

**ANALISIS PENGARUH ARUS TERHADAP DISTRIBUSI MATERIAL
PADATAN TERSUSPENSI DI MUARA SUNGAI LAMONG GRESIK**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh:
UTARI NINGSIH
NIM. 105080600111029



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**ANALISIS PENGARUH ARUS TERHADAP DISTRIBUSI MATERIAL
PADATAN TERSUSPENSI DI MUARA SUNGAI LAMONG GRESIK**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh:

**UTARI NINGSIH
NIM. 105080600111029**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan di Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH ARUS TERHADAP DISTRIBUSI MATERIAL
PADATAN TERSUSPENSI DI MUARA SUNGAI LAMONG GRESIK

Oleh:

UTARI NINGSIH

NIM. 105080600111029

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 22 September 2015
dan dinyatakan memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(M. A. Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc)
NIP. 19801005 200501 1002

(Ir. Aida Sartimbul, M.Sc, Ph.D)
NIP. 19680901 199403 2 001

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(Andik Isdianto, ST, MT)
NIK. 20130982 09281 001

(Nurin Hidayati, ST, M.Sc)
NIP. 19781102 200502 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)
NIP. 19630608 198703 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 22 September 2015

Hormat saya,

UTARI NINGSIH



UCAPAN TERIMA KASIH

Selesainya laporan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
2. Kepada kedua orang tua, saudara dan kerabat yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa selama pengerjaan penelitian skripsi berlangsung.
3. Ir. Aida Sartimbul., M.Sc., Ph.D dan Nurin Hidayati, S.T, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan bimbingan dalam penelitian serta penulisan skripsi ini. Ucapan banyak terima kasih atas segala bimbingan, waktu, dan saran.
4. M. A. Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc dan Andik Isdianto., S.T., M.T selaku penguji I dan penguji II, atas segala kritik dan saran yang diberikan.
5. Saudara- saudara IK 2011, OSC (Oseanography Student Club) dan masih banyak lagi teman-teman yang tidak bisa disebutkan yang banyak membantu selesainya laporan Skripsi ini.

Malang, 22 September 2015

Penulis

RINGKASAN

UTARI NINGSIH. Skripsi tentang Analisis Pengaruh Arus Terhadap Distribusi Material Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Lamong, Gresik (dibawah bimbingan Ir. Aida Sartimbul., M.Sc, Ph.D dan Nurin Hidayati., S.T, M.Sc).

Muara sungai Lamong berada di Teluk Lamong yang saat ini merupakan pengembangan wilayah PELINDO III dengan kegiatan padat aktivitas yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Selain itu letak wilayah muara sungai yang berada di kota Gresik dan Surabaya yang merupakan kota industri turut menyumbang limbah ke wilayah perairan sungai Lamong.

Tujuan skripsi ini adalah untuk mengetahui konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) dan kondisi arus di wilayah muara sungai Lamong serta menganalisis pengaruh arus terhadap konsentrasi MPT. Pengambilan data skripsi dilaksanakan pada tanggal 10 Desember 2014 dan 10 Mei 2015.

Metode yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode deskriptif dengan teknik pengambilan data meliputi, data primer dan data sekunder. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi lapangan dan partisipasi langsung dari studi pustaka. Data tersebut kemudian dianalisis dengan metode regresi untuk diketahui pengaruh arus terhadap konsentrasi MPT.

Hasil dari pengambilan data lapang adalah Konsentrasi material padatan tersuspensi pada musim Barat dan Timur memiliki nilai yang tidak terpaut jauh, yaitu berkisar dari 65 mg/L – 138 mg/ L. Nilai MPT - (strip/nihil) berasal dari stasiun penelitian yang mengalami pendangkalan hingga mengakibatkan kedalaman perairan tidak memenuhi syarat yang ditentukan. Nilai kecepatan

arus rata-rata pada musim Barat dan Timur memiliki nilai yang berkisar antara 0 m/s – 0.5 m/s. Arah arus pada musim Barat mengarah ke arah Timur dan pada musim Timur mengarah ke arah Barat. Nilai kecepatan arus – (strip/nihil) berasal dari stasiun penelitian yang mengalami pendangkalan hingga mengakibatkan kedalaman perairan tidak memenuhi syarat yang ditentukan.

Hubungan antara arus dan nilai material padatan tersuspensi (MPT) sangat erat, dalam hal ini nilai kecepatan arus sebanding dengan nilai MPT. Semakin besar nilai kecepatan arus, semakin besar gaya yang mengaduk perairan maka semakin besar nilai MPT. Semakin dalam perairan maka nilai MPT semakin besar namun kecepatan arus semakin kecil, hal tersebut dikarenakan semakin dekat pengukuran yang dilakukan dengan sumber sedimen di dasar perairan



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Tempat dan Jadwal Pelaksanaan	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Muara Sungai	5
2.1.1 Definisi.....	5
2.1.2 Morfologi muara sungai	6
2.2 Material Padatan tersuspensi (MPT).....	9
2.3 Faktor Hidro-Oseanografi.....	11
2.3.1 Arus	11
2.3.2 Pasang Surut.....	14
3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Alat Penelitian.....	19
3.2.2 Bahan.....	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.3.1 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data Arus Lapang.....	21
3.3.2 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data MPT	23
3.3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data Prediksi Pasang Surut ..	23
3.5 Langkah Kerja Penelitian	25
3.6 Analisis Data	25
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27



4.1	Gambaran Umum Muara Sungai Lamong.....	27
4.2	Tipe Muara Sungai Lamong.....	28
4.3	Hasil Penelitian.....	28
4.3.1	Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) Pada Musim Barat.....	29
4.3.2	Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) Pada Musim Timur.....	32
4.4	Data Hidro-Oseanografi.....	36
4.4.1	Data Arus Pada Musim Barat.....	36
4.4.2	Data Arus Pada Musim Timur.....	40
4.5	Analisis Regresi Data Pada Musim Barat.....	45
4.5.1	Analisis Regresi Data Saat Surut.....	45
4.5.2	Analisis Regresi Data Saat Pasang.....	47
4.6	Analisis Regresi Data Pada Musim Timur.....	48
4.6.1	Analisis Regresi Data Saat Surut.....	48
4.6.2	Analisis Regresi Data Saat Pasang.....	50
4.7	Analisis Pengelompokan (Clustering Analyst).....	52
4.7.1	Analisis Pengelompokan Pada Data Musim Barat.....	52
4.7.2	Analisis Pengelompokan (Cluster) Pada Musim Timur.....	55
4.8	Perbandingan Data Hasil Penelitian.....	57
4.8.1	Perbandingan Data MPT.....	57
4.8.2	Perbandingan Data Arus.....	59
5.	PENUTUP.....	62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	63
	DAFTAR PUSTAKA.....	64
	LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kadar MPT dan pengaruhnya terhadap perikanan 10

Tabel 2. Titik Koordinat Lokasi Penelitian 19

Tabel 3. Alat Penelitian (Perangkat Keras) 20

Tabel 4. Alat Penelitian (Perangkat Lunak) 20

Tabel 5. Bahan-bahan yang digunakan di lapang 21

Tabel 6. Kadar MPT pada saat surut 29

Tabel 7. Kadar MPT pada saat pasang 31

Tabel 8. Kadar MPT pada saat surut 32

Tabel 9. Kadar MPT pada saat Pasang 34

Tabel 10. Data arus pada saat perairan surut 36

Tabel 11. Data arus pada saat perairan pasang 38

Tabel 12. Data arus pada saat surut 40

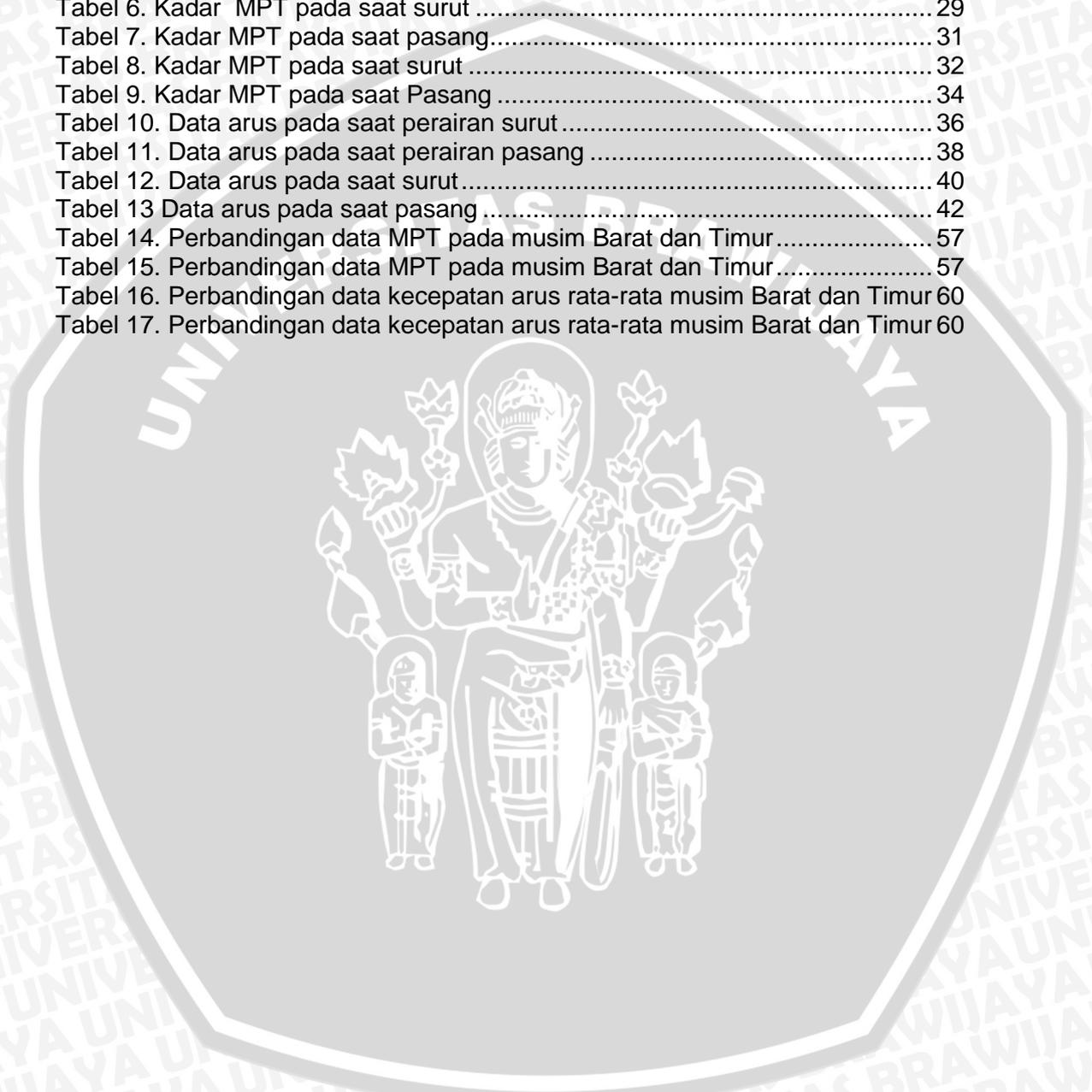
Tabel 13. Data arus pada saat pasang 42

Tabel 14. Perbandingan data MPT pada musim Barat dan Timur 57

Tabel 15. Perbandingan data MPT pada musim Barat dan Timur 57

Tabel 16. Perbandingan data kecepatan arus rata-rata musim Barat dan Timur 60

Tabel 17. Perbandingan data kecepatan arus rata-rata musim Barat dan Timur 60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tipe Muara yang didominasi gelombang laut	7
Gambar 2. Tipe Muara sungai yang didominasi debit sungai	8
Gambar 3. Tipe Muara yang didominasi pasang surut	9
Gambar 4. Gerak dan imbalanced sedimen pantai	12
Gambar 5. Pasang surut perbani dan purnama	17
Gambar 6. Lokasi tempat pengambilan sampel perairan	18
Gambar 7. Bagan Proses Pengolahan Data Arus	22
Gambar 8. Bagan proses pengolahan data MPT	23
Gambar 9. Grafik pasut pada bulan Desember (10 Desember 2014)	24
Gambar 10. Grafik pasut pada bulan Juli (10 Juli 2015)	24
Gambar 11. Bagan Alur Pelaksanaan Penelitian	25
Gambar 12. Wilayah Sungai Lamong	27
Gambar 13. Tipe Muara Sungai Lamong	28
Gambar 14. Grafik konsentrasi MPT saat surut	29
Gambar 15. Grafik kadar MPT saat pasang	31
Gambar 16. Grafik kadar MPT pada saat surut	33
Gambar 17. Grafik nilai MPT pada saat pasang	35
Gambar 18. Grafik nilai arus saat surut	37
Gambar 19. Grafik nilai rata-rata arus saat pasang	38
Gambar 20. Peta Pergerakan angin musim Barat	40
Gambar 21. Grafik kecepatan arus rata-rata pada saat surut	41
Gambar 22. Grafik kecepatan arus rata-rata pada saat pasang	43
Gambar 23. Pola Arus saat Surut	44
Gambar 24. Pola Arus saat Pasang	44
Gambar 25. Pola Pergerakan Angin Musim Timur	45
Gambar 26. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 2 meter	45
Gambar 27. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 4 meter	46
Gambar 28. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 6 meter	46
Gambar 29. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 2 meter	47
Gambar 30. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 4 meter	47
Gambar 31. <i>scatter graph</i> regresi kedalaman 6 meter	48
Gambar 32. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 2 meter	49
Gambar 33. <i>scatter graph</i> regresi kedalaman 4 meter	49
Gambar 34. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 6 meter	50
Gambar 35. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 2 meter	51
Gambar 36. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 4 meter	51
Gambar 37. <i>Scatter graph</i> regresi kedalaman 6 meter	52
Gambar 38. Dendogram Cluster Data Saat Surut	53
Gambar 39. Dendogram Cluster Data saat Pasang	54
Gambar 40. Dendogram Cluster Data Saat Surut	55
Gambar 41. Dendogram Cluster Data Saat Pasang	56
Gambar 42. Perhitungan kecepatan arus	67
Gambar 43. Perhitungan Konsentrasi MPT	67
Gambar 44. Sosial issue di Muara Sungai Lamong	67
Gambar 45. Sosial issue di Muara Sungai Lamong	67
Gambar 46. Perairan ketika Surut	67
Gambar 47. Kondisi Pelabuhan Teluk Lamong	67

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya kawasan pesisir dan delta yang ada di sepanjang pantai utara Pulau Jawa memperlihatkan adanya perubahan garis pantai maju, yang dapat dilihat pada bentuk-bentuk delta sungai yang cenderung meluas dan mengalami pembesaran pada bagian muara. Perubahan ini terjadi karena berbagai faktor yang berasal dari daratan maupun faktor yang berasal dari lautan (Satriadi,2004).

Wilayah Gresik yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa di sebelah utara memiliki aktivitas manusia yang tinggi, banyaknya pemukiman di pesisir pantai, kegiatan industri yang memproduksi air limbah di sungai dan aktivitas pelabuhan yang padat memberikan dampak negatif terhadap daerah estuari dan pantai dengan banyaknya sedimen yang masuk ke daerah pantai yang terbawa oleh aliran sungai (Triatmodjo, 2012). Sungai merupakan salah satu bentukan alam yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan makhluk hidup, tidak terkecuali manusia. Beberapa diantara manfaat sungai adalah sebagai penyedia air dan menjadi habitat bagi biota perairan dan penampung air hujan (Kamiran dan Bagiono, 2010), serta menjadi tempat segala macam aktivitas manusia. Salah satu contohnya Sungai Lamong yang terletak di Kabupaten Gresik, terletak diantara 112° - 113° Bujur Timur dan 7° - 8° Lintang Selatan dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 meter diatas permukaan air laut (Pekab Gresik, 2012).

Gross (1972) dan Chester (1990) menekankan bahwa pasang mendominasi sirkulasi air di sebagian besar muara sungai, sehingga suplai air di muara sungai bergantung pada peristiwa pasang surut. Arus pasang akan mampu mengaduk sedimen yang ada di muara sungai dimana hal ini terkait pula dengan konsentasi

Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) yang ada di muara sungai. Pola sirkulasi air merupakan faktor fundamental yang mempengaruhi distribusi MPT secara fisik.

Pada saat dilakukan penelitian di sekitar muara Sungai Lamong di dominasi oleh kegiatan pelabuhan antara lain pembuangan air balas, aktivitas bongkar muat dan pembangunan pelabuhan. Selain itu, juga adanya pengaruh industri yang ada di sekitar muara Sungai Lamong. Hingga kondisi ekosistem yang terdapat pada wilayah tersebut tidak terlalu baik. Menurut temuan Awwaluddin, dkk (2012) yang menemukan delapan jenis mangrove dari empat Famili yaitu Avicenniaceae (*Avicennia marina* dan *Avicennia alba*), Rhizophoraceae (*Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera hainessi*), Sonneratiaceae (*Sonneratia alba*) dan Meliaceae (*Xylocarpus moluccensis*) di sekitar muara sungai Lamong. Berdasarkan analisis perhitungan indeks dominansi dan indeks pemerataan jenis status komunitas mangrove berada dalam kondisi labil dan tertekan secara ekologis.

Kondisi tersebut merupakan gambaran umum muara sungai yang terdapat di wilayah Jawa Timur. Sungai Lamong yang terletak di Propinsi Jawa Timur memiliki hulu di Kabupaten Lamongan dan Mojokerto, sedangkan bagian hilirnya berada di perbatasan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik, serta bermuara di Selat Madura. Kondisi muara Sungai Lamong saat ini terancam mengalami sedimentasi yang diakibatkan oleh limbah yang berasal dari sisi-sisi sungai, pembuangan limbah industri, kegiatan kepelabuhan dan pembangunan pelabuhan baru Teluk Lamong. Dengan adanya penelitian mengenai distribusi material padatan tersuspensi serta faktor yang mempengaruhinya maka akan diketahui nilai dan faktor dominan yang berpengaruh terhadap sebaran material padatan tersuspensi di perairan muara Sungai Lamong. Selain itu pengawasan terhadap material padatan tersuspensi perlu dilakukan karena keberadaan material padatan tersuspensi dapat mengganggu keseimbangan

ekosistem perairan yang akhirnya dapat berdampak buruk bagi manusia, seperti pendangkalan pelabuhan, punahnya beberapa ekosistem perairan dan kerusakan lingkungan (Ritchie et al, 1976).

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian mengenai analisis pengaruh arus terhadap sebaran material padatan tersuspensi adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai material padatan tersuspensi di Muara Sungai Lamong, Gresik ?
2. Bagaimana kondisi arus perairan di Muara Sungai Lamong, Gresik ?
3. Seberapa besar faktor arus mempengaruhi distribusi material padatan tersuspensi di Muara Sungai Lamong, Gresik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengenai analisis pengaruh arus terhadap sebaran material padatan tersuspensi ini memiliki beberapa tujuan yang meliputi beberapa hal sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai material padatan tersuspensi yang berada di perairan sekitar Muara Sungai Lamong, Gresik.
2. Mengetahui kondisi arus di perairan sekitar wilayah Muara Sungai Lamong, Gresik.
3. Mengetahui hubungan antara kondisi arus terhadap nilai material padatan tersuspensi di Muara Sungai Lamong, Gresik.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian analisis pengaruh arus terhadap material padatan tersuspensi ini memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data dilakukan pada musim barat dan musim timur



2. Tipe pasut lokasi penelitian adalah pasut campuran condong ganda pada lokasi penelitian
3. Nilai material padatan tersuspensi hanya dibandingkan dengan faktor arus yang merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap distribusi material padatan tersuspensi
4. Data diambil pada saat pasang dan surut dalam sehari dengan 2 (dua) kali pengambilan data.

1.5 Manfaat Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengenai analisis pengaruh arus terhadap sebaran material padatan tersuspensi ini memiliki manfaat di antaranya adalah :

1. Memberikan data dan hasil analisis serta salah satu informasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan juga instansi terkait guna pengembangan lingkungan laut secara berkelanjutan dan terpadu.
2. Dapat menambah ilmu pengetahuan, wawasan dan informasi tentang pengaruh arus dan gelombang terhadap distribusi material padatan tersuspensi.

1.6 Tempat dan Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di perairan sekitar Muara Sungai Lamong, Gresik, Jawa Timur pada tanggal 10 Desember 2014 dan 10 Juli 2015.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Muara Sungai

2.1.1 Definisi

Muara sungai termasuk salah satu daerah yang termasuk kedalam wilayah pesisir. Adanya pengaruh langsung dari daratan dan lautan menjadikan muara sungai memiliki karakteristik yang cukup unik dan termasuk daerah yang cukup dinamis baik pada skala temporal maupun spasial (Alhaq, 2013). Surinati (2007) menyatakan bahwa estuaria (muara sungai) merupakan wilayah pesisir yang memiliki tingkat kesuburan tinggi, karena masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut, (misalnya pasang surut) dan area dipengaruhi oleh adanya kegiatan yang ada di darat, (misalnya pemukiman, industri, pertanian dalam bentuk sedimentasi dan debit aliran sungai). Seluruh kegiatan tersebut sangat membutuhkan energi.

Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran/pembuangan debit sungai, terutama pada waktu banjir, ke laut. Karena letaknya yang berada di ujung hilir, maka debit aliran di muara adalah lebih besar dibanding pada tampang sungai di sebelah hulu. Selain itu muara sungai (estuaria) mempunyai nilai ekonomis yang penting, karena dapat berfungsi sebagai alur penghubung antara laut dan daerah yang cukup dalam di daratan. Pengaruh pasang surut yang masuk ke estuaria menyebabkan kenaikan muka air. Selain itu kecepatan arus yang besar dapat menyebabkan erosi di dasar estuaria sehingga mampu mempertahankan kedalaman aliran. Kondisi ini memungkinkan daerah estuaria bisa digunakan sebagai alur pelayaran dari suatu pelabuhan (Triatmodjo, 2012).

Menurut Nontji (2007) dalam Purnawan *dkk* (2012), muara sungai mempunyai peran ekologis penting dalam antara lain sebagai sumber zat hara dan bahan organik yang diangkut lewat sirkulasi arus harian dan pasang surut

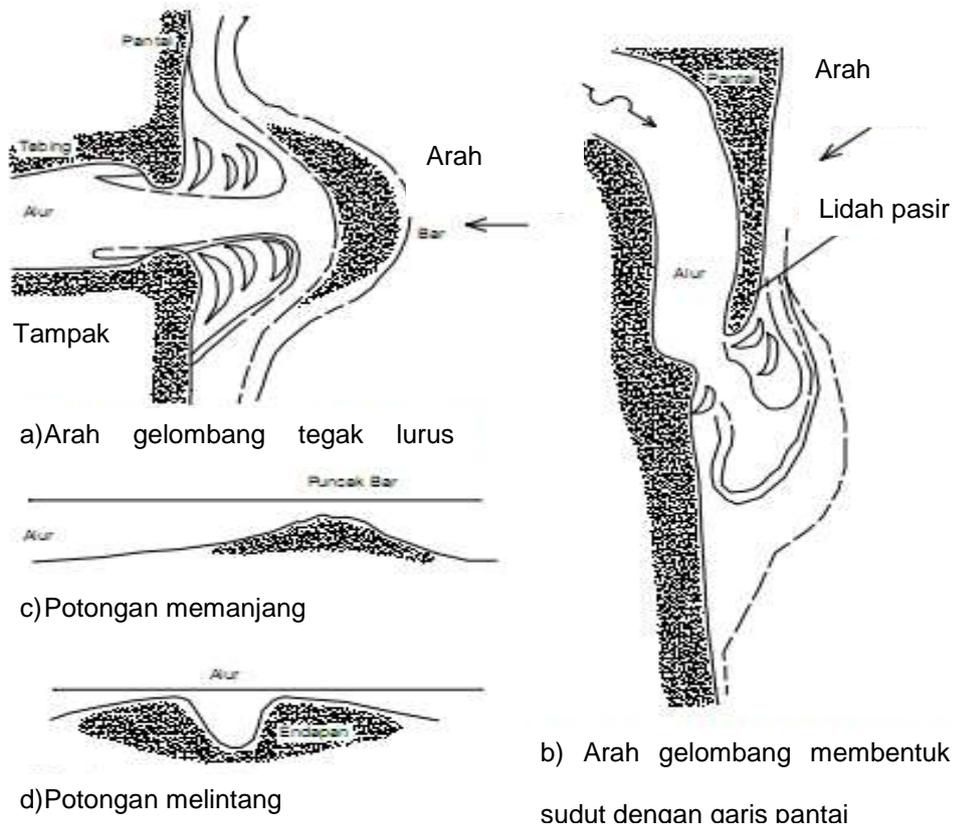
(tidal circulation), penyedia habitat bagi sejumlah spesies hewan yang bergantung pada estuaria sebagai tempat berlindung dan tempat mencari makanan (*feeding ground*) dan sebagai tempat bereproduksi dan/atau tempat tumbuh besar (*spawning and nursery ground*) terutama bagi spesies ikan dan udang.

2.1.2 Morfologi muara sungai

Ada beberapa tipe muara yang berada di Indonesia bila melihat kondisi fisik dan keberadaan muara tersebut. Triatmodjo (2012) menyebutkan bahwa tipe-tipe muara dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Muara yang didominasi oleh gelombang laut

Gelombang besar yang terjadi di pantai berpasir dapat menyebabkan terjadinya angkutan sedimen (pasir), baik dalam arah tegak lurus maupun sepanjang pantai. Apabila gelombang membentuk sudut terhadap garis pantai, akan terjadi transpor sedimen sepanjang pantai. Angkutan sedimen tersebut dapat bergerak masuk ke muara sungai dan mengendap. Banyaknya endapan tergantung pada gelombang dan ketersediaan sedimen (pasir) di pantai. Semakin besar gelombang semakin besar angkutan sedimen dan semakin banyak sedimen yang mengendap di muara.



a) Arah gelombang tegak lurus

c) Potongan memanjang

d) Potongan melintang

b) Arah gelombang membentuk sudut dengan aris pantai

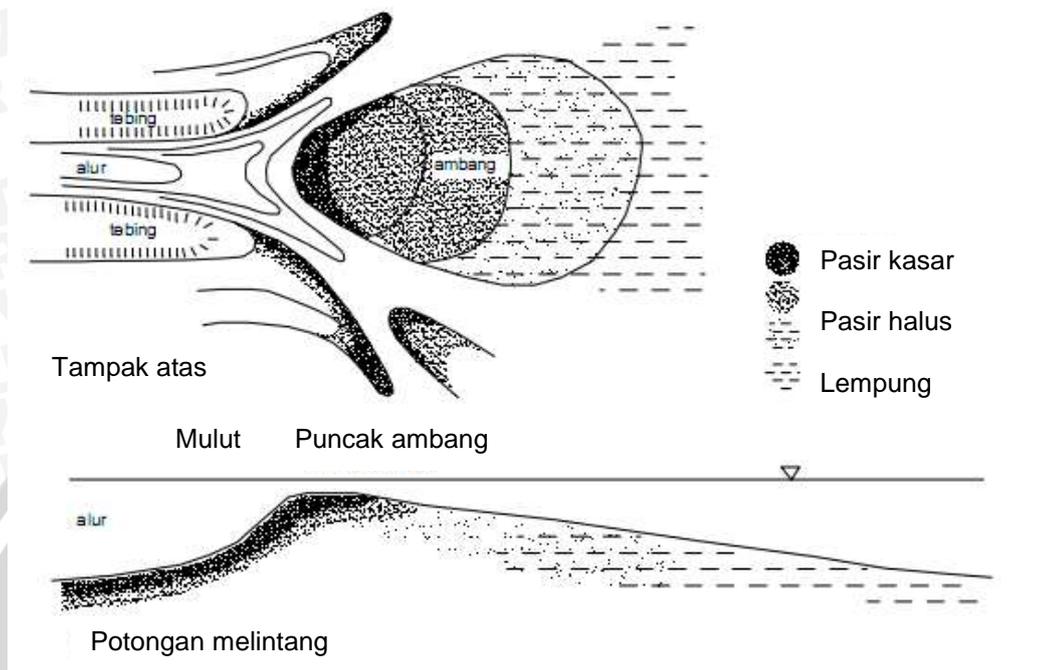
(Sumber : Triatmodjo, 2012)

Gambar 1. Tipe Muara yang didominasi gelombang laut

2. Muara yang didominasi debit sungai

Muara ini terjadi pada sungai dengan debit sepanjang tahun cukup besar yang bermuara di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai tersebut membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Sedimen yang sampai di muara sungai merupakan sedimen suspensi dengan diameter partikel sangat kecil, yaitu dalam beberapa mikron. Di alur sungai, terutama pada waktu air surut kecepatan aliran besar, sehingga sebagian sedimen yang telah diendapkan tererosi kembali. Tetapi di depan muara dimana aliran telah menyebar, kecepatan aliran lebih kecil sehingga tidak mampu mengerosi semua sedimen yang telah diendapkan. Dengan demikian dalam satu siklus pasang surut jumlah sedimen yang mengendap lebih banyak daripada yang tererosi, sehingga terjadi pengendapan

di depan mulut muara. Proses tersebut terjadi terus menerus sehingga muara sungai akan maju ke arah laut membentuk delta.

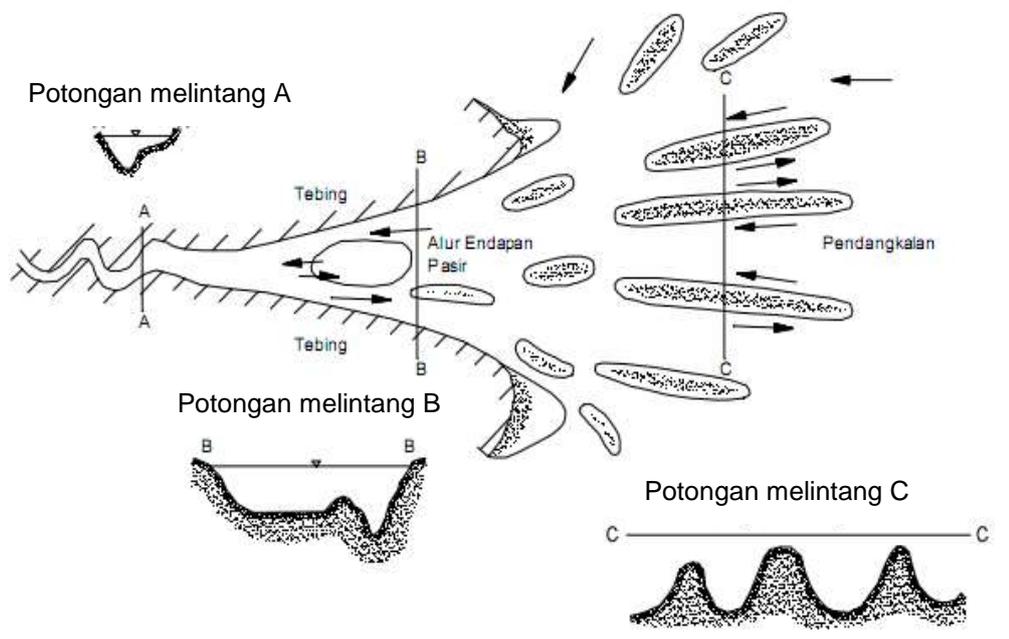


(Sumber : Triatmodjo, 2012)

. Gambar 2. Tipe Muara sungai yang didominasi debit sungai

3. Muara sungai yang didominasi pasang surut

Apabila pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air hulu. Pada waktu surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. Muara sungai tipe ini berbentuk corong atau lonceng seperti yang ditunjukkan Gambar 3. Angkutan sedimen pada muara tipe ini berasal dari sungai dan laut. Permasalahan utama pada tipe muara ini bukan penutupan muaranya, tetapi pendangkalan yang terjadi di muara sungai dapat mengganggu pelayaran atau navigasi.



(Sumber : Triatmodjo, 2012)

Gambar 3. Tipe Muara yang didominasi pasang surut

2.2 Material Padatan tersuspensi (MPT)

Zat padat tersuspensi (*Total Suspended Solid*) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan.

Konsentrasi dan komposisi material padatan tersuspensi (MPT) bervariasi secara temporal dan spasial tergantung pada faktor-faktor fisik dan biologis yang mempengaruhinya. Faktor fisik yang mempengaruhi distribusi MPT terutama adalah pola sirkulasi air, pengendapan gravitasi, deposisi, dan resuspensi

sedimen. Akan tetapi pola sirkulasi air merupakan faktor yang paling fundamental (Chester,1990).

Berdasarkan cara pengangkutannya, sedimen digolongkan menjadi duakelompok; muatan dasar (*bed load*), dan muatan layang (*suspended* dan *wash load*). Muatan dasar adalah sedimen yang terangkut secara menggelinding (*rolling*), bergeser (*sliding*), atau meloncat (*jumping*), dan pada umumnya pergerakannya lebih lambat. Sedangkan muatan layang adalah bagian sedimen yang terangkut dan bergerak bersama dengan badan air dengan kecepatan yang hampir sama (Kodoatie *dkk.*, 2002).

Sedimen bisa juga digolongkan kedalam limbah yang berbahaya bagi ekosistem perairan salah satunya di laut. Sedimen biasanya membawa bahan dari darat yang hanyut oleh air dan sebagian besar mengendap di kawasan pesisir atau muara sungai ataupun pantai dan juga ada yang masih melayang-layang di perairan. Sedimen yang melayang-layang di perairan ini dapat menyebabkan kekeruhan sehingga mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk kedalam perairan dan berakibat langsung terhadap ikan dan biota lainnya dalam ekosistem (Mukhtasor, 2007).

Tabel 1.Kadar MPT dan pengaruhnya terhadap perikanan (Effendi, 2003)

Nilai (mg/l)	Pengaruh terhadap perikanan
<25	Tidak berpengaruh
25-80	Sedikit berpengaruh
81-400	Kurang baik bagi kepentingan perikanan
>400	Tidak baik bagi kepentingan perikanan

2.3 Faktor Hidro-Oseanografi

Proses distribusi material padatan tersuspensi di suatu perairan erat hubungannya dengan faktor hidro-oseanografi. Faktor hidro-oseanografi ini terdiri dari arus, pasang surut dan gelombang. Faktor-faktor ini berperan penting dalam proses penyebaran material padatan tersuspensi dalam perairan.

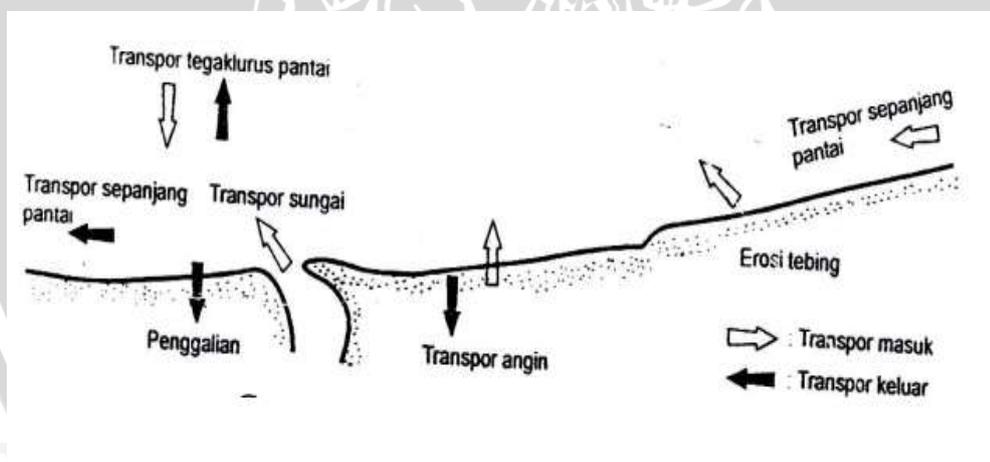
2.3.1 Arus

Salah satu faktor Hidro Oseanografi yang penting dalam distribusi sedimen adalah arus. Arus merupakan kekuatan air laut yang dapat mendistribusikan bahan terlarut maupun bahan tersuspensi dari satu lokasi ke lokasi lain (Mansur *dkk.*, 2013). Wibisono (2005) menyatakan pada dasarnya arus merupakan gerakan dari massa air laut yang bergerak secara horizontal dalam skala yang cukup besar. Ada beberapa faktor yang menjadi pemicu terjadinya arus. Yang paling utama adalah angin, pergerakan angin dapat menimbulkan gaya gesek di sekitar permukaan laut yang nantinya akan menggerakkan massa air tersebut sesuai dengan arah pergerakan angin. Adanya perbedaan densitas juga dapat menimbulkan arus. Massa air laut akan cenderung bergerak dari wilayah yang memiliki densitas tinggi menuju ke wilayah dengan kondisi densitas rendah.

Menurut Nontji (2002) dalam Wibowo (2012), mendefinisikan arus laut dengan gerakan massa air yang disebabkan oleh radiasi matahari, tiupan angin, pasut air laut, hempasan gelombang, dan adanya perbedaan densitas laut. Akibat interaksi gelombang laut dengan morfologi pantai akan menghasilkan arus laut seperti *longshore current and rip current*. Susiati *dkk* (2012) menyatakan arus di suatu perairan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti angin, pasang surut, densitas yang disebabkan oleh perbedaan suhu maupun salinitas, perbedaan tekanan hidrostatik ataupun gaya *coriolis*.

Dengan adanya arus maka massa air di lapisan permukaan akan terbawa mengalir. Besarnya volume transport air oleh arus permukaan di berbagai perairan Indonesia dan sekitarnya telah di hitung oleh Wyrcki (1961). Perhitungan didasarkan pada massa air sampai pada kedalaman 150-200 m, karena pengaruh angin diperkirakan mencapai ketebalan seperti itu (Nontji, 2005).

Arus berperan penting dalam proses distribusi sedimen, khususnya di area pinggiran pantai (Gambar 4). Bambang Triatmodjo (1999) menyebutkan bahwa arus dapat menjadi pemicu terjadinya proses transport sedimen. Transport sedimen yang disebabkan oleh arus dapat digolongkan menjadi 2 macam, yaitu transport sedimen sepanjang pantai atau *longshore transport* yang mempunyai arah rata – rata sejajar dengan garis pantai dan transport sedimen menuju dan meninggalkan pantai atau *onshore-offshore transport* yang mempunyai arah tegak lurus dengan garis pantai.



(Sumber : Triatmodjo, 1999)
 Gambar 4. Gerak dan imbalan sedimen pantai

Rifardi (2012) menyebutkan arus mentranspor sedimen secara fisika dengan dua mekanisme berlawanan yang didasarkan atas dua jenis muatan yaitu :

1. Muatan tersuspensi, kekuatan arus dari air atau udara menyebarkan partikel-partikel sedimen halus seperti lanau dan lempung dan ukuran pasir, kemudian memindahkan dalam aliran.
2. Muatan pada lapisan dasar perairan atau muatan yang tidak secara terus menerus berada dalam bentuk suspensi atau larutan, seperti partikel-partikel yang lebih besar dan berat (boulder, pebbles dan gravel) dirollingkan sepanjang dasar perairan.

- **Arus-arus Musiman**

Sistem angin dunia selalu berjumlah tetap sepanjang tahun, maka arah arus-arus dunia hanya mengalami variasi tahunan yang kecil. Tetapi di bagian utara Utara Lautan Hindia dan lautan-lautan Asia Tenggara, angin musim (monsoon) berubah secara musiman dan mempunyai pengaruh yang dramatis terhadap arah dari arus-arus permukaan. Arus-arus di perairan Asia Tenggara baik yang terjadi di musim Barat maupun di musim Timur (Evans dan Hutabarat, 1998).

Menurut Nontji (1999) Desember hingga Februari, Australia dan Laut Koral secara rata-rata menerima sinar dan panas matahari yang lebih besar dibandingkan dengan yang diterima Asia Tenggara dan Laut Cina Selatan. Oleh sebab itu tekanan udara dekat permukaan bumi di kawasan Australia menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di Asia Tenggara. Hasilnya adalah bertiupnya angin dari Asia Tenggara dan Laut Cina Selatan termasuk kepulauan Filipina, dan Laut Filipina ke Australia dan Laut Koral melewati Indonesia. Indonesia mengalami musim Barat pada Desember hingga Februari dan Juni hingga Agustus mengalami musim Timur.

Menurut Wyrcki (1961) dalam Prihatiningsih (2014) sistem angin muson di Indonesia dibagi menjadi 4 golongan, yaitu angina Muson Barat (Desember – Februari), peralihan I (Maret – Mei), Muson Timur (Juni – Agustus), dan peralihan

II (September – November). Pola arus permukaan yang dipilih mewakili musim barat adalah bulan Februari, Musim Peralihan I adalah bulan April, musim timur pada bulan Agustus dan peralihan II pada bulan Oktober. Namun menurut Pribadi (2012), pada bulan Maret angin Barat masih berhembus tetapi kecepatan dan kemantapannya berkurang. Pada bulan April dan Mei angin tidak menentu / berubah – ubah dan periode ini dikenal sebagai musim peralihan / pancaroba, demikian pula dengan bulan Oktober dan November. Dapat disimpulkan bahwa kondisi musim peralihan I masih terbawa karakteristik kondisi musim Barat dan musim peralihan II masih terbawa karakteristik kondisi musim Timur. Hal ini sesuai berdasarkan penelitian Syech dan Martin, (2007), dua musim tersebut yaitu musim timur yang berlangsung dari bulan Mei sampai Oktober dan musim Barat selama bulan November sampai bulan April. Selama musim Barat angin umumnya bersifat lemah sedangkan pada musim timur umumnya angin dapat mencapai 10 knot.

2.3.2 Pasang Surut

Pasang-surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal, yakni dorongan ke arah luar pusat rotasi. Hukum gravitasi Newton menyatakan, bahwa semua massa benda tarik menarik satu sama lain dan gaya ini tergantung pada besar massanya, serta jarak di antara massa tersebut. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa, tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Sejalan dengan hukum di atas, dapat dipahami bahwa meskipun massa bulan lebih kecil dari massa matahari tetapi jarak bulan ke bumi jauh lebih kecil, sehingga gaya tarik bulan terhadap bumi pengaruhnya lebih besar dibanding matahari terhadap bumi. Kejadian yang sebenarnya dari gerakan pasang air laut sangat rumit, sebab gerakan tersebut tergantung pula pada rotasi bumi, angin, arus laut dan keadaan-keadaan lain yang bersifat setempat. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua

tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari (Wardiyatmoko & Bintarto, 1994) dalam (Surinati, 2007).

Pasut Pasang surut juga sangat mempengaruhi proses distribusi suatu sedimen di perairan. Pasang surut akan menimbulkan arus yang disebut arus pasang surut. Pasang surut sendiri adalah proses naik dan turunnya suatu muka air laut secara hampir periodik karena gaya tarik-menarik benda-benda angkasa, terutama bulan dan matahari (Purwanto *et. al.* 2004). Wibisono (2005) juga menyatakan bahwa pasang surut merupakan suatu gerakan yang vertikal dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut yang disebabkan oleh pengatuh gaya tarik-menarik antara bumi dan benda-benda angkasa terutama matahari dan rembulan. Di wilayah sekitar estuari (muara sungai) yang cukup lebar dan panjang, pasang surut sedikit banyak mendapat pengaruh juga dari aliran sungai. Walaupun energi pasang dari laut akan menjadi berkurang sebanding dengan berkurangnya kedalaman, namun begitu memasuki estuari air sungai didesak ke atas sehingga alirannya menjadi relatif terhenti pada saat puncak pasang tertinggi selama beberapa saat.

Pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Pasang surut dapat terjadi satu kali atau dua kali dalam sehari di satu daerah. Pasang surut di bagi menjadi 4 tipe pasang surut (Triatmodjo, 1999). Tipe pasang surut tersebut yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*)

Yaitu pasang surut yang memiliki sifat dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi berurutan secara beraturan.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Yaitu tipe pasang surut yang apabila dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevalling semidiurnal*)

Yaitu tipe pasang surut yang dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

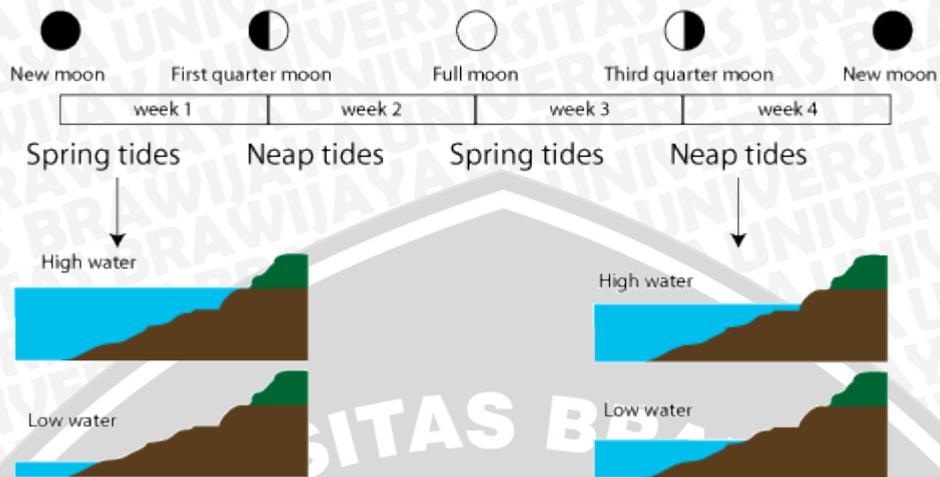
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevalling diurnal*)

Yaitu tipe pasang surut yang dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

Ada dua macam pasang surut yaitu pasang purnama dan pasang perbani. Pasang Purnama, ialah peristiwa terjadinya pasang naik dan pasang surut tertinggi (besar). Pasang besar terjadi pada tanggal 1 (berdasarkan kalender bulan) dan pada tanggal 14 (saat bulan purnama). Pada kedua tanggal tersebut posisi Bumi - Bulan - Matahari berada satu garis (konjungsi) sehingga kekuatan gaya tarik bulan dan matahari berkumpul menjadi satu menarik permukaan bumi. Permukaan bumi yang menghadap ke bulan mengalami pasang naik besar. Sedangkan permukaan bumi yang tidak menghadap ke bulan mengalami pasang surut besar. Sedangkan pasang perbani ialah peristiwa terjadinya pasang naik dan pasang surut terendah (kecil). Pasang kecil terjadi pada tanggal 7 dan 21 kalender bulan. Pada kedua tanggal tersebut posisi Matahari - Bulan - Bumi membentuk sudut 90° . Gaya tarik Bulan dan Matahari terhadap Bumi berlawanan arah sehingga kekuatannya menjadi berkurang (saling melemahkan) dan terjadilah pasang terendah (rendah) (Triatmodjo, 2012).



Figure 4



(Sumber : Google, 2015)

Gambar 5. Pasang surut perbani dan purnama

Wibowo (2012) menyatakan bahwa wilayah pesisir dengan tipe pasut yang bertipe harian ganda atau campuran cenderung ganda berpotensi tinggi terjadinya perubahan garis pantai baik berupa abrasi maupun sedimentasi karena pergerakan arus pasut juga akan lebih sering terjadi. Tunggang pasut yang tinggi, topografi yang landai, serta keberadaan muara sungai menyebabkan transport sedimen semakin luas. Informasi mengenai kondisi pasang purnama pun perlu diketahui karena dengan semakin tingginya muka air laut yang naik maka ancaman abrasi pantai akan semakin tinggi.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Desember 2014 di Muara Sungai Lamong, Gresik. Pada saat di lapang dilakukan pengambilan sampel di 10 stasiun yang berbeda, dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai yang diukur meliputi data arus dan material padatan tersuspensi (MPT) yang dihitung saat pengambilan sampel di lapang. Analisis hubungan faktor hidro-oseanografi (arus) dengan nilai material padatan tersuspensi akan dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.



Gambar 6. Lokasi tempat pengambilan sampel perairan

Pada saat pengukuran arus di lapang dilakukan di beberapa titik lokasi. Penentuan titik lokasi menggunakan metode *purposive sampling* dengan mempertimbangkan batasan wilayah perairan yaitu badan sungai, muara sungai dan perairan Laut.

Gambar peta lokasi penelitian diatas memperlihatkan bahwa titik 1- 3 merupakan wilayah yang terpengaruh oleh aliran sungai, titik 4- 6 berada di

wilayah bibir muara sungai dan titik 7- 10 berada di wilayah laut (Teluk Lamong).

Titik koordinat stasiun lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel berikut (Tabel 2) :

Tabel 2. Titik Koordinat Lokasi Penelitian

NO	KOORDINAT	WILAYAH
1	LU -7.193227°/ BT 112.659868°	Badan sungai
2	LU -7.193283°/ BT 112.663267°	
3	LU -7.195577°/ BT 112.664104	
4	LU -7.199891°/ BT 112.666296°	Muara sungai
5	LU -7.194235°/ BT 112.667749°	
6	LU -7.189708°/ BT 112.668738°	
7	LU -7.198354°/ BT 112.670471°	Wilayah Teluk Lamong (Laut)
8	LU -7.195143°/ BT 112.673119°	
9	LU -7.190760°/ BT 112.674361°	
10	LU -7.186428°/ BT 112.673764°	

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian skripsi ini meliputi perangkat keras dan juga perangkat lunak. Perangkat keras berupa alat untuk pengukuran langsung di lapang untuk membantu pengolahan data, sedangkan perangkat lunak berupa *software* untuk pengolahan data.

3.2.1.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian skripsi ini dapat dilihat sebagai (tabel 3) berikut:

Tabel 3. Alat Penelitian (Perangkat Keras)

No.	Nama alat	Kegunaan
1.	<i>Analyzer Suspended Solids</i> model 3150	Untuk mengukur nilai padatan tersuspensi
2.	<i>Current meter</i>	Untuk mengukur kecepatan arus
3.	GPSMAP 76CSx Garmin	Untuk menentukan titik koordinat stasiun pengambilan sampel sedimen
4.	<i>Cool box</i>	Untuk tempat menyimpan sampel sedimen yang telah diambil
5.	<i>Camera Digital</i>	Untuk dokumentasi

3.2.1.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian skripsi ini dapat dilihat di tabel di bawah ini berikut dengan spesifikasi kegunaannya.

Tabel 4. Alat Penelitian (Perangkat Lunak)

No.	Perangkat Lunak (<i>software</i>)	Fungsi
1.	<i>Software</i> Surfer 10 (32-bit)	Untuk menjadikan peta kontur dan menampilkan kecepatan dan arah arus dari data olahan Ms. Excel dalam bentuk gambar
2.	Microsoft Office Word 2007	Untuk membuat laporan dan menyimpan data hasil pengamatan
3.	Microsoft Office Excel 2007	Untuk pengumpulan data dan analisis regresi
4.	Google earth	Untuk menandai lokasi pengamatan
5.	Matlab 7	Untuk menjalankan model <i>Tide Model Driver</i> (TMD)
6.	<i>Tide Model Driver</i> (TMD)	Suatu model untuk mendapatkan data pasang surut

3.2.2 Bahan

Penelitian di Muara Sungai Lamong ini menggunakan bahan yang digunakan dalam proses pengambilan sampel di lapang. Alat dan fungsinya dapat dilihat di tabel di bawah ini.

Tabel 5. Bahan-bahan yang digunakan di lapang

No.	Nama bahan	Kegunaan
1.	Air bersih	Untuk kalibrasi <i>Analyzer Suspended Solids</i> model 3150
2.	Lakban	Untuk menandai titik 2,4 dan 6 meter pada kabel current meter dan suspended analyzer

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah meneliti suatu kondisi di alam dengan interpretasi yang sistematis, aktual, cermat dan tepat (Surakhmad, 1985). Metode ini merupakan metode penelitian yang berupaya untuk menjelaskan suatu gejala, peristiwa maupun kejadian yang terjadi dengan menganalisis hasil dari pengolahan data-data yang didapatkan yang terkait dengan penelitian.

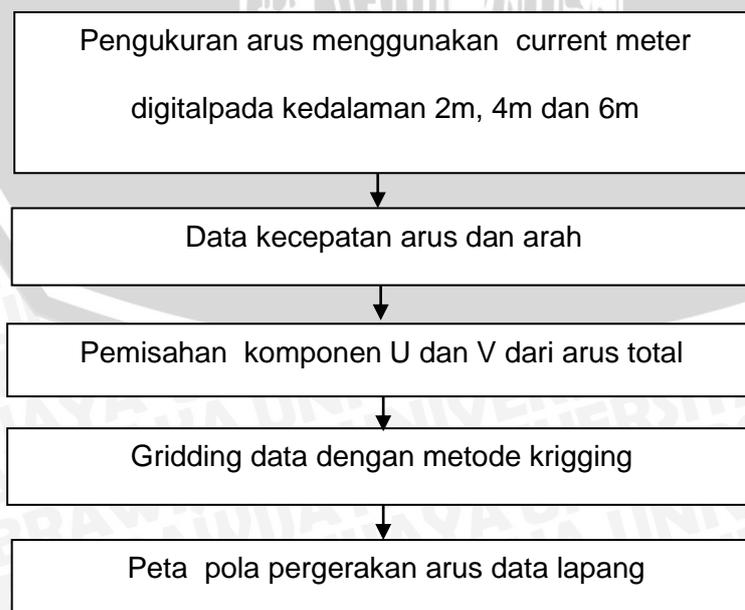
Penelitian ini akan menghasilkan analisis pengaruh arus terhadap Material Padatan Tersuspensi (MPT) di wilayah Muara Sungai Lamong, Gresik.

3.3.1 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data Arus Lapang

Data arus lapang didapatkan dari pengukuran langsung di lapang. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *Current Metter* digital yakni alat pengukur kecepatan arus yang prinsip kerjanya merekam data dari banyaknya putaran pada propeler yang bergerak karena adanya arus. Data yang terekam pada monitor current metter yakni data kecepatan arus dalam satuan m/s. Pengukuran arus dilapang dilakukan dua kali pengulangan di setiap titiknya

untuk mendapatkan kecepatan arus rata-rata. Kompas untuk menentukan titik koordinat dan juga menunjukkan arah pergerakan arus di lapang.

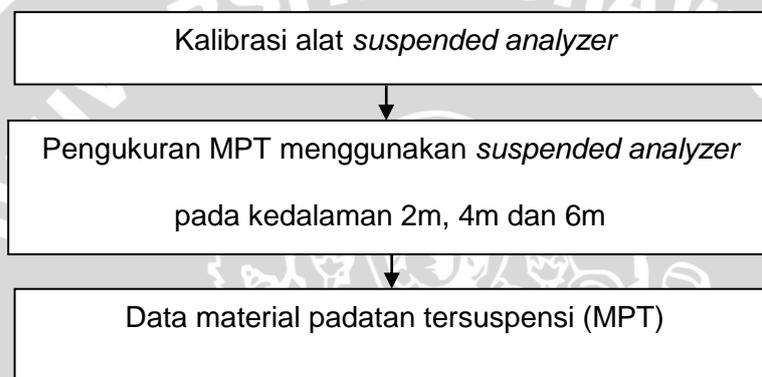
Data arus lapang yang diperoleh kemudian dilakukan pengolahan data lapang dengan *software*, terlebih dahulu dilakukan pemisahan komponen barat – timur atau *zonal* (u) dan komponen utara – selatan atau *meridional* (v) dari arus total yang didapatkan. Menurut Indriani *dkk.* (2010), mencari komponen u dan v dapat dilakukan dengan menggunakan rumus $u = r \cos(\theta)$ dan $v = r \sin(\theta)$ dimana (θ) adalah arah dalam derajat dan (r) adalah arus total yang didapat dari pengukuran dalam satuan m/s. Selanjutnya mencari resultan (R) dari komponen u dan v dengan menggunakan rumus $R = \sqrt{u^2 + v^2}$. Setelah mendapatkan komponen-komponen yang dibutuhkan, kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software Surfer 10*. Pola pergerakan arus dengan *Surfer* didapatkan melalui proses *Gridding* data menggunakan metode *Krigging*. Metode *Krigging* merupakan metode yang memungkinkan mengetahui nilai komponen data dengan interpolasi hingga elemen terkecil. *Output* dari *software* ini berupa gambar atau peta beserta vektor yang menunjukkan pola pergerakan arus, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan berikut (Gambar 7).



Gambar 7. Bagan Proses Pengolahan Data Arus

3.4.2 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data MPT

Pengukuran material padatan tersuspensi ini menggunakan alat *suspended analyzer*. Pertama nyalakan *suspended analyzer* dengan menekan tombol on, lalu pilih menu. Selanjutnya pilih setup lalu pilih sensor zero untuk mengkalibrasi alat. Selanjutnya pilih menu dan run. Dimasukkan sensor alat kedalam perairan, di tunggu hingga nilainya stabil dan dicatat sebagai nilai MPT. Tiap pengukuran dilakukan pengulangan sebanyak dua kali lalu di hitung nilai rata-rata dan disimpan sebagai data MPT.

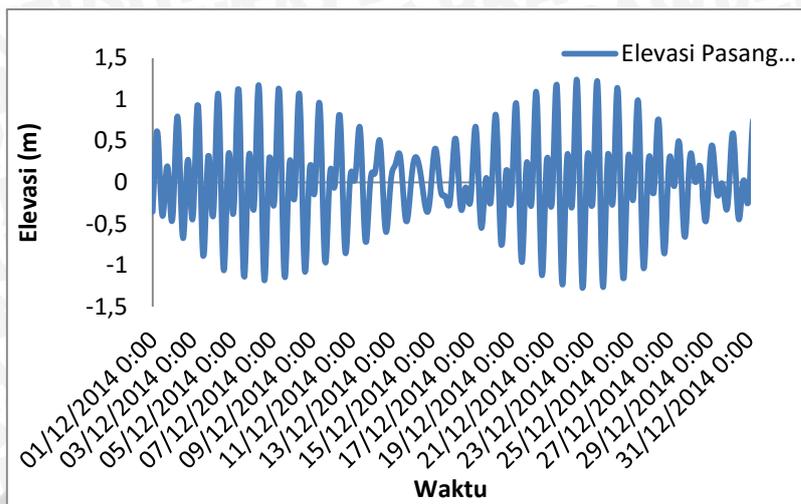


Gambar 8. Bagan proses pengolahan data MPT

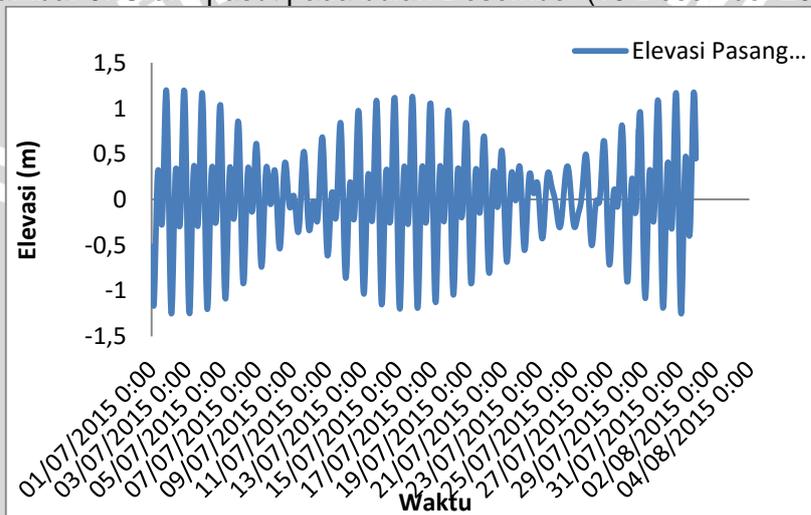
3.4.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data Prediksi Pasang Surut

Data prediksi pasang surut didapatkan dari pengolahan menggunakan *Tide Model Driver* (TMD). Inputan berupa koordinat dari wilayah yang akan diteliti kemudian dengan program bantu MATLAB digunakan untuk mencari nilai komponen harmonik pasang surut dan juga periode pasang surut.

Hasil prediksi menggunakan TMD diperoleh komponen konstanta pasang surut yaitu M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1 dan juga diperoleh prediksi elevasi pasang surut. Menurut Ongkosongo (1989), konstanta pasang surut tersebut kemudian digunakan untuk mencari bilangan *Formzahl* (F) dengan menggunakan rumus $F = (K1+O1)/(M2+S2)$, hasil dari bilangan *formzahl* tersebut akan menunjukkan tipe pasang surut di lokasi Penelitian.



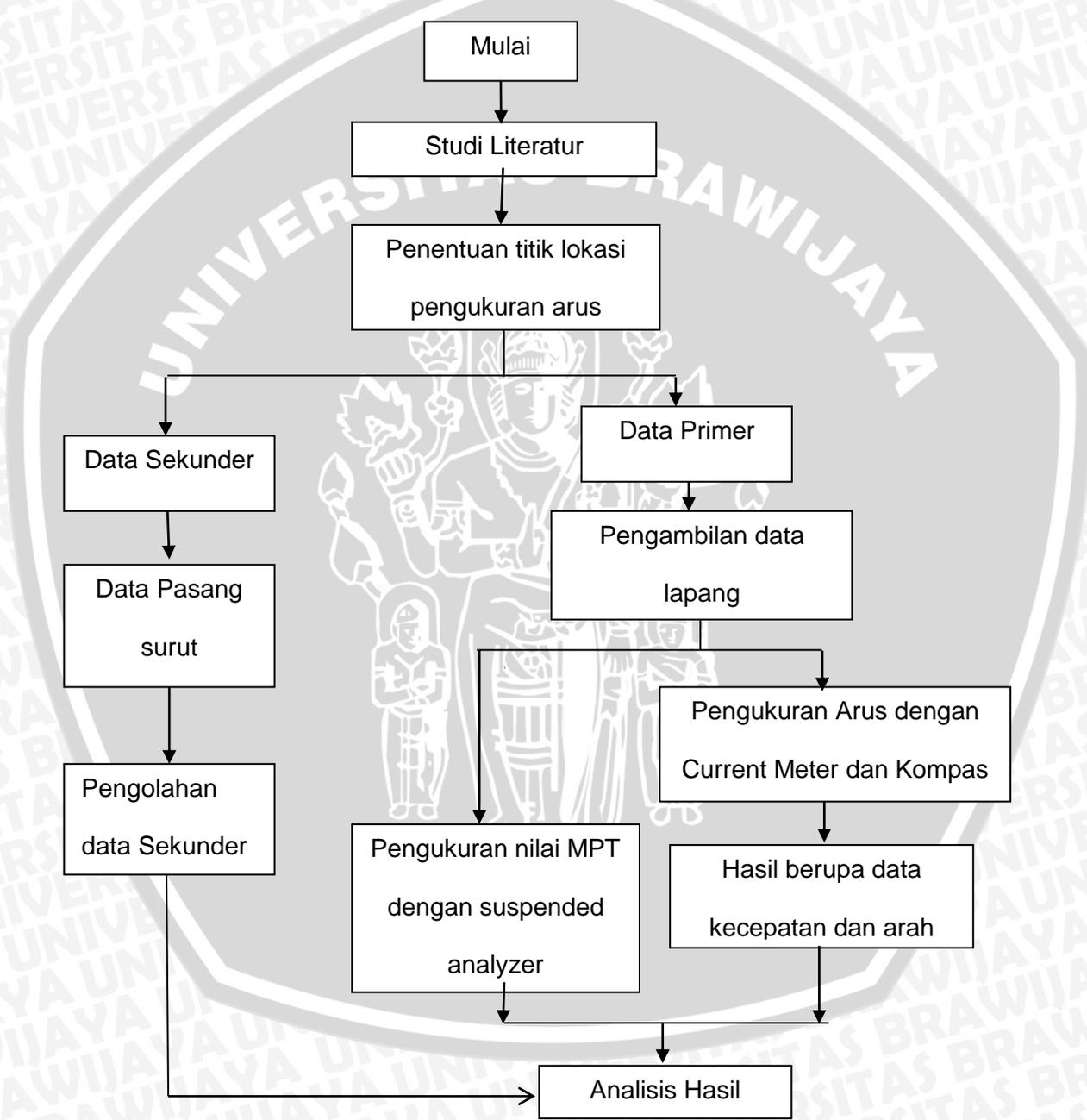
Gambar 9. Grafik pasut pada bulan Desember (10 Desember 2014)



Gambar 10. Grafik pasut pada bulan Juli (10 Juli 2015)

3.5 Langkah Kerja Penelitian

Langkah kerja penelitian adalah rangkaian dari keseluruhan proses pengerjaan penelitian. Langkah kerja tersebut meliputi persiapan penelitian, pelaksanaan, pengolahan data hingga penyusunan laporan. Langkah – langkah kerja tersebut dapat dilihat pada gambar bagan (Bagan 11) berikut:



Gambar 11. Bagan Alur Pelaksanaan Penelitian

3.6 Analisis Data

Data yang dianalisis adalah data material padatan tersuspensi yang diolah ke dalam *Microsoft office excel 2010*. Data material padatan tersuspensi di masing-masing stasiun selanjutnya akan dianalisa dengan data arus menggunakan metode regresi linear sederhana dengan terlebih dahulu data tersebut dikelompokkan berdasarkan lokasi pengambilan. Analisa tersebut digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat (Y) berupa nilai material padatan tersuspensi dengan variabel bebas (X) yang merupakan data arus. Metode ini dapat digunakan untuk mendeskripsikan fenomena yang terjadi di suatu wilayah serta untuk tujuan prediksi (Kurniawan, 2008). Contoh persamaan regresi : $Y = a + bX$.

R square (R^2) pada intinya untuk mengukur seberapa jauh kemampuan variabel independent / variabel X (data arus) menerangkan variabel dependent / variabel Y (data MPT). Nilai R^2 yang kecil menandakan kemampuan variabel-variabel independent amat terbatas, sedangkan nilai yang mendekati nilai 1 (satu) menandakan variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen. Multiple R adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat (keeratan). Nilai- nilai tersebut mendekati nilai 1, jadi dapat dikatakan bahwa hubungan arus dan MPT sangat erat kaitannya. *Standart error* merupakan standar error dari estimasi variabel terikat (MPT). Semakin kecil angka standar error maka model regresi semakin tepat dalam memprediksi MPT.

Angka / data berada disekitaran garis diagonal, semakin dekat semakin normal data tersebut, artinya antara data arus dengan data MPT memiliki hubungan secara linear / garis lurus. Variabel data arus memiliki hubungan positif dengan variabel MPT dikarenakan titik-titik pada scatter graph menunjukkan variabel bergerak dari kiri bawah ke kanan atas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Muara Sungai Lamong

Muara Sungai Lamong adalah salah satu dari beberapa muara yang terdapat di Kabupaten Gresik, bagian hulu terletak di Kabupaten Lamongan dan Mojokerto sedangkan bagian hilirnya berada di perbatasan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik. Daerah aliran Sungai Lamong memiliki luas $\pm 720 \text{ km}^2$ dengan panjang alur sungai $\pm 103 \text{ km}$. Debit Sungai Lamong cenderung besar (Lampiran 2), namun tidak mampu dialirkan dengan baik hingga air sungai meluap dan mengakibatkan Kabupaten Gresik mengalami banjir hampir setiap tahun (Dewandaru dan Lasminto, 2014)

Kali Lamong atau Sungai Lamong memiliki 7 anak sungai seperti Kali Mewek, Kali Kuwu, Kali Galung Ung, Kali Pucang, Kali Tengah, Kali Gaung, Kali Kedung Pucang dan Kali Banter (BBWS Bengawan Solo, 2012). Dengan banyaknya sungai kecil bertemu di Kali Lamong, membuktikan peran strategis akan pentingnya fungsi Kali Lamong sebagai salah satu sumber alternatif pemasok sumber air tawar di samping Kali Brantas (Kali Mas) bagi masyarakat.



Gambar 12. Wilayah Sungai Lamong

4.2 Tipe Muara Sungai Lamong

Dari hasil pengamatan lapang pada saat penelitian, ketika perairan pasang, air dari laut masuk memenuhi daerah muara hingga terakumulasi dengan air yang berasal dari hulu. Ketika perairan surut muara sungai telah berubah menjadi daratan akibat pendangkalan. Badan sungai terisi sedikit air yang berasal dari aliran air sungai yang membuat perairan sekitar muara hampir kandas seluruhnya sehingga membuat kapal sulit untuk melakukan pelayaran ataupun berlabuh karena disamping kanan-kiri dan depan muara mengalami pendangkalan.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa Muara Sungai Lamong termasuk tipe muara yang didominasi oleh debit sungai karena sesuai dengan penjelasan Triadmodjo (2012) bahwa tipe muara yang didominasi oleh debit sungai memperoleh masukan air sepanjang tahun cukup besar yang bermuara di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Sedimen yang sampai di muara sungai merupakan sedimen suspensi dengan diameter partikel sangat kecil, yaitu dalam beberapa mikron. Dilihat dari perbandingan gambar Muara Sungai Lamong dari satelit dengan gambar literatur tipe muara, menunjukkan bahwa tipe Muara Sungai Lamong adalah tipe muara yang di dominasi oleh debit sungai.



A. Sungai Lamong dari pengamatan satelit (Sumber : Google Earth, 2015) B. Tipe Muara di dominasi oleh debit sunagai (Sumber : Triatmodio. 2012))

Gambar 13. Tipe Muara Sungai Lamong

4.3 Hasil Penelitian

4.3.1 Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) Pada Musim Barat

4.3.1.1 Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) saat Surut

Dari penelitian dilakukan di muara sungai Lamong pada saat perairan mengalami masa surut didapatkan hasil (Tabel 6) sebagai berikut:

Tabel 6. Kadar MPT pada saat surut

stasiun	Kadar MPT (mg/L)			Batas baku mutu Kepmen LH no 51 (mg/L)
	D= 2m	D = 4m	D= 6 m	
1a	-	-	-	80
2a	-	-	-	80
3a	-	-	-	80
4a	70	80 [#]	**	80
5a	70	87 [#]	**	80
6a	82 [#]	98 [#]	102 [#]	80
7a	65	70	75	80
8a	68	72	77	80
9a	64	75	85 [#]	80
10a	85 [#]	100 [#]	105 [#]	80

Keterangan :

*a= perairan sedang surut

*b= perairan sedang pasang

* - = Lokasi tidak dapat diakses

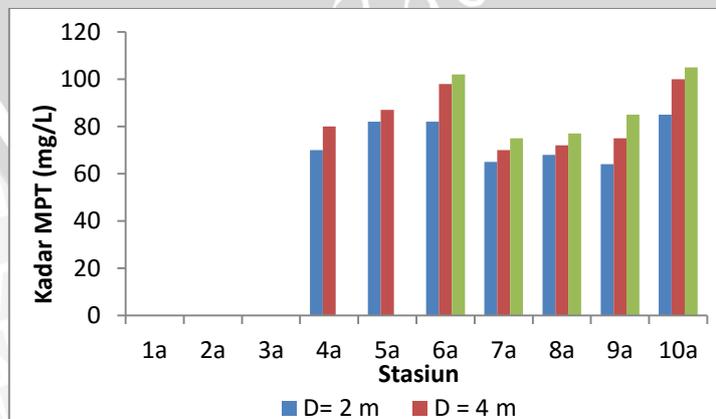
*# = Melebihi ambang baku mutu (kurang cocok untuk kepentingan perikanan)

*** = kedalaman < 6 meter

* D= kedalaman

Berdasarkan tabel kadar MPT saat surut diatas, didapatkan grafik nilai

MPT saat surut sebagai berikut (Gambar 14) :



Gambar 14. Grafik konsentrasi MPT saat surut

Ketika perairan mengalami surut (a) lokasi stasiun 1-3 tidak dapat diakses dikarenakan perahu tidak mampu melewati perairan akibat pendangkalan yang terjadi di wilayah badan sungai. Pada titik stasiun 4 dan 5 masing-masing memiliki kadar MPT 70 mg/L pada kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter MPT memiliki kadar 80 mg/L dan 87 mg/L, namun pada lokasi ini kedalaman perairan tidak mencapai 6 meter hingga data kadar MPT dan arus tidak didapatkan.

Titik 7-9 berada di wilayah yang berdekatan yaitu wilayah laut yang agak jauh dari muara sungai, kadar MPT di wilayah tersebut bernilai tidak jauh berbeda yaitu berkisar 64 mg/L- 68 mg/L pada kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter kadar MPT bernilai 70 mg/L - 75 mg/L dan bernilai 75 mg/L - 85 mg/L pada kedalaman 6 meter.

Kadar MPT tertinggi bernilai 82 mg/L dan 85 mg/L terdapat pada titik 6 dan 10 untuk kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter kadar MPT bernilai 98 mg/L dan 100 mg/L dan pada kedalaman 6 meter bernilai 102 mg/L dan 105 mg/L. Wilayah 6 dan 10 berada di wilayah yang berdekatan, yaitu dekat dengan bibir muara sungai. Wilayah tersebut merupakan letak sedimen mengendap. Menurut Wibisono (2011) dengan peningkatan salinitas, kekuatan tarik menarik antarpartikel menjadi lebih kuat, sehingga saat partikel bertabrakan, akan membentuk gumpalan yang memungkinkan untuk mengendap di dasar perairan muara.

4.3.1.2 Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) Pada saat Pasang

Dari penelitian yang dilakukan di muara sungai Lamong pada saat pasang didapatkan data (Tabel 7) sebagai berikut:

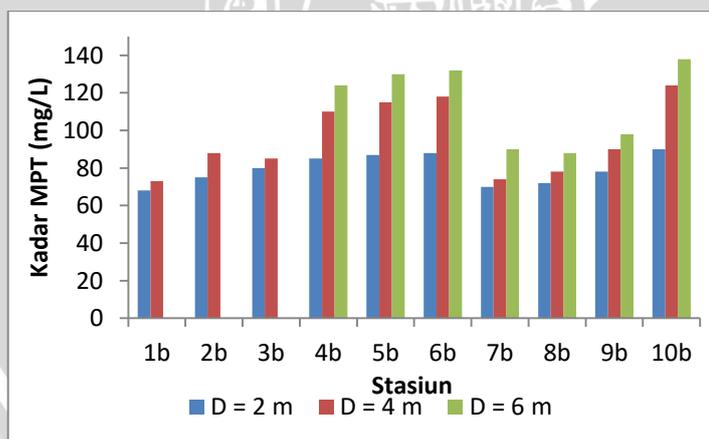
Tabel 7. Kadar MPT pada saat pasang

stasiun	Kadar MPT (mg/L)			Batas baku mutu Kepmen LH no 51 (mg/L)
	D = 2m	D = 4 m	D = 6m	
1b	68	73	**	80
2b	75	88 [#]	**	80
3b	80 [#]	85 [#]	**	80
4b	85 [#]	110 [#]	124 [#]	80
5b	87 [#]	115 [#]	130 [#]	80
6b	88 [#]	118 [#]	132 [#]	80
7b	70	74	90 [#]	80
8b	72	78	88 [#]	80
9b	78	90 [#]	98 [#]	80
10b	90 [#]	124 [#]	138 [#]	80

Keterangan :

- *a= perairan sedang surut
- *b= perairan sedang pasang
- * - = Lokasi tidak dapat diakses
- *# = Melebihi ambang baku mutu (kurang cocok untuk kepentingan perikanan)
- *** = kedalaman < 6 meter
- * D= kedalaman

Berdasarkan tabel nilai kadar MPT saat pasang diatas, didapatkan grafik nilai MPT saat pasang sebagai berikut (Gambar 15) :



Gambar 15. Grafik kadar MPT saat pasang
Ketika perairan mengalami pasang (b), intrusi air laut mengisi kolom

perairan titik stasiun 1 -3 memiliki data kadar MPT dengan nilai berkisar diantara 68-80 mg/L untuk kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter nilai kadar MPT



berkisar antara 73 mg/L - 88 mg/L, namun pada wilayah tersebut tidak mencapai kedalaman 6 meter sehingga tidak terdapat data pada kedalaman tersebut..

Stasiun 7 – 9 berada di wilayah yang berdekatan yaitu wilayah laut yang agak jauh dari muara sungai, kadar MPT di wilayah tersebut berkisar antara 70 mg/L- 78 mg/L pada kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter kadar MPT berkisar antara 74 mg/L - 90 mg/L dan pada kedalaman 6 meter, kadar MPT berkisar antara 90 mg/L - 98 mg/L.

Pada saat pasang titik lokasi 4-6 dan 10 memiliki nilai kadar MPT yang tinggi, yaitu berkisar antara 85 mg/L - 90 mg/L untuk kedalaman 2 meter dan 108- 124 mg/L untuk kedalaman 4 meter serta memiliki kadar MPT berkisar antara 124 mg/L - 138 mg/L untuk kedalaman 6 meter.

Pada saat instrusi air laut memenuhi kolom perairan, arus perairan menjadi deras dan lebih kuat mengaduk perairan . Menurut Wibowo (2012) pada saat pasang, arus pasut membawa sedimen mendekati kearah pantai (daratan) atau sedimentasi dan sebaliknya pada saat surut akan membawa material menjauh dari pantai atau abrasi.

4.3.2 Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) Pada Musim Timur

4.3.2.1 Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) Saat Surut

Dari penelitian dilakukan di muara sungai Lamong pada saat perairan mengalami surut didapatkan hasil (Tabel 8) sebagai berikut

Tabel 8. Kadar MPT pada saat surut

stasiun	Kadar MPT (mg/ L)			Batas baku mutu Kepmen LH no 51 (mg/L)
	D= 2 m	D= 4 m	D= 6 m	
1a	-	-	-	80
2a	-	-	-	80
3a	-	-	-	80
4a	78	**	**	80
5a	68	77	**	80
6a	75	80 [#]	87 [#]	80

stasiun	Kadar MPT (mg/ L)			Batas baku mutu Kepmen LH no 51 (mg/L)
	D= 2 m	D= 4 m	D= 6 m	
7a	67	72	78	80
8a	62	70	75	80
9a	68	73	80 [#]	80
10a	70	75	82 [#]	80

Keterangan :

*a= perairan sedang surut

*b= perairan sedang pasang

* - = Lokasi tidak dapat diakses

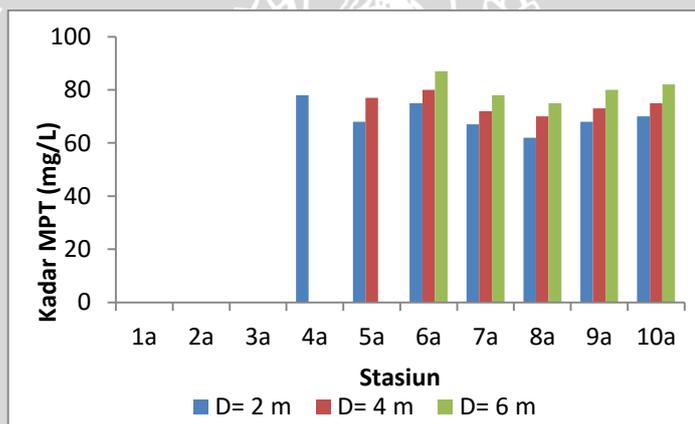
*# = Melebihi ambang baku mutu (kurang cocok untuk kepentingan perikanan)

*** = kedalaman < 6 meter

* D= kedalaman

Berdasarkan tabel nilai MPT saat surut diatas, didapatkan grafik kadar

MPT saat surut sebagai berikut (Gambar 16) :



Gambar 16. Grafik kadar MPT pada saat surut

Ketika perairan mengalami surut (a) lokasi stasiun 1-3 tidak dapat diakses dikarenakan perahu tidak mampu melewati perairan akibat pendangkalan yang terjadi di wilayah badan sungai. Pada titik stasiun 4 hanya terdapat data untuk kedalaman 2 meter yaitu sebesar 78 mg/L. Sedangkan pada titik stasiun 5 data kadar MPT terdapat pada kedalaman 2 meter yaitu sebesar 68 mg/L dan pada kedalaman 4 meter sebesar 77 mg/L. Pada titik 5 kedalaman perairan tidak mencapai 6 meter. Perairan yang tenang menjadikan nilai kadar MPT untuk stasiun 6- 10 memiliki nilai yang tidak terpaut jauh, yaitu berkisar antara 62 mg/L

- 75 mg/L pada kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter kadar MPT berkisar antara 70 mg/L - 80 mg/L dan bernilai antara 78 mg/L – 87 mg/L untuk kedalaman 6 meter.

4.3.2.2 Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi (MPT) Pada saat Pasang

Dari penelitian yang dilakukan di muara sungai Lamong pada saat pasang didapatkan data sebagai berikut (Tabel 9):

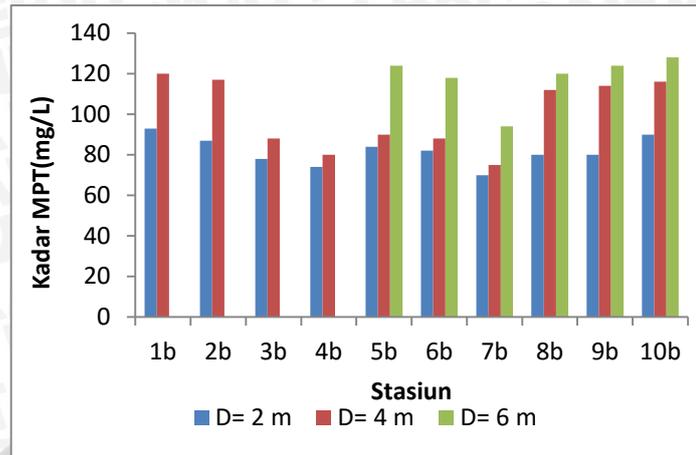
Tabel 9. Kadar MPT pada saat Pasang

stasiun	Kadar MPT (mg/L)			Batas baku mutu Kepmen LH no 51 (mg/L)
	D= 2 m	D= 4 m	D= 6 m	
1b	93 [#]	120 [#]	**	80
2b	87 [#]	117 [#]	**	80
3b	78	88 [#]	**	80
4b	74	80 [#]	**	80
5b	84 [#]	90 [#]	124 [#]	80
6b	82 [#]	88 [#]	118 [#]	80
7b	70	75	94 [#]	80
8b	80 [#]	112 [#]	120 [#]	80
9b	80 [#]	114 [#]	125 [#]	80
10b	90 [#]	116 [#]	128 [#]	80

Keterangan :

- *a= perairan sedang surut
- *b= perairan sedang pasang
- * - = Lokasi tidak dapat diakses
- *# = Melebihi ambang baku mutu (kurang cocok untuk kepentingan perikanan)
- *** = kedalaman < 6 meter
- * D= kedalaman

Berdasarkan tabel nilai MPT saat pasang diatas, didapatkan grafik kadar MPT saat pasang sebagai berikut (Gambar 17) :



Gambar 17. Grafik nilai MPT pada saat pasang

Pada pengambilan data saat perairan pasang (b) angin berhembus kencang menjadikan arus perairan menjadi cepat, dengan demikian arus mengaduk perairan lebih kuat. Pada stasiun 1 dan 2 kadar MPT masing – masing stasiun bernilai 93 mg/L dan 87 mg/L untuk kedalaman 2 meter sedangkan pada kedalaman 4 meter kadar MPT bernilai 120 mg/L dan 117 mg/L. Pada stasiun 3 dan 4 kadar MPT masing-masing bernilai 78 mg/L dan 74 mg/L untuk kedalaman 2 meter dan bernilai 88 mg/L dan 80 mg/L untuk kedalaman 4 meter. Namun pada titik 1- 4 kedalaman perairan tidak mencapai 6 meter.

Pada titik stasiun 5 – 10 (kecuali stasiun 7) nilai kadar MPT tidak terpaut jauh, hal ini dikarenakan letak seluruh stasiun tersebut berdekatan. Kadar nilai MPT pada kedalaman 2 meter berkisar antara 80 mg/L – 90 mg/L. Pada kedalaman 4 meter kadar MPT berkisar antara 88 mg/L – 116 mg/L. Sedangkan pada kedalaman 6 meter, kadar MPT berkisar pada 118 mg/L – 128 mg/L.

Walaupun titik stasiun 7 berada di wilayah laut, namun letaknya terhalang bangunan dermaga hingga menghalangi arus yang datang. Hal ini mengakibatkan energi yang mengaduk perairan menjadi kecil dan kadar MPT di wilayah tersebut memiliki nilai 70 mg/L untuk kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter kadar MPT bernilai 75 mg/L serta 94 mg/L untuk kedalaman

6 meter. Nilai-nilai tersebut merupakan nilai paling rendah diantara stasiun-stasiun yang lain.

4.4 Data Hidro-Oseanografi

4.4.1 Data Arus Pada Musim Barat

4.4.1.1 Kecepatan Arus Pada Saat Surut

Dari penelitian yang dilakukan di muara sungai Lamong pada saat perairan mengalami surut didapatkan hasil (Tabel 10) sebagai berikut:

Tabel 10. Data arus pada saat perairan surut

stasiun	kecepatan arus rata-rata (m/s)		
	D = 2 m	D = 4 m	D = 6 m
1a	-	-	-
2a	-	-	-
3a	-	-	-
4a	0.2	0.1	**
5a	0.3	0.15	**
6a	0.3	0.15	0.1
7a	0.25	0.1	0
8a	0.25	0.1	0
9a	0.25	0.1	0
10a	0.35	0.2	0.1

Keterangan :

*a= perairan sedang surut

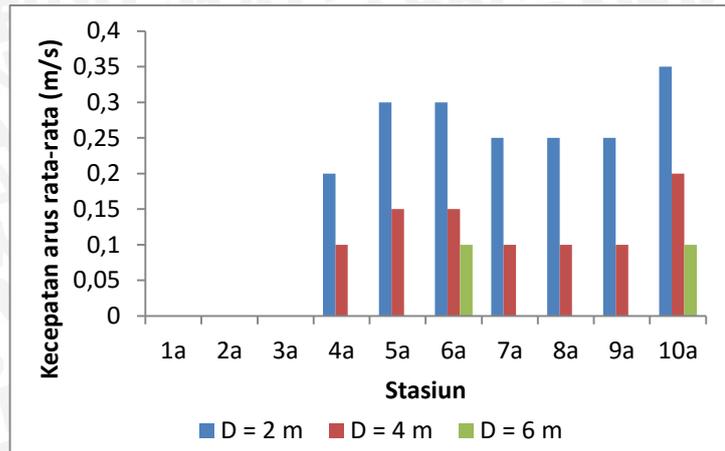
*b= perairan sedang pasang

* - = Lokasi tidak dapat diakses

*** = kedalaman < 6 meter

* D= kedalaman

Berdasarkan tabel nilai kecepatan arus rata-rata saat surut diatas, didapatkan grafik nilai kecepatan arus rata-rata saat surut sebagai berikut :



Gambar 18. Grafik nilai arus saat surut

Ketika perairan mengalami surut terjadi pendangkalan yang mengakibatkan beberapa titik lokasi penelitian yang tidak dapat diakses yaitu pada titik stasiun 1-3. Perairan titik stasiun 4 dan 5 tidak mencapai kedalaman 6 meter untuk dilakukan pengambilan data. Pada titik stasiun 4 – 6 nilai kecepatan arus berkisar pada 0.2 m/s – 0.3 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter nilai kecepatan arus berkisar pada 0.1 m/s – 0.15 m/s. Pada stasiun 6 kedalaman 6 meter nilai kecepatan arus bernilai 0.1 m/s .

Pada stasiun 7 – 9 yang memiliki letak yang berdekatan, masing- masing titik tersebut memiliki nilai kecepatan arus nilai 0.25 m/s untuk kedalaman 2 meter, untuk kedalaman 4 meter nilai kecepatan arus bernilai 0.1 m/s serta untuk kedalaman 6 meter memiliki nilai kecepatan arus sebesar 0 m/s.

Titik 10 merupakan lokasi dengan kecepatan arus yang tertinggi dikarenakan wilayahnya yang berada dekat diantara bibir muara sungai dan laut. Pada titik ini nilai kecepatan arus bernilai 0.35 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter nilai kecepatan arus bernilai 2 m/s serta pada kedalaman 6 meter nilai kecepatan arus bernilai 0.1 m/s .

4.4.1.2 Kecepatan arus pada saat pasang

Dari penelitian yang dilakukan di muara sungai Lamong pada saat perairan mengalami pasang didapatkan hasil (Tabel 11) sebagai berikut:

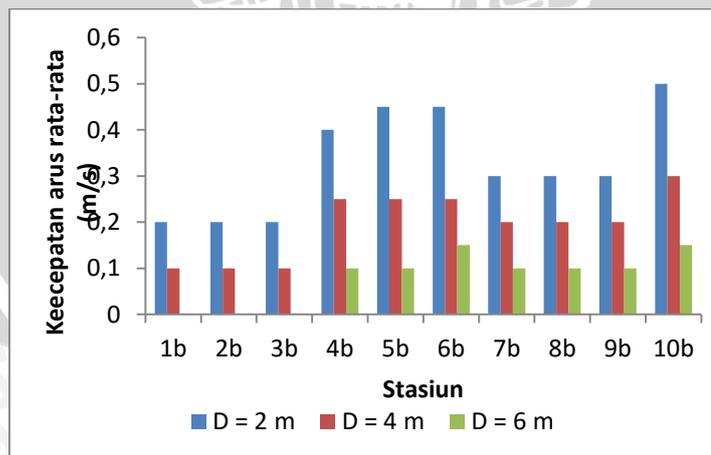
Tabel 11. Data arus pada saat perairan pasang

stasiun	Kecepatan arus rata-rata (m/s)		
	D = 2 m	D = 4 m	D = 6 m
1b	0.2	0.1	**
2b	0.2	0.1	**
3b	0.2	0.1	**
4b	0.4	0.25	0.1
5b	0.45	0.25	0.1
6b	0.45	0.25	0.15
7b	0.3	0.2	0.1
8b	0.3	0.2	0.1
9b	0.3	0.2	0.1
10b	0.5	0.3	0.15

Keterangan:

- *a= perairan sedang surut
- *b= perairan sedang pasang
- * - = Lokasi tidak dapat diakses
- *** = kedalaman < 6 meter
- * D= kedalaman

Berdasarkan tabel nilai kecepatan arus rata-rata pada saat pasang diatas, didapatkan grafik nilai kecepatan arus rata-rata saat pasang sebagai berikut :



Gambar 19. Grafik nilai rata-rata arus saat pasang

Pada saat perairan mengalami pasang, kolom sungai terisi oleh air yang berasal dari laut hingga pengambilan data dapat dilakukan pada seluruh stasiun penelitian namun pada stasiun 1-3 kedalaman perairan tidak mencapai 6 Meter. Pada masing – masing titik stasiun tersebut nilai kecepatan arus bernilai 0.2 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter nilai kecepatan arus bernilai 0.1 m/s.

Pada stasiun yang berada di bibir muara sungai yaitu titik 4- 6 nilai kecepatan arus berkisar pada 0.4 m/s – 0.45 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter kecepatan arus bernilai 0.25 m/s serta pada kedalaman 6 meter kecepatan arus berkisar pada 0.1 m/s – 0.15 m/s.

Stasiun di wilayah laut, yaitu titik 7 – 10 memiliki nilai kecepatan arus yang sama, kecuali stasiun 10. Pada titik 7 – 9 nilai kecepatan arus masing – masing stasiun bernilai 0.3 m/s untuk kedalaman 2 meter. Pada kedalaman 4 meter kecepatan arus bernilai 0.2 m/s serta pada kedalaman 6 meter kecepatan arus bernilai 0.1 m/s. Titik stasiun 10 memiliki kecepatan arus yang bernilai 0.5 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter kecepatan arus bernilai 0.3 m/s serta pada kedalaman 6 meter kecepatan arus bernilai 0.15 m/s.

4.4.1.3 Pola Arus Pada Musim Barat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember yang bertepatan dengan musim Barat. Wilayah penelitian ini juga mendapat pengaruh oleh sistem pola angin muson Asia – Australia. Angin muson terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara antara massa air di Benua Asia dan Australia. Pada musim Barat, belahan bumi utara terjadi musim dingin sedangkan di belahan bumi selatan terjadi musim panas sehingga terjadi pusat tekanan tinggi di Benua Asia dan pusat tekanan rendah di Benua Australia sehingga angin berhembus dari Benua Asia menuju Benua Australia. Pola pergerakan arus akan sesuai dengan pola

pergerakan angin, karena salah satu faktor pembangkit arus laut adalah angin sehingga pada Musim Barat ini angin berhembus dari Barat menuju ke Timur dan akan menyebabkan pola pergerakan arus yang sama yaitu bergerak dari Barat menuju ke Timur.



Gambar Peta Pergerakan Angin Musim Barat

(Sumber : Mahatma dan Suwarni, 2011)

Gambar 20. Peta Pergerakan angin musim Barat

4.4.2 Data Arus Pada Musim Timur

4.4.2.1 Kecepatan Arus Pada Saat Surut

Dari penelitian yang dilakukan di muara sungai Lamong pada saat perairan mengalami surut pada bulan Juli didapatkan hasil (Tabel 12) sebagai berikut:

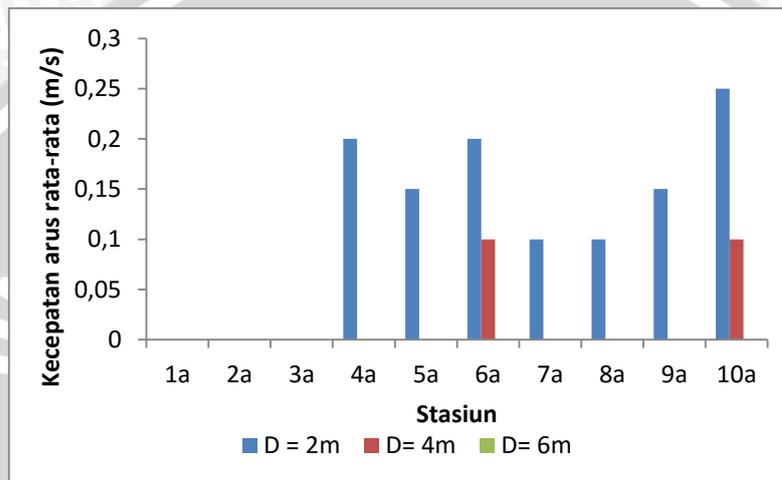
Tabel 12. Data arus pada saat surut

stasiun	kecepatan arus rata-rata		
	D = 2m	D= 4m	D= 6m
1a	-	-	-
2a	-	-	-
3a	-	-	-
4a	0.2	**	**
5a	0.15	0	**
6a	0.2	0.1	0
7a	0.1	0	0
8a	0.1	0	0
9a	0.15	0	0
10a	0.25	0.1	0

Keterangan :

- *a= perairan sedang surut
- *b= perairan sedang pasang
- * - = Lokasi tidak dapat diakses
- *** = Kedalaman < 4 meter dan 6 meter
- * 0 = bernilai 0
- * D= kedalaman

Berdasarkan tabel nilai kecepatan arus rata-rata pada saat surut diatas, didapatkan grafik nilai kecepatan arus rata-rata saat surut sebagai berikut :



Gambar 21. Grafik kecepatan arus rata-rata pada saat surut

Ketika perairan mengalami surut (a) lokasi stasiun 1-3 tidak dapat diakses dikarenakan perahu tidak mampu melewati perairan akibat pendangkalan yang terjadi di wilayah badan sungai.

Titik stasiun 4 hanya memiliki data untuk kedalaman 2 meter yaitu 0.2 m/s karena kedalaman perairan untuk wilayah tersebut tidak mencapai 4 dan 6 meter. Pada Titik stasiun 5 hanya memiliki data kecepatan arus bernilai 0.15 m/s, untuk kedalaman 2 meter dan 0 m/s untuk kedalaman 4 meter dan tidak terdapat data untuk kedalaman 6 meter dikarenakan kedalaman perairan tidak mencapai 6 meter. Pada titik stasiun 6, kecepatan arus bernilai 0.2 m./s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter kecepatan arus bernilai 0.1 m/s serta pada kedalaman 6 meter kecepatan arus bernilai 0.



Pada wilayah laut yaitu stasiun 7- 10 , nilai kecepatan arus berkisar pada 0.1 m/s- 0.25 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter seluruh lokasi memiliki kecepatan arus sebesar 0 m/s kecuali titik 10 yang memiliki nilai kecepatan arus sebesar 0.1 m/s. Pada kedalaman 6 meter, kecepatan arus di seluruh titik stasiun bernilai 0 m/s.

4.4.2.2 Kecepatan Arus Pada Saat Pasang

Dari penelitian yang dilakukan di muara sungai Lamong pada saat perairan mengalami pasang pada bulan Juli didapatkan hasil (Tabel 13) sebagai berikut

Tabel 13 Data arus pada saat pasang

stasiun	kecepatan arus rata-rata (m/s)		
	D = 2m	D= 4m	D= 6m
1b	0.4	0.2	**
2b	0.2	0.1	**
3b	0.2	0.1	**
4b	0.2	0.1	**
5b	0.2	0.15	0.1
6b	0.3	0.15	0.1
7b	0.15	0.1	0.05
8b	0.15	0.1	0.05
9b	0.15	0.1	0.05
10b	0.35	0.2	0.1

Keterangan :

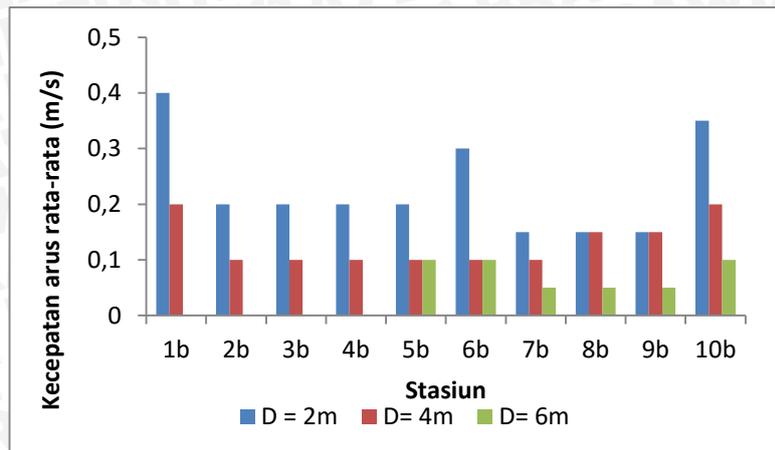
*a= perairan sedang surut

*b= perairan sedang pasang

* - = tidak memiliki data yang dimaksud

* D= kedalaman

Berdasarkan tabel nilai kecepatan arus rata-rata pada saat pasang diatas, didapatkan grafik nilai kecepatan arus rata-rata saat pasang sebagai berikut :



Gambar 22. Grafik kecepatan arus rata-rata pada saat pasang

Pada saat perairan mengalami pasang, kolom sungai terisi oleh air yang berasal dari laut hingga pengambilan data dapat dilakukan pada seluruh stasiun penelitian, namun pada stasiun 1-4 kedalaman perairan tidak mencapai 6 Meter. Pada masing – masing titik stasiun tersebut nilai kecepatan arus bernilai 0.2 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter nilai kecepatan arus bernilai 0.1 m/s/. Namun pada titik 1 kecepatan arus bernilai 0.4 m/s untuk kedalaman 2 meter dan 0.2 m/s untuk kedalaman 4 meter.

Pada titik stasiun 5 dan 6, masing- masing memiliki nilai kecepatan arus sebesar 0.2 m/s dan 0.3 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter kecepatan arus bernilai 0.15 m/s serta pada kedalaman 6 meter kecepatan arus bernilai 0.1 m/s.

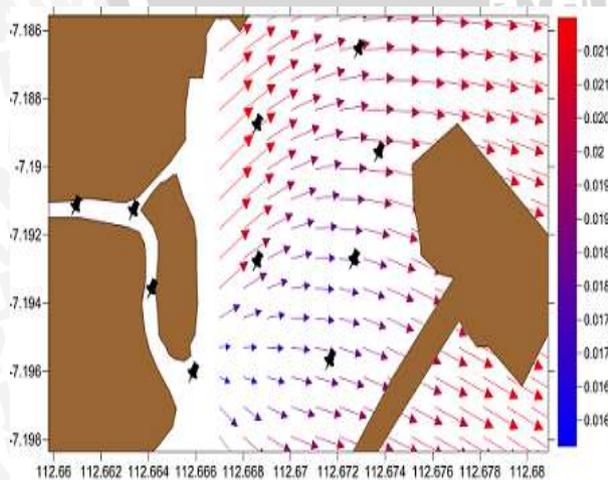
Pada wilayah laut yaitu titik 7 – 9, masing-masing stasiun tersebut memiliki kecepatan arus bernilai 0.15 m/s untuk kedalaman 2 meter, pada kedalaman 4 meter kecepatan arus bernilai 0.1 m/s serta pada kedalaman 6 meter kecepatan arus bernilai 0.05 m/s.

Pada titik 10 nilai kecepatan arus bernilai 0.3 m/s untuk kedalaman 2 meter, 0.2 m/s untuk kedalaman 4 meter serta 0.1 untuk kedalaman 6 meter.

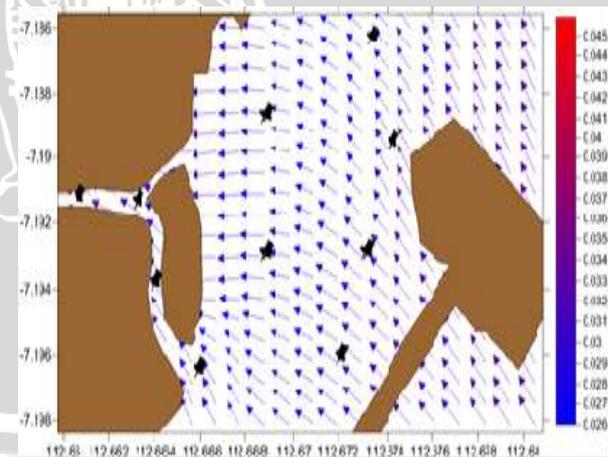
4.4.2.3 Pola Arus pada Musim Timur

Penelitian selanjutnya dilakukan pada bulan Juli, dimana pada musim ini angin berhembus dari Timur menuju ke Barat begitu juga dengan pola pergerakan arus yaitu dari Timur menuju ke Barat karena salah satu faktor pembangkit arus adalah angin. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Wyrcki (1961) yang menyatakan bahwa Musim Timur terjadi pada bulan Juni – Agustus dimana pusat tekanan udara rendah yang terjadi di atas Benua Asia dan pusat tekanan tinggi berada di atas Benua Australia yang menyebabkan angin Muson Tenggara.

Pada musim timur, arah angin bergerak dari timur menuju ke barat dikarenakan di Benua Asia tekanan udara lebih rendah dan suhu lebih tinggi dari pada di Benua Australia sehingga mengakibatkan angin bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah yaitu dari timur ke Barat sehingga arah arus secara umum akan bergerak mengikuti pola angin yaitu dari timur menuju barat. Arah arus pada saat pengambilan data menunjukkan angka 270° pada kompas yang berarti mengarah pada arah barat (Gambar 23 - 25).



Gambar 23. Pola Arus saat Surut



Gambar 24. Pola Arus saat Pasang



Gambar Peta Pergerakan Angin Musim Timur

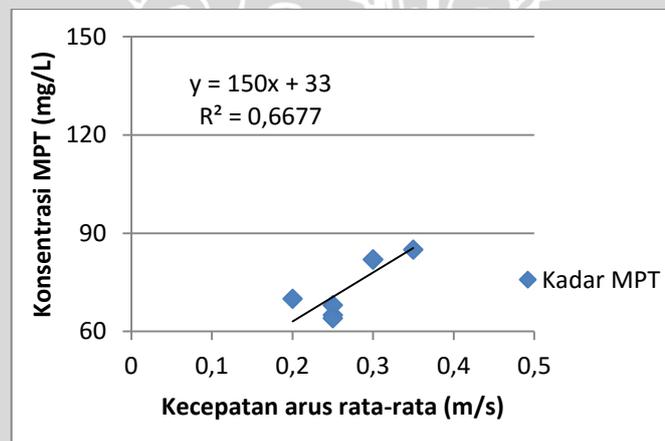
(Sumber : Mahatma dan Suwarni, 2011)

Gambar 25. Pola Pergerakan Angin Musim Timur

4.5 Analisis Regresi Data Pada Musim Barat

4.5.1 Analisis Regresi Data Saat Surut

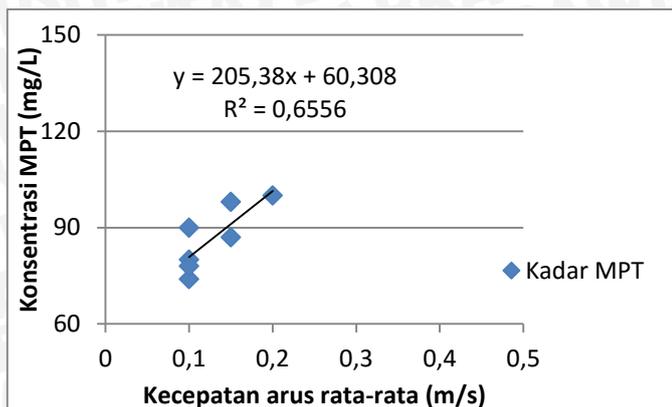
Berdasarkan data nilai MPT dan arus di lapangan selanjutnya dilakukan Analisis statistik regresi yang bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh nilai arus terhadap nilai MPT pada tiap kedalaman yang berbeda. Berikut merupakan hasil analisis regresi untuk kedalaman perairan 2 meter (Gambar 26)



Gambar 26. Scatter graph regresi kedalaman 2 meter

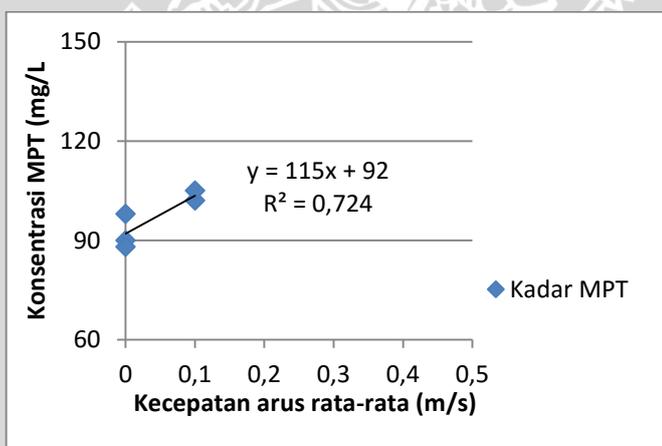
Pada data kedalaman 2 meter diperoleh nilai R^2 sebesar 0.66, *Standart Error*= 3.91, *Multiple R*= 0.99 dengan persamaan $y = 150x + 33$. Pada kedalaman 4 meter diperoleh analisis regresi sebagai berikut (Gambar 27)





Gambar 27. Scatter graph regresi kedalaman 4 meter

Pada data kedalaman 4 meter diperoleh nilai R^2 sebesar 0.65, *Standart Error*= 19.06, *Multiple R*= 0.98 dengan persamaan $y = 205.38x + 60.308$. Pada diperoleh analisis regresi (Gambar 28) data kedalaman 6 meter diperoleh nilai R^2 sebesar 0.72, *Standart Error*= 92.1, *Multiple R*= 0.54 dengan persamaan $y = 115x + 92$.



Gambar 28. Scatter graph regresi kedalaman 6 meter

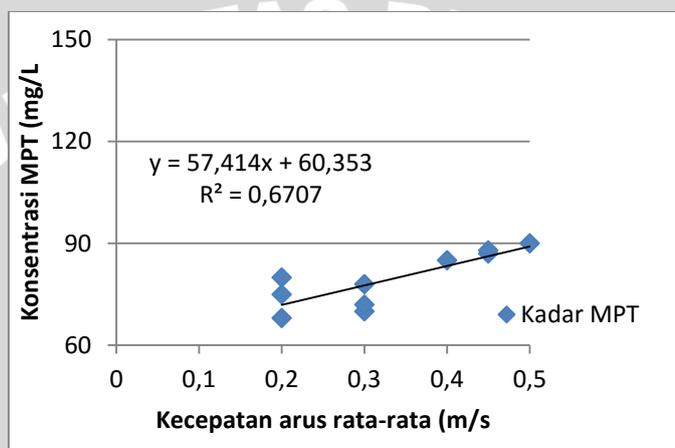
Dari data R^2 diatas menjelaskan bahwa data arus mampu menjelaskan variabel MPT sebesar 0.66 (66%) untuk kedalaman 2 meter, 0.65(65%) untuk kedalaman 4 meter dan 0.72 (72%) untuk kedalaman 6 meter.

Hasil untuk nilai *Multiple R* adalah 0.99 untuk kedalaman 2 meter, 0.98 untuk kedalaman 4 meter dan 0.54 untuk kedalaman 6 meter.. Nilai *multiple R* pada kedalaman 2 dan 4 meter mendekati nilai 1, jadi dapat dikatakan bahwa

hubungan arus dan MPT sangat erat kaitannya pada pengambilan data saat surut. Namun pada kedalaman 6 meter nilai multiple R tidak mendekati 1, yang berarti semakin dalam perairan, hubungan arus dan MPT memiliki hubungan yang tidak erat.

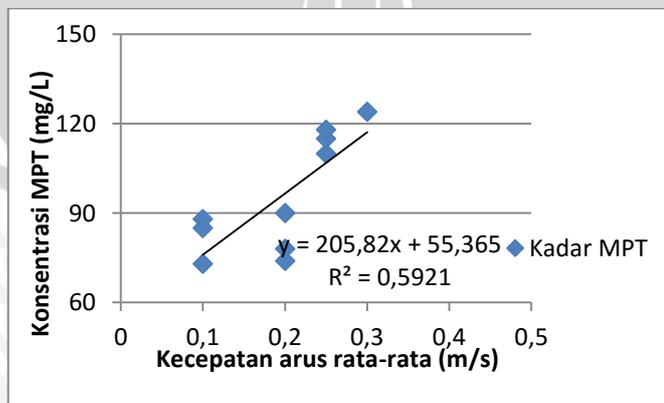
4.5.2 Analisis Regresi Data Saat Pasang

Berdasarkan pengambilan data pada saat perairan mengalami pasang diperoleh analisis regresi pada kedalaman 2 meter sebagai berikut (Gambar 29)



Gambar 29. Scatter graph regresi kedalaman 2 meter

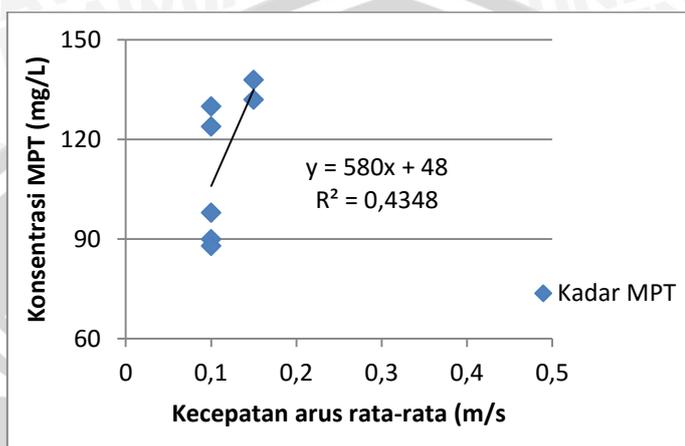
Nilai R^2 yang diperoleh pada data kedalaman 2 meter sebesar 0.67, *Standart Error*= 21.5, *Multiple R*= 0.96 dengan persamaan $y = 57.414x + 60.353$. Sedangkan pada kedalaman 4 meter didapat analisis regresi sebagai berikut (Gambar 30)



Gambar 30. Scatter graph regresi kedalaman 4 meter

Nilai R^2 yang diperoleh pada data kedalaman 4 meter sebesar 0.59, *Standart Error*= 37.7 *Multiple R*= 0.93 dengan persamaan $y = 205.82x + 55.365$.

Pada data kedalaman 6 meter diperoleh analisis regresi sebagai berikut (Gambar 31).



Gambar 31. *Scatter graph* regresi kedalaman 6 meter

Pada data kedalaman 6 meter didapat data nilai Nilai R^2 sebesar 0.43, *Standart Error*= 71.3 *Multiple R*= 0.82 dengan persamaan $y = 580x + 48$.

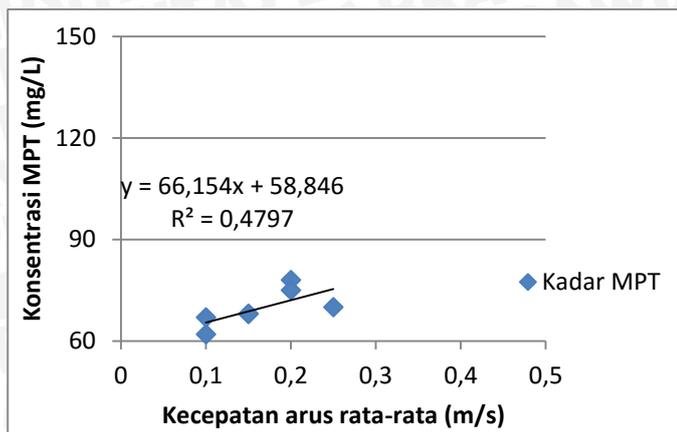
Dari data R^2 diatas maka dapat dijelaskan bahwa data arus mampu menjelaskan variabel MPT sebesar 0.67 (67%) untuk kedalaman 2 meter, 0.59 (59%) untuk kedalaman 4 meter dan 0.43 (43%) untuk kedalaman 6 meter.

Hasil untuk nilai *Multiple r* adalah 0.96 untuk kedalaman 2 meter, 0.93 untuk kedalaman 4 meter dan 0.82 untuk kedalaman 6 meter. Nilai- nilai tersebut mendekati nilai 1, jadi dapat dikatakan bahwa hubungan arus dan MPT sangat erat kaitannya.

4.6 Analisis Regresi Data Pada Musim Timur

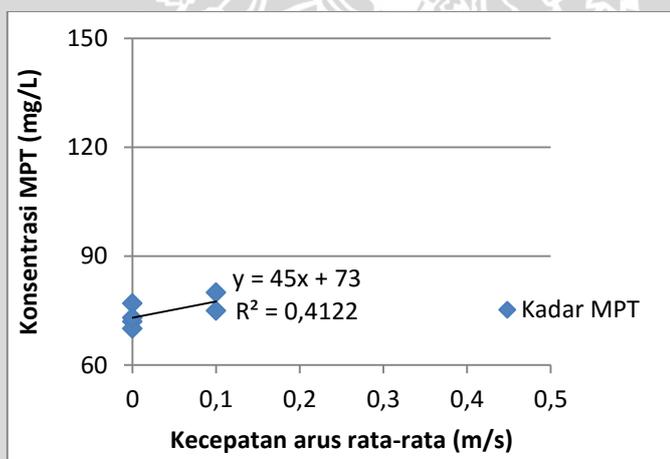
4.6.1 Analisis Regresi Data Saat Surut

Berdasarkan data yang diambil pada musim Timur diperoleh analisis regresi untuk kedalaman 2 meter pada saat perairan mengalami surut sebagai berikut (Gambar 32)



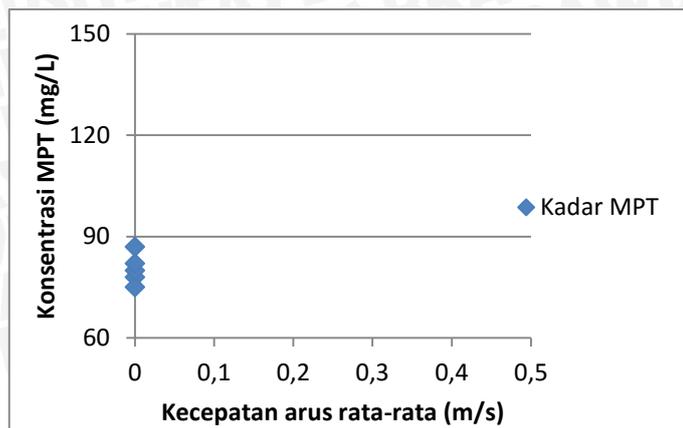
Gambar 32. Scatter graph regresi kedalaman 2 meter

Pada data kedalaman 2 meter didapat data nilai Nilai R^2 sebesar 0.47, *Standart Error*= 17.1 *Multiple R*= 0.97 dengan persamaan $y = 66.154x + 58.846$. Sedangkan pada data kedalaman 4 meter diperoleh analisis regresi sebagai berikut (Gambar 33)



Gambar 33. Scatter graph regresi kedalaman 4 meter

Pada data kedalaman 4 meter didapat data nilai Nilai R^2 sebesar 0.41, *Standart Error*= 62.0 *Multiple R*= 0.66 dengan persamaan $y = 45x + 73$. Pada data kedalaman 6 meter didapat analisis regresi sebagai berikut (Gambar 34)



Gambar 34. Scatter graph regresi kedalaman 6 meter

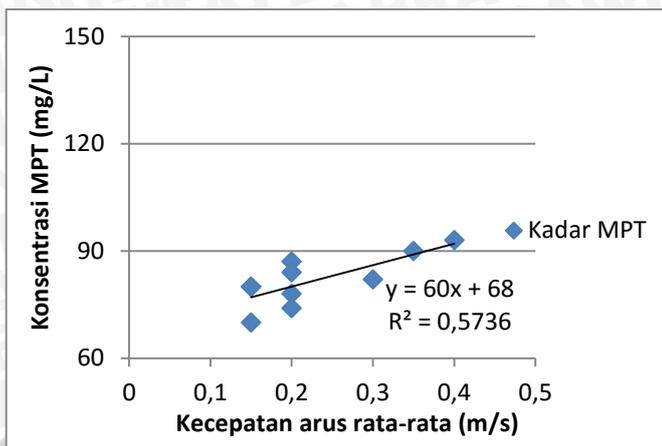
nilai R^2 sebesar 0, *Standart Error*= 79.0 *Multiple R*= 0.43. Pada kedalaman 6 meter tidak terdapat persamaan ataupun R^2 dari data, hal ini dikarenakan variabel x bernilai 0 keseluruhan yang mengakibatkan tidak mampu menjelaskan keragaman variabel y.

. Dari data R^2 diatas maka dapat dijelaskan bahwa data arus mampu menjelaskan variabel MPT sebesar 0.47 (47%) untuk kedalaman 2 meter, 0.41 (41%) untuk kedalaman 4 meter dan 0.0 (0%) untuk kedalaman 6 meter.

Hasil untuk nilai multiple r adalah 0.97 untuk kedalaman 2 meter, 0.66 untuk kedalaman 4 meter dan 0.43 untuk kedalaman 6 meter. Nilai multiple R pada kedalaman 2 meter mendekati nilai 1, jadi dapat dikatakan bahwa hubungan arus dan MPT sangat erat kaitannya. Pada kedalaman 4 meter dan 6 meter nilai multiple R tidak mendekati 1, yang berarti semakin dalam perairan hubungan arus dan MPT memiliki hubungan yang tidak erat.

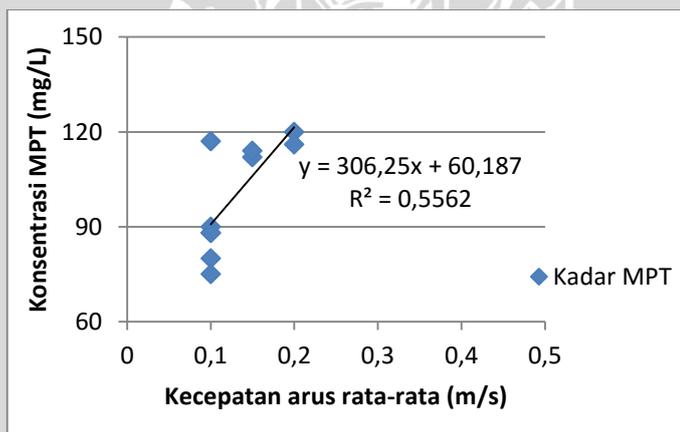
4.6.2 Analisis Regresi Data Saat Pasang

Berdasarkan pengambilan data pada saat perairan mengalami pasang diperoleh analisis regresi pada kedalaman 2 meter sebagai berikut (Gambar 35)



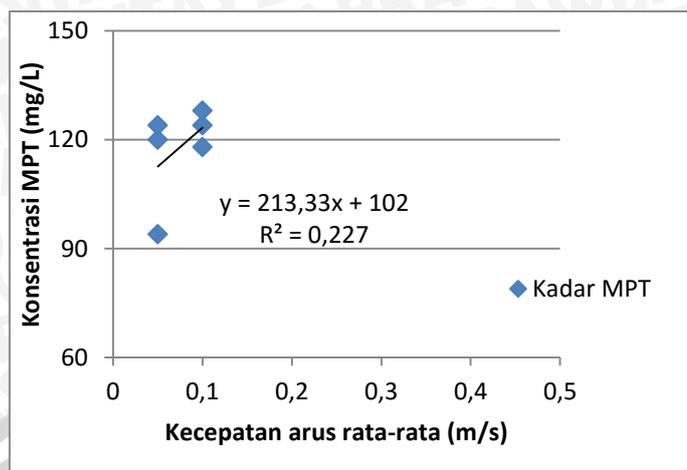
Gambar 35. Scatter graph regresi kedalaman 2 meter

Pada data kedalaman 2 meter didapat data nilai Nilai R^2 sebesar 0.57, *Standart Error*= 19.2 *Multiple R*= 0.97 dengan persamaan $y = 60x + 68$. Pada data kedalaman 4 meter didapat analisis regresi sebagai berikut (Gambar 36)



Gambar 36. Scatter graph regresi kedalaman 4 meter

Data pada kedalaman 4 meter memiliki nilai R^2 sebesar 0.55, *Standart Error*= 29.8 *Multiple R*= 0.95 dengan persamaan $y = 306.25x + 60.188$. Sedangkan pada data kedalaman 6 meter diperoleh analisis regresi sebagai berikut (Gambar 37)



Gambar 37. Scatter graph regresi kedalaman 6 meter

Data pada kedalaman 6 meter memiliki nilai R^2 sebesar 0.22, *Standart Error*= 39.6 *Multiple R*= 0.95 dengan persamaan $y = 213.33x + 102$.

Dari data R^2 diatas maka dapat dijelaskan bahwa data arus mampu menjelaskan variabel MPT sebesar 0.57 (57%) untuk kedalaman 2 meter, 0.55 (55%) untuk kedalaman 4 meter dan 0.22 (22%) untuk kedalaman 6 meter.

Hasil untuk nilai *Multiple r* adalah 0.97 untuk kedalaman 2 meter, 0.95 untuk kedalaman 4 meter dan 0.95 untuk kedalaman 6 meter. Nilai- nilai tersebut mendekati nilai 1, jadi dapat dikatakan bahwa hubungan arus dan MPT sangat erat kaitannya.

4.7 Analisis Pengelompokan (Clustering Analyst)

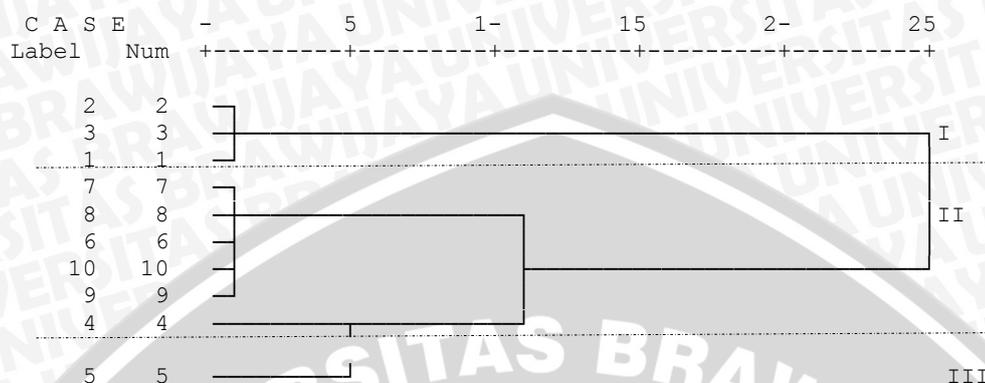
4.7.1 Analisis Pengelompokan Pada Data Musim Barat

Analisis cluster yang digunakan menggunakan metode hirarkis, dimana memulai pengelompokan dengan dua atau lebih objek yang mempunyai kesamaan paling dekat, kemudian diteruskan pada obyek yang lain hingga membentk 'pohon' dimana terdapat tingkatan atau hirarki yang jelas antar objek, dari yang paling mirip hingga yang paling tidak mirip (Santoso, 2010).

Analisis cluster untuk data pada musim barat dapat dilihat pada (Gambar 38) berikut

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



Gambar 38 . Dendrogram Cluster Data Saat Surut

Dari dendrogram (gambar 38) diatas kelompok I meliputi stasiun 1a, 2a, dan 3a yang merupakan titik lokasi yang berada di wilayah badan sungai. Pada wilayah ini, data bernilai - (tidak terdapat data) atau tidak memiliki data karena wilayahnya yang tidak dapat diakses pada saat surut akibat pendangkalan.

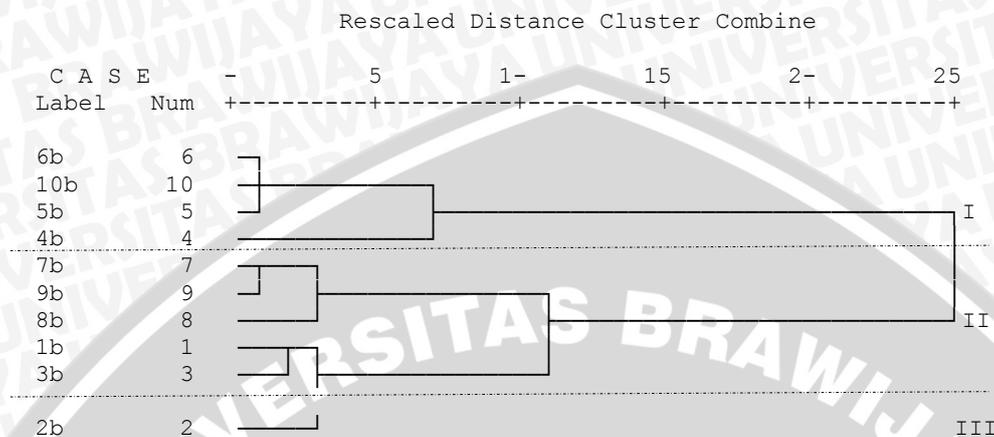
Kelompok II meliputi stasiun 4a, 6a, 7a, 8a, 9a, dan 10a. Wilayah 4 dan 6 merupakan area bibir muara sungai sedangkan wilayah 7, 8, 9, dan 10 berada di wilayah laut. Meskipun berada di wilayah yang berbeda, nilai kecepatan arus dan MPT yang didapat tidak terpaut jauh. Hal ini dikarenakan wilayah muara sungai Lamong berada di wilayah semi tertutup yang mengakibatkan dinamika oseanografi perairan tidak besar. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Pujiraharjo, dkk (2013) Meskipun terjadi arus yang cukup besar pada saat pasang namun kondisi pada kondisi surut, kecepatan aliran pada celah-celah area reklamasi menjadi sangat kecil hingga sedimen yang terangkut akan mudah diendapkan dan secara berangsur-angsur menyebabkan pendangkalan.

Pada kelompok III terdapat Stasiun 5a berada tepat didepan sedimentasi yang terjadi di muara sungai, selain itu pada kedalaman 6 meter saja stasiun ini



tidak memiliki nilai kecepatan arus dan MPT. Hal ini menjawab mengapa stasiun 5a memiliki pengelompokan tersendiri

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Gambar 39. Dendrogram Cluster Data saat Pasang

Stasiun 4b, 5b, 6b, dan 10b terkelompok pada kelompok I hal ini dikarenakan pada stasiun ini letak antar stasiun berdekatan yaitu berada dekat bibir muara sungai. Nilai MPT dan arus yang dimiliki oleh stasiun-stasiun tersebut juga memiliki nilai dengan selisih yang tidak jauh berbeda, pada saat pasang stasiun 5 masuk dalam kelompok I, hal ini dikarenakan pada saat pasang debit air lebih besar hingga memenuhi kolom perairan.

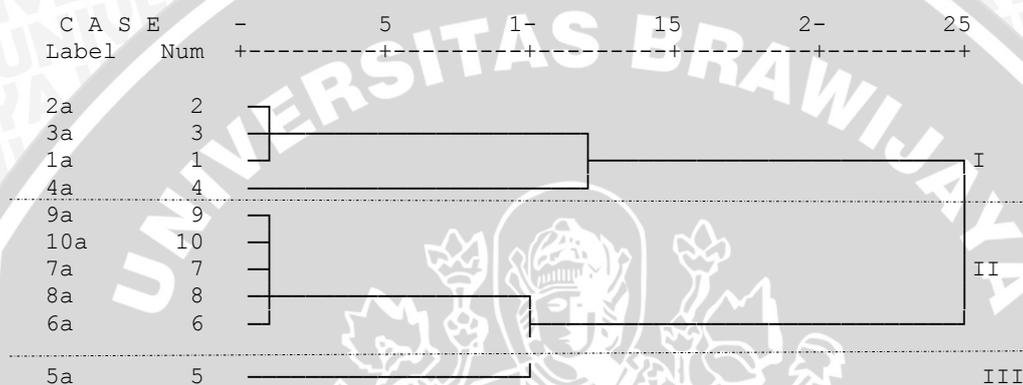
Pada kelompok II terdapat stasiun 1b, 3b, 7b, 8b dan 9b. Letak stasiun 7b, 8b dan 9b saling berdekatan yaitu di wilayah Laut sedangkan stasiun 1b dan 3b juga terletak saling berdekatan yaitu di wilayah sungai. Meskipun letak sungai dan Laut tidak dekat namun nilai kecepatan arus dan MPT saat pengambilan data lapang tidak terpaut jauh hingga kedua wilayah tersebut dapat dikelompokkan menjadi satu kelompok.

Pada saat pasang pola pengelompokkan terpecah, dikarenakan saat pasang perairan membawa sifat-sifat musim. Pada hal ini adalah musim barat, dimana hujan sering terjadi dan debit kolom perairan menjadi lebih banyak.

Analisis cluster digunakan berdasarkan kesamaan dari parameter nilai material padatan tersuspensi (MPT) dan kecepatan arus hingga hasil cluster akan mengelompokkan kesamaan data. Hal ini menjawab bahwa pada stasiun 2b memiliki sedikit perbedaan terhadap stasiun lain. Perbedaan ini terdapat pada data kecepatan arus yang dimiliki stasiun 2b yang menjadi anggota kelompok III.

4.7.2 Analisis Pengelompokan (Cluster) Pada Musim Timur

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Gambar 40. Dendrogram Cluster Data Saat Surut

Berdasarkan Dendrogram (Gambar 40) diatas dapat diketahui bahwa kelompok I meliputi stasiun 1a, 2a, 3a dan 4a yang memiliki area berdekatan. Stasiun-stasiun tersebut memiliki data bernilai - (tidak memiliki data) karena wilayahnya yang tidak dapat diakses pada saat surut akibat pendangkalan.

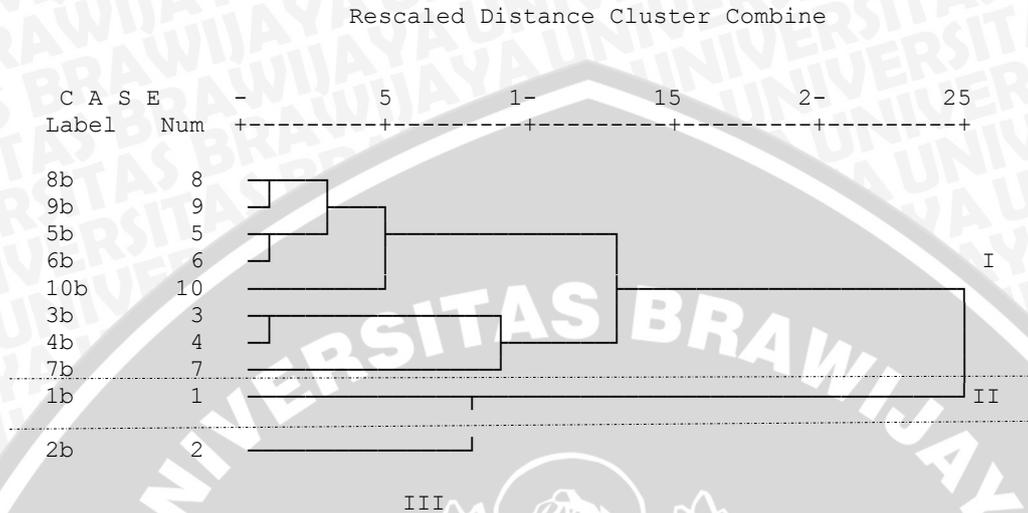
Letak stasiun 6a, 7a, 8a, 9a dan 10a berada di wilayah Laut. Meskipun wilayah 6a terletak di bibir muara sungai, namun letaknya agak menjauh. Letak antar stasiun yang berada di wilayah yang sama membuat nilai kecepatan arus dan MPT yang didapat saat pengambilan data lapang juga tidak jauh berbeda. Hal ini menyebabkan stasiun 6a, 7a, 8a, 9a dan 10a menjadi anggota kelompok II.

Pada kelompok III terdapat Stasiun 5a berada tepat didepan sedimentasi yang terjadi di muara sungai, selain itu pada

kedalaman 6 meter saja stasiun ini tidak memiliki nilai kecepatan arus dan MPT.

Hal ini menjawab mengapa stasiun 5a memiliki pengelompokan tersendiri.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Gambar 41. Dendrogram Cluster Data Saat Pasang

Kelompok I pada saat pasang di musim Timur meliputi stasiun 3b, 4b, 5b, 6b, 7b, 8b, 9b dan 10b. Menurut hasil cluster, kemiripan yang sangat kuat terjadi jika nilai jarak euclideannya semakin kecil (Santoso, 2010). Stasiun-stasiun pada kelompok I memiliki data yang tidak terpaut jauh hingga dapat tergabung menjadi satu kelompok (cluster) dengan jarak euclidean yang kecil.

Kelompok II meliputi stasiun 1b, dikarenakan nilai kecepatan arus dan MPT pada stasiun tersebut memiliki nilai yang berbeda dengan stasiun-stasiun penelitian yang lain.

Sedangkan pada kelompok III hanya memiliki anggota 2b, pada stasiun ini nilai MPT tidak terpaut jauh dengan stasiun 1b namun nilai kecepatan antar stasiun tersebut berbeda jauh. Hal ini menyebabkan stasiun 2b berada pada kelompok clustering yang berbeda.

4.8 Perbandingan Data Hasil Penelitian

4.8.1 Perbandingan Data MPT

Dari penelitian yang telah dilakukan, hasil yang diperoleh dapat dijadikan perbandingan MPT pada musim Barat dan musim Timur, dapat dilihat pada tabel (Tabel 14-17) berikut :

Tabel 14. Perbandingan data MPT pada musim Barat dan Timur

stasiun	Kadar MPT (mg/l) Musim Barat			Kadar MPT (mg/L) Musim Timur			Batas baku mutu Kepmen LH no 51 (mg/L)
	D= 2m	D = 4m	D= 6m	D= 2m	D= 4m	D= 6m	
1a	-	-	-	-	-	-	80
2a	-	-	-	-	-	-	80
3a	-	-	-	-	-	-	80
4a	70	80 [#]	**	78	**	**	80
5a	82 [#]	87 [#]	**	68	77	**	80
6a	82 [#]	98 [#]	102 [#]	75	80 [#]	87 [#]	80
7a	65	70	90 [#]	67	72	78	80
8a	68	72	88 [#]	62	70	75	80
9a	64	75	98 [#]	68	73	80 [#]	80
10a	85 [#]	100 [#]	105 [#]	70	75	82 [#]	80

Tabel 15. Perbandingan data MPT pada musim Barat dan Timur

stasiun	Kadar MPT (mg/L) musim Barat			Kadar MPT (mg/L) musim Timur			Batas baku mutu Kepmen LH no 51 (mg/L)
	D = 2m	D = 4m	D = 6m	D= 2 m	D= 4 m	D= 6 m	
1b	68	73	**	93 [#]	120	**	80
2b	75	88 [#]	**	87 [#]	117	**	80
3b	80 [#]	85 [#]	**	78	88 [#]	**	80
4b	85 [#]	110 [#]	124 [#]	74	80 [#]	**	80
5b	87 [#]	115 [#]	130 [#]	84 [#]	90 [#]	124 [#]	80
6b	88 [#]	118 [#]	132 [#]	82 [#]	88 [#]	118 [#]	80
7b	70	74	90 [#]	70	75	94 [#]	80
8b	72	78	88 [#]	80 [#]	112 [#]	120 [#]	80
9b	78	90 [#]	98 [#]	80 [#]	114 [#]	124 [#]	80
10b	90 [#]	124 [#]	138 [#]	90 [#]	116 [#]	128 [#]	80

Keterangan :

*a= perairan sedang surut

*b= perairan sedang pasang

- * - = Lokasi tidak dapat diakses
- *# = Melebihi ambang baku mutu (kurang cocok untuk kepentingan perikanan)
- *** = kedalaman < 6 meter
- * D= kedalaman

Dari morfologi sungai Lamong, terdapat sedimentasi pada bagian muara yang telah membentuk daratan yang menghambat aliran air sungai dari badan sungai dan memperlambat laju kecepatan arus hingga kecepatan arus bernilai rendah. Kondisi tersebut cenderung menambah proses sedimentasi. Menurut Triatmodjo (2012), di alur sungai terutama pada waktu air surut kecepatan aliran besar, sehingga sebagian sedimen yang telah diendapkan tererosi kembali. Tetapi di depan muara di mana aliran telah menyebar, kecepatan aliran lebih kecil sehingga tidak mampu mengerosi semua sedimen yang telah diendapkan. Dengan demikian dalam satu siklus pasang surut jumlah sedimen yang mengendap lebih banyak daripada yang tererosi, sehingga terjadi pengendapan di depan mulut sungai.

Berdasarkan tabel perbandingan nilai MPT pada musim Barat maupun musim Timur (Tabel 14-15) tidak terdapat perbedaan kadar MPT yang besar, nilai MPT dapat dikatakan besar apabila telah mempengaruhi kualitas perairan yaitu sebesar 80 mg/L (Lampiran I). Dilihat dari morfologi sungainya, Kali Lamong di bagian hilir mengalir di dataran alluvial dengan kemiringan yang landai, hingga angkutan sedimen didominasi fraksi halus dengan jumlah relatif besar yang dapat mengendap di muara. Muara sungai Kali Lamong merupakan daerah pasang surut (*Tidal Flat*), dimana pada saat pasang, daerah ini terendam air laut, tetapi saat surut daerah ini menjadi daratan. Kadar nilai MPT yang berada di bawah standar baku mutu didapat pada saat perairan mengalami surut, dimana saat itu arus perairan cenderung tenang dikarenakan energi yang mengaduk sedimen perairan juga lemah. Namun pada saat pasang terjadi pertemuan arus yang berasal dari badan sungai dengan intrusi air laut yang juga

membawa sedimen. Menurut Newyeara dkk (2014) Perairan yang mengalami pendangkalan menyebabkan arus menuju pasang yang masuk ke arah hulu sungai tertahan dan tertabrak sehingga terjadilah proses pengadukan dimana sedimen yang telah mengendap teraduk kembali ke permukaan sehingga menyebabkan nilai konsentrasi sedimen suspensi di mulut sungai besar

Berdasarkan data hasil penelitian, kadar MPT yang didapat cenderung melebihi nilai ambang batas baku mutu menurut kementerian Lingkungan Hidup tahun 2004 (Lampiran I), yaitu 80 mg/L hal ini berarti perairan tersebut tidak cocok untuk kegiatan perikanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Effendi (2003) kadar nilai MPT 81-400 mg/L akan berpengaruh kurang baik bagi perikanan selain itu menurut Mukhtasor (2007) Sedimen bisa juga digolongkan kedalam limbah yang berbahaya bagi ekosistem perairan salah satunya di laut. Sedimen biasanya membawa bahan dari darat yang hanyut oleh air dan sebagian besar mengendap di kawasan pesisir atau muara sungai ataupun pantai dan juga ada yang masih melayang-layang di perairan. Sedimen yang melayang-layang di perairan ini dapat menyebabkan kekeruhan sehingga mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk kedalam perairan dan berakibat langsung terhadap ikan dan biota lainnya dalam ekosistem.

4.8.2. Perbandingan Data Arus

Dari penelitian yang telah dilakukan, data nilai kecepatan arus yang didapat pada musim Barat dan musim Timur dapat dibandingkan, dapat dilihat pada (Tabel 16-17) berikut ini:

Tabel 16. Perbandingan data kecepatan arus rata-rata musim Barat dan Timur

stasiun	kecepatan arus rata-rata (m/s) musim Barat			kecepatan arus rata-rata (m/s) musim Timur		
	D = 2m	D = 4 m	D = 6 m	D = 2m	D= 4m	D= 6m
1a	-	-	-	-	-	-
2a	-	-	-	-	-	-
3a	-	-	-	-	-	-
4a	0.2	0.1	**	0.2	**	**
5a	0.3	0.15	**	0.15	0	**
6a	0.3	0.15	0.1	0.2	0.1	0
7a	0.25	0.1	0	0.1	0	0
8a	0.25	0.1	0	0.1	0	0
9a	0.25	0.1	0	0.15	0	0
10a	0.35	0.2	0.1	0.25	0.1	0

Tabel 17. Perbandingan data kecepatan arus rata-rata musim Barat dan Timur

stasiun	Kecepatan arus rata- rata (m/s) musim Barat			kecepatan arus rata-rata (m/s) musim Timur		
	D = 2 m	D = 4 m	D = 6 m	D = 2m	D= 4m	D= 6m
1b	0.2	0.1	**	0.4	0.2	**
2b	0.2	0.1	**	0.2	0.1	**
3b	0.2	0.1	**	0.2	0.1	**
4b	0.4	0.25	0.1	0.2	0.1	**
5b	0.45	0.25	0.1	0.2	0.15	0.1
6b	0.45	0.25	0.1	0.3	0.15	0.1
7b	0.3	0.2	0.1	0.15	0.1	0.05
8b	0.3	0.2	0.1	0.15	0.1	0.05
9b	0.3	0.2	0.1	0.15	0.1	0.05
10b	0.5	0.3	0.15	0.3	0.2	0.1

Keterangan :

- *a= perairan sedang surut
- *b= perairan sedang pasang
- * - = Lokasi tidak dapat diakses
- *** =Kedalaman < 4 meter dan 6 meter
- * 0 = data arus bernilai 0
- * D= kedalaman

Nilai-nilai arus yang didapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan merupakan arus yang dipengaruhi oleh angin, semakin dalam perairan maka pengaruh arus terhadap angin semakin berkurang. Hal ini dapat terlihat pada data (Tabel 16 – 17). Menurut Hutabarat dan Evans (2008) Kecepatan arus oleh angin akan berkurang dengan cepat sesuai dengan makin bertambahnya

kedalaman perairan dan akhirnya angin tidak berpengaruh sama sekali terhadap kecepatan arus pada kedalaman 200 meter.

Pada data kecepatan arus dan MPT diatas (Tabel 14 – 17) terlihat bahwa pada saat pasang, kecepatan arus meningkat sehingga menyebabkan kadar MPT menjadi tinggi pada titik-titik stasiun yang berada di bibir muara sungai. Hal ini dikarenakan ketika perairan mengalami pasang, intrusi air laut memenuhi badan sungai. Air laut tersebut juga membawa sedimen. Hal ini sesuai dengan pendapat Satriadi (2013) yang menyatakan bahwa kondisi perairan dalam kondisi pasang dapat mempengaruhi sebaran MPT karena saat pasang pergerakan arus menuju pantai sehingga kecenderungan MPT dalam konsentrasi tinggi untuk stasiun yang berada di dekat pantai. Ningsih (2002) menyatakan bahwa slope muka laut akan mengakibatkan gaya gradient tekanan sehingga akan menimbulkan gerakan arus dari daerah muka laut yang tinggi ke daerah muka laut yang rendah.

Pada saat pengambilan data di musim Barat angin berhembus kencang dan hujan sering terjadi mengakibatkan debit air dengan jumlah yang besar (Lampiran II). Hal ini sesuai dengan pendapat Dewandaru dan Lasminto (2014) pada musim hujan, debit Kali Lamong cenderung besar. Namun, besarnya debit ini tidak mampu dialirkan dengan baik, sehingga air sungai meluap dan mengakibatkan banjir hampir di setiap tahun.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh arus terhadap distribusi material padatan tersuspensi di muara sungai Lamong, Gresik dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi material padatan tersuspensi pada musim Barat dan Timur memiliki nilai yang tidak terpaut jauh, yaitu berkisar dari 65 mg/L – 138 mg/ L. Nilai MPT - (strip/nihil) berasal dari stasiun penelitian yang mengalami pendangkalan hingga mengakibatkan kedalaman perairan tidak memenuhi syarat yang ditentukan.
2. Nilai kecepatan arus rata-rata pada musim Barat dan Timur memiliki nilai yang berkisar antara 0 m/s – 0.5 m/s. Arah arus pada musim Barat mengarah ke arah Timur dan pada musim Timur mengarah ke arah Barat. Nilai kecepatan arus – (strip/nihil) berasal dari stasiun penelitian yang mengalami pendangkalan hingga mengakibatkan kedalaman perairan tidak memenuhi syarat yang ditentukan.
3. Hubungan antara arus dan nilai material padatan tersuspensi (MPT) sangat erat, dalam hal ini nilai kecepatan arus sebanding dengan nilai MPT. Semakin besar nilai kecepatan arus, semakin besar gaya yang mengaduk perairan maka semakin besar nilai MPT. Semakin dalam perairan maka nilai MPT semakin besar namun kecepatan arus semakin kecil, hal tersebut dikarenakan semakin dekat pengukuran yang dilakukan dengan sumber sedimen di dasar perairan.



5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya adalah persiapan pengambilan data yang matang hingga pada saat pengambilan data lapang, data yang diperlukan dapat terperinci dengan baik. Penggunaan alat yang lebih baik kondisinya hingga pengambilan data dapat berlangsung dengan lancar.



DAFTAR PUSTAKA

- Alhaq, M. N., 2013. Studi Distribusi Sedimen Permukaan Dasar Perairan Berdasarkan Diameter Ukuran Butir Di Muara Sungai Porong, Sidoarjo, Jawa Timur. FPIK. Universitas Brawijaya. Malang.
- Awwaluddin, A., S. Hariyanto., dan Trisnadi, W.C.P. 2011. Struktur dan Status Komunitas Mangrove di Ekosistem Muara Kali Lamong, Jawa Timur. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Chester. R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd. London
- Dewandaru, G.G. Tunjung dan D, Lasminto. 2014. Studi Penanggulangan Banjir Kali Lamong Terhadap Genangan di Kabupaten Gresik. Jurnal Teknik Pomits Vol.3(2) : ISSN 2337-3539
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta
- Gross, M.G. 1972. *Oceanography: A View Of The Earth*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Hutabarat. S. dan S. M, Evans. 2008. Pengantar Oseanografi. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Baku Mutu Air Laut. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup.
- Kodoatie. R. J.. Suharyanto. Sri Sangkawati dan E.Sutarto. 2002. Pengelolaan Sumberdaya Air Dalam Otonomi Daerah. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta..
- Mahatma, Lanuru dan Suwarni. 2011. Pengantar Oseanografi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Mansur. W.. Kamal. M. M dan M. Krisanti. 2013. Estimasi Limbah Organik dan Daya Dukung Perairan Dalam Upaya Pengelolaan Terumbu Karang di Perairan Pulau Semak Daun. Kepulauan Seribu. Depik. 2(3) : 141-153. ISSN 2089-7790.
- Mukhtasor. 2007. Pencemaran Pesisir dan Laut. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Newyeara, J. Elonica., Atmojo, Warsito dan Hariadi. 2014. Sebaran Sedimen Tersuspensi di Perairan Kamal Muara, Penjaringan, Jakarta. Jurnal Oseanografi vol. 3(2). Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK. Universitas Diponegoro
- Ningsih, Nining Sari. 2002. Oceanografi fisis. ITB. Bandung.
- Nontji. Anugerah. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Nontji, A. dan A. G. Ilahude. Oseanografi Indonesia dan Perubahan Iklim Global (EL Nino Dan La Nina). Akademi Ilmu Pengetahuan. Jakarta.
- Pujiraharjo, A.. A, Rachmansyah., Pudyono., A. Suharyanto., Y. P. Devia., D. R. Nur F . 2013. Studi Dampak Rencana Reklamasi di Teluk Lamong Propinsi Jawa Timur Terhadap Pola Arus Pasang Surut Dan Angkutan Sedimen. Jurnal Rekayasa Sipil Vol.7(2) : ISSN 1978-5658.
- Purnawan, S., I, Setiawan dan Marwantim, 2012. Studi Sebaran Sedimen Berdasarkan Ukuran Butir di Perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh

Besar, Provinsi Aceh. Jurusan Ilmu Kelautan, Koordinator Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Purwanto, C., L. T, Santosa ., D, Arifin., R, Zuraida. 2004. Laporan Identifikasi Potensi Energi dan Sumberdaya Mineral Pulau-Pulau Kecil Sangir Talud, Sulawesi Utara. Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Badan Penelitian dan Pengembangan Energi dan Sumberdaya Mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan.

Prihatiningsih, Isnaini. 2014. Simulasi Arus Musiman di Perairan Indonesia. FPIK IPB. Bogor

Pribadi, H. Y. 2012. Variabilitas Curah Hujan dan Penggeser Musim Di Wilayah Banten Sehubungan Dengan Variasi Suhu Muka Laut Perairan Indonesia Samudera Pasifik Dan Samudera Hindia. FMIPA UI. Jakarta.

Rifardi. 2012. Ekologi Sedimen Laut Modern. Penerbit UR Press. Pekanbaru.

Ritchie, J. C., F. R. Schiebe and J. R mCHenry. 1976. Remote of Suspended Sediment in Surface Water. Photography Engineering Remote Sensing. 42. 1539- 1545.

Santoso, S. 2010. Statistik Multivariat Konsep dan Aplikasi dengan SPSS. PT. Elek Media Komputindo. Jakarta

Satriadi, Alfi dan Sugeng, Widada. 2004. Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal. Vol 9 (2): 101-107. ISSN 0853 - 7291. Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Diponegoro

Surinati. Dewi.. 2007. Pasang Surut dan Energinya. Oseana. Volume XXXII. Nomor 1. Tahun 2--7 : 15-22. ISSN 0216-1877.

Susiati. H. SBS, Yarianto., J, Mellawati. 2012. Analisis Ketersediaan Data Oseanografi Dalam Mendukung Evaluasi Tapak PLTN Bangka Barat. Pusat Pengembangan Energi Nuklir – BATAN.

Syech, R. Juandi dan M, Martin. 2007. Estimasi distribusi klorofil-a di perairan selat malaka menggunakan data liputan citra satelit FY-ID. FMIPA UNRI. Riau

Triadmodjo. B.. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.

_____. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.

Wibisono. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. Grasindo. Jakarta .

Wibowo. Yudha A.. 2012. Dinamika Pantai (Abrasi dan Sedimentasi). Prodi/Jurusan Oseanografi. Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan. Universitas Hang Tuah. Surabaya.

Wyrcki, K. 1961. *Physical Oceanography of the South-East Asian Waters*. Naga Report Vol.2 Scripps Institution of Oceanography. The University of California. California.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I

Tabel 18. Tabel Baku Mutu Perairan Wilayah Pelabuhan

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	>3
2.	Kebauan	-	tidak berbau
3.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	80
4.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
5.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
6.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	6,5 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
4.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,03
5.	Hidrokarbon total	mg/l	1
6.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
7.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
8.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
9.	Minyak dan Lemak	mg/l	5
10.	TBT (tri butil tin) ⁶	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
11.	Raksa (Hg)	mg/l	0,003
12.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01
13.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,05
14.	Timbal (Pb)	mg/l	0,05
15.	Seng (Zn)	mg/l	0,1
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ^f	MPN/100 ml	1000 ^(f)

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (thin layer) dengan ketebalan 0,01mm
6. TBT adalah zat antifouling yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman euphotic
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan -2°C dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan +0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan +5‰ salinitas rata-rata musiman
 - f. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan +10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

Ed

LAMPIRAN II

Tabel 19. Curah hujan Daerah Aliran Sungai Lamong (Dewandaru dan Lasminto, 2014)

Curah hujan rata-rata maksimum DAS Lamong Tahun 2003 – 2012 (diurutkan dari nilai terbesar ke nilai terkecil)		
No	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2012	84,63
2	2006	68,28
3	2005	64,72
4	2009	60,71
5	2011	58,57
6	2010	56,45
7	2003	53,71
8	2008	48,36
9	2004	48,26
10	2007	47,99

Tabel 20. Data Debit aliran dan konsentrasi sedimen sungai yang bermuara di Teluk Lamong (Pujiraharjo dkk, 2013)

No	Sungai	Debit 1 tahunan (m ³ /s)	Debit 5 tahunan (m ³ /s)	Konsentrasi sedimen Layang (kg/ m ³ /)
1	Krembangan	3.6	85	0.0134
2	Lamong	19	594	0.0738
3	Mireng	19	594	0.0099
4	Sememi	4.3	56	0.0278
5	Branjangan	3.6	81	0.0125
6	Manukan	5.8	59	0.0259
7	Kali Mas	3.5	43	0.0129



Lampiran III Dokumentasi pengambilan data



Gambar 43. Perhitungan Konsentrasi MPT



Gambar 42. Perhitungan kecepatan arus



Gambar 44. Sosial issue di Muara Sungai Lamong



Gambar 47. Kondisi Pelabuhan Teluk Lamong



Gambar 46. Perairan ketika Surut



Gambar 45. Sosial issue di Muara Sungai Lamong