

**PEMODELAN POLA ARUS UNTUK MEMPREDIKSI POLA PERGERAKAN  
SAMPAH LAUT DI PERAIRAN TELUK BANTEN, PROVINSI BANTEN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
NABILLA PERMATA SARI  
NIM. 155080601111035**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA KELAUTAN DAN PERIKANAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**PEMODELAN POLA ARUS UNTUK MEMPREDIKSI POLA PERGERAKAN  
SAMPAH LAUT DI PERAIRAN TELUK BANTEN, PROVINSI BANTEN**

**SKRIPSI**

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

Oleh:  
**NABILLA PERMATA SARI**  
**NIM. 155080601111035**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

SKRIPSI

PEMODELAN POLA ARUS UNTUK MEMPREDIKSI POLA PERGERAKAN  
SAMPAH LAUT DI PERAIRAN TELUK BANTEN, PROVINSI BANTEN

Oleh:  
**NABILLA PERMATA SARI**  
NIM. 155080601111035

telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 30 Oktober 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing 1

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing 2

sh. 



Oktiyas Muzaky Luthfi, S.T., M.Sc  
NIP. 1979103 2008011 007  
Tanggal : 19 NOV 2019

Dr. Ing. Semeldi Husrin, ST., M.Sc  
NIP. 19790514 20021 2 1001  
Tanggal : 19 NOV 2019

Mengetahui,  
Ketua Jurusan  
Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan



Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.PI, MT  
NIP. 19780717 200502 1 004  
Tanggal : 19 NOV 2019





## IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Pemodelan Pola Arus Untuk Memprediksi Pola Pergerakan Sampah Laut Di Perairan Teluk Banten, Provinsi Banten

Nama Mahasiswa : Nabilla Permata Sari

NIM : 155080601111035

Program Studi : Ilmu Kelautan

### PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Oktiyas Muzaky Luthfi, S.T., M.Sc

Pembimbing 2 : Dr. Ing. Semeidi Husrin, ST., M.Sc

### Penguji Bukan Pembimbing

Penguji 1 : Nurin Hidayati, ST., M.Sc.

Penguji 2 : Feni Iranawati, S.Pi., M.Si., Ph.D

Tanggal Ujian : 30 Oktober 2019





## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sadar bahwa selama proses menjalani skripsi dan selesainya penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak Untuk itu, dalam kesempatan berikut, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas berkah, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini.
2. Orang Tua Penulis, Ayahanda Benny Bharata, dan Ibunda Anis Rahmawati dan yang selalu memberikan dukungan berupa doa, motivasi dan restu kepada penulis.
3. Bapak Oktiyas Muzaky Luthfi, S.T., M.Sc dan Bapak Dr. Ing. Semeidi Husrin, ST., M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan saran, motivasi serta bimbingan sehingga Skripsi ini berjalan dengan baik.
4. Irgi Ahmad Naufal atas setiap kebaikan, waktu, dan dukungan serta semangat dalam menemani penulis menyusun dan menyelesaikan laporan skripsi.
5. Perdana Pandiangan, Erba Rafsanjani Fajrin dan Albert Tri Yudhoyono selaku teman yang senantiasa memberikan motivasi serta bantuan dalam menyelesaikan laporan skripsi.
6. Wildan Ferbriansyah dan Fatimah Yasmin selaku teman di Pusat Riset Kelautan yang senantiasa menemani penulis dan selalu memberikan dukungan serta bantuan dalam mengerjakan laporan skripsi.
7. Teman – teman Ilmu Kelautan Angkatan 2015 yang memberikan motivasi dan kerja sama dalam mengerjakan laporan skripsi.

## RINGKASAN

**NABILLA PERMATA SARI.** Skripsi tentang Pemodelan Pola Arus Untuk Memprediksi Pola Pergerakan Sampah Laut Di Perairan Teluk Banten, Provinsi Banten (dibawah bimbingan: **Oktyas Muzaky Luthfi, S.T., M.Sc** dan **Dr. Ing. Semeidi Husrin, ST., M.Sc.**

---

*Partickel Trajektori* bertujuan untuk mengetahui pola pergerakan sampah laut yang ada di Perairan Teluk Banten dengan menggunakan metode simulasi secara pemodelan hidrodinamika. Penelitian ini mensimulasikan pergerakan sampah secara trajektori dengan memasukkan parameter oseanografi berupa batimetri, arus, pasang surut, dan angin. Model Hidrodinamika yang terjadi sangat dipengaruhi oleh fenomena musim timur dan musim barat. Metode pengolahan data menggunakan model numerik dua dimensi dan divalidasi dengan data pasang surut menghasilkan nilai eror yang masih sesuai untuk hasil model. Isu mengenai sampah di perairan Teluk Banten yang terbawa arus hingga ke Kepulauan Seribu tidak terbukti dikarenakan pada *partickel trajektori* pada penelitian ini pola pergerakan sampah yang ada di perairan Teluk Banten mengarah ke Selat Sunda.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi secara pemodelan hidrodinamika. Metode pengolahan data menggunakan model numerik dua dimensi dan divalidasi dengan data pasang surut menghasilkan nilai *error* yang masih sesuai untuk hasil model. Tahap dalam pengolahan data terdiri dari simulasi hidrodinamika, dan simulasi *partickel trajektori* menggunakan Mike21, validasi nilai pasang surut dengan menggunakan data BIG. Model hidrodinamika Mike 21 *flow model* (Mike 21 HD) merupakan sebuah sistem model numerik yang mensimulasikan level muka air dan alirannya di estuary dan area pantai. Proses pemodelan dilakukan dengan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam simulasi model. Data-data yang dibutuhkan diantaranya peta batimetri, data angin, dan data pasang surut. Data-data tersebut digunakan sebagai input dalam pemodelan. Dari data batimetri kemudian dilakukan pengaturan konfigurasi model dengan pengaturan *mesh* dan kedalaman model. Tahap deskriptif dilakukan untuk mengetahui kondisi hidrooseanografi, menggambarkan fakta-fakta atau fenomena-fenomena yang terjadi pada hasil model.

Arus merupakan salah satu faktor yang mendukung perpindahan sampah laut di perairan dengan jarak yang cukup jauh. Pergerakan sampah laut yang terdapat di perairan teluk banten mengarah ke Selat Sunda pola arus yang berada di Teluk Banten mengarah dari timur menuju barat daya. Pergerakan menuju Selat Sunda terjadi saat Musim Timur dan Musim Barat. Hal ini terjadi karena Agustus merupakan musim timur yang menyebabkan arah pergerakan sampah laut di Teluk Banten pada bulan Agustus dan Desember atau pada Musim Timur dan Musim Barat keduanya mengarah ke Selat Sunda.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Esa karena atas segala limpahan rahmat dan hidayat-Nya sehingga usulan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan skripsi yang berjudul **“PEMODELAN POLA ARUS UNTUK MEMPREDIKSI POLA PERGERAKAN SAMPAH LAUT DI TELUK BANTEN, PROVINSI BANTEN”** ini sesuai dengan harapan. Pelaksanaan penelitian skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Laporan Skripsi ini berisikan mengenai rancangan penelitian saya yang akan dilaksanakan di Teluk Banten. Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan skripsi ini sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi menyempurnakan laporan skripsi dikemudian hari sehingga dapat menjadi bermafaat untuk pembaca. Akhir kata, penulis ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan usulan ini.

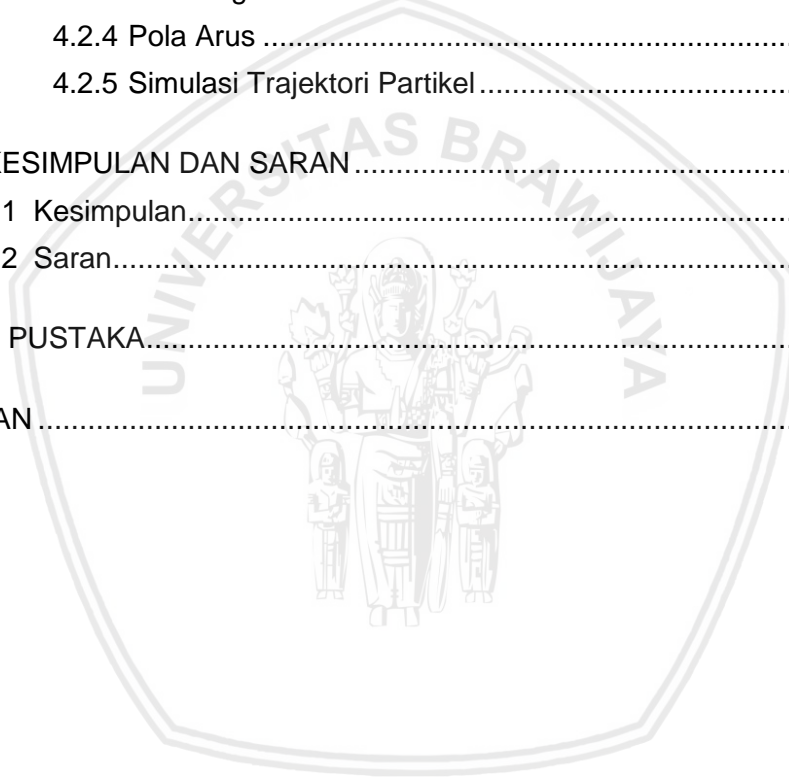
Malang, Maret 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	1
RINGKASAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	9
1.1. Latar Belakang.....	9
1.2 Rumusan Masalah .....	12
1.3 Tujuan .....	13
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	14
2.1 Arus.....	14
2.2 Sampah Laut .....	17
2.2.1. Karakteristik Sampah .....	18
2.2.2 Sumber Sampah di Laut.....	20
2.2.3 Jenis-Jenis Sampah di Laut .....	22
2.2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Volume Timbunan Sampah.....	23
2.2.5 Pengelolaan Sampah.....	24
2.3 Faktor Fisik Oseanografi.....	27
2.3.2. Pasang Surut.....	28
2.3.3 Angin.....	29
2.4 Teluk Banten .....	30
2.5 Persamaan Modul <i>Hydrodynamic</i> (HD) .....	32
BAB 3. METODOLOGI .....	34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.2 Alat dan Bahan.....	34
3.3 Metode Penelitian.....	35

3.4 Skema Penelitian.....	36
3.4.1 Metode Pengumpulan Data.....	37
3.4.2 Pengolahan Data .....	39
3.4.3 Analisis Data .....	40
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.2 Profil Wilayah Kajian.....	41
4.3 Hasil Pemodelan .....	42
4.3.1 Pasang Surut .....	43
4.2.2 Verifikasi.....	56
4.2.3 Pola Angin.....	60
4.2.4 Pola Arus .....	62
4.2.5 Simulasi Trajektori Partikel.....	70
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>85</b>
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>90</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sirkulasi arus di lapisan dalam (Azis,2006).....	16
2. Peta lokasi penelitian.....	34
3. Skema Penelitian.....	36
4. Diagram Tahap Perolehan Data .....	38
5. Diagram Alir Pemodelan .....	39
6. Kondisi di Lokasi Penelitian .....	42
7. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Saat <i>Spring Tide</i> ...	45
8. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Saat <i>Neap Tide</i> ....	45
9. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Pasang <i>Spring Tide</i> 46	46
10. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Menuju Pasang <i>Spring Tide</i> .....	46
11. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Surut <i>Spring Tide</i> 47	47
12. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Menjelang Surut <i>Spring Tide</i> .....	47
13. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Pasang saat <i>Neap Tide</i> .....	48
14. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Menjelang Pasang <i>Neap Tide</i> .....	48
15. Grafik Elevasi Pasang Surut di Teluk Banten Agustus 2018 Surut <i>Neap Tide</i> ..	49
16. Grafik Elevasi Pasang Surut di Teluk Banten Agustus 2018 Menjelang Surut <i>Neap Tide</i> .....	49
17. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 <i>Spring Tide</i> .....	50
18. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 <i>Neap Tide</i> .....	51
19. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Pasang <i>Spring Tide</i> .....	51
20. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Menjelang Pasang <i>Spring Tide</i> .....	52
21. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Surut saat <i>Spring Tide</i> .....	52

22. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Menuju Surut saat <i>Spring Tide</i> .....	53
23. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Pasang saat <i>Neap Tide</i> .....	53
24. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Menjelang Pasang saat <i>Neap Tide</i> .....	54
25. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Surut saat <i>Neap Tide</i> .....	54
26. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Menjelang Surut <i>Neap Tide</i> .....	55
27. Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Banten Agustus 2018.....	57
28. Grafik Verifikasi Pasang Surut Kepulauan Seribu Agustus 2018.....	57
29. Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Jakarta Agustus 2018.....	58
30. Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Banten Desember 2018 .....	58
31. Grafik Verifikasi Pasang Surut Kepulauan Seribu Desember 2018 .....	59
32. Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Jakarta Desember 2018 .....	59
33. Grafik <i>Wind Rose</i> Musim Timur (01 – 31 Agustus 2018).....	61
34. Grafik <i>Wind Rose</i> Musim Barat (01 – 31 Desember 2018).....	62
35. Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut <i>Spring Tide</i> Agustus 2018 .....	63
36. Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut <i>Neap Tide</i> Agustus 2018.....	65
37. Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut <i>Spring Tide</i> Desember 2018 .....	67
38. Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut <i>Neap Tide</i> Desember 2018 .....	69
39. Simulasi Hari Ke-1 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	72
40. Simulasi Hari Ke-2 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	72
41. Simulasi Hari Ke-3 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	73
42. Simulasi Hari Ke-4 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	73
43. Simulasi Hari Ke-5 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	74
44. Simulasi Hari Ke-6 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	74
45. Simulasi Hari Ke-7 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	75
46. Simulasi Hari Ke-8 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	75
47. Simulasi Hari Ke-9 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	76
48. Simulasi Hari Ke-10 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018 .....	76
49. Simulasi Hari Ke-1 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	78

<b>50.</b>	Simulasi Hari Ke-2 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	79
<b>51.</b>	Simulasi Hari Ke-3 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	79
<b>52.</b>	Simulasi Hari Ke-4 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	80
<b>53.</b>	Simulasi Hari Ke-5 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	80
<b>54.</b>	Simulasi Hari Ke-6 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	81
<b>55.</b>	Simulasi Hari Ke-7 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	81
<b>56.</b>	Simulasi Hari Ke-8 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	82
<b>57.</b>	Simulasi Hari Ke-9 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	82
<b>58.</b>	Simulasi Hari Ke-10 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018.....	83



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis Sampah Laut .....	18
2. Ukuran Sampah Laut .....	18
3. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian .....	34
4. Bahan yang digunakan dalam penelitian .....	35
5. Komponen Teluk Banten Agustus 2018 .....	43
6. Komponen Teluk Banten Desember 2018 .....	44



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Data Pasang Surut Mike21 Teluk Banten Agustus 2018.....	90
2. Data Pasang Surut Mike21 Teluk Banten Agustus 2018.....	91
3. Data Pasang Surut BIG Teluk Banten Agustus 2018 .....	92
4. Data Pasang Surut BIG Teluk Banten Desember 2018.....	93
5. Data Angin Agustus Mike21 .....	95
6. Data Angin Desember Mike21 .....	96
7. Dokumentasi Kegiatan Survei.....	97





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sampah merupakan isu lingkungan yang kian memprihatinkan dan menjadi perhatian masyarakat global. Menurut survei yang telah dilakukan, kepadatan sampah di laut terbuka hingga mencapai 580.000 keping per km<sup>2</sup>. Indonesia merupakan negara kedua terbesar penyumbang sampah sebesar 3,2 juta ton (Jambeck *et al.*, 2015). Sampah di laut dapat berasal dari beberapa faktor sampah, seperti sampah plastik, sampah kayu, sampah logam, sampah dari bahan organik, dan terdapat banyak sampah lainya yang dapat mencemari laut. Jenis sampah didominasi oleh plastik dan bahan *non degradable* lainnya yang berasal dari semua jenis aktivitas manusia seperti sampah di area pariwisata, industri perkapalan dan perikanan, pembuangan di lautan, sungai atau air banjir yang tidak diolah, dan lain-lain. (Werner *et al.*, 2016).

Arus merupakan salah satu faktor oseanografi yang penting untuk dikaji. Salah satu aspek oseanografi yang penting untuk mengetahui hidrodinamika dari suatu perairan adalah pola pergerakan arus. Oseanografi merupakan studi atau ilmu yang mempelajari tentang lautan, salah satunya berkaitan dengan parameter fisik di laut. Oseanografi fisik adalah studi tentang sifat fisik dan dinamika lautan (Hutabarat *et al.*, 2008). Hidro-oseanografi seperti gelombang, arus laut dan pasang surut merupakan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap kondisi di suatu perairan. Arus merupakan perpindahan massa air yang di akibatkan beberapa faktor, diantaranya perbedaan massa jenis air, perbedaan tekanan, gaya-gaya pembangkit lain seperti gelombang panjang dan angin. Pola dan karakteristik arus

yang meliputi jenis arus dominan, kecepatan dan arah serta pola pergerakan arus laut menyebabkan kondisi suatu perairan menjadi dinamis. Hal ini menyebabkan arus memiliki peranan penting dalam menentukan kondisi suatu perairan (Hadi, 2006).

Pertemuan massa perairan menghasilkan berbagai fenomena oseanografi. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor alam. Secara umum, arus laut yang mempengaruhi karakteristik perairan di Indonesia dan di pulau-pulau kecil adalah arus laut yang dibangkitkan oleh angin dan pasut. Pada musim Barat, di Samudera Hindia sebelah barat Sumatera Barat bertiup angin dari barat ke timur, sehingga arus laut secara umum mengalir dari barat ke timur. Pada musim timur arus laut mengalir sebaliknya. Arus-arus laut di kedalaman laut yang lebih dalam lebih banyak dipengaruhi oleh keadaan pasang surut dan sifat-sifat fisik lainnya seperti perbedaan temperatur, salinitas dan tekanan (Illahude, 1999).

Arus merupakan gerak-gerak air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Arus merupakan salah satu dinamika perairan yang memberikan pengaruh terhadap perubahan wilayah pesisir dan laut. Arus dapat diartikan sebagai sirkulasi massa air dari suatu tempat ke tempat lain. Arus berperan aktif dalam mempengaruhi proses – proses biologi, kimia dan fisika dalam spektrum ruang dan waktu yang terjadi di lautan. Arus laut perlu dilakukan pengukuran yang nantinya dapat digunakan untuk mengetahui pola sirkulasi pergerakan arus laut yang terjadi di suatu perairan. Arus laut yang bergerak akan membawa massa air, sedimentasi, dan juga sampah yang ada dilaut (Pratama *et al.*, 2014). Arus permukaan dibangkitkan terutama oleh angin yang berhembus di permukaan laut. selain itu topografi muka air laut juga turut mempengaruhi gerakan arus permukaan.

Indonesia sebagai negara kepulauan dan berada pada jalur arus dunia, sampah di laut akan berasal dari dua sumber yakni aktivitas manusia yang membuang langsung ke laut atau dibawa oleh sungai, dan yang kedua adalah sampah dari negara lain dibawa oleh arus dunia dan terjebak di perairan Indonesia. Dengan sistem arus terbuka, kita juga setidaknya sebagai penyumbang sampah ke Samudera Hindia via Arus Lintas Indonesia dan Arus Khatulistiwa Selatan. Arus- arus ini membawa sampah dan materinya melewati berbagai provinsi di Indonesia terutama di wilayah timur. Pergerakan angin dan sirkulasi arus memainkan peran penting dalam transportasi dan distribusi sampah di perairan Indonesia (Lebreton *et al.*, 2012).

Teluk Banten merupakan wilayah perairan yang terletak disebelah utara Kota Cilegon, Teluk ini mempunyai luas  $\pm 150 \text{ km}^2$  dan merupakan perairan yang relatif dangkal (Afdal *et al.*, 2007). Teluk Banten mendapatkan tekanan dari lingkungan sekitarnya seperti penambahan penduduk yang pesat dan dijadikannya kawasan pantai sebagai pemukiman, berdirinya beberapa industri dan adanya penambangan pasir secara besar-besaran. Banyak penelitian di Teluk Banten yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai kondisi perairan Teluk Banten, salah satu penelitian terbesar yaitu penelitian kerjasama antar kementerian Indonesia Belanda pada tahun 1995-2001 tentang coastal management dimana aspek oseanografi menjadi fokus utamanya.

Letak geografis perairan Teluk Banten yang berada pada sistem Angin Muson menyebabkan kondisi oseanografi di perairan ini dipengaruhi oleh sistem Angin Muson (Minarto *et al.*, 2008). Bagi dinamika perairan laut, angin yang bertiup di dekat permukaan laut dapat mempengaruhi tinggi muka laut terhadap muka laut

rata-rata. Selain itu, angin yang bertiup di permukaan laut merupakan sumber energi utama penyebab terjadinya arus permukaan laut (Azis, 2006).

Selain itu, karakteristik perairan Selat Sunda yang sempit dan relatif dangkal di wilayah dekat Laut Jawa menyebabkan tingginya pengaruh arus pasut, karena adanya dinamika pasut yang menimbulkan perbedaan tekanan hidrostatik pada badan air, sehingga menimbulkan arus. Proses dinamika air laut tersebut menurun di daerah Teluk, dalam hal ini adalah Teluk Banten. Kecepatan arus yang relatif lemah menyebabkan transport massa air menjadi terhambat, dan distribusi material limbah dan juga nutrient di sekitar Teluk akan terganggu. Posisi Teluk Banten dikelilingi banyak pulau kecil yang merupakan penghalang bagi masuknya energi yang besar ke perairan teluk bagian dalam dan juga menjadikan terbatas dalam hidrodinamika air (Junaidi *et al.*, 2014).

Kota Serang adalah salah satu dari delapan Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Banten. Kota Serang mempunyai kedudukan sebagai pusat Pemerintahan Provinsi Banten. Kota Serang merupakan wilayah baru hasil pemekaran dari Kabupaten Serang dengan di tandatanginnya UU Nomor 32 tahun 2007 tentang pembentukan Kota Serang di Provinsi Banten pada tanggal 10 Agustus 2007. Kota Serang memiliki 6 kecamatan dan 66 kelurahan. Penduduk Kota Serang berjumlah 613.774 jiwa dengan kepadatan penduduk 2.301 jiwa/km<sup>2</sup>. Propinsi Banten dengan jumlah penduduk 8.258.055 jiwa memproduksi sampah sebanyak 13.047 m<sup>3</sup> setiap hari (Marthalena, 2017).

## 1.2 Rumusan Masalah

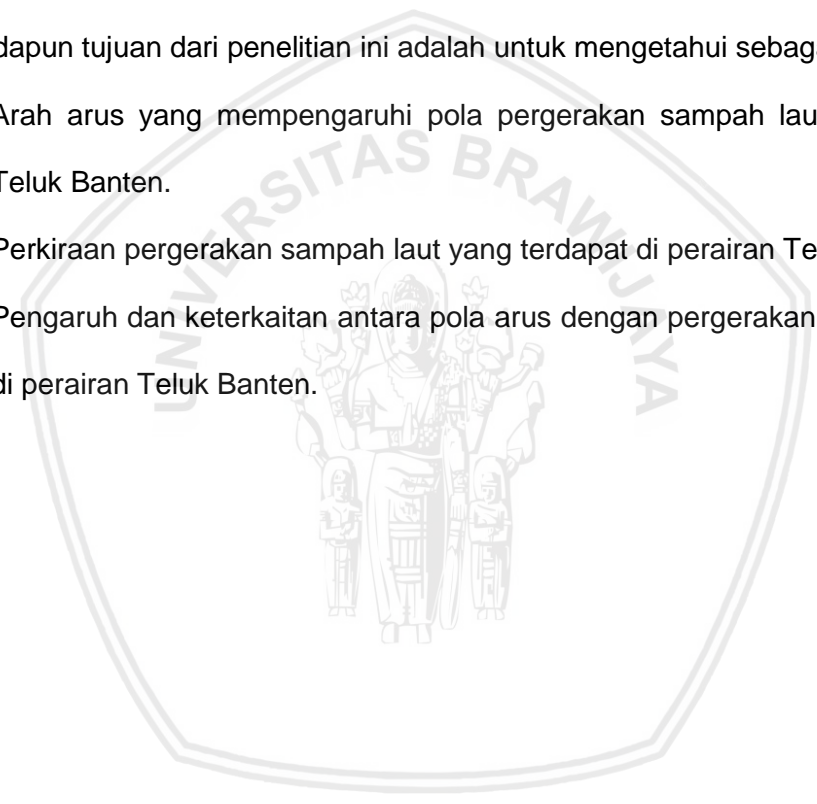
Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik pola arus (arah dan kecepatan) terhadap pola pergerakan sampah laut di perairan Teluk Banten?
2. Bagaimanakah perkiraan pergerakan sampah laut yang terdapat di perairan Teluk Banten?
3. Bagaimanakah pengaruh dan keterkaitan antara pola arus dengan pergerakan sampah laut di perairan Teluk Banten?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut:

1. Arah arus yang mempengaruhi pola pergerakan sampah laut di perairan Teluk Banten.
2. Perkiraan pergerakan sampah laut yang terdapat di perairan Teluk Banten.
3. Pengaruh dan keterkaitan antara pola arus dengan pergerakan sampah laut di perairan Teluk Banten.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Arus

Arus laut adalah gerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal (gerak ke atas) maupun secara horizontal (gerakan ke samping). Contoh-contoh gerakan itu seperti gaya *coriolis*, yaitu gaya yang membelok arah arus dari tenaga rotasi bumi. Pembelokan itu akan mengarah ke kanan di belahan bumi utara dan mengarah ke kiri di belahan bumi Selatan. Gaya ini yang mengakibatkan adanya aliran *gyre* yang searah jarum jam (ke kanan) pada belahan bumi utara dan berlawanan dengan arah jarum jam di belahan bumi Selatan. Perubahan arah arus dari pengaruh angin ke pengaruh gaya *coriolis* dikenal dengan spiral ekman. Menurut letaknya arus dibedakan menjadi dua yaitu arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah arus yang bergerak di permukaan laut. Sedangkan arus bawah adalah arus yang bergerak di bawah permukaan laut. Faktor pembangkit arus permukaan disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya (Suardi, 2006).

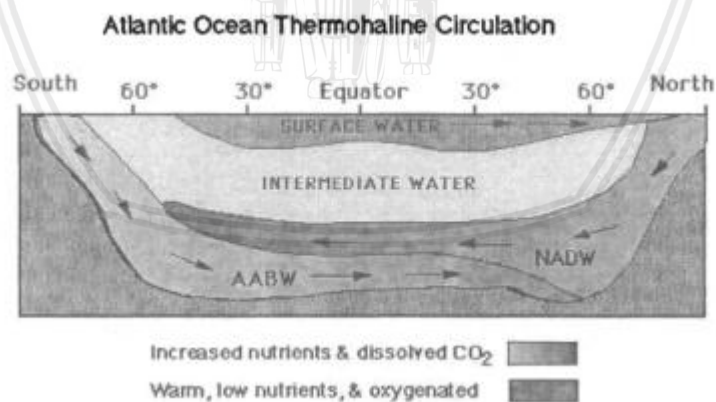
Sirkulasi dari arus laut terbagi atas dua kategori yaitu sirkulasi di permukaan laut (*surface circulation*) dan sirkulasi di dalam laut (*intermediate or deep circulation*). Arus pada sirkulasi di permukaan laut didominasi oleh arus yang ditimbulkan oleh angin sedangkan sirkulasi di dalam laut didominasi oleh arus *termohaline*. Arus termohalin timbul sebagai akibat adanya perbedaan densitas karena berubahnya suhu dan salinitas massa air laut. Perlu diingat bahwa arus termohalin dapat pula terjadi di permukaan laut demikian juga dengan arus yang ditimbulkan oleh angin dapat terjadi hingga dasar laut. Sirkulasi yang digerakan oleh angin terbatas pada gerakan horizontal dari lapisan atas air laut. Berbeda dengan sirkulasi yang

digerakan angin secara horizontal, sirkulasi termohalin mempunyai komponen gerakan vertikal dan merupakan agen dari pencampuran massa air di lapisan dalam (Nining, 2002).

Arus permukaan laut umumnya digerakan oleh stress angin yang bekerja pada permukaan laut. Angin cenderung mendorong lapisan air di permukaan laut dalam arah gerakan angin. Tetapi karena pengaruh rotasi bumi atau pengaruh gaya *Coriolis*, arus tidak bergerak searah dengan arah angin tetapi dibelokkan ke arah kanan dari arah angin di belahan bumi utara dan arah kiri di belahan bumi selatan. Jadi angin dari selatan (di belahan bumi utara) akan membangkitkan arus yang bergerak ke arah timur laut. Arus yang dibangkitkan angin ini kecepatannya berkurang dengan bertambahnya kedalaman dan arahnya berlawanan dengan arah arus di permukaan (Azis, 2006).

Arus laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang banyak mendapat perhatian tidak hanya dalam masalah kelautan saja tetapi juga mendapat perhatian yang besar dalam masalah atmosfer khususnya yang berkaitan dengan cuaca dan iklim. Dalam masalah kelautan arus laut mempunyai peranan penting dalam sistem ekologi laut, pemanfaatan laut sebagai sarana transportasi dan usaha penanggulangan pencemaran laut (Dharma, 1994). Pola sirkulasi arus laut mempunyai peranan yang sangat penting dalam daur biota laut terutama pada tahap planktonik dan penyebaran makanan bagi biota yang hidupnya bersifat menetap di perairan tertentu. Dalam transportasi pola sirkulasi arus laut dimanfaatkan untuk mencapai suatu daerah tertentu maupun untuk mempercepat waktu pelayaran. Terhadap polutan pola sirkulasi arus laut menentukan pola penyebaran zat pencemar yang terdapat dalam kolom air (Martono, 2008).

Disamping arus laut yang bergerak di permukaan terdapat juga arus yang bergerak di lapisan dalam. Sirkulasi ini dikenal dengan nama sirkulasi "*termohaline*". Arus di lapisan dalam ini bergerak lebih lambat daripada arus permukaan, namun arus ini memainkan peranan yang penting dalam pertukaran massa air di laut. Arus yang dingin dan berat tenggelam sampai kedalaman yang cukup besar di lintang tinggi di Lautan Atlantik Utara dan bergerak 2 mil di bawah permukaan menyebar ke arah selatan melintasi ekuator : sebagai akibatnya air di lapisan dalam daerah tropik menjadi sangat dingin. Pada saat yang sama, air dingin dan berat juga tenggelam di Laut Wedlle di dekat benua Antartika dan bergerak ke arah utara sebagai air lapisan dasar (*bottom water*). Air dingin yang tenggelam inilah yang membawa oksigen jauh ke dalam laut, yang memungkinkan adanya kehidupan bahkan sampai ke dasar laut. Air daerah kutub yang tenggelam dan kemudian bergerak ke arah utara atau selatan dapat diibaratkan sebagai "paru-paru laut" karena mereka memperbaharui kandungan oksigen di lapisan dalam (Matthias *et al.*, 1994). Sirkulasi arus di lapisan dalam diperlihatkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Sirkulasi arus di lapisan dalam (Azis,2006)



## 2.2 Sampah Laut

Sampah laut (*marine debris*) merupakan materi atau benda yang dihasilkan oleh manusia dan masuk ke dalam lingkungan perairan laut yang terjadi akibat dari kurang hati-hatian manusia, kesengajaan maupun ketidaksengajaan manusia, dan akibat bencana alam yang akhirnya mencemari perairan laut (Sampah laut menjadi salah satu masalah yang sangat mengkhawatirkan dan berpotensi merusak kelestarian lingkungan laut. Berbagai macam sampah di perairan laut telah ditemukan seperti jaring laut, pembungkus makanan, puntung rokok, botol, dan banyak lainnya yang dapat memberikan dampak sangat serius bagi kehidupan biota laut, serta keselamatan manusia itu sendiri (Sheavly *et al.*, 2007).

Sampah laut (*marine Debris*) merupakan bahan padat yang diproduksi atau diproses secara langsung atau tidak langsung, sengaja atau tidak sengaja, dibuang atau ditinggalkan di dalam lingkungan laut (CSIRO, 2014). *Marine debris* pada umumnya dihasilkan dari kegiatan antropogenik, hal ini merupakan ancaman langsung terhadap habitat laut, kesehatan manusia, dan keselamatan navigasi, sehingga mengakibatkan kerugian aspek sosial-ekonomi yang serius. Penyebaran sampah laut sangat memprihatinkan yaitu 14 miliar ton sampah dibuang setiap tahun di lautan (Hetherington *et al.*, 2005).

Jenis sampah laut merupakan sesuatu yang menarik untuk diteliti sebab menimbulkan dampak yang membahayakan bagi keberlangsungan hidup organisme yang terdapat di laut, selain itu sampah laut dapat menyebarkan penyakit terhadap manusia. Sampah laut atau sering disebut dengan istilah *marine debris* didefinisikan sebagai bahan padat persisten yang diproduksi atau diproses secara langsung atau tidak langsung, sengaja atau tidak sengaja, dibuang atau ditinggalkan ke dalam lingkungan laut seperti barang-barang yang digunakan misalnya kaca atau botol

plastik, kaleng, tas, balon, karet, logam, *fiberglass*, puntung rokok, dan bahan-bahan lainnya yang berakhir di laut dan di sepanjang pantai. Selain itu alat tangkap seperti jaring, tali, kait, pelampung yang sengaja atau tidak dibuang di laut (Isman, 2016).

### 2.2.1. Karakteristik Sampah

Berdasarkan hasil yang dilakukan *marine debris survey monitoring NOAA* (2015), jenis-jenis sampah dapat dibagi ke dalam beberapa tipe atau jenis yang mewakili semua jenis sampah laut yang sering didapatkan, seperti yang disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Jenis Sampah Laut (NOAA, 2015)

No.	Jenis Sampah Laut
1.	Plastik (jala, tali, pelampung, pipet, kantong plastik, botol plastic)
2.	Logam/Metal (kaleng minuman tutup botol)
3.	Kaca (bola lampu, botol kaca)
4.	Karet

Karakteristik sampah laut juga dibagi berdasarkan ukuran dan lokasi persebarannya seperti yang dikemukakan oleh Lippiatt *et. al* (2013), ukuran sampah diklasifikasikan menjadi 5 bagian. Ukuran sampah laut, disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Ukuran Sampah Laut (Lippiatt *et al.*, 2013)

No.	Jenis	Skala
1.	Mega	>1 m
2.	Makro	>2.5 cm – 1 m
3.	Meso	>5 mm – 2.5 cm
4.	Mikro	1 $\mu$ m – 5 mm
5.	Nano	<1 $\mu$ m

Ukuran sampah diklasifikasikan menjadi 5 bagian, yaitu :

1. *Mega-debris* merupakan ukuran sampah yang panjangnya lebih dari 1 meter yang pada umumnya didapatkan diperairan lepas.
2. *Macro-debris* merupakan ukuran sampah yang panjangnya berkisar >2.5 cm sampai <1 m. Pada umumnya sampah ini ditemukan di permukaan perairan
3. *Meso-debris* merupakan sampah laut yang berukuran >5 mm sampai <2.5 cm. Sampah ini pada umumnya terdapat di permukaan perairan maupun tercampur dengan sedimen.
4. *Micro-debris* merupakan jenis sampah laut yang sangat kecil dengan ukuran >0.33 mm sampai 5.0 mm. Sampah yang berukuran seperti ini sampai mudah terbawa oleh arus, selain itu sangat berbahaya karena dapat dengan mudah masuk ke organ tubuh organisme laut seperti ikan dan kura-kura.
5. *Nano-debris* merupakan jenis sampah laut yang ukurannya <1  $\mu\text{m}$ . Sama halnya dengan *Micro-debris* sampah ini sangat berbahaya karena dapat dengan mudah masuk ke dalam organ tubuh organisme.

Bahar (1986), menyatakan karakteristik sampah terbagi atas beberapa aspek yakni:

1. *Garbage* atau sampah basah, yaitu sampah yang berasal dari sisa pengolahan, sisa pemasakan, atau sisa makanan yang telah membusuk, tetapi masih dapat digunakan sebagai bahan makanan organisme lainnya.

2. *Rubbish* atau sampah kering yaitu, sampah sisa pengolahan yang tidak mudah membusuk dan dapat pula dibagi atas dua golongan, yaitu:
  - a. Sampah yang tidak mudah membusuk tetapi mudah terbakar.
  - b. Sampah yang tidak mudah membusuk dan tidak mudah terbakar.
3. *Ashes*, yaitu berbagai jenis abu/arang yang berasal dari kegiatan pembakaran.
4. *Dead animal*, yaitu sampah yang berasal dari bangkai hewan.
5. *Street sweeping*, yaitu sampah atau kotoran yang berserakan di sepanjang jalan.
6. *Industrial waste*, merupakan sampah berasal dari kegiatan industri; sampah jenis ini biasanya lebih homogen bila dibandingkan dengan sampah jenis lainnya.
7. *Household refuse* atau sampah rumah tangga, yaitu sampah campuran yang terdiri dari *garbage*, *rubbish*, *ashes* yang berasal dari daerah perumahan.
8. *Abandoned vehicles*, adalah sampah yang berasal dari bangkai-bangkai mobil, truk dan kereta api.

### 2.2.2 Sumber Sampah di Laut

Sampah-sampah di laut berasal dari berbagai macam sumber serta kegiatan manusia yang menghasilkan sampah, dan akhirnya memasuki lingkungan laut atau perairan. Menurut Notoatmodjo (2011), sumber-sumber sampah berasal dari beberapa aktivitas antropogenik yaitu:

1. Sampah yang berasal dari pemukiman Sampah ini terdiri dari bahan-bahan padat sebagai hasil kegiatan rumah tangga yang sudah dipakai dan

dibuang, seperti sisa-sisa makanan baik yang sudah dimasak atau belum, bekas pembungkus baik kertas, plastik, daun, dan sebagainya, pakaian-pakaian bekas, bahan-bahan bacaan, perabot rumah tangga, daun-daunan dari kebun atau taman.

2. Sampah yang berasal dari tempat-tempat umum Sampah yang berasal dari tempat-tempat umum seperti pasar, tempattempat hiburan, terminal bus, stasiun kereta api, dan sebagainya. Sampah ini berupa kertas, plastik, botol, daun, dan sebagainya.
3. Sampah yang berasal dari perkantoran Sampah ini dari perkantoran baik perkantoran pendidikan, perdagangan, departemen, perusahaan, dan sebagainya. Sampah ini berupa kertas-kertas, plastik, karbon, klip dan sebagainya. Umumnya sampah ini bersifat anorganik, dan mudah terbakar
4. Sampah yang berasal dari jalan raya sampah ini berasal dari pembersihan jalan, yang umumnya terdiri dari kertas-kertas, kardus-kardus, batu-batuan, pasir, sobekan ban, onderdil-onderdil kendaraan yang jatuh, daun-daunan, plastik, dan sebagainya.
5. Sampah yang berasal dari industri sampah ini berasal dari kawasan industri, termasuk sampah yang berasal dari pembangunan industri, dan segala sampah yang berasal dari proses produksi, misalnya sampah-sampah pengepakan barang, logam, plastik, kayu.
6. Sampah yang berasal dari pertanian/perkebunan sampah ini sebagai hasil dari perkebunan atau pertanian misalnya jerami, sisa sayur-mayur, batang padi, batang jagung, ranting kayu yang patah, dan sebagainya.
7. Sampah yang berasal dari pertambangan Sampah ini berasal dari daerah pertambangan, dan jenisnya tergantung dari jenis usaha pertambangan itu

sendiri, misalnya batu-batuan, tanah/cadas, pasir, sisa-sisa pembakaran, dan sebagainya.

8. Sampah yang berasal dari peternakan dan perikanan berupa kotoran-kotoran ternak, sisa-sisa makanan, bangkai binatang, dan sebagainya.

### 2.2.3 Jenis-Jenis Sampah di Laut

Menurut *United States Agency for International Development/USAID* (2011), setiap hari manusia menghasilkan sampah yang jenisnya tergantung dari aktivitasnya. Adapun jenis-jenis sampah terbagi menjadi:

1. Sampah organik atau sampah yang mudah busuk Sampah organik atau sering disebut sampah basah adalah jenis sampah yang berasal dari jasad hidup sehingga mudah membusuk dan dapat hancur secara alami. Contohnya adalah sayuran, daging, ikan, nasi, dan potongan rumput/daun/ranting dari kebun. Kehidupan manusia tidak dapat lepas dari sampah organik setiap harinya. Pembusukan sampah organik terjadi karena proses biokimia akibat penguraian materi organik sampah itu sendiri oleh mikroorganisme (makhluk hidup yang sangat kecil) dengan dukungan faktor lain yang terdapat di lingkungan.
2. Sampah non organik atau sampah yang tidak mudah busuk Sampah non-organik atau sampah kering atau sampah yang tidak mudah busuk adalah sampah yang tersusun dari senyawa non-organik yang berasal dari sumber daya alam tidak terbaharui seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Contohnya adalah botol gelas, plastik, tas plastik, kaleng, dan logam. Sebagian sampah non-organik tidak dapat diuraikan oleh alam sama sekali, dan sebagian lain dapat diuraikan

dalam waktu yang sangat lama. Mengolah sampah non-organik erat hubungannya dengan penghematan sumber daya alam yang digunakan untuk membuat bahan-bahan tersebut dan pengurangan polusi akibat proses produksinya di dalam pabrik. Menurut Renwarin *et. al* (2002), sampah organik merupakan kelompok limbah yang terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan. Limbah jenis ini dihasilkan oleh kegiatan manusia yang berupa kegiatan pertanian, perikanan atau yang lain. Sampah ini dengan mudah diuraikan dalam proses alami. Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik. Termasuk sampah organik, misalnya sampah dari dapur, sisa tepung, sayuran, kulit buah dan daun. Sumber daya alam tak terbarui seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Beberapa dari bahan ini tidak terdapat di alam seperti plastik dan aluminium. Sebagian zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat diuraikan oleh alam, sedangkan sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga, misalnya berupa botol kaca, botol plastik, tas plastik, dan kaleng. Kertas, koran, dan karton merupakan perkecualian. Berdasarkan asalnya, kertas, koran, dan karton termasuk sampah organik. Tetapi karena kertas, karton dan koran dapat didaur ulang seperti sampah anorganik lain (misalnya gelas, kaleng, dan plastik), maka dimasukkan ke dalam kelompok sampah anorganik.

#### **2.2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Volume Timbunan Sampah**

Sistem pengelolaan sampah terpadu adalah sistem manajemen yang mengintegrasikan aspek perencanaan pengelolaan sampah dengan berbagai bidang.

Perencanaan pembangunan perkotaan mempertimbangkan semua aspek terkait, seperti aspek ekonomi, lingkungan, sosial, keuangan, dan aspek teknis. Selain itu, memberi peluang bagi semua pemegang kepentingan yang terlibat dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan (Damanhuri, 2007).

Jumlah sampah yang meningkat berkaitan dengan perubahan jumlah populasi, tingkat urbanisasi, dan kekayaan (pendapatan per kapita). Rata-rata peningkatan jumlah sampah dapat berkorelasi dengan macam-macam indikator, yaitu kekayaan termasuk *Gross Domestic Product* (GDP) per kapita, konsumsi energi, dan konsumsi masing-masing individu per-kapita. Peningkatan populasi, kemakmuran, dan urbanisasi, di beberapa negara merupakan sebuah tantangan. Semakin tinggi peningkatan tersebut, semakin banyak sampah yang dihasilkan. Tantangannya adalah dalam proses mengumpulkan, mendaur ulang, dan mengatur kualitas dan kuantitas sampah yang dihasilkan (Bogner *et al.*, 2007).

### **2.2.5 Pengelolaan Sampah**

Pengelolaan sampah adalah pengumpulan, pemrosesan, pendaurulangan, atau pembuangan dari material sampah. Kalimat ini biasanya mengacu pada material sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia, dan biasanya dikelola untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan, lingkungan, atau keindahan. Pengelolaan sampah juga dilakukan untuk memulihkan sumber daya alam. Pengelolaan sampah bisa melibatkan zat padat, cair, gas, atau radio aktif dengan metode dan keahlian khusus untuk masing-masing jenis zat.

Praktik pengelolaan sampah berbeda-beda antara negara maju dan negara berkembang, berbeda juga antara daerah perkotaan dan pedesaan, berbeda juga antara daerah perumahan dengan daerah industri (Subarna, 2014). Pengelolaan



sampah yang tidak berbahaya dari pemukiman dan 27 institusi di area metropolitan biasanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah, sedangkan untuk sampah dari area komersial dan industri biasanya ditangani oleh perusahaan pengelola sampah. Metode pengelolaan sampah berbeda-beda tergantung banyak hal, di antaranya tipe zat sampah, tanah yang digunakan untuk mengolah dan ketersediaan area. Berdasarkan potret pengelolaan sampah yang ada sekarang ini, beberapa indikasi permasalahan muncul yang disebabkan oleh:

1. Sampah yang bercampur antara sampah basah dan sampah kering, sehingga sangat sulit untuk dimanfaatkan kembali. Meskipun sampah basah bisa dibuat kompos, tetapi jika tercampur dengan sampah berbahaya seperti batu baterai, pembalut wanita, atau jenis-jenis kimia lainnya maka kualitas kompos yang di hasilkan akan rendah.
2. Akibat tidak adanya partisipasi penduduk maka petugas kebersihan yang dikerahkan oleh pemerintah kota menjadi tidak berimbang antara jumlah petugas dengan jumlah sampah yang harus ditangani.
3. Kapasitas TPA yang terbatas, jumlah sampah setiap hari terus menerus masuk ke TPA, hanya sebagian kecil saja yang dapat direduksi oleh pemulung. Pada suatu saat TPA tidak sanggup lagi menampung sampah kota yang dibuang oleh masyarakat. Ketika TPA tidak beroperasi dalam beberapa hari saja, maka sampah kota akan menumpuk dan tersebar dimana-mana.
4. Biaya operasional pengangkutan sampah dari TPS menuju TPA yang terus menerus meningkat seiring dengan kenaikan harga bahan bakar 28 dan ditambah lagi perlunya biaya operasional untuk merawat armada armada pengangkut sampah.

5. Tidak ada masyarakat yang mau jika lingkungannya dijadikan sebagai tempat pembuangan sampah. Ditambah lagi era otonomi daerah kesulitan mencari lahan di luar wilayah administrasinya.

UU No.18 Tahun 2008, menekankan bahwa prioritas utama yang harus dilakukan oleh semua pihak adalah bagaimana agar mengurangi sampah semaksimal mungkin. Ada tiga cara mudah dan aman untuk mengatasi masalah sampah. Cara ini dikenal dengan prinsip 3R, yaitu *reduce* (kurangi), *reuse* (gunakan kembali), dan *recycle* (daur ulang). Prinsip 3R ini bisa menjadi pedoman sederhana untuk membantu kita dalam mengurangi sampah dirumah (Suryati, 2009).

1. *Reduce* (Mengurangi) Sebisa mungkin kita mengurangi penggunaan barang, antara lain menghindari pembelian barang yang berpotensi menghasilkan banyak sampah, menghindari barang sekali pakai, menggunakan produk yang bisa diisi ulang (*refill*), atau mengurangi pemakaian kantong plastik dengan membaw atas sendiri saat belanja.
2. *Reuse* (Penggunaan Kembali) Barang yang dianggap sampah dari kegiatan pertama, sebenarnya bisa berguna untuk kegiatan berikutnya, baik untuk fungsi yang sama maupun beda. Misalnya, menggunakan kembali kertas bekas untuk membungkus kado atau membuat amplop, hal ini dapat 29 memperpanjang umur dan waktu pemakaian barang sebelum ke tempat sampah.
3. *Recycle* (Mendaur Ulang) Usaha ini dilakukan untuk mengubah barang bekas menjadi benda lain yang lebih berguna dan layak pakai. Misalnya mengubah botol, gelas plastik, dan kaleng biskuit menjadi vas bunga, mengubah kotoran hewan menjadi pupuk kompos. Mengubah sampah

menjadi material yang memiliki nilai ekonomis atau mengolah sampah agar menjadi material yang tidak membahayakan bagi lingkungan.

Program 3R adalah dasar utama dalam pengelolaan sampah, yang mempunyai sasaran utama minimalisasi limbah yang harus dikelola dengan berbagai upaya agar limbah yang akan dilepas ke lingkungan, baik melalui tahapan pengolahan maupun melalui tahap pengurangan terlebih dahulu, akan menjadi sesedikit mungkin dan dengan tingkat bahaya sesedikit mungkin. Pemerintah bertanggung jawab dalam pengumpulan ulang dan pembuangan sampah dari pemukiman secara mamadai. Namun karena terdapat hal lain yang harus diprioritaskan dalam pembangunan di daerah serta kurangnya dana penunjang untuk operasionalisasi pengelolaan persampahan, menjadikan pada beberapa daerah kegiatan pengelolaan sampah ini tidak seperti yang diharapkan. Hal ini makin diperkuat dengan belum di terapkannya prinsip bahwa yang mengkonsumsi barang harus mengelola sampah dari barang tersebut.

Beberapa kondisi umum yang terjadi dalam pelaksanaan pengelolaan sampah perkotaan selama ini, di mana sampah rumah tangga oleh masyarakat dikumpulkan dan dibuang ke sebuah tempat pembuangan yang disediakan oleh pemerintah. Keberadaan sampah dalam jumlah yang banyak jika tidak dikelola secara baik dan benar, maka akan menimbulkan gangguan dan dampak terhadap lingkungan, baik dampak komponen fisik kimia, biologi, sosial ekonomi, budaya, dan kesehatan lingkungan (Subarna, 2014).

### **2.3 Faktor Fisik Oseanografi**

Nybakken (1992), menyatakan bahwa oseanografi ialah suatu disiplin ilmu yang mengkhususkan diri dalam pengkajian segala aspek fisika, kimia, geologi, dan

biologi di laut. Distribusi sampah laut dapat terjadi di perairan dikarenakan adanya faktor fisik yang membawa sampah dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Terdapat beberapa faktor fisik oseanografi yang berperan dalam distribusi sampah di perairan, sehingga menimbulkan terakumulasinya sampah tersebut pada suatu tempat. Arus, gelombang dan pasang surut merupakan parameter yang berpengaruh dalam fenomena ini (Isman, 2016).

### 2.3.2. Pasang Surut

Pasang surut yang disingkat dengan pasut adalah gerakan naik turunnya muka air laut secara berirama yang disebabkan oleh gaya tarik-menarik bulan dan matahari. Matahari mempunyai massa 27 kali lebih besar dari massa bulan, tetapi jaraknya pun sangat jauh dari bumi (rata-rata 149,6 juta km). Dalam mekanika alam semesta, jarak menentukan daripada massa. Oleh karena itulah, bulan mempunyai peranan yang lebih besar dari matahari dalam menentukan pasang surut (Nontji, 1987). Menurut Hutabarat *et. al* (1984), jenis dan sifat pasang surut yang terjadi di permukaan bumi sangat bervariasi. Hal ini disebabkan karena faktor topografi yang sangat bervariasi, terutama di daerah kepulauan dengan selat selat sempit dan terjal akan nampak suatu pasang surut yang berbeda di laut lepas. Dengan demikian dapat dikenal tiga tipe pasang surut yaitu :

- a. Diurnal *Tide*, yaitu pasang surut tunggal terjadi apabila dalam waktu 24 jam terjadi dua kali air tinggi dan sekali air rendah.
- b. Semi Diurnal *Tide*, yaitu pasang surut ganda yang terjadi apabila dalam waktu 24 jam terjadi dua kali air tinggi dan dua kali air rendah.
- c. *Mixed Tide*, yaitu pasang surut campuran yang terjadi apabila dalam waktu 24 jam terdapat kedudukan air tinggi dan rendah tidak teratur.

Tipe pasang surut dapat ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap harinya. Suatu perairan mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari, frekuensi tersebut dikatakan bertipe pasang surut harian tunggal (*diurnal tides*), namun jika terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, maka tipe pasang surutnya disebut tipe harian ganda (*semi diurnal tides*). Tipe pasang surut lainnya merupakan peralihan antara tipe tunggal dan ganda disebut dengan tipe campuran (*mixed tides*) dan tipe pasang surut ini digolongkan menjadi dua bagian yaitu tipe campuran dominasi ganda dan tipe campuran dominasi tunggal. Selain dengan melihat data pasang surut yang diplot dalam bentuk grafik, tipe pasang surut juga dapat ditentukan berdasarkan bilangan *formzahl* (F). Karena sifat pasang surut yang periodik, maka pasang surut dapat diramalkan. Untuk meramalkan pasang surut, diperlukan data amplitudo dan beda fase dari masing-masing komponen pembangkit pasang surut. Komponen komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian (Suhaemi *et al.*, 2018).

### 2.3.3 Angin

Angin merupakan sumber energy utama dinamika perairan laut terutama di lapisan permukaan. Transfer energi dari angin permukaan ke laut akan menyebabkan terjadinya gelombang laut dan arus permukaan laut. Wilayah Indonesia merupakan daerah yang berada di wilayah tropis dan dilintasi garis khatulistiwa. Gerak semu matahari, yang melintasi khatulistiwa menyebabkan Indonesia mengalami dua musim yang berbeda yaitu Musim Barat dan Musim Timur ( Hutabarat, 2006 ). Musim Barat terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari. Sedangkan Musim Timur terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Angin

yang bertiup di Indonesia dipengaruhi oleh musim sehingga sistem angin ini disebut angin Musim atau angin Muson.

McPhaden dan Hayes (1991) menyatakan bahwa pergerakan angin akan mempengaruhi karakteristik massa air di laut. Terjadinya perubahan arah arus permukaan salah satu pengaruh dari angin. Pergerakan angin yang kencang juga dapat mempengaruhi terjadinya pencampuran massa air pada lapisan atas yang mengakibatkan sebaran suhu menjadi homogeny. Sistem angin Muson berpengaruh terhadap fluktuasi karakteristik perairan seperti angin, arus, serta sebaran suhu. Angin muson merupakan pola angin yang berhembus secara periodik (minimal 3 bulan). Satu periode dengan periode lain memiliki pola angin yang berlawanan dan berganti arah secara berlawanan setiap setengah tahun.

Menurut Triadmojo (1999) Angin Muson dibagi menjadi 2, yaitu angin muson Barat dan angin muson Timur. Angin muson Barat terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari, dan maksimal pada bulan Januari. Angin muson Timur terjadi pada bulan Juni, Juli dan Agustus, dan maksimal pada bulan Juli. Disamping itu terdapat masa peralihan yakni masa perubahan dari angin muson Barat ke angin muson Timur atau sebaliknya. Musim Peralihan I biasanya bertiup antara bulan Maret, April, dan Mei. Musim peralihan II biasanya bertiup antara bulan September, Oktober, dan November.

#### **2.4 Teluk Banten**

Teluk Banten merupakan perairan yang terdapat di sebelah barat Pulau Jawa di bagian Utara Kota Serang. Teluk Banten dengan kedalaman antara 2 - 20 m mempunyai 12 pulau besar dan kecil. Pulau-pulau tersebut terdiri dari Pulau Panjang. Pulau Panjang merupakan pulau terbesar dan berpenduduk. Terdapat 7

Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bermuara di teluk ini yaitu sungai Cibanten, Cikamayang, Ciujung lama, Cikranjung, Cilengkong, Ciujung dan Ciluncing. Teluk Banten merupakan bagian dari Laut Jawa dan luas wilayah permukaan totalnya 150 km<sup>2</sup> dan kedalaman rata-ratanya 7 m. Selain itu Teluk Banten juga termasuk ke dalam perairan semi tertutup (Supendi *et al.*, 2014).

Arus laut di Teluk Banten pada musim kemarau (Juli 2010) berkisar antara 0,052 - 0,368 m/s dengan arah arus maksimum ke Barat Laut (Mustikasari *et al.*, 2012). Berdasarkan pemodelan pada musim peralihan dari musim kemarau ke musim hujan berkisar antara 0 - 0,41 m/s dengan dominan tenaga pembangkit arus adalah pasang surut (Wisha *et al.*, 2015). Arus permukaan pada bulan Oktober pada saat memasuki musim barat menunjukkan rata-rata kecepatan yang cukup rendah yaitu 0,014 m/s ke arah timur laut (Satriadi, 2013). Pergerakan arus yang terjadi di Teluk Banten umumnya dibangkitkan oleh tenaga pasang surut juga angin untuk arus permukaan. Saat pasang atau surut kecepatan arus dapat bertambah sehingga sedimen yang telah terendapkan dapat berpindah ke tempat lain karena erosi dan sedimentasi (Triatmodjo, 1999).

Perairan Teluk Banten terletak di pantai utara Pulau Jawa dan di sebelah tepi timur Teluk Jakarta. Kondisi oseanografi perairan ini sangat banyak di pengaruhi sungai-sungai yang bermuara ke perairan ini. Kedalam perairan Teluk Banten yang kurang dari 50 meter sangat tergantung dari kondisi musim yang berkembang. Kondisi musim tersebut dapat berpengaruh terhadap seluruh perairan tersebut sehingga memiliki sifat fisik dan kimia yang hamper sama. Kondisi musim juga dapat mempengaruhi proses *upwelling* yang terjadi terutama pada musim timur (Wyrтки, 1987).

## 2.5 Persamaan Modul *Hydrodynamic* (HD)

MIKE 21 *Hydrodynamic* (HD) *module* adalah model matematik yang digunakan untuk menghitung perilaku hidrodinamika fluida terhadap berbagai fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan pada syarat batas model terbuka. Modul HD ini mensimulasikan perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, estuari dan pantai. Parameter yang termasuk di dalamnya, yaitu:

- *Bottom shear stress*
- *Wind shear stress*
- *Barometric pressure gradients*
- *Coriolis force*
- *Momentum dispersion*
- *Sources and sinks*
- *Evaporation*
- *Flooding and drying*
- *Wave radiation stresses*

Model HD ini mensimulasikan aliran model dua dimensi dalam fluida satu lapisan (secara vertikal homogen). Persamaan berikut, konservasi massa dan momentum, menggambarkan aliran dan perbedaan muka air:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \dots\dots\dots (1)$$

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

$$\frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \dots\dots\dots (2)$$



$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

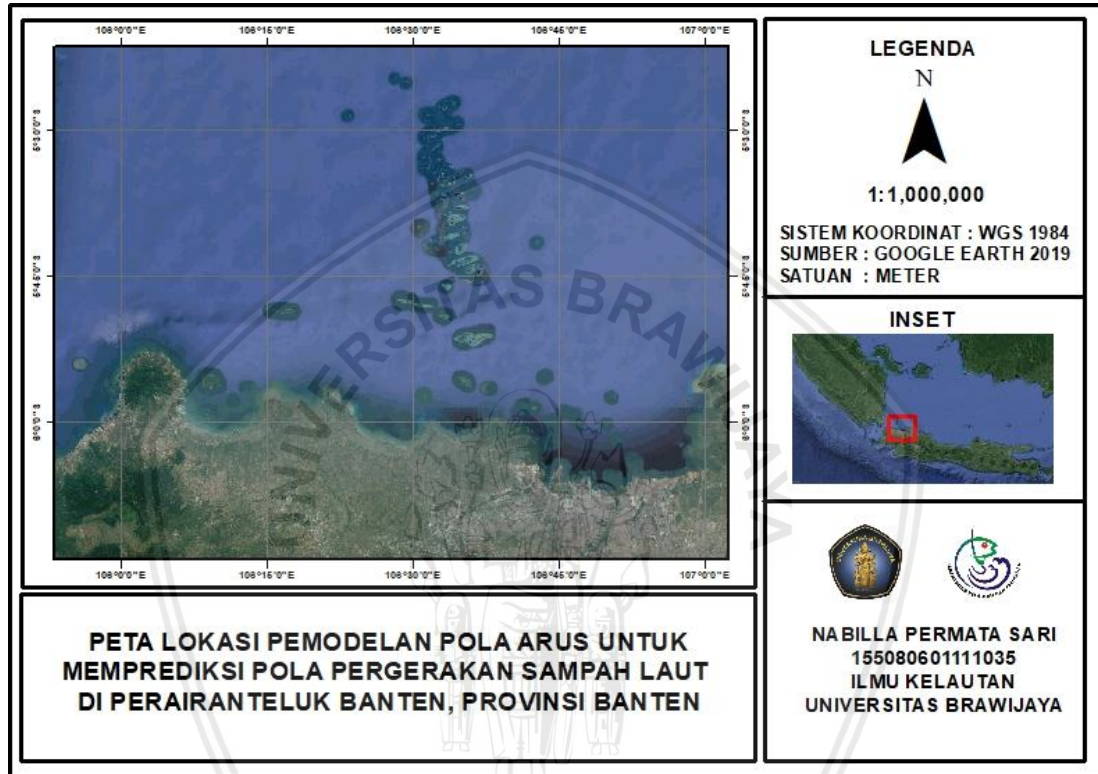
- h(x, y, t) : Kedalaman (=ζ-d,m)
- d(x, y, t) : Variasi waktu terhadap kedalaman (m)
- ζ(x, y, t) : Ketinggian permukaan (m)
- ρ, q(x, y, t) : Kepadatan fluks pada arah x dan y (m<sup>3</sup>/s/m) = (uh,vh); (u,v) = pada kedalaman dan kecepatan rata-rata di arah x dan y.
- C(x, y) : Hambatan Chezy (m<sup>1/2</sup>/s)
- g : Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)
- f(V) : Faktor gesekan angin
- V, Vx, Vy(x, y, t) : Komponen kecepatan angina di arah x dan y (m/s)
- Ω(x, y) : Parameter coriolis tergantung lintang (s<sup>-1</sup>)
- pa(x, y, t) : Tekanan atmosfer (kg/m<sup>2</sup>)
- ρw : Densitas air (kg/m<sup>3</sup>)
- x, y : Koordinat ruang (m)
- t : Waktu (s)
- τ<sub>xx</sub>, τ<sub>xy</sub>, τ<sub>yy</sub> : Komponen tegangan geser efektif

### BAB 3. METODOLOGI

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung pada bulan Maret 2019 di wilayah Teluk Banten.

Adapun peta lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Personal Computer (PC)	HP	Hardware pengolahan data
2	Aplikasi MIKE 21	21	Software pengolahan

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
			data <i>hydrodynamic</i> dan <i>particle tracking module</i>
3	Aplikasi <i>Microsoft Excel</i>	2010	<i>Software</i> pengolahan data dalam angka
4	Aplikasi <i>Microsoft Word</i>	2010	<i>Software</i> penyusunan laporan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut.

**Tabel 4.** Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Data Batimetri	Pusriskel	Data kedalaman perairan
2	Data Arus	Pusriskel	Data yang digunakan untuk penelitian arus
3	Data Pasang Surut	Pusriskel	Data elevasi muka air
4	Data Sampah	Pusriskel	Data utama penelitian

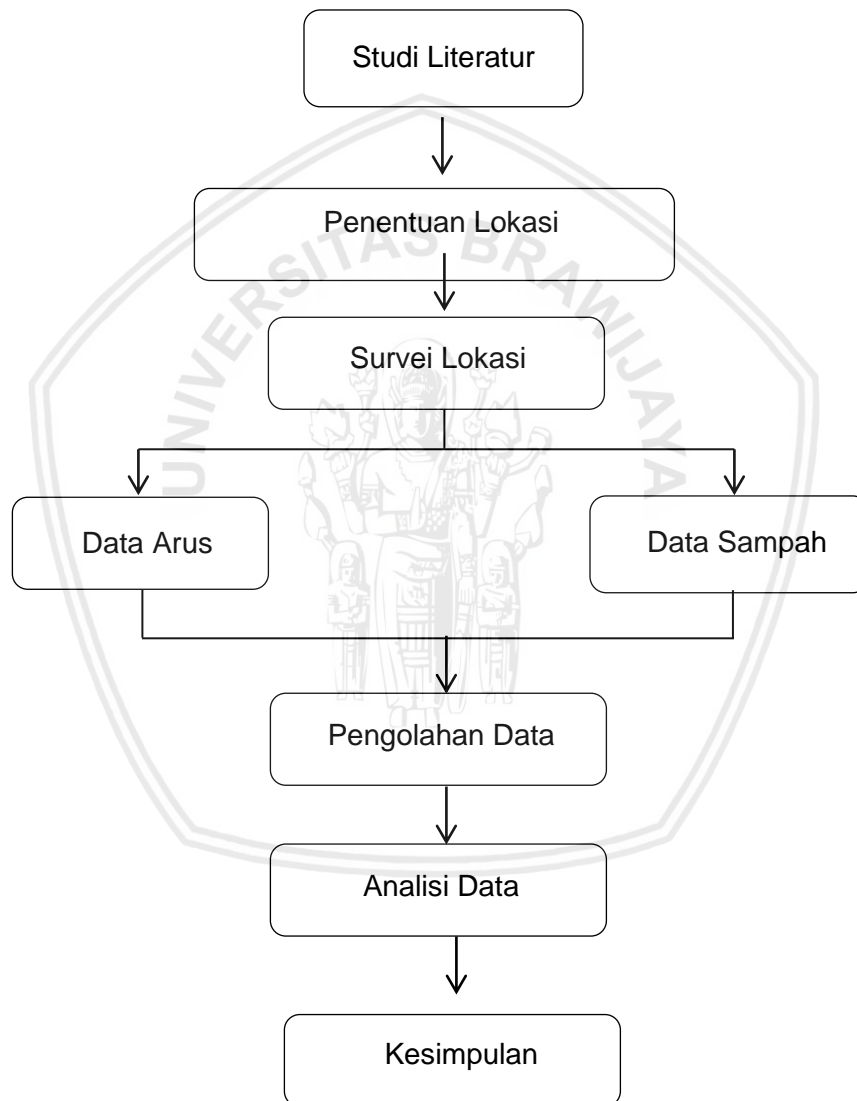
### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah meneliti suatu kondisi di alam dengan interpretasi menggunakan pemodelan hidrodinamika secara sistematis, sederhana, dan cepat. Tujuannya adalah untuk membuat deskripsi atau gambaran faktual dan akurat mengenai fakta-fakta serta hubungan fenomena-fenomena yang diamati (Nasir, 1983). Data yang diolah dalam penelitian ini bersumber dari data sekunder yaitu data yang diperoleh dari Pusat Riset Kelautan. Data tersebut diantaranya data batimetri yang diambil dari BIG (Badan Informasi Geospasial), data prediksi pasang surut langsung *software* MIKE 21, data angin ECMWF dan *software* MIKE 21 serta data yang sampah yang

digunakan dalam penelitian merupakan data yang diperoleh dari Pusat Riset Kelautan.

### 3.4 Skema Penelitian

Skema kerja yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, penentuan lokasi penelitian, pengolahan data gelombang, hingga analisis data hasil pengolahan. Untuk jelasnya, skema penelitian dapat dilihat seperti Gambar 3.



**Gambar 3.** Skema Penelitian

Tahap persiapan dalam penelitian ini meliputi studi literature yang erat kaitannya dengan penentuan judul penelitian, penentuan metode yang akan digunakan untuk penelitian, penentuan lokasi penelitian, serta alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian. Studi literatur digunakan untuk menemukan variable-variabel yang akan diteliti dan menentukan makna dan hubungan antar variable sehingga dapat mempermudah peneliti.

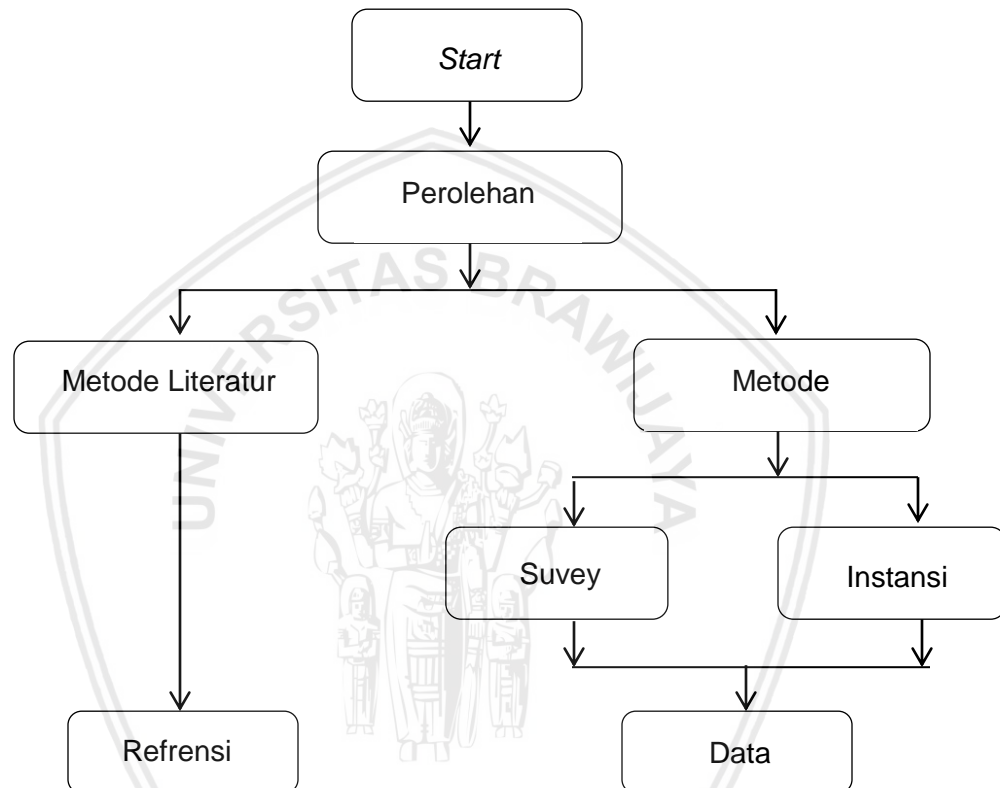
### **3.4.1 Metode Pengumpulan Data**

Dalam proses perencanaan diperlukan suatu analisis yang sangat teliti. Semakin rumit permasalahan yang dihadapi maka semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Untuk mendapatkan suatu analisis yang baik dan benar, maka diperlukan data/informasi dan teori konsep dasar serta alat bantu yang memadai, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan.

Adapun metode pengumpulan data yang penyusun lakukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah dengan cara:

1. Metode literatur, yaitu suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara mengumpulkan data yang sudah ada atau data didapat dari pihak lain.
2. Metode wawancara, yaitu suatu metode percakapan dengan maksud tertentu. Percakapan itu dilakukan oleh dua pihak, yaitu pewawancara (interviewer) yang mengajukan pertanyaan dan terwawancara (interviewee) yang memberikan jawaban atas pertanyaan itu. Wawancara kualitatif dilakukan bila peneliti bermaksud untuk memperoleh pengetahuan tentang makna subyektif yang dipahami individu berkenaan dengan 37able yang diteliti dan bermaksud melakukan eksplorasi terhadap isu tersebut.

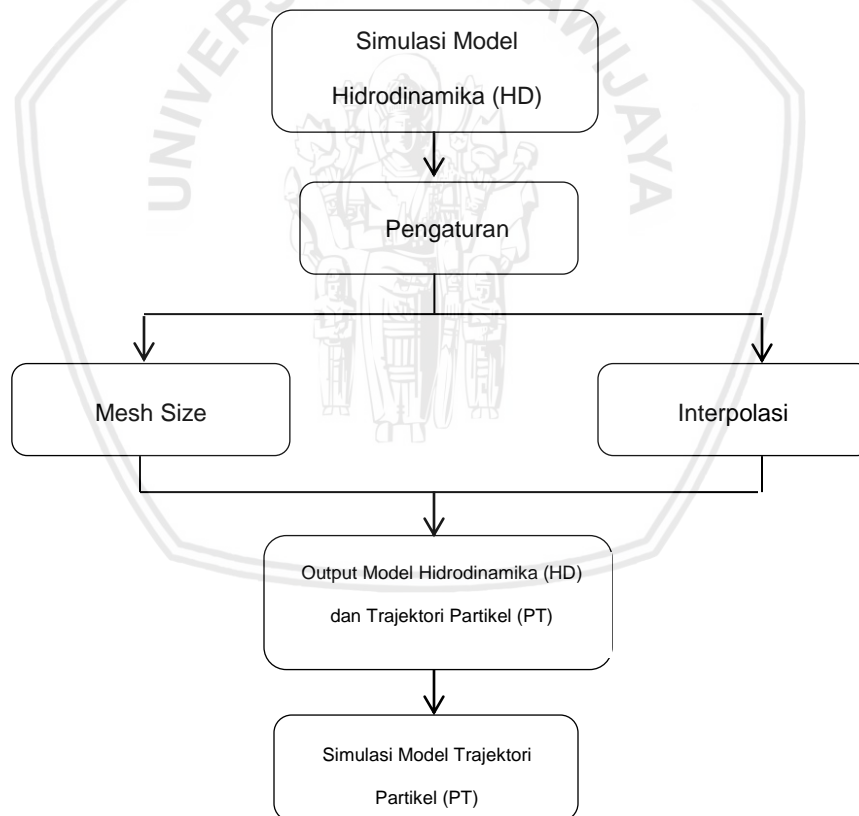
3. Metode observasi, yaitu suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara melakukan survey langsung ke lokasi. Hal ini sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi lokasi yang sebenarnya, sehingga dapat menerapkan asumsi-asumsi pendekatan yang sesuai dengan hasil survey dan peninjauan langsung ke lapangan.



**Gambar 4.** Diagram Tahap Perolehan Data

### 3.4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *software* MIKE 21. Metode penelitian yang utama dalam penelitian ini adalah pemodelan Hidrodinamika 2 Dimensi dengan. Model hidrodinamika Mike 21 flow model (Mike 21 HD) merupakan sebuah sistem model numerik yang mensimulasikan level muka air dan alirannya di estuary dan area pantai. Proses pemodelan dilakukan dengan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam simulasi model. Data-data yang dibutuhkan diantaranya peta batimetri, data angin, dan data pasang surut. Data-data tersebut diinput dalam pemodelan.



**Gambar 5.** Diagram Alir Pemodelan

### 3.4.3 Analisis Data

Data yang telah diolah dengan MIKE 21 *Flow Model*, selanjutnya dianalisis menggunakan metode deskriptif. Dimana metode ini secara langsung menggambarkan fakta-fakta atau fenomena-fenomena yang terjadi pada hasil model, sehingga kita dapat menghubungkan dan membandingkan antara satu dengan lainnya.





## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.2 Profil Wilayah Kajian

Secara administrasi daerah penelitian termasuk dalam Kabupaten Serang, Propinsi Banten. Secara geografis Kabupaten Serang terletak pada koordinat  $5^{\circ}53'00''$  –  $6^{\circ}00'00''$  LS dan  $106^{\circ}13'00''$  –  $106^{\circ}23'00''$  BT. Daerah pontang berada pada posisi  $106,0935^{\circ}$ BT –  $106,433^{\circ}$ BT dan  $6,037^{\circ}$ LS –  $5,9072^{\circ}$ LS. Perairan pesisir Desa Lontar terletak di Kecamatan Tirtayasa, Banten. Teluk Banten di Utara Kota Serang, Banten, menampung berbagai muatan sedimen dari 7 (tujuh) sungai yang bermuara di teluk ini. Peranan Provinsi Banten sebagai daerah yang kaya akan sumberdaya alam dapat dilihat dari luas wilayah  $8.800,83 \text{ km}^2$  dan panjang garis pantai  $517,42 \text{ km}$ . Provinsi Banten tersebut didukung dengan 6 Kabupaten/Kota pesisir, Kecamatan pesisir sebanyak 35 buah. Terdapat desa pesisir sebanyak 123 buah serta pulau-pulau kecil sebanyak 61 buah (Mustahal *et al.*, 2013).

Perairan Teluk Banten terletak di Kabupaten Serang Provinsi Banten pada posisi geografis  $05^{\circ} 49'45''$ – $06^{\circ} 02'00''$  LS dan  $106^{\circ} 03'00''$ – $106^{\circ} 16'00''$  BT, dibatasi oleh Tanjung Piatu di sebelah barat dan Tanjung Pontang di sebelah timur. Teluk ini berada  $60 \text{ km}$  sebelah barat kota Jakarta dengan panjang pantai  $22 \text{ km}$  dan luasnya kira-kira  $150 \text{ km}^2$ . Teluk Banten merupakan perairan dangkal dengan substrat umumnya adalah lumpur berpasir. Variasi kedalaman teluk ini mulai  $0,2$  –  $9$  meter (Sari 2012). Beberapa aliran sungai kecil yang bermuara di Teluk Banten, antara lain Sungai Cibeureun, Sungai Cibanten dan Sungai Cikadueun (Mufidah, 2003). Panjang pantai di Kabupaten Serang diketahui sekitar  $\pm 83 \text{ km}$  yang bermula dari pantai Barat Cinangka, Anyer sampai Pantai Utara Kecamatan Tanara yang memiliki kekayaan alam Pesisir dan Laut yang tinggi. Di wilayah ini terdapat sebanyak 15

pulau-pulau kecil, padang lamun seluas 366,9 Ha serta hutan Mangrove seluas 300 Ha dan juga kekayaan ikan yang sampai sekarang masih menjadi unggulan masyarakat Kabupaten Serang.

Salah satu wilayah pesisir yang dimiliki oleh Kabupaten Serang adalah kawasan Teluk Banten. Sebagai kawasan teluk (perairan semi tertutup menjorok daratan, yang berada di bagian hilir sungai dan masih berhubungan dengan laut), Teluk Banten memiliki kekayaan alam yang tinggi. Selain itu dengan kekayaan alamnya Teluk Banten menjadi lokasi yang menarik untuk dimanfaatkan berbagai aktifitas seperti: Industri, alur pelayaran, penambangan pasir laut, pelabuhan, pariwisata, budidaya ikan penangkapan ikan dan lain-lain. Pemanfaatan yang dilakukan di sekitar Teluk Banten memiliki pengaruh bagi Teluk Banten itu sendiri terutama pembuangan limbah yang dilakukan oleh kawasan pemukiman padat yang belum mempunyai tempat pembuangan akhir untuk limbah yang dihasilkan sehingga membuangnya langsung ke pinggir sungai yang akan bermuara di Teluk Banten (Gambar 5).



**Gambar 6.** Kondisi di Lokasi Penelitian

#### 4.3 Hasil Pemodelan

Hasil dari pemodelan ini menggunakan beberapa parameter oseanografi sebagai data model numerik yang di input. Batimetri sebagai parameter oseanografi

yang digunakan untuk profil kedalaman perairan teluk banten dan perairan disekitar Kepulauan Seribu, Arus sebagai parameter penggerak partikel sampah laut, 43able43 sebagai pembangkit gelombang dan arus permukaan, dan pasang surut sebagai parameter yang mempengaruhi model. Data yang digunakan sebagai input model 43able43i salah satunya data 43able43 yang bersumber dari ECMWF.

#### 4.3.1 Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut menggunakan metode *admiralty* menghasilkan nilai komponen 43able43ic pasang surut yaitu S0, M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, dan MS4. Data komponen harmonik tersebut dapat digunakan untuk menentukan tipe pasang surutnya. Data komponen harmonik Teluk Banten Agustus 2018 disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut:

**Tabel 5.** Komponen Teluk Banten Agustus 2018

	<b>M2</b>	<b>S2</b>	<b>K1</b>	<b>O1</b>
<b>A (Cm)</b>	0.074	0.076	0.317	0.097
<b>G</b>	-137	-87	299	372

Berdasarkan hasil komponen pasang surut diatas yang tertera pada Tabel 4, didapatkan nilai formzahl dari Teluk Banten Bulan Agustus 2018 sebesar 2.754164 . Hal tersebut didapatkan dari hasil perhitungan :

$$F = \frac{O1 + K1}{M2 + S2} = \frac{0.097 + 0.317}{0.074 + 0.076} = 2.754164$$

Nilai Formzahl yang didapatkan dari hasil perhitungan komponen pasang surut Teluk Banten bulan Agustus 2018 dengan menggunakan metode tabel admiralty 2.754164. Berdasarkan hasil pola pasang surut model menggunakan metode *admiralty* diketahui bahwa pola pasang surut Teluk Banten adalah campuran

cenderung harian tunggal karena  $1.5 < F < 3.0$  yang artinya terjadi 2x pasang dan 1x surut.

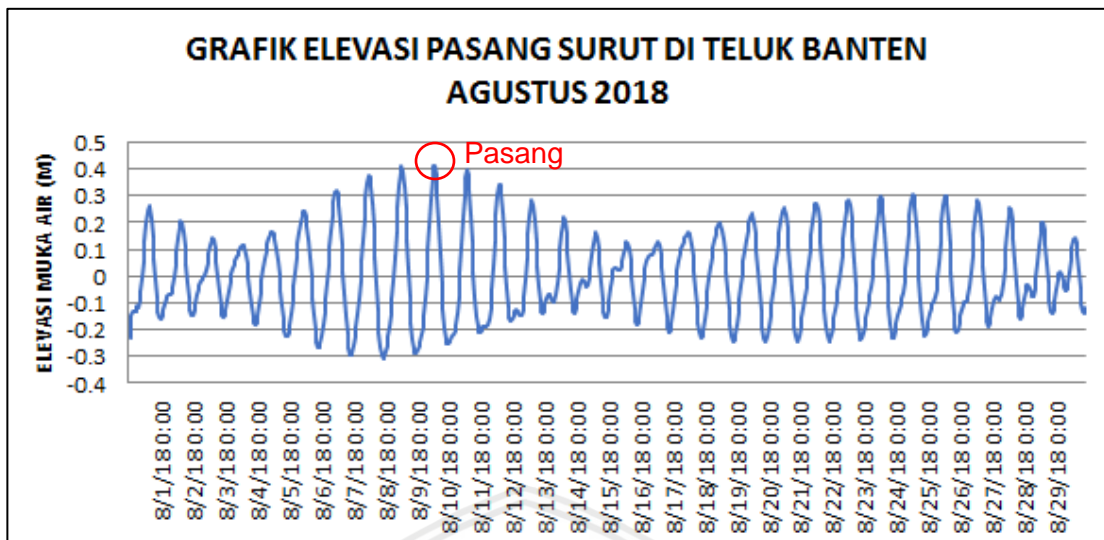
Data komponen harmonik Teluk Banten Desember 2018 disajikan pada Tabel 6 sebagai berikut:

**Tabel 6.** Komponen Teluk Banten Desember 2018

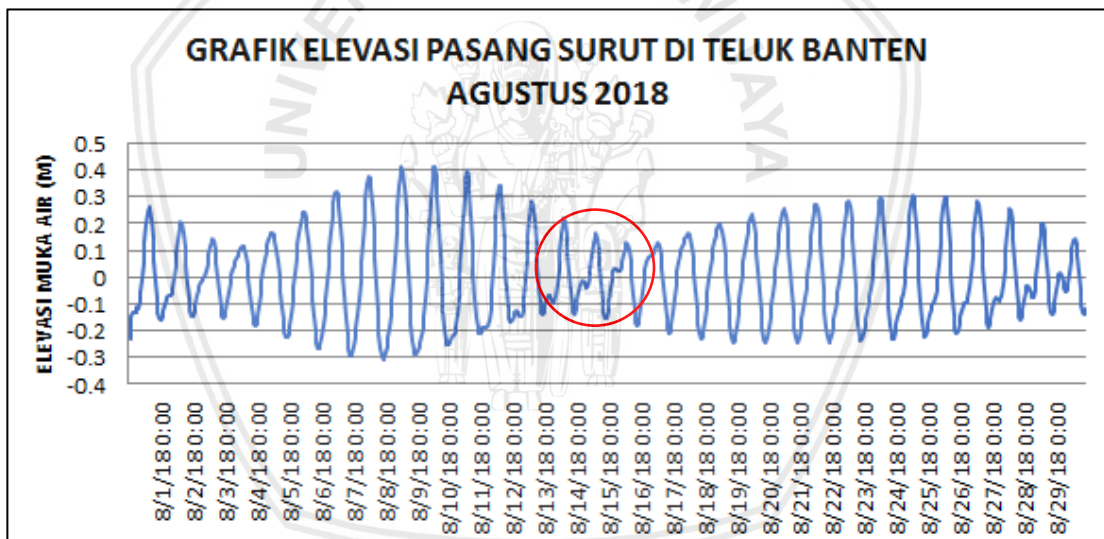
	<b>M2</b>	<b>S2</b>	<b>K1</b>	<b>O1</b>
<b>A (m)</b>	0.073	0.058	0.388	0.106
<b>g</b>	-42	72	334	403

Sedangkan untuk pengolahan data pasang surut menggunakan metode admiralty pada bulan Desember didapatkan nilai formzahl dari Teluk Banten sebesar 3.75424. Nilai Formzahl yang didapatkan dari hasil perhitungan komponen pasang surut Teluk Banten bulan Desember 2018 dengan menggunakan metode tabel admiralty 3.75424. Berdasarkan hasil pola pasang surut model menggunakan metode *admiralty* diketahui bahwa pola pasang surut Teluk Banten adalah pasang surut tipe tunggal karena  $F > 3,0$  Hal tersebut didapatkan dari hasil perhitungan :

$$F = \frac{O1 + K1}{M2 + S2} = \frac{0.106 + 0.388}{0.073 + 0.058} = 3.75424$$

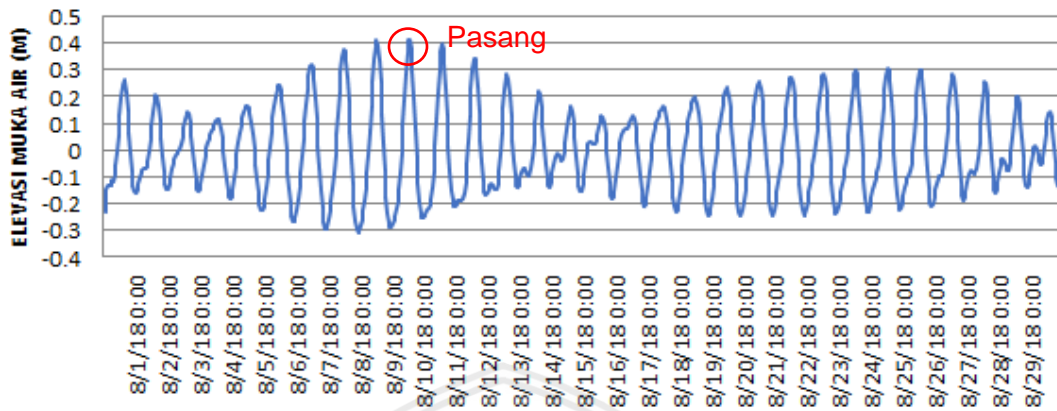


Gambar 7. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Saat Spring Tide



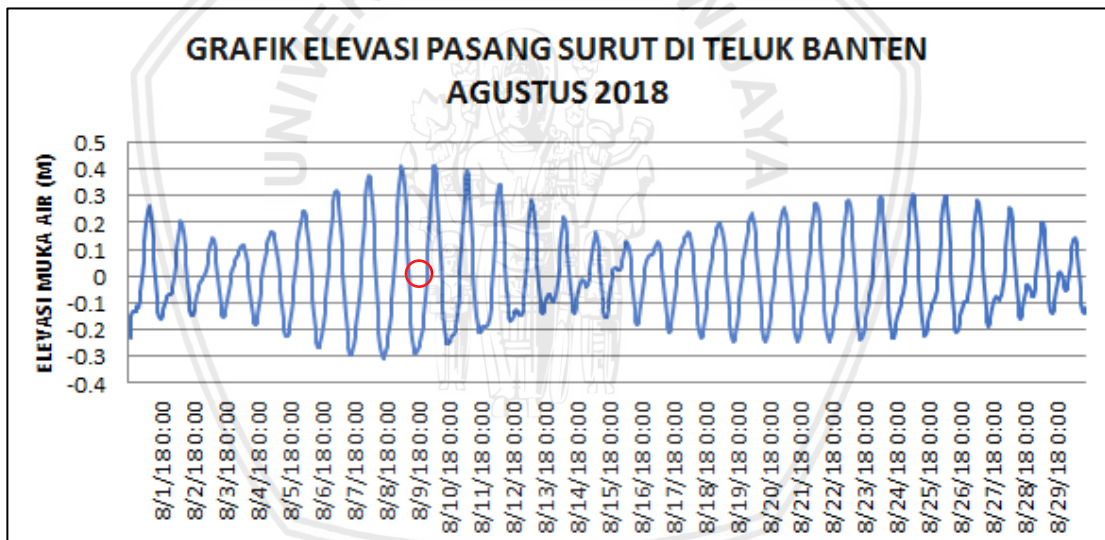
Gambar 8. Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Saat Neap Tide

**GRAFIK ELEVASI PASANG SURUT DI TELUK BANTEN  
AGUSTUS 2018**

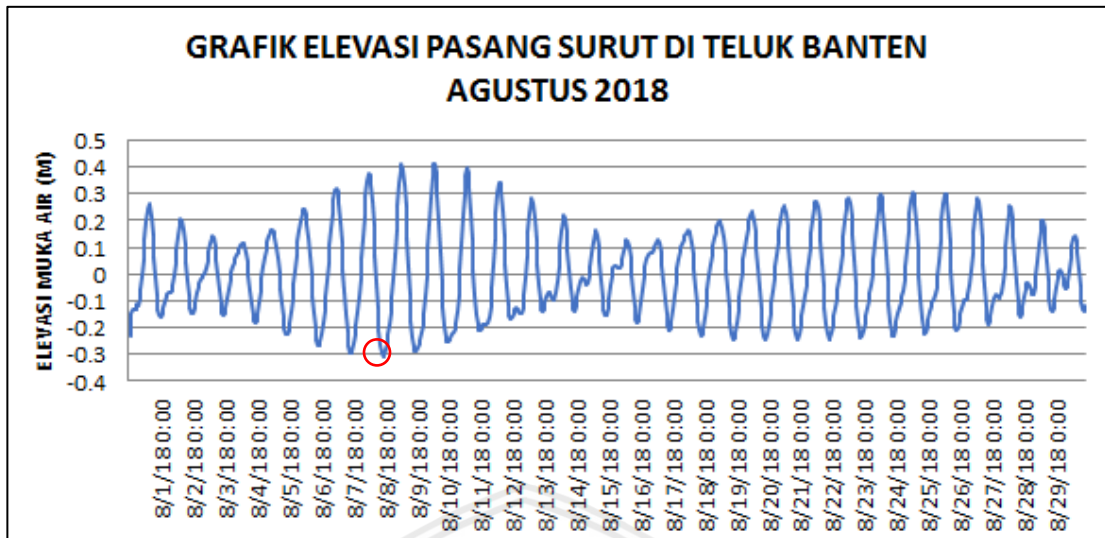


**Gambar 9.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Pasang saat *Spring Tide*

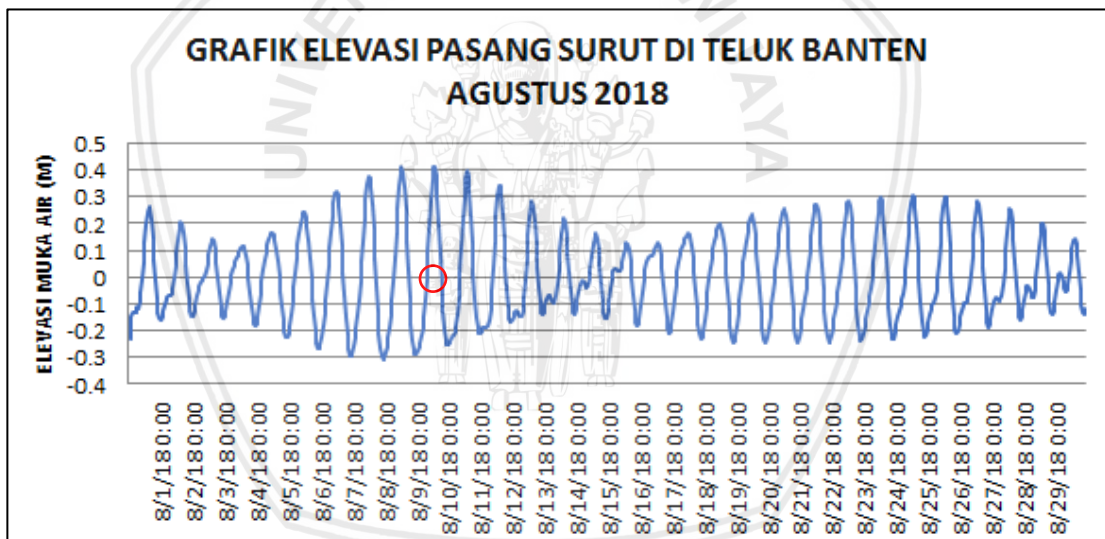
**GRAFIK ELEVASI PASANG SURUT DI TELUK BANTEN  
AGUSTUS 2018**



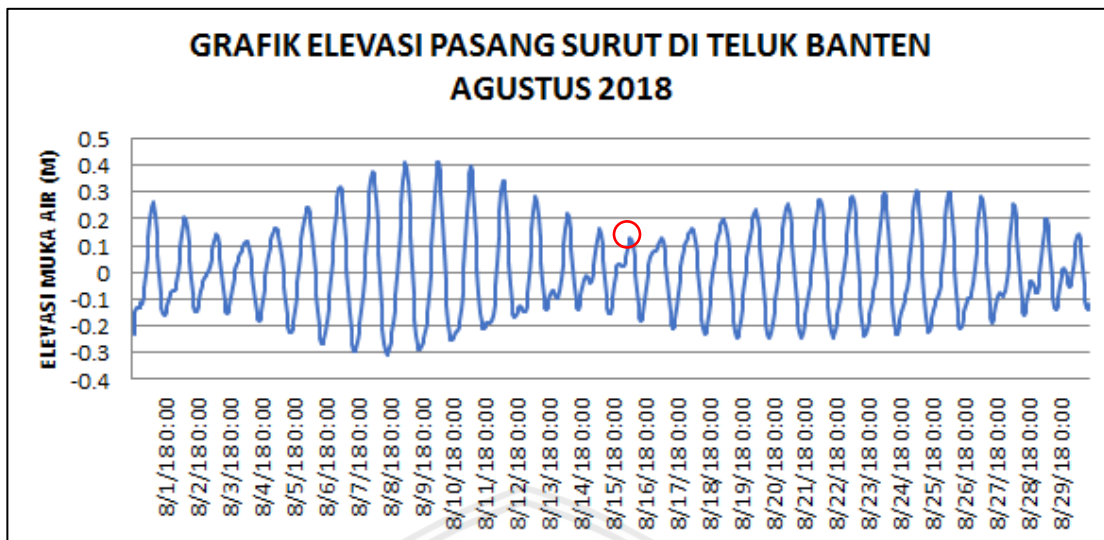
**Gambar 10.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Menuju Pasang saat *Spring Tide*



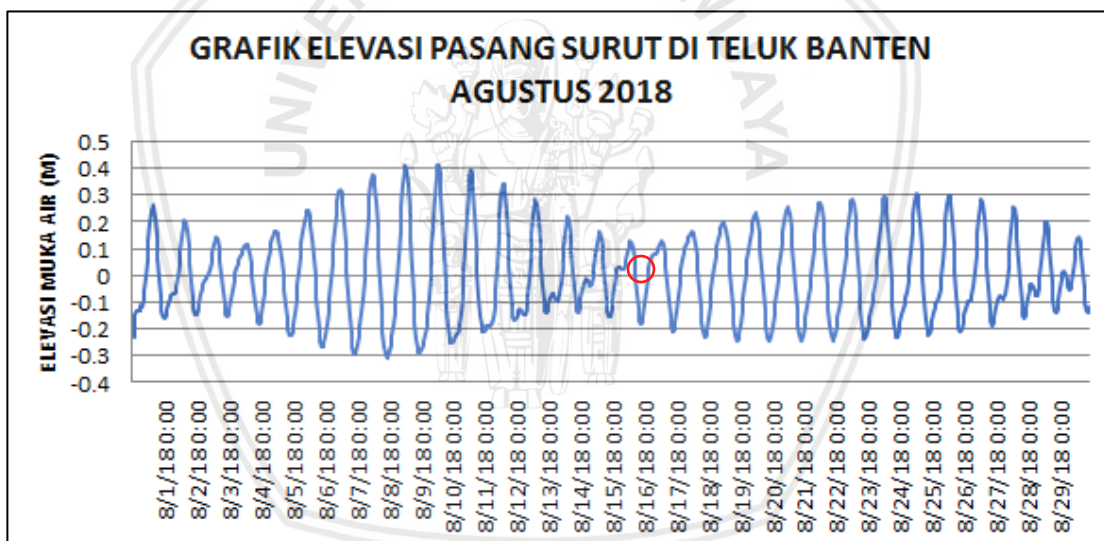
**Gambar 11.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Kondisi Surut saat *Spring Tide*



**Gambar 12.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Menjelang Surut saat *Spring Tide*

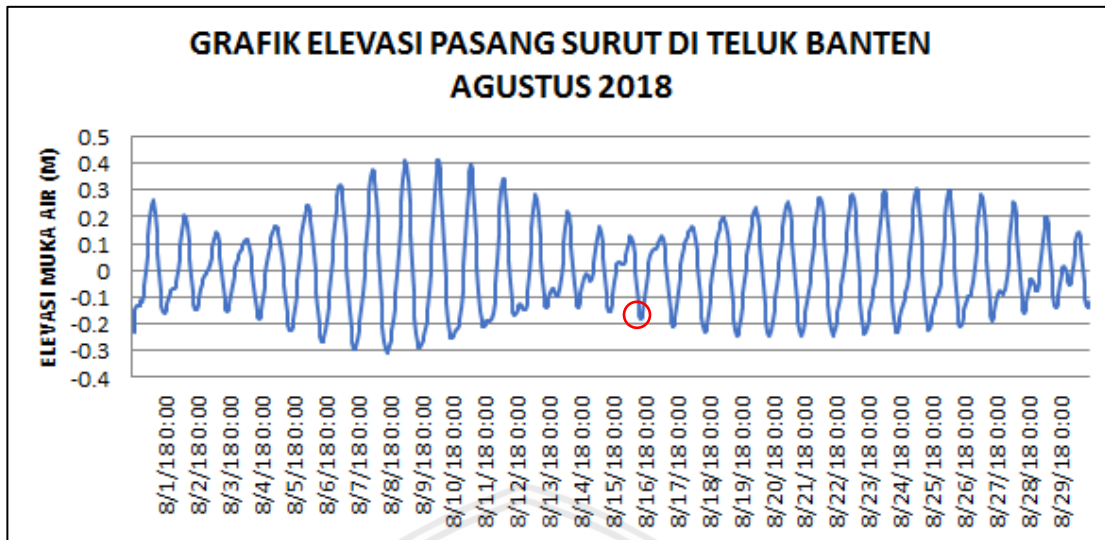


**Gambar 13.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Pasang saat *Neap Tide*

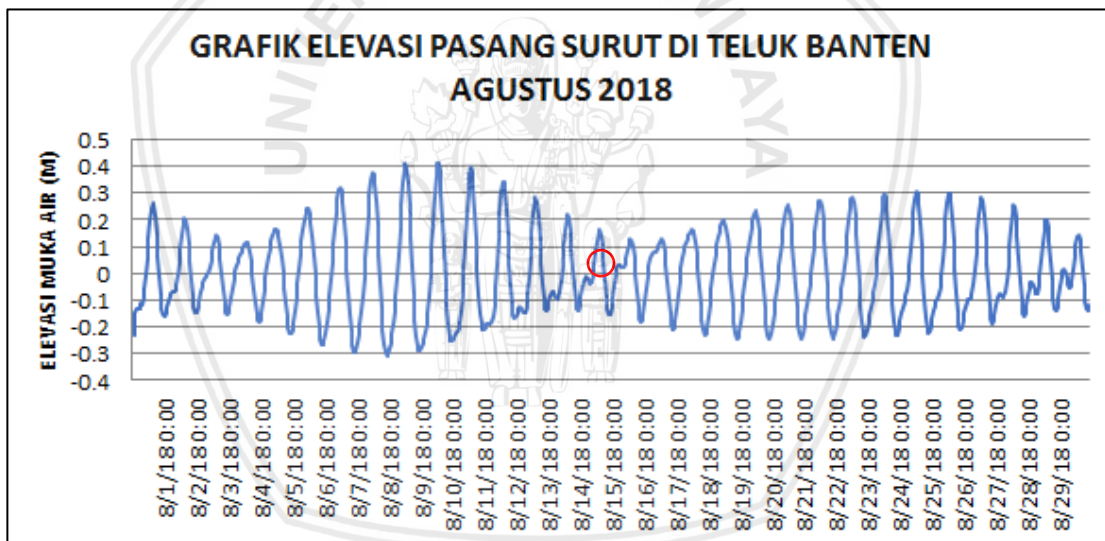


**Gambar 14.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Agustus 2018 Menjelang Pasang saat *Neap Tide*





**Gambar 15.** Grafik Elevasi Pasang Surut di Teluk Banten Agustus 2018 Surut saat *Neap Tide*



**Gambar 16.** Grafik Elevasi Pasang Surut di Teluk Banten Agustus 2018 Menjelang Surut saat *Neap Tide*

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan pasang surut *Spring Tide* atau pasang purnama dan *Neap Tide* atau pasang perbani pada bulan Agustus 2018. kondisi pasang surut yang terjadi pada saat *Spring Tide* atau pasang purnama, yaitu

kondisi dimana posisi bumi, bulan dan matahari berada pada garis lurus yang sama atau sejajar sehingga dapat dikatakan sebagai pasang maksimum. Gambar 6 menunjukkan kondisi pasang saat *spring tide* atau pasang purnama, bertepatan pada tanggal 10 Agustus 2018 pukul 14.00 merupakan elevasi tertinggi pada bulan Agustus dengan nilai elevasinya 0.413 m. Kondisi surut saat *spring tide* atau pasang purnama, bertepatan pada tanggal 8 Agustus 2018 pukul 23:00 dengan nilai elevasi -0.306 m.

Pada Gambar 7 menunjukkan *Neap Tide* atau Pasang Perbani pada bulan Agustus 2018. Gambar 12 menunjukkan keadaan pasang pada saat *Neap Tide* atau pasang perbani, bertepatan pada tanggal 17 Agustus 2018 pukul 13.00 merupakan elevasi tertinggi dengan nilai elevasi 0.127 m. Kondisi surut saat *Neap tide* atau pasang purnama, bertepatan pada tanggal 17 Agustus 2018 pukul 22:00 dengan nilai elevasi -0.210 m.



**Gambar 17.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 saat *Spring Tide*



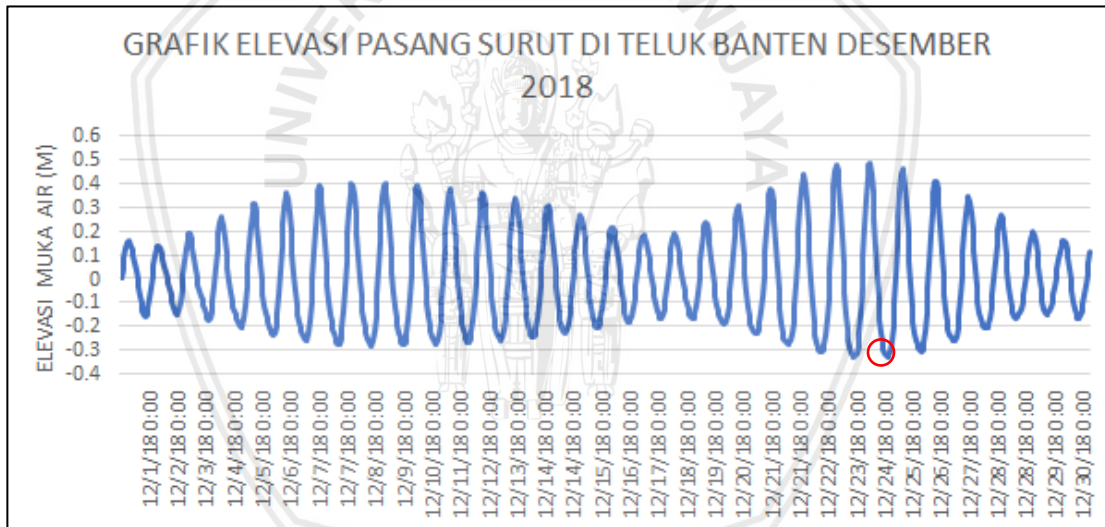
**Gambar 18.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Saat *Neap Tide*



**Gambar 19.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Pasang saat *Spring Tide*



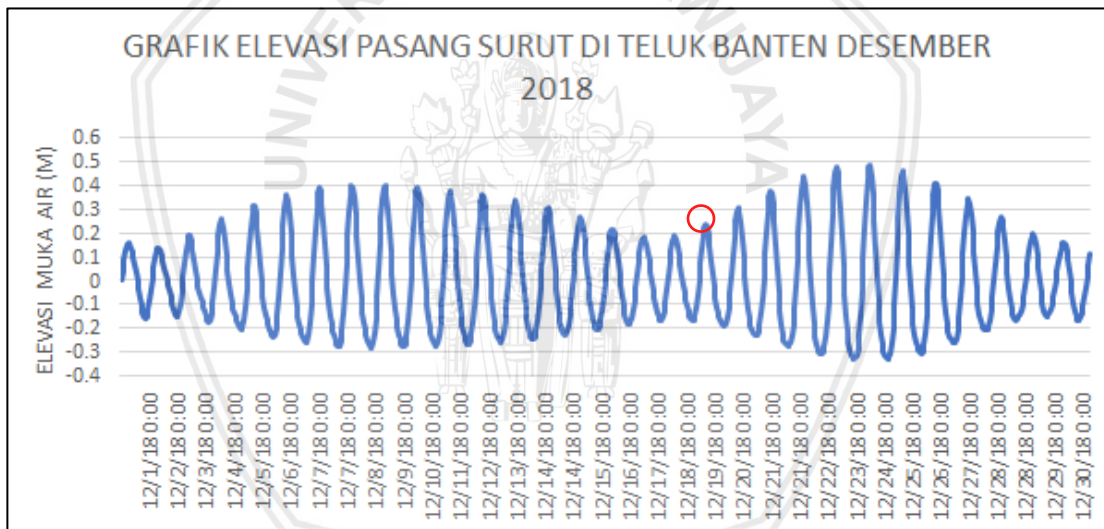
**Gambar 20** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Menjelang Pasang saat *Spring Tide*



**Gambar 21.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Surut saat *Spring Tide*



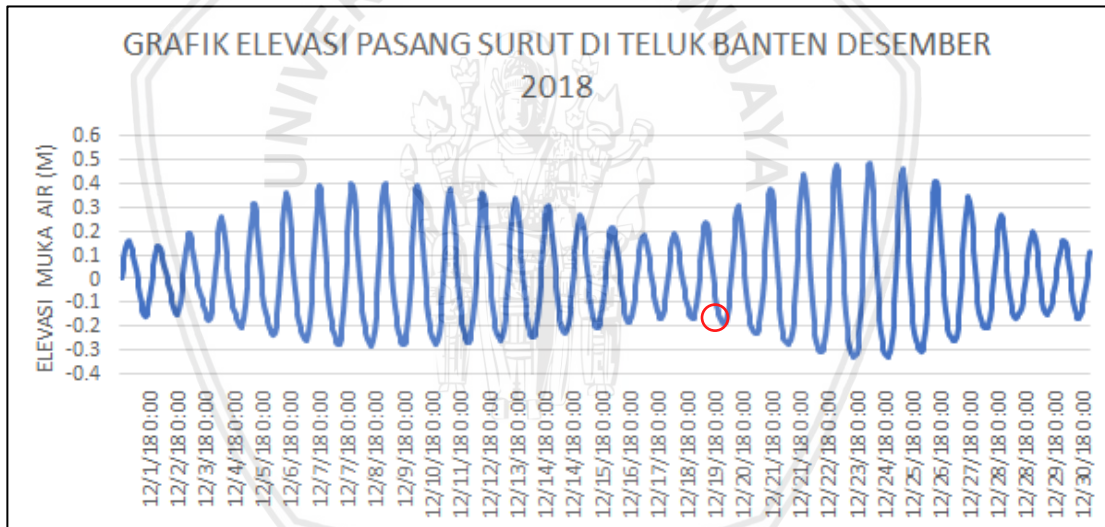
**Gambar 22.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Menuju Surut saat *Spring Tide*



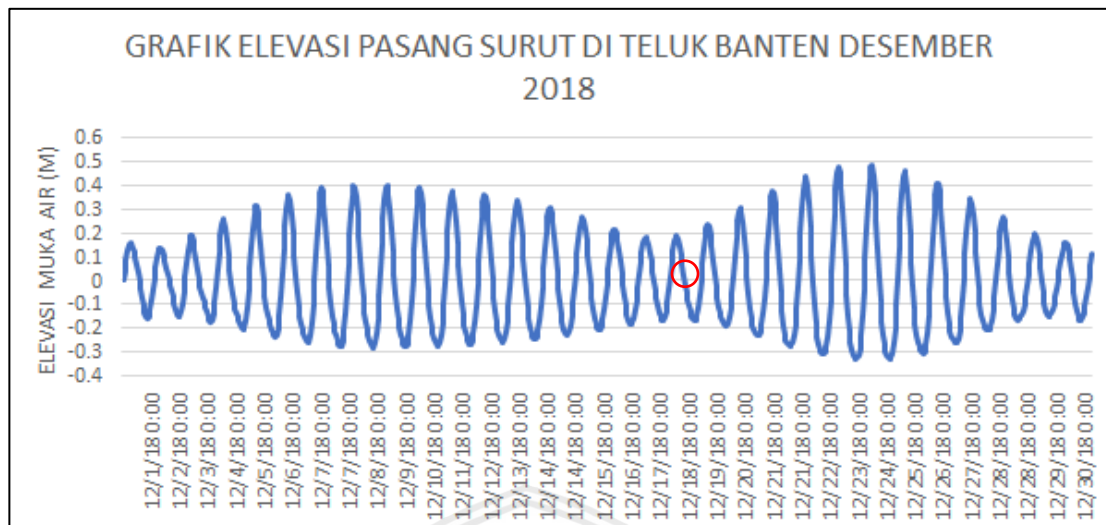
**Gambar 23.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Pasang saat *Neap Tide*



**Gambar 24.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Menjelang Pasang saat *Neap Tide*



**Gambar 25.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Surut saat *Neap Tide*



**Gambar 26.** Grafik Elevasi Pasang Surut Di Teluk Banten Desember 2018 Kondisi Menjelang Surut saat *Neap Tide*

Pada Gambar 16 dan Gambar 17 menunjukkan pasang surut *Spring Tide* atau pasang purnama dan *Neap Tide* atau pasang perbani pada bulan Desember 2018. kondisi pasang surut yang terjadi pada saat *Spring Tide* atau pasang purnama, yaitu kondisi dimana posisi bumi, bulan dan matahari berada pada garis lurus yang sama atau sejajar sehingga dapat dikatakan sebagai pasang maksimum. Gambar 16 menunjukkan kondisi pasang saat *spring tide* atau pasang purnama, bertepatan pada tanggal 24 Desember 2018 pukul 03.59 merupakan elevasi tertinggi pada bulan September dengan nilai elevasinya 0.479 m. Kondisi surut saat spring tide atau pasang purnama, bertepatan pada tanggal 24 Desember 2018 pukul 16:59 dengan nilai elevasi -0.327 m.

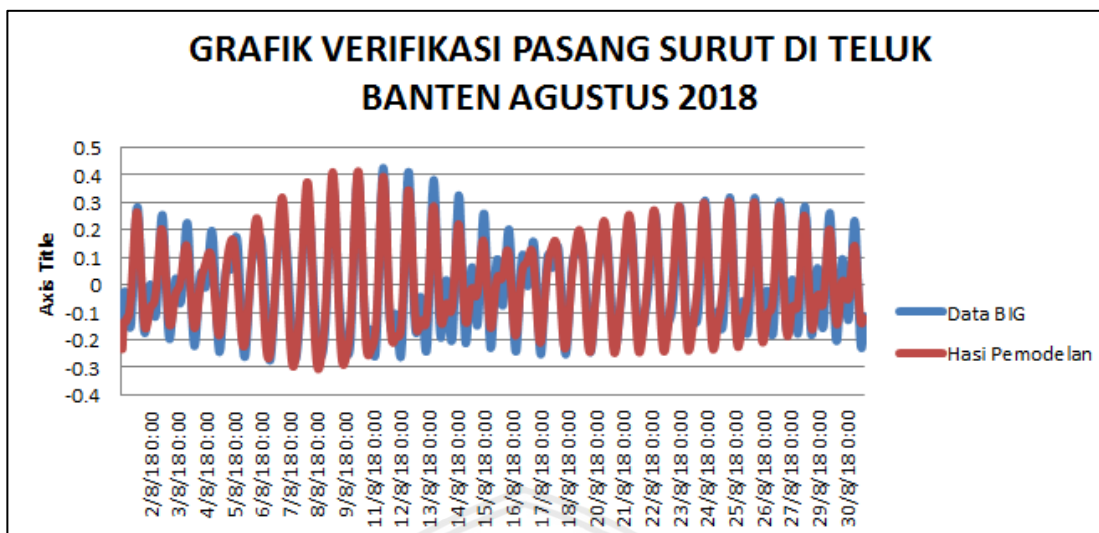
Pada Gambar 17 menunjukkan *Neap Tide* atau Pasang Perbani pada bulan Desember 2018. Gambar 24 menunjukkan keadaan pasang pada saat *Neap Tide* atau pasang perbani, bertepatan pada tanggal 18 Desember 2018 pukul 03.00 merupakan elevasi tertinggi dengan nilai elevasi 0.186 m. Kondisi surut saat *Neap*

*tide* atau pasang purnama, bertepatan pada tanggal 18 Desember 2018 pukul 16:00 dengan nilai elevasi -0.168 m.

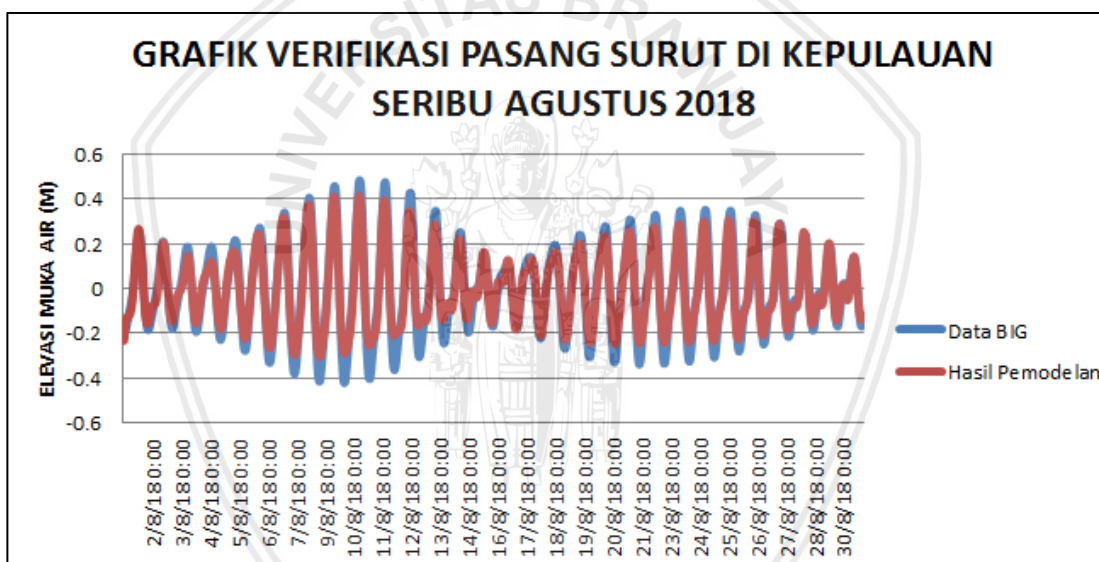
#### 4.2.2 Verifikasi

Dari hasil pemodelan hidrodinamika menggunakan MIKE 21, diperoleh output berupa data *Surface elevation* data tersebut akan diverifikasi dengan menggunakan data hasil dari BIG (Badan Informasi Geospasial). Hasil verifikasi pasang surut dengan cara membandingkan pasang surut hasil model dengan data lapangan yang diperoleh dari BIG (Badan Informasi Geospasial) menunjukkan nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) yang dilakukan pada 3 titik yang berada di Teluk Banten, Kepulauan Seribu, dan Teluk Jakarta. Verifikasi tersebut terbagi menjadi 2 musim yaitu musim timur dan musim barat. Musim timur diambil pada bulan Agustus 2018 dan musim barat diambil pada bulan Desember 2018. Rentang waktu verifikasi adalah satu bulan yang dimulai dari tanggal 1 Agustus 2018 sampai dengan 31 Agustus 2018, dan 1 Desember 2018 sampai dengan 31 Desember 2018 seperti terlihat pada Gambar 26 sampai dengan Gambar 31 sebagai berikut

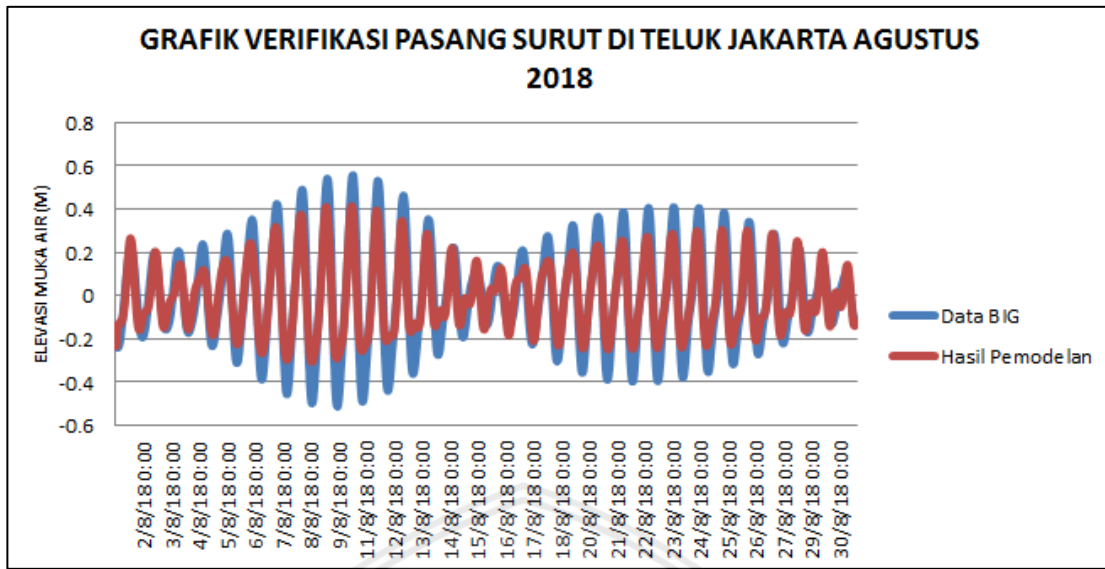




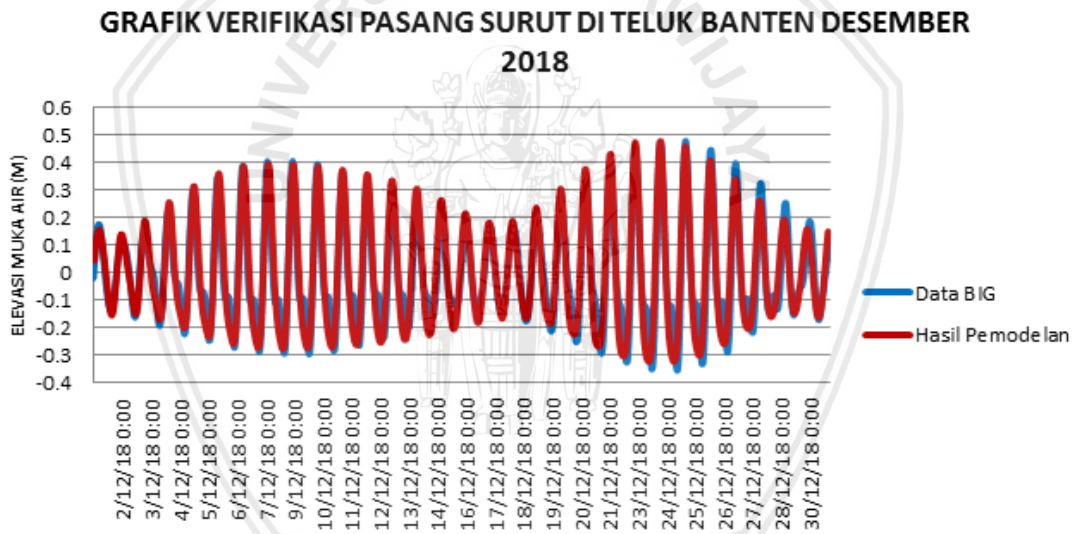
Gambar 27. Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Banten Agustus 2018



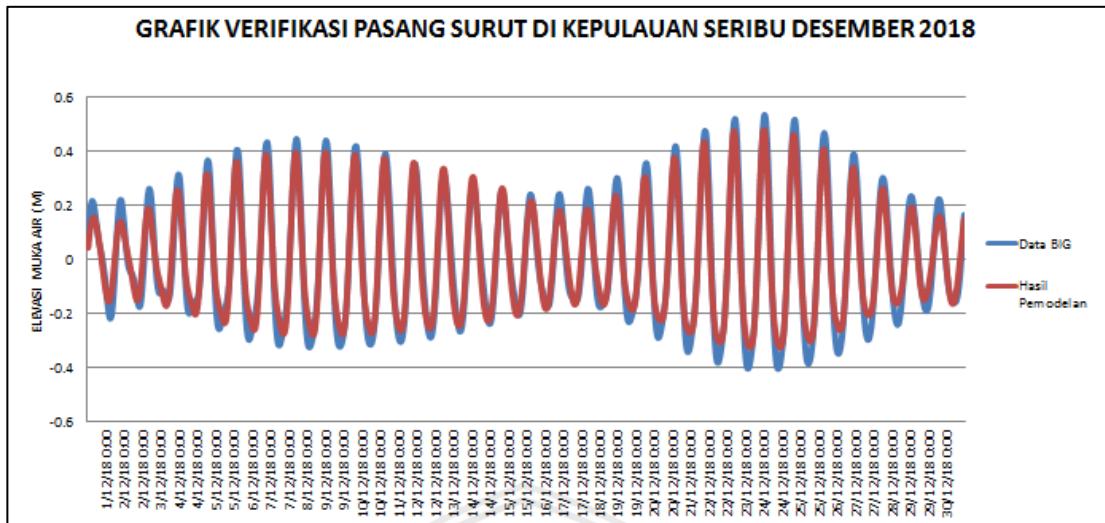
Gambar 28. Grafik Verifikasi Pasang Surut Kepulauan Seribu Agustus 2018



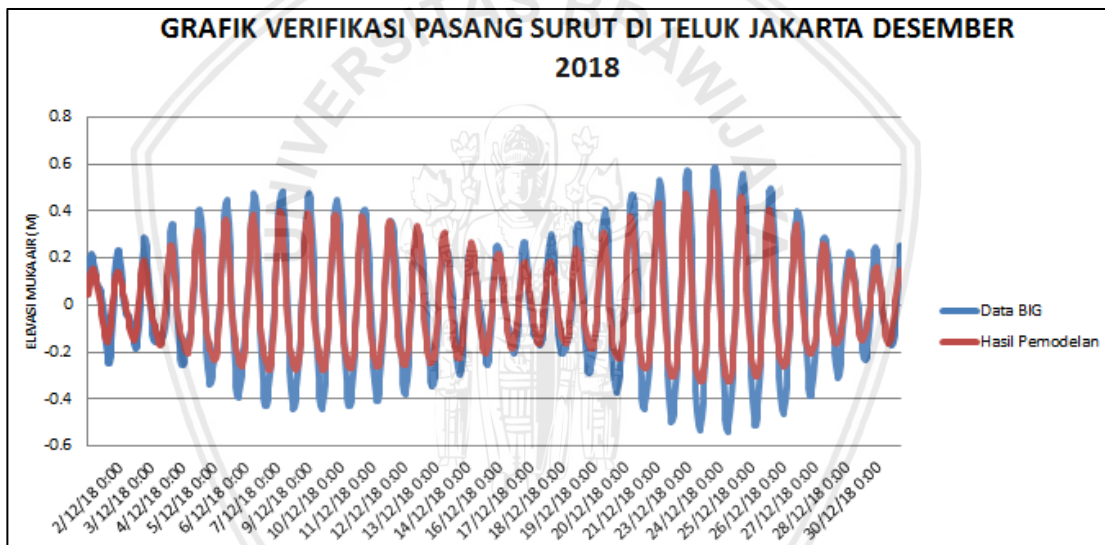
Gambar 29. Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Jakarta Agustus 2018



Gambar 30. Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Banten Desember 2018



**Gambar 31.** Grafik Verifikasi Pasang Surut Kepulauan Seribu Desember 2018



**Gambar 32.** Grafik Verifikasi Pasang Surut Teluk Jakarta Desember 2018

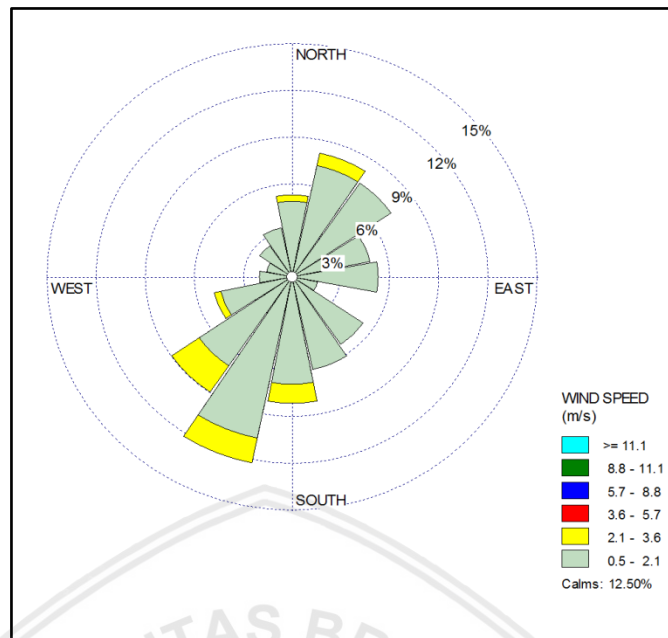
Hasil perhitungan verifikasi antara pasang surut hasil pengukuran data BIG (Badan Informasi Geospasial) dengan pasang surut hasil model diperoleh nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten adalah sebesar 0.063 (6.30%), di Kepulauan Seribu sebesar 0.053 (5.3%), di Teluk Jakarta sebesar 0.092 (9.20%). Sedangkan pada bulan Desember 2018 diperoleh nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) pada Teluk Banten sebesar 0.067 (6.7%), sedangkan

di Kepulauan Seribu sebesar 0.049 (4.9%), dan di Teluk Jakarta sebesar 0.094 (9.4%).

#### 4.2.3 Pola Angin

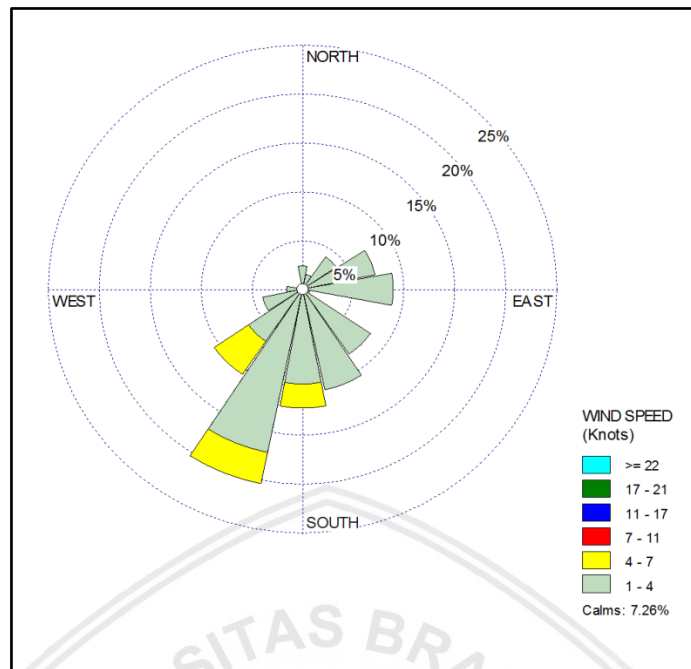
Letak geografis perairan Teluk Banten yang berada pada sistem Angin Muson menyebabkan kondisi oseanografi di perairan ini dipengaruhi oleh sistem Angin Muson (Minarto *et al.*, 2008). Bagi dinamika perairan laut, angin yang bertiup di dekat permukaan laut dapat mempengaruhi tinggi muka laut terhadap muka laut rata-rata. Selain itu, angin yang bertiup di permukaan laut merupakan sumber energi utama penyebab terjadinya arus permukaan laut (Azis, 2006). Pola pergerakan angin sangat mempengaruhi keadaan oseanografi suatu perairan.

Pergerakan arus di permukaan perairan sangat tergantung pada arah dan kecepatan angin. Menurut Firdaus (1997), disebutkan bahwa pola angin yang sangat berperan di Indonesia adalah angin muson. Angin muson bertiup ke arah tertentu pada satu masa sedangkan pada masa lainnya angin bertiup dengan arah yang berlawanan. Angin muson di Indonesia dibedakan menjadi dua yaitu angin muson barat atau sering disebut musim barat dan angin muson timur atau sering disebut musim timur.



**Gambar 33.** Grafik *Wind Rose* Musim Timur (01 – 31 Agustus 2018)

Gambar 32 menunjukkan arah angin yang dominan pada musimnya. Pada musim timur ditunjukkan oleh Gambar 32 angin berhembus dominan dari arah Barat Laut dengan kecepatan 0.5 – 3.6 m/s. Wyrcki (1961), menyatakan bahwa pada bulan Juni sampai Agustus, yaitu pada musim dingin di BBS matahari berada pada posisi 23,50 LU, pusat tekanan tinggi berada di Australia. Angin bertiup dari Benua Australia kemudian ketika melewati khatulistiwa angin berbelok dari arah barat daya menuju arah timur laut melewati bagian barat Indonesia menuju pusat tekanan rendah di Asia Utara. Hal tersebut sesuai dengan perkataan sibarani 2017 yang dimana angin pada musim timur bergerak dari arah barat menuju timur.



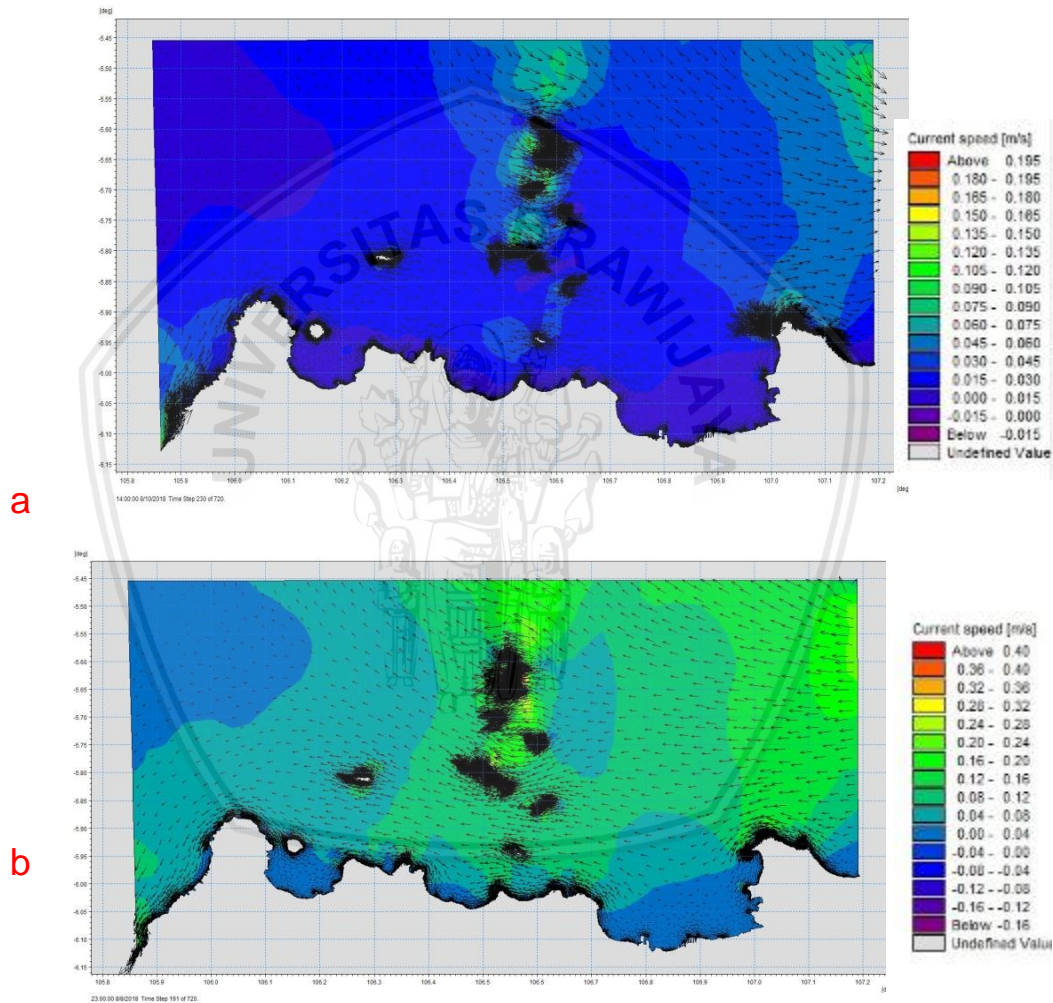
**Gambar 34.** Grafik *Wind Rose* Musim Barat (01 – 31 Desember 2018)

Gambar 33 menunjukkan arah angin yang dominan pada musimnya. Pada musim Barat ditunjukkan oleh Gambar 33 angin berhembus dominan dari arah Barat Laut dengan kecepatan 1 – 7 knot. Bulan Desember menunjukkan posisi matahari yang berada di bumi bagian selatan tepatnya  $23,5^{\circ}$  LS. Angin pada musim Barat berhembus menuju ke timur. Berdasarkan hasil grafik frekuensi kecepatan angin yang disajikan pada Gambar 33, dapat dilihat bahwa angin dengan kecepatan tertinggi memiliki warna abu-abu yaitu berkecepatan 1 - 4 knots. Kemudian frekuensi tertinggi kedua terdapat pada kecepatan angin sebesar 4-7 knots.

#### 4.2.4 Pola Arus

Hasil simulasi hidrodinamika dengan waktu simulasi selama 31 hari (1 – 31 Agustus 2018) dan (1-31 Desember 2018) memperlihatkan pola arus permukaan pada wilayah Teluk Banten. Simulasi digambarkan per setiap surut terendah dan pasang tertinggi *Spring Tide* dan *Neap Tide*. Simulasi dengan membandingkan pola

arus pada saat surut dan pasang tertinggi dengan tujuan untuk melihat arah dan kecepatan arus pada waktu tersebut. Domain model yang digunakan pada simulasi hidrodinamika menggunakan domain besar dengan luas wilayah cakupan Teluk Banten, Kepulauan Seribu dan Teluk Jakarta. Simulasi hidrodinamika menggambarkan pergerakan arus yang dipengaruhi oleh pasang surut dan juga syarat batas kedalaman perairan.

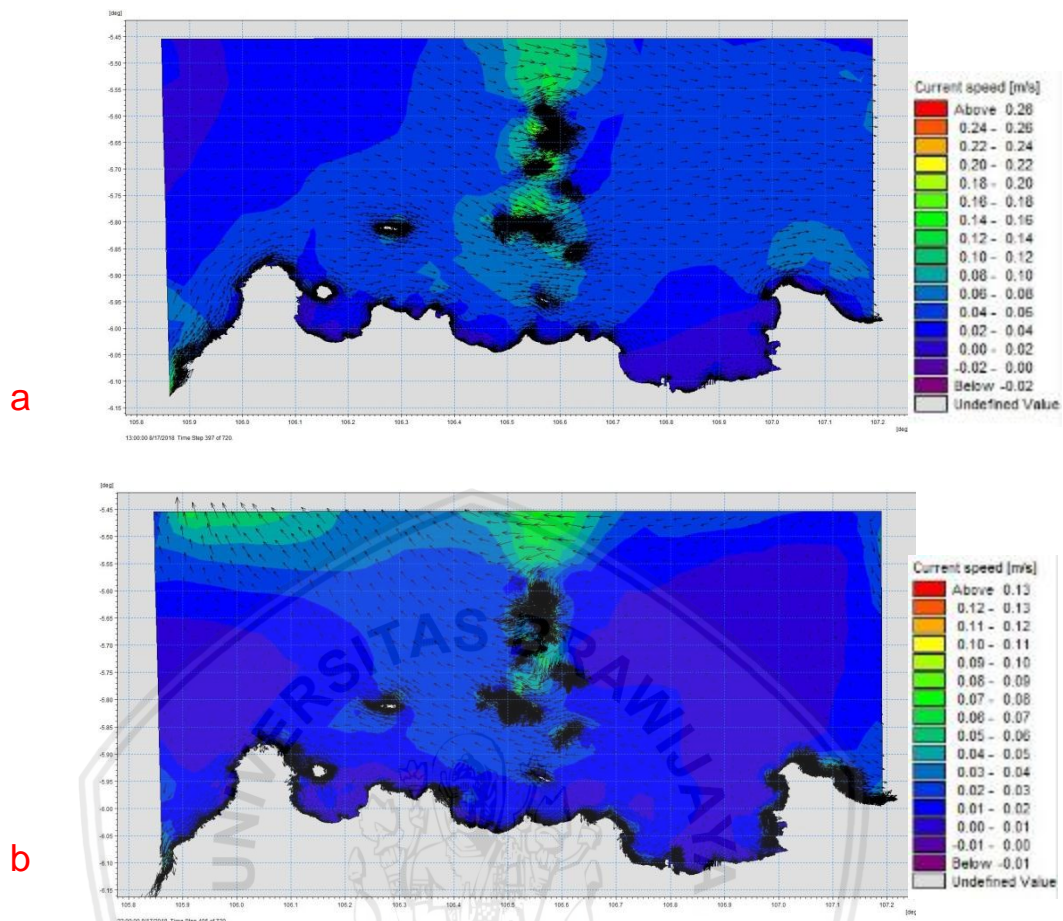


**Gambar 35.** Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut *Spring Tide* Agustus 2018

Hasil simulasi hidrodinamika (Gambar 34) dengan waktu simulasi selama 31 hari (1-31 Agustus 2018) memperlihatkan pola arus permukaan pada wilayah Teluk Banten, Kepulauan Seribu dan Teluk Jakarta. Simulasi digambarkan saat pasang tertinggi pada tanggal 10 Agustus 2018 pukul 14:00 WIB dan pasut terendah pada tanggal 8 Agustus 2018 pukul 23:00 WIB saat *Spring Tide*. Simulasi dengan membandingkan pola arus pada saat surut dan pasang dengan tujuan untuk melihat arah dan kecepatan arus pada waktu-waktu tersebut. Domain model yang digunakan pada simulasi hidrodinamika menggunakan domain besar dengan luas wilayah cakupan adalah Teluk Banten. Simulasi hidrodinamika menggambarkan pergerakan arus yang dipengaruhi oleh pasang surut dan juga syarat batas kedalaman perairan. Arah arus saat pasang tertinggi pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah Barat Daya menuju Selatan.

Pada tanggal 10 Agustus 2018 pukul 14:00 WIB saat terjadi *Spring Tide* kecepatan arus yang didapat pada sekitar Teluk Banten berkisar 0.015 – 0.045 m/s. Arah arus saat pasang pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari barat menuju timur perairan. Kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar 0.015 – 0.105 m/s. Kecepatan arus di sekitar Teluk Banten saat surut terendah pada bulan Agustus 2018 saat *Spring Tide* berkisar 0.04 – 0.08 m/s. Sedangkan kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar 0.04 – 0.28 m/s. Arah arus saat surut pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah timur menuju Barat.

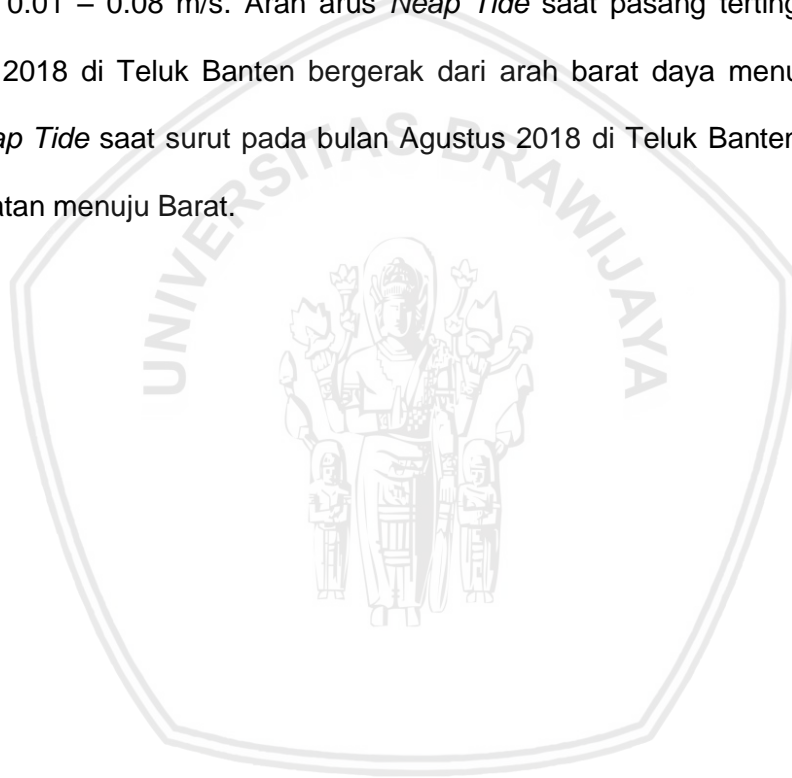


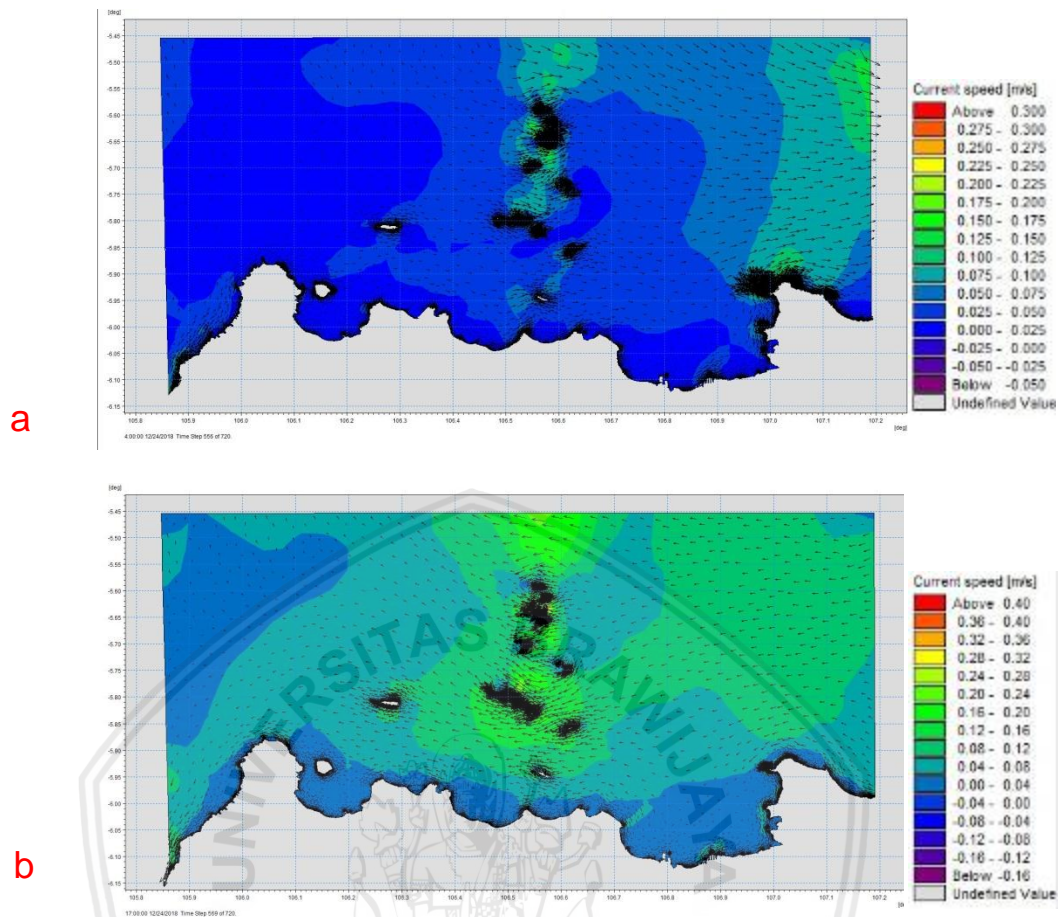


**Gambar 36.** Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut *Neap Tide* Agustus 2018

Simulasi digambarkan saat pasang tertinggi pada tanggal 17 Agustus 2018 pukul 13:00 WIB dan pasut terendah pada tanggal 17 Agustus 2018 pukul 22:00 WIB saat *Neap Tide*. Simulasi dengan membandingkan pola arus pada saat surut dan pasang dengan tujuan untuk melihat arah dan kecepatan arus pada waktu-waktu tersebut. Domain model yang digunakan pada simulasi hidrodinamika menggunakan domain besar dengan luas wilayah cakupan adalah Teluk Banten. Simulasi hidrodinamika menggambarkan pergerakan arus yang dipengaruhi oleh pasang surut dan juga syarat batas kedalaman perairan.

Pada tanggal 17 Agustus 2018 pukul 13:00 WIB saat terjadi *Neap Tide* kecepatan arus yang didapat pada sekitar Teluk Banten berkisar 0.02 – 0.06 m/s. Arah arus saat pasang pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari barat menuju timur perairan. Kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar 0.02 – 0.16 m/s. Kecepatan arus di sekitar Teluk Banten saat surut terendah pada 17 Agustus 2018 pukul 22.00 WIB saat *Neap Tide* berkisar 0.01 – 0.02 m/s. Sedangkan kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar 0.01 – 0.08 m/s. Arah arus *Neap Tide* saat pasang tertinggi pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah barat daya menuju timur. Arah arus *Neap Tide* saat surut pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah selatan menuju Barat.





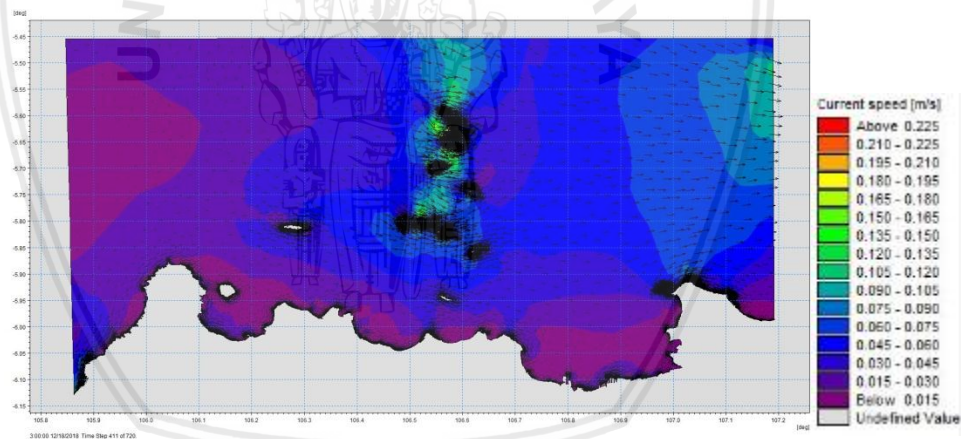
**Gambar 37.** Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut *Spring Tide* Desember 2018

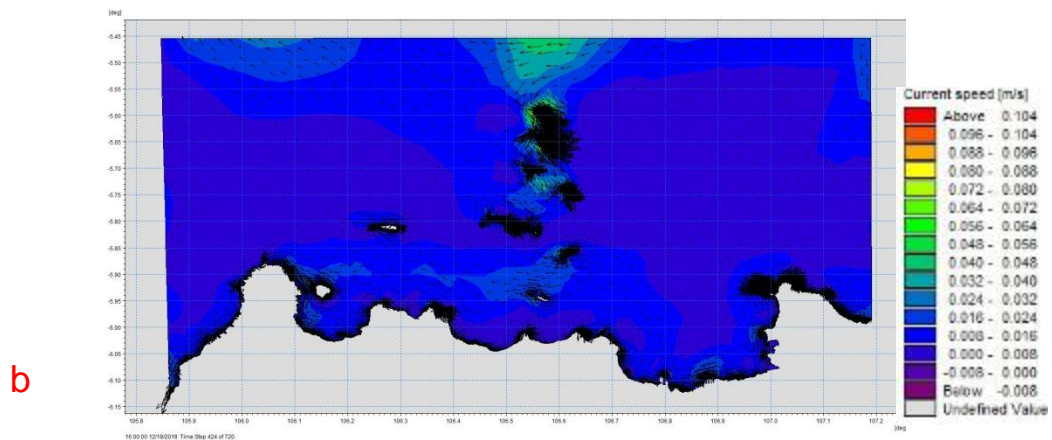
Hasil simulasi hidrodinamika (Gambar 36) dengan waktu simulasi selama 31 hari (1-31 Desember 2018) memperlihatkan pola arus permukaan pada wilayah Teluk Banten, Kepulauan Seribu dan Teluk Jakarta. Simulasi digambarkan saat pasang tertinggi pada tanggal 24 Desember 2018 pukul 04:00 WIB dan pasut terendah pada tanggal 24 Desember 2018 pukul 17:00 WIB saat *Spring Tide*. Simulasi dengan membandingkan pola arus pada saat surut dan pasang dengan tujuan untuk melihat arah dan kecepatan arus pada waktu-waktu tersebut. Domain model yang digunakan pada simulasi hidrodinamika menggunakan domain besar dengan luas wilayah cakupan adalah Teluk Banten. Simulasi hidrodinamika

menggambarkan pergerakan arus yang dipengaruhi oleh pasang surut dan juga syarat batas kedalaman perairan.

Pada tanggal 24 Desember 2018 pukul 04:00 WIB saat terjadi *Spring Tide* kecepatan arus yang didapat pada sekitar Teluk Banten berkisar  $-0.02 - 0.04$  m/s. Arah arus saat pasang pada bulan Desember 2018 di Teluk Banten bergerak dari barat daya menuju timur perairan. Kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar  $0.025 - 0.050$  m/s. Kecepatan arus di sekitar Teluk Banten saat surut terendah pada bulan Desember 2018 saat *Spring Tide* berkisar  $0.04 - 0.08$  m/s. Sedangkan kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar  $0.04 - 0.24$  m/s. Arah arus saat surut pada bulan Desember 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah timur menuju arah barat daya. Pada daerah Kepulauan Seribu arah arus bergerak dari arah timur menuju utara.

a





**Gambar 38.** Simulasi Hidrodinamika (a) Pasang, (b) Surut *Neap Tide* Desember 2018

Simulasi digambarkan saat pasang tertinggi pada tanggal 18 Desember 2018 pukul 03:00 WIB dan pasut terendah pada tanggal 18 Desember 2018 pukul 16:00 WIB saat *Neap Tide*. Simulasi dengan membandingkan pola arus pada saat surut terendah dan pasang tertinggi dengan tujuan untuk melihat arah dan kecepatan arus pada waktu-waktu tersebut. Domain model yang digunakan pada simulasi hidrodinamika menggunakan domain besar dengan luas wilayah cakupan adalah Teluk Banten. Simulasi hidrodinamika menggambarkan pergerakan arus yang dipengaruhi oleh pasang surut dan juga syarat batas kedalaman perairan.

Pada tanggal 18 Desember 2018 pukul 03:00 WIB saat terjadi *Neap Tide* kecepatan arus yang didapat pada sekitar Teluk Banten berkisar 0.015 m/s. Arah arus saat pasang pada bulan Desember *Neap Tide* 2018 di Teluk Banten bergerak dari barat daya menuju timur perairan. Kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar 0.015 – 0.165 m/s. Kecepatan arus di sekitar Teluk Banten saat surut terendah pada 18 Desember 2018 pukul 16.00 WIB saat *Neap Tide* berkisar 0.08 – 0.016 m/s. Kecepatan arus yang didapat pada domain yang besar berkisar

0.08 – 0.064 m/s. Arah arus *Neap Tide* saat surut pada bulan Desember 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah timur menuju Barat Daya.

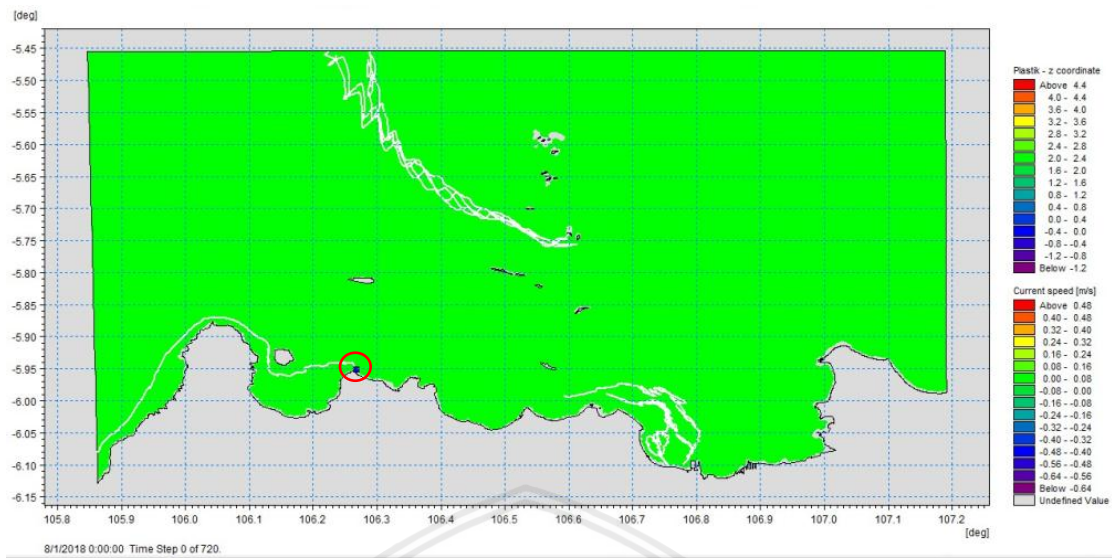
#### 4.2.5 Simulasi Trajektori Partikel

Simulasi trajektori merupakan salah satu cara untuk mengetahui kondisi dari pergerakan benda atau partikel pada lingkungan perairan. Hasil simulasi trajektori pergerakan sampah di perairan Teluk Banten yang bermula dari Muara Sungai Ciujung Lama, Kepulauan Seribu yang bermula di Pulau Panggang dan Teluk Jakarta bermula di Muara Sungai Angke dengan waktu simulasi selama 30 hari sesuai dengan simulasi menggunakan tiga skenario titik sumber cemaran partikel sampah. Alasan menggunakan cakupan area yang luas pada penelitian ini disebabkan adanya “Rancangan Aksi Nasional Penanganan Sampah Laut” sehingga ingin mengetahui sampah yang berada di cakupan area tersebut dan ingin mengetahui sejauh mana persebaran sampah yang berada di tiga titik lokasi tersebut dan transfer sampah di tiga titik lokasi tersebut. Pada simulasi *class* atau jenis partikel hanya menjadi satu jenis, yaitu partikel berjenis plastik. Partikel berbahan dasar plastik merupakan jenis partikel yang memiliki massa jenis yang lebih kecil dibandingkan air, maka partikel ini akan mengapung pada perairan. Partikel plastik apabila telah bercampur dengan partikel lainnya yang menempel dan menempuh waktu laju tertentu akan mengalami penambahan berat jenis yang berakibat pada tenggelamnya partikel tersebut, tetapi dalam simulasi hal tersebut diasumsikan tidak ada dan diperkirakan partikel plastik akan terapung sepanjang trajektori.

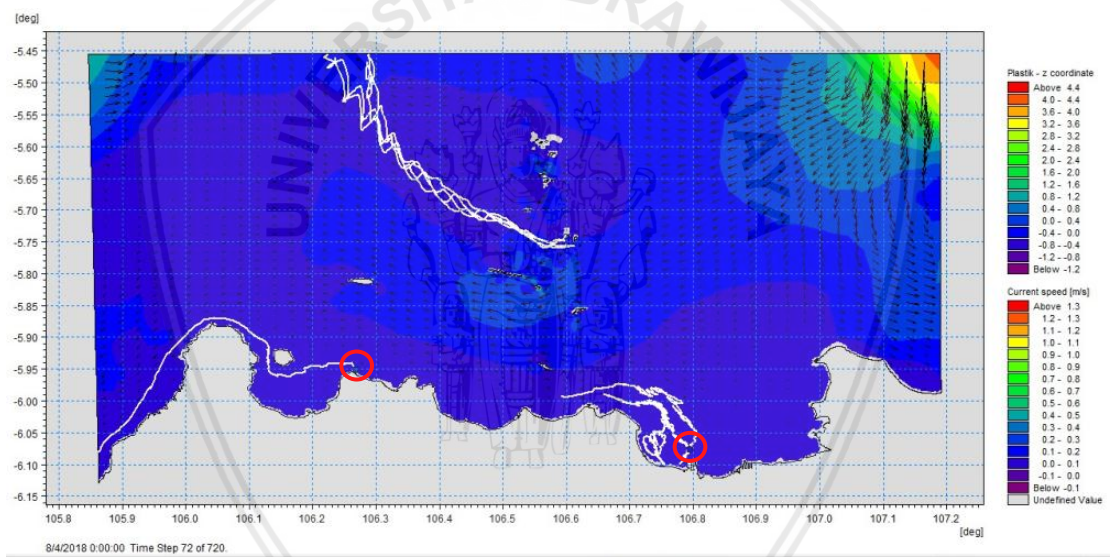
Simulasi dilakukan dengan mengeluarkan sumber sampah dengan metode *flux* yaitu mengeluarkan partikel per detiknya sebanyak 1 Kg. Data sampah yang digunakan merupakan data Pusat Riset Kelautan. Dengan jumlah waktu simulasi

selama 30 hari maka dapat diasumsikan dengan keluarnya partikel sampah total selama simulasi berlangsung yaitu 927.223 Kg yang berasal dari 3 titik lokasi berdasarkan data satu bulan. Simulasi trajektori partikel sampah menggunakan tiga titik sumber cemaran. Sumber ini dipilih karena merupakan daerah yang dianggap dapat mewakili setiap perairan Teluk Banten, Kepulauan Seribu, dan Teluk Jakarta. Titik lokasi yang dipilih memiliki potensi dengan kegiatan buangan limbah baik yang disengaja seperti aktivitas rumah tangga, industri, pariwisata, pelayaran maupun tidak disengaja atau alami seperti *run off* sungai yang membawa masa partikel dari aktivitas alam.

Simulasi pola pergerakan sampah laut jenis plastik ini dilakukan dalam waktu 30 hari pada Musim Timur yaitu bulan Agustus 2018 (1 Agustus 2018 – 31 Agustus 2018). Simulasi pola pergerakan sampah laut jenis plastik ini dilakukan setiap pukul 00.00, dimana merupakan waktu awal mulai dilakukannya simulasi yang diindikasikan dapat mewakili keseluruhan dari model yang disimulasikan selama 30 hari sehingga genap menjadi 3 x 24 jam. Partikel sampah plastik ini dibagi menjadi 3 titik lokasi yaitu, Teluk Banten yang bermula di muara sungai Ciujung Lama, Kepulauan Seribu yang bermula di Pulau Panggang, dan Teluk Jakarta yang bermula di muara sungai Muara Angke. Pada perairan Teluk Banten sampah plastik memiliki massa 5485455.88 Kg/bulan. Perairan Kepulauan Seribu sampah plastik memiliki massa 5741.15 Kg/bulan. Perairan Teluk Jakarta sampah plastik memiliki massa 372936.75 Kg/bulan. Simulasi trajektori sampah hari ke-1 sampai hari ke-10 disajikan pada Gambar 38 sampai dengan Gambar 47, sebagai berikut:

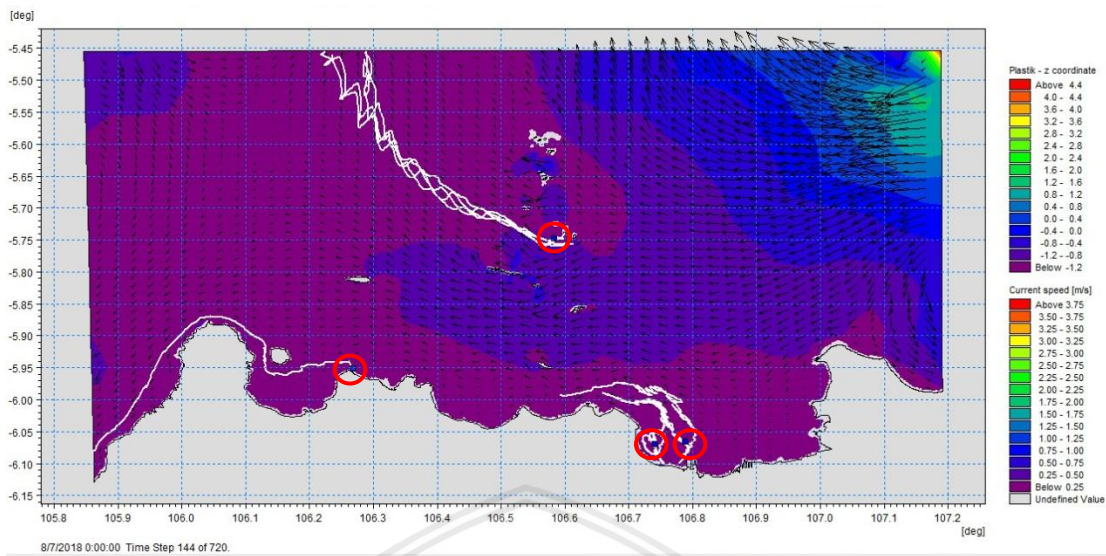


Gambar 39. Simulasi Hari Ke-1 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018

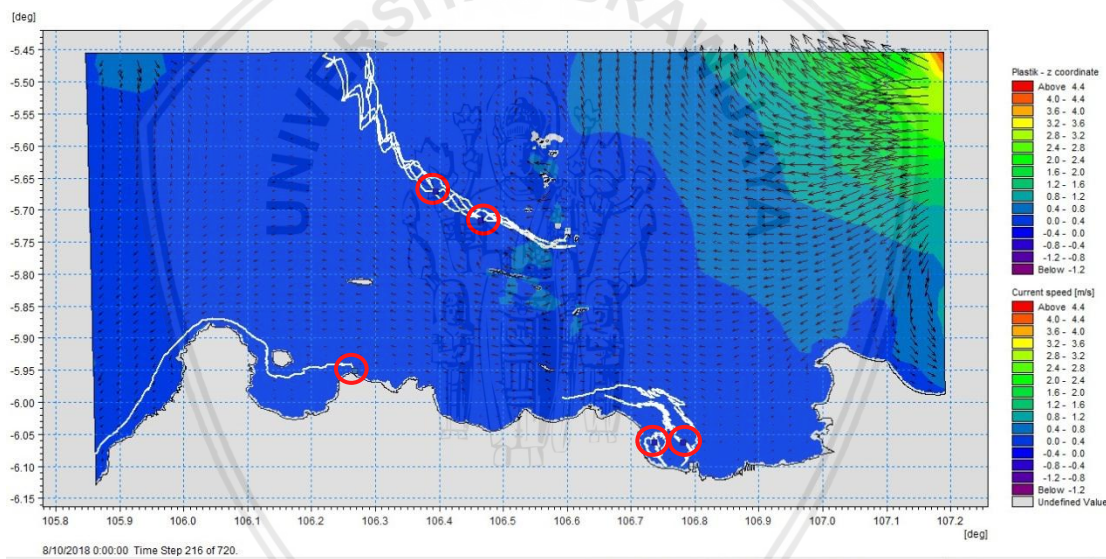


Gambar 40. Simulasi Hari Ke-2 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018

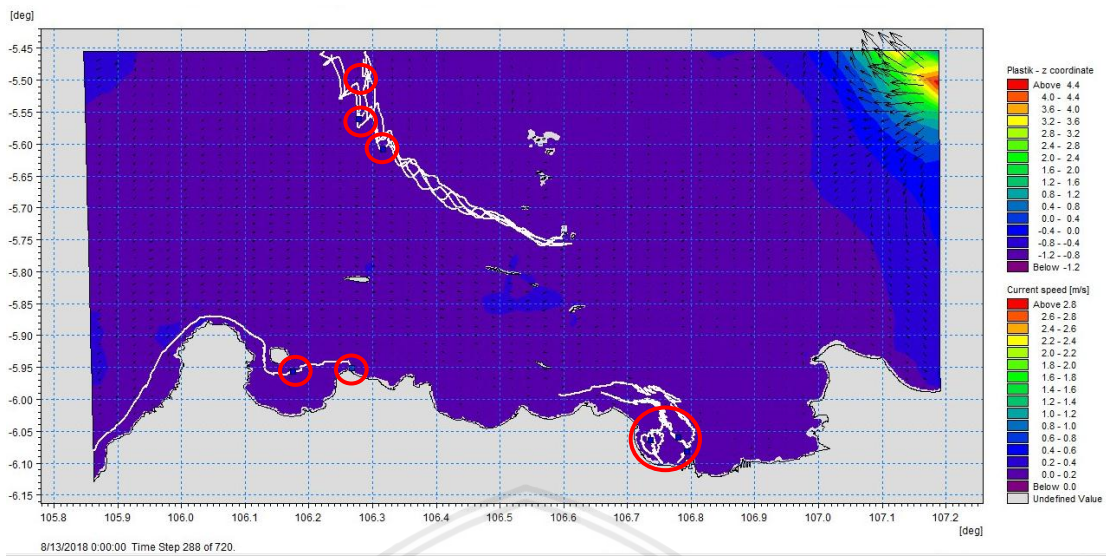




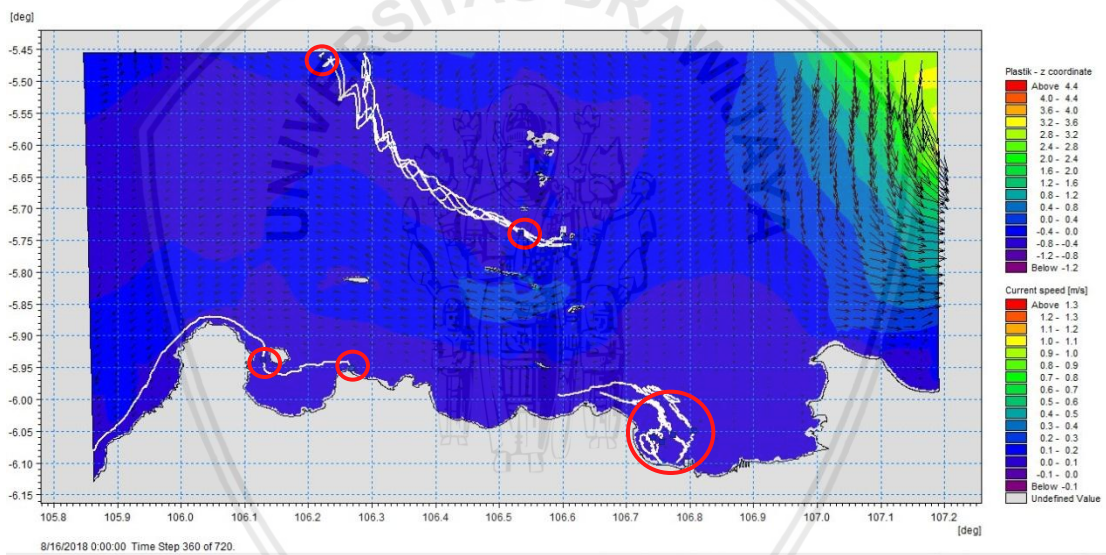
**Gambar 41.** Simulasi Hari Ke-3 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018



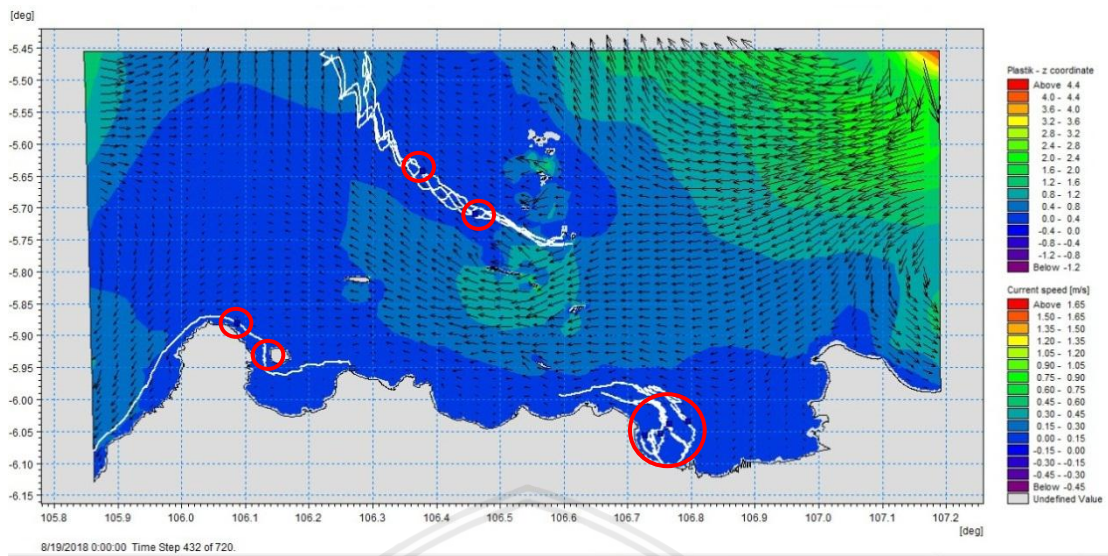
**Gambar 42.** Simulasi Hari Ke-4 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018



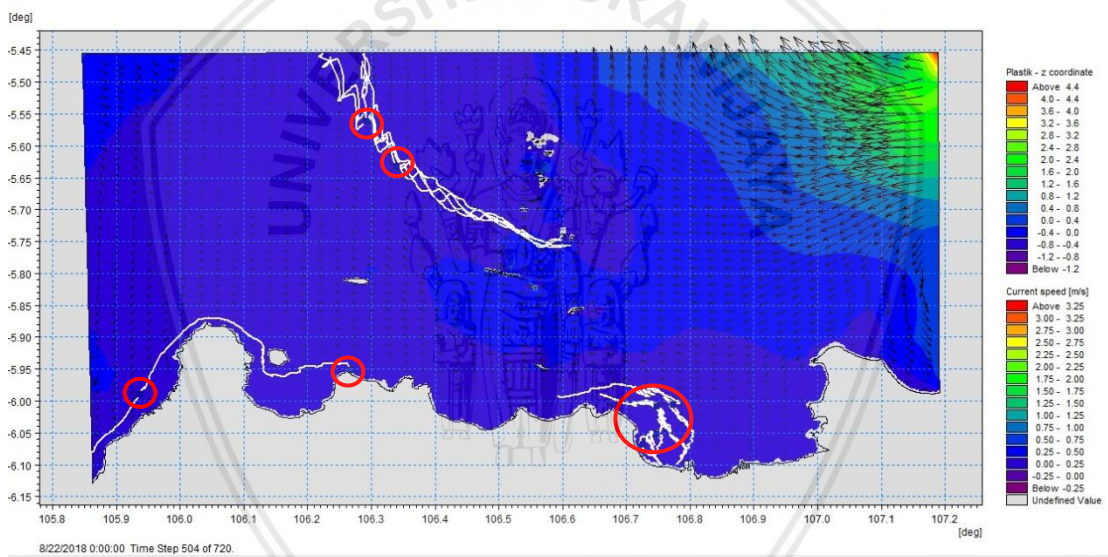
**Gambar 43.** Simulasi Hari Ke-5 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018



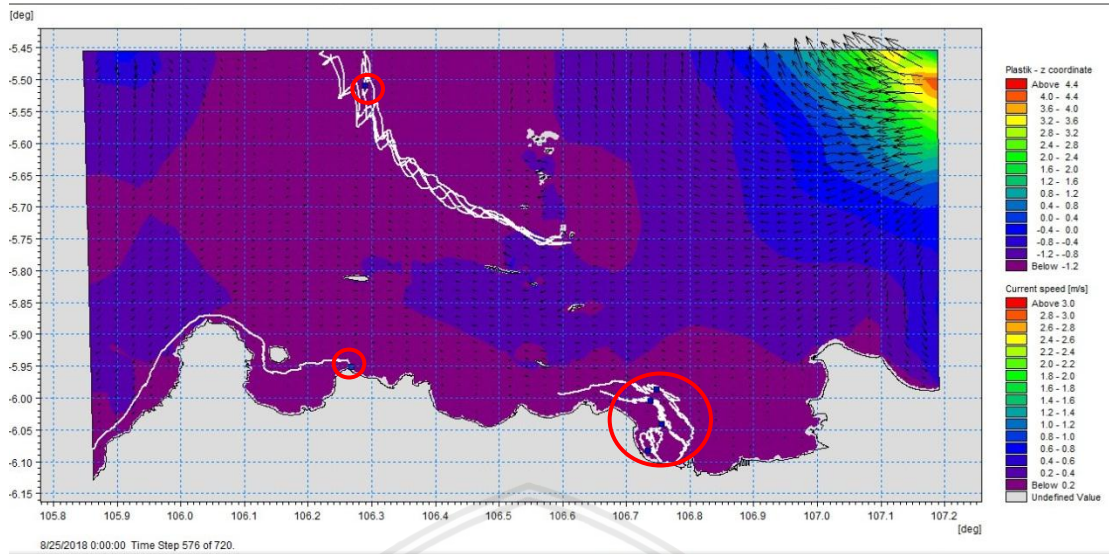
**Gambar 44.** Simulasi Hari Ke-6 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018



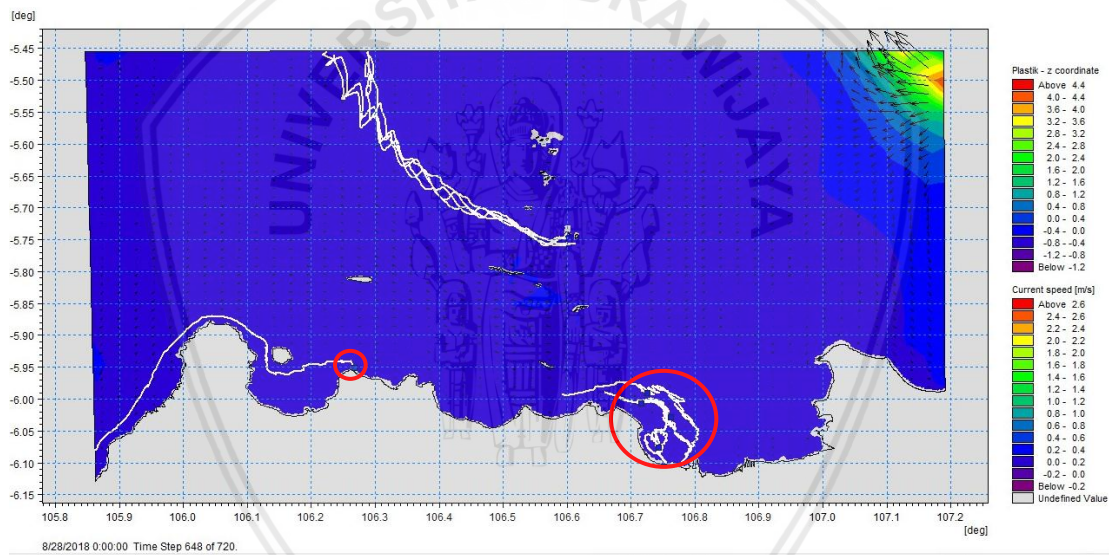
**Gambar 45.** Simulasi Hari Ke-7 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018



**Gambar 46.** Simulasi Hari Ke-8 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018



**Gambar 47.** Simulasi Hari Ke-9 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018



**Gambar 48.** Simulasi Hari Ke-10 Pergerakan Sampah Laut Agustus 2018

Pada hari ke-1 simulasi trajektori (Gambar 38) bulan Agustus 2018 tanggal 1 Agustus 2018 kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.08 – 0.16 m/s. Pada hari ke-2 simulasi (Gambar 39) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.2 – 0.3 m/s. Pada hari ke-3 simulasi (Gambar 40) kecepatan arus rata-rata berkisar  $\leq 0.25$  m/s. Pada hari ke-4 simulasi (Gambar 41) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.0 –

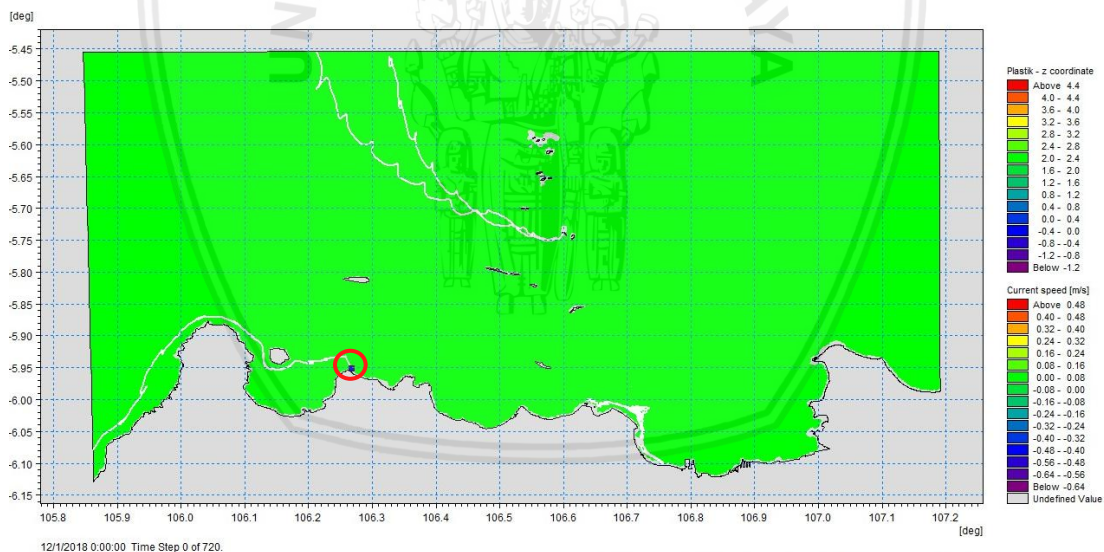
0.4 m/s. Pada hari ke-5 simulasi (Gambar 42) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.0 – 0.2 m/s. Pada hari ke-6 simulasi (Gambar 43) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.2 – 0.3 m/s. Pada hari ke-7 simulasi (Gambar 44) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.15 – 0.30 m/s di Teluk Banten, dan Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu 0.15 – 0.45 m/s. Pada hari ke-8 simulasi (Gambar 44) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.00 – 0.25 m/s di Teluk Banten, dan Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu kecepatan arus berkisar 0.00 – 0.50 m/s. Pada hari ke-9 simulasi (Gambar 46) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.2 – 0.4 m/s di Teluk Banten, dan di Kepulauan Seribu sedangkan pada Teluk Jakarta berkisar  $\leq 0.2$  m/s. Pada hari ke-10 simulasi (Gambar 46) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.4 – 0.6 m/s.

Pada bagian muara sungai ciujung lama pola arus cenderung membentuk arus sejajar pantai dan area *partickel tracking* menuju Selat Sunda melewati daerah Teluk Banten dan mendekati area Pulau Panjang. Pada daerah Kepulauan Seribu area *partickel trackingnya* mengarah ke arah utara atau menuju ke Laut Jawa. Sedangkan Muara Angke pada Teluk Jakarta mengarah ke arah barat dan menyusuri daerah pesisir di sekitar Teluk Jakarta. Masing-masing perairan memiliki massa partikel sampah plastik yang berbeda-beda tergantung wilayahnya.

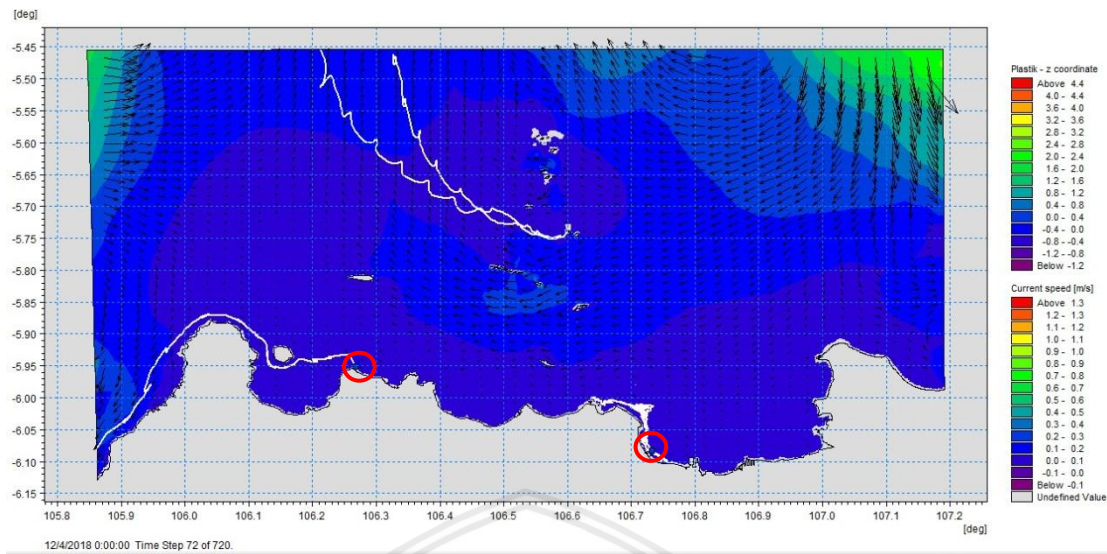
Pada simulasi hari ke-1 sampah didaerah penelitian berada pada kedalaman berkisar 2.4 – 2.8 m. Simulasi hari ke-2 berada pada kedalaman berkisar -0.4 – 0.0 m. Simulasi hari ke-3 berada pada kedalaman berkisar 0.0 – 0.4 m. Simulasi hari ke-4 berada pada kedalaman berkisar -0.4 – 0.0 m. Simulasi hari ke-5 berada pada kedalaman berkisar 0.4 – 0.6 m. Simulasi hari ke-6 dan hari ke-7 berada pada kedalaman berkisar 0.0 – 0.4 m. Simulasi hari ke-3 berada pada kedalaman berkisar

0.0 – 0.4 m. Simulasi hari ke-8 berada pada kedalaman berkisar -0.8 – -0.4 m. Simulasi hari ke-9 dan hari ke-10 berada pada kedalaman berkisar -0.4 – 0.0 m.

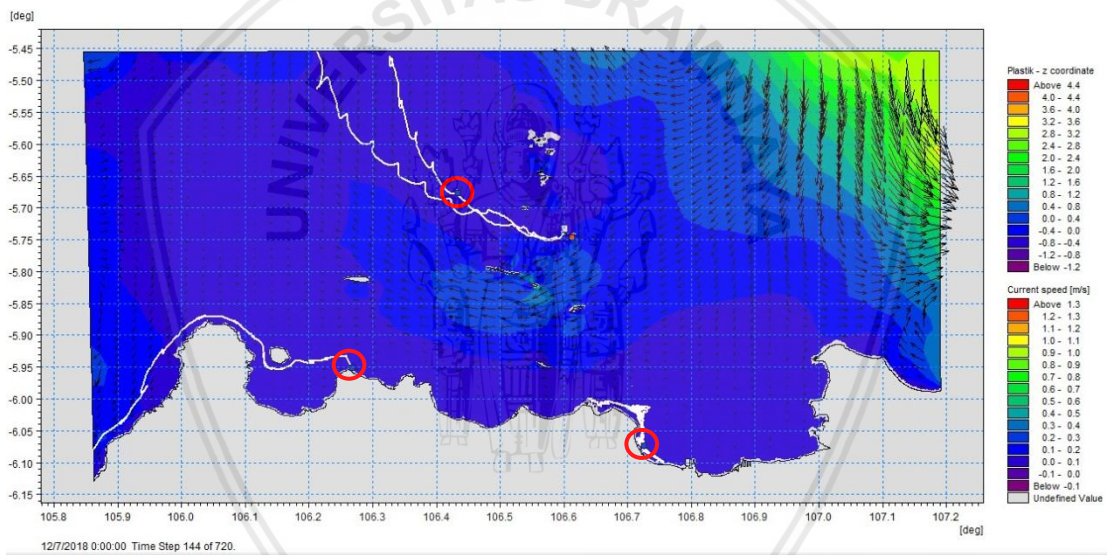
Simulasi pola pergerakan sampah laut jenis plastik ini dilakukan dalam waktu 30 hari pada Musim Barat yaitu bulan Desember 2018 (1 Desember 2018 – 31 Desember 2018). Simulasi pola pergerakan sampah laut jenis plastik ini dilakukan setiap pukul 00.00, dimana merupakan waktu awal mulai dilakukannya simulasi yang diindikasikan dapat mewakili keseluruhan dari model yang disimulasikan selama 30 hari sehingga genap menjadi 3 x 24 jam. Partikel sampah plastik ini dibagis menjadi 3 titik lokasi yaitu, Teluk Banten yang bermula di muara sungai Ciujung Lama, Kepulauan Seribu yang bermula di Pulau Panggang, dan Teluk Jakarta yang bermula di muara sungai Muara Angke. Simulasi trajektori sampah hari ke-1 sampai hari ke-10 disajikan pada Gambar 48 sampai dengan Gambar 57, sebagai berikut:



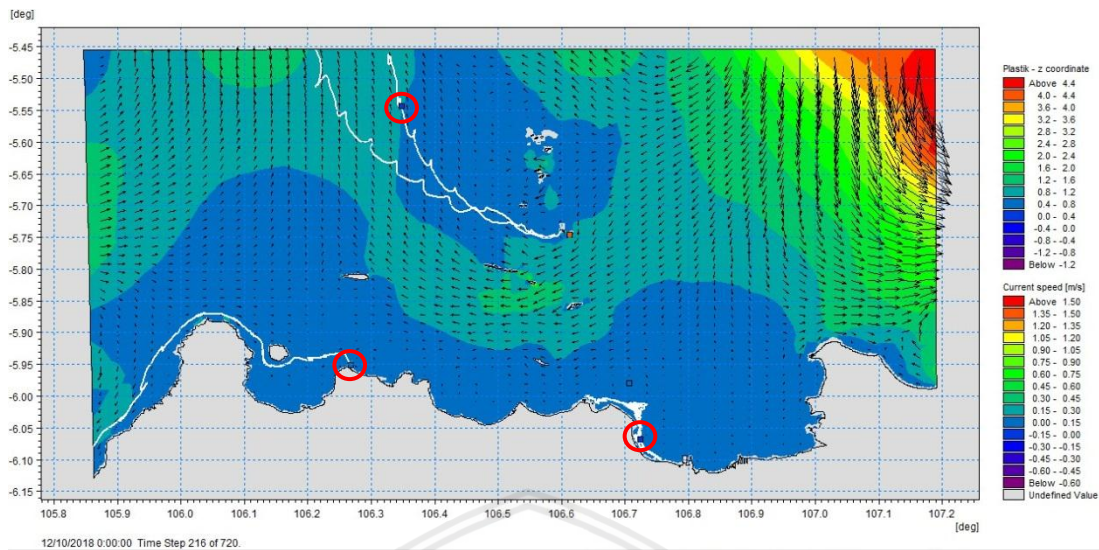
**Gambar 49.** Simulasi Hari Ke-1 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018



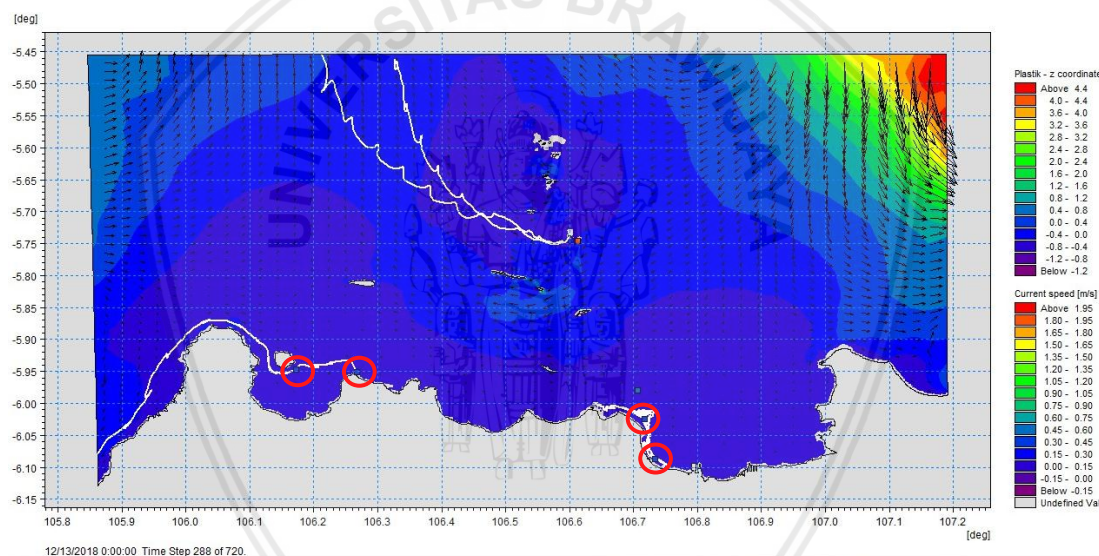
**Gambar 50.** Simulasi Hari Ke-2 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018



**Gambar 51.** Simulasi Hari Ke-3 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018

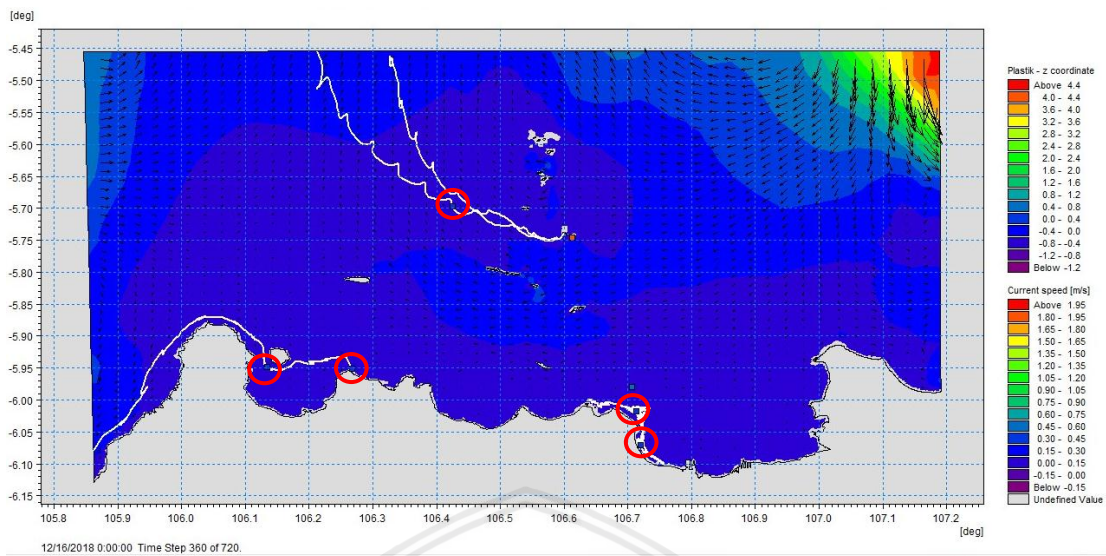


**Gambar 52.** Simulasi Hari Ke-4 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018

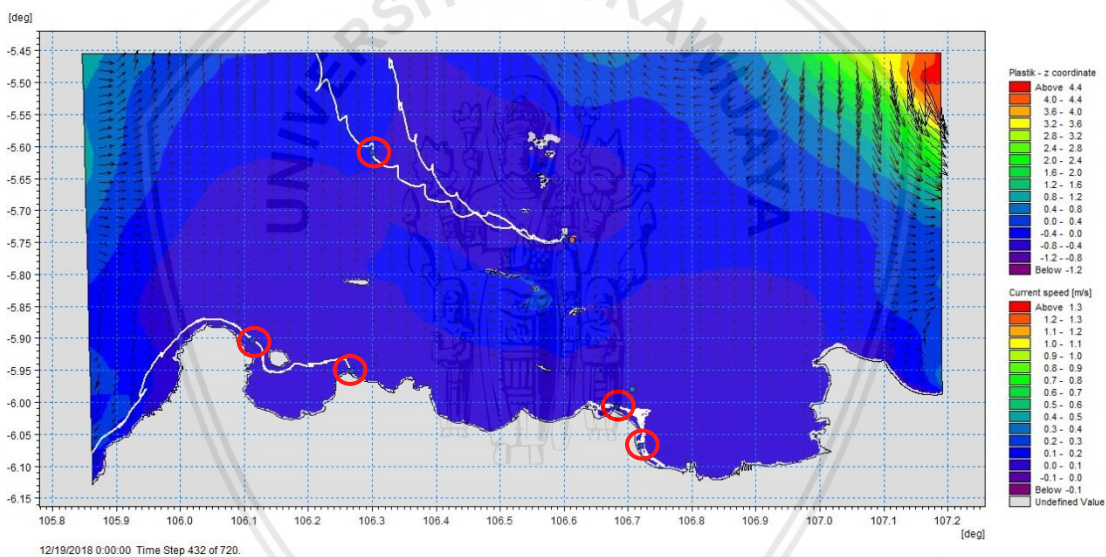


**Gambar 53.** Simulasi Hari Ke-5 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018

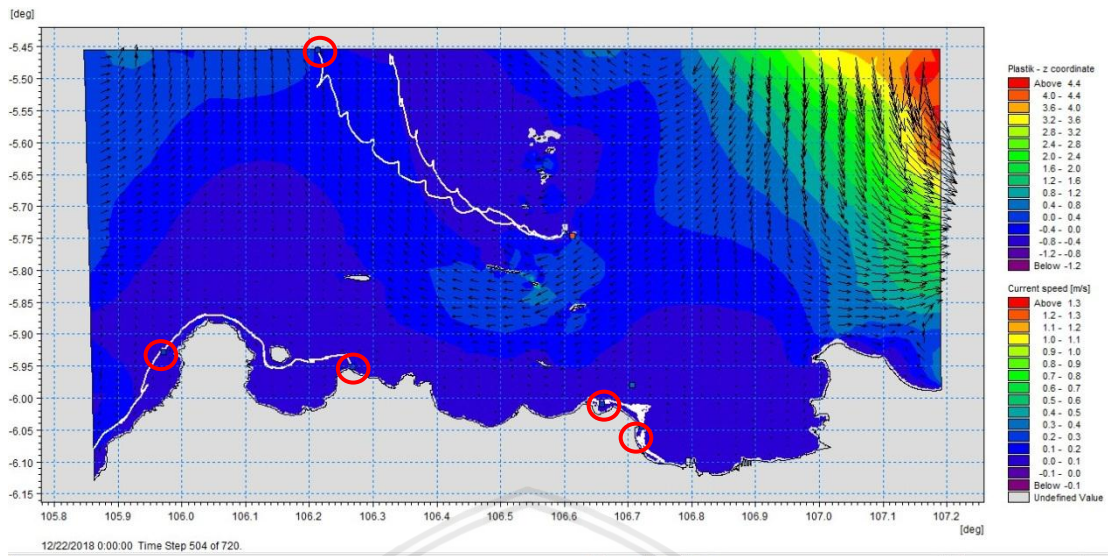




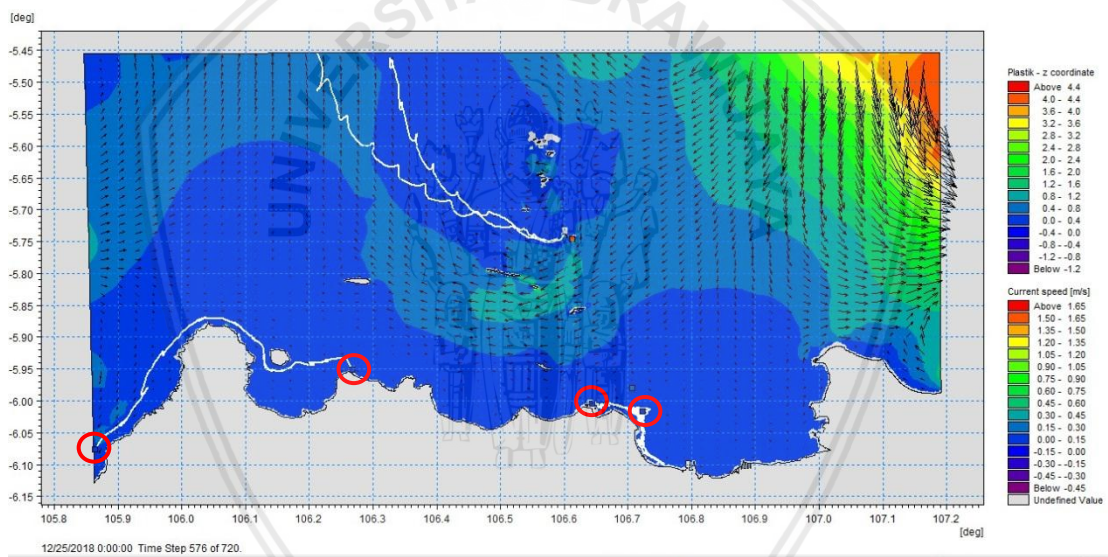
**Gambar 54.** Simulasi Hari Ke-6 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018



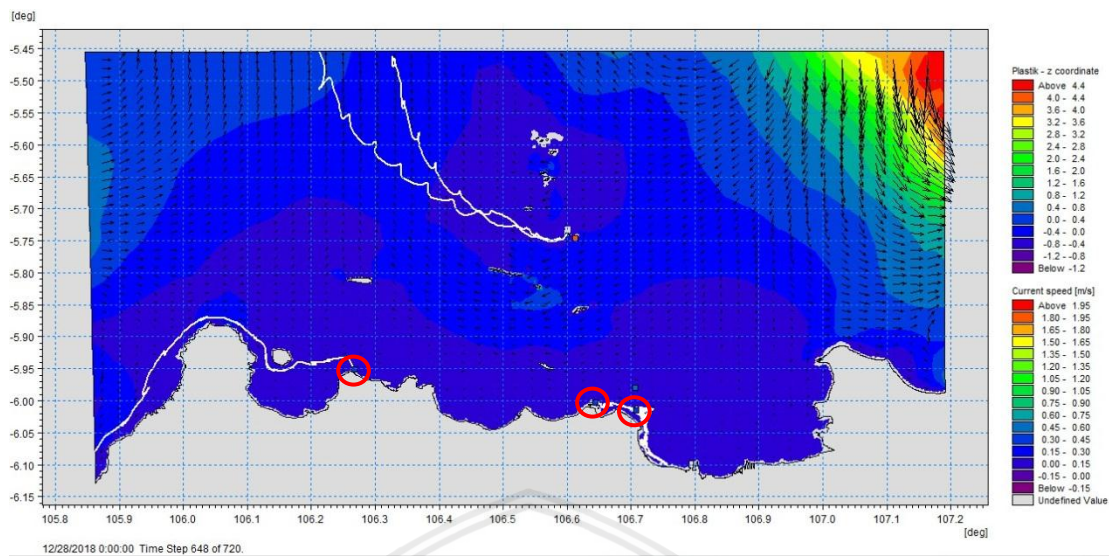
**Gambar 55.** Simulasi Hari Ke-7 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018



Gambar 56. Simulasi Hari Ke-8 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018



Gambar 57. Simulasi Hari Ke-9 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018



**Gambar 58.** Simulasi Hari Ke-10 Pergerakan Sampah Laut Desember 2018

Pada hari ke-1 simulasi trajektori (Gambar 48) bulan Desember 2018 tanggal 1 Desember 2018 partikel sampah plastik mulai bergerak dengan arah pergerakan menuju barat daya pada Teluk Banten dan utara pada Kepulauan Seribu, sedangkan arah pada Teluk Jakarta bergerak di sekitar pesisir menuju arah barat. Kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.08 – 0.16 m/s. Pada hari ke-2 simulasi (Gambar 49) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.1 – 0.2 m/s. Pada hari ke-3 simulasi (Gambar 50) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.2 – 0.3 m/s. Pada hari ke-4 simulasi (Gambar 51) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.00 – 0.15 m/s. Pada hari ke-5 simulasi (Gambar 52) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.15 – 0.30 m/s di Teluk Banten, dan di Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu berkisar antara 0.15 – 0.45 m/s. Pada hari ke-6 simulasi (Gambar 53) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.15 – 0.30 m/s di Teluk Banten, dan di Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu berkisar antara 0.15 – 0.45 m/s. Pada hari ke-7 simulasi (Gambar 54) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.1 – 0.2 m/s di Teluk Banten, dan di Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu berkisar antara 0.1 –

0.3 m/s. Pada hari ke-8 simulasi (Gambar 55) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.1 – 0.2 m/s di Teluk Banten, dan di Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu berkisar antara 0.1 – 0.3 m/s. Pada hari ke-9 simulasi (Gambar 56) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.15 – 0.30 m/s di Teluk Banten, dan di Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu berkisar antara 0.15 – 0.45 m/s. Pada hari ke-10 simulasi (Gambar 57) kecepatan arus rata-rata berkisar antara 0.15 – 0.30 m/s di Teluk Banten, dan di Teluk Jakarta sedangkan di Kepulauan Seribu berkisar antara 0.15 – 0.45 m/s.

Pada bagian muara sungai ciujung lama pola arus cenderung menuju arah Selat Sunda dan area *particikel tracking* melewati daerah Teluk Banten dan mendekati area Pulau Panjang. Pada daerah Kepulauan Seribu area *particikel trackingnya* mengarah ke arah utara atau menuju ke Laut Jawa. Sedangkan Muara Angke pada Teluk Jakarta mengarah ke arah barat dan menyusuri daerah pesisir di sekitar Teluk Jakarta. Pada simulasi hari ke-1 sampai simulasi hari ke-10 kedalaman sampah plastik didaerah penelitian berada pada kedalaman berkisar 0.0 – 0.4 m.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Arah arus saat pasang tertinggi pada bulan Agustus 2018 *Spring Tide* di Teluk Banten bergerak dari arah Barat Daya menuju Selatan. Arah arus saat surut terendah pada bulan Agustus 2018 *Spring Tide* di Teluk Banten bergerak dari arah timur menuju Barat. Arah arus *Neap Tide* saat pasang tertinggi pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah barat daya menuju timur. Arah arus *Neap Tide* saat surut pada bulan Agustus 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah selatan menuju Barat. Arah arus saat pasang pada bulan Desember 2018 *Spring Tide* di Teluk Banten bergerak dari barat daya menuju timur perairan. Arah arus saat surut pada bulan Desember 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah timur menuju arah barat daya. Arah arus saat pasang pada bulan Desember *Neap Tide* 2018 di Teluk Banten bergerak dari barat daya menuju timur perairan. Arah arus *Neap Tide* saat surut pada bulan Desember 2018 di Teluk Banten bergerak dari arah timur menuju Barat Daya.
2. Pergerakan sampah laut yang terdapat di perairan Teluk Banten mengarah ke Selat Sunda pola arus yang berada di Teluk Banten mengarah dari timur menuju barat daya. Pergerakan menuju Selat Sunda terjadi saat Musim Timur dan Musim Barat. Hal ini terjadi karena Agustus merupakan musim peralihan yang menyebabkan arah pergerakan sampah laut di Teluk Banten

pada bulan Agustus dan Desember atau pada Musim Timur dan Musim Barat keduanya mengarah ke Selat Sunda.

3. Arus merupakan salah satu faktor yang mendukung perpindahan sampah laut di perairan dengan jarak yang cukup jauh. Sampah laut yang ada di perairan Teluk Banten terbukti mengikuti arah pola arus yang terdapat di daerah tersebut yaitu bergerak dari muara sungai Ciujung Lama yang berada di perairan Teluk Banten menuju ke Selat Sunda. Pola *particikel tracking* sampah di perairan Teluk Banten mengarah dari arah timur menuju barat daya sesuai dengan arah pola arus. Sehingga arus sangat berpengaruh terhadap pola pergerakan sampah di Perairan Teluk Banten.

## 5.2 Saran

Penelitian selanjutnya dengan topik yang sama sebaiknya perlu adanya penambahan waktu simulasi yang disesuaikan dengan data lapangan yang lebih detail untuk menghasilkan simulasi lebih luas. Serta perlu adanya penambahan titik lokasi yang lebih luas untuk menghasilkan data yang lebih besar domainnya. Perlu adanya sosialisasi dan penanaman nilai kesadaran terhadap warga sekitar untuk lebih menjaga lingkungan dengan tidak membuang sampah atau limbah ke aliran sungai karena akan mengalir hingga ke muara dan terbawa oleh arus hingga ke wilayah lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afdal dan S.H.Riyono.2007. Kualitas Perairan Teluk Banten pada Musim Timur Ditinjau dari Konsentrasi Klorofil-a dan Indeks Autotropik.Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. 33. 339–354. ISSN 0125 – 9830.
- Asia, Muh. Zainul Arifin. 2017. Dampak Sampah Plastik Bagi Ekosistem Laut. Pojok Imiah Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung.
- Azis, M. Furqon. 2006. Gerak Air Di Laut. Oseana, Volume XXXI, Nomor 4, Tahun 2006 : 9 - 21
- Bahar YH. 1986. Teknologi Penanganan Dan Pemanfaatan Sampah. Jakarta: Waca Utama Pramesti.
- CSIRO (*Ocean and Atmosphere Flaship*) 2014. *Marine Debris sources, distribution and fate of plastic and other refuse – and its impact on ocean and coastal wildlife*. [www.csiro.au/marine-debris](http://www.csiro.au/marine-debris) diakses pada pukul 19.30, tanggal 7 Febuari 2019.
- Djunarsjah, E., dan Poerbandono, 2005, Survei Hidrografi. PT. Refika Aditama, Bandung.
- Hetherington J., Leous J., Anziano J., Brockett D., Cherson A., Dean E., Dillon J., Johnson T., Littman M., Lukehart N., Ombac J., Reilly K., 2005. *The Marine Debris Research, Prevention and Reduction Act: A Policy Analysis*. Columbia University New York, New York.
- Hutabrarat, S. dan Evans, S. 1984. Pengantar Oseanografi. Penerbit Ui – Press. Jakarta.
- Hutabarat, Sahala dan Stewart M. Evans. Pengantar Oseanografi. Jakarta: Universitas Indonesia Press, 2008.
- Ilahude, A.G., 1999, Pengantar Ke Oseanografi Fisika, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Isman. F.M,. 2016. Identifikasi Sampah Laut di Kawasa Wisata Pantai Kota Makassar. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Unhas. Makassar.
- Jenna, R. Jambeck, Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, Kara Lavender Lawa. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. University of Georgia.
- Kastiyan Yudha Pratama, Indra Budi Prasetyawan dan Warsito Atmodjo. 2014. Studi Pola Arus Di Perairan Khusus Pertamina PT. Arun Lhokseumawe – Aceh. Jurnal Oseanografi. Volume 3, Nomor 2, Tahun 2014, Halaman 220 – 229
- Lebreton, L. C. M., Greer, S. D., & Borerro, J. C. (2012). *Numerical modeling of floating debris in the world's oceans*, Mar. Pollut. Bull., 64, 653–661.
- Lippiat, S., Opfer, S. and Arthur, C. 2013. *Marine Debris and Monitoring Assesment*. NOAA.

- Loupatty, G., 2013. Karakteristik Energi Gelombang dan Arus Perairan di Provinsi Maluku. BAREKENG J. ILMU Mat. DAN Terap. 7, 19–22.
- Marthalena. 2017. Studi Dampak Implementasi Motto Kota Serang Dengan Pendekatan Teori Fenomenologi Husserl. Program Studi Administrasi Negara Universitas Serang Raya.
- Martono, 2008. simulasi Pengaruh Angin Terhadap Sirkulasi Permukaan Laut Berbasis Model. Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN), Yogyakarta.
- Matthias, T. and J. S. Godfrey 1994. *Regional Oceanography: an Introduction*. Pergamon Press, New York: 422 pp.
- Minarto, E., Heron S., Elizabeth, V., Tjong, G. P., Muzilman, M. dan Eka, S. 2008. Distribusi Temperatur dan Salinitas Bulan November 2008 di Selat Sunda. ITS, UNSRI, ITB, UI, UNAS. Jakarta.
- Mumby, P. J., C. D. Clark, E. P. Green dan A. J. Edwards. 1998. *Benefits of water column correction and contextual editing for mapping coral reefs*. *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 19, No. 1, hal: 203 – 210.
- Mustikasari, E., Rustam, A., Adi, N.S. & Purbani, D. (2012). Pergerakan arus di Teluk Banten Prosiding Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan 2012. ISSN: 1412 2332.
- Nasir, M. 1983. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nining, S. N. 2002. Oseanografi Fisis. Kumpulan Transparansi Kuliah Oseanografi Fisika. Program Studi Oseanografi. ITB.
- NOAA. 2015. *Turning The Tide On Trash. A Learning Guide On Marine Debris*. NOAA PIFSC CRED.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Jakarta.
- Nybakken, J.W. (1992). Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi. Penerjemah: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bangen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. Jakarta. Gramedia : 459 hal.
- Safwan, H. R. 2006. Arus laut. ITB. Bandung.
- Satriadi, A. (2013). Kajian transport sedimen tersuspensi untuk perencanaan pembangunan pelabuhan Bojonegara Banten. Buletin Oseanografi Marina 2: 68 -77.
- Sheavly, S.B. & Register, K.M., 2007. *Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions*. *Journal of Polymers and the Environment*, 15(4), pp.301–305. DOI 10.1007/s10924-007-0074-3
- Suardi, Y. 2006. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Supendi, A., Ngaro, N.R. & Supriyono, E. (2014). Dampak pencemaran sungai sungai yang bermuara di Teluk Banten terhadap hasil produksi tambak tradisional setempat. Diunduh dari <http://msp.ummi.ac.id/index.php/blogdosen/blog-arifsupendi-m-si/46-dampak->



pencemaran-sungaisungai-yangbermuara-di-teluk-banten-terhadaphasil-produksi-tambak-tradisional setempat [25 Febuari 2019].

Wisha, J.W., Husrin, S. & Prihantono, J. (2015). Hidrodinamika perairan Teluk Banten pada musim peralihan (Agustus - September). *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol 20(2): 101-112.

Wyrcki, K., 1987. *Indonesian through flow and the associated pressure gradient*. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 92 (C12), 12941-12946.



## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Pasang Surut Mike21 Teluk Banten Agustus 2018**

Elevasi	Waktu
-0.173	8/1/2018 0:00
-0.233	8/1/2018 1:00
-0.149	8/1/2018 2:00
-0.133	8/1/2018 3:00
-0.131	8/1/2018 4:00
-0.131	8/1/2018 5:00
-0.114	8/1/2018 6:00
-0.115	8/1/2018 7:00
-0.092	8/1/2018 8:00
-0.057	8/1/2018 9:00
-0.006	8/1/2018 10:00
0.061	8/1/2018 11:00
0.131	8/1/2018 12:00
0.197	8/1/2018 13:00
0.244	8/1/2018 14:00
0.265	8/1/2018 15:00
0.254	8/1/2018 16:00
0.212	8/1/2018 17:00
0.146	8/1/2018 18:00
0.067	8/1/2018 19:00
-0.012	8/1/2018 20:00
-0.081	8/1/2018 21:00
-0.130	8/1/2018 22:00
-0.155	8/1/2018 23:00
-0.158	8/2/2018 0:00
-0.145	8/2/2018 1:00
-0.124	8/2/2018 2:00
-0.102	8/2/2018 3:00
-0.086	8/2/2018 4:00
-0.076	8/2/2018 5:00
-0.072	8/2/2018 6:00
-0.069	8/2/2018 7:00
-0.060	8/2/2018 8:00
-0.039	8/2/2018 9:00
-0.005	8/2/2018 10:00

**Lampiran 2. Data Pasang Surut Mike21 Teluk Banten Agustus 2018**

<u>Elevasi</u>	<u>Waktu</u>
0	12/1/2018 0:00
0.043413	12/1/2018 1:00
0.091545	12/1/2018 2:00
0.125179	12/1/2018 3:00
0.146664	12/1/2018 4:00
0.148554	12/1/2018 5:00
0.155152	12/1/2018 6:00
0.136501	12/1/2018 7:00
0.120377	12/1/2018 8:00
0.093911	12/1/2018 9:00
0.064496	12/1/2018 10:00
0.033038	12/1/2018 11:00
-0.00228	12/1/2018 12:00
-0.03705	12/1/2018 13:00
-0.07342	12/1/2018 14:00
-0.10591	12/1/2018 15:00
-0.13348	12/1/2018 16:00
-0.15111	12/1/2018 17:00
-0.15641	12/1/2018 18:00
-0.14697	12/1/2018 19:00
-0.12239	12/1/2018 20:00
-0.08474	12/1/2018 21:00
-0.03771	12/1/2018 22:00
0.012553	12/1/2018 23:00
0.060156	12/2/2018 0:00
0.099406	12/2/2018 1:00
0.126271	12/2/2018 2:00
0.138642	12/2/2018 3:00
0.136901	12/2/2018 4:00
0.123585	12/2/2018 5:00
0.102548	12/2/2018 6:00
0.077791	12/2/2018 7:00
0.052304	12/2/2018 8:00
0.027983	12/2/2018 9:00
0.004998	12/2/2018 10:00



**Lampiran 3. Data Pasang Surut BIG Teluk Banten Agustus 2018**

Jam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tanggal																								
3/1/2019	0.169	0.21	0.25	0.275	0.276	0.25	0.213	0.171	0.145	0.15	0.19	0.26	0.35	0.45	0.53	0.58	0.58	0.54	0.46	0.36	0.26	0.18	0.134	0.125
3/2/2019	0.151	0.197	0.247	0.286	0.302	0.29	0.262	0.223	0.193	0.18	0.21	0.26	0.34	0.43	0.5	0.55	0.56	0.52	0.445	0.349	0.249	0.167	0.116	0.103
3/3/2019	0.126	0.174	0.233	0.285	0.317	0.32	0.308	0.278	0.248	0.23	0.24	0.28	0.34	0.41	0.48	0.52	0.53	0.49	0.426	0.335	0.238	0.153	0.097	0.078
3/4/2019	0.096	0.143	0.206	0.268	0.317	0.34	0.345	0.33	0.308	0.29	0.29	0.32	0.36	0.41	0.46	0.49	0.5	0.47	0.406	0.321	0.228	0.143	0.083	0.056
3/5/2019	0.065	0.106	0.167	0.235	0.296	0.34	0.365	0.37	0.364	0.36	0.36	0.37	0.39	0.43	0.46	0.48	0.47	0.44	0.385	0.307	0.221	0.139	0.076	0.041
3/6/2019	0.039	0.068	0.12	0.186	0.253	0.31	0.358	0.389	0.406	0.42	0.42	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.46	0.42	0.365	0.294	0.215	0.14	0.079	0.039
3/7/2019	0.025	0.038	0.075	0.128	0.192	0.26	0.319	0.373	0.419	0.46	0.48	0.51	0.52	0.52	0.52	0.5	0.46	0.41	0.349	0.281	0.211	0.146	0.091	0.052
3/8/2019	0.03	0.028	0.044	0.077	0.124	0.18	0.248	0.32	0.391	0.46	0.52	0.56	0.59	0.59	0.58	0.54	0.48	0.41	0.342	0.271	0.206	0.152	0.109	0.078
3/9/2019	0.056	0.043	0.04	0.048	0.069	0.11	0.162	0.236	0.323	0.42	0.51	0.59	0.64	0.66	0.65	0.6	0.52	0.44	0.348	0.267	0.202	0.156	0.126	0.109
3/10/2019	0.096	0.084	0.069	0.055	0.047	0.05	0.084	0.143	0.23	0.34	0.46	0.57	0.65	0.7	0.7	0.66	0.58	0.47	0.367	0.271	0.198	0.155	0.136	0.136
3/11/2019	0.14	0.139	0.126	0.1	0.069	0.04	0.04	0.069	0.136	0.24	0.37	0.5	0.62	0.7	0.73	0.7	0.63	0.52	0.394	0.282	0.197	0.149	0.136	0.15
3/12/2019	0.175	0.194	0.195	0.172	0.131	0.08	0.046	0.038	0.072	0.15	0.27	0.41	0.54	0.65	0.71	0.71	0.65	0.55	0.421	0.297	0.198	0.14	0.125	0.148
3/13/2019	0.19	0.233	0.257	0.252	0.217	0.16	0.102	0.061	0.058	0.1	0.19	0.32	0.45	0.58	0.66	0.68	0.65	0.56	0.437	0.309	0.2	0.13	0.108	0.13
3/14/2019	0.184	0.246	0.297	0.318	0.302	0.26	0.191	0.131	0.096	0.1	0.16	0.25	0.37	0.49	0.58	0.63	0.61	0.54	0.436	0.313	0.2	0.12	0.088	0.105
3/15/2019	0.16	0.234	0.305	0.353	0.365	0.34	0.286	0.223	0.173	0.15	0.17	0.23	0.32	0.42	0.51	0.56	0.56	0.51	0.418	0.305	0.196	0.112	0.071	0.078
3/16/2019	0.128	0.204	0.287	0.355	0.392	0.39	0.363	0.313	0.262	0.23	0.23	0.26	0.32	0.39	0.46	0.5	0.5	0.46	0.387	0.289	0.188	0.107	0.061	0.059
3/17/2019	0.098	0.169	0.252	0.33	0.386	0.41	0.406	0.377	0.34	0.31	0.3	0.31	0.34	0.39	0.43	0.46	0.46	0.42	0.354	0.268	0.179	0.103	0.057	0.048
3/18/2019	0.078	0.137	0.213	0.291	0.355	0.4	0.412	0.408	0.391	0.37	0.36	0.37	0.39	0.41	0.43	0.44	0.43	0.39	0.327	0.249	0.17	0.103	0.06	0.048
3/19/2019	0.069	0.116	0.181	0.25	0.312	0.36	0.39	0.405	0.409	0.41	0.41	0.42	0.44	0.45	0.46	0.45	0.42	0.37	0.31	0.237	0.165	0.106	0.068	0.056
3/20/2019	0.071	0.107	0.158	0.214	0.268	0.31	0.351	0.379	0.401	0.42	0.44	0.46	0.48	0.49	0.49	0.47	0.43	0.37	0.304	0.232	0.165	0.112	0.08	0.07
3/21/2019	0.081	0.109	0.146	0.188	0.229	0.27	0.303	0.337	0.373	0.41	0.45	0.49	0.52	0.53	0.52	0.5	0.45	0.38	0.307	0.233	0.169	0.122	0.095	0.089
3/22/2019	0.099	0.119	0.145	0.172	0.198	0.22	0.253	0.288	0.332	0.39	0.44	0.5	0.54	0.56	0.56	0.53	0.47	0.4	0.315	0.239	0.176	0.133	0.112	0.11
3/23/2019	0.121	0.138	0.154	0.167	0.176	0.19	0.206	0.237	0.284	0.35	0.42	0.49	0.55	0.58	0.59	0.56	0.49	0.41	0.326	0.245	0.182	0.143	0.129	0.133
3/24/2019	0.148	0.164	0.174	0.174	0.168	0.16	0.166	0.187	0.232	0.3	0.38	0.47	0.55	0.6	0.61	0.58	0.52	0.43	0.338	0.251	0.186	0.15	0.141	0.154
3/25/2019	0.176	0.195	0.203	0.196	0.176	0.15	0.139	0.147	0.183	0.25	0.34	0.44	0.53	0.59	0.62	0.6	0.54	0.45	0.348	0.255	0.187	0.151	0.148	0.169
3/26/2019	0.201	0.229	0.241	0.231	0.202	0.16	0.132	0.122	0.145	0.2	0.29	0.4	0.5	0.58	0.62	0.61	0.55	0.46	0.355	0.257	0.183	0.146	0.146	0.176
3/27/2019	0.219	0.259	0.28	0.274	0.242	0.19	0.147	0.118	0.123	0.17	0.25	0.36	0.46	0.55	0.6	0.6	0.55	0.47	0.357	0.254	0.175	0.135	0.137	0.173

Jam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tanggal																								
3/28/2019	0.228	0.282	0.316	0.32	0.292	0.24	0.182	0.137	0.123	0.15	0.22	0.32	0.42	0.52	0.58	0.59	0.55	0.46	0.353	0.246	0.163	0.119	0.12	0.161
3/29/2019	0.226	0.294	0.344	0.362	0.343	0.3	0.232	0.175	0.143	0.15	0.2	0.29	0.39	0.48	0.54	0.56	0.53	0.45	0.344	0.235	0.147	0.099	0.097	0.14
3/30/2019	0.212	0.292	0.359	0.394	0.39	0.35	0.289	0.226	0.182	0.17	0.2	0.27	0.36	0.45	0.51	0.53	0.51	0.43	0.331	0.223	0.131	0.077	0.071	0.112

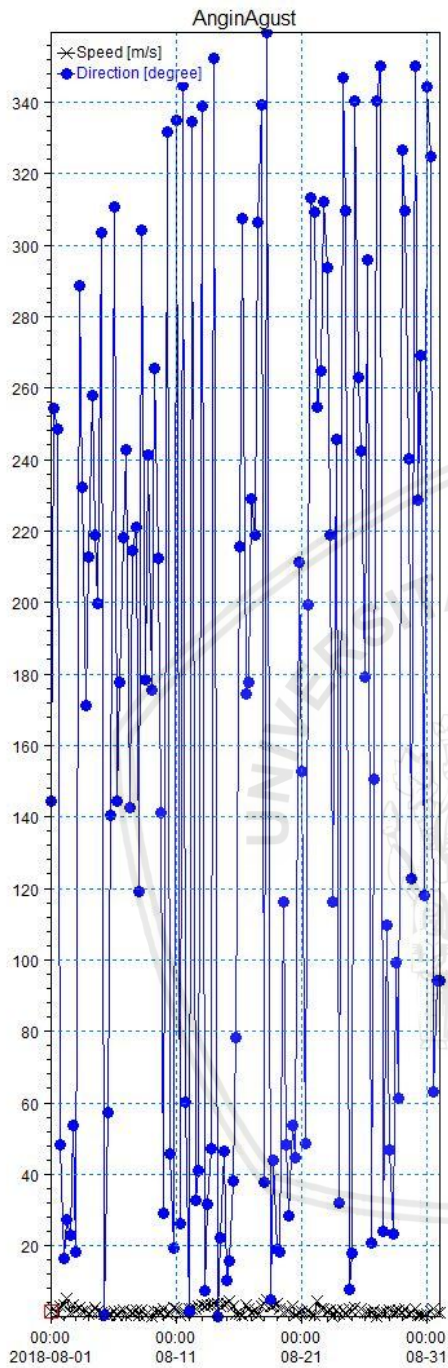
#### Lampiran 4. Data Pasang Surut BIG Teluk Banten Desember 2018

Jam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tanggal																								
3/1/2019	0.38	0.434	0.486	0.53	0.56	0.57	0.572	0.555	0.526	0.49	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.28	0.27	0.26	0.265	0.279	0.303	0.335	0.372	0.411
3/2/2019	0.446	0.477	0.499	0.512	0.516	0.51	0.505	0.493	0.476	0.46	0.43	0.4	0.37	0.33	0.29	0.26	0.24	0.24	0.252	0.283	0.33	0.386	0.442	0.492
3/3/2019	0.527	0.545	0.546	0.531	0.507	0.48	0.454	0.435	0.421	0.41	0.4	0.38	0.36	0.32	0.28	0.24	0.22	0.21	0.224	0.266	0.331	0.409	0.489	0.557
3/4/2019	0.604	0.623	0.613	0.578	0.528	0.48	0.427	0.393	0.373	0.37	0.36	0.36	0.34	0.31	0.27	0.23	0.19	0.18	0.189	0.233	0.308	0.404	0.505	0.597
3/5/2019	0.663	0.693	0.684	0.64	0.573	0.5	0.426	0.372	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.31	0.27	0.22	0.18	0.15	0.155	0.194	0.27	0.375	0.493	0.606
3/6/2019	0.694	0.742	0.744	0.703	0.629	0.54	0.448	0.375	0.327	0.31	0.3	0.31	0.31	0.3	0.27	0.22	0.18	0.14	0.128	0.156	0.225	0.33	0.458	0.587
3/7/2019	0.695	0.765	0.786	0.756	0.684	0.59	0.485	0.396	0.332	0.3	0.29	0.3	0.3	0.3	0.28	0.23	0.18	0.14	0.112	0.125	0.181	0.279	0.407	0.545
3/8/2019	0.669	0.76	0.802	0.79	0.73	0.64	0.53	0.43	0.353	0.31	0.29	0.29	0.3	0.3	0.29	0.25	0.2	0.15	0.11	0.107	0.146	0.23	0.35	0.489
3/9/2019	0.623	0.731	0.793	0.803	0.761	0.68	0.575	0.471	0.385	0.33	0.3	0.3	0.3	0.31	0.3	0.27	0.22	0.17	0.121	0.104	0.126	0.192	0.298	0.429
3/10/2019	0.565	0.683	0.763	0.793	0.771	0.71	0.613	0.511	0.421	0.35	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.28	0.24	0.19	0.143	0.116	0.122	0.17	0.258	0.376
3/11/2019	0.506	0.626	0.717	0.764	0.762	0.72	0.637	0.544	0.455	0.38	0.34	0.32	0.32	0.32	0.32	0.3	0.27	0.22	0.173	0.14	0.135	0.167	0.237	0.338
3/12/2019	0.455	0.57	0.664	0.722	0.737	0.71	0.646	0.565	0.481	0.41	0.36	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.28	0.25	0.205	0.173	0.162	0.182	0.236	0.319
3/13/2019	0.42	0.525	0.615	0.676	0.701	0.69	0.639	0.571	0.496	0.43	0.37	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31	0.29	0.27	0.235	0.209	0.198	0.212	0.253	0.32
3/14/2019	0.405	0.495	0.575	0.634	0.662	0.66	0.62	0.564	0.498	0.43	0.38	0.35	0.33	0.32	0.31	0.31	0.3	0.28	0.261	0.245	0.239	0.252	0.286	0.34
3/15/2019	0.408	0.482	0.549	0.599	0.625	0.62	0.594	0.547	0.49	0.43	0.38	0.34	0.32	0.31	0.3	0.3	0.29	0.281	0.277	0.281	0.298	0.329	0.374	
3/16/2019	0.429	0.486	0.537	0.575	0.593	0.59	0.564	0.524	0.474	0.42	0.37	0.34	0.31	0.29	0.28	0.28	0.28	0.29	0.293	0.304	0.321	0.347	0.381	0.421

Jam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tanggal																								
3/17/2019	0.464	0.506	0.539	0.561	0.568	0.56	0.533	0.496	0.453	0.41	0.36	0.32	0.29	0.27	0.26	0.26	0.26	0.27	0.292	0.32	0.355	0.395	0.437	0.478
3/18/2019	0.514	0.542	0.558	0.562	0.552	0.53	0.502	0.467	0.428	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.23	0.24	0.275	0.319	0.374	0.433	0.491	0.541
3/19/2019	0.577	0.595	0.596	0.58	0.552	0.52	0.476	0.437	0.401	0.37	0.34	0.3	0.27	0.24	0.21	0.19	0.19	0.2	0.238	0.296	0.37	0.452	0.532	0.599
3/20/2019	0.644	0.663	0.653	0.62	0.571	0.52	0.46	0.412	0.374	0.34	0.32	0.29	0.27	0.23	0.2	0.17	0.15	0.15	0.185	0.248	0.337	0.441	0.547	0.639
3/21/2019	0.704	0.734	0.725	0.682	0.616	0.54	0.463	0.4	0.353	0.32	0.31	0.29	0.27	0.24	0.2	0.15	0.12	0.11	0.126	0.183	0.275	0.395	0.524	0.646
3/22/2019	0.74	0.792	0.797	0.757	0.681	0.59	0.49	0.407	0.346	0.31	0.29	0.28	0.27	0.25	0.21	0.16	0.11	0.08	0.075	0.114	0.197	0.319	0.464	0.61
3/23/2019	0.735	0.819	0.851	0.826	0.755	0.65	0.54	0.437	0.357	0.31	0.28	0.28	0.28	0.26	0.23	0.19	0.13	0.08	0.05	0.062	0.123	0.232	0.376	0.536
3/24/2019	0.686	0.803	0.867	0.871	0.819	0.72	0.604	0.486	0.387	0.32	0.29	0.28	0.28	0.28	0.26	0.22	0.17	0.11	0.06	0.045	0.075	0.157	0.284	0.441
3/25/2019	0.602	0.742	0.838	0.876	0.852	0.78	0.664	0.541	0.429	0.34	0.3	0.28	0.28	0.29	0.29	0.26	0.22	0.16	0.105	0.069	0.07	0.119	0.216	0.352
3/26/2019	0.505	0.653	0.769	0.836	0.844	0.8	0.703	0.587	0.472	0.38	0.31	0.28	0.28	0.29	0.3	0.29	0.27	0.23	0.173	0.129	0.11	0.129	0.192	0.295
3/27/2019	0.424	0.561	0.68	0.763	0.796	0.78	0.708	0.61	0.502	0.4	0.33	0.28	0.27	0.28	0.3	0.31	0.3	0.28	0.246	0.209	0.184	0.183	0.217	0.285
3/28/2019	0.382	0.491	0.596	0.678	0.722	0.72	0.679	0.603	0.51	0.42	0.34	0.29	0.26	0.26	0.28	0.3	0.31	0.32	0.304	0.286	0.27	0.266	0.283	0.324
3/29/2019	0.386	0.463	0.54	0.605	0.645	0.65	0.625	0.569	0.494	0.41	0.34	0.29	0.25	0.25	0.26	0.28	0.3	0.32	0.336	0.343	0.348	0.354	0.369	0.395
3/30/2019	0.433	0.478	0.524	0.562	0.584	0.59	0.563	0.519	0.46	0.4	0.33	0.28	0.25	0.23	0.23	0.25	0.28	0.31	0.339	0.37	0.399	0.426	0.452	0.478

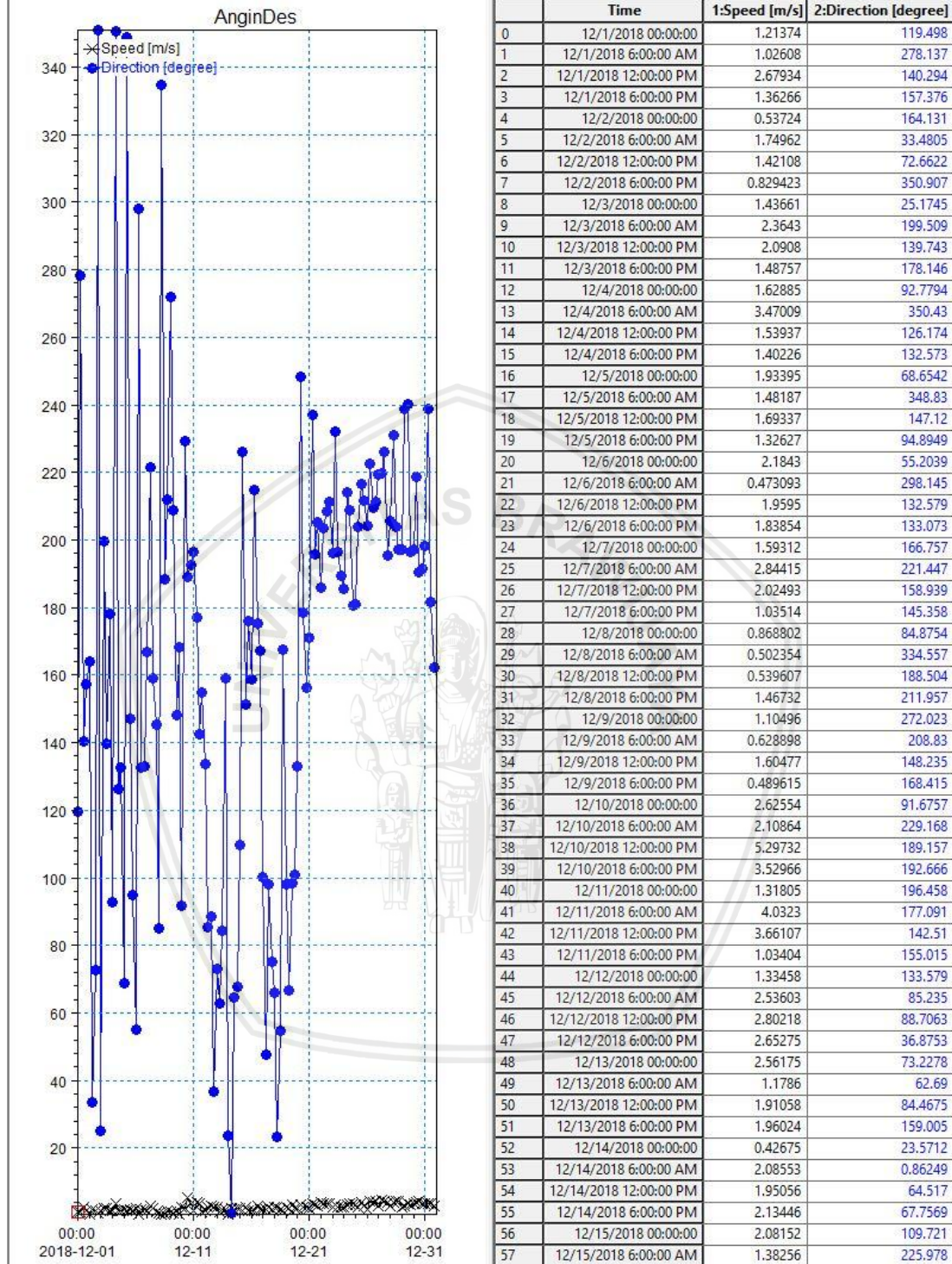


Lampiran 5. Data Angin Agustus Mike21



	Time	1:Speed [m/s]	2:Direction [degree]
0	8/1/2018 00:00:00	1.76177	144.545
1	8/1/2018 6:00:00 AM	2.47551	254.345
2	8/1/2018 12:00:00 PM	0.846389	248.612
3	8/1/2018 6:00:00 PM	3.02245	48.0866
4	8/2/2018 00:00:00	3.58978	16.6188
5	8/2/2018 6:00:00 AM	5.11485	27.3636
6	8/2/2018 12:00:00 PM	1.29172	22.919
7	8/2/2018 6:00:00 PM	3.54508	53.5199
8	8/3/2018 00:00:00	1.99452	18.2961
9	8/3/2018 6:00:00 AM	2.84311	288.592
10	8/3/2018 12:00:00 PM	1.45461	232.321
11	8/3/2018 6:00:00 PM	1.84468	171.224
12	8/4/2018 00:00:00	1.04933	212.707
13	8/4/2018 6:00:00 AM	1.47731	257.781
14	8/4/2018 12:00:00 PM	2.5419	218.82
15	8/4/2018 6:00:00 PM	1.57017	199.675
16	8/5/2018 00:00:00	1.34587	303.348
17	8/5/2018 6:00:00 AM	0.842726	0.368798
18	8/5/2018 12:00:00 PM	0.437198	57.4615
19	8/5/2018 6:00:00 PM	0.919152	140.323
20	8/6/2018 00:00:00	1.78847	310.613
21	8/6/2018 6:00:00 AM	0.569394	144.553
22	8/6/2018 12:00:00 PM	1.5724	177.749
23	8/6/2018 6:00:00 PM	2.02799	218.314
24	8/7/2018 00:00:00	0.439745	242.863
25	8/7/2018 6:00:00 AM	1.6803	142.419
26	8/7/2018 12:00:00 PM	1.45013	214.449
27	8/7/2018 6:00:00 PM	1.94618	221.2
28	8/8/2018 00:00:00	0.665849	119.214
29	8/8/2018 6:00:00 AM	1.88378	304.179
30	8/8/2018 12:00:00 PM	0.668266	178.439
31	8/8/2018 6:00:00 PM	1.26721	241.25
32	8/9/2018 00:00:00	0.349824	175.384
33	8/9/2018 6:00:00 AM	1.51981	265.603
34	8/9/2018 12:00:00 PM	1.51743	212.363
35	8/9/2018 6:00:00 PM	1.13506	141.192
36	8/10/2018 00:00:00	2.27499	28.9993
37	8/10/2018 6:00:00 AM	0.835677	331.709
38	8/10/2018 12:00:00 PM	1.21839	45.7553
39	8/10/2018 6:00:00 PM	2.71855	19.2123
40	8/11/2018 00:00:00	2.37266	334.903
41	8/11/2018 6:00:00 AM	0.612139	26.3303
42	8/11/2018 12:00:00 PM	1.20944	344.549
43	8/11/2018 6:00:00 PM	1.10139	60.1423
44	8/12/2018 00:00:00	2.30942	1.63835
45	8/12/2018 6:00:00 AM	2.32591	334.556
46	8/12/2018 12:00:00 PM	2.29624	32.649
47	8/12/2018 6:00:00 PM	3.20938	41.06
48	8/13/2018 00:00:00	3.28489	338.697
49	8/13/2018 6:00:00 AM	3.19359	7.56887
50	8/13/2018 12:00:00 PM	3.47113	31.7188
51	8/13/2018 6:00:00 PM	3.40722	47.0744
52	8/14/2018 00:00:00	3.69059	352.254
53	8/14/2018 6:00:00 AM	3.83616	0.18709
54	8/14/2018 12:00:00 PM	3.05057	22.3153
55	8/14/2018 6:00:00 PM	3.46847	46.3929
56	8/15/2018 00:00:00	3.80234	10.2022
57	8/15/2018 6:00:00 AM	4.48743	15.8931

Lampiran 6. Data Angin Desember Mike21





**Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan Survei**

FOTO	KETERANGAN
	<p>Sampah di daerah sekitar sungai ciujung lama</p>
	<p>Situasi di daerah sungai Ciujung Lama</p>

