



TUGAS AKHIR – MO 141326

**STUDI POLA SEBARAN SALINITAS, TEMPERATUR, DAN
ARUS PERAIRAN ESTUARI SUNGAI WONOKROMO
SURABAYA**

Ferdinandus Didit Prakoso
NRP 4311 100 106

Dosen Pembimbing
Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT - MO 141326

**STUDY THE DISTRIBUTION PATTERN OF SALINITY,
TEMPERATURE, AND CURRENT IN ESTUARY RIVER
WONOKROMO SURABAYA**

Ferdinandus Didit Prakoso
NRP 4311 100 106

Supervisors

Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

**STUDI POLA SEBARAN SALINITAS, TEMPERATUR, DAN ARUS
PERAIRAN ESTUARI SUNGAI WONOKROMO SURABAYA**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

FERDINANDUS DIDIT PRAKOSO

NRP. 4311 100 106

Disetujui oleh :

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

(Pembimbing 1)



2. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

(Pembimbing 2)

3. Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc

(Penguji 1)

4. Dr. Eng. M Zikra, M.Sc., Ph.D

(Penguji 2)

5. Sujantoko, S.T., M.T

(Penguji 3)

SURABAYA, JANUARI 2016

Studi Pola Sebaran Salinitas, Temperatur, dan Arus Perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya

Nama Mahasiswa : Ferdinandus Didit Prakoso
NRP : 4311 100 106
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

Abstrak

Laporan ini akan menjelaskan selengkapnya tentang pola sebaran salinitas, temperatur, dan arus perairan estuari sungai wonokromo, Surabaya. Perairan estuari Sungai Wonokromo terletak di Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur. Pada perairan ini terdapat berbagai aktivitas seperti aktivitas pariwisata ekosistem mangrove, sehingga merubah tatanan suatu lingkungannya. *Estuary* adalah tempat pertemuan air tawar dan air asin yang di pengaruhi oleh pasang surut. Pengaruh pasang surut terhadap sirkulasi aliran seperti kecepatan, profil muka air dan intrusi air asin di estuari dapat sampai jauh ke hulu sungai tergantung pada tinggi pasang surut. Cara mengetahui pola sebaran ketiga parameter tersebut dilakukan dengan cara pengambilan beberapa sampel di daerah studi tersebut dengan elevasi yang berbeda beda. Setelah mendapatkan beberapa sampel dengan 3 parameter tersebut maka didapatkan jenis tipe di estuari sungai Wonokromo, Surabaya. Korelasi pola sebaran Salinitas, Temperatur dan Arus adalah pada daerah muara di station 4 Temperatur $36,2^{\circ}\text{C}$, Salinitas $31,3\text{‰}$, dan Kecepatan Arus $0,14\text{ m/s}$, sedangkan untuk daerah sungai di station 2 Temperatur $33,2^{\circ}\text{C}$, Salinitas $7,7\text{‰}$, dan Kecepatan Arus $0,39\text{ m/s}$ dan untuk salinitas di muara secara vertikal merata. Hal ini bahwa tipe estuari sungai Wonokromo termasuk tipe well-mixed.

Kata Kunci; Estuari, Salinitas, Temperatur, Arus.

Study The Distribution Pattern of Salinity, Temperature, and Current in The River Wonokromo Surabaya

Nama Mahasiswa : Ferdinandus Didit Prakoso
NRP : 4311 100 106
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

Abstract

This report will explain more about the distribution pattern of salinity, temperature, and flow of river estuary waters wonokromo, Surabaya. Wonokromo River estuary waters located in Surabaya, East Java Province. On these waters there are various activities such as mangrove ecosystems tourism activity, thus changing the order of a surroundings. Estuary is the meeting place of fresh water and salt water that is influenced by tides. The influence of the tides on the circulation flow such as velocity, water surface profiles and saltwater intrusion in estuaries can get far upstream depending on the height of the tides. How to determine the distribution pattern of the three parameters is done by taking several samples in the study area with the elevations is different. After getting some samples with 3 parameters were then obtained types in Wonokromo river estuary, Surabaya. Correlation distribution pattern Salinity, temperature and flow is the estuary area at station 4 Temperature 36.2⁰C, Salinity 31.3 ‰, and current speed of 0.14 m / s, while the area of the river at station 2 Temperature 33.2 ⁰C, salinity 7.7 ‰ and current speed of 0.39 m / s and for salinity in the estuary vertically evenly. It is that type of river estuaries Wonokromo including the type of well-mixed.

Keywords: Current, Estuary, Salinity, Temperature, Well-mixed

KATA PENGANTAR

Puji Syukur dan kemuliaan-Nya hanya kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala limpahan kasih karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir adalah salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan S-1 bagi mahasiswa Jurusan Teknik Kelautan ITS Surabaya.

Tugas Akhir ini telah penulis susun secara maksimal dan sesuai dengan pedoman. Hal ini tidak lepas dari dukungan banyak pihak yang telah membantu dan membimbing penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir sehari – hari sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Pola Sebaran Salinitas, Temperatur, dan Arus Perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya”. Harapan penulis semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat menambah pengetahuan bagi para pembaca.

Saya menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari banyak pihak. Akhir kata, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 29 Desember 2015

Ferdinandus Didit Prakoso

UCAPAN TERIMA KASIH

Laporan Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan karena dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, penulis dengan sepenuh hati mengucapkan terimakasih banyak kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, atas karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orangtua penulis yang tercinta, Vincentius Supriadi dan Agatha Herni Sustiningsih yang telah banyak memberikan doa dan kasih sayang yang tiada henti – hentinya.
3. Bapak Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph.D. selaku Pembimbing I Tugas Akhir, atas pengajaran, bimbingan, kritik, dan saran selama pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Wahyudi, M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing II Tugas Akhir, atas bantuan, kritik, dan saran selama pengerjaan Tugas Akhir.
5. Teman – teman The Trident yang selalu akrab dan membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini pada saat ada kesulitan.
6. Teman – teman RDD, ROD, S2, Minimax Hokya, dan Z-army.

Tanpa mereka semua Tugas Akhir ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Masih banyak lagi orang – orang yang membantu penulis baik secara langsung maupun tidak namun tidak bisa dituliskan pada buku ini satu – persatu. Terima kasih dan mohon maaf sebesar – besarnya atas kesalahan penulis selama ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Estuari	5
2.2.1.1 Morfologi Estuari	6
2.2.1.2 Sirkulasi Aliran di Estuari	8
2.2.1.3 Klasifikasi Estuari Berdasarkan Struktur Vertikal Salinitas	9
2.2.2 Salinitas Estuari	10
2.2.3 Temperatur	11
2.2.4 Pasang Surut	12
2.2.5 <i>Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)</i>	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Skema Diagram Alir	17
3.2 Penjelasan Diagram Alir Metodologi Penelitian	18
BAB IV ISI DAN PEMBAHASAN	
4.1 Lokasi Penelitian	20

4.1.1 Distribusi Salinitas	21
4.1.2 Pasang Surut	24
4.1.3 Pola Sebaran Suhu	24
4.1.3.1 Pola Sebaran Suhu Saat Pasang	24
4.1.3.2 Pola Sebaran Suhu Saat Surut	25
4.1.4 Korelasi Temperatur terhadap Pasang Surut	26
4.1.5 Kecepatan Arus	27
4.2 Lokasi Penelitian pada 17 Nopember 2015	31
4.2.1 Distribusi Suhu	32
4.2.2 Distribusi Salinitas	34
4.2.3 Distribusi Arus	36
4.3 Korelasi Pola Sebaran Salinitas, Temperatur, dan Arus	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Estuari Didominasi Gelombang Laut	7
Gambar 2.2	Estuari Didominasi Debit Sungai	8
Gambar 2.3	Klasifikasi estuari berdasarkan struktur vertikal salinitas	10
Gambar 2.4	Skema ADCP dengan posisi menghadap ke atas	15
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	17
Gambar 4.1	Peta lokasi pengambilan sampel	20
Gambar 4.2	Pasang Surut pengambilan sampel salinitas	22
Gambar 4.3	Distribusi nilai salinitas dalam 3 elevasi	22
Gambar 4.4	Distribusi Salinitas secara vertikal	23
Gambar 4.5	Grafik Distribusi Pasang Surut selama 48 jam dari DISHDROS	24
Gambar 4.6	Grafik Distribusi Temperatur selama 48 jam	25
Gambar 4.7	Grafik Korelasi Temperatur dan Pasang Surut Selama 48 jam	26
Gambar 4.8	Grafik kecepatan Arus	27
Gambar 4.9	Grafik Kecepatan Arus menuju pasang jam 20.30	28
Gambar 4.10	Grafik Kecepatan Arus menuju pasang jam 24.30	28
Gambar 4.11	Grafik Kecepatan Arus menuju pasang jam 25.30	29
Gambar 4.12	Grafik Kecepatan Arus menuju surut jam 32.30.....	29
Gambar 4.13	Grafik Kecepatan Arus menuju surut jam 34.30	30
Gambar 4.14	Grafik Kecepatan Arus surut terendah jam 37.30	30
Gambar 4.15	Lokasi Station, 17 Nopember 2015	31
Gambar 4.16	Grafik kondisi pasang surut Estuari Wonokromo	32
Gambar 4.17	Grafik Distribsi vertikal temperatur	33
Gambar 4.18	Grafik Distribusi vertikal salinitas	35
Gambar 4.19	Grafik Distribusi arus di permukaan	36

Gambar 4.20	Grafik Kondisi Pasang surut Estuari Wonokromo 17 Nopember	37
Gambar 4.21	Grafik Korelasi di permukaan sungai Wonokromo.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Salinitas Air Berdasarkan Persentase Garam Terlarut	11
Tabel 2.2	Korelasi anatar Temperatur dengan <i>Dissolved Oxygen</i>	12
Tabel 4.1	Lokasi Koordinat Pengambilan Sampel	21
Tabel 4.2	Tabel Lokasi Pengukur Sampel, 17 Nopember 2015	32
Tabel 4.3	Nilai Parameter di setiap station pada permukaan	37

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Grafik Kecepatan Arus Setiap 10 Menit
- B. Data Arus ADCP
- C. Dokumentasi Survey

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Surabaya merupakan Ibukota Provinsi Jawa Timur dan ditetapkan sebagai pusat kegiatan utama Provinsi. Luas daratan wilayah Kota Surabaya adalah 33.048 Ha atau 330,48 Km² yang dibagi dalam 31 Kecamatan dan 163 Kelurahan. Kota Surabaya terbentuk dari pulau-pulau kecil yang berada di muara Sungai Brantas pada awal pembentukannya, karena adanya sedimentasi yang cukup besar dari sungai menyebabkan pulau-pulau tersebut menyatu menjadi daratan utuh dan berkembang seperti sekarang.

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia yang mempunyai pesisir. Surabaya Utara dan Surabaya Timur merupakan dua daerah yang sangat rentan terhadap potensi bencana akibat perubahan iklim yang menyebabkan kerusakan wilayah pantai. Potensi bencana yang menjadi masalah serius ini berupa intrusi air laut (Firmansyah, 2013).

Perairan estuari Sungai Wonokromo terletak di Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur. Pada perairan ini terdapat berbagai aktivitas seperti aktivitas pariwisata ekosistem mangrove, sehingga merubah tatanan suatu lingkungannya.

Pada perairan estuari sungai wonokromo ini terjadi interaksi antara air tawar dan air laut. Interaksi ini akan berpengaruh pada penyebaran salinitas, suhu maupun arus. Hal ini menjadi alasan peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pola sebaran salinitas suhu dan arus di estuari sungai wonokromo.

Di dalam perairan estuari sering kali di dominasi oleh proses pencampuran dan penyebaran air tawar ke arah lepas pantai. Distribusi salinitas di perairan estuari sangat dipengaruhi oleh kedalaman, arus pasut, aliran permukaan, penguapan dan sumbangan jumlah air tawar yang masuk keperairan laut Steawrt dalam Furqon (2007). Secara umum distribusi salinitas dilapisan tercampur permukaan atau "Mixed layer" menunjukkan nilai relatif lebih rendah dari pada di lapisan dalam (Nurhayati, 2006). Salinitas merupakan faktor penting bagi penyebaran organisme perairan laut dan oksigen dapat merupakan faktor pembatas dalam penentuan kehadiran makhluk hidup didalam air.

Suhu permukaan laut tergantung pada beberapa faktor seperti presipitasi, evaporasi, kecepatan angin, intensitas cahaya matahari, dan faktor-faktor fisika yang terjadi didalam kolom perairan. Presipitasi terjadi di laut melalui curah hujan yang dapat menurunkan suhu permukaan air laut, sedangkan evaporasi dapat meningkatkan suhu permukaan akibat adanya aliran bahang dari udara ke lapisan permukaan perairan. Menurut McPhaden dan Hayes (1991) dalam Tubalawony (2008), evaporasi dapat meningkatkan suhu kira-kira sebesar $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada lapisan permukaan hingga kedalaman 10 meter dan hanya kira-kira $0,12\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada kedalaman 10-75 meter. Raharjo dan Sanusi (1983) dalam Idris (2009) menyatakan bahwa suhu air laut terutama pada lapisan permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari yang intensitasnya berubah-ubah setiap waktu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran salinitas, temperatur, dan arus di Perairan estuari Sungai Wonokromo Surabaya serta dapat dijadikan informasi bagi pihak-pihak yang ingin mengetahui karakteristik dan pola dinamika Perairan estuari Sungai Wonokromo Surabaya dan menjadi dasar pertimbangan bagi pengembangan disekitar Perairan estuari Sungai Wonokromo Surabaya.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan Masalah dari tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana pola sebaran salinitas, temperatur, dan arus di perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya?
2. Bagaimana korelasi pola penyebaran salinitas, temperatur, dan arus di perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya?

1.3. Tujuan

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

1. Mengetahui pola sebaran salinitas, temperatur, dan arus di perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya.
2. Mengetahui korelasi pola penyebaran salinitas, temperatur, dan arus di perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Penelitian ini dikhususkan pada Muara Sungai Wonokromo.
2. Data batimetri, pasang surut, salinitas dan arus merupakan data primer.
3. Luas area yang analisa berdasarkan hasil record ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) dan data di ambil selama 48 jam

1.5. Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran salinitas, temperatur, dan arus di Perairan estuari Sungai Wonokromo Surabaya serta dapat dijadikan informasi bagi pihak-pihak yang ingin mengetahui karakteristik dan pola dinamika Perairan estuari Sungai Wonokromo Surabaya dan menjadi dasar pertimbangan bagi pengembangan disekitar Perairan estuari Sungai Wonokromo Surabaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait sirkulasi aliran di perairan estuari bukanlah hal baru dan telah banyak kaji oleh peneliti dari waktu ke waktu. Baik penelitian mengenai pola sirkulasi arus dan penyebaran salinitas, penelitian terkait nutrisi yang terkandung di dalam air yang berada di sekitar daerah muara maupun penelitian tentang intrusi air laut.

Seperi penelitian yang telah ditunjukkan oleh Suprayogi dkk (2006) terkait fenomena intrusi air laut di estuari akibat adanya pengaruh tinggi pasang air laut. Penelitian tersebut berkesimpulan bahwa pengaruh pasang cukup dominan ke hulu sungai. Di samping itu, Nasjono (2010) juga pernah meneliti terkait pola penyebaran salinitas pada akuifer pantai pasir panjang, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Sehingga untuk melengkapi penelitian yang sudah ada, studi tentang pola penyebaran salinitas, temperatur dan arus di perairan estuari perlu dilakukan, dengan perekaman di titik sampel perairan menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). ADCP mentransmisikan ping, dari tiap elemen transducer secara kasar sekali tiap detik. Setelah didapatkan perekaman di titik sampel, diperlukan proses prediksi sirkulasi aliran yang terjadi di perairan estuari tersebut.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Estuari

Secara umum, estuari atau muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Estuari merupakan tempat pertemuan air tawar dan air asin. Definisi estuari adalah bentuk teluk di pantai yang sebagian tertutup, dimana air tawar dan air laut bertemu dan bercampur (Nybakken, 1988). Estuari adalah bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Pengaruh pasang surut terhadap sirkulasi aliran seperti kecepatan atau debit, profil muka air dan intrusi air asin di estuari dapat sampai jauh ke hulu sungai, yang tergantung pada tinggi pasang surut, debit sungai dan karakteristik estuari seperti tampang aliran,

kekasaran dinding dan lain sebagainya. Dalam keadaan tertentu air tawar dari hulu tidak langsung bercampur dengan air laut akibat berat jenis yang berbeda. Air asin dengan berat jenis lebih besar cenderung berada di bawah air tawar.

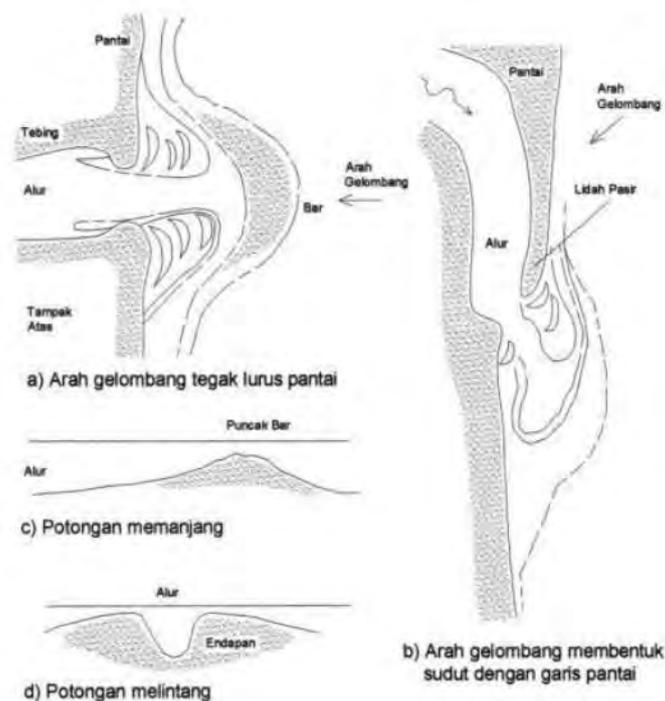
Estuari berfungsi sebagai pengeluaran atau pembuangan debit sungai, terutama pada waktu banjir, ke laut. Karena letaknya yang berada di ujung hilir, maka tampang aliran di muara adalah lebih besar dibanding pada tampang sungai di sebelah hulu. Permasalahan yang sering dijumpai adalah banyaknya endapan di muara sungai sehingga tampang alirannya kecil, yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut. Ketidaklancaran pembuangan tersebut dapat mengakibatkan banjir di daerah sebelah hulu muara.

Selain itu estuari mempunyai nilai ekonomis yang penting karena dapat berfungsi sebagai alur penghubung antara laut dan daerah yang cukup dalam di daratan. Pengaruh pasang surut yang masuk ke estuari dapat menyebabkan kenaikan muka air, baik pada waktu air pasang maupun air surut. Selama periode pasang air dari laut dan dari sungai masuk ke estuari dan terakumulasi dalam jumlah sangat besar dan pada periode surut volume air tersebut akan kembali ke laut, sehingga karena besarnya volume air yang dialirkan ke laut maka kedalaman aliran akan cukup besar. Selain itu kecepatan arus juga besar yang dapat mengerosi dasar estuari sehingga dapat mempertahankan kedalaman aliran. Kondisi ini memungkinkan digunakannya estuari untuk alur pelayaran menuju ke daerah pedalaman. Dengan demikian keberadaan estuari akan mempercepat perkembangan daerah yang ada di sekitarnya, karena memungkinkan dibukanya pelabuhan-pelabuhan di daerah tersebut.

2.2.1.1 Morfologi Estuari

Muara sungai dapat dibedakan dalam tiga kelompok yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya. Di suatu muara, ketiga faktor tersebut bekerja secara simultan, tetapi biasanya salah satunya mempunyai pengaruh lebih dominan dari yang lainnya. Kelompok pertama yaitu estuari yang didominasi oleh gelombang laut. Tipe estuari ini ditandai dengan angkutan sedimen menyusur pantai yang setiap tahunnya cukup besar. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3, tipe ini biasanya muara tertutup oleh lidah pasir

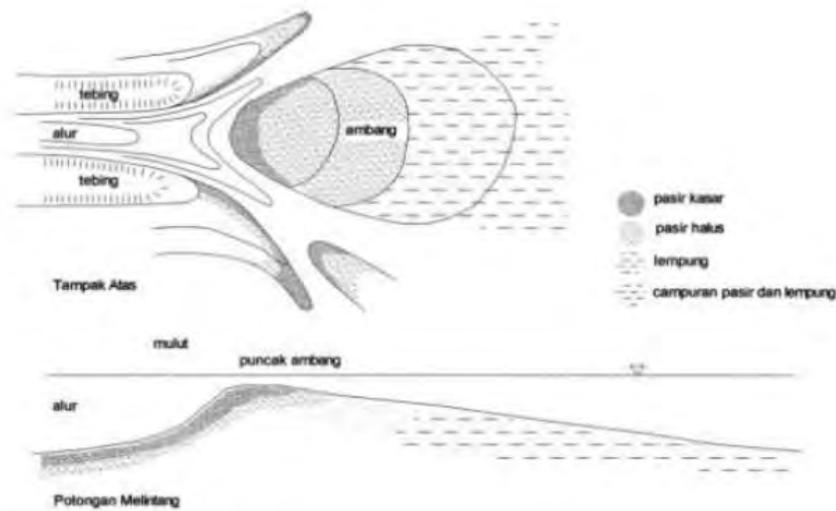
dengan pola sedimentasi. Gelombang besar pada pantai berpasir dapat menimbulkan angkutan sedimen, baik dalam arah tegak lurus maupun sejajar atau sepanjang pantai. Dari kedua jenis transpor tersebut, transpor sedimen sepanjang pantai adalah yang paling dominan. Angkutan sedimen tersebut dapat bergerak masuk ke muara sungai dan karena di daerah tersebut kondisi gelombang sudah tenang, maka sedimen akan mengendap. Semakin besar gelombang, semakin besar angkutan sedimen.



Gambar 2.1 Estuari Didominasi Gelombang Laut (Triatmodjo, 1999)

Kelompok yang kedua yaitu estuari yang didominasi oleh debit sungai. Pada Gambar 4 diperlihatkan bahwasanya tipe muara ini dapat ditandai dengan adanya debit sungai yang setiap tahunnya cukup besar sehingga debit tersebut merupakan parameter utama pembentukan muara sungai di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai tersebut membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Sedangkan kelompok ketiga yaitu estuari yang didominasi oleh pasang surut. Tipe muara ini ditandai dengan fluktuasi pasang surut yang cukup besar. Apabila tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air dari hulu

sungai. Pada waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. Dengan demikian, kecepatan arus selama air surut cukup besar, yang cukup potensial untuk membentuk muara sungai.



Gambar 2.2 Estuari Didominasi Debit Sungai (Triatmodjo, 1999)

2.2.1.2 Sirkulasi Aliran di Estuari

Sirkulasi aliran di estuari dipengaruhi oleh sifat-sifat morfologi estuari, pasang surut dan debit aliran dari hulu. Debit sungai adalah salah satu dari parameter penting dalam sirkulasi di estuari. Debit sungai tergantung pada karakteristik hidrologi dan daerah aliran sungai. Pada umumnya debit sungai jauh lebih kecil dari pada debit yang ditimbulkan oleh pengaruh pasang surut.

Pengaruh debit aliran lebih dominan di bagian hulu estuari dibanding dengan di sebelah hilir. Pada waktu banjir, debit sungai mendorong polutan (garam, sedimen dan lain-lain) ke laut, sehingga batas intrusi air asin dan kekeruhan terdorong ke hilir. Sedangkan pada debit kecil polutan bergerak lebih ke hulu. Selain debit sungai, pasang surut adalah parameter lain dalam sirkulasi aliran di estuari. Pasang surut menyebabkan gerakan periodik air dan menimbulkan debit aliran yang besar. Arus pasang surut mempengaruhi pergeseran salinitas dan kekeruhan di sepanjang estuari, yang bergerak ke hulu

pada waktu air pasang dan ke hilir pada waktu air surut. sedangkan pada waktu pasang purnama salinitas dan sedimen suspensi lebih terdorong ke arah hulu dibanding pada saat pasang perbani.

Aliran air laut ke estuari disertai dengan transpor massa garam. Masuknya air asin ke estuari dikenal dengan intrusi air asin. Jarak intrusi air asin tergantung pada karakteristik estuari, pasang surut dan debit sungai. semakin besar tinggi pasang surut dan semakin kecil tinggi debit sungai, semakin jauh intrusi air asin. Sebaliknya, semakin kecil tinggi pasang surut dan semakin besar debit sungai, semakin dekat jarak intrusi air asin.

2.2.1.3 Klasifikasi Estuari Berdasarkan Struktur Vertikal Salinitas

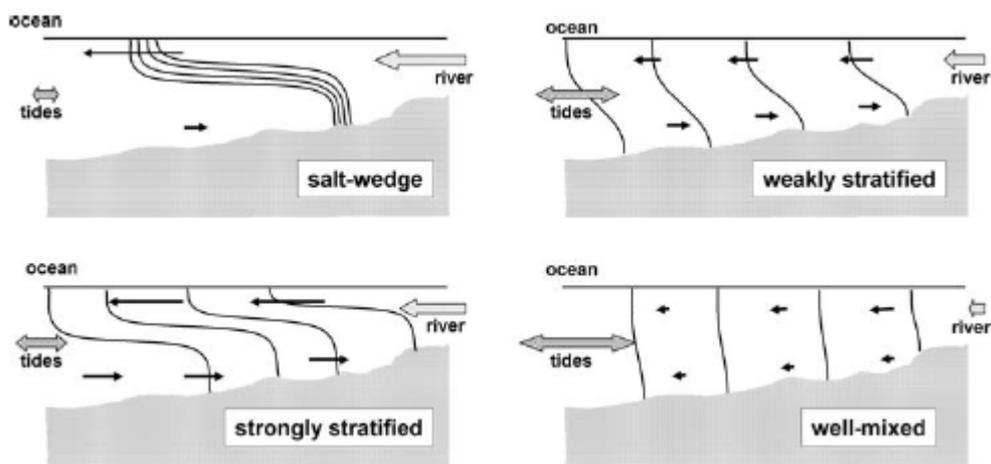
Berdasarkan Valle-Levinson (2010) menurut stratifikasi kolom air atau struktur vertikal salinitas, estuari diklasifikasikan sebagai *salt wedge*, *strongly stratified*, *weakly stratified* atau *vertically mixed* Klasifikasi ini berdasarkan kesetimbangan antara gaya apung dari aliran sungai dan mixing dari gaya pasang surut. Mixing dari gaya pasang surut proporsional terhadap volume air laut yang masuk ke estuari setiap siklus pasang surut, yang dikenal dengan prisma pasang surut/ *tidal prism*.

Estuari stratifikasi tinggi atau salt wedge estuary bila aliran air sungai sangat mendominasi air pasang surut, seperti pada muara sungai besar, air tawar cenderung melimpahi air garam yang lebih berat. *Strongly stratified estuary* terjadi selama banjir pasang, ketika air laut mengintrusi dalam bentuk wedge. Beberapa sistem estuari ini kehilangan sifat salt wedge selama periode kering. Stratifikasi semacam itu atau estuari dua lapis akan memperlihatkan profil salinitas dengan suatu halocline atau zona dengan perubahan salinitas secara tajam dari atas sampai ke bawah. Pola aliran utama hasil dari mixing antara air laut yang masuk dan air sungai yang masuk. Dari debit aliran sungai yang menengah menuju ke debit yang besar dan gaya pasang yang lemah menuju ke yang menengah menghasilkan *strongly stratified estuary*. Estuari jenis ini mempunyai stratifikasi yang sama dengan salt wedge estuary, namun stratifikasi seluruhnya tetap kuat selama siklus pasang surut seperti halnya estuari fjord dan estuari yang

dalam lainnya (dengan kedalaman >20 m). Muara sungai Mississippi merupakan contoh jenis salt wedge ini.

Estuari tercampur sempurna atau well-mixed estuary bila gerakan pasang surut sangat dominan dan hebat, air cenderung untuk bercampur dengan baik dari atas sampai ke bawah, dan secara relatif salinitas menjadi tinggi (hampir sama dengan salinitas laut). Perairan estuari ini terjadi pengadukan vertikal yang kuat disebabkan oleh gerak pasang surut hingga mengakibatkan perairan menjadi homogen secara vertikal. Karena berada di bawah kendali pasang surut maka salinitas di semua titik dapat berubah dengan drastis, bergantung pada kedudukan pasang surut. Pada saat surut, salinitas didominasi oleh air tawar yang datang dari sungai sedangkan pada saat pasang salinitas didominasi air laut.

Estuari tercampur sebagian atau partially-mixed estuary atau weakly stratified bila aliran masuk air tawar dan pasang surut hampir sama, cara pencampuran yang dominan adalah turbulensi, yang disebabkan oleh periodisitas dari gerakan pasang-surut. Profil salinitas tegak menjadi kurang tajam, karena lebih banyak tenaga terhambat dalam pencampuran vertikal, dengan demikian menimbulkan pola yang kompleks untuk lapisan-lapisan dan massa air. Contohnya adalah Chesapeake Bay.



Gambar 2.3 Klasifikasi estuari berdasarkan struktur vertikal salinitas (Valle-Levinson, 2010)

2.2.2 Salinitas Estuari

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam air. Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Kandungan garam pada sebagian besar danau, sungai dan saluran air alami sangatlah kecil sehingga air di tempat ini dikategorikan sebagai air tawar. Kandungan garam sebenarnya pada air tawar, secara definisi, kurang dari 0,05 %. Jika lebih dari itu, air dikategorikan sebagai air payau atau menjadi saline bila konsentrasinya 3 sampai 5 %. Lebih dari 5 %, ia disebut brine. Air laut secara alami merupakan air saline dengan kandungan garam sekitar 3,5 %. Beberapa danau garam di daratan dan beberapa lautan memiliki kadar garam lebih tinggi dari air laut umumnya. Sebagai contoh, Laut Mati memiliki kadar garam sekitar 30 %. Untuk lebih memahami pembagian kelompok perairan berdasarkan presentase garam terlarutnya, dapat melihat Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 2.1 Salinitas Air Berdasarkan Persentase Garam Terlarut (Mubarak, 2012)

Presentase Garam Terlarut			
Air Tawar	Air Payau	Air Saline	Brine
< 0,05 %	0,05 - 3 %	3 – 5 %	> 5 %

Banyak faktor yang mempengaruhi salinitas, diantaranya yaitu :

1. Penguapan, semakin besar tingkat penguapan air laut di suatu wilayah, maka salinitasnya tinggi dan sebaliknya. Apabila pada daerah yang rendah tingkat penguapan air lautnya, maka daerah itu memiliki kadar garam yang rendah.
2. Curah hujan, semakin besar atau banyak curah hujan yang terjadi di suatu wilayah laut maka salinitas air laut itu akan rendah dan sebaliknya ketika semakin sedikit atau kecil curah hujan yang turun maka salinitas airnya akan tinggi.
3. Banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, semakin banyak sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitas laut tersebut akan

rendah, dan justru sebaliknya ketika semakin sedikit sungai yang bermuara ke laut maka salinitasnya akan tinggi.

2.2.3 Temperatur

Temperatur merupakan sesuatu untuk menyatakan derajat panas dinginnya suatu zat. Untuk mengetahui nilai dari derajat panas tersebut, digunakan *thermometer*. Di dalam air, temperatur sangat mempengaruhi terhadap sifat air dan konsentrasi lain yang terkandung. Salah satunya temperatur dapat mempengaruhi kandungan oksigen yang terlarut di dalam suatu perairan (DO). Semakin tinggi temperatur pada suatu perairan, maka kandungan oksigen terlarut di dalamnya akan semakin rendah. Sedangkan jika temperatur pada suatu perairan semakin rendah, maka kandungan oksigen terlarutnya akan semakin tinggi (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Korelasi antara Temperatur dengan *Dissolved Oxygen*

Temperatur (°C)	<i>Dissolved Oxygen</i> (ppm)
0	14,18
2	12,34
10	10,32
15	9,79
20	8,88
25	8,12
30	7,48

(Chanlett, 1979)

Pada kisaran temperatur optimum di perairan yaitu sekitar 28°–32° C, konsumsi oksigen oleh makhluk hidup di dalamnya mencapai 2,2 mg/g(berat tubuh)/jam. Sedangkan pada temperatur rendah yaitu kurang dari 25°C, konsumsi oksigen meningkat menjadi 3,2 mg/g(berat tubuh)/jam.

2.2.4 Pasang Surut

Dronkers (1964) pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Sedangkan menurut Menurut Pariwono (1989), fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi.

Berikut ini adalah tipe-tipe dari pasang surut:

Menurut Dronkers (1964), ada tiga tipe pasut yang dapat diketahui, yaitu :

1. Pasang surut diurnal. Yaitu bila dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Biasanya terjadi di laut sekitar katulistiwa.
2. pasang surut semi diurnal. Yaitu bila dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang hampir sama tingginya.
3. pasang surut campuran. Yaitu gabungan dari tipe 1 dan tipe 2, bila bulan melintasi khatulistiwa (deklinasi kecil), pasutnya bertipe semi diurnal, dan jika deklinasi bulan mendekati maksimum, terbentuk pasut diurnal.

Menurut Wyrтки (1961), keempat jenis pasang surut yang dapat dijumpai di Indonesia yaitu :

1. Pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*)
Merupakan pasut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari, ini terdapat di Selat Karimata
2. Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*)
Merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari, ini terdapat di Selat Malaka hingga Laut Andaman.
3. Pasang surut campuran condong harian tunggal (*Mixed Tide, Prevailing Diurnal*)
Merupakan pasut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang

sangat berbeda dalam tinggi dan waktu, ini terdapat di Pantai Selatan Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

4. Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide, Prevailing Semi Diurnal*)

Merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda, ini terdapat di Pantai Selatan Jawa dan Indonesia Bagian Timur. Sedangkan gerakan air vertikal yang berhubungan dengan naik turunnya pasang surut diiringi dengan gerakan air horizontal disebut arus pasang surut.

2.2.5 ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER (ADCP)

Prinsip kerja ADCP berdasarkan perkiraan kecepatan baik secara horizontal maupun vertikal menggunakan efek Doppler untuk menghitung kecepatan radial relatif, antara instrumen (alat) dan hamburan di laut. Tiga beam akustik yang berbeda arah adalah syarat minimal untuk menghitung tiga komponen kecepatan. Beam ke empat menambah pemborosan energi dan perhitungan yang error. ADCP mentransmisikan ping, dari tiap elemen transducer secara kasar sekali tiap detik. Echo yang tiba kembali ke instrumen tersebut melebihi dari periode tambahan, dengan echo dari perairan dangkal tiba lebih dulu daripada echo yang berasal dari kisaran yang lebih lebar. Profil dasar laut dihasilkan dari kisaran yang didapat. Pada akhirnya, kecepatan relatif, dan parameter lainnya dikumpulkan diatas kapal menggunakan Data Acquisition System (DAS) yang juga secara optional merekam informasi navigasi, yang diproduksi oleh GPS.



Gambar 2.4 Skema ADCP dengan Posisi Menghadap ke Atas (Kanan). (Sumber: Wall, G.R, et al., 2006)

Kegunaan ADCP pada berbagai aplikasi :

1. Perlindungan pesisir dan teknik pantai.
2. Perancangan pelabuhan dan operasional
3. Monitoring Lingkungan
4. Keamanan Perkapalan

ADCP dapat menghitung secara lengkap, arah frekuensi gelombang spektrum, dan dapat dioperasikan di daerah dangkal dan perairan dalam. Salah satu keuntungan ADCP adalah, tidak seperti directional wave buoy, ADCP dapat dioperasikan dengan resiko yang kecil atau kerusakan. Sebagai tambahan untuk frekuensi gelombang spektral, ADCP juga dapat digunakan untuk menghitung profil kecepatan dan juga level air.

Keuntungan ADCP:

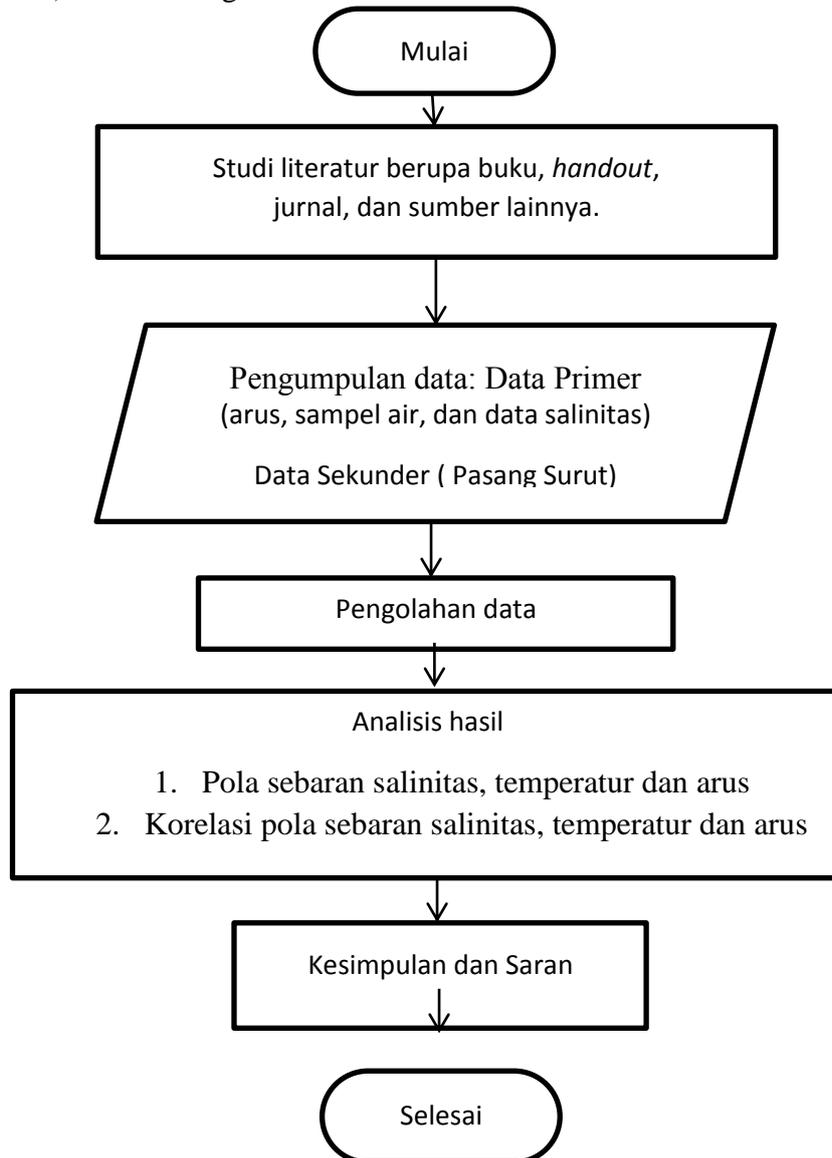
1. Definisi yang tinggi dari arah arus/gelombang pecah.
2. Logistik yang sederhana dengan bagian bawah yang menjulang
3. Kerusakan yang kecil, dan resiko yang kecil.
4. Kualitas perhitungan permukaan yang tinggi yang berasal dari dasar laut

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Skema Diagram Alir

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Penjelasan Diagram Alir Metodologi Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian dalam diagram alir pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi literatur meliputi mencari serta mempelajari buku, jurnal, ataupun laporan Tugas Akhir terdahulu yang membahas pokok permasalahan yang sama atau mirip dengan Tugas Akhir ini. Literatur tersebut digunakan sebagai acuan ataupun referensi Tugas Akhir ini.
2. Pengumpulan data yang digunakan dalam permodelan ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil survey di lapangan. Data-data yang digunakan adalah data pasang surut , batimetri, arus, temperatur, dan salinitas.
3. Setelah data diperoleh, langkah selanjutnya yaitu pengolahan data dengan excel
4. Untuk mendapatkan pola penyebaran arus, salinitas dan temperatur di perairan estuari dengan data input berupa pasang surut, data salinitas dan lain sebagainya.
5. Setelah didapatkan hasil dari penyebaran salinitas temperatur, dan arus dilakukan korelasi untuk mengetahui bagaimana perbandingan antara hasil salinitas temperatur, dan arus.
6. Selanjutnya adalah melakukan analisis dan pembahasan tentang pola penyebaran salinitas temperatur, dan arus di perairan estuari Sungai Wonokromo Surabaya dan menganalisis pola sebaran aliran dalam perairan tersebut.
7. Dan yang terakhir adalah membuat kesimpulan yang sesuai dengan perumusan masalah yang telah dibuat dan memberikan saran yang tepat untuk penelitian-penelitian yang mungkin akan dilakukan dengan topik yang sama sehingga diharapkan bisa memudahkan dalam pengerjaan penelitian tersebut.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian terletak di daerah Wonorejo Surabaya tepatnya di wisata mangrove Surabaya yaitu di Sungai Wonokromo. Pengambilan sampel air di daerah studi sungai sampai estuari Sungai Wonokromo dilakukan pada hari Minggu, 23 Agustus 2015 pada pukul 09.00 sampai selesai.

Berikut adalah daerah studi beserta titik pengambilan sampel air dari sungai, muara, hingga ke laut lepas dengan menggunakan bantuan GPS. Ada 10 titik pengambilan sample yang ditetapkan secara acak dan masing-masing di lakukan 3 kali pengambilan (3 elevasi).



Gambar 4.1 Peta lokasi Pengambilan Sampel

Tabel 4.1 Lokasi koordinat Pengambilan Sampel

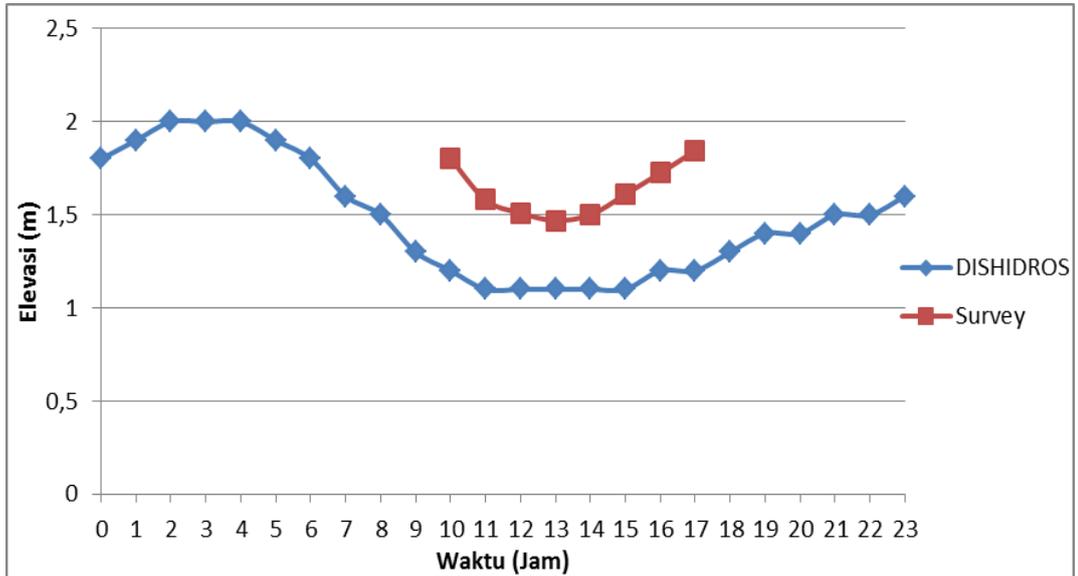
Station	South	East	Jam pengambilan sampel
1	07°18.436'	112°49.397'	9.14
2	07°18.447'	112°49.618'	9.44
3	07°18.614'	112°50.350'	10.08
4	07°18.306'	112°50.651'	10.51
5	07°18.153'	112°50.785'	11.10
6	07°17.285'	112°51.299'	11.35
7	07°17.649'	112°51.454'	2.07
8	07°18.031'	112°51.787'	2.29
9	07°18.508'	112°51.233'	3.25
10	07°18.941'	112°51.234'	3.53

Pada station 1,2,3 pengambilan sampel di lakukan di daerah sungai dan di dilakukan pada waktu pasut menuju surut.

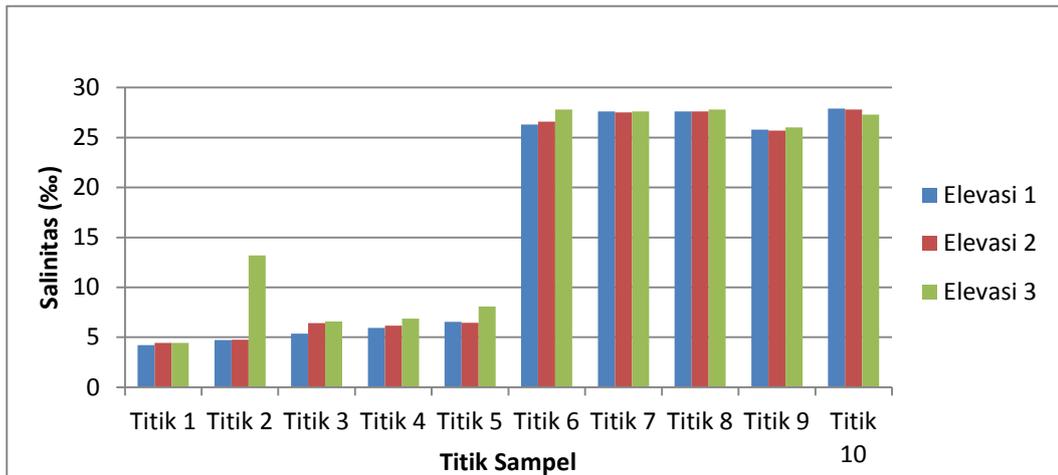
Pada station 4 pengambilan sampel di lakukan di daerah muara dan di dilakukannya pada waktu pasut menuju surut. Sedangkan pada station 5 pengambilan di lakukan pada waktu surut dan di lokasi di daerah muara.

Pada station 6,7,8,9,10 pengambilan sampel di daerah pantai dan dilakukan pada waktu surut.

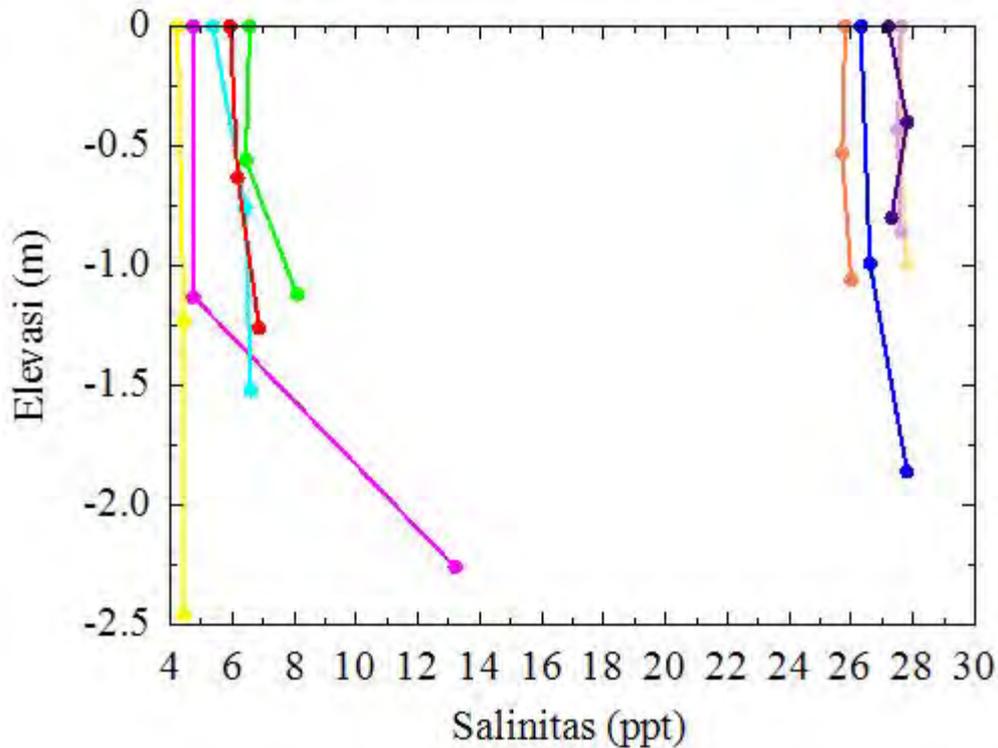
4.1.1. Distribusi Salinitas



Gambar 4.2 Pasang Surut Pengambilan Sampel Salinitas



Gambar 4.3 Distribusi Nilai Salinitas dalam 3 Elevasi



Gambar 4.4 Distribusi Salinitas secara vertikal

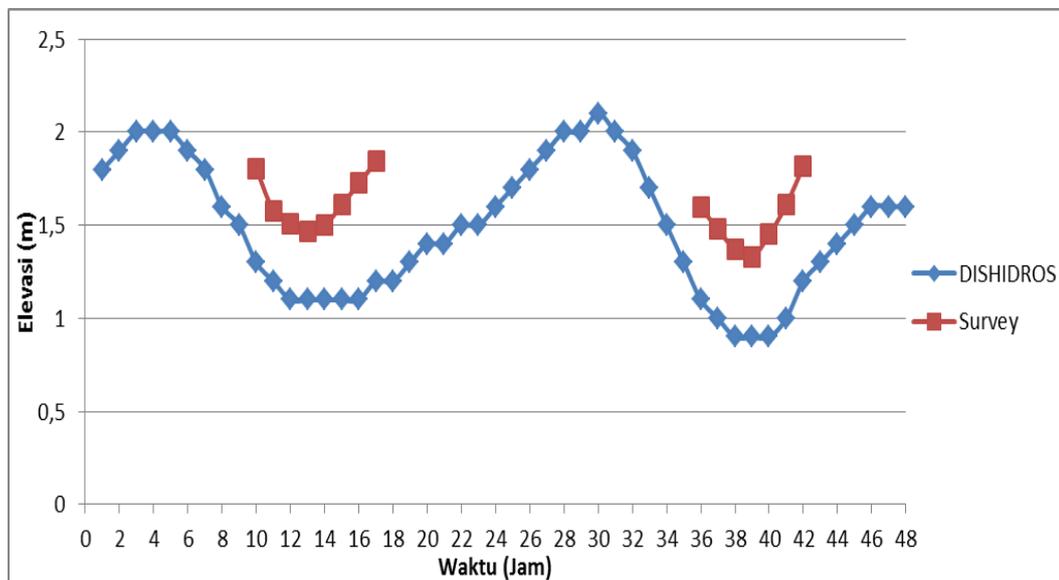
Kisaran nilai salinitas di sungai yaitu 4,23‰ s/d 13,2‰. Dimana nilai salinitas di Sungai wonokromo pada saat surut rata-rata 6,02‰. Sedangkan nilai salinitas di bagian estuari yaitu 5,93‰ s/d 27,9‰. Dimana nilai salinitas di Sungai wonokromo pada saat surut rata-rata 20,22‰. Sedangkan nilai salinitas di bagian laut yaitu 27,6‰ s/d 27,8 ‰. Rendahnya nilai salinitas pada saat surut diperkirakan disebabkan oleh massa air laut pada saat surut, keluar sehingga terbentuk pola sebaran salinitas nilainya rendah pada daerah hulu.

Menurut Nontji (2007) sebaran salinitas dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan (evaporasi), curah hujan (Presipitasi), dan aliran sungai (Run off) yang ada disekitarnya.

Menurut Nybakken (1988) Kisaran salinitas air laut adalah 30-35‰, estuari 5-35‰ dan air tawar 0,5-5‰.

4.1.2. Pasang Surut

Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Berikut data pasang surut di sungai wonokromo selama 48 jam. Dengan pasang tertinggi 2,1 m dan surut terendah 0,9 m, Dimana rata-rata pasang surut selama 48 jam 1,5 m pada tanggal 23-24 Agustus 2015



Gambar 4.5 Grafik Distribusi Pasang Surut Selama 48 Jam dari DISHIDROS

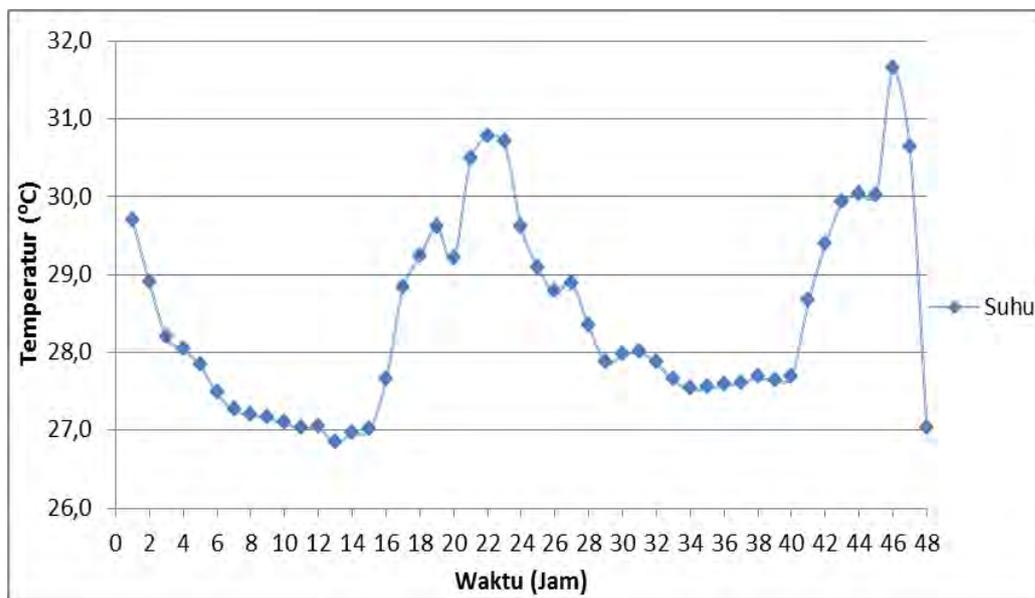
4.1.3 Pola sebaran Suhu

4.1.3.1 Pola sebaran Suhu Saat Pasang

Kisaran nilai suhu pada saat pasang yaitu $29,6^{\circ}\text{C}$ s/d $31,6^{\circ}\text{C}$, Dimana rata-rata nilai suhu pada saat pasang $28,5^{\circ}\text{C}$. Suhu air permukaan di perairan Nusantara kita umumnya berkisar antara $28-31^{\circ}\text{C}$ (Nontji, 2007). Sebaran suhu air laut di suatu perairan dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain radiasi sinar matahari, letak geografis perairan, sirkulasi arus, kedalaman laut, dan angin dalam Nurhayati (2006).

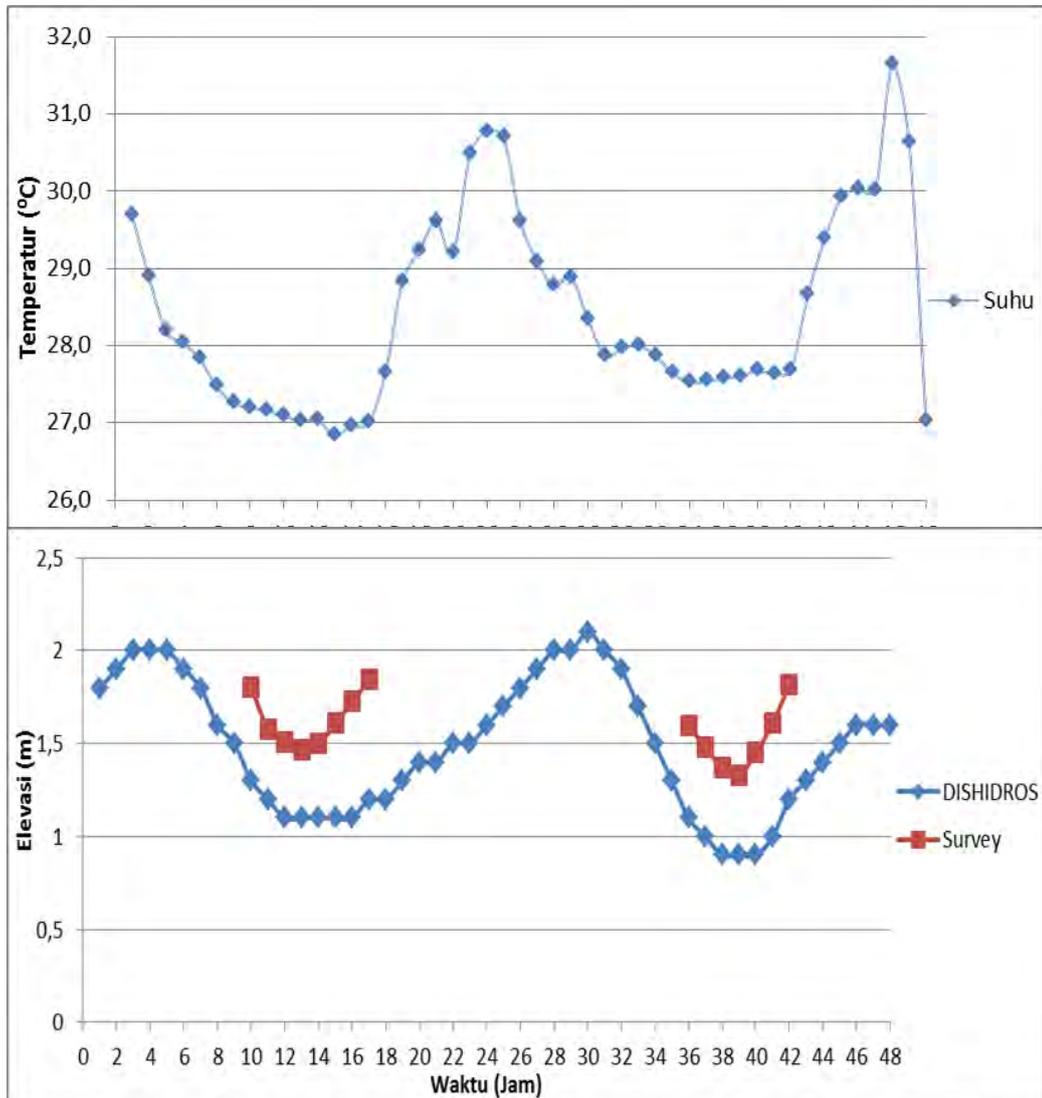
4.1.3.2 Pola sebaran Suhu Saat Surut

Pada saat surut nilai suhu berkisar antara 26,74^oC s/d 27,67^oC. Suhu air permukaan di perairan Nusantara kita umumnya berkisar antara 28-31^oC (Nontji, 2007). Pola sebaran suhu pada waktu surut (*Neap Tide*) di daerah muara suhunya lebih rendah dari pada di daerah hulu, hal ini disebabkan oleh topografi perairan dimana pada saat surut perairan dangkal sehingga sinar matahari dapat menembus dasar perairan. Menurut Officer *dalam* Furqon (2007), distribusi suhu di perairan estuari terutama dipengaruhi oleh penyinaran matahari.



Gambar 4.6 Grafik Distribusi Temperatur Selama 48 Jam

4.1.4 Korelasi Temperatur terhadap pasang Surut

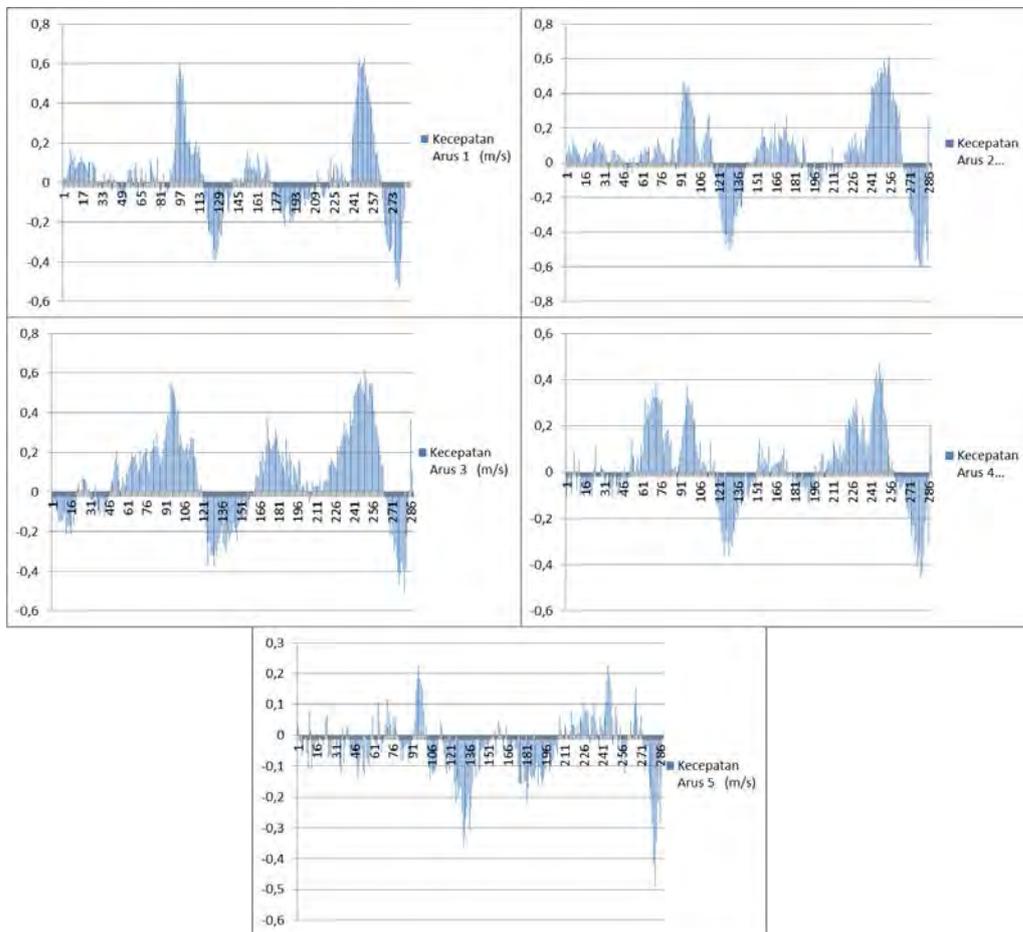


Gambar 4.7 Grafik Korelasi Temperatur dan Pasang Surut Selama 48 Jam

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pada kondisi surut temperatur ikut rendah begitu dengan saat pasang temperatur ikut tinggi.

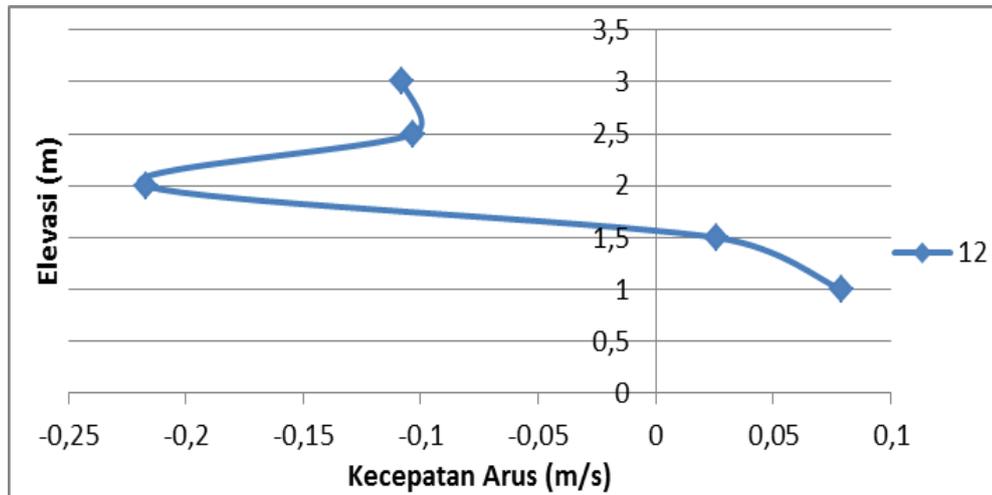
4.1.5 Kecepatan Arus

Hasil pengukuran arus di lapangan pada tanggal 24 - 25 Agustus 2015 diperoleh kecepatan arus maksimum untuk nilai positif mencapai 0,629 m/s dan kecepatan minimum 0 m/s merupakan arah dari sungai menuju laut. Sedangkan untuk nilai negatif -0,607 m/s – 0 m/s merupakan nilai arah dari laut menuju sungai. Hasil pengukuran arus kontinu selama 48 jam di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar. Lokasi pengambilan data yang terletak di sekitar muara Sungai Wonokromo sehingga pola arus yang terjadi lebih didominasi oleh pola arus yang keluar masuk Sungai Wonokromo.



Gambar 4.8 Grafik Kecepatan Arus

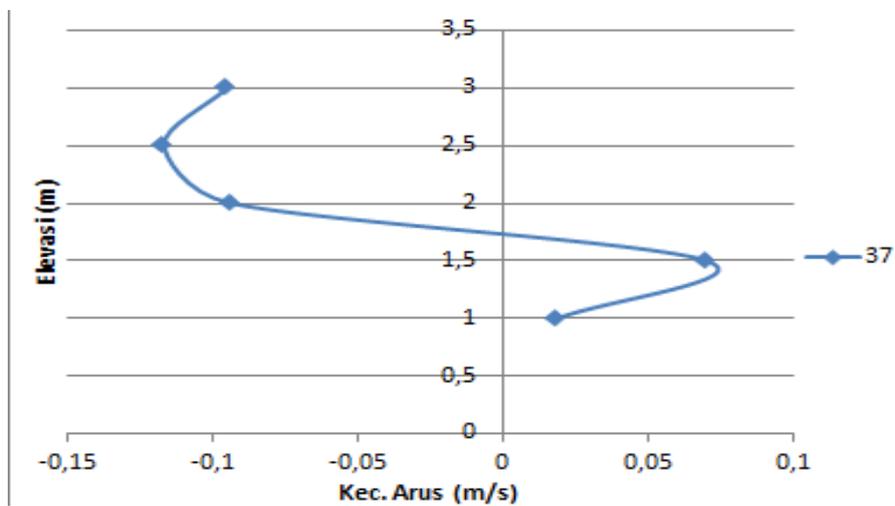
Menuju Pasang jam 20.30



Gambar 4.9 Grafik Kecepatan Arus menuju pasang jam 20.30

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pola arus di permukaan air laut mulai masuk ke arah sungai sedangkan didasar pola arus masih menuju ke laut.

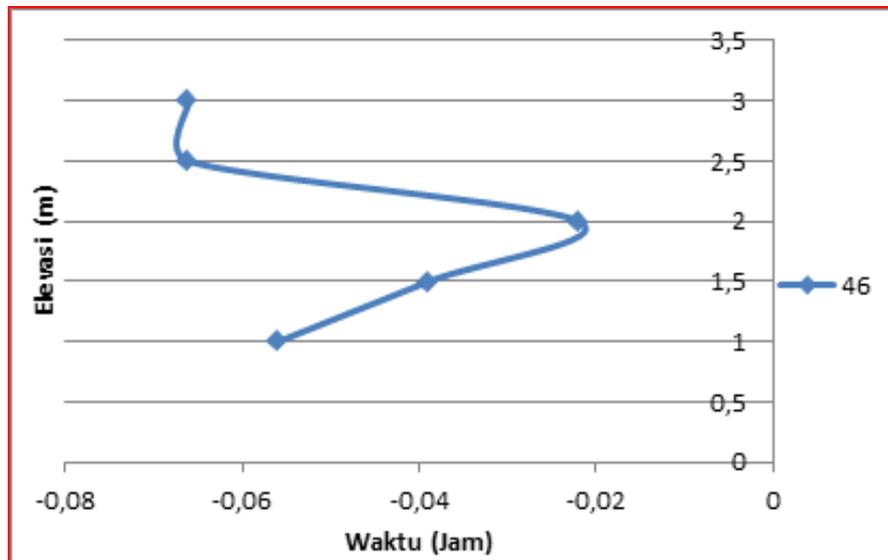
Menuju Pasang jam 24.30



Gambar 4.10 Grafik Kecepatan Arus menuju pasang jam 24.30

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pola arus di permukaan air laut mulai masuk ke arah sungai sedangkan didasar pola arus masih menuju ke laut.

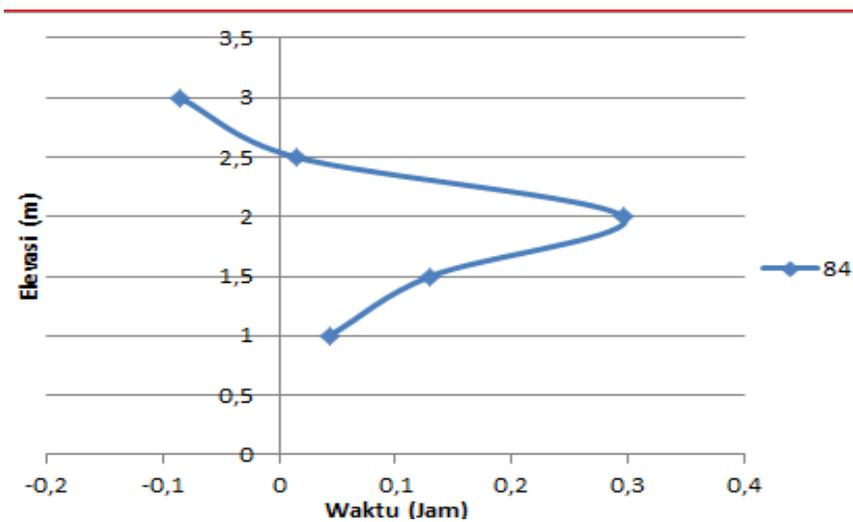
Menuju pasang jam 25.30



Gambar 4.11 Grafik Kecepatan Arus menuju pasang jam 25.30

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pola arus di permukaan hingga dasar air laut sudah memasuki sungai.

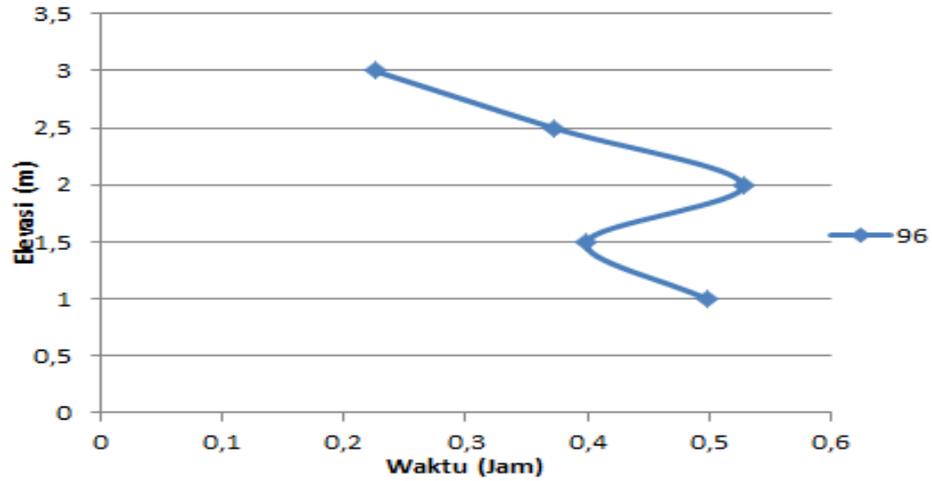
Menuju Surut Jam 32.30



Gambar 4.12 Grafik Kecepatan Arus menuju surut jam 32.30

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pola arus di permukaan masih ke arah sungai di karenakan adanya angin yang mendorong arus di permukaan tersebut sedangkan pola arus di dasar air laut sudah menuju ke arah laut.

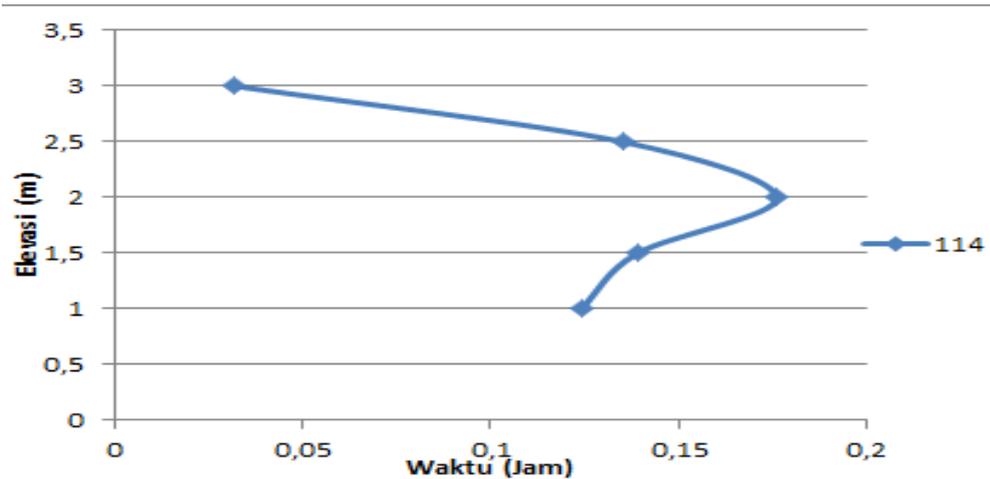
Menuju Surut Jam 34.30



Gambar 4.13 Grafik Kecepatan Arus menuju surut jam 34.30

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pola arus di permukaan hingga dasar waktu menuju surut arus dari sungai sudah menuju ke laut.

Surut Terendah jam 37.30



Gambar 4.14 Grafik Kecepatan Arus waktu surut terendah jam 37.30

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pola arus di permukaan hingga dasar waktu menuju surut arus dari sungai sudah menuju ke laut.

4.2 Lokasi Penelitian pada 17 Nopember 2015

Data parameter meliputi suhu, salinitas, dan arus diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan pada 17 Nopember 2015. Sebaran suhu air, salinitas, dan arus diukur di perairan Estuari Wonokromo pada 6 stasiun di estuari, 3 stasiun di Sungai Wonokromo, dan 1 dilaut (Gambar 1). Pengukuran suhu menggunakan peralatan YSI, salinitas menggunakan peralatan refraktometer sedangkan untuk arus menggunakan current meter. Pengukuran parameter salinitas dan suhu air dilakukan pada beberapa lapisan hingga dekat dasar laut.

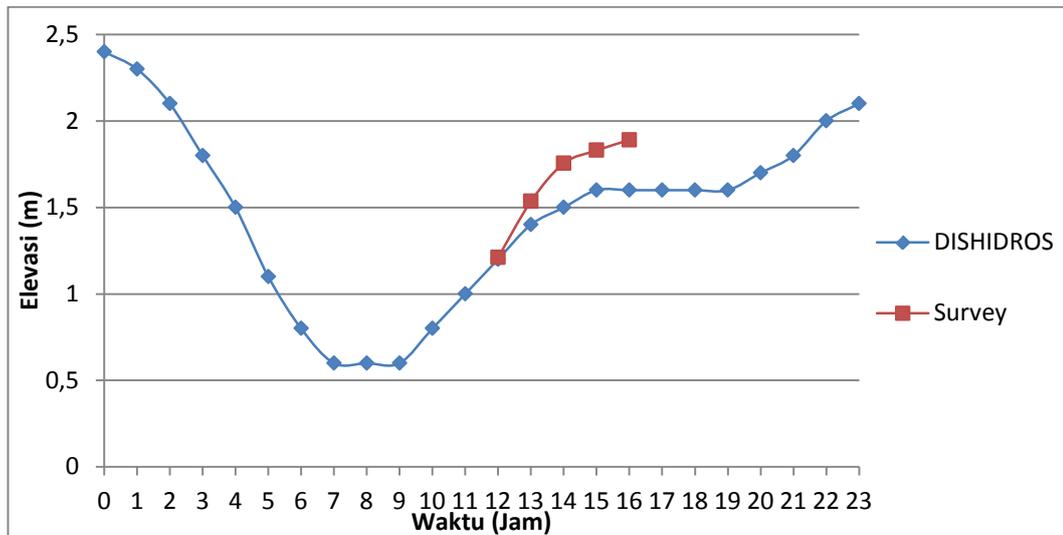


Gambar 4.15 Lokasi station, 17 Nopember 2015

Tabel 4.2 Tabel Lokasi Pengukuran Sampel, 17 Nopember 2015

No	South	East	Waktu Pengukuran Sampel	Kedalaman
1	S 07"18.425'	E 112"49.344'	10,39	1 m
2	S 07"18.454'	E 112"49.632'	11,45	2.3 m
3	S 07"18.622'	E112"50.379'	12,14	2.3 m
4	S 07"18.214'	E 112"50.749'	12,45	2.5 m
5	S 07"18.140'	E 112"50.955'	13,00	0.8 m
6	S 07"18.164'	E 112"51.412'	13,22	2 m
7	S 07"18.040'	E 112"51.692'	13,47	2.5 m
8	S 07"17.591'	E 112"51.362"	14,15	1.8 m
9	S 07"17.254'	E 112"51.373"	14,30	2.3 m
10	S 07"18.630'	E112"51.131'	15,04	1.8 m

Dari kedua parameter oseanografi tersebut di atas maka data yang diperoleh diolah dengan software Yoshino dibuat kontur sebaran secara vertical. Prosedur pengukuran yang dijelaskan di atas dilaksanakan pada saat kondisi pasang surut menuju pasang (Gambar 2) pada tanggal 17 Nopember 2015.



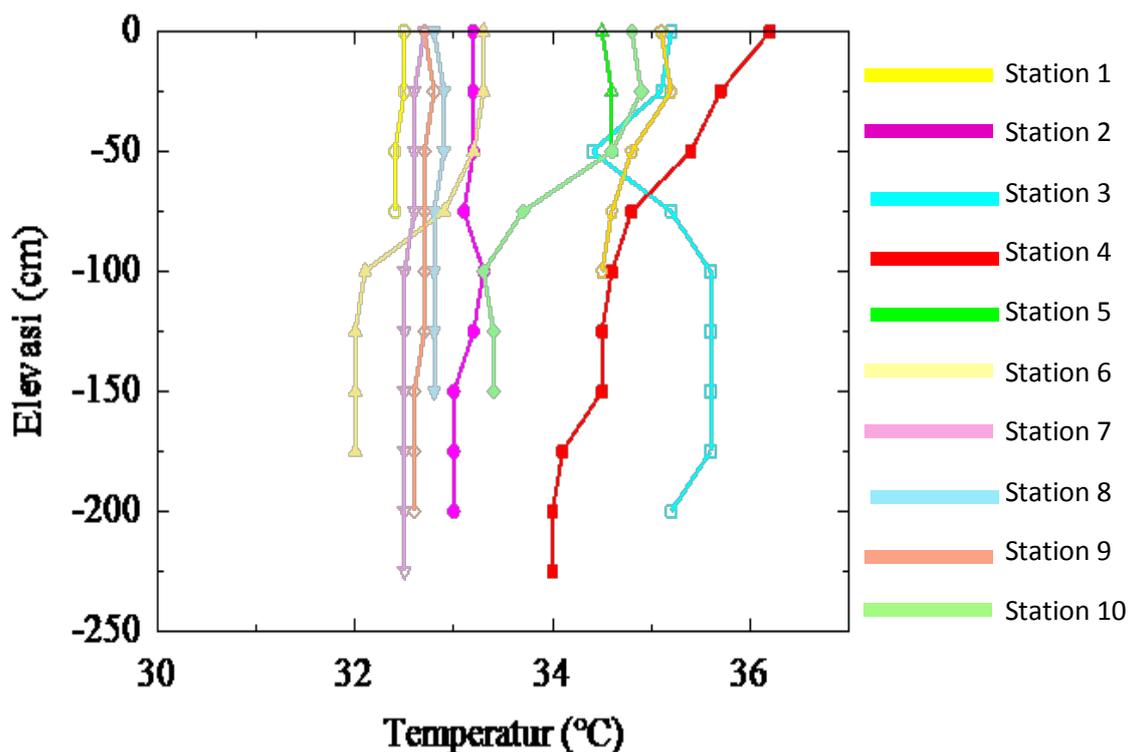
Gambar 4.16 Grafik Kondisi pasang surut Estuari Wonokromo

4.2.1 Distribusi Suhu

Sebaran suhu air laut pada beberapa lapisan hingga dasar di perairan Estuari Wonokromo pada bulan Nopember 2015 memperlihatkan adanya stratifikasi vertikal. Hal ini terlihat dari adanya perbedaan pola distribusi suhu air di setiap stasiun pengamatan.

Hasil pengukuran suhu di lapisan permukaan pantai pada station 4,5,6,7,8,9,10 sekitar Estuari sampai pantai pada 17 Nopember 2015 di stasiun permukaan sebaran tercatat cukup tinggi dan berkisar antara 32,5 – 36,2 °C dengan rata-rata 33,9 °C. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai suhu di lapisan dasar yang suhunya berkisar antara 32– 35,2 °C dengan rata-rata sebesar 33,4 °C.

Sedangkan hasil pengukuran suhu di lapisan permukaan disungai pada station 1,2,3 sekitar sungai Wonokromo pada 17 Nopember 2015 di stasiun permukaan sebaran tercatat cukup tinggi dan berkisar antara 33,6 – 35,2 °C dengan rata-rata 33,6 °C. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai suhu di lapisan dasar yang suhunya berkisar antara 32,4– 35,2 °C dengan rata-rata sebesar 33,5 °C .



Gambar 4.17 Grafik Distribusi vertikal Temperatur

Berdasarkan distribusi vertikal suhu juga didapatkan bahwa pada daerah perairan estuari tidak terdapat daerah termoklin karena kedalaman perairan yang

diteliti termasuk dangkal sehingga dari lapisan permukaan sampai dasar masih dapat dipengaruhi oleh angin dan adanya proses pencampuran vertikal antara air laut dan air tawar. Suhu air laut pada lapisan permukaan lebih hangat daripada suhu di lapisan dasar, namun variasi suhu pada perairan estuari lebih rendah dari pada perairan laut.

Umumnya suhu tinggi pada estuari terjadi pada siang hari. Hal ini bisa terjadi karena daerah dangkal mudah menjadi hangat oleh pasokan aliran panas permukaan laut (Douglas, 2001). Di samping itu, distribusi suhu air laut di estuari dipengaruhi oleh kedalaman, klimatologi, pasang surut dan morfologi perairan (Pickard, 1990).

Perairan estuari yang relatif dangkal dan pemanasan air laut yang tidak homogen menyebabkan adanya perbedaan suhu laut secara vertikal dan horizontal (Nurhayati, 2006).

Menurut Officer (1976), distribusi suhu di perairan estuari terutama dipengaruhi oleh penyinaran matahari. Di beberapa estuari seringkali suhu air sungai lebih rendah daripada air laut. Hal ini terjadi karena besarnya kapasitas panas dari laut dan lambatnya respon air laut terhadap proses pemanasan dan pendinginan. Suhu air laut tertinggi di perairan Estuari Binuangeun bulan Juni 2005, ternyata terjadi pada lapisan permukaan pada bagian tengah daerah penelitian yaitu akibat dari adanya tekanan suhu rendah dari sungai dan Samudera Indonesia.

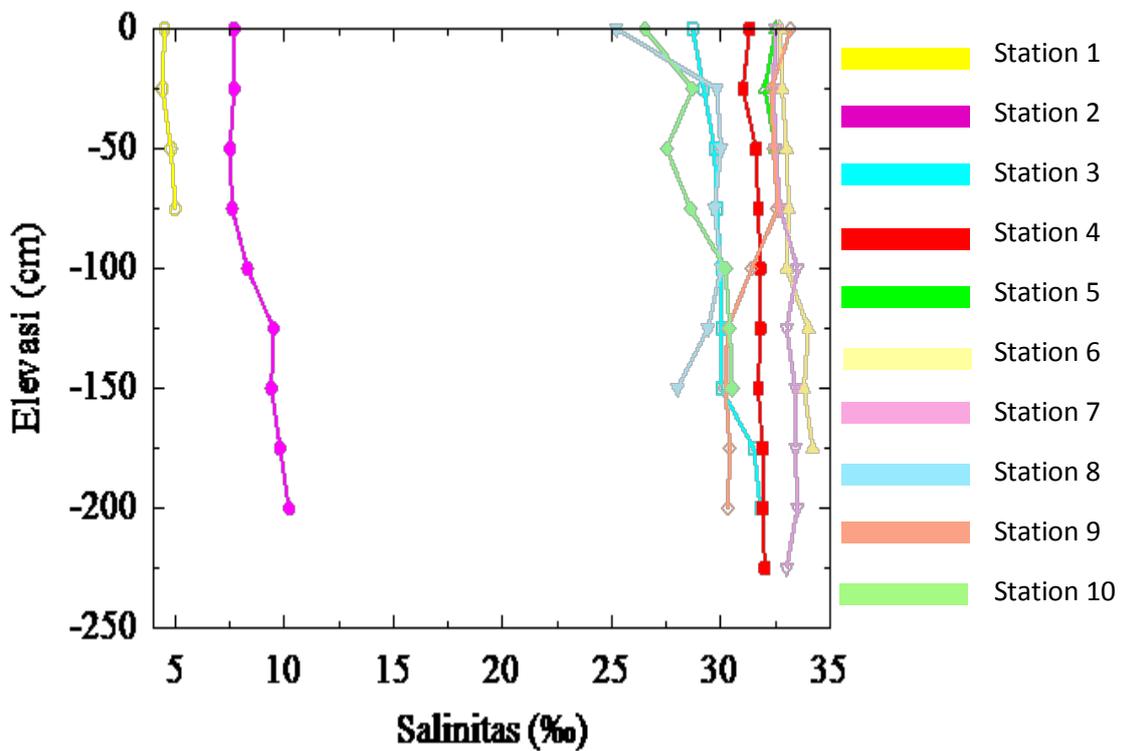
4.2.2. Distribusi Salinitas

Distribusi salinitas di perairan estuari sangat dipengaruhi oleh kedalaman, arus pasut, aliran permukaan, penguapan dan sumbangan jumlah air tawar yang masuk ke perairan laut. Nilai salinitas di permukaan Estuari sampai pantai berkisar dari nilai minimum sebesar 25,2 ‰ sampai dengan nilai maksimum 33,2 ‰ dengan rata-rata sebesar 30,1 ‰. Nilai salinitas tersebut lebih rendah dibandingkan di lapisan dasar yang berkisar dari nilai minimum sebesar 28 ‰ sampai dengan nilai maksimum 34,2 ‰ dengan rata-rata sebesar 31,1 ‰.

Sedangkan hasil pengukuran salinitas di permukaan sungai Wonokromo berkisar dari nilai minimum sebesar 4,5 ‰ sampai dengan nilai maksimum 28,7

‰ dengan rata-rata sebesar 13,6 ‰. Nilai salinitas tersebut lebih rendah dibandingkan di lapisan dasar yang berkisar dari nilai minimum sebesar 5 ‰ sampai dengan nilai maksimum 31,8 ‰ dengan rata-rata sebesar 15,7 ‰.

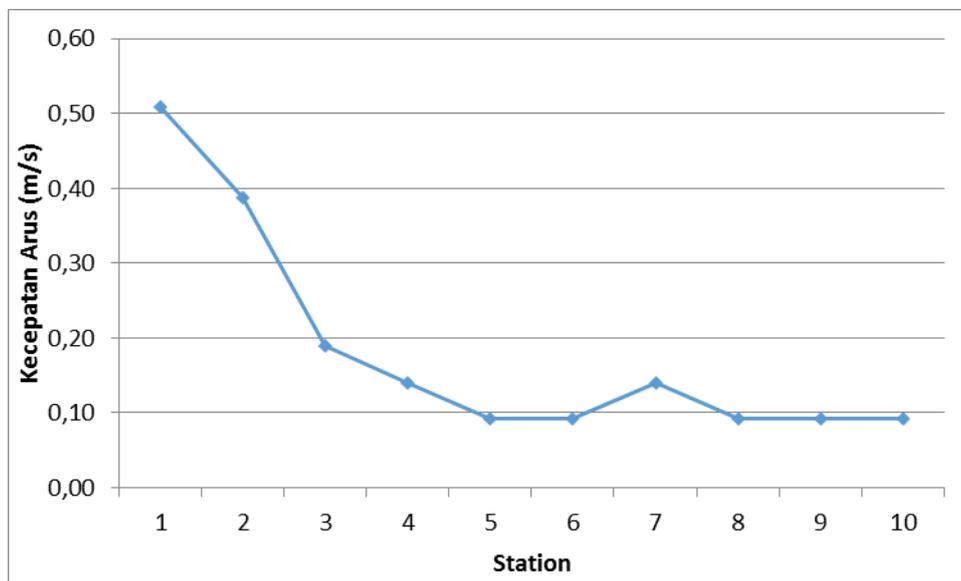
Sedangkan di laut nilai salinitasnya 32,5 ‰ – 33 ‰. Secara keseluruhan salinitas di Estuari Binuangeun memperlihatkan nilai salinitas yang relatif tidak berubah di setiap kedalaman. Salinitas yang homogen disetiap lapisan kedalaman menjadi indikasi adanya proses pengadukan vertikal yang kuat (well mixed) antara air laut dan air tawar (Tomczak, 2000). Distribusi nilai salinitas dari sungai, muara hingga ke laut lepas menunjukkan kecenderungan salinitasnya terus bertambah.



Gambar 4.18 Grafik Distribusi vertikal salinitas

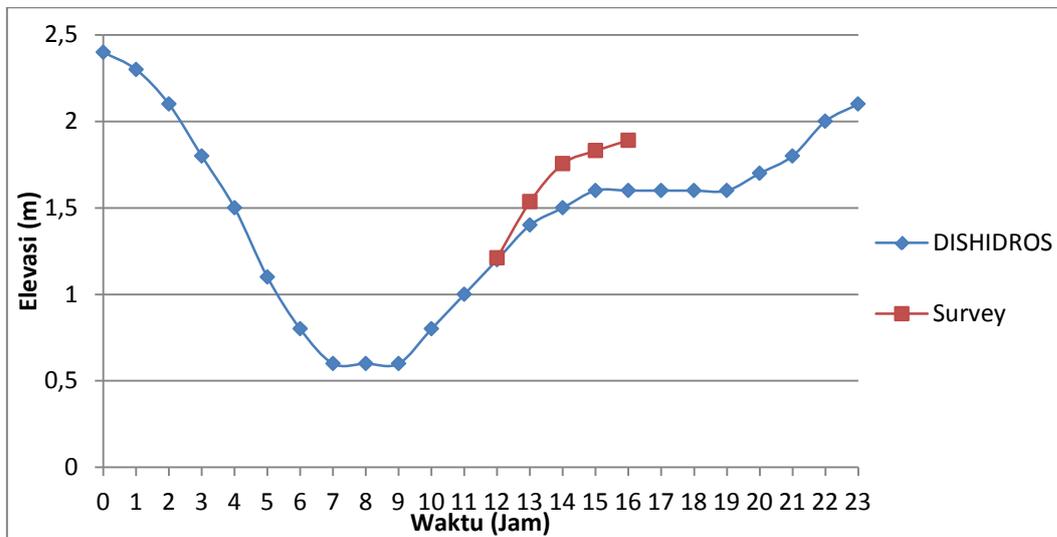
4.2.3 Distribusi Arus

Nilai arus di permukaan Estuari sampai daerah pantai berkisar dari nilai minimum sebesar 0,09 m/s sampai dengan nilai maksimum 0,19 m/s dengan rata-rata sebesar 0,11 m/s. Sedangkan hasil pengukuran arus di permukaan sungai wonokromo berkisar dari nilai minimum sebesar 0,19 m/s sampai dengan nilai maksimum 0,51 m/s dengan rata-rata sebesar 0,36 m/s. Dari grafik tersebut nilai arus di sungai lebih tinggi sedangkan di area estuari lebih rendah hal ini di karenakan percampuran air tawar dan air asin yang kuat sehingga nilai arusnya lebih kecil.



Gambar 4.19 Grafik Distribusi arus di permukaan

4.3 Korelasi Pola Sebaran Salinitas, Temperatur, dan Arus

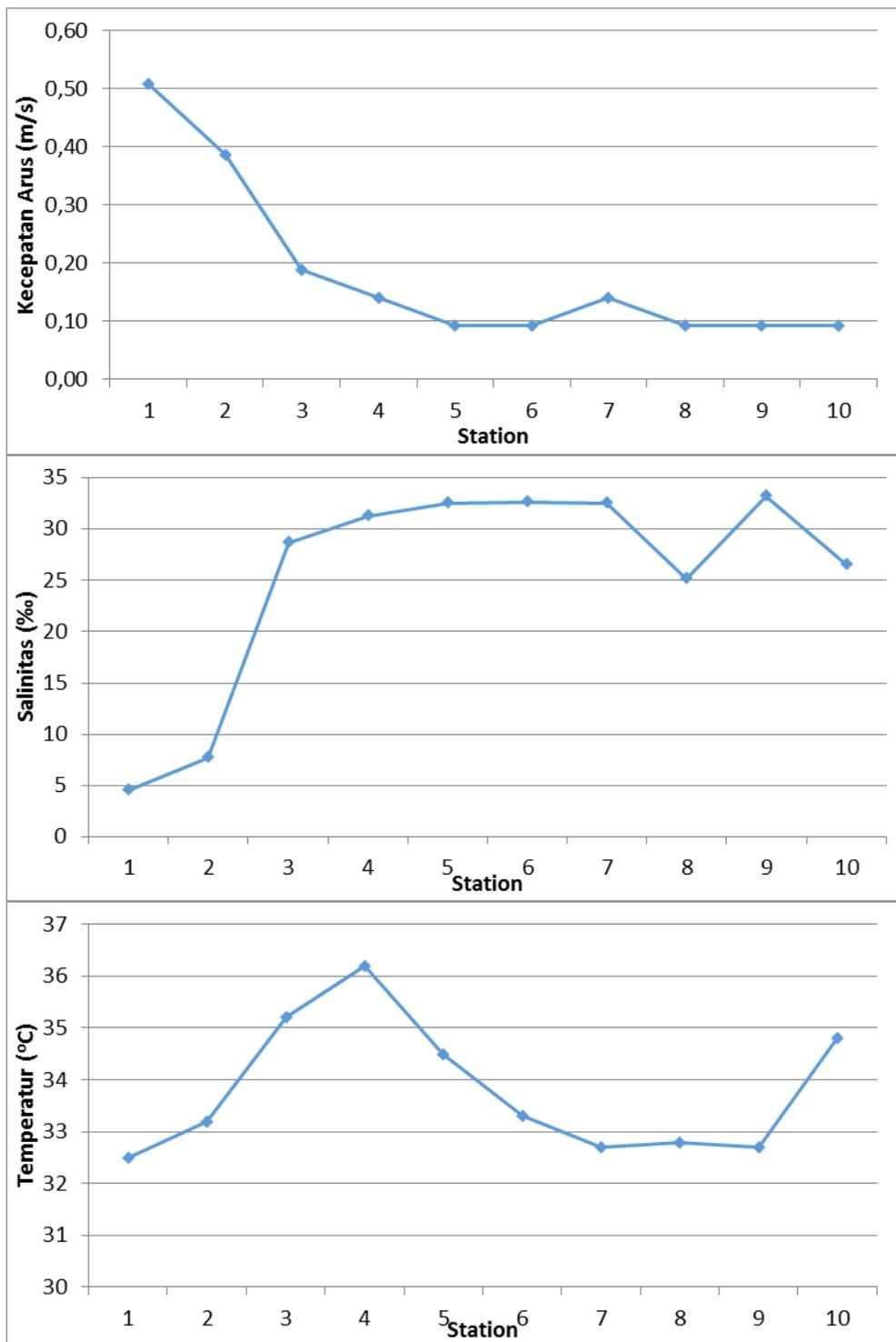


Gambar 4.20 Grafik Kondisi pasang surut Estuari Wonokromo 17 Nopember 2015

Dari grafik tersebut pada station 1 dengan lokasi berada di sungai mempunyai nilai temperatur 32,5 °C dengan nilai salinitas 4,5 ‰ dan kec.arus 0,51 m/s. Sedangkan pada station 4 dengan lokasi berada di muara mempunyai nilai temperatur 36,2 °C dengan nilai salinitas 31,3 ‰ dan kec.arus 0,14 m/s. Dan pada station 7 dengan lokasi berada di pantai mempunyai nilai temperatur 32,7 °C dengan nilai salinitas 32,5 ‰ dan kec.arus 0,14 m/s.

Tabel 4.3 Nilai Parameter di setiap Station pada permukaan

Station	Temperatur (°C)	Salinitas (‰)	Kec.Arus (m/s)
1	32,5	4,5	0,51
2	33,2	7,7	0,39
3	35,2	28,7	0,19
4	36,2	31,3	0,14
5	34,5	32,5	0,09
6	33,3	32,7	0,09
7	32,7	32,5	0,14
8	32,8	25,2	0,09
9	32,7	33,2	0,09
10	34,8	26,5	0,09



Gambar 4.21 Grafik korelasi di permukaan Sungai Wonokromo

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pola sebaran nilai salinitas secara vertikal di daerah muara dari permukaan sampai dasar hampir sama sedangkan untuk nilai temperatur cukup tinggi antara 32,5-36 °C dari sungai hingga daerah pantai dan untuk nilai arus di sungai lebih tinggi di bandingkan di daerah muara. Tipe estuari merupakan tipe well-mixed estuari di karenakan nilai salinitas di muara dari permukaan sampai dasar merata.
2. Korelasi pola sebaran Salinitas, Temperatur dan Arus adalah pada daerah muara di station 4 Temperatur 36,2 °C , Salinitas 31,3 ‰ , dan Kecepatan Arus 0,14 m/s, sedangkan untuk daerah sungai di station 2 Temperatur 33,2 °C , Salinitas 7,7 ‰ , dan Kecepatan Arus 0,39 m/s.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis pada pengerjaan tugas akhir ini

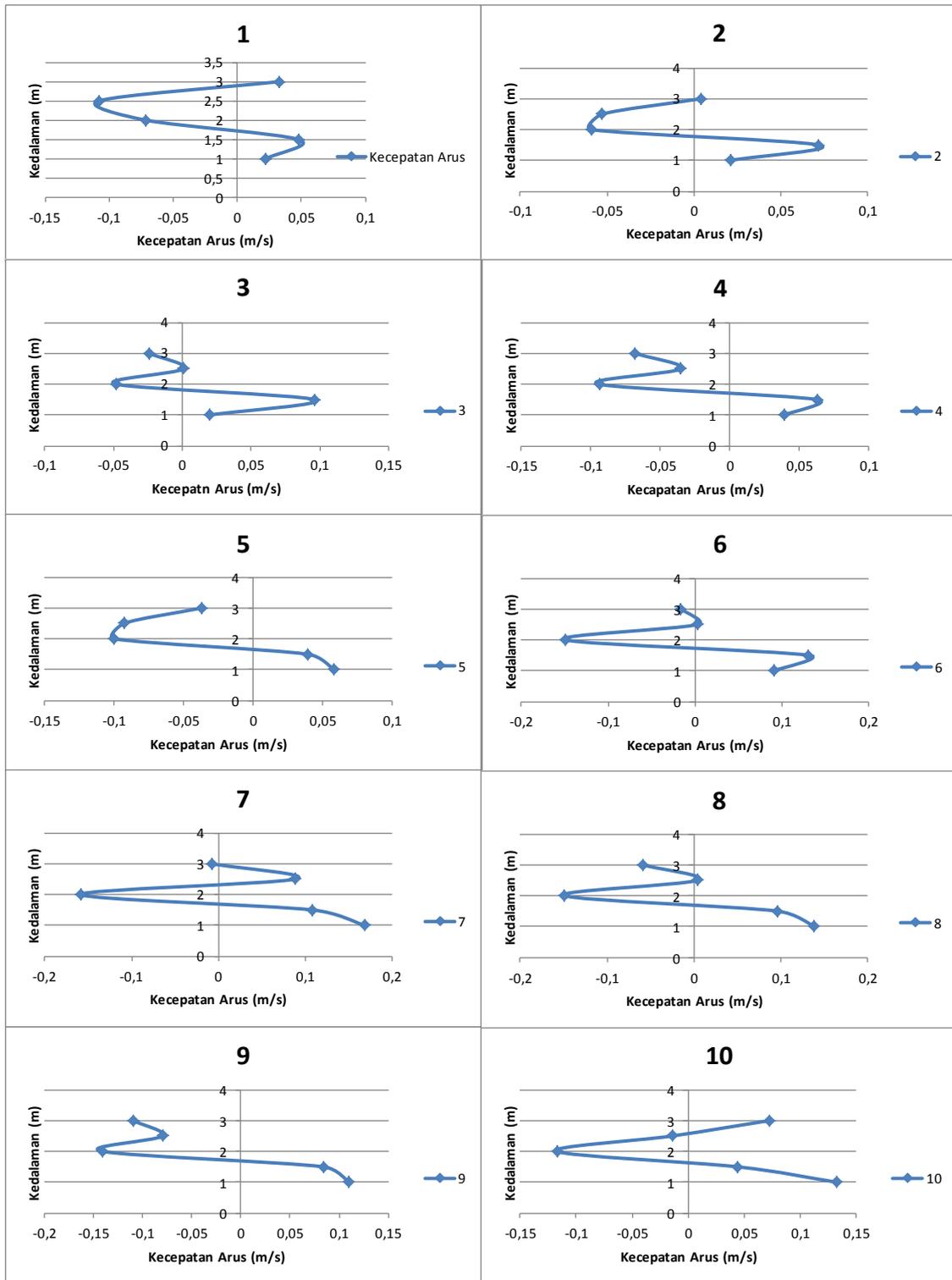
1. Dapat menggunakan permodelan 3D secara Horizontal agar perbedaan parameter terlihat lebih jelas

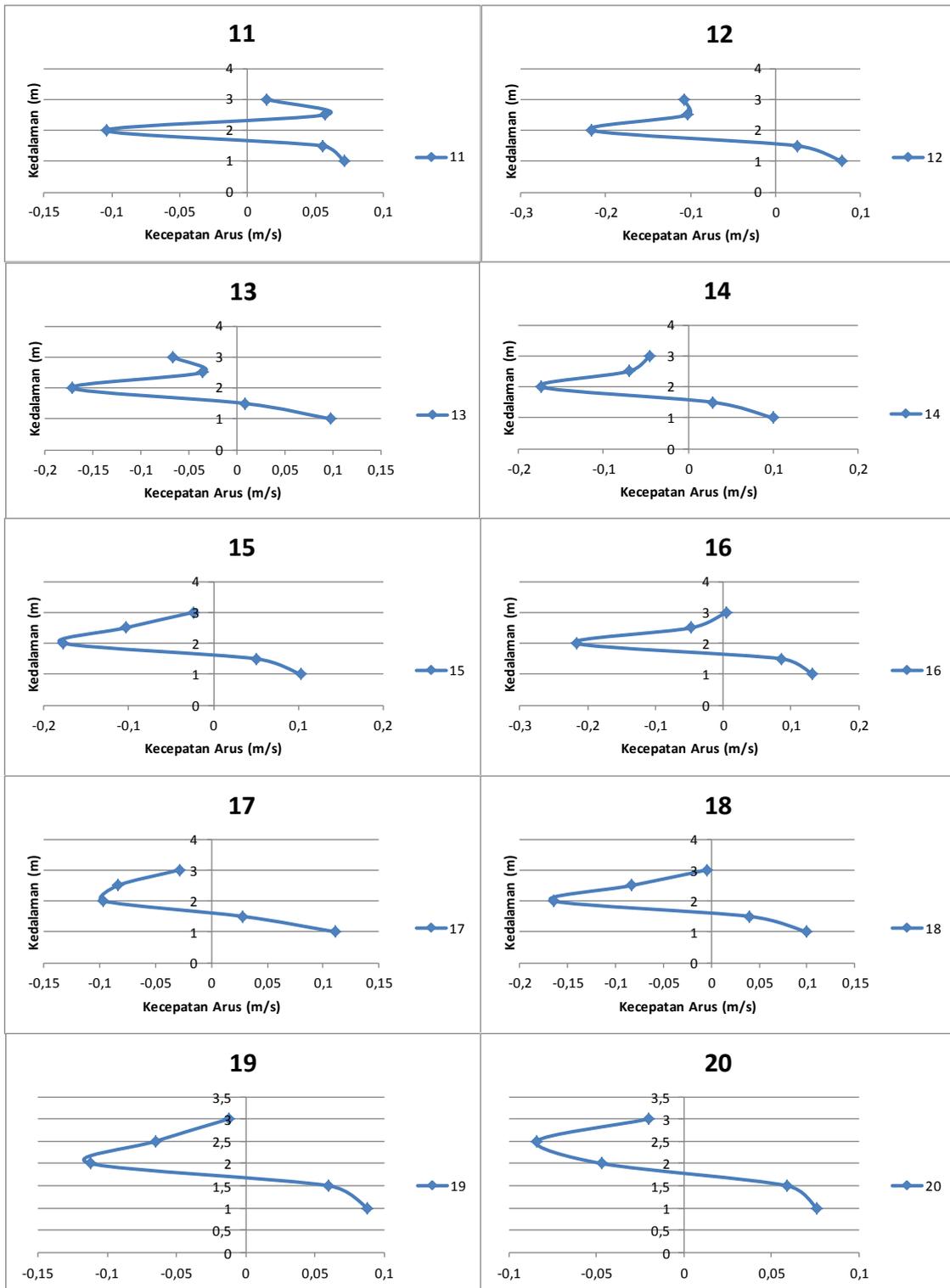
DAFTAR PUSTAKA

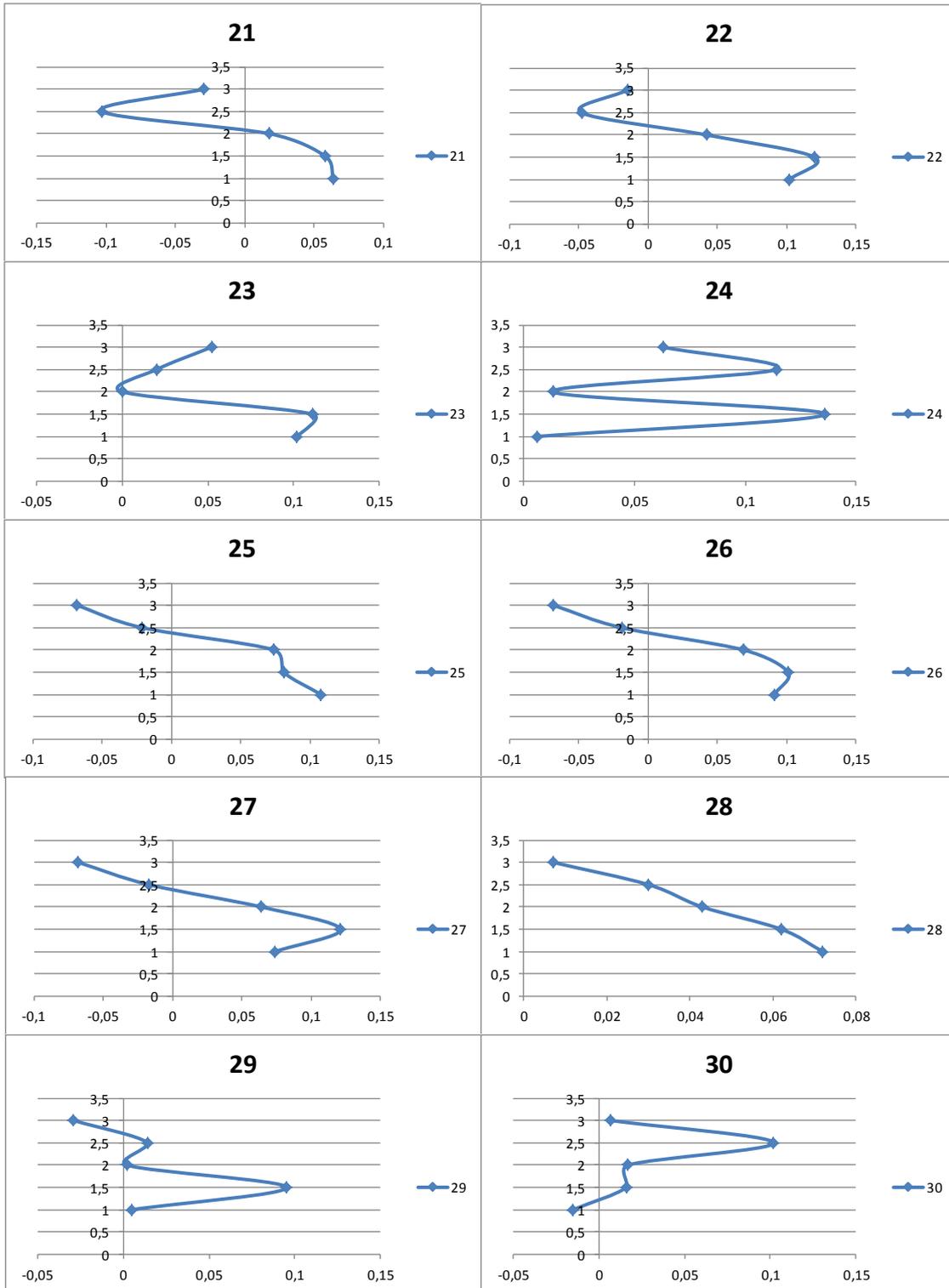
- Chanlett, E. T., 1979. Environmental Protection. Mc Graw-Hill Book Company. New York. 585 p.
- DISHIDROS. 2015. Daftar Pasang Surut Tide Tables. TNI AL Dishidros. Jakarta.
- Douglas, R. M. . 2001. Physical oceanography. Department of Geophysical Science, University of Chicago, Illinois : 157 pp.
- Dronkers, J. J. 1964. Tidal Computations in rivers and coastal waters. North-Holland Publishing Company. Amsterdam.
- Firmansyah, Z. 2013. *Distribusi Sebaran Salinitas dan Nutrisi di Wilayah Pesisir Timur Surabaya. Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Furqon, A. M. 2007. *Tipe Estuari Binuangeun (Banten) Berdasarkan Distribusi Suhu dan Salinitas Perairan*. Oseanologi dan Limnologi. Indonesia
- Gordon, R. L. 1996. *Acoustic Doppler Current Profiler: Principle of Operation*. RD Instrumen, San Diego, USA, 2nd edition
- Idris, F. 2009. *Distribusi Suhu dan Salinitas Di Perairan Sekitar Muara Sungai Ungar Kecamatan Kundur Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau*. Pekanbaru. UNRI
- Jumiarti. 2013. *Pola Sebaran Salinitas dan Temperatur di Perairan Teluk Riau Kota Tanjung Pinang Provinsi Kepulauan Riau*. UMRAH. Kepulauan Riau.
- Mubarok, Z. 2012. *Studi Intrusi Air Laut di Pesisir Pamekasan, Madura*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nasjono, J. K. 2010. *Pola Penyebaran Salinitas Pada Akuifer Pantai Pasir Panjang, Kota Kupang, NTT*. Jurnal Bumi Lestari. Bali
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan
- Nurhayati. 2006. *Distribusi Vertical Suhu, Salinitas dan Arus diperairan Morotai, Maluku Utara*, Oseanologi dan Limnologi Laut, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia, Jakarta.

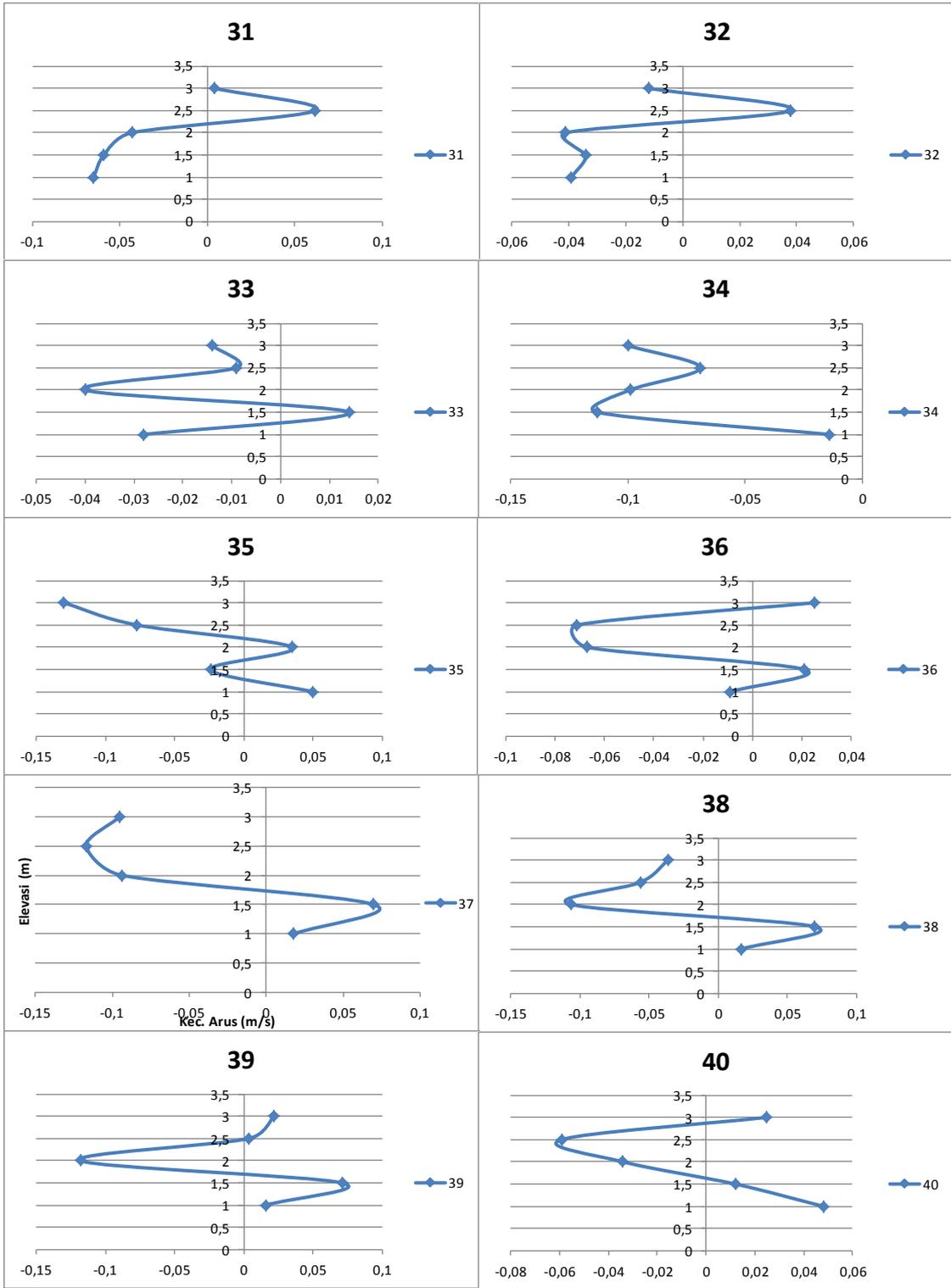
- Officer, C. 1976. *Physical Oceanography of estuaries and associated coastal waters*. John Willey and Sons. New York : 465 pp.
- Pariwono, J. I., *Gaya Penggerak Pasang Surut, Pasang Surut, Ed.* Ongkosongo, O.S.R., dan Suyarso, P3O-LIPI, Jakarta, pp. 13-23, 1989
- Pickard, G. L. 1990. *Descriptive physical oceanography, An Introduction*. Pergamon Press, New York, 1990 : 320 pp.
- Suprayogi N. I, Dijatnol A, dan I Muhammad . 2006. "Fenomena Intrusi Air Laut Di Estrusi Akibat Pengaruh Tinggi Pasang Air Laut Dengan Debit Hulu Sungai Menggunakan Pendekatan Model Fisik". Parifikasi Vol.7 No.2. Hlm 133 - 138
- Tomczak, M. 2000. *An Introduction to physical oceanography*. Flinders University, South Australia : 362 pp
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Tubalawony, S., J. W. Tuahattu, dan S. M. Wattimena. 2008. *Karakteristik Fisik Massa Air Permukaan Teluk Ambon Dalam pada Bulan Juni*. FPIK, Universitas Pattimura
- Valle-Levinson, A 2010. *Definition and Classification of Estuaries*. Cambridge University Press, <http://assets.cambridge.org/>
- Wall, G. R., E.A. Nystrom, and S. Litten. 2006. *Use of an ADCP to compute Suspended-Sediment Discharge in the Tidal Hudson River, New York*". Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5055, 16 p.
- Wyrski, K. 1961. "Approach of Tides to The Hawaiian Island"s. *Journal of Geophysical Research* 92:12,941-12,946

Berikut contoh grafik kecepatan arus setiap 10 menit









no	Kecepatan Arus 1 (m/s)	Kecepatan Arus 2 (m/s)	Kecepatan Arus 3 (m/s)	Kecepatan Arus 4 (m/s)	Kecepatan Arus 5 (m/s)
1	0,022	0,048	-0,071	-0,108	0,033
2	0,021	0,072	-0,059	-0,053	0,004
3	0,02	0,096	-0,048	0,001	-0,024
4	0,039	0,063	-0,094	-0,035	-0,068
5	0,058	0,039	-0,1	-0,093	-0,037
6	0,091	0,131	-0,149	0,003	-0,016
7	0,168	0,108	-0,158	0,088	-0,008
8	0,139	0,096	-0,149	0,004	-0,059
9	0,11	0,084	-0,141	-0,08	-0,11
10	0,133	0,044	-0,117	-0,014	0,073
11	0,071	0,055	-0,104	0,057	0,014
12	0,079	0,026	-0,217	-0,103	-0,108
13	0,098	0,008	-0,172	-0,036	-0,067
14	0,1	0,029	-0,174	-0,07	-0,045
15	0,103	0,05	-0,177	-0,104	-0,024
16	0,132	0,086	-0,217	-0,047	0,005
17	0,111	0,028	-0,097	-0,084	-0,029
18	0,1	0,04	-0,165	-0,083	-0,005
19	0,088	0,06	-0,112	-0,065	-0,012
20	0,076	0,059	-0,047	-0,084	-0,02
21	0,064	0,058	0,018	-0,103	-0,029
22	0,102	0,12	0,042	-0,048	-0,015
23	0,102	0,111	0	0,02	0,052
24	0,006	0,136	0,013	0,114	0,063
25	0,108	0,081	0,074	-0,021	-0,068
26	0,091	0,101	0,069	-0,019	-0,068
27	0,074	0,121	0,064	-0,017	-0,068
28	0,072	0,062	0,043	0,03	0,007
29	0,005	0,095	0,002	0,014	-0,029
30	0,007	0,102	0,017	0,016	-0,015
31	0,004	0,062	-0,043	-0,059	-0,065
32	-0,012	0,038	-0,041	-0,034	-0,039
33	-0,028	0,014	-0,04	-0,009	-0,014
34	-0,014	-0,113	-0,099	-0,069	-0,1
35	0,05	-0,024	0,035	-0,077	-0,13
36	-0,009	0,021	-0,067	-0,071	0,025
37	0,018	0,07	-0,094	-0,117	-0,095
38	0,017	0,07	-0,106	-0,056	-0,036
39	0,016	0,071	-0,118	0,004	0,022
40	0,048	0,012	-0,034	-0,059	0,025
41	-0,039	0,052	-0,105	-0,06	-0,003
42	0,01	0,046	-0,036	-0,098	-0,062
43	0,027	0,034	-0,125	-0,074	-0,075
44	0,011	0,027	-0,09	-0,037	-0,063
45	-0,005	0,021	-0,055	-0,001	-0,051
46	-0,056	-0,039	-0,022	-0,066	-0,066
47	-0,017	0,014	0,024	0,022	-0,073
48	-0,048	-0,01	0,062	-0,056	-0,144
49	-0,062	-0,084	0,046	-0,074	-0,11
50	-0,055	-0,029	0,103	-0,02	-0,076
51	-0,049	0,025	0,161	0,033	-0,042
52	-0,108	-0,063	0,21	0,141	-0,114
53	-0,017	-0,027	0,138	0,063	-0,13
54	0,021	0,031	0,062	0,068	-0,005
55	0,061	-0,002	-0,022	-0,001	-0,077
56	0,063	-0,011	0,026	0,034	-0,087
57	0,066	-0,021	0,075	0,069	-0,097
58	0,027	0,013	0,046	0,011	-0,058
59	-0,013	0,046	0,029	0,062	0
60	0,073	0,073	0,1	0,118	0,063
61	0,108	0,038	0,087	0,084	-0,016
62	0,026	0,064	0,12	0,201	-0,025
63	-0,056	0,09	0,154	0,318	-0,035
64	0,004	0,069	0,2	0,244	0,108
65	0,022	0,068	0,178	0,291	0,04
66	0,075	0,087	0,174	0,24	-0,017
67	-0,039	0,007	0,188	0,275	-0,054
68	0,007	0,016	0,145	0,311	-0,025
69	0,053	0,026	0,102	0,347	0,004
70	0,004	0,084	0,117	0,328	0,035
71	-0,002	0,087	0,216	0,379	0,119
72	-0,001	0,05	0,137	0,322	0,027
73	0,114	0,144	0,187	0,325	0,071
74	0,087	0,112	0,192	0,31	0,037
75	0,06	0,081	0,197	0,296	0,004
76	0,031	0,059	0,22	0,308	0,062
77	-0,003	0,042	0,15	0,141	0,027
78	0,026	0,055	0,101	0,085	0,056
79	0,13	0,029	0,204	0,169	0,012
80	-0,005	0,008	0,214	0,177	-0,005
81	-0,14	-0,012	0,225	0,185	-0,022
82	-0,04	0,009	0,267	0,119	-0,08
83	-0,009	0,022	0,228	0,14	-0,044
84	0,043	0,13	0,296	0,014	-0,086
85	0,004	0,142	0,224	0,017	-0,039
86	-0,024	0,05	0,184	0,021	-0,033
87	-0,053	-0,041	0,144	0,025	-0,028
88	-0,037	0,075	0,167	-0,056	-0,091
89	-0,008	0,087	0,223	0,03	-0,062
90	0,064	0,149	0,261	0,061	-0,067

Waktu Pengambilan Sampel Air



Sampel Air diambil beberapa tetes untuk di cek salinitasnya





Waktu Pengambilan





Alat Untuk mengetahui temperatur air



Alat ADCP untuk mengetahui Arus



BIODATA PENULIS



Ferdinandus Didit Prakoso, dilahirkan di Surabaya, 11 Oktober 1993, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Pendidikan pertamanya diselesaikan dengan baik di SD Santo Yosef Surabaya, kemudian melanjutkan di SMP Santo Yosef Surabaya. Setelah menyelesaikan pendidikan kedua, penulis melanjutkan studinya di SMA Dr Soetomo Surabaya dan lulus pada tahun 2011. Pada pertengahan tahun 2011 penulis melanjutkan studinya di Jurusan Teknik Kelautan 2011. Berbagai pelatihan dan seminar pernah diikuti dalam rangka untuk pengembangan dirinya.

Di penghujung kuliah, dengan bimbingan Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph.D dan Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M.Sc, mengambil Tugas Akhir tentang “**Studi Pola Sebaran Salinitas, Temperatur, dan Arus Perairan Sungai Wonokromo, Surabaya**” dan berhasil diselesaikan dalam 1 semester.