat. Pada titik pengamatan 31 berada diantara pulau reklamasi F dan G yang jarak diantara kedua pulau reklamasi tersebut relatif sempit sehingga membentuk seperti kanal. Pada titik pengamatan T32 berada diantara pulau reklamasi E dan F dan jarak antara pulau reklamasi E dan F relative sempit sehingga konsentrasi sedimen tersuspensi meningkat.

Pada zona pelabuhan total SSC pada kondisi masterplan lebih besar daripada kondisi pasca reklamasi, hal ini disebabkan karena melemahnya arus pada kondisi masterplan. Menurut Miftachurraazaq (2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat. Rata-rata sebaran total SSC Pada pasca reklamasi mencapai 0.005 Kg/m³, sedangkan pada kondisi masterplan sebesar 0.007 Kg/m³. Menurut kepmen LH no 51 tahun 2004 baku mutu total padatan tersuspensi di kawasan pelabuhan adalah 80 mg/l. pada kawasan pelabuhan ini masih tergolong dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh kepmen LH.



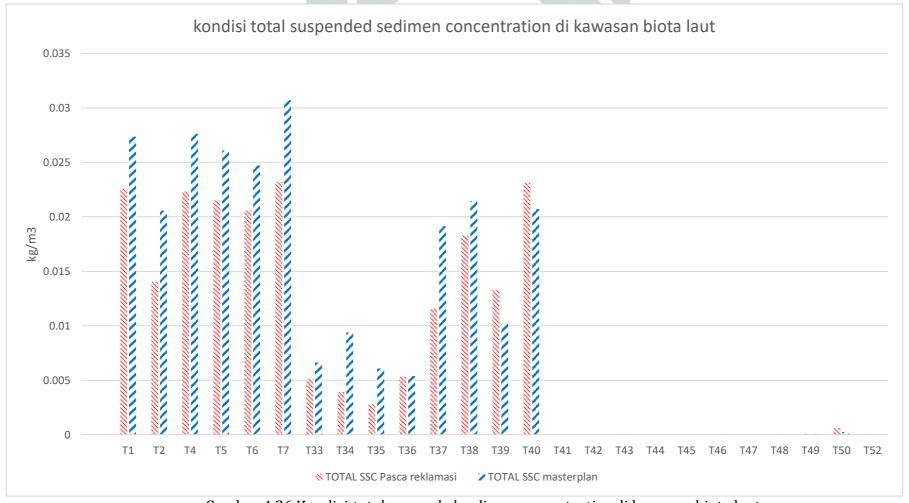
Gambar 4.25 Kondisi *deposit* di kawasan pelabuhan

Pada gambar 4.25 menunjukkan kondisi deposit sedimen di kawasan pelabuhan meningkat dengan adanya pulau reklamasi. Hal ini terjadi karena Pada titik pengamatan 31 berada diantara pulau reklamasi F dan G yang jarak diantara kedua pulau reklamasi tersebut relatif sempit sehingga deposit tinggi. Pada saat kondisi pasca reklamasi sebesar 5.61x10⁻⁰⁸ Kg/m²/s sedangkan pada saat kondisi masterplan 1.33x10⁻⁰⁷ Kg/m²/s.

Kondisi deposit pada saat masterplan lebih besar daripada saat pasca reklamasi, hal ini disebabkan karena melemahnya arus pada saat masterplan. Menurut Miftachurraazaq (2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat. Hal ini menandakan sejak adanya pulau reklamasi menunjukkan terjadinya peningkatan nilai laju deposit sedimen.

4.3.3 Sedimentasi Kawasan Biota Laut

Zona kawasan biota laut meliputi zona dimana tempat biota perairan laut hidup.

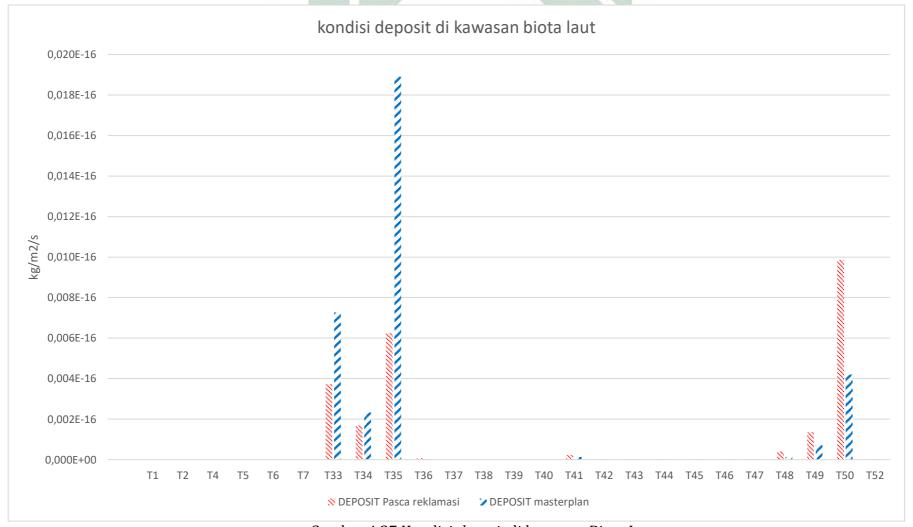


Gambar 4.26 Kondisi total suspended sedimen concentration di kawasan biota laut

Dari gambar 4.26 menunjukkan total konsentrasi sedimen tersuspensi di kawasan biota laut meningkat dengan adanya pulau reklamasi. Hal ini dikarenakan pada titik pengamatan T1, T2, T5, T37, dan T38 mengalami perubahan yang signifikan. Pada titik T1 terjadi karena pada kondisi pasca reklamasi sudah adanya pulau reklamasi C yang menyebabkan arus di titik tersebut lambat sehingga total sebaran sedimen tersuspensi meningkat. Pada titik T2 terjadi karena adanya pulau reklamasi B dan C yang menyebabkan arus di titik tersebut lambat sehingga total sebaran sedimen tersuspensi meningkat.

Pada titik T5 Hal ini terjadi karena adanya pulau B dan C yang menyebabkan arus di titik tersebut lambat sehingga total sebaran sedimen tersuspensi meningkat. Pada titik T37 terjadi karena adanya pulau reklamasi A dan B yang menyebabkan arus di titik tersebut lambat sehingga total sebaran sedimen tersuspensi meningkat. Pada titik T38 terjadi karena adanya pulau reklamasi A dan B yang menyebabkan arus di titik tersebut lambat sehingga total sebaran sedimen tersuspensi meningkat.

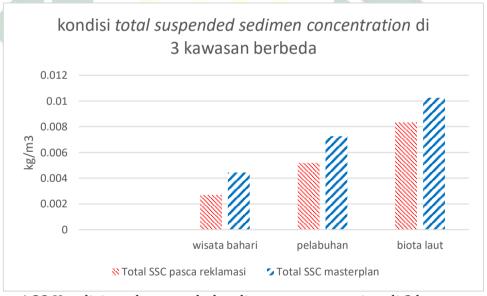
Pada kondisi masterplan *total SSC* meningkat daripada kondisi pasca reklamasi di zona kawasan biota laut. Hal ini terjadi seiring melemahnya arus karena adanya pulau reklamasi. Menurut Miftachurraazaq (2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat. Rata-rata sebaran total SSC Pada pasca reklamasi mencapai 0.008 Kg/m³, sedangkan pada kondisi masterplan sebesar 0.010 Kg/m³. Menurut kepmen LH no 51 tahun 2004 baku mutu total padatan tersuspensi di kawasan pelabuhan adalah 80 mg/l. pada kawasan pelabuhan ini masih tergolong dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh kepmen LH.



Gambar 4.27 Kondisi *deposit* di kawasan Biota Laut

Pada gambar 4.27 ditunjuukkan kondisi deposit sedimen di kawasan biota laut meningkat dengan adanya pulau reklamasi. Hal ini terjadi karena Pada titik pengamatan T35 berada adanya pulau reklamasi B dan C yang menyebabkan arus di titik tersebut lambat sehingga deposit di titik tersebut tinggi. Pada saat kondisi pasca reklamasi sebesar 9.46x10⁻⁰⁸ Kg/m²/, sedangkan pada saat kondisi masterplan 1.34x10⁻⁰⁷ Kg/m²/s.

Kondisi deposit pada saat masterplan lebih besar daripada saat pasca reklamasi, hal ini disebabkan karena melemahnya arus pada saat masterplan. Menurut Miftachurraazaq (2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat. Hal ini menandakan sejak adanya pulau reklamasi menunjukkan terjadinya peningkatan nilai laju deposit sedimen.



Gambar 4.28 Kondisi total suspended sediment concentration di 3 kawasan berbeda

Dari gambar 4.28 menunjukkan pada total konsentrasi sedimen tersuspensi pada kawasan biota laut lebih besar daripada kawasan pelabuhan dan kawasan wisata bahari.



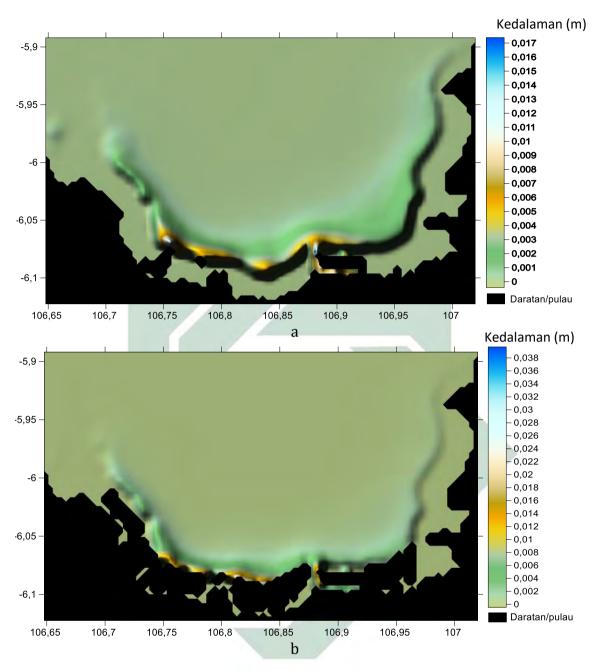
Gambar 4.29 Kondisi deposit di 3 kawasan berbeda

Pada gambar 4.29 menunjukkan Deposit kawasan pelabuhan lebih besar dari pada kawasan biota laut dan wisata bahari.

Pada kondisi masterplan total SSC dan Deposit di kawasan Wisata Bahari, Pelabuhan, dan Biota Laut meningkat dari kondisi pasca reklamasi. Hal ini disebabkan karena beban TSS yang dikeluarkan oleh muara sungai tinggi dan semakin kecilnya arus akibat adanya pulau reklamasi. Menurut Miftachurraazaq (2017) jika arus semakin cepat maka konsentrasi sedimen menurun, sedangkan jika arus lemah maka konsentrasi sedimen meningkat.

4.4 Perubahan Batimetri Akibat Reklamasi

Perubahan batimetri karena adanya pulau reklamasi menggunakan perangkat lunak mike 21 yang telah di *running* selama satu tahun dan kemudian di tampilkan menggunakan perangkat lunak *surfer14*.



Gambar 4.30 Perubahan batimetri: a) Pasca reklamasi, b) Masterplan

Pada gambar 4.30 a) perubahan batimetri ketika kondisi pasca reklamasi yang terlihat berada disekitar utara pulau rklamasi. Hal ini karena deposit mengendap di daerah tersebut. Sedangkan pada gambar 4.30 b) perubahan batimetri ketika kondisi masterplan terlihat di sekitar utara pulau reklamasi juga. Hal ini disebabkan karena deposit yang berada di sekitar utara pulau reklamasi. perubahan batimetri yang terjadi akibat pulau reklamasi terlihat di sekitar utara setiap pulau reklamasi. Hal ini menandakan adanya sedimentasi di Teluk Jakarta karena adanya pulau reklamasi.

4.5 Volume Pengerukan

Volume pengerukan karena adanya pulau reklamasi menggunakan perangkat lunak mike 21 yang menghasilkan *Bed thicknes change* yang telah di *running* selama 1 tahun dan kemudian di olah menggunakan perangkat lunak *surfer14*.

Tabel 4.8 Volume pengerukan akibat adanya reklamasi

Zona	lectoron	volume
	keterangan	m3/tahun
kawasan wisata bahari	Cut	120,355.46
	Fill	107.23
	net volum (cut-fill)	120,248.22
	Cut	197,662.01
kawasan pelabuhan	Fill	267.57
	net volum (cut-fill)	197,394.45
	Cut	91,398.24
kawasan biota laut	Fill	274.42
	ne <mark>t v</mark> olum (cut-fill)	91,123.81
Total net vo <mark>lum (cut-fill)</mark>		408,766.48

Pada tabel 4.8 menunjukkan volume pengerukan selama satu tahun di teluk Jakarta akibat adanya pulau reklamasi menghasilkan total net volum sebesar 408,766.48 m³/tahun. Pengerukan menggunakan perangkat lunak Surfer14. Selanjutnya akan dianalisis lama pekerjaan pengerukan dan biaya yang dikeluarkan menurut permen hub no 70 tahun 2010.

Tabel 4.9 Analisis hasil pengerukan

Kawasan	volume m3/tahun	siltation rate	volume cut (m3/tahun)	lama pekerjaan (hari)(3 set clamshell)
wisata bahari	120,248.22	10%	132,273.05	52.29
Pelabuhan	197,394.45	10%	217,133.89	85.83
biota laut	911,23.81	10%	100,236.19	39.62
Total	408766.48	10%	449,643.13	178

Pada tabel 4.9 menunjukkan hasil analisa kasar pengerukan antara lain volume yang akan di keruk, lama pekerjaan pengerukan. Volume terbesar terdapat pada kawasan pelabuhan dan terkecil kawasan biota

laut. Total volume pengerukan di teluk Jakarta akibat reklamasi sebesar 449,643.13 m³/tahun. Pengerukan ini menggunakan 3 set alat keruk clamshell (1 clamshell + 1 barge). Lama pekerjaan pengerukan selama 178 hari.

Tabel 4.10 Harga pekerjaan pengerukan

Total	Rp11,200,000,000	Rp11,200,000,000	Rp18,460,000,000	Rp40,860,000,000
biota laut	Rp3,200,000,000	Rp3,200,000,000	Rp5,620,000,000	Rp12,020,000,000
pelabuhan	Rp4,800,000,000	Rp4,800,000,000	Rp7,220,000,000	Rp16,820,000,000
wisata bahari	Rp3,200,000,000	Rp3,200,000,000	Rp5,620,000,000	Rp12,020,000,000
kawasan	harga pekerjaan keruk	harga sewa alat	harga sewa alat + lain lain	total harga/tahun

Pada tabel 4.10 menunjukkan biaya yang dikeluarkan jika pengerukan ini dilaksanakan. Biaya pengerukan menggunakan 3 set clamshell pada kawasan wisata bahari sebesar Rp24,192.38, kawasan pelabuhan sebesar Rp22,106.18, dan kawasan biota laut sebesar Rp31,924.60, hal ini berbeda biaya karena menurut permenhub nomor 70 tahun 2010 harga satuan keruk didapatkan berdasarkan lama hari pekerjaan pengerukan. Total biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun sebesar Rp40,860,000,000.

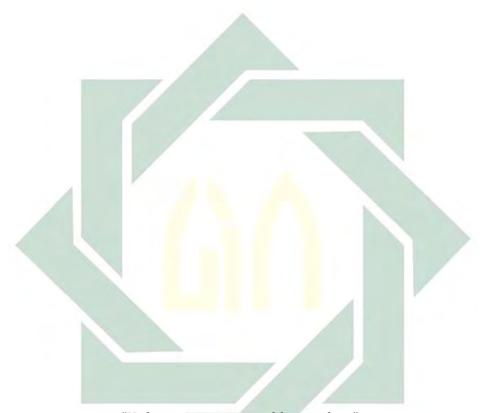
wisata bahari	Rp3,200,000,000	Rp3,200,000,000	Rp5,620,000,000
pelabuhan	Rp4,800,000,000	Rp4,800,000,000	Rp7,220,000,000
biota laut	Rp3,200,000,000	Rp3,200,000,000	Rp5,620,000,000
total	Rp11,200,000,000	Rp11,200,000,000	Rp18,460,000,000

Tabel 4.11 Harga pekerjaan pengerukan hingga tahun 2030

_		
	Total	Rp490,320,000,000
	biota laut	Rp144,240,000,000
	pelabuhan	Rp201,840,000,000
	wisata bahari	Rp144,240,000,000
	kawasan	biaya yg dikeluarkan hingga 2030
		hiaya ya dikaluarkan

0,000
0,000
0,000
0,000
arkan

Pada tabel 4.11 menunjukkan biaya yang diperlukan apabila reklamsi dilakukan hingga 2030 sebesar Rp490,320,000,000.



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya didapatkan kesimpulan sebegai berikut:

1. Hasil pemodelan arus pada musim barat kawasan wisata bahari kecepatan arus pada kondisi pasca reklamasi lebih besar dari pada kondisi masterplan, kawasan pelabuhan kecepatan arus pada kondisi pasca reklamasi lebih besar dari pada kondisi masterplan, dan pada kawasan Biota laut kecepatan arus pada kondisi pasca reklamasi lebih besar dari pada kondisi masterplan. Sedangkan pada musim timur kawasan wisata bahari kecepatan arus pada kondisi pasca reklamasi lebih besar dari pada kondisi masterplan, kawasan pelabuhan kecepatan arus pada kondisi pasca reklamasi lebih besar dari pada kondisi masterplan, dan pada kawasan Biota laut kecepatan arus pada kondisi pasca reklamasi lebih besar dari pada kondisi pasca reklamasi lebih besar dari pada kondisi masterplan. Hal ini disebebkan karena pembelokan arus akibat adanya pulau reklamasi sehingga arus menjadi kecil.

Kecepatan pada kawasan wisata bahari lebih cepat daripada kawasan pelabuhan dan biota laut di musim barat, sedangkan kecepatan arus di kawasan biota laut lebih besar daripada kawasan wisata bahari dan kawasan pelabuhan di musim timur.

2. Pada kawasan wisata bahari Total SSC dan deposit meningkat dari pasca reklamasi ke masterplan, pada kawasan Pelabuhan Total SSC dan deposit meningkat dari pasca ke masterplan, Sedangkan pada kawasan Biota Laut Total SSC dan Deposit meningkat dari pasca reklamasi ke masterplan. Hal ini disebabkan oleh melemahnya kecepatan arus akibat adanya pulau reklamasi.

Total konsentrasi sedimen tersuspensi pada kawasan biota laut lebih besar daripada kawasan pelabuhan dan kawasan wisata bahari. Deposit kawasan pelabuhan lebih besar dari pada kawasan biota laut dan wisata bahari.

- 3. Perubahan batimetri karena adanya pulau reklamasi terlihat sepanjang ujung utara pulau reklamasi. Hal ini dikarenakan deposit yang mengendap berada dipeanjang utara pulau reklamasi.
- 4. Total volume pengerukan di teluk Jakarta akibat reklamasi sebesar 449643.13 m³/tahun. Pengerukan ini menggunakan 3 set kapal keruk clamshell (1 clamshell+ 1barge). Lama pekerjaan pengerukan selama 178 hari. Total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp40,860,000,000. Biaya yang harus dikeluarkan hingga tahun 2030 sebesar Rp490,320,000,000.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis terkait dengan penelitian selanjutnya adalah:

- 1. Pelengkapan data debit muara yang ada di teluk Jakarta
- 2. Analisis pengerukan alangkah baiknya diperdalam
- 3. Analisa dampak reklamasi ke biota dan lingkungan
- 4. Running perangkat lunak mike21 sampai proyek reklamasi selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan. 2016. Laporan Teknis Bidang Hidrodinamika dan Geomorfologi Tim Kajian Kegiatan Reklamasi. BalitbangKP. Jakarta.
- Aprilia, Evasari. 2017. Pemodelan Hidrodinamika 3-Dimensi Pola Sebaran Sedimentasi Pra dan Pasca Reklamasi Teluk Jakarta. Teknik Geomatika. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Arbimusa. 2016. Studi Karakteristik Sedimen Dan Morfologi Dasar Muara Sungai Jeneberang. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Bakrie, D D. 2017. Evaluasi Kondisi Trofik Di Teluk Jakarta Menggunakan Model Mike 21 Ecolab Serta Strategi Desain Penanggulangannya. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok
- BMKG. 2015. Prakiraan Musim Kemarau 2015 di Indonesia. BMKG Jakarta.
- Boon, John. 2007. World Tides User Manual. Gloucester Point, VA 23062 USA
- DHI Mike, 2014, Flow Model Fm. DHI Software
- DHI Mike. 2014. Mud Trasport. DHI Software
- Diposaptono, S. 2007. Karakteristik Laut Pada Kota Pantai. Direktorat Bina Pesisir, Direktorat Jenderal Urusan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Fadholi, Ahmad. 2012. Analisa Pola Angin Permukaan di Bandar Udara Depati Amir Pangkalpinang Periode Januari 2000 – Desember 2011. Statistika, Vol. 12 No. 1, 19 – 28
- Golden Software. 2002. Surfer: User Guide Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers. Golden Software, Inc Press: Colorado.
- Kepmen LH No 51. 2004. Baku mutu Air Laut. Mentri Negara Lingkungan Hidup.
- Kurniawati. D S. 2017. Analisis Model Sebaran Tss Serta Pengaruhnya Terhadap Fitoplankton Di Perairan Teluk Jakarta. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok
- Lubis, A, A, B, ALiyanta dan Y, Menry.2007. Estimasi Laju Akumulasi Sedimen Daerah Teluk Jakarta dengan Teknik Radionuklida Alam Unsupported Pb. Indo. J. Chem, 7 (3):309 - 313.
- Matsumoto, Koji. 2000. Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/POSEIDON Altimeter Data into Hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model around Japan. Division of Earth

- Rotation, National Astronomical Observatory, Mizusawa 023-0861, Japan.
- Miftachurrazaq, Izhad. 2017. Pemodelan Pola Sebaran Sedimen Untuk Analisis Dampak Reklamasi Terhadap Pendangkalan Di Teluk Benoa. Teknik Geomatika. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknonogi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Noya, Yunita. 2016. Pemodelan Transpor Sedimen Kohesif pada Teluk Ambon Dalam. Departemen ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura Ambon. Ambon
- Nugroho, A. (2013). Studi Penetapan Tarif Alur Pelayaran (Channel fee): Studi Kasus Sungai Musi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Pariwono, J.I. 1985. Kondisi Pasang Surut di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P₃O) LIPI, Jakarta.
- Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor1. 2012. Rencana Tata Ruang Wilayah 2030, Jakarta
- Perekonomian, K, K. 2014 . Pen<mark>gem</mark>bangan Terpadu PesisirIbukota Negara, Jakarta.
- Perhubungan, M. 2011. Peraturan Menteri Perhubungan NomorPM 52 Tahun 2011 Tentang Pengerukan Dan Reklamasi, Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 70 tahun 2010. Standart Biaya Di Lingkungan Kementrian Perhubungan
- Perpres nomor 54 tahun 2008. Penataan Ruang Kawasan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, Cianjur.
- Pujiraharjo, Arifin. 2013. Studi Dampak Reklamasi DI Teluk Lamong Propinsi Jawa Timur Terhadap Pola Arus Pasang Surut Dan Angkutan Sedimen. Jurusan Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya. Malang
- Redana, Wayan. 2006. Studi Kelayakan Pengembangan Pelabuhan Celukan Bawang. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 10, No. 1
- Rudyani, Prahmadhana. 2013. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN: 2337-3539.
- Solikhin, A. 2004. Kajian Morfologi Jan Arus di perairan Bodri, Kendal. Skripsi. FPIK-IJNDIP. Semarang.
- Soepangkat. 1994. Pengantar Meteorologi. Jakarta: BPLMG
- Syahputra, Hendry. 2016. Analisis Perbandingan Akurasi Model Prediksi Pasang Surut: Studi Kasus Di Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa

- Tenggara Timur. Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sumestri, S., & G, A. A. 1984. Metoda Peneitian Air. Surabaya: Usaha Nasional.
- Van Rijn, L,C. 1993. Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas, Aqua Publications, Amsterdam, ASCE. Vol. 110. No.12.
- Widodo, Prabowo dan tim kajian reklamasi. 2016. Hidrodinamika Tanggul Raksasa Teluk Jakarta & Pulau Reklamasi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir. Jakarta.
- Winnarsih, et.al. (2016). Distribusi Total Suspended Solid Permukaan di Perairan Teluk Kendari. Jurnal Sapa Laut : Vol. 1.
- Witantono, Adireta. 2014. Pemodelan Aliran Sedimen di Kolam Pelabuhan (Studi Kasus: Kolam 1 Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta). Teknik Geomatika. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Zulfikar, A. A., Kusratmoko, E. (2017). Pola Sebaran TSS Di Teluk Jakarta Sebelum Dan Sesudah Reklamasi. Industrian Research Workshop and national Seminar, Politeknik Negeri Bandung, 496 502.