



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - RM184831**

# **ANALISIS POLA PASANG SURUT DI PERAIRAN INDONESIA BAGIAN TIMUR**

**HARRINO YUNUSEV DANIN**  
NRP 0331164000041

Dosen Pembimbing  
Ir. Yuwono, M.T.  
Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2020

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



**TUGAS AKHIR - RM184831**

# **ANALISIS POLA PASANG SURUT DI PERAIRAN INDONESIA BAGIAN TIMUR**

**HARRINO YUNUSEV DANIN**  
**NRP 0331164000041**

Dosen Pembimbing  
Ir. Yuwono, M.T.  
Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA**  
**Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**TUGAS AKHIR - RM184831**

# **ANALYSIS OF TIDES PATTERNS IN EASTERN INDONESIAN WATERS**

**HARRINO YUNUSEV DANIN**  
NRP 0331164000041

Supervisor  
Ir. Yuwono, M.T.  
Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTEMENT**  
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2020

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# LEMBAR PENGESAHAN

## ANALISIS POLA PASANG SURUT DI PERAIRAN INDONESIA BAGIAN TIMUR

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HARRINO YUNUSEV DANIN**

NRP. 03311640000041

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Yuwono, M.T.

NIP. 19590124 198502 1 001

Dr. Eko Yuli Handoko, S.T.

NIP. 19740727 200003 1 001



**SURABAYA, 4 AGUSTUS 2020**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



## ANALISIS POLA PASANG SURUT DI PERAIRAN INDONESIA BAGIAN TIMUR

Mahasiswa : Harrino Yunusev Danin  
NRP : 0331164000041  
Departemen : Teknik Geomatika FTSPK-ITS  
Pembimbing : 1. Ir. Yuwono, M.T.  
2. Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

### ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia dengan  $2/3$  wilayahnya mencakup perairan. Potensi perairan di Indonesia dapat dimanfaatkan untuk aktivitas pelayaran nasional maupun internasional dari skala pelayaran antar pulau hingga pelayaran antar benua. Untuk mendukung aktivitas tersebut, gerakan naik dan turunnya permukaan air laut yang biasa disebut pasang surut perlu diketahui. Pasang surut adalah gerakan naik atau turunnya permukaan air laut. Variasi muka air laut dapat dipengaruhi oleh ENSO dan angin monsun. Menurut teori dinamis, kedalaman lautan adalah salah satu faktor pembentuk gelombang pasang surut. Konstanta pasang surut dapat menyebabkan terjadinya pasang surut. Selain itu, konstanta dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik pasang surut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pasang surut, pengaruh ENSO dan angin monsun terhadap konstanta pasang surut, dan kedalaman lautan terhadap karakteristik pasang surut (bilangan *formzahl*) di Perairan Indonesia bagian timur. Konstanta pasang surut yang digunakan adalah K1, K2, M2, M4, MS4, N2, O1, P1, dan S2. Hasil dari penelitian ini adalah terdapat 2 karakteristik pasut, yaitu *mixed semidiurnal* dan *mixed diurnal*. Pengaruh ENSO terhadap konstanta pasut adalah sangat lemah, sedangkan angin monsun memiliki pengaruh cukup kuat terhadap ke konstanta K2 di sebagian kecil Laut Flores dan sebagian kecil Laut Sawu, konstanta M4 di sebagian kecil Laut Sawu, konstanta S2 di sebagian kecil Laut Flores dan sebagian kecil Laut Sawu. Korelasi antara kedalaman lautan dan bilangan *formzahl* memiliki nilai

sebesar -0,162 yang berarti hubungannya sangat lemah. Tanda negatif menandakan apabila semakin dalam suatu lautan, maka bilangan formzahl akan turun maupun sebaliknya.

**Kata Kunci: Angin Muson, ENSO, Karakteristik Pasang Surut, Kedalaman Lautan, Konstanta Pasang Surut**

## **ANALYSIS OF TIDES PATTERN IN EASTERN INDONESIAN WATERS**

Name : Harrino Yunusev Danin  
NRP : 0331164000041  
Departement : Teknik Geomatika FTSPK-ITS  
Supervisor : 1. Ir. Yuwono, M.T.  
2. Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

### **ABSTRACT**

Indonesia is one of the largest archipelago countries in the world with 2/3 of its territory covering water. The potential of waters in Indonesia can be utilized for national and international shipping activities from inter-island shipping to inter-continental shipping. To support this activity, the rising and falling movements of the sea level, commonly called tides, need to be known. Tides are movements of rising or falling sea levels. Sea level variations can be influenced by ENSO and monsoons. According to dynamic theory, the depth of the ocean is one of the factors forming tidal waves. Tidal constituents can cause tides. In addition, tidal constituents can be used to determine tidal characteristics. This study was conducted to determine the characteristics of tides, the effect of ENSO and monsoons on tidal constituents, and the depth of the ocean on tidal characteristics (formzahl) in eastern Indonesian waters. Tidal constituents used are K1, K2, M2, M4, MS4, N2, O1, P1, and S2. The results of this study are 2 tidal characteristics, namely mixed semidiurnal and mixed diurnal. The influence of ENSO on tidal constituents is very weak, while monsoons have a fairly strong influence on the K2 in a small part of the Flores Sea and a small part of the Sawu Sea, M4 in a small part of the Sawu Sea, S2 in a small part of the Flores Sea and a small part of the Sea Sawu. The correlation between ocean depth and formzahl numbers has a value of -0.162 which means that the

relationship is very weak. A negative sign indicates that the deeper the ocean, the formzahl numbers will go down and vice versa.

**Keywords: Depth Sea, ENSO, Monsoon, Tidal Characteristics, Tidal Constituents**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pola Pasang Surut di Perairan Indonesia Bagian Timur” dengan baik dan lancar.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana di Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama pelaksanaan Tugas Akhir, penulis mendapatkan mendapat bantuan dari banyak pihak sehingga dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Almarhum ayah penulis yang telah merawat dan membesarkan penulis sehingga penulis dapat menempuh pendidikan hingga jenjang menengah atas.
2. Ibu dan segenap keluarga Penulis yang senantiasa memberikan dukungan baik spiritual maupun material.
3. Bapak Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika FTSPK ITS.
4. Bapak Dr. Ir. Muhammad Taufik selaku dosen wali selama penulis menempuh perkuliahan di Departemen Teknik Geomatika ITS.
5. Bapak Ir. Yuwono, M.T. dan Bapak Dr. Eko Yuli Handoko, S.T, M.T yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. KEMENRISTEKDIKTI yang telah membiayakan kuliah penulis melalui program beasiswa BIDIKMISI.
7. Teman-Teman angkatan 2016 (G18) Teknik Geomatika ITS yang telah menjadi rekan seperjuangan selama 4 tahun kuliah.
8. Rekan-rekan Laboratorium Geodesi & Surveying yang telah memberikan dukungan, semangat dan mengingatkan satu sama lain.

9. Seluruh rekan seperjuangan di Departemen Sosial Masyarakat HIMAGE-ITS Kabinet Origin yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam pembuatan tugas akhir ini. Kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan ini. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan bagi pembaca umumnya.

Surabaya, 21 Juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Wilayah Indonesia Timur .....	7
2.2 Pasang Surut .....	7
2.2.1 Teori Pasang Surut .....	9
2.2.2 Gaya Pembangkit Pasang Surut .....	10
2.2.3 Konstanta Harmonik Pasut .....	12
2.2.4 Analisis Harmonik Pasang Surut Metode <i>Least Square</i> .....	15
2.2.5 Tipe Pasang Surut .....	18
2.2.6 Chart Datum.....	19
2.2.7 Kontrol Kualitas Data.....	20
2.3 Dekomposisi <i>Time Series</i> .....	21
2.4 ENSO .....	23
2.4.1 <i>El Nino</i> , <i>La Nina</i> , dan Netral .....	24
2.4.2 MEI .....	24
2.5 Angin Monsun .....	26

2.5.1 AUSMI .....	27
2.6 A <i>Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Geography (GSHHG)</i> .....	28
2.7 Koefisien Korelasi.....	29
2.8 <i>Inverse Distance Weighted (IDW)</i> .....	30
2.9 Penelitian Terdahulu .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>33</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	33
3.2 Data dan Peralatan.....	35
3.2.1 Data .....	35
3.2.2 Peralatan .....	36
3.3 Metodologi.....	36
3.3.1 Tahap Pelaksanaan .....	37
3.3.2 Tahap Pengolahan .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA</b> .....	<b>45</b>
4.1 Pengecekan Data Pasut.....	45
4.2 Kontrol Kualitas Data Pasut .....	47
4.3 Perhitungan <i>Least Square</i> .....	49
4.3.1 Amplitudo.....	49
4.3.2 Fase .....	53
4.3.3 Bilangan <i>Formzahl</i> .....	55
4.3.4 Standar Deviasi .....	58
4.4 Perhitungan <i>Chart Datum</i> .....	59
4.5 Dekomposisi <i>Time Series</i> .....	60
4.6 Detrending Data .....	64
4.5 Korelasi .....	66
4.5.1 Korelasi MEI dengan Konstanta Pasut.....	66
4.5.2 Korelasi AUSMI dengan Konstanta Pasut.....	84
4.5.3 Korelasi Kedalaman dengan Bilangan <i>Formzahl</i> .....	103
<b>BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>109</b>
5.1 Kesimpulan .....	109
5.2 Saran.....	109
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>111</b>



LAMPIRAN .....116

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Spring Tide</i> dan <i>Neap Tide</i> .....	8
Gambar 2. 2 Gelombang Pasang Surut di Daerah Pantai yang Berdekatan dengan Muara Caeté dengan Sumbu Horizontal Setiap Bulan .....	9
Gambar 2. 3 Gaya Pembangkit Pasang Surut.....	11
Gambar 2. 4 Rotasi Bumi dan Revolusi Bumi terhadap Matahari .....	12
Gambar 2. 5 Revolusi Bulan terhadap Bumi .....	12
Gambar 2. 6 Tipe Pasang Surut .....	19
Gambar 2. 7 Dekomposisi STL Pesanan Peralatan Listrik menjadi 3 komponen aditif dengan Sumbu Vertikal dalam Satuan Buah .	23
Gambar 2. 8 <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i> .....	25
Gambar 2. 9 Daerah Regional Muson.....	27
Gambar 2. 10 Wilayah AUSMI .....	28
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	33
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan .....	37
Gambar 3. 3 Diagram Alir Tahap Pengolahan .....	39
Gambar 4. 1 Grafik Data di Stasiun Alor dengan Sumbu Horizontal Menunjukkan Tahun dan Sumbu Vertikal Menunjukkan Elevasi (cm).....	45
Gambar 4. 2 Data Pasang Surut yang Lengkap .....	47
Gambar 4. 3 Bilangan Formzahl Perairan Indonesia Bagian Timur .....	57
Gambar 4. 4 Grafik Amplitudo M2 Stasiun Alor Per 2 Bulan ....	60
Gambar 4. 5 Grafik Amplitudo M2 Stasiun Alor Per 1 Bulan ....	61
Gambar 4. 6 Dekomposisi Amplitudo Per 2 Bulan Menjadi 3 Komponen dengan Satuan Sumbu Vertikal Meter .....	62
Gambar 4. 7 Dekomposisi Amplitudo Per 1 Bulan Menjadi 3 Komponen dengan Satuan Sumbu Vertikal Meter .....	63
Gambar 4. 8 Grafik <i>Trend</i> dan <i>Trend Linier</i> Amplitudo M2 Per 2 Bulan Stasiun Alor.....	64

Gambar 4. 9 Grafik <i>Trend</i> dan <i>Trend Linier</i> Amplitudo M2 Per 1 Bulan Stasiun Alor.....	65
Gambar 4. 10 Amplitudo M2 dan <i>Detrended</i> Amplitudo M2 Per 2 Bulan.....	65
Gambar 4. 11 Amplitudo M2 dan <i>Detrended</i> Amplitudo M2 Per 1 Bulan.....	66
Gambar 4. 12 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K1 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	68
Gambar 4. 13 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K2 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	70
Gambar 4. 14 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M2 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	72
Gambar 4. 15 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M4 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	74
Gambar 4. 16 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo MS4 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	76
Gambar 4. 17 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo N2 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	78
Gambar 4. 18 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo O1 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	80
Gambar 4. 19Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo P1 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	82
Gambar 4. 20 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo S2 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5.....	84

Gambar 4. 21 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K1 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	86
Gambar 4. 22 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K2 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	88
Gambar 4. 23 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M2 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	90
Gambar 4. 24 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M4 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	92
Gambar 4. 25 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo MS4 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	94
Gambar 4. 26 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo N2 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	96
Gambar 4. 27 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo O1 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	98
Gambar 4. 28 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo P1 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	100
Gambar 4. 29 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo S2 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada <i>Layout</i> Kertas Ukuran A5 .....	102
Gambar 4. 30 Batimetri Nasional .....	104
Gambar 4. 31 Titik Sampel yang Ditandai Titik Berwarna Merah .....	106

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konstanta Harmonik Pasang Surut.....	13
Tabel 2. 2 Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan <i>Formzahl</i> ..	19
Tabel 2. 3 MEI.....	26
Tabel 2. 4 AUSMI .....	27
Tabel 2. 5 Tingkat Hubungan Ukuran Koefisien Korelasi.....	30
Tabel 3. 1 Nama Stasiun dengan Koordinatnya .....	34
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan RMSE.....	46
Tabel 4. 2 Hasil Kontrol Kualitas Data Pasut.....	47
Tabel 4. 3 Amplitudo Konstanta Harmonik Pasut.....	49
Tabel 4. 4 Amplitudo Konstanta <i>Website</i> BIG .....	51
Tabel 4. 5 Perbedaan Amplitudo Pengolahan dengan Amplitudo di Website.....	52
Tabel 4. 6 Fase Konstanta Harmonik Pasut.....	54
Tabel 4. 7 Bilangan <i>Formzahl</i> .....	55
Tabel 4. 8 Standar Deviasi Perhitungan <i>Least Square</i> .....	58
Tabel 4. 9 <i>Chart Datum</i> .....	59
Tabel 4. 10 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K1 Per 2 Bulan dengan MEI .....	67
Tabel 4. 11 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K2 Per 2 Bulan dengan MEI .....	69
Tabel 4. 12 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M2 Per 2 Bulan dengan MEI .....	71
Tabel 4. 13 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M4 Per 2 Bulan dengan MEI .....	73
Tabel 4. 14 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo MS4 Per 2 Bulan dengan MEI .....	75
Tabel 4. 15 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo N2 Per 2 Bulan dengan MEI .....	77
Tabel 4. 16 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo O1 Per 2 Bulan dengan MEI .....	79

Tabel 4. 17 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo P1 Per 2 Bulan dengan MEI.....	81
Tabel 4. 18 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo S2 Per 2 Bulan dengan MEI.....	83
Tabel 4. 19 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K1 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	85
Tabel 4. 20 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo K2 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	87
Tabel 4. 21 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M2 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	89
Tabel 4. 22 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo M4 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	91
Tabel 4. 23 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo MS4 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	93
Tabel 4. 24 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo N2 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	95
Tabel 4. 25 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo O1 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	97
Tabel 4. 26 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo P1 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	99
Tabel 4. 27 Korelasi <i>Detrended</i> Amplitudo S2 Per 1 Bulan dengan AUSMI.....	101
Tabel 4. 28 Hasil <i>Extract Raster to Point</i> .....	106



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengolahan <i>Least Square</i> .....	117
Lampiran 2. <i>Script</i> Dekomposisi <i>Time Series</i> .....	122
Lampiran 3. <i>Script</i> Korelasi.....	122
Lampiran 4. Peta .....	124

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia. Indonesia memiliki 17.504 pulau di Indonesia yang tersebar di 34 provinsi. Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan perairan yang mencakup  $\frac{2}{3}$  dari keseluruhan wilayah Indonesia. Hal itu menyebabkan Indonesia memiliki potensi yang sangat besar di bidang perairan. Luas perairan di Indonesia adalah 6.400.000 km<sup>2</sup> dengan panjang garis pantai 108.000 km (Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut, 2018). Potensi perairan di Indonesia dapat dimanfaatkan untuk aktivitas pelayaran nasional maupun internasional dari skala pelayaran antar pulau hingga pelayaran antar benua. Selain itu, perairan dapat dimanfaatkan untuk menjadi tempat mata pencaharian dan rekreasi. Untuk mendukung aktivitas tersebut, gerakan naik dan turunnya permukaan air laut yang biasa disebut pasang surut perlu diketahui.

Pasang surut laut (pasut) merupakan gerakan naik turunnya permukaan laut yang disebabkan gaya tarik menarik antara bumi–bulan–matahari. Secara astronomis sifat pasang surut adalah periodik, sehingga dapat diramalkan dengan mendapatkan nilai-nilai dari konstanta harmonik pasut. Konstanta harmonik pasut adalah konstanta-konstanta yang dapat menyebabkan terjadinya pasut. Konstanta harmonik pasut dapat digunakan untuk menghitung *chart datum*. *Chart datum* adalah suatu titik atau bidang referensi yang digunakan pada peta-peta navigasi maupun peramalan pasut yang umumnya dihubungkan terhadap permukaan air rendah (Ongkosongo, 1989). Selain itu, konstanta harmonik pasut dapat digunakan untuk menentukan karakteristik pasang surut. Selain pengaruh astronomis, pengaruh meteorologis dan oseanografi juga ikut berperan dalam pembentukan karakteristik pasang surut sehingga di setiap permukaan bumi memiliki

kedudukan permukaan air laut yang bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan dari waktu ke waktu. Variasi muka air laut dapat dipengaruhi oleh fenomena laut, contohnya *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) (Nerem, 2001). ENSO berpengaruh kuat dengan variasi muka air laut selama 24 tahun pada tahun 1993 hingga 2016 (Handoko, Hariyadi, dan Wirasatriya, 2018). Angin monsun juga dapat mempengaruhi variasi muka air laut dengan adanya dua musim di Indonesia, yaitu musim penghujan dan musim kemarau (Hidayat, dkk. 2016).

Terdapat dua teori yang dapat menjelaskan pembetulan gelombang pasang surut, yaitu teori kesetimbangan (*equilibrium theory*) dan teori pasang surut dinamis (*dynamical theory*). Menurut teori dinamis, salah satu faktor pembentuk gelombang pasang surut adalah kedalaman lautan (Defant, 1958). Studi mengenai variasi muka air dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah pengamatan pasang surut air laut (Ginanjari, Nurhakim, dan Putri, 2019). Pengamatan pasang surut air laut di Indonesia dilaksanakan oleh Badan Informasi Geospasial dengan menggunakan 138 stasiun pasut yang tersebar di wilayah Indonesia (Badan Informasi Geospasial, 2014).

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ENSO dan angin monsun terhadap konstanta harmonik pasut. Selain itu, penelitian ini menganalisis kedalaman lautan terhadap karakteristik pasang surut. Penelitian dilakukan di perairan Indonesia timur yang merupakan perairan yang dapat terjadi fenomena alam seperti ENSO dan angin monsun. Perairan Indonesia timur juga memiliki kedalaman mulai dari 2.000 meter hingga 7.000 meter (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, 2016). Penelitian ini menggunakan data pasang surut yang didapat dari Badan Informasi Geospasial. Metode pengolahan data pasang surut yang digunakan dalam penelitian ini adalah *least square*.

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Putra (2017) dengan judul Pembuatan *Co-Tidal Charts* Perairan Laut Jawa. Penelitian ini menggunakan lima konstanta harmonik, yaitu M2,N2,S2,K1,O1. Penelitian ini menggunakan metode *least square* untuk pengolahan data pasang surut. Data yang digunakan adalah data prediksi pasut dari dua puluh stasiun pengamatan pasang surut. Hasil dari penelitian ini adalah karakteristik pasang surut pada perairan Laut Jawa terdiri dari tipe *diurnal*, campuran dominan *diurnal* dan campuran dominan *semidiurnal* dimana Laut Jawa bagian barat dan tengah didominasi konstanta harmonik harian (*diurnal*), sedangkan bagian Timur didominasi konstanta harmonik setengah harian (*semidiurnal*).

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik pasang surut di perairan Indonesia bagian timur?
2. Bagaimana pengaruh ENSO dan angin monsun terhadap konstanta harmonik pasut di perairan Indonesia bagian timur?
3. Bagaimana pengaruh kedalaman lautan terhadap karakteristik pasang surut air laut?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Daerah penelitian merupakan perairan Indonesia bagian timur yang meliputi Selat Makassar, Laut Flores, Selat Sumba, Laut Sawu, Laut Arafuru, Laut Banda, Teluk Bone, Laut Seram, Teluk Berau, Laut Halmahera, Laut Maluku, Teluk Tomini, Laut Sulawesi, Teluk Cendrawasih, Laut Bali, Selat Lombok, Selat Alas dan Samudra Pasifik.

2. Data yang digunakan adalah data pengamatan pasang surut yang didapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan jumlah 16 stasiun pasang surut tahun 2012-Maret 2020.
3. Metode yang digunakan untuk pengolahan data pasut adalah *least square*.
4. Konstanta harmonik pasut yang digunakan adalah M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, dan MS4.
5. Pengaruh ENSO terhadap konstanta harmonik pasut berdasarkan nilai korelasi antara nilai *detrended* konstanta dan *Multivariate ENSO Index* (MEI).
6. Pengaruh angin monsun terhadap konstanta harmonik pasut berdasarkan nilai korelasi antara nilai *detrended* konstanta (Bulan Januari, Februari, dan Desember dari tahun 2012 hingga 2015) dan *Australian Monsoon Index* (AUSMI).
7. Penelitian terhadap pengaruh angin monsun terhadap konstanta harmonik pasut menggunakan 6 stasiun pasut yang mencakup wilayah yang terkena AUSMI.
8. Pengaruh kedalaman lautan terhadap karakteristik pasut berdasarkan nilai korelasi antara nilai kedalaman yang didapat dari batimetri nasional dan nilai *formzahl*.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik pasang surut yang berada di perairan Indonesia bagian timur.
2. Mengetahui pengaruh ENSO dan angin monsun terhadap konstanta harmonik pasang surut di perairan Indonesia bagian timur.
3. Mengetahui pengaruh kedalaman lautan terhadap karakteristik pasang surut air laut.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait karakteristik pasang surut di perairan Indonesia bagian timur.
2. Memberikan kajian mengenai efek ENSO dan angin monsun terhadap konstanta harmonik pasut yang berada di perairan Indonesia bagian timur.
3. Memberikan kajian mengenai efek kedalaman lautan terhadap karakteristik pasang surut air laut.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

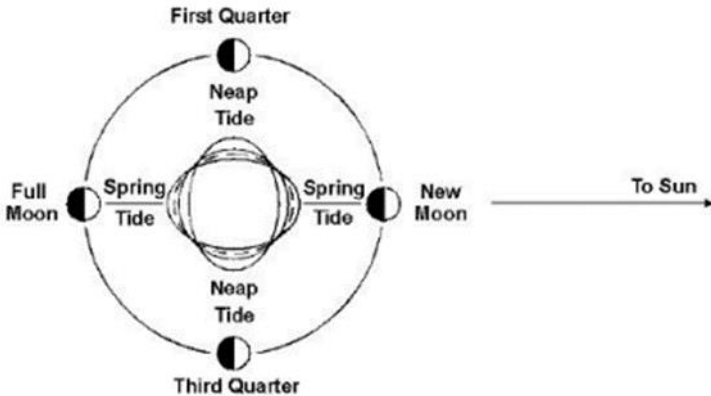
#### **2.1 Wilayah Indonesia Timur**

Perbedaan yang menyolok antara Indonesia bagian barat dan Indonesia bagian timur adalah batas antara keduanya berimpit dengan apa yang semula disebut sebagai garis wallace (*wallace line*) (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, 2016). Garis yang membujur dengan arah utara-selatan melalui Selat Makasar dan Selat Lombok (antara Pulau Bali dan Pulau Lombok) semula adalah suatu garis yang membatasi fauna dan flora yang berbeda antara bagian timur dan barat, tetapi garis ini ternyata juga memperlihatkan bentuk fisiografi yang berbeda. Indonesia bagian barat terdiri dari beberapa pulau besar dimana antar pulau dipisahkan oleh laut dangkal, sedangkan Indonesia bagian timur terdiri dari pulau-pulau yang dipisahkan oleh laut dalam. Berdasarkan peta batimetri Indonesia, Kawasan Timur Indonesia (KTI) memiliki kedalaman sebesar 2.000 meter hingga 7.000 meter.

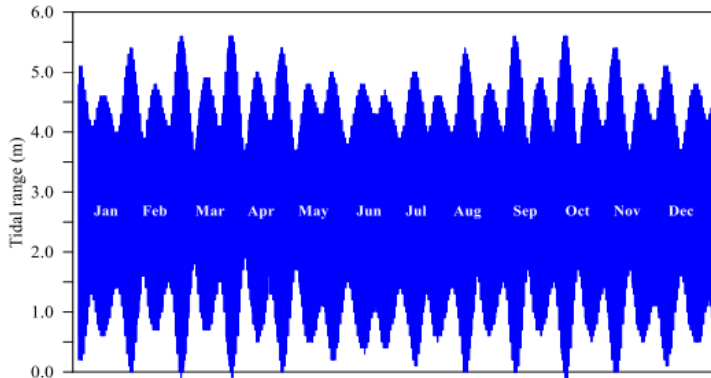
#### **2.2 Pasang Surut**

Menurut Pariwono (1989), fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya (gerakan vertikal) muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Gerakan vertikal tersebut disebabkan oleh pengaruh gravitasi (gaya tarik menarik) antara bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari. Bulan memiliki gaya tarik dua kali lebih besar dibanding matahari karena bulan jauh lebih dekat terhadap bumi meskipun matahari mempunyai massa yang jauh lebih besar daripada bulan. Saat bumi, matahari, dan bulan berada dalam satu garis menyebabkan terjadinya pasang purnama yang disebut *spring tides*. Apabila posisi bumi, bulan, dan matahari membentuk sudut  $90^{\circ}$ , hal tersebut menyebabkan terjadinya pasang rendah (pasang

perbani) yang biasa disebut dengan *neap tides*. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari (Wardiyatmoko & Bintarto,1994). Peristiwa naik turunnya muka air adalah periodik dengan rata-rata periodenya 12,4 jam (di beberapa tempat 24,8 jam) (Pond dan Pickard,1983).



Gambar 2. 1 *Spring Tide* dan *Neap Tide* (Gill dan Schultz, 2001)



Gambar 2. 2 Gelombang Pasang Surut di Daerah Pantai yang Berdekatan dengan Muara Caeté dengan Sumbu Horizontal Setiap Bulan (Monteiro, 2017)

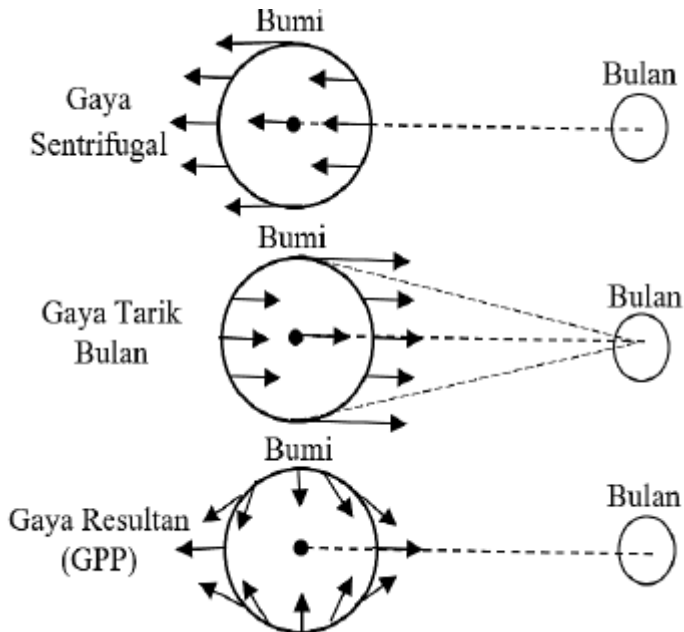
### 2.2.1 Teori Pasang Surut

Pasang surut terbentuk berdasarkan dua teori, yaitu teori kesetimbangan (*equilibrium tide*) dan teori dinamis. Ali, dkk (1994) dalam bukunya menyebutkan bahwa teori pasut setimbang atau *equilibrium tide* merupakan pasut semu yang terjadi di permukaan laut, dimana setiap saat seluruh permukaan bumi memiliki potensial gravitasi yang konstan dan sama besar. Hipotesa teori kesetimbangan menyatakan bumi berbentuk bola sempurna yang ditutupi oleh lapisan tipis air yang tidak memiliki gaya inersia. Hal tersebut menyebabkan bumi dan air yang melapisinya dalam keadaan diam sampai ada gaya yang menyebabkannya bergerak. Fenomena pasang surut dihasilkan oleh gaya pembangkit pasut akibat adanya gerakan bulan dan matahari. Gerakan bulan dan matahari memiliki periode tertentu yang mengakibatkan gaya-gaya yang menghasilkan pasang surut dapat dikembangkan menjadi komponen yang periodik.

Teori dinamis menyatakan pembentukan pasut dipengaruhi oleh kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (gaya coriolis), serta gesekan dasar (Defant, 1958). Kedalaman dasar laut mempengaruhi perambatan gelombang pasut dimana perambatan gelombang pasut pada perairan dalam lebih sederhana dibandingkan pada perairan yang dangkal (Rawi, 1994). Selain itu, semakin dangkal kedalaman laut menyebabkan magnitudo amplitudo bertambah.

### **2.2.2 Gaya Pembangkit Pasang Surut**

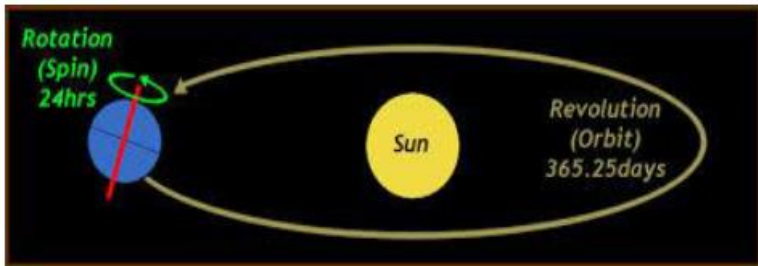
Pada sistem bumi-bulan, gaya-gaya pembangkit pasut (*tide generating forces*) adalah resultan gaya-gaya yang menyebabkan terjadinya pasut, yaitu gaya sentrifugal sistem bumi-bulan ( $F_S$ ) dan gaya gravitasi bulan ( $F_B$ ) (Poerbondono dan Djunasjah, 2005). Gaya sentrifugal bekerja menjauhi bulan pada garis yang sejajar menghubungkan pusat bumi dan bulan. Pada titik lokasi terdekat dengan bulan, gaya gravitasi bulan bekerja lebih besar dibandingkan dengan gaya sentrifugal ( $F_B > F_S$ ). Pada titik lokasi terjauh dengan bulan, gaya sentrifugal bekerja lebih besar dibandingkan gaya gravitasi bulan ( $F_B < F_S$ ). Pada pusat bumi, gaya sentrifugal memiliki gaya yang sama dengan gaya gravitasi bulan. Resultan gaya gravitasi bulan ( $F_B$ ) dan gaya sentrifugal ( $F_S$ ) menghasilkan gaya pembangkit pasut di seluruh permukaan bumi.



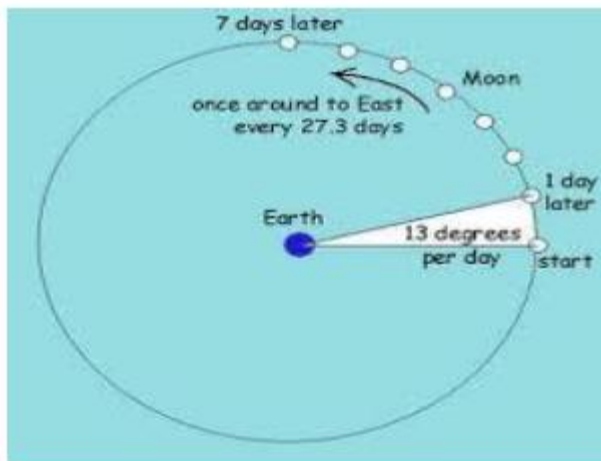
Gambar 2. 3 Gaya Pembangkit Pasang Surut (Modifikasi dari Poerbandono dan Djunarsjah, 2005)

Terdapat tiga gerakan utama yang dapat menentukan terjadinya pasang surut, yaitu (Khasanah, 2014):

1. Rotasi bumi yang memerlukan waktu selama 24 jam.
2. Bulan yang mengelilingi bumi (revolusi bulan terhadap bumi) memerlukan waktu selama 29,5 hari dengan orbit bulan berbentuk elips. Bulan berpindah posisi setiap hari sebesar  $13^{\circ}$ .
3. Revolusi bumi mengelilingi matahari memerlukan waktu selama 365,25 hari dengan orbit yang berbentuk elips. Periode 365,25 hari menghasilkan deklinasi maksimum dan deklinasi minimum terjadi sebanyak dua kali. Deklinasi matahari bernilai nol (deklinasi minimal) menghasilkan pasang maksimum, sedangkan deklinasi maksimum menghasilkan pasang minimum.



Gambar 2. 4 Rotasi Bumi dan Revolusi Bumi terhadap Matahari (Khasanah, 2014)



Gambar 2. 5 Revolusi Bulan terhadap Bumi (Khasanah, 2014)

### **2.2.3 Konstanta Harmonik Pasut**

Pasang surut merupakan superposisi dari konstanta harmonik pasang surut. Konstanta pasang surut merupakan uraian dari resultan gaya penggerak pasang surut yang dapat menyebabkan terjadinya pasang surut. Konstanta-konstanta pasut memiliki sifat yang harmonik terhadap waktu sehingga dinamakan konstanta

harmonik pasut. Secara garis besar, konstanta harmonik dapat dikategorikan ke dalam 3 (tiga) kelompok (Triatmodjo, 1999), yaitu:

- a. Konstanta harmonik periode setengah harian (*semidiurnal period tide*) yang terdiri dari M2, S2, N2, dan K2.
- b. Konstanta harmonik periode harian (*diurnal period tide*) yang terdiri dari K1, O1, dan P1.
- c. Konstanta perairan dangkal (*shallow water tide*) yang terdiri dari M4 dan MS4.

Tabel 2. 1 Konstanta Harmonik Pasang Surut (Triatmodjo, 1999)

<b>Kelompok</b>	<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Periode (Jam)</b>	<b>Kecepatan Sudut (Derajat/Jam)</b>
Ganda	M2	Dipengaruhi oleh bulan utama	12,42	28,9841
	S2	Dipengaruhi oleh matahari utama	12	30
	N2	Dipengaruhi oleh akibat lintasan bulan berbentuk ellips	12,66	28,4397
	K2	Dipengaruhi oleh lintasan matahari berbentuk ellips	11,97	30,0821

<b>Kelompok</b>	<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Periode (Jam)</b>	<b>Kecepatan Sudut (Derajat/Jam)</b>
Tunggal	K1	Dipengaruhi oleh deklinasi bulan dan deklinasi matahari	23,93	15,0411
	O1	Dipengaruhi oleh deklinasi bulan utama	25,82	13,943
	P1	Dipengaruhi oleh deklinasi matahari utama	24,07	14,9589
Perairan Dangkal	M4	Kecepatan sudut dua kali kecepatan sudut M2	6,21	57,97
	MS4	Modulasi dari M2 dan S2 dengan kecepatan sudut jumlah kecepatan sudut M2 dan S2	6,20	58,084



### 2.2.4 Analisis Harmonik Pasang Surut Metode *Least Square*

Analisis harmonik pasut adalah suatu perhitungan untuk mengetahui karakteristik pasut di lokasi tertentu berdasarkan hasil pengamatan pasut dalam jangka waktu tertentu. Cara pelaksanaan analisis harmonik pasut adalah dengan cara menghitung amplitudo dan beda fase dari konstanta harmonik pasut. Berdasarkan definisi tersebut, maka tujuan dari analisis harmonik pasut adalah menghitung amplitudo hasil respons dari kondisi laut setempat terhadap pasut setimbang dan beda fase dari gelombang tiap komponen di tempat itu terhadap keadaan pasut setimbangnya (Ali, dkk, 1994).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk proses analisis pasut adalah metode *least square*. Menurut Wardhana (2003), metode *least square* adalah metode pendekatan yang dapat digunakan untuk regresi atau pembentukan persamaan dari titik-titik data diskritnya, dan digunakan untuk menganalisis kesalahan pengukuran. Elevasi pasang surut dapat dihitung dengan menggunakan komponen yang membentuknya. Persamaan elevasi pasang surut dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut (Ali, dkk, 1994):

$$h(t) = S_0 + \sum_{i=1}^n A_i \cos(\omega_i t - P_i) \quad (2.1)$$

Dimana:

$h(t)$  : Elevasi pasang surut fungsi (meter)

$A_i$  : Amplitudo komponen ke-i (meter)

$\omega_i$  :  $\frac{2\pi}{T_i}$ , dimana  $T_i$  merupakan periode komponen ke-I (derajat/jam)

$P_i$  : Fase komponen ke-i (derajat)

$S_0$  : Duduk tengah (*mean sea level*) (meter)

$t$  : Waktu (jam)

$n$  : Jumlah komponen

Menggunakan aturan persamaan trigonometri, Persamaan 2.1 dapat ditulis menjadi persamaan 2.2 berikut.

$$h(t_n) = S_0 + \sum_{i=1}^n A_r \cos(\omega_i t_n) + \sum_{i=1}^n B_r \sin(\omega_i t_n) \quad (2.2)$$

Dimana

$$Ar = Ai.\cos(P_i) \text{ dalam satuan meter} \quad (2.3)$$

$$Br = Ai.\sin(P_i) \text{ dalam satuan meter} \quad (2.4)$$

Besaran  $S_0$ ,  $A_r$ , dan  $B_r$  dapat ditentukan oleh besaran parameter dengan tahapan perhitungan menggunakan persamaan 2.5 sampai 2.10:

1. Menentukan persamaan tinggi muka air laut,  $F = AX$  (2.5)

2. Menentukan persamaan koreksi,  $V = (AX) - F$  (2.6)

3. Menghitung nilai parameter,  $X = (A^T.A)^{-1}.A^T.F$  (2.7)

Berikut merupakan matrik desain dalam analisis harmonik pasut metode *least square* yang akan digunakan:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \cos(\omega 1 t_1) & \sin(\omega 1 t_1) & \dots & \cos(\omega 9 t_1) & \sin(\omega 9 t_1) \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \cos(\omega 1 t_n) & \sin(\omega 1 t_n) & \dots & \cos(\omega 9 t_n) & \sin(\omega 9 t_n) \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

$$X = \begin{bmatrix} S_0 \\ A_1 \\ B_1 \\ \dots \\ A_9 \\ B_9 \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

$$F = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_n \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Dimana:

$A$  = Matriks desain

$X$  = Matriks komponen pasut (meter)

$F$  = Matriks elevasi pasang surut (meter)

$V$  = Matriks koreksi (meter)

Setelah besaran parameter diperoleh, kemudian dapat ditentukan nilai duduk tengah permukaan laut ( $S_0$ ), amplitudo, dan fase tiap komponen menggunakan Persamaan 2.11 sampai 2.13 sebagai berikut:

1. Duduk tengah permukaan laut (*mean sea level*)

$$S_0 \quad (2.11)$$

2. Amplitudo tiap komponen pasang surut

$$A_i = \sqrt{A_r^2 + B_r^2} \quad (2.12)$$

3. Fase tiap komponen pasang surut

$$P_i = \tan^{-1}\left(\frac{B_r}{A_r}\right) \quad (2.13)$$

Standar deviasi digunakan sebagai nilai yang menunjukkan kualitas parameter dari hasil hitung perataan. Standar devias hitung perataan dapat dihitung dengan mencari nilai matriks variansi kovariansi terlebih dahulu. Rumus untuk menghitung matriks variansi kovariansi parameter sebagai berikut (Ghilani, 2010):

$$\sum xx = \sigma_o^2 \cdot (A^T \cdot A)^{-1} \quad (2.14)$$

Dimana:

$$\sigma_o^2 = \frac{v^T v}{n-u} \quad (2.15)$$

Matriks variansi kovariansi menghasilkan matriks yang memiliki orde 19x19. Nilai diagonal utama pada matriks variansi merupakan variansi dari metode *least square*. Nilai standar deviasi dapat dijelaskan pada rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{A_i} = \sqrt{\left(\frac{A_n}{A_i}\right)^2 \sigma_{A_n}^2 + \left(\frac{B_n}{A_i}\right)^2 \sigma_{B_n}^2 + \frac{A_n}{A_i} \frac{B_n}{A_i} \sigma_{A_n B_n}} \quad (2.16)$$

Keterangan:

$\sum xx$  = Matriks variansi-kovariansi ( $m^2$ )

$\sigma_o^2$  = Matriks variansi aposteori ( $m^2$ )

$n$  = Banyaknya data pengamatan

$u$  = Banyaknya data parameter

$\sigma_{A_i}$  = Standar Deviasi Komponen ke-i (m)

$A_n, B_n$  = Parameter Komponen ke-i (m)

$\sigma_{A_n}^2$  = Variansi Parameter komponen A ke-n ( $m^2$ )

$\sigma_{B_n}^2$  = Variansi Parameter komponen B ke-n ( $m^2$ )

$\sigma_{A_n B_n}$  = Kovariansi dari parameter komponen A dan B ( $m^2$ )

### 2.2.5 Tipe Pasang Surut

Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap harinya. Setiap lokasi memiliki tipe pasut yang berbeda karena terdapat perbedaan respon terhadap gaya pembangkit pasang surut. Tipe pasang surut dapat ditentukan dengan menghitung bilangan *formzahl* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005):

$$F = \frac{AK1+AO1}{AM2+AS2} \quad (2.17)$$

Keterangan:

F : Bilangan *formzahl*.

AK1 : Amplitudo nilai konstanta harmonik K1 (meter).

AO1 : Amplitudo nilai konstanta harmonik O1 (meter).

AM2 : Amplitudo nilai konstanta harmonik M2 (meter).

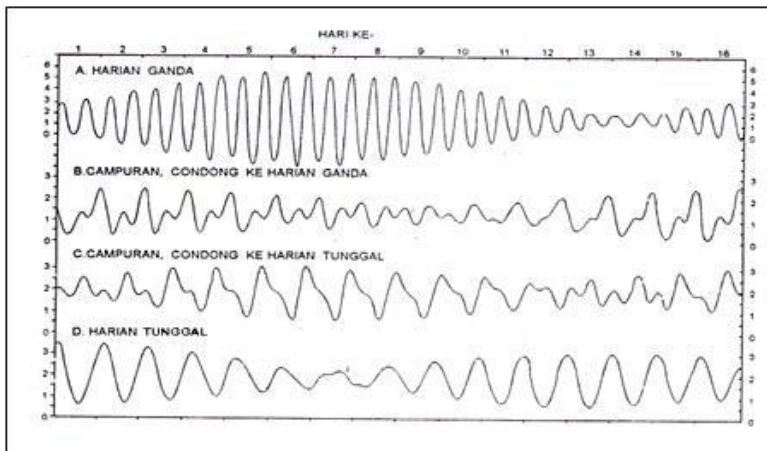
AS2 : Amplitudo nilai konstanta harmonik S2 (meter).

Menurut Triatmodjo (2003), tipe pasang surut dibagi menjadi empat berdasarkan pola gerakan muka laut dan nilai bilangan *formzahl*, yaitu:

- a. Pasut harian ganda (*semi diurnal tide*) yang menyebabkan terjadinya dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari. Periode pasang surut rata-rata pada tipe ini adalah 12 jam 24 menit.
- b. Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed 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.
- c. Pasang surut campuran condong harian tunggal (*Mixed 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.
- d. Pasut harian tunggal (*diurnal tide*) yang menyebabkan terjadinya satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari. Periode pasang surut pada tipe ini adalah 24 jam 50 menit.

Tabel 2. 2 Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan *Formzahl* (Triatmodjo, 2003)

Bilangan <i>Formzahl</i>	Tipe Pasang Surut
$F \leq 0,25$	<i>Semi Diurnal</i>
$0,25 < F \leq 1,5$	<i>Mixed Semi Diurnal</i>
$1,5 < F \leq 3$	<i>Mixed Diurnal</i>
$F > 3$	<i>Diurnal</i>



Gambar 2. 6 Tipe Pasang Surut (Ongkosongo, 1989)

### 2.2.6 Chart Datum

*Chart datum* (muka surutan) adalah suatu titik atau bidang referensi yang digunakan pada peta-peta navigasi maupun peramalan pasut yang umumnya dihubungkan terhadap permukaan air rendah (Ongkosongo, 1989). *Chart datum* dapat dihitung menggunakan *mean sea level* dan amplitudo konstanta pasut.

Contoh dari *chart datum* adalah HHWS, LLWS, MHWS, MLWS, HAT dan LAT.

1. *Highest High Water Spring* (HHWS) adalah muka air tertinggi pada saat pasut purnama atau bulan mati.
2. *Lowest Low Water Spring* (LLWS) adalah muka air terendah pada saat pasut purnama atau bulan mati.
3. *Mean High Water Spring* (MHWS) adalah nilai rata-rata muka air tinggi pada saat terjadinya *spring tide*.
4. *Mean Low Water Spring* (MLWS) adalah nilai rata-rata muka air rendah pada saat terjadinya *spring tide*.
5. *High Astronomical Tide* (HAT) adalah muka air laut tertinggi.
6. *Low Astronomical Tide* (LAT) adalah muka air laut terendah.

Berikut ini perhitungan *chart datum* yang akan ditunjukkan dari persamaan 2.18 hingga 2.23 (Ghosh, 1998):

$$\text{HHWS} = S_0 + (AM_2 + AS_2) + (AK_1 + AO_1) \quad (2.18)$$

$$\text{LLWS} = S_0 - (AM_2 + AS_2) - (AK_1 + AO_1) \quad (2.19)$$

$$\text{MHWS} = S_0 + (AM_2 + AS_2) \quad (2.20)$$

$$\text{MLWS} = S_0 - (AM_2 + AS_2) \quad (2.21)$$

$$\text{HAT} = S_0 + \sum A_i \quad (2.22)$$

$$\text{LAT} = S_0 - \sum A_i \quad (2.23)$$

Keterangan:

$S_0$  : *Mean Sea Level* (meter)

$AM_2$  : Amplitudo konstanta  $M_2$  (meter)

$AS_2$  : Amplitudo konstanta  $S_2$  (meter)

$AK_1$  : Amplitudo konstanta  $K_1$  (meter)

$AO_1$  : Amplitudo konstanta  $O_1$  (meter)

$\sum A_i$  : Jumlah amplitudo konstanta pasut (meter)

### **2.2.7 Kontrol Kualitas Data**

Verifikasi data pasut dapat dilakukan dengan menggunakan kontrol kualitas data pasut sehingga dapat menemukan keanehan atau anomali terhadap data pasut. Kontrol kualitas data pasut dapat dilakukan dengan menggunakan uji global dengan rentang kepercayaan 3 kali standar deviasi ( $3\sigma$ ) atau 99,7%. Rentang ini

dipilih berdasarkan pada rentang kepercayaan yang dipakai oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) (Khasanah, 2014). Persamaan standar deviasi dapat dinyatakan sebagai berikut (Khasanah, 2014):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.24)$$

Keterangan:

- $\sigma$  : Standar deviasi (meter)  
 $X_n$  : Data observasi ke-n (meter)  
 $\bar{X}$  : Nilai rata-rata data setiap tahun (meter)  
 $n$  : Jumlah data

Batas kiri dan batas kanan akan menentukan data pengamatan pasut. Data yang diterima adalah data yang terletak antara batas kiri dan batas kanan. Apabila data kurang dari batas kiri dan lebih dari batas kanan, data tersebut akan tertolak. Batas kiri dan batas kanan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Batas kiri} = \bar{X} - 3\sigma, \text{ dalam satuan meter} \quad (2.25)$$

$$\text{Batas Kanan} = \bar{X} + 3\sigma, \text{ dalam satuan meter} \quad (2.26)$$

### **2.3 Dekomposisi Time Series**

*Time series* adalah urutan pengamatan berorientasi waktu atau kronologis pada variabel yang diminati (Jennings dkk, 2008). *Time series* memiliki pola data yang berdasarkan urutan waktu tertentu. Data *time series* dilambangkan dengan lambang  $Y_t$ . Data dengan *time series* ini mengindikasikan adanya faktor pola tertentu yang dapat dipecah atau didekomposisi menjadi beberapa sub pola atau komponen (Chatfield, 2000). *Time series* dapat didekomposisi menjadi 3 komponen, yaitu komponen *trend*, komponen *seasonal*, dan komponen *irregular*.

1. Komponen *Trend*

Komponen yang menggambarkan peningkatan atau penurunan data yang mungkin tidak linier dalam waktu yang panjang (Chatfield, 2000).

2. Komponen *Seasonal*

Komponen *seasonal* adalah komponen yang memiliki pola data yang berulang-ulang dalam selang waktu yang tetap selama satu tahun. Pola musiman sulit untuk diidentifikasi apabila data dipengaruhi juga oleh pola tren (Alam dkk, 2015).

3. Komponen *Irregular*

Komponen *irregular* (komponen *random*) adalah komponen yang menggambarkan *error* dari suatu data (Chatfield, 2000).

Dekomposisi merupakan prosedur dasar untuk memisahkan data menjadi beberapa komponen (Dokumentov, Alexander dan Hyndman, 2015). Salah satu metode dalam dekomposisi adalah STL. Metode STL dikembangkan oleh Cleveland, Cleveland, McRae, & Terpenning pada tahun 1990. Dalam *STL decomposition*, komponen *seasonal* diizinkan untuk berubah seiring waktu, dan laju perubahan dapat dikontrol oleh pengguna. *STL decomposition* hanya menyediakan fasilitas untuk dekomposisi aditif. Dekomposisi aditif digunakan pada saat besaran fluktuasi dari komponen *seasonal* tidak mengalami banyak perubahan terhadap *time series* ( $Y_t$ ). Data dengan dekomposisi aditif merupakan hasil penjumlahan dari komponen *trend*, komponen *seasonal*, dan komponen *irregular*. Persamaan yang menyatakan dekomposisi aditif adalah sebagai berikut (Cleveland, dkk, 1990):

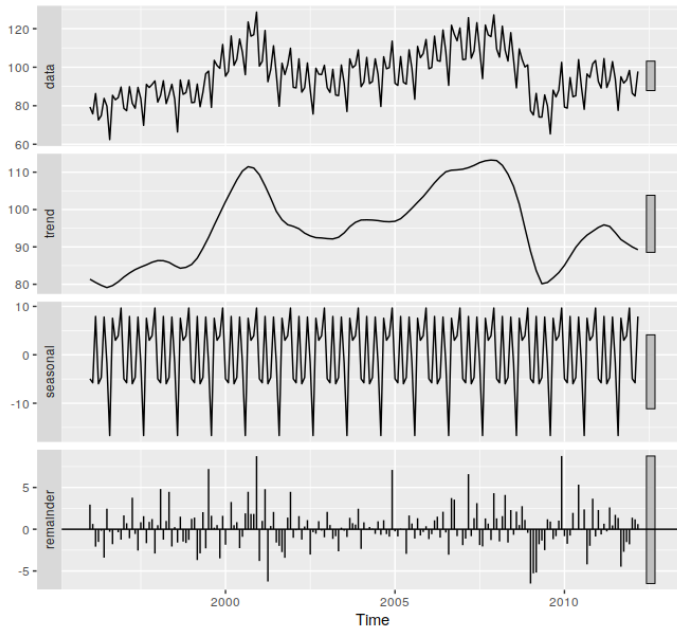
$$Y_t = T_t + S_t + E_t \quad (2.27)$$

Dimana:

- $Y_t$  : Data hasil survei (meter)  
 $T_t$  : Komponen *tren* (meter)  
 $S_t$  : Komponen *seasonal* (meter)



Et : Komponen *irregular* (meter)



Gambar 2. 7 Dekomposisi STL Pesanan Peralatan Listrik menjadi 3 komponen aditif dengan Sumbu Vertikal dalam Satuan Buah (Hyndman dan Athanasopoulos, 2018)

## 2.4 ENSO

*El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) adalah pola iklim berulang yang melibatkan perubahan suhu air di Samudera Pasifik tropis tengah dan timur tropis (*National Weather Service, 2018*). ENSO adalah salah satu fenomena iklim yang penting karena memiliki kemampuan untuk mengubah sirkulasi atmosfer global yang dapat mempengaruhi suhu dan curah hujan di seluruh dunia. Pada periode sekitar tiga hingga tujuh tahun, permukaan air melintasi Samudra Pasifik tropis dengan keadaan suhu lebih hangat atau dingin sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  hingga  $3^{\circ}\text{C}$  dibandingkan dengan keadaan normal.

ENSO merupakan pola pemanasan dan pendinginan yang berosilasi yang memengaruhi distribusi curah hujan di daerah tropis dan dapat memiliki pengaruh kuat pada cuaca di seluruh Amerika Serikat dan bagian lain dunia. Terdapat tiga fase dalam ENSO, yaitu *El Niño*, *La Niña*, dan ENSO-netral. *El Niño* dan *La Niña* adalah fase ekstrim dari siklus ENSO.

#### **2.4.1 El Nino, La Nina, dan Netral**

*El nino* adalah fase dimana terjadinya pemanasan permukaan laut atau suhu permukaan laut di atas rata-rata di Samudra Pasifik tropis tengah dan timur. Curah hujan cenderung berkurang di Indonesia sementara curah hujan meningkat di atas Samudra Pasifik tropis tengah dan timur. Angin permukaan tingkat rendah yang biasanya bertiup dari timur (Amerika Selatan) ke barat di sepanjang khatulistiwa ("angin timur") mulai melemah atau dapat juga bertiup ke arah lain (dari barat ke timur atau "angin barat") akibat el nino. Secara umum, semakin hangat anomali suhu laut, semakin kuat El Nino maupun sebaliknya (National Weather Service, 2018).

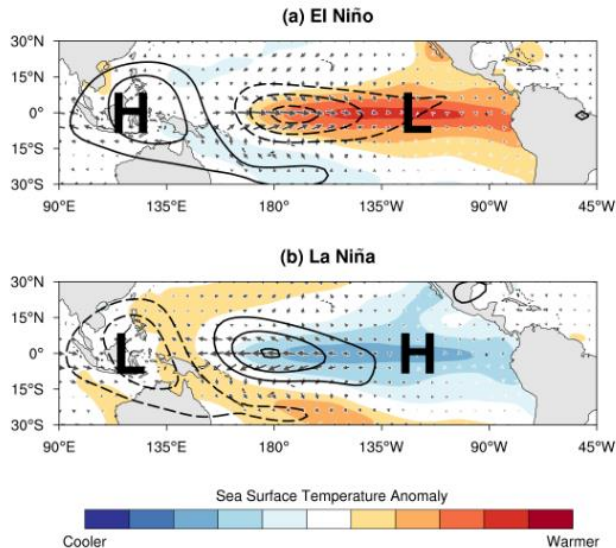
*La nina* adalah fase ekstrem yang mengakibatkan terjadinya pendinginan permukaan laut atau suhu permukaan laut di bawah rata-rata yang terjadi di Samudra Pasifik tropis tengah dan timur. Curah hujan cenderung meningkat di Indonesia sementara curah hujan menurun di atas Samudera Pasifik tropis tengah dan timur. Angin timur normal yang berasal dari Amerika Selatan di sepanjang khatulistiwa menjadi lebih kuat. Secara umum, semakin dingin anomali suhu laut, semakin kuat La Niña maupun sebaliknya.

Fase netral merupakan fase normal yang memiliki suhu permukaan laut di Samudra Pasifik tropis yang mendekati rata-rata.

#### **2.4.2 MEI**

*Multivarian El Niño / Southern Oscillation Index* (MEI) adalah indeks dua bulanan dari fenomena ENSO. MEI terdiri dari

gabungan enam variabel yang berbeda, yaitu *Sea Level Pressure (SLP)*, *Sea Surface Temperature (SST)*, *Atmosphere Temperature*, *zonal dan meridional components of the surface wind*, dan *outgoing longwave radiation (OLR)*. Data MEI diambil di atas cekungan Pasifik tropis ( $30^{\circ}\text{LS}$  -  $30^{\circ}\text{LU}$  dan  $100^{\circ}\text{BT}$  -  $70^{\circ}\text{BB}$ ). MEI dihitung selama 12 "musim" dua bulanan yang saling tumpang tindih (Des-Jan, Jan-Feb, Feb-Mar, ..., Nov-Des) (NOAA, 2020).



Gambar 2. 8 El Nino dan La Nina (NOAA,2020)

Pada gambar di atas, warna menunjukkan nilai SST, kontur menunjukkan OLR, arah vektor menunjukkan angin zonal dan meridional, H dan L mewakili SLP. *El Nino* meliputi SST yang hangat secara anomali di Pasifik-khatulistiwa timur-timur, SLP anomali tinggi di Indonesia dan Pasifik tropis barat dan SLP rendah di Pasifik tropis timur, pengurangan atau pembalikan angin tropis Pasifik timur (*trade wind*), menekan konveksi tropis (OLR positif) di

Indonesia dan Pasifik Barat dan meningkatkan konveksi (OLR negatif) di atas Pasifik tengah. Hal sebaliknya berlaku untuk *El Nina*.

Tabel 2. 3 MEI (NOAA, 2020)

YEAR	DJ	JF	FM	MA	AM	MJ	JJ	JA	AS	SO	ON	ND
2012	-1.1	-0.7	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	0.3	-0.1	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
2013	0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-1.2	-0.8	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.5	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	0	0.3	0.2	-0.1	0.1	0.3	0.3
2015	0.2	0.1	0.1	0.4	1	1.9	1.7	1.9	2.2	2.1	1.9	1.9
2016	1.9	1.8	1.3	1.3	1.3	0.4	-0.5	-0.3	-0.3	-0.6	-0.5	-0.3
2017	-0.4	-0.4	-0.6	-0.2	0.2	-0.3	-0.7	-0.8	-0.8	-0.6	-0.6	-0.7
2018	-0.8	-0.7	-0.8	-1.3	-0.9	-0.5	-0.2	0.4	0.5	0.4	0.3	0.1
2019	0.1	0.5	0.8	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.4
2020	0.3	0.3	0.2									

Keterangan indeks:

DJ	: Desember Januari	JJ	: Juni Juli
JF	: Januari Februari	JA	: Juli Agustus
FM	: Februari Maret	AS	: Agustus September
MA	: Maret April	SO	: September Oktober
AM	: April Mei	ON	: Oktober November
MJ	: Mei Juni	ND	: November Desember

$x \geq 0.5$  = Indeks El Nino

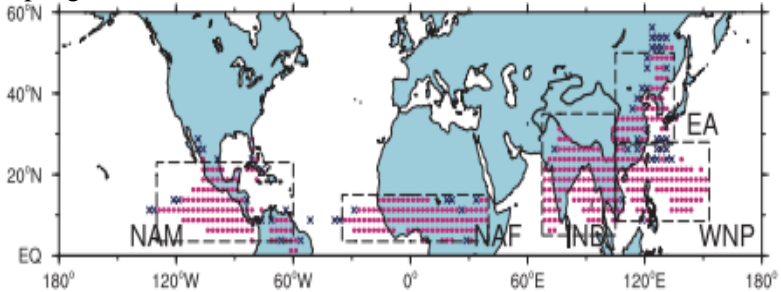
$0.5 > x > -0.5$  = Indeks netral

$-0.5 \geq x$  = Indeks La Nina

## 2.5 Angin Monsun

Secara tradisional, istilah "monsun" digunakan untuk iklim yang memiliki pergeseran musiman antara musim dingin dan musim panas. Istilah ini juga semakin mengacu pada daerah dimana ada pergantian yang jelas antara musim dingin dan musim panas. Menurut definisi ini, wilayah monsun didistribusikan secara global di seluruh benua tropis, samudera tropis, Pasifik Utara bagian barat, Pasifik Utara bagian timur, dan Samudra Hindia bagian selatan. Daerah regional monsun terdiri dari *North American monsoon* (NAM), *North African monsoon* (NAF), *Indian*

monsoon (IND), East Asian monsoon (EAS), Western North Pacific monsoon (WNP), South American monsoon (SAM), South African monsoon (SAF), dan Australian monsoon (AUS). Warna merah menandakan peristiwa curah hujan yang tinggi (*World Climate Research Programs, 2019*). Curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh Asian-Australian monsoon.



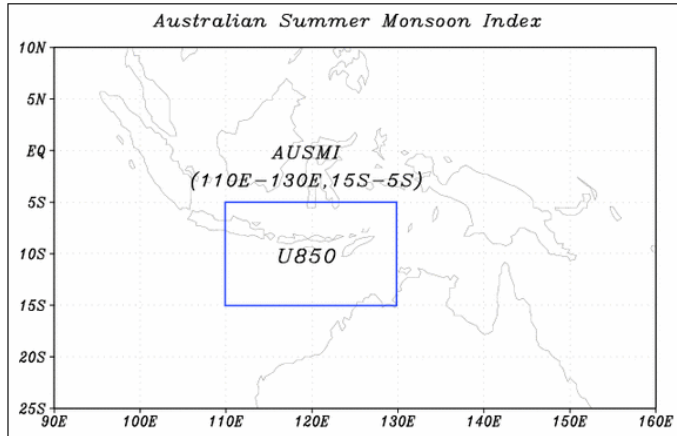
Gambar 2. 9 Daerah Regional Muson (Hao dkk, 2019)

### 2.5.1 AUSMI

AUSMI atau singkatan dari *Australian Monsoon Index* merupakan nilai rata-rata angin zonal pada level ketinggian 850 milibar mencakup area antara  $5^{\circ}$  LS –  $15^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $130^{\circ}$  BT. AUSMI mempresentasikan curah hujan monsunal di sebagian Benua Maritim Indonesia (BMI) dan Australia bagian utara dengan baik. Indeks yang bernilai positif (+) menandakan angin berasal dari barat sementara indeks yang bernilai negatif (-) menandakan angin berasal dari timur (-) (Mufti dan As'Ari, 2014). Indeks bernilai dalam satuan m/s.

Tabel 2. 4 AUSMI (Kajikawa dan Wang, 2016)

Tahun/Bulan	Januari	Februari	Desember
2012	0.127	-1.563	-1.2
2013	0.758	-0.424	-0.492
2014	0.769	0.388	-0.244
2015	1.041	-1.277	0.895



Gambar 2. 10 Wilayah AUSMI (Kajikawa, Wang dan Yang, 2010)

### **2.6 A Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Geography (GSHHG)**

A *Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Geography* (GSHHG) adalah kumpulan data geografi resolusi tinggi yang digabungkan dari dua basis data dalam domain publik, yaitu *World Vector Shorelines* (WVS) dan *CIA World Data Bank II* (WDBII) (*Marine Scotland Information*, 2017). *World Vector Shorelines* (WVS) adalah dasar untuk garis pantai, sedangkan *CIA World Data Bank II* (WDBII) adalah dasar untuk danau, meskipun ada beberapa contoh di mana perbedaan dalam representasi garis pantai mengharuskan penambahan pulau WDBII ke GSHHG. Sumber WDBII juga menyediakan batas negara dan sungai. Data GSHHG telah melalui pemrosesan yang luas dan harus bebas dari ketidakkonsistenan internal seperti titik yang tidak menentu dan lintas segmen. Garis pantai dibangun seluruhnya dari poligon tertutup yang disusun secara hierarkis.

## **2.7 Koefisien Korelasi**

Korelasi merupakan metode statistik untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel. Hasil korelasi dapat ditentukan dengan koefisien korelasi. Koefisien korelasi memiliki nilai antara -1.0 (hubungan negatif yang sangat kuat) hingga 1.0 (hubungan positif yang sangat kuat) (Handoko dkk, 2018). Angka nol (0) berarti tidak ada hubungan sama sekali. Nilai negatif menandakan korelasi terbalik antar variabel sementara nilai positif menandakan korelasi langsung antar variabel.

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.28)$$

Dimana:

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) \quad (2.29)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)^2} \quad (2.30)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \mu_y)^2} \quad (2.31)$$

Keterangan:

- $\rho$  : Koefisien korelasi
- $\sigma_{xy}$  : Kovariansi variabel x dan y (m dan m<sup>2</sup>/s)
- $\sigma_x$  : Standar deviasi variabel x (m)
- $\sigma_y$  : Standar deviasi variabel y (m/s)
  
- N : Jumlah data
- $x_i$  : Data observasi variabel x (m)
- $y_i$  : Data observasi variabel y (m/s)
- $\mu_x$  : Rata-rata variabel x (m)
- $\mu_y$  : Rata-rata variabel y (m/s)

Tabel 2. 5 Tingkat Hubungan Ukuran Koefisien Korelasi (Hinkle, 2002)

Ukuran Korelasi	Tingkat Hubungan
$0,9 \leq \rho \leq 1,0$	Sangat Kuat
$0,7 \leq \rho < 0,9$	Kuat
$0,5 \leq \rho < 0,7$	Cukup Kuat
$0,3 \leq \rho < 0,5$	Lemah
$0,0 < \rho < 0,3$	Sangat Lemah

### **2.8 Inverse Distance Weighted (IDW)**

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) telah dianggap sebagai salah satu prosedur interpolasi spasial standar dalam ilmu informasi geografis dan telah diimplementasikan dalam banyak paket perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) (Burrough dan McDonnell, 1998). Premis umum dari metode ini bahwa nilai atribut dari setiap pasangan titik terkait satu sama lain, tetapi kesamaan mereka berbanding terbalik dengan jarak antara dua lokasi. Nilai interpolasi dari metode ini akan lebih mirip pada data titik yang berdekatan dibanding yang berjauhan.

### **2.9 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Putra (2017) dengan judul Pembuatan *Co-Tidal Charts* Perairan Laut Jawa. Penelitian ini menggunakan lima konstanta harmonik, yaitu  $M_2, N_2, S_2, K_1, O_1$ . Penelitian ini menggunakan metode *least square* untuk pengolahan data pasang surut. Data yang digunakan adalah data prediksi pasut dari dua puluh stasiun pengamatan pasang surut. Penelitian ini melakukan *overlay* karakteristik pasut dengan data batimetri GEBCO. Bilangan *formzahl* yang menandakan karakteristik pasut diinterpolasi menggunakan *software* surfer untuk mendapatkan



nilai di seluruh perairan Laut Jawa. Hasil dari penelitian ini adalah karakteristik di perairan Laut Jawa bagian barat (kedalaman sebesar  $0 < z \leq 50$  meter) adalah *diurnal*. Karakteristik di perairan Laut Jawa bagian tengah (kedalaman sebesar  $0 < z \leq 500$  meter) adalah *mixed diurnal*. Karakteristik di perairan Laut Jawa bagian timur (kedalaman sebesar  $0 < z \leq 1000$  meter) adalah *mixed semi diurnal*.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Handoko (2018) dengan judul *The ENSO's Influence on the Indonesian Sea Level Observed Using Satellite Altimetry, 1993-2016*. Penelitian ini dilakukan pada wilayah Indonesia dengan koordinat  $15^{\circ}$ LU- $20^{\circ}$ LS dan  $90^{\circ}$ BT –  $145^{\circ}$ BT. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan data satelit altimetri TOPEX/Poseidon, Jason-1, dan Jason-2 dari tahun 1993 hingga tahun 2016. Penelitian ini menghasilkan korelasi negatif antara *sea level anomaly time series* dengan MEI sebesar -0.84.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Ardianti (2019) mengenai analisis *seasonal sea level variability*. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan data *multimission* satelit altimetri dari satelit Jason-1, Jason-2, dan Jason-3 dari tahun 2002 hingga 2018. Lokasi penelitian ini berada pada perairan Indonesia bagian barat yang mencakup perairan selatan Pulau Jawa dan Sumatera, Selat Karimata, dan Laut Jawa. Penelitian ini menghasilkan koefisien korelasi dengan nilai sebesar -0,228, yang artinya korelasi antara SLA dengan ENSO sangat lemah dengan hubungan saling bertolak belakang. Apabila nilai indeks naik maka SLA turun dan sebaliknya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah perairan Indonesia bagian timur yang meliputi Selat Makassar, Laut Flores, Selat Sumba, Laut Sawu, Laut Arafura, Laut Banda, Teluk Bone, Laut Seram, Teluk Berau, Laut Halmahera, Laut Maluku, Teluk Tomini, Laut Sulawesi, Teluk Cendrawasih, Laut Bali, Selat Lombok, Selat Alas dan Samudra Pasifik dengan batas koordinat  $5^{\circ}$  LU -  $10^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT -  $150^{\circ}$  BT. Lokasi menggunakan hasil digitasi Perairan Indonesia bagian timur pada data GSHHG berdasarkan koordinat perairan oleh *International Hydrographic Organization* (2002).



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Tabel 3. 1 Nama Stasiun dengan Koordinatnya (BIG, 2020)

No	Nama Stasiun	Lintang	Bujur	Kegunaan
1	Alor	8° 13' 10,56" LS	124° 31' 1,2" BT	Least Square, Korelasi MEI, Korelasi AUSMI
2	Banda	4° 31' 30" LS	129° 53' 49,2" BT	Least Square, Korelasi MEI
3	Biak	1° 10' 39,36" LS	136° 3' 21,6" BT	Least Square, Korelasi MEI
4	Gebe	0° 4' 38,28" LS	129° 25' 37,2" BT	Least Square, Korelasi MEI
5	Jailolo	1° 3' 26,28" LU	127° 28' 12" BT	Least Square, Korelasi MEI
6	Jayapura	2° 32' 42,72" LS	140° 42' 46,8" BT	Least Square, Korelasi MEI
7	Lembar	8° 43' 51,24" LS	116° 4' 19,2" BT	Least Square, Korelasi MEI, Korelasi AUSMI
8	Mamuju	2° 40' 1,2" LS	118° 53' 34,8" BT	Least Square, Korelasi MEI
9	Maumere	8° 36' 54,36" LS	122° 13' 8,4" BT	Least Square, Korelasi MEI, Korelasi AUSMI
10	Palopo	2° 59' 0,24" LS	120° 12' 36" BT	Least Square, Korelasi MEI
11	Rote	10° 43' 22,8" LS	123° 2' 38,4" BT	Least Square, Korelasi MEI, Korelasi AUSMI

No	Nama Stasiun	Lintang	Bujur	Kegunaan
12	Sanana	2°3'24,48" LS	125°58'51,6" BT	Least Square, Korelasi MEI
13	Saumlaki	7°58'57,72" LS	131°17'27,6" BT	Least Square, Korelasi MEI
14	Sape	8°34'7,32" LS	119°1'12" BT	Least Square, Korelasi MEI, Korelasi AUSMI
15	Tahuna	3°36'8,1" LU	125°30'3,6" BT	Least Square, Korelasi MEI
16	Tanjung Luar	8°46'13,44" LU	116°31'30" BT	Least Square, Korelasi MEI, Korelasi AUSMI

### **3.2 Data dan Peralatan**

Adapun data dan peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

#### **3.2.1 Data**

Adapun data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Data garis pantai *Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Geography* (GSHHG) yang dapat diunduh di website <https://www.soest.hawaii.edu/pwessel/gshhg/> (Wessel, 2018).
2. Data pengamatan pasang surut oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan 16 stasiun pasut tahun 2012 hingga Maret 2020.
3. *Multivariate ENSO Index* (MEI) yang didapatkan melalui website <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/> (NOAA, 2020).

4. *Australian Monsoon Index* (AUSMI) yang didapatkan melalui website  
<http://apdrc.soest.hawaii.edu/projects/monsoon/seasonal-monidx.html> (Kajikawa dan Wang, 2016).
5. Data batimetri nasional yang dapat diunduh di website  
<http://tides.big.go.id/DEMNAS/> (Badan Informasi Geospasial, 2018).

### **3.2.2 Peralatan**

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

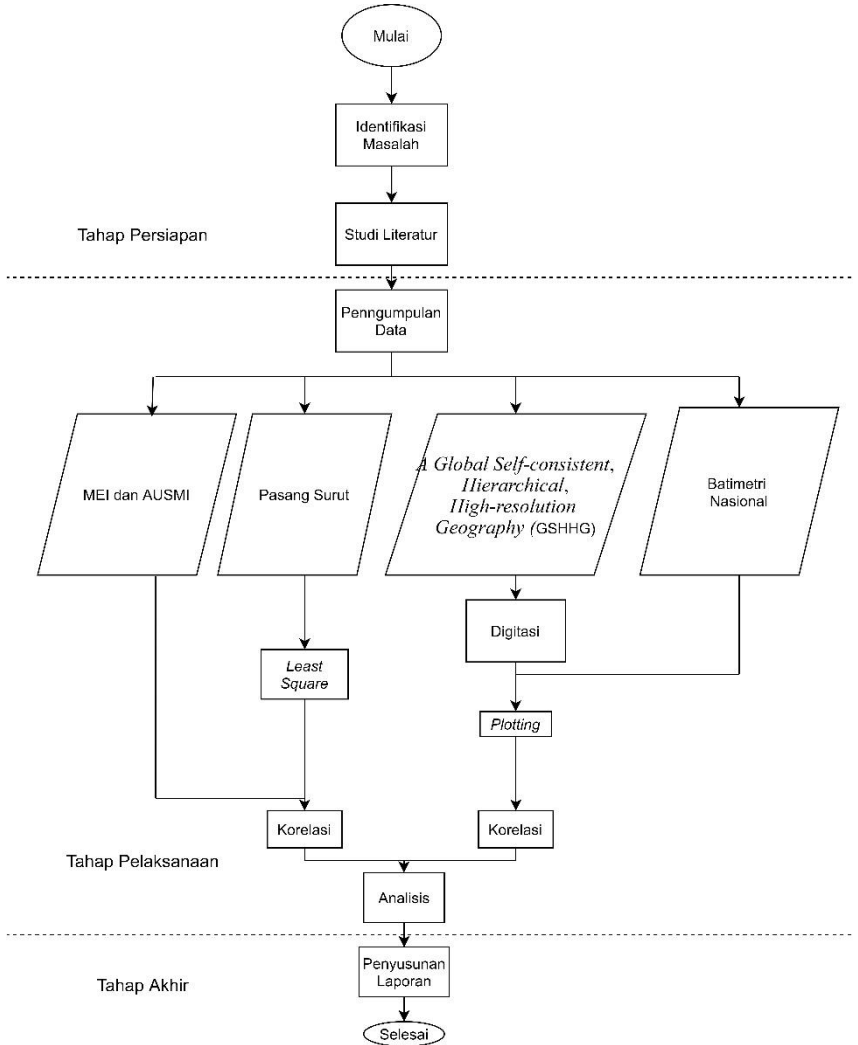
1. Perangkat Keras (*Hardware*)
  - Laptop
  - Mouse
2. Perangkat Lunak (*Software*)
  - Microsoft office
  - ArcGIS
  - Matlab
  - Program R

### **3.3 Metodologi**

Metodologi penelitian Tugas Akhir ini dibagi menjadi dua bagian yaitu, tahap pelaksanaan dan tahap pengolahan data. Tahap pelaksanaan akan menjelaskan tahapan penelitian secara umum sedangkan tahap pengolahan akan menjelaskan proses pengolahan secara detail dalam penelitian Tugas Akhir ini.

### 3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Adapun tahap pelaksanaan akan digambarkan dalam diagram alir di bawah ini.



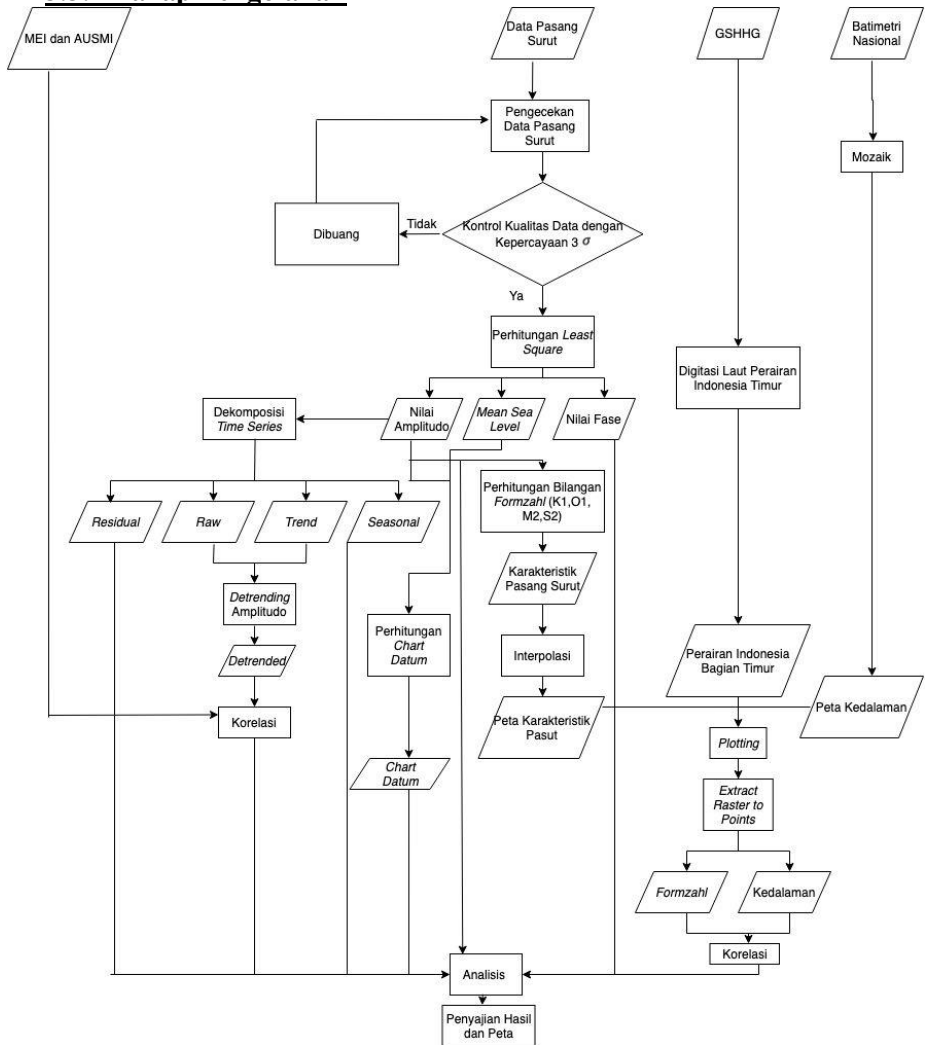
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan

Tahap Pelaksanaan dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

1. Tahap Persiapan  
Tahap persiapan terdiri dari dua tahap, yaitu tahap identifikasi masalah dan studi literatur. Identifikasi masalah bertujuan untuk mengenali masalah dan memfokuskan masalah supaya tidak melebar dalam pengerjaan penelitian. Penelitian ini menganalisis ENSO dan angin muson terhadap konstanta pasut. Selain itu, penelitian ini menganalisis kedalaman lautan terhadap karakteristik pasang surut. Studi Literatur bertujuan untuk mencari referensi untuk dijadikan panduan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Tahap Pelaksanaan  
Pada tahap ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu, pengambilan data, pengolahan, dan analisis. Tahap pengambilan data bertujuan untuk mendapatkan data yang akan digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini. Data yang digunakan adalah data GSHHG, data pengamatan pasang surut oleh BIG, *Multivariate ENSO Index* (MEI), AUSMI dan data batimetri nasional. Tahap pengolahan terdiri dari *least square* untuk mendapatkan konstanta pasang surut, digitasi untuk melihat batas perairan yang ada di Indonesia bagian timur, *plotting* untuk meletakkan data kedalaman laut ke hasil digitasi, dan korelasi untuk melihat hubungan antar dua variabel. Tahap analisis merupakan proses analisis terhadap hasil pengolahan.
3. Tahap Akhir  
Tahap akhir merupakan tahap penyusunan laporan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini. Laporan disusun berdasarkan kaidah laporan Tugas Akhir yang telah ditentukan.



### 3.3.2 Tahap Pengolahan



Gambar 3. 3 Diagram Alir Tahap Pengolahan

Keterangan:

- a. Digitasi Laut Perairan Indonesia Timur  
Digitasi bertujuan untuk mendapatkan *shapefile* lautan yang berada di Indonesia timur. Digitasi dilakukan pada data GSHHG dengan menggunakan *software* ArcGIS. Hasil digitasi akan digunakan sebagai tempat *plotting*.
- b. Pengecekan Data Pasang Surut
  - Pengecekan Data  
Tahap ini bertujuan untuk melihat data yang kosong dan data yang memiliki bias referensi. Dalam penelitian ini, pengecekan data dilakukan setiap satu tahun pada setiap stasiun pasut.
  - Koreksi *Shifting*  
Koreksi *shifting* dilakukan untuk menghilangkan bias referensi suatu data. Koreksi *shifting* dilakukan dengan cara menyamakan rata-rata data yang memiliki bias referensi dengan data yang benar.
  - Mengisi Data yang Kosong  
Data yang kosong dapat diisi dengan menggunakan interpolasi dan prediksi pasut. Interpolasi dapat dilakukan apabila data yang kosong memiliki rentang waktu pengamatan beberapa jam, sedangkan data yang kosong dengan jangka panjang dapat diisi dengan prediksi pasut. Cara perhitungan prediksi pasut dapat dilakukan dengan persamaan 2.1, sedangkan cara perhitungan interpolasi pasut dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{t_3 - t_1}{t_2 - t_1} = \frac{z_3 - z_1}{z_2 - z_1} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- t1 : Jam ke-1 (waktu yang ada) (jam)  
 t2 : Jam ke-2 (waktu yang dicari) (jam)  
 t3 : Jam ke-3 (waktu yang ada) (jam)  
 z1 : Elevasi pada jam 1 (diketahui) (meter)

- $z_2$  : Elevasi pada jam 2 (dicari) (meter)  
 $z_3$  : Elevasi pada jam 3 (diketahui) (meter)

c. Kontrol Kualitas Data Pasut

Kontrol kualitas data pasang surut dilakukan dengan kepercayaan  $3\sigma$  menggunakan persamaan batas kanan ( $\bar{X}+3\sigma$ ) dan batas kiri ( $\bar{X}-3\sigma$ ). Apabila nilai  $X$  (data pengamatan) terletak antara batas kanan dan batas kiri, maka data tersebut memiliki kualitas baik dan dapat digunakan untuk proses analisis harmonik. Apabila nilai  $X$  terletak di luar batas  $X\pm 3\sigma$ , maka data tersebut dibuang dan dihitung ulang dengan interpolasi ataupun prediksi. Cara menghitung kontrol kualitas data dapat dilakukan dengan persamaan 2.24 hingga 2.26.

d. Perhitungan *Least Square*

Pengolahan data pasang surut dilakukan menggunakan metode *least square* pada *software* Matlab. Hasil dari perhitungan *least square* adalah *mean sea level*, amplitudo dan fase tiap konstanta harmonik pasang surut. Perhitungan dilakukan selama 3 kali, yaitu perhitungan dengan menggunakan semua data, perhitungan setiap dua bulan yang bertampalan sesuai dengan MEI, dan perhitungan setiap bulan dari tahun 2012 hingga 2015 sesuai dengan AUSMI.

e. Perhitungan *Chart Datum*

*Chart datum* dapat hitung dengan menggunakan nilai *mean sea level* dan amplitudo dari konstanta pasut sesuai dengan persamaan 2.18-2.23 pada Bab 2.

f. Perhitungan Bilangan *Formzahl*

Perhitungan bilangan *formzahl* digunakan untuk mengetahui karakteristik pasang surut di suatu wilayah. Perhitungan ini menggunakan amplitudo konstanta harmonik pasut  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_2$ , dan  $S_2$  dengan persamaan 2.17 yang berada pada bab 2. Karakteristik pasang surut dapat diketahui melalui nilai *formzahl* yang telah tercantum pada tabel 2.2.

- g. Interpolasi Bilangan *Formzahl*  
Interpolasi bilangan *formzahl* dilakukan bertujuan untuk mendapatkan bilangan *formzahl* di wilayah selain titik pengamatan. Interpolasi ini menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) karena menurut Pramono (2008) metode IDW memberikan hasil interpolasi yang lebih akurat dari metode *kriging* dan memberikan nilai mendekati nilai minimum dan maksimum dari sampel data. Interpolasi dilakukan pada *software* ArcGIS dengan menggunakan bilangan *formzahl* sebagai nilai  $z$ .
- h. Dekomposisi *Time Series*  
Dekomposisi *time series* menggunakan metode STL (*Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess*). Dekomposisi dilakukan menggunakan model *additive* sesuai dengan persamaan 2.27. Dekomposisi *time series* bertujuan untuk memecah *time series* nilai amplitudo yang telah diolah tiap 1 bulan dan 2 bulan dalam perhitungan *least square* menjadi komponen *seasonal*, *trend*, dan *residual*. Dekomposisi dilakukan menggunakan *software* R.
- i. *Detrending*  
*Detrending* adalah suatu proses untuk menghilangkan *trend*. Data *time series* yang dapat digunakan untuk melakukan korelasi adalah data *stationer*. Data *time series* yang masih memiliki *trend* adalah data *non-stationer*.
- j. Mozaik  
Mozaik bertujuan untuk menggabungkan data batimetri nasional yang pada awalnya masih dalam per grid. Satu berkas batimetri memiliki grid  $5^0 \times 5^0$ .
- k. *Extract Raster to Points*  
Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan nilai bilangan *formzahl* dan kedalaman dari titik sampel yang digunakan.

Titik sampel berada di tengah lautan untuk melihat nilai kedalaman dan nilai *formzahl* hasil interpolasi. Tahap *extract raster to points* menggunakan *software* ArcGIS. Nilai kedalaman dan nilai *formzahl* yang didapat akan digunakan untuk menghitung korelasi.

1. Korelasi

Korelasi adalah suatu perhitungan untuk melihat hubungan antara dua variabel. Dalam penelitian ini, korelasi dilakukan untuk melihat hubungan MEI (indeks ENSO) dengan konstanta pasut, AUSMI (indeks angin muson) dengan konstanta pasut, dan kedalaman laut dengan bilangan *formzahl*.

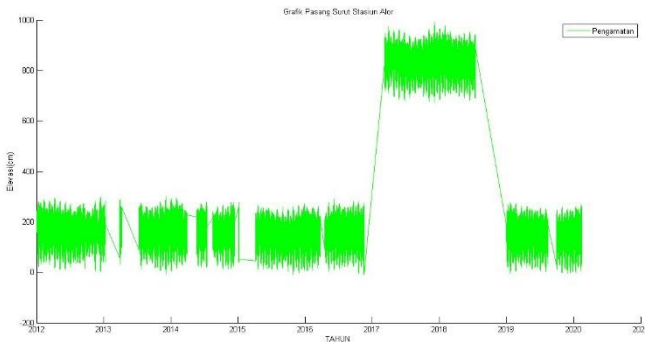
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISA

#### 4.1 Pengecekan Data Pasut

Langkah pertama dalam pengolahan adalah mengecek data pasang surut yang didapat dari Badan Informasi Geospasial. Data pasang surut didapat dari Badan Informasi Geospasial dalam waktu per tahun dari tahun 2012 hingga maret 2020. Data pengamatan pasang surut memiliki interval waktu tiap jam. Pengecekan data bertujuan untuk melihat kelengkapan data dan data memiliki referensi yang sama. Pengecekan data dapat dilakukan dengan membuat grafik.



Gambar 4. 1 Grafik Data di Stasiun Alor dengan Sumbu Horizontal Menunjukkan Tahun dan Sumbu Vertikal Menunjukkan Elevasi (cm)

Dari gambar 4.1 dapat dilihat data di Stasiun Alor memiliki data yang kosong dan memiliki bias referensi. Bias referensi adalah data yang memiliki selisih jarak ketinggian yang berbeda secara signifikan (*shifted*). Bias referensi terjadi karena tidak adanya metadata maupun tidak melakukan pengikatan ke *benchmark* saat proses pemindahan stasiun pasut. Cara untuk menghilangkan bias referensi adalah koreksi *shifting*. Koreksi *shifting* dilakukan

dengan cara menyamakan rata-rata data yang memiliki bias referensi dengan data yang benar. Penelitian ini menyamakan rata-rata data pada tahun yang memiliki bias referensi dengan data pada tahun sebelumnya atau sesudahnya. Cara untuk mengisi data yang kosong adalah dengan menggunakan prediksi pasut sesuai pada persamaan 2.1 dan interpolasi sesuai pada persamaan 3.1

Prediksi dilakukan dengan menggunakan data pengamatan sebelumnya. Sebelum melakukan prediksi, perhitungan rmse dibutuhkan untuk melihat perbedaan hasil prediksi dengan ukuran sebenarnya. Perhitungan *root mean square error* (rmse) dilakukan dengan menggunakan data pengamatan yang ada. Dalam penelitian ini, perhitungan rmse menggunakan data dengan waktu pengamatan 1 bulan, 3 bulan, dan 6 bulan dari data sebelum nilai yang dianggap benar pada Stasiun Jailolo. Hal tersebut dikarenakan Stasiun Jailolo memiliki data yang tidak kosong selama 7 bulan. Nilai yang dianggap benar pada stasiun Jailolo adalah data pengamatan pada Bulan Agustus Tahun 2019. Perhitungan rmse dapat dihitung dengan rumus:

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum(Y_{pred} - Y_{ref})^2}}{n} \quad (4.1)$$

RMSE : *Root Mean Square Error* (meter)

$Y_{pred}$  : Nilai elevasi hasil prediksi (meter)

$Y_{ref}$  : Nilai pengamatan (meter)

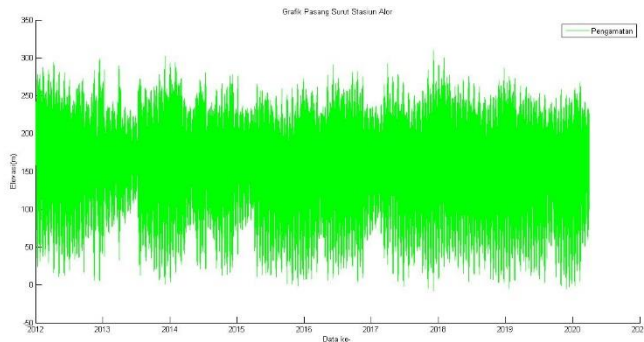
n : Jumlah data

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan RMSE

Panjang Data	Panjang Data Sebenarnya	RMS Error (m)
1 Bulan	1Bulan	0,153
3 Bulan		0,151
6 Bulan		0,146



Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa semakin lama data yang digunakan untuk melakukan prediksi semakin kecil nilai rmse. Nilai rmse yang semakin kecil menandakan semakin kecil kesalahan nilai prediksi terhadap nilai pengamatan sehingga diperlukan data yang banyak untuk melakukan prediksi.



Gambar 4. 2 Data Pasang Surut yang Lengkap

Gambar 4.2 menunjukkan data yang sudah lengkap dan tidak memiliki bias referensi. Data yang lengkap ini akan digunakan untuk melakukan pengolahan selanjutnya.

#### **4.2 Kontrol Kualitas Data Pasut**

Kontrol kualitas data bertujuan untuk mendeteksi data *outliers* dari data pasut yang telah lengkap. Kontrol kualitas data dilakukan dengan menggunakan kepercayaan 99,7% atau tiga sigma ( $3\sigma$ ). Berikut hasil dari perhitungan kontrol kualitas data pasut yang akan ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Kontrol Kualitas Data Pasut

No	Nama Stasiun	Diterima (Jam)	Ditolak (Jam)	Diterima (%)	Ditolak (%)
1	Tahuna	72262	50	99,931	0,069
2	Banda	72205	107	99,852	0,148
3	Jayapura	71479	833	98,848	1,152

No	Nama Stasiun	Diterima (Jam)	Ditolak (Jam)	Diterima (%)	Ditolak (%)
4	Sape	72299	13	99,982	0,018
5	Lembar	71379	933	98,710	1,290
6	Gebe	72201	111	99,846	0,154
7	Alor	72290	22	99,970	0,030
8	Biak	72199	113	99,844	0,156
9	Jailolo	72132	180	99,751	0,249
10	Mamuju	72299	13	99,982	0,018
11	Maumere	72266	46	99,936	0,064
12	Palopo	72303	9	99,988	0,012
13	Rote	72309	3	99,996	0,004
14	Sanana	72202	110	99,848	0,152
15	Saumlaki	72280	32	99,956	0,044
16	Tanjung Luar	72308	4	99,994	0,006

Tabel 4.2 menunjukkan jumlah data yang diterima dan ditolak dari perhitungan kontrol kualitas data. Data yang diterima merupakan data pengamatan yang memiliki nilai di antara batas kiri dan batas kanan, sedangkan data ditolak merupakan data yang memiliki nilai di luar batas kanan dan batas kiri. Data yang ditolak paling banyak berada pada Stasiun Lembar sebanyak 933 jam, sedangkan data yang paling ditolak sedikit berada pada Stasiun Rote sebanyak 3 jam dari total data sebanyak 72312 jam. Data yang ditolak dibuang kemudian dihitung ulang dengan cara interpolasi. Meskipun data telah diisi kembali, kontrol kualitas akan terus dilakukan hingga data tidak ada yang ditolak.

### **4.3 Perhitungan *Least Square***

Perhitungan *least square* digunakan untuk mendapatkan *mean sea level*, amplitudo dan fase konstanta harmonik. Nilai amplitudo konstanta pasut K1, O1, M2, dan S2 dapat digunakan untuk menentukan karakteristik pasut di suatu tempat.

#### **4.3.1 Amplitudo**

Amplitudo merupakan beda tinggi antara Muka air laut rata-rata dengan air tinggi maupun air rendah. Nilai amplitudo menunjukkan konstanta yang paling berpengaruh pada pasang surut. Berikut tabel 4.3 merupakan amplitudo konstanta pasut dari hasil pengolahan *least square*.

Tabel 4. 3 Amplitudo Konstanta Harmonik Pasut

Nama Stasiun	A_S0 (m)	A_M2 (m)	A_S2 (m)	A_K1 (m)	A_O1 (m)	A_N2 (m)	A_K2 (m)	A_P1 (m)	A_M4 (m)	A_MS4 (m)
Alor	1,574	0,501	0,188	0,193	0,117	0,104	0,019	0,095	0,024	0,002
Banda	1,374	0,316	0,112	0,127	0,076	0,065	0,029	0,047	0,002	0,001
Biak	2,154	0,255	0,098	0,142	0,070	0,055	0,013	0,043	0,001	0,000
Gebe	0,884	0,177	0,137	0,123	0,078	0,025	0,029	0,046	0,002	0,000
Jailolo	1,197	0,263	0,170	0,132	0,076	0,038	0,037	0,043	0,000	0,000
Jayapura	0,923	0,169	0,032	0,120	0,066	0,036	0,011	0,044	0,003	0,001
Lembar	1,631	0,065	0,024	0,129	0,075	0,012	0,010	0,026	0,002	0,000
Mamuju	1,025	0,408	0,312	0,207	0,143	0,050	0,082	0,070	0,001	0,001
Maumere	1,402	0,437	0,111	0,223	0,135	0,093	0,020	0,086	0,002	0,000
Palopo	1,430	0,573	0,164	0,279	0,180	0,117	0,033	0,097	0,004	0,000
Rote	1,387	0,592	0,373	0,193	0,099	0,128	0,096	0,067	0,003	0,001
Sanana	1,809	0,170	0,067	0,199	0,108	0,034	0,010	0,059	0,000	0,001
Sape	1,589	0,469	0,146	0,263	0,157	0,093	0,031	0,088	0,011	0,000
Saumlaki	1,085	0,399	0,112	0,160	0,067	0,064	0,029	0,091	0,004	0,001
Tahuna	1,264	0,536	0,289	0,145	0,104	0,087	0,083	0,048	0,001	0,001
Tanjung Luar	0,988	0,562	0,344	0,206	0,134	0,099	0,076	0,068	0,002	0,000

Tabel 4.3 menunjukkan nilai amplitudo yang bervariasi pada setiap stasiunnya. S0 merupakan nilai permukaan air laut rata-rata

atau yang biasa disebut dengan *mean sea level* (msl). *Mean sea level* yang terbesar berada pada stasiun Biak sebesar 2,154 meter, sedangkan *mean sea level* yang terkecil berada pada Stasiun Gebe sebesar 0,884 meter. Amplitudo M2 yang terbesar berada pada Stasiun Rote sebesar 0,592 meter. Amplitudo S2 terbesar berada pada Stasiun Rote sebesar 0,373 meter. Amplitudo K1 terbesar berada pada stasiun Palopo sebesar 0,279 meter. Amplitudo O1 terbesar berada pada Stasiun Palopo sebesar 0,180 meter. Amplitudo N2 terbesar berada pada Stasiun Rote sebesar 0,128 meter. Amplitudo K2 terbesar berada pada Stasiun Rote sebesar 0,096 meter. Amplitudo P1 terbesar berada pada Stasiun Palopo sebesar 0,097 meter. Amplitudo M4 terbesar berada pada Stasiun Alor sebesar 0,024 meter. Amplitudo MS4 terbesar berada pada Stasiun Alor sebesar 0,002 meter.

Hasil amplitudo konstanta pasut dalam penelitian ini akan digunakan untuk melihat perbedaan dengan hasil amplitudo konstanta pasut oleh BIG di *website* [srgi.big.go.id](http://srgi.big.go.id). Nilai perbedaan didapat dengan cara mengurangi hasil pengolahan (digunakan sebagai nilai ukuran) dengan nilai yang berada di *website* (digunakan sebagai nilai sebenarnya). Berikut ini nilai amplitudo konstanta yang berada di *website* BIG akan ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Amplitudo Konstanta *Website* BIG

Nama Stasiun	A_M2 (m)	A_S2 (m)	A_K1 (m)	A_O1 (m)	A_N2 (m)	A_K2 (m)	A_PI (m)	A_M4 (m)	A_MS4 (m)
Alor	0,643	0,247	0,180	0,190	0,128	0,064	0,087	0,324	0,051
Banda	0,599	0,195	0,184	0,184	0,129	0,057	0,091	0,023	0,009
Biak	0,476	0,168	0,074	0,151	0,096	0,048	0,075	0,295	0,002
Gebe	0,240	0,161	0,122	0,116	0,035	0,045	0,051	0,127	0,002
Jailolo	0,309	0,208	0,124	0,106	0,045	0,058	0,050	0,161	0,005
Jayapura	0,309	0,064	0,068	0,146	0,076	0,022	0,082	0,221	0,002
Lembar	0,268	0,156	0,185	0,218	0,058	0,048	0,103	0,051	0,002
Mamuju	0,413	0,331	0,159	0,171	0,051	0,096	0,070	0,156	0,001
Maumere	0,511	0,148	0,183	0,208	0,109	0,040	0,097	0,100	0,003
Palopo	0,573	0,168	0,185	0,206	0,124	0,047	0,094	0,086	0,003
Rote	0,764	0,424	0,176	0,171	0,135	0,128	0,077	0,295	0,009
Sanana	0,256	0,110	0,170	0,170	0,055	0,036	0,080	0,016	0,002
Sape	0,488	0,161	0,180	0,192	0,101	0,043	0,092	0,064	0,015
Saumlaki	0,616	0,218	0,196	0,209	0,065	0,029	0,087	0,054	0,002
Tahuna	0,625	0,356	0,140	0,155	0,099	0,083	0,065	0,269	0,003
Tanjung_Luar	0,602	0,358	0,170	0,162	0,104	0,101	0,077	0,089	0,003

Perbedaan nilai amplitudo konstanta pasut dengan nilai yang berada di *website* BIG dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Perbedaan Amplitudo Pengolahan dengan Amplitudo di *Website*

Nama Stasiun	A_M2 (m)	A_S2 (m)	A_K1 (m)	A_O1 (m)	A_N2 (m)	A_K2 (m)	A_P1 (m)	A_M4 (m)	A_MS4 (m)
Alor	-0,142	-0,059	0,014	-0,073	-0,025	-0,045	0,008	-0,300	-0,049
Banda	-0,283	-0,083	-0,057	-0,108	-0,064	-0,027	-0,045	-0,021	-0,008
Biak	-0,221	-0,069	0,068	-0,081	-0,042	-0,034	-0,032	-0,293	-0,001
Gebe	-0,063	-0,024	0,001	-0,038	-0,010	-0,016	-0,005	-0,124	-0,001
Jailolo	-0,046	-0,038	0,008	-0,030	-0,007	-0,021	-0,006	-0,161	-0,005
Jayapura	-0,140	-0,032	0,052	-0,079	-0,040	-0,011	-0,039	-0,218	-0,001
Lembar	-0,202	-0,132	-0,056	-0,142	-0,046	-0,038	-0,076	-0,049	-0,002
Mamuju	-0,004	-0,019	0,048	-0,028	-0,001	-0,013	0,000	-0,155	0,000
Maumere	-0,074	-0,037	0,039	-0,073	-0,016	-0,020	-0,011	-0,098	-0,002
Palopo	-0,001	-0,004	0,094	-0,026	-0,006	-0,014	0,003	-0,081	-0,003
Rote	-0,172	-0,051	0,017	-0,072	-0,007	-0,032	-0,009	-0,293	-0,008
Sanana	-0,086	-0,043	0,029	-0,062	-0,021	-0,026	-0,021	-0,016	-0,001
Sape	-0,018	-0,016	0,083	-0,035	-0,008	-0,012	-0,004	-0,053	-0,014
Saumlaki	-0,217	-0,106	-0,036	-0,141	0,000	0,000	0,004	-0,050	-0,002
Tahuna	-0,089	-0,067	0,005	-0,051	-0,012	0,000	-0,016	-0,269	-0,002
Tanjung Luar	-0,039	-0,014	0,036	-0,028	-0,005	-0,025	-0,009	-0,087	-0,002

Dari tabel 4.5 dapat dilihat hasil perbedaan amplitudo pengolahan dengan amplitudo di *website*. Nilai terbesar dan terkecil berdasarkan angka sehingga tanda positif dan negatif tidak berpengaruh. Semakin besar nilai selisih semakin jauh perbedaan dari kedua nilai maupun sebaliknya. Selisih terbesar amplitudo konstanta M2 berada pada Stasiun Banda sebesar 0,283 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Palopo sebesar 0,001 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta S2 berada pada Stasiun Lembar sebesar 0,132 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Palopo sebesar 0,004 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta K1 berada pada Stasiun Palopo sebesar 0,094 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Tahuna

sebesar 0,005 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta O1 berada pada Stasiun Lembar sebesar 0,142 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Palopo sebesar 0,026 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta N2 berada pada Stasiun Banda sebesar 0,064 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Saumlaki sebesar 0,000 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta K2 berada pada Stasiun Alor sebesar 0,045 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Saumlaki dan Stasiun Tahuna sebesar 0,000 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta P1 berada pada Stasiun Lembar sebesar 0,076 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Mamuju sebesar 0,000 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta M4 berada pada Stasiun Alor sebesar 0,300 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Sanana sebesar 0,016 meter. Selisih terbesar amplitudo konstanta MS4 berada pada Stasiun Alor sebesar 0,049 meter, sedangkan selisih terkecil berada pada Stasiun Mamuju sebesar 0,000 meter.

#### **4.3.2 Fase**

Fase gelombang adalah sebuah perbandingan frekuensi suatu gelombang dengan frekuensi gelombang lainnya. Gelombang yang memiliki fase sama apabila mempunyai frekuensi yang sama dan berada pada tempat yang sama. Nilai fase positif menandakan gelombang berangkat lebih awal pada saat  $t=0$ , sedangkan nilai fase negatif menandakan jeda. Berikut tabel 4.6 merupakan nilai fase dari hasil perhitungan *least square*. Semakin besar fase suatu gelombang semakin berangkat lebih awal gelombang tersebut.

Tabel 4. 6 Fase Konstanta Harmonik Pasut

Nama Stasiun	M2 (°)	S2 (°)	K1 (°)	O1 (°)	N2 (°)	K2 (°)	P1 (°)	M4 (°)	MS4 (°)
Alor	-74,418	161,507	177,139	-16,690	44,620	-47,961	-179,735	8,212	155,027
Banda	-48,115	-159,493	169,884	-14,654	73,722	14,691	-151,365	59,767	-102,498
Biak	115,959	-43,821	56,373	-144,090	-133,194	141,881	80,938	-63,263	-80,483
Gebe	69,353	-67,806	112,910	-76,096	-173,430	80,006	137,377	145,611	-160,974
Jailolo	84,955	-52,145	115,784	-73,155	-135,683	107,366	136,188	-109,455	-90,451
Jayapura	96,337	-54,844	60,861	-140,001	-135,558	114,233	77,373	-85,809	120,172
Lembar	-112,076	71,051	161,396	-31,277	8,232	-122,327	162,597	-35,461	-107,812
Mamuju	87,998	-30,209	153,178	-50,145	-132,417	115,480	164,425	-169,834	-10,853
Maumere	-62,543	-176,043	171,605	-19,905	60,602	-17,858	-164,754	109,758	173,022
Palopo	-55,618	-168,224	176,919	-14,606	67,151	-12,292	-162,213	121,365	-166,026
Rote	-114,430	126,190	165,224	-19,027	2,888	-61,691	-162,273	-29,955	-56,584
Sanana	-33,288	-102,407	151,667	-32,717	78,635	30,609	-176,466	39,520	118,508
Sape	-78,790	154,014	170,973	-20,191	50,289	-47,912	-171,098	112,218	116,574
Saumlaki	-47,741	-135,009	-149,594	-10,010	92,783	-64,082	-172,276	-153,891	166,933
Tahuna	99,076	-34,537	132,687	-76,031	-132,963	99,044	135,422	69,148	-80,970
Tanjung_Luar	-136,019	106,870	164,542	-24,650	-12,727	-105,109	-177,510	150,072	-132,029

Tabel 4.6 menunjukkan fase konstanta pasut yang bervariasi setiap stasiunnya. Konstanta M2 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai 115,959° pada Stasiun Biak, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai -136,019° pada Stasiun Tanjung Luar. Konstanta S2 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai 161,507° pada Stasiun Alor, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai -176,043° pada Stasiun Maumere. Konstanta K1 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai 177,139° pada Stasiun Alor, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai -149,594° pada Stasiun Saumlaki. Konstanta O1 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai -10,010° pada Stasiun Saumlaki, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai -144,090° pada Stasiun Biak. Konstanta N2 memiliki nilai fase terbesar yang



bernilai  $92,783^\circ$  pada Stasiun Saumlaki, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai  $-173,430^\circ$  pada Stasiun Gebe. Konstanta K2 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai  $141,881^\circ$  pada Stasiun Biak, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai  $-122,317^\circ$  pada Stasiun Lembar. Konstanta P1 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai  $164,425^\circ$  pada Stasiun Mamuju, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai  $-179,735^\circ$  pada Stasiun Alor. Konstanta M4 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai  $150,072^\circ$  pada Stasiun Tanjung Luar, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai  $-169,834^\circ$  pada Stasiun Mamuju. Konstanta MS4 memiliki nilai fase terbesar yang bernilai  $173,022^\circ$  pada Stasiun Maumere, sedangkan nilai fase terkecil yang bernilai  $-166,026^\circ$  pada Stasiun Palopo.

#### **4.3.3 Bilangan *Formzahl***

Bilangan *formzahl* adalah bilangan yang menyatakan karakteristik pasang surut di suatu tempat. Bilangan *formzahl* dapat dicari dengan menggunakan amplitudo konstanta pasut *diurnal* (K1 dan O1) dan *semidiurnal* (M2 dan S2). Bilangan *formzahl* dapat dihitung dengan persamaan 2.17 dengan ketentuan karakteristik pasut yang dijelaskan pada tabel 2.2. Bilangan *formzahl* yang didapat dari penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.7.

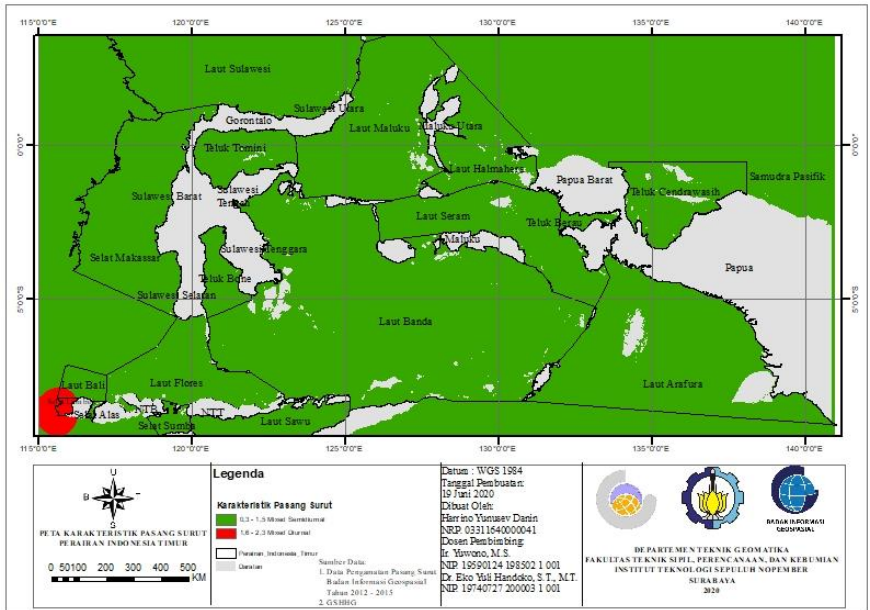
Tabel 4. 7 Bilangan *Formzahl*

<b>Nama Stasiun</b>	<b>F</b>	<b>Karakteristik</b>
Alor	0,449459	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Banda	0,475008	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Biak	0,598062	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Gebe	0,640041	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Jailolo	0,48009	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Jayapura	0,921182	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Lembar	2,292051	<i>Mixed Diurnal</i>

<b>Nama Stasiun</b>	<b>F</b>	<b>Karakteristik</b>
Mamuju	0,485856	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Maumere	0,652337	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Palopo	0,622594	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Rote	0,303568	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Sanana	1,292057	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Sape	0,682981	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Saumlaki	0,444747	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Tahuna	0,302508	<i>Mixed Semidiurnal</i>
Tanjung Luar	0,375133	<i>Mixed Semidiurnal</i>

Dari tabel 4.7 dapat dilihat bahwa terdapat 2 karakteristik pasut dari 16 stasiun pasang surut yang telah digunakan. Karakteristik pasut *mixed semidiurnal* adalah karakteristik yang paling dominan. Karakteristik tersebut adalah karakteristik 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. Karakteristik *mixed diurnal* hanya terjadi pada Stasiun Lembar yang menandakan 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.

Karakteristik yang berada di tempat selain tempat pengamatan dapat dicari dengan cara melakukan interpolasi dari bilangan *formzahl*. Interpolasi yang digunakan adalah metode IDW dimana bilangan *formzahl* digunakan sebagai nilai z. Interpolasi dilakukan dengan menggunakan ArcGIS.



■ 0,3 – 1,5 *Mixed Semidiurnal*

■ 1,6 – 2,3 *Mixed Diurnal*

Gambar 4. 3 Bilangan *Formzahl* Perairan Indonesia Bagian Timur

Gambar 4.3 menunjukkan karakteristik pasut di perairan Indonesia bagian timur. Karakteristik yang mendominasi pada perairan Indonesia bagian timur adalah *mixed semidiurnal*. Karakteristik *mixed semidiurnal* terdapat pada Selat Makassar, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Bone, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, Laut Banda, Teluk Berau, Teluk Cendrawasih, Samudra Pasifik, Laut Arafura, Laut Flore, Laut Sawu, Selat Sumba, Selat Alas, dan sebagian besar Laut Bali. Karakteristik pasut yang lain adalah *mixed semidiurnal* yang berada pada Selat Lombok dan sebagian kecil Laut Bali.

#### **4.3.4 Standar Deviasi**

Standar deviasi dalam perhitungan *least square* digunakan untuk melihat kualitas parameter hasil perhitungan. Semakin nilai standar deviasi mendekati nol semakin bagus kualitas parameter hasil perhitungan maupun sebaliknya. Nilai standar deviasi dapat ditunjukkan pada tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Standar Deviasi Perhitungan *Least Square*

<b>Nama Stasiun</b>	<b>M2 (m)</b>	<b>S2 (m)</b>	<b>K1 (m)</b>	<b>O1 (m)</b>	<b>N2 (m)</b>	<b>K2 (m)</b>	<b>P1 (m)</b>	<b>M4 (m)</b>	<b>MS4 (m)</b>
Alor	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Banda	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Biak	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Gebe	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Jailolo	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Jayapura	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Lembar	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Mamuju	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Maumere	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Palopo	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Rote	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Sanana	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Sape	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Saumlaki	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Tahuna	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Tanjung Luar	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Dari tabel 4.8 dapat melihat nilai standar deviasi pada setiap konstanta dan setiap stasiun. Tabel 4.8 menunjukkan standar deviasi yang bernilai 0,001 meter dan 0,002 meter.

#### **4.4 Perhitungan Chart Datum**

*Chart datum* dapat dihitung dengan menggunakan *mean sea level* dan amplitudo dari konstanta pasut. Berikut nilai *chart datum* dapat ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 *Chart Datum*

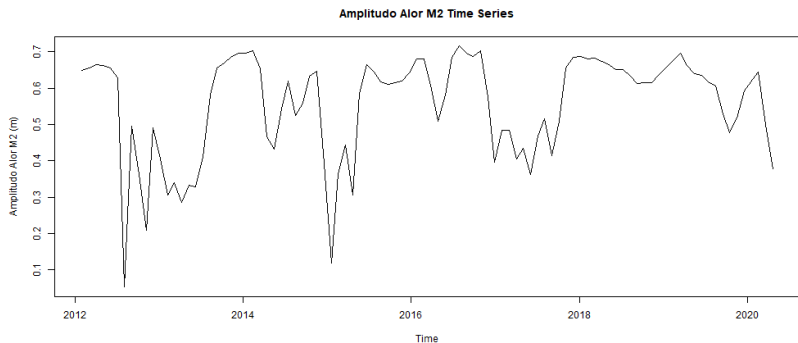
<b>Nama Stasiun</b>	<b>MHWS (m)</b>	<b>MLWS (m)</b>	<b>HHWS (m)</b>	<b>LLWS (m)</b>	<b>HAT (m)</b>	<b>LAT (m)</b>
Alor	2,263	0,885	2,573	0,575	2,816	0,332
Banda	1,802	0,946	2,005	0,743	2,148	0,599
Biak	2,507	1,801	2,719	1,590	2,831	1,478
Gebe	1,199	0,570	1,400	0,369	1,501	0,268
Jailolo	1,630	0,764	1,838	0,556	1,957	0,437
Jayapura	1,125	0,722	1,310	0,536	1,405	0,441
Lembar	1,720	1,542	1,924	1,338	1,975	1,287
Mamuju	1,745	0,305	2,095	-0,045	2,299	-0,249
Maumere	1,950	0,854	2,307	0,497	2,510	0,294
Palopo	2,166	0,693	2,624	0,235	2,877	-0,018
Rote	2,352	0,422	2,645	0,129	2,939	-0,165
Sanana	2,047	1,571	2,354	1,264	2,458	1,160
Sape	2,204	0,974	2,624	0,554	2,847	0,331
Saumlaki	1,597	0,574	1,824	0,346	2,013	0,158
Tahuna	2,089	0,440	2,339	0,190	2,558	-0,029
Tanjung Luar	1,894	0,082	2,234	-0,258	2,480	-0,504

Nilai tertinggi MHWS berada pada Stasiun Biak sebesar 2,507 meter, sedangkan nilai terendah berada pada Stasiun Jayapura sebesar 1,125 meter. Nilai tertinggi MLWS berada pada Stasiun Biak sebesar 1,801 meter, sedangkan nilai terendah berada pada Stasiun Tanjung Luar sebesar 0,082 meter. Nilai tertinggi HHWS berada pada Stasiun Biak sebesar 2,719 meter, sedangkan nilai terendah berada pada Stasiun Jayapura sebesar 1,310 meter. Nilai tertinggi LLWS berada pada Stasiun Biak sebesar 1,590 meter, sedangkan nilai terendah berada pada Stasiun Tanjung Luar

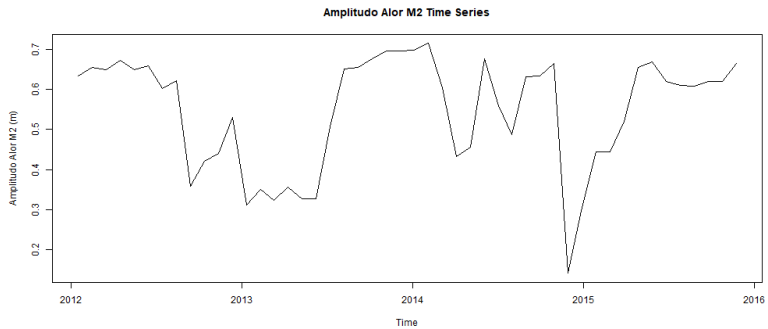
sebesar -0,258 meter. Nilai tertinggi HAT berada pada Stasiun Rote sebesar 2,939 meter, sedangkan nilai terendah berada pada Stasiun Jayapura sebesar 1,405 meter. Nilai tertinggi LAT berada pada Stasiun Biak sebesar 1,478 meter, sedangkan nilai terendah berada pada Stasiun Tanjung Luar sebesar -0,504 meter.

#### **4.5 Dekomposisi Time Series**

Dekomposisi dilakukan setelah mendapatkan amplitudo konstanta yang telah dihitung per 2 bulan saling bertampalan dan per bulan. Hal tersebut dilakukan untuk menyesuaikan MEI (indeks ENSO) dan AUSMI (indeks angin monsun). Berikut data yang digunakan untuk dekomposisi yang akan digambarkan dalam grafik pada gambar 4.4 dan gambar 4.5

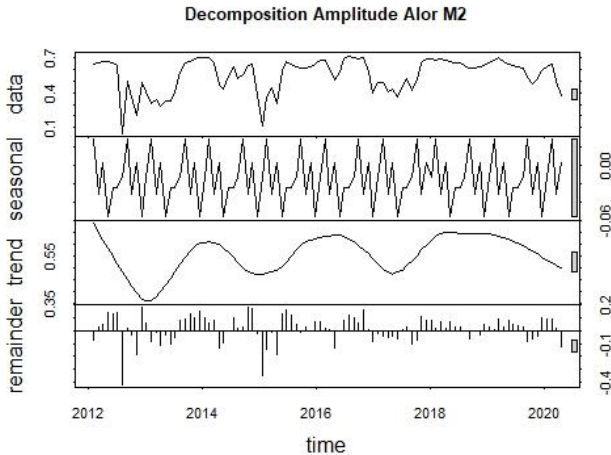


Gambar 4. 4 Grafik Amplitudo M2 Stasiun Alor Per 2 Bulan



Gambar 4. 5 Grafik Amplitudo M2 Stasiun Alor Per 1 Bulan

Dekomposisi dilakukan untuk memecah *raw data* (amplitudo konstanta pasut) menjadi komponen *trend*, *seasonal*, dan *error* (*irregular/remainder/random*). Tujuan utama proses dekomposisi dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan data *trend*. Penelitian ini menggunakan dekomposisi STL (*Seasonal-Trend decomposition prosedur based on Loess*) sesuai dengan persamaan 2.27.



Gambar 4. 6 Dekomposisi Amplitudo Per 2 Bulan Menjadi 3 Komponen dengan Satuan Sumbu Vertikal Meter

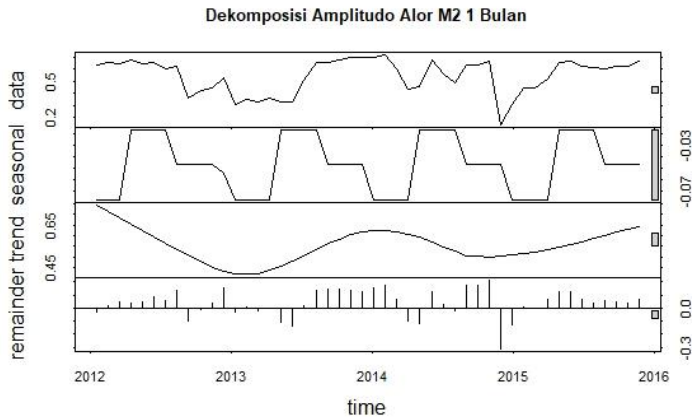
Gambar 4.6 merupakan hasil dekomposisi amplitudo M2 per 2 bulan pada Stasiun Alor yang memunculkan 4 grafik. Keempat grafik tersebut adalah data, *seasonal*, *trend* dan *remainder (error)*.

Komponen *seasonal* merupakan komponen yang memiliki pola sama pada setiap tahunnya. Nilai *seasonal* yang tertinggi selalu terjadi pada amplitudo konstanta yang berada pada bulan Januari-Februari (JF) dan Agustus-September (AS) sebesar 0,280 meter. Nilai *seasonal* terendah selalu terjadi pada amplitudo konstanta yang berada pada bulan November-Desember (ND) sebesar -0,057 meter.

Komponen *remainder* adalah komponen yang menggambarkan *error* pada hasil dekomposisi. *Error* menandakan pola perubahan yang tidak teratur. Dari hasil dekomposisi Amplitudo M2 per 2 bulan pada Stasiun Alor, komponen *remainder* memiliki nilai dari -0,420 meter hingga 0,18 meter.

Komponen *Trend* adalah adalah komponen yang menggambarkan pola naik atau turunnya dari sebuah data. Nilai *trend* akan digunakan untuk proses *detrending data*.





Gambar 4. 7 Dekomposisi Amplitudo Per 1 Bulan Menjadi 3 Komponen dengan Satuan Sumbu Vertikal Meter

Gambar 4.7 merupakan hasil dekomposisi amplitudo M2 per 1 bulan pada Stasiun Alor yang memunculkan 4 grafik. Keempat grafik tersebut adalah data, *seasonal*, *trend* dan *remainder* (*error*).

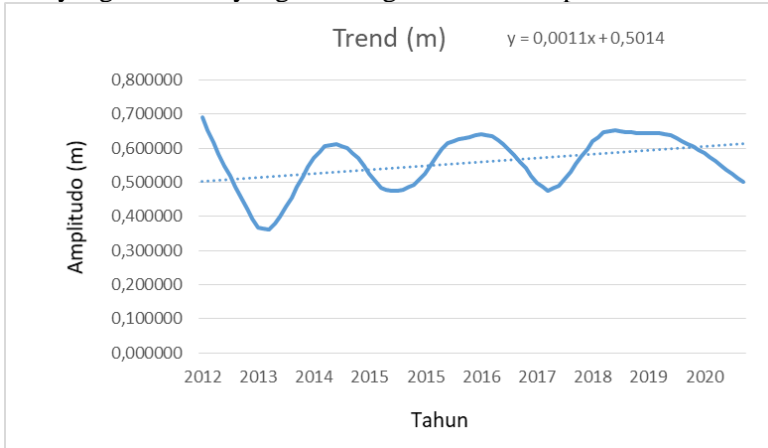
Komponen *seasonal* merupakan komponen yang memiliki pola sama pada setiap tahunnya. Nilai *seasonal* yang tertinggi selalu terjadi pada amplitudo konstanta yang berada pada bulan April, Mei, Juni, dan Juli sebesar -0,017 meter. Nilai *seasonal* terendah selalu terjadi pada amplitudo konstanta yang berada pada bulan Januari, Februari, dan Maret sebesar -0,077 meter.

Komponen *remainder* adalah komponen yang menggambarkan *error* pada hasil dekomposisi. *Error* menandakan pola perubahan yang tidak teratur. Dari hasil dekomposisi Amplitudo M2 per bulan pada Stasiun Alor, komponen *remainder* memiliki nilai dari -0,315 meter hingga 0,214 meter.

Komponen *Trend* adalah adalah komponen yang menggambarkan pola naik atau turunnya dari sebuah data. Nilai *trend* akan digunakan untuk proses *detrending data*.

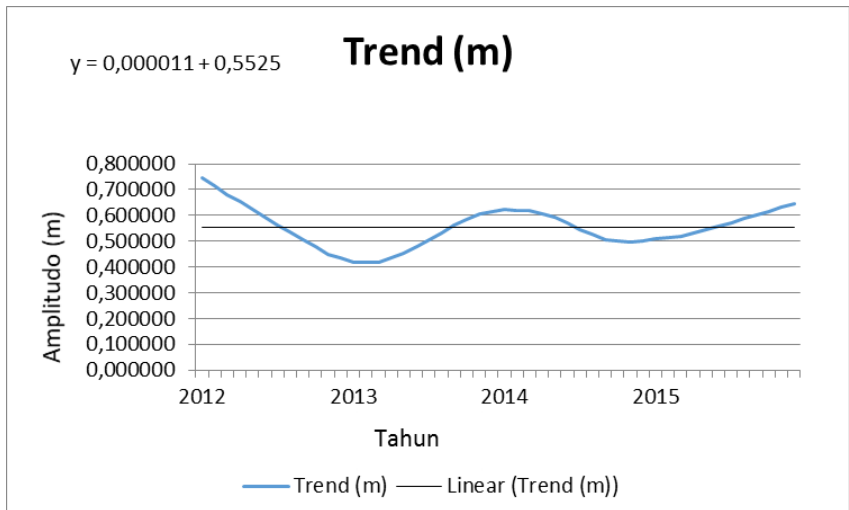
#### 4.6 Detrending Data

*Detrending* adalah proses untuk menghilangkan *trend* dari suatu data *time series*. *Detrending* bertujuan untuk mendapatkan data yang stasioner yang akan digunakan untuk proses korelasi.



Gambar 4. 8 Grafik *Trend* dan *Trend Linier* Amplitudo M2 Per 2 Bulan Stasiun Alor

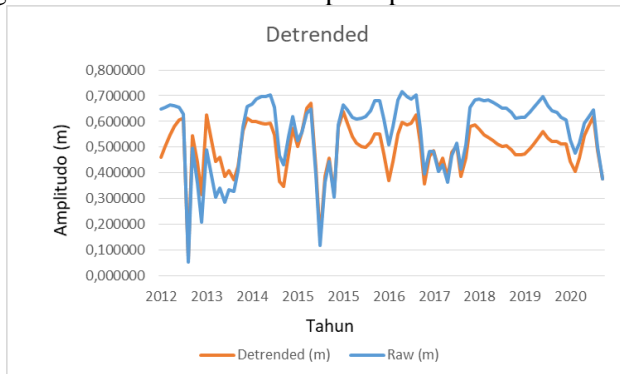
Gambar 4.8 menunjukkan grafik komponen *trend* hasil dekomposisi. Sebelum melakukan *detrending*, *trend linier* harus dicari terlebih dahulu. Grafik *Trend* amplitudo M2 menunjukkan *trend linier* dengan persamaan  $y=0,0011x+0,5014$  dimana y adalah variabel terikat atau nilai *trend linier*, 0,0011 adalah tingkat kenaikan (*trend*), x adalah variabel bebas, dan 0,5014 adalah koefisien regresi. Persamaan *trend linier* amplitudo M2 per bulan adalah  $y=0,00001x+0,5525$  yang akan ditunjukkan pada gambar 4.9.



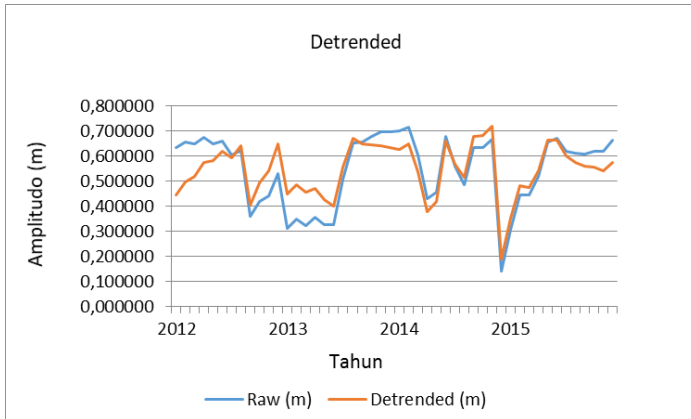
Gambar 4. 9 Grafik *Trend* dan *Trend Linier* Amplitudo M2 Per 1 Bulan Stasiun Alor

$$\text{Detrended} = \text{Raw} - (\text{Trend} - \text{Trend Linier}) \quad (4.2)$$

Perhitungan *detrending* dilakukan dengan menggunakan persamaan 4.2 dimana *trend linier* dapat dicari dengan menggunakan data *raw* ke nilai *x* pada persamaan *trend linier*.



Gambar 4. 10 Amplitudo M2 dan *Detrended* Amplitudo M2 Per 2 Bulan



Gambar 4. 11 Amplitudo M2 dan *Detrended* Amplitudo M2 Per 1 Bulan

Gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan grafik antara data *raw* dan grafik *detrended*. Data *detrended* ditunjukkan oleh grafik yang berwarna jingga. Data *detrended* digunakan untuk korelasi amplitudo konstanta pasut dengan MEI dan AUSMI.

#### **4.5 Korelasi**

Korelasi merupakan metode statistik untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel. Dalam penelitian ini, korelasi dilakukan untuk melihat hubungan MEI dengan konstanta pasut, AUSMI dengan konstanta pasut, dan kedalaman dengan bilangan *formzahl*. Tingkat hubungan berdasarkan pada tabel 2.5. Perhitungan korelasi dilakukan dengan menggunakan *software* matlab.

##### **4.5.1 Korelasi MEI dengan Konstanta Pasut**

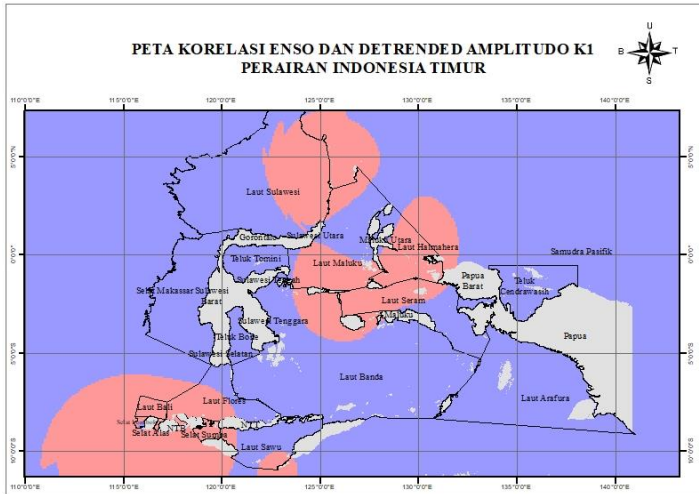
Pengaruh ENSO terhadap konstanta pasut dapat dilihat dari nilai korelasi antara MEI (indeks ENSO) dengan *detrended* konstanta. *Detrended* konstanta dalam penelitian ini adalah amplitudo per 2 bulan saling bertampalan yang telah dihilangkan komponen *trend*-nya.

Tabel 4. 10 Korelasi *Detrended* Amplitudo K1 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,088	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Banda	0,016	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Biak	0,064	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	-0,050	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Jailolo	0,040	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Jayapura	0,037	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	0,006	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
8	Mamuju	0,048	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
9	Maumere	0,003	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
10	Palopo	0,066	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
11	Rote	-0,008	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
12	Sanana	-0,053	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
13	Sape	-0,026	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
14	Saumlaki	0,056	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
15	Tahuna	-0,020	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
16	Tanjung Luar	-0,036	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Tabel 4.10 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo K1 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo K1 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel. Korelasi langsung menandakan nilai MEI naik nilai *detrended* amplitudo juga naik maupun sebaliknya, sedangkan korelasi terbalik menandakan nilai MEI naik nilai *detrended* amplitudo turun maupun sebaliknya.

Interpolasi nilai korelasi digunakan untuk mendapatkan nilai korelasi pada seluruh Perairan Indonesia bagian timur. Interpolasi dilakukan dengan menggunakan IDW pada *software* ArcGIS. Berikut korelasi di Perairan Indonesia bagian timur yang akan ditunjukkan pada gambar 4.12.



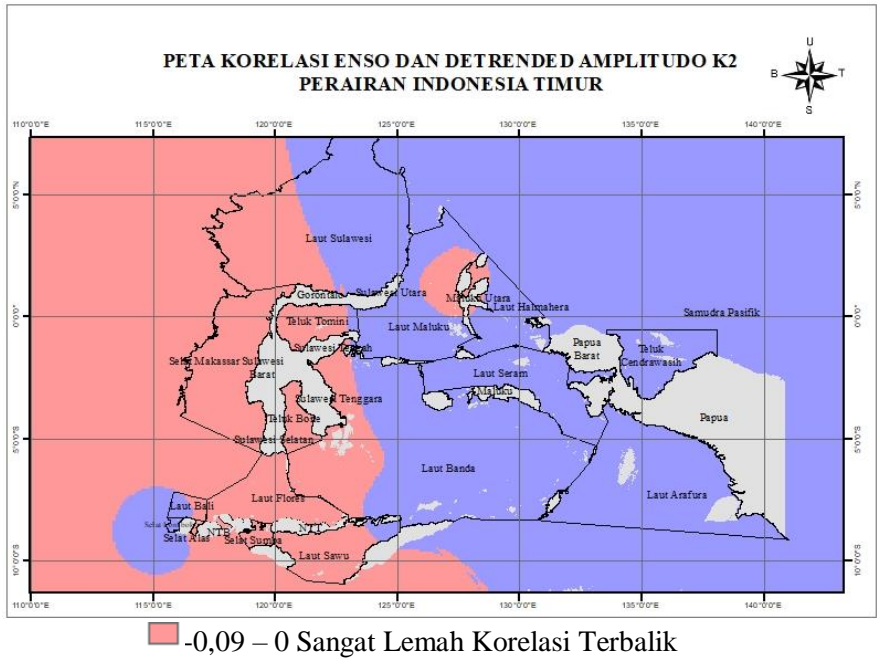
Gambar 4. 12 Korelasi *Detrended* Amplitudo K1 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo K1 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Halmahera, Laut Bali, Selat Alas, dan Selat Sumba.

Tabel 4. 11 Korelasi *Detrended* Amplitudo K2 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,021	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Banda	0,067	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Biak	0,009	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	0,009	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
5	Jailolo	-0,015	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
6	Jayapura	0,092	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	0,041	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
8	Mamuju	-0,003	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
9	Maumere	-0,043	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
10	Palopo	-0,047	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
11	Rote	-0,028	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
12	Sanana	0,051	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
13	Sape	-0,087	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
14	Saumlaki	0,004	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
15	Tahuna	0,009	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	-0,020	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Tabel 4.11 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo K2 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo K2 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel dimana yang mendominasi tingkat hubungan sangat lemah dengan korelasi langsung.



Gambar 4. 13 Korelasi *Detrended* Amplitudo K2 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

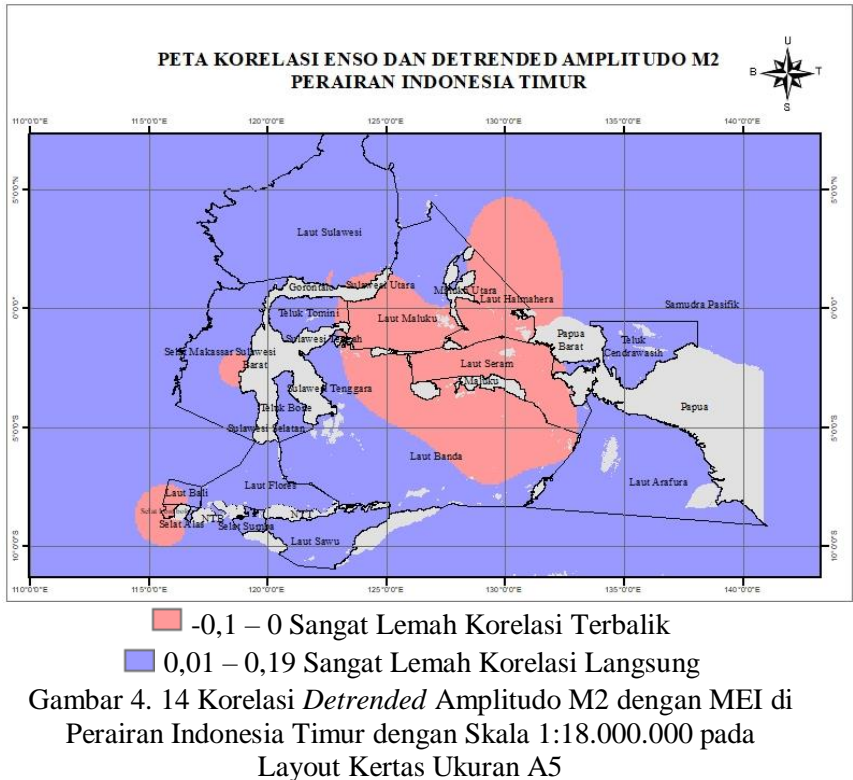
Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo K2 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Selat Makassar, Teluk Tomini, Laut Flores, Selat Alas, Selat Sumba, dan Laut Sawu.



Tabel 4. 12 Korelasi *Detrended* Amplitudo M2 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,071	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Banda	-0,085	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
3	Biak	0,124	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	-0,073	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Jailolo	0,027	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Jayapura	0,111	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	-0,019	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
8	Mamuju	-0,016	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
9	Maumere	0,068	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
10	Palopo	0,080	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
11	Rote	0,193	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
12	Sanana	-0,100	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
13	Sape	0,011	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
14	Saumlaki	0,011	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
15	Tahuna	0,019	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	0,008	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Tabel 4.12 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo M2 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo M2 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel dimana yang mendominasi tingkat hubungan sangat lemah dengan korelasi langsung.

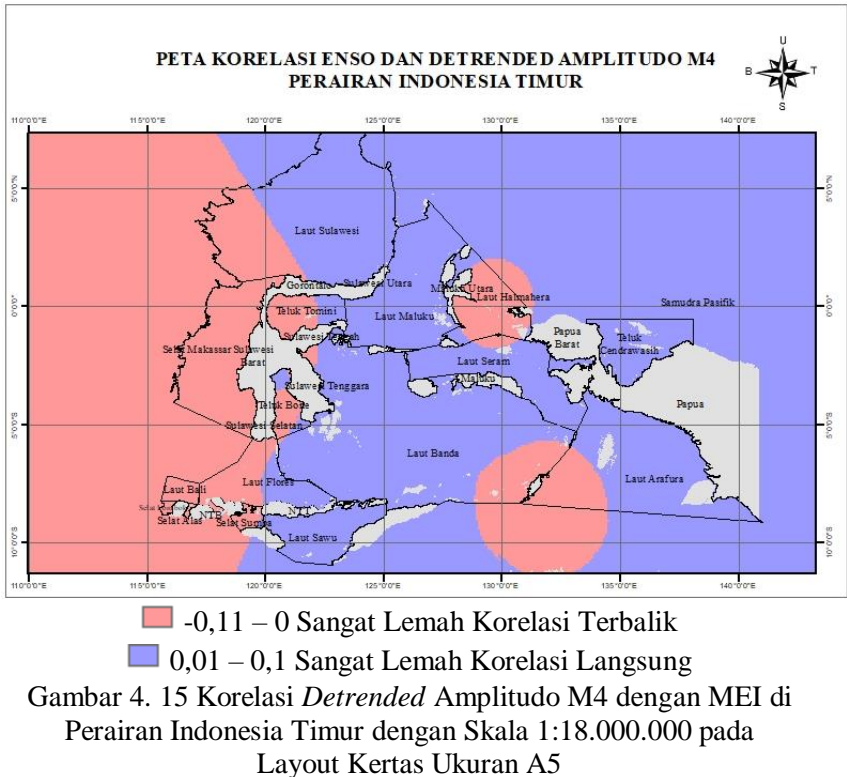


Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo M2 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Halmahera, Laut Seram, dan Selat Lombok.

Tabel 4. 13 Korelasi *Detrended* Amplitudo M4 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,103	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Banda	0,017	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Biak	0,082	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	-0,028	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Jailolo	0,002	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Jayapura	0,101	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	-0,022	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
8	Mamuju	-0,113	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
9	Maumere	0,017	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
10	Palopo	0,012	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
11	Rote	0,055	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
12	Sanana	0,054	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
13	Sape	-0,003	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
14	Saumlaki	-0,055	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
15	Tahuna	0,039	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	-0,035	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Tabel 4.13 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo M4 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo M4 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel dimana yang mendominasi tingkat hubungan sangat lemah dengan korelasi langsung.

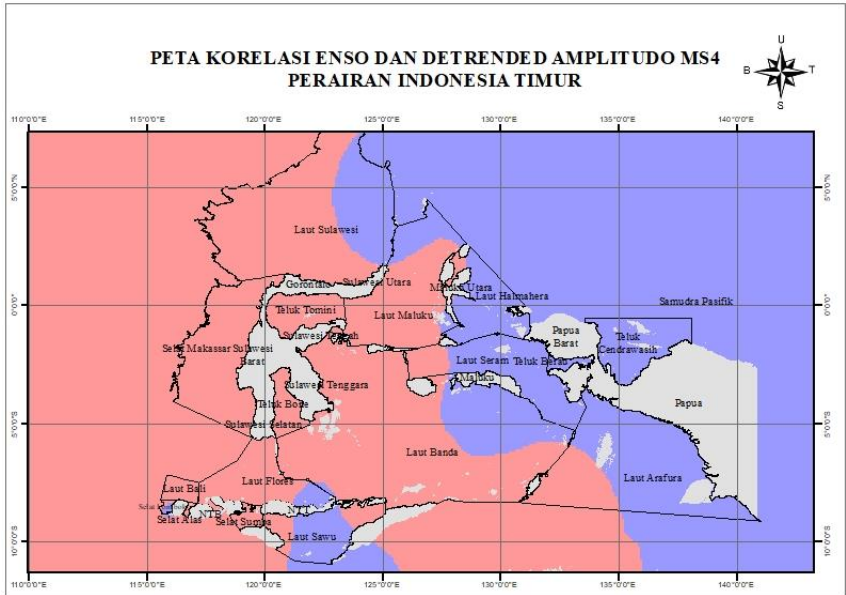


Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo M4 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Halmahera, Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Bali, Selat Alas, Selat Sumba, dan Selat Lombok.

Tabel 4. 14 Korelasi *Detrended* Amplitudo MS4 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	-0,060	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
2	Banda	0,028	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Biak	0,060	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	0,057	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
5	Jailolo	-0,023	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
6	Jayapura	0,066	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	0,013	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
8	Mamuju	-0,061	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
9	Maumere	0,026	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
10	Palopo	-0,085	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
11	Rote	0,063	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
12	Sanana	-0,022	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
13	Sape	-0,102	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
14	Saumlaki	-0,040	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
15	Tahuna	0,023	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	-0,049	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Tabel 4.14 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo MS4 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo MS4 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel.



■ -0,01 – 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik

■ 0,01 – 0,07 Sangat Lemah Korelasi Langsung

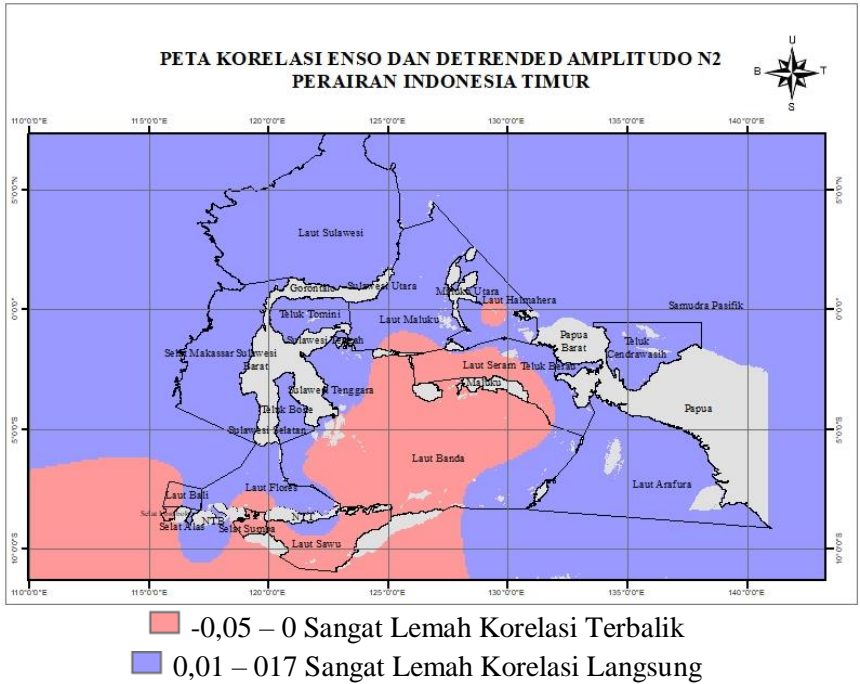
Gambar 4. 16 Korelasi *Detrended* Amplitudo MS4 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo MS4 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Halmahera, Laut Seram, Laut Arafura, Teluk Berau, Teluk Cendrawasih, Laut Sawu, Selat Lombok dan Samudra Pasifik di atas Pulau Papua.

Tabel 4. 15 Korelasi Detrended Amplitudo N2 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	-0,052	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
2	Banda	-0,052	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
3	Biak	0,143	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	-0,002	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Jailolo	0,023	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Jayapura	0,171	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	-0,020	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
8	Mamuju	0,005	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
9	Maumere	0,015	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
10	Palopo	0,038	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
11	Rote	-0,035	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
12	Sanana	-0,006	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
13	Sape	-0,001	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
14	Saumlaki	0,060	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
15	Tahuna	0,047	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	0,019	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Tabel 4.15 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo N2 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo N2 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel.



Gambar 4. 17 Korelasi Detrended Amplitudo N2 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

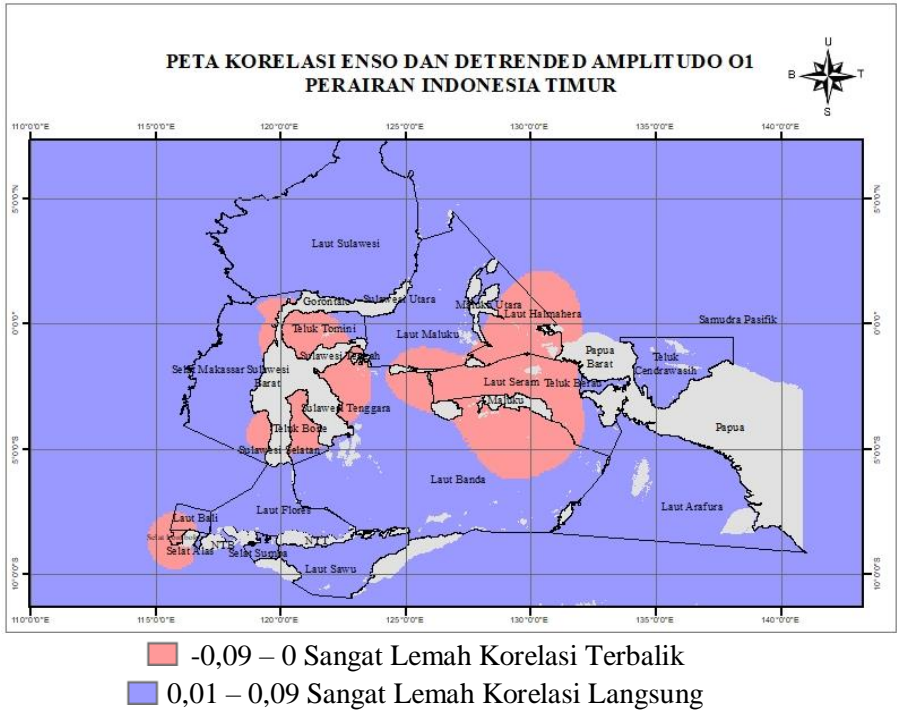
Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo N2 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Banda, Laut Sawu, Laut Sawu, Selat Sumba dan Selat Lombok.



Tabel 4. 16 Korelasi *Detrended* Amplitudo O1 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,076	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Banda	-0,051	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
3	Biak	0,076	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	-0,059	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Jailolo	0,062	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Jayapura	0,083	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	-0,008	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
8	Mamuju	0,038	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
9	Maumere	0,086	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
10	Palopo	-0,086	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
11	Rote	0,081	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
12	Sanana	-0,011	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
13	Sape	0,010	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
14	Saumlaki	0,074	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
15	Tahuna	0,047	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	0,002	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Tabel 4.16 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo O1 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo O1 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel dimana yang mendominasi korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah.



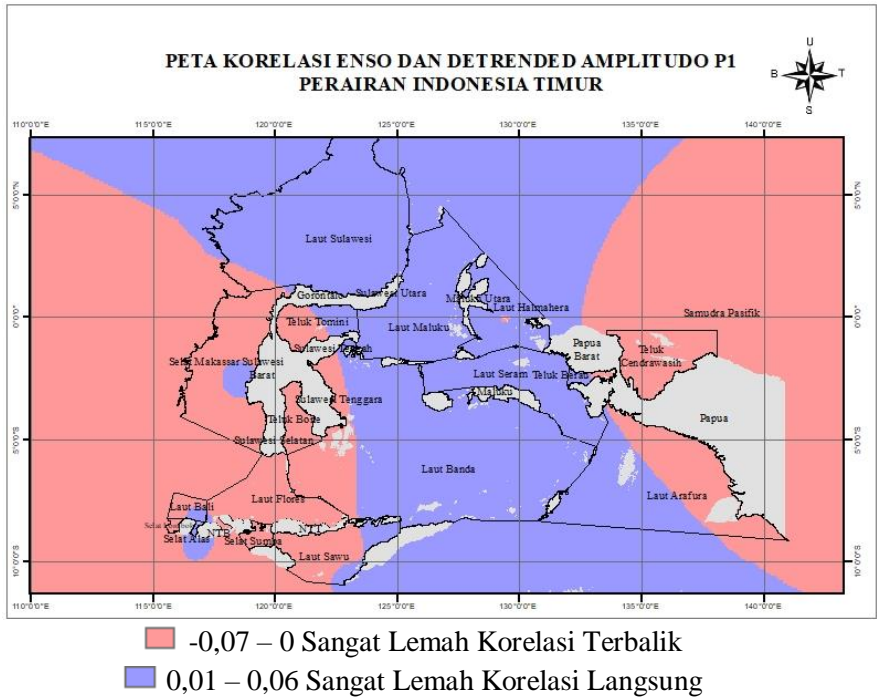
Gambar 4. 18 Korelasi *Detrended* Amplitudo O1 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo O1 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Seram, Laut Halmahera, Teluk Tomini, Teluk Bone, dan Selat Lombok.

Tabel 4. 17 Korelasi *Detrended* Amplitudo P1 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,028	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Banda	0,048	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Biak	-0,067	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Gebe	0,000	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Jailolo	0,050	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Jayapura	-0,008	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
7	Lembar	-0,040	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
8	Mamuju	0,012	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
9	Maumere	-0,035	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
10	Palopo	-0,062	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
11	Rote	0,004	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
12	Sanana	0,057	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
13	Sape	-0,053	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
14	Saumlaki	0,009	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
15	Tahuna	0,025	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	0,042	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Tabel 4.17 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo P1 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo P1 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel dimana yang mendominasi korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah.



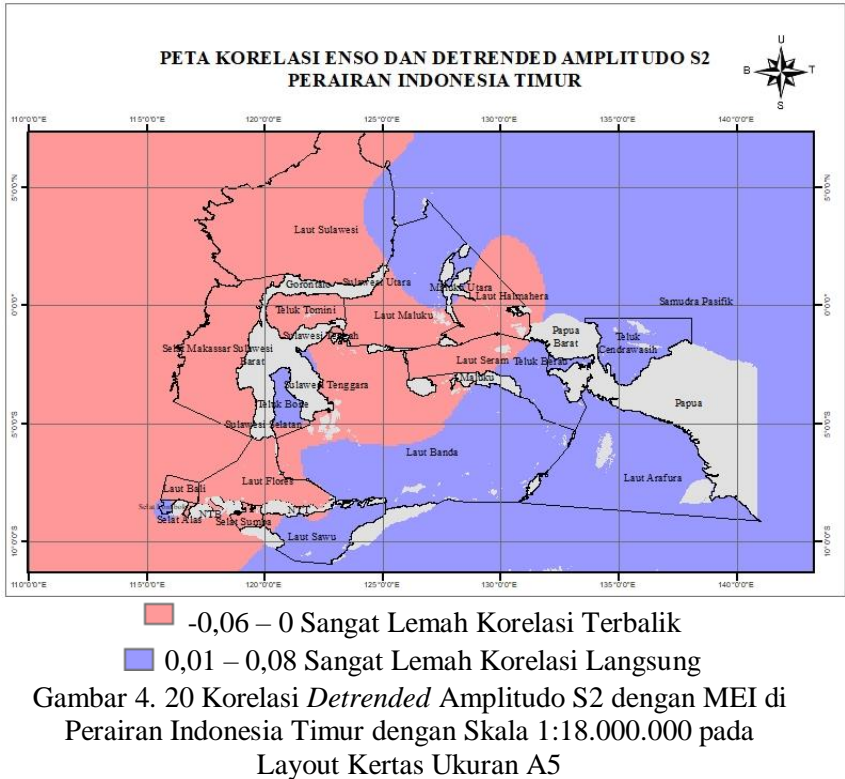
Gambar 4. 19 Korelasi *Detrended* Amplitudo P1 dengan MEI di Perairan Indonesia Timur dengan Skala 1:18.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo P1 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Flores, Teluk Bone, Selat Makassar, Selat Sumba, Laut Sawu, Teluk Cendrawasih, Selat Lombok dan Samudra Pasifik di atas Pulau Papua.

Tabel 4. 18 Korelasi *Detrended* Amplitudo S2 Per 2 Bulan dengan MEI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,004	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Banda	0,009	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Biak	0,068	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Gebe	-0,032	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Jailolo	0,026	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Jayapura	0,069	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
7	Lembar	0,011	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
8	Mamuju	-0,062	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
9	Maumere	-0,006	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
10	Palopo	0,038	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
11	Rote	0,077	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
12	Sanana	-0,065	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
13	Sape	-0,018	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
14	Saumlaki	0,058	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
15	Tahuna	0,001	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
16	Tanjung Luar	-0,027	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Tabel 4.18 memberikan hasil korelasi antara *detrended* amplitudo P1 per dua bulan dengan MEI. Simbol  $\rho$  menandakan ukuran korelasi antar dua variabel. Dari 16 stasiun pasut yang digunakan, tingkat hubungan amplitudo P1 hanya ada 2, yaitu sangat lemah korelasi langsung antar variabel dan sangat lemah korelasi terbalik antar variabel dimana yang mendominasi korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah.



Korelasi yang dominan antara *detrended* amplitudo S2 dengan MEI di Perairan Indonesia timur adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah mendominasi di Laut Arafura, Laut Sawu, Teluk Cendrawasih, Selat Lombok, Teluk Bone dan Samudra Pasifik di atas Pulau Papua.

#### **4.5.2 Korelasi AUSMI dengan Konstanta Pasut**

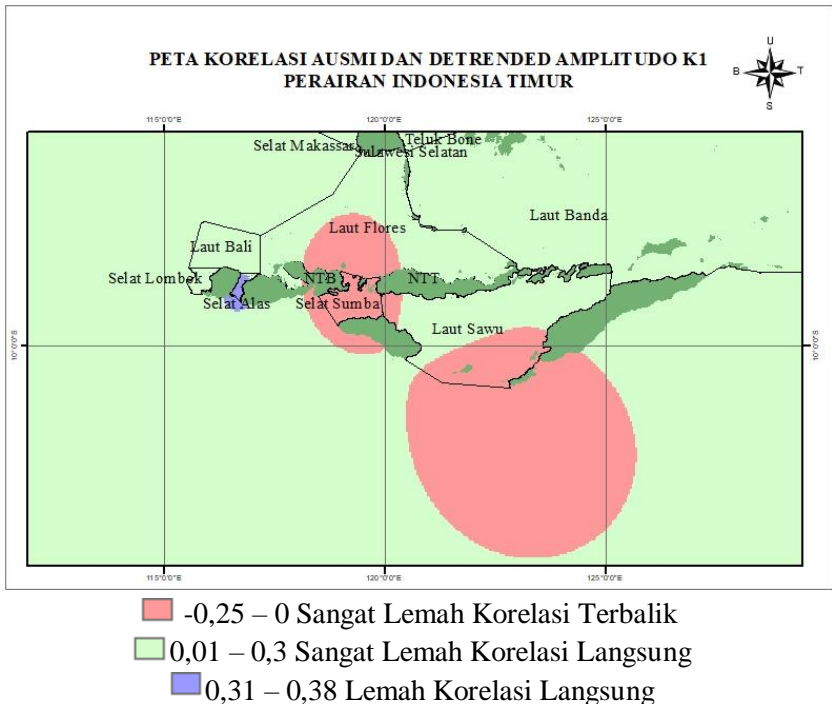
Pengaruh angin monsun terhadap konstanta pasut berdasarkan tingkat hubungan dari nilai korelasi antara *detrended* amplitudo per 1 bulan dengan konstanta pasut dan AUSMI.

AUSMI memiliki indeks nilai hanya pada Bulan Januari, Februari dan Desember (Kajikawa dan Wang, 2016). Data AUSMI yang tersedia pada sumber hanya berada hingga tahun 2015 sehingga *detrended* amplitudo yang digunakan adalah *detrended* amplitudo per bulan pada Bulan Januari, Februari, dan Desember dari tahun 2012 hingga 2015. AUSMI hanya mencakup area antara  $5^{\circ}$  LS –  $15^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $130^{\circ}$  BT sehingga stasiun yang digunakan sejumlah 6 stasiun pasut dalam penelitian ini. Stasiun pasut yang dipakai adalah Stasiun Alor, Lembar, Maumere, Rote, Sape, dan Tanjung Luar.

Tabel 4. 19 Korelasi Detrended Amplitudo K1 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,287	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Lembar	0,158	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Maumere	0,193	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Rote	- 0,248	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Sape	- 0,162	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
6	Tanjung Luar	0,376	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Dari tabel 4.19 dapat dilihat terdapat 3 tingkat hubungan yang berbeda dari 6 stasiun yang digunakan. 3 tingkat hubungan tersebut adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah, korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah. Korelasi yang mendominasi antara *detrended* amplitudo K1 dengan AUSMI adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi langsung menandakan nilai *detrended* amplitudo naik dan nilai AUSMI juga naik maupun sebaliknya. Korelasi terbalik menandakan apabila nilai *detrended* amplitudo naik, maka nilai AUSMI turun maupun sebaliknya.



Gambar 4. 21 Korelasi *Detrended* Amplitudo K1 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur dengan skala 1:10.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5



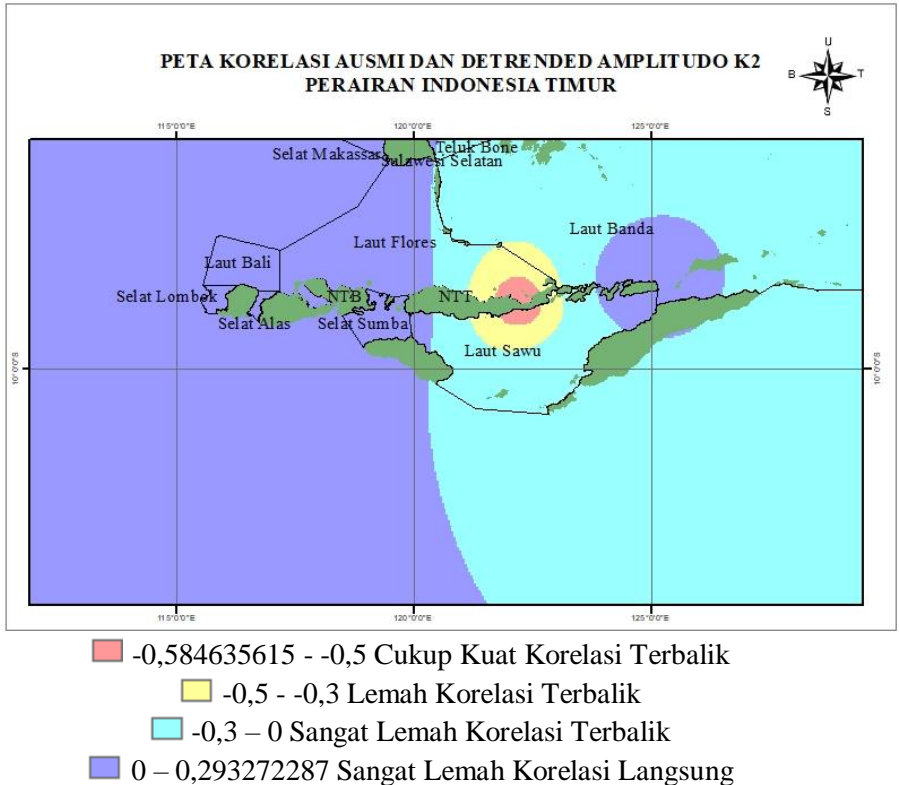
Dapat dilihat dari gambar 4.21 bahwa perairan yang terkena oleh AUSMI adalah Laut Flores, Laut Bali, Selat Lombok, Selat Sumba, Laut Sawu, sebagian Laut Banda, sebagian kecil Selat Makassar, dan sebagian kecil Teluk Bone. Korelasi yang mendominasi Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah terdapat pada Selat Sumba, sebagian Laut Flores, dan sebagian Laut Sawu. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah terdapat pada Selat Alas.

Tabel 4. 20 Korelasi *Detrended* Amplitudo K2 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,091	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Lembar	0,176	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Maumere	-0,585	Cukup Kuat Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Rote	-0,012	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Sape	0,288	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Tanjung Luar	0,293	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Dapat dilihat dari tabel 4.20 bahwa terdapat 3 tingkat hubungan dari 6 stasiun yang digunakan. 3 tingkat hubungan

tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat cukup kuat, korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi yang mendominasi adalah korelasi langsung dengan tingkat sangat lemah.



Gambar 4. 22 Korelasi *Detrended* Amplitudo K2 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

Dapat dilihat dari gambar 4.22 dan tabel 4.20 bahwa korelasi paling dominan di Perairan Indonesia timur adalah korelasi

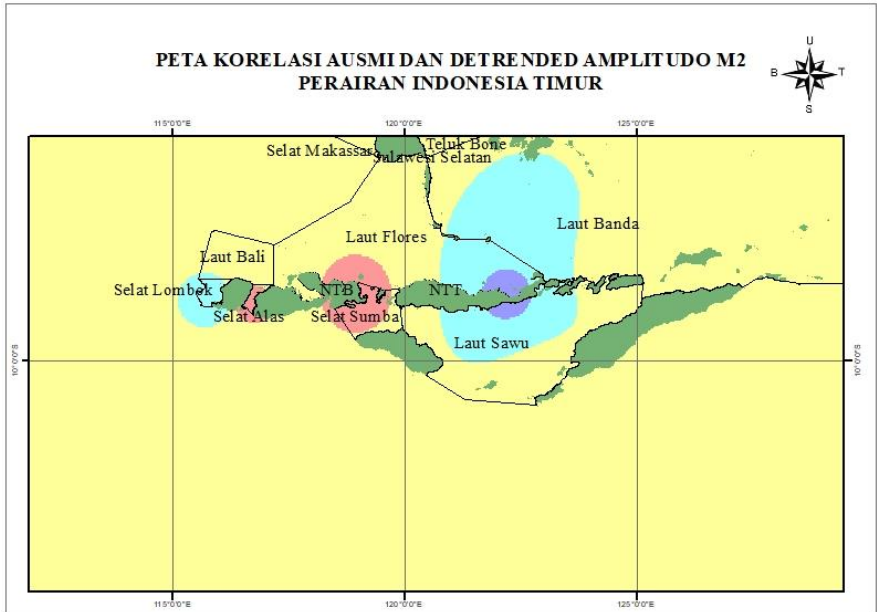
langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah terdapat di sebagian besar Laut Sawu, sebagian kecil Laut Flores sebagian besar Laut Banda, dan Teluk Bone. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah terdapat di sebagian kecil Laut Sawu, sebagian kecil Laut Flores, dan sebagian kecil Laut Banda. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan cukup kuat terdapat di sebagian kecil Laut Sawu dan sebagian kecil Laut Flores.

Tabel 4. 21 Korelasi Detrended Amplitudo M2 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	-0,082	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
2	Lembar	0,246	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Maumere	0,377	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
4	Rote	-0,239	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Sape	-0,371	Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
6	Tanjung Luar	-0,494	Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Dari tabel 4.21 dapat dilihat bahwa terdapat 4 tingkat hubungan antara *detrended* amplitudo M2 dan AUSMI dari 6 stasiun yang digunakan. 4 tingkat hubungan tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah, korelasi terbalik

dengan tingkat hubungan sangat lemah, korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah. Tingkat hubungan yang mendominasi adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah dan lemah.



- -0,492438436 - -0,3 Lemah Korelasi Terbalik
- -0,3 – 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- 0 – 0,3 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- 0,3 – 0,377240658 Lemah Korelasi Langsung

Gambar 4. 23 Korelasi *Detrended* Amplitudo M2 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

Dapat dilihat dari gambar 4.23 bahwa korelasi yang mendominasi di Perairan Indonesia timur adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan

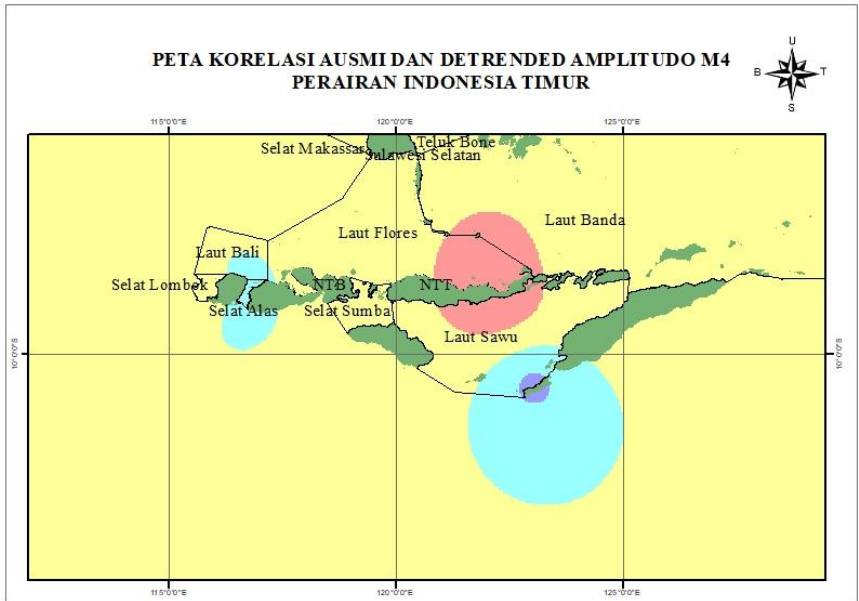
tingkat hubungan lemah berada di sebagian kecil Laut Flores, sebagian besar Selat Sumba, dan Selat Alas. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah berada di sebagian kecil Laut Banda, sebagian kecil Laut Flores, sebagian kecil Laut Sawu, dan Selat Lombok. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah berada di sebagian kecil Laut Flores dan sebagian kecil Laut Sawu.

Tabel 4. 22 Korelasi *Detrended* Amplitudo M4 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,169	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Lembar	0,209	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Maumere	-0,249	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Rote	0,523	Cukup Kuat Korelasi Langsung antar Variabel
5	Sape	0,100	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Tanjung Luar	0,422	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Dari tabel 4.22 dapat dilihat bahwa terdapat 4 tingkat hubungan antara *detrended* amplitudo M4 dengan AUSMI. 4 tingkat hubungan tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah, korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah, korelasi langsung dengan tingkat

hubungan yang lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan cukup kuat. Tingkat hubungan yang mendominasi adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah.



Gambar 4. 24 Korelasi Detrended Amplitudo M4 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

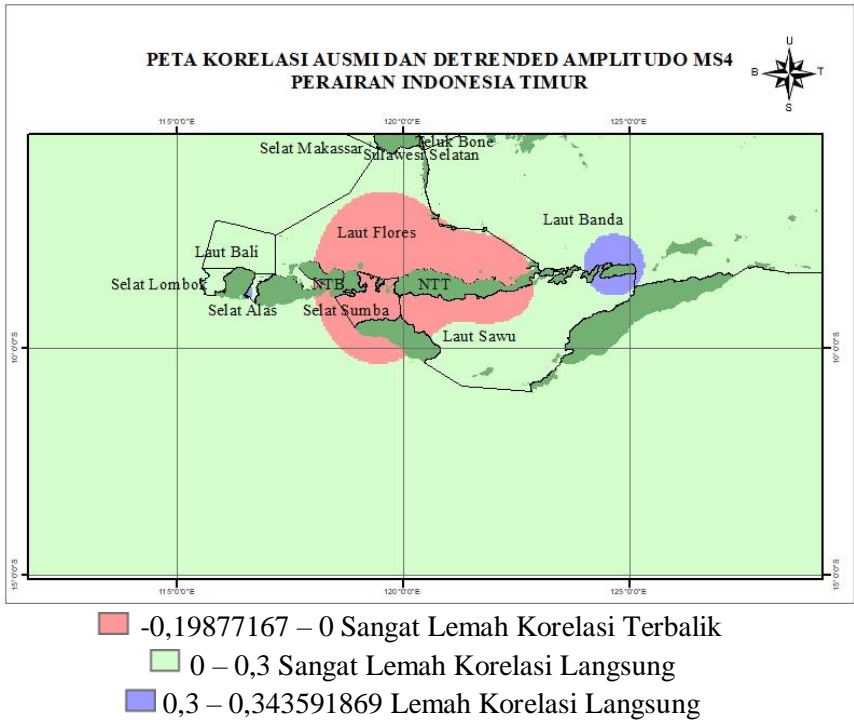
Dari gambar 4.24 dapat dilihat bahwa tingkat hubungan yang mendominasi di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah berada di sebagian kecil Laut Banda, sebagian kecil Laut Flores, dan sebagian kecil Laut Sawu.

Korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah berada di sebagian kecil Laut Sawu, sebagian kecil Laut Bali, dan Selat Alas. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan cukup kuat berada di sebagian kecil Laut Sawu.

Tabel 4. 23 Korelasi *Detrended* Amplitudo MS4 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	0,344	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
2	Lembar	0,209	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Maumere	-0,072	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Rote	0,146	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
5	Sape	-0,199	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
6	Tanjung Luar	0,310	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Dari tabel 4.23 dapat dilihat bahwa terdapat 3 tingkat hubungan antara *detrended* amplitudo MS4 dan AUSMI. 3 tingkat hubungan tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah, korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah.



Gambar 4. 25 Korelasi *Detrended* Amplitudo MS4 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

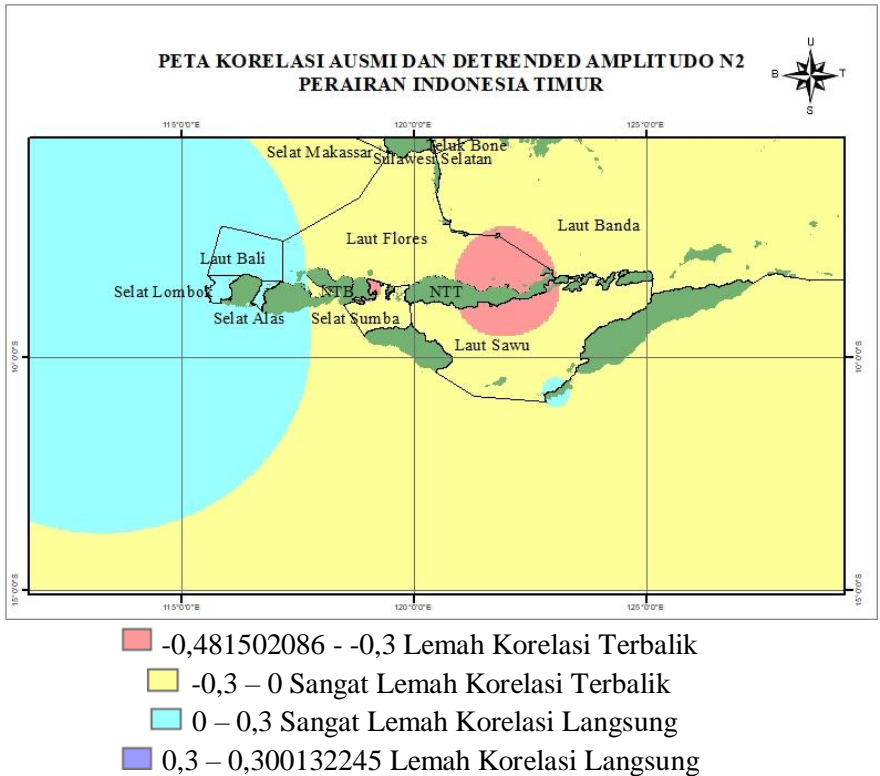
Dari gambar 4.25 dapat dilihat korelasi yang mendominasi di Perairan Indonesia timur adalah korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah berada di sebagian besar Laut Flores, sebagian kecil Laut Sawu dan Selat Sumba. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah berada di sebagian kecil Laut Sawu, sebagian kecil Selat Alas dan sebagian kecil Laut Banda.



Tabel 4. 24 Korelasi *Detrended* Amplitudo N2 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	-0,018	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
2	Lembar	0,042	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Maumere	-0,482	Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Rote	0,010	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
5	Sape	-0,309	Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
6	Tanjung Luar	0,301	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Dari tabel 4.24 dapat dilihat bahwa terdapat 4 tingkat hubungan antara *detrended* amplitudo N2 dengan AUSMI. 4 tingkat hubungan tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah, korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah, korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah. Tingkat hubungan yang mendominasi dari 6 stasiun yang digunakan adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah.



Gambar 4. 26 Korelasi *Detrended* Amplitudo N2 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

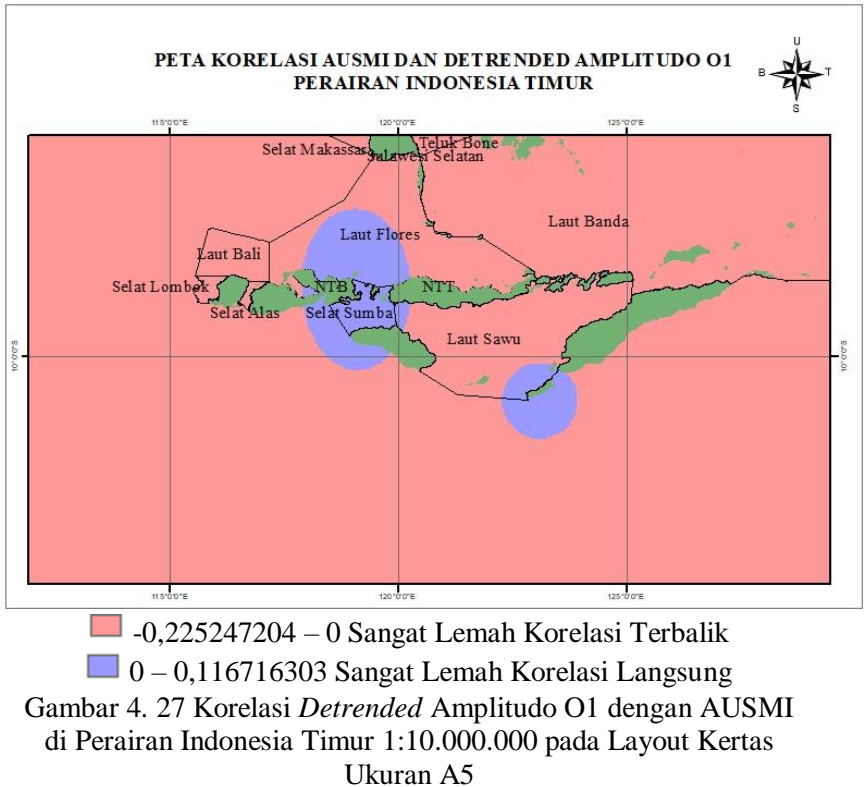
Dari gambar 4.26 dapat dilihat bahwa korelasi yang mendominasi di Perairan Indonesia timur adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah berada di sebagian kecil Laut Banda, sebagian kecil Laut Flores, sebagian kecil Laut Sawu, dan sebagian kecil Selat Sumba. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah berada di Laut Bali, Selat Lombok, sebagian besar Selat Alas, sebagian kecil Laut Sawu dan sebagian kecil Laut

Flores. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah berada sebagian kecil Selat Alas.

Tabel 4. 25 Korelasi Detrended Amplitudo O1 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	-0,039	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
2	Lembar	-0,168	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
3	Maumere	-0,225	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Rote	0,027	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
5	Sape	0,117	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Tanjung Luar	-0,062	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Dari tabel 4.25 dapat dilihat bahwa hanya terdapat 2 tingkat hubungan antara *detrended* amplitudo O1 dan AUSMI dari 6 stasiun pasut yang digunakan. Kedua tingkat hubungan tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah. Tingkat hubungan yang mendominasi adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah.

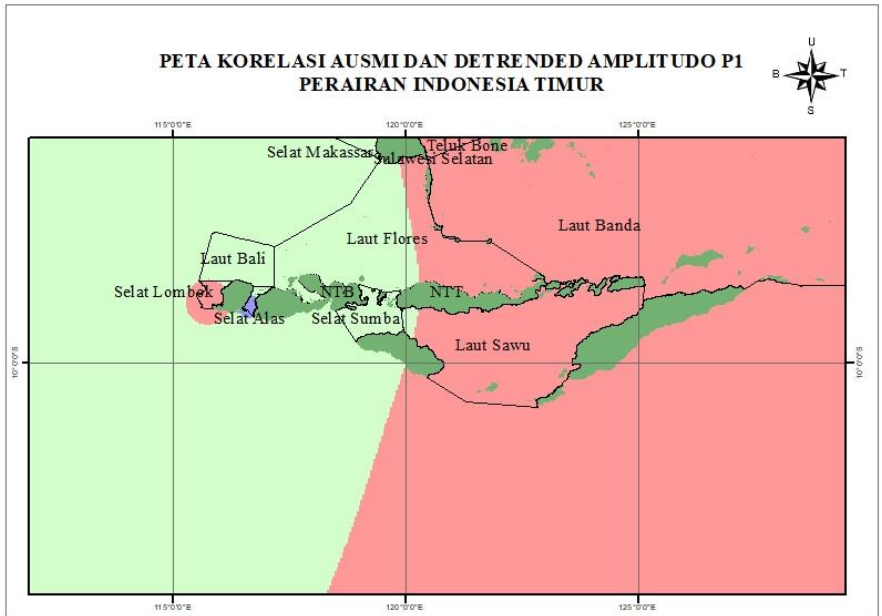


Dapat dilihat dari gambar 4.27 bahwa tingkat hubungan yang paling dominan di Perairan Indonesia timur adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah berada di sebagian kecil Laut Sawu, sebagian Laut Flores, dan Selat Sumba.

Tabel 4. 26 Korelasi *Detrended* Amplitudo P1 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	-0,086	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
2	Lembar	-0,161	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
3	Maumere	-0,223	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Rote	-0,125	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Sape	0,091	Sangat Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
6	Tanjung Luar	0,398	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel

Dari tabel 4.26 dapat dilihat bahwa terdapat 3 tingkat hubungan antara *detrended* amplitudo P1 dengan AUSMI dari 6 stasiun pasut yang digunakan. 3 tingkat hubungan tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah, korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah. Tingkat hubungan yang paling mendominasi adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah.



- -0,222745732 – 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- 0 – 0,3 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- 0,3 – 0,39681232 Lemah Korelasi Langsung

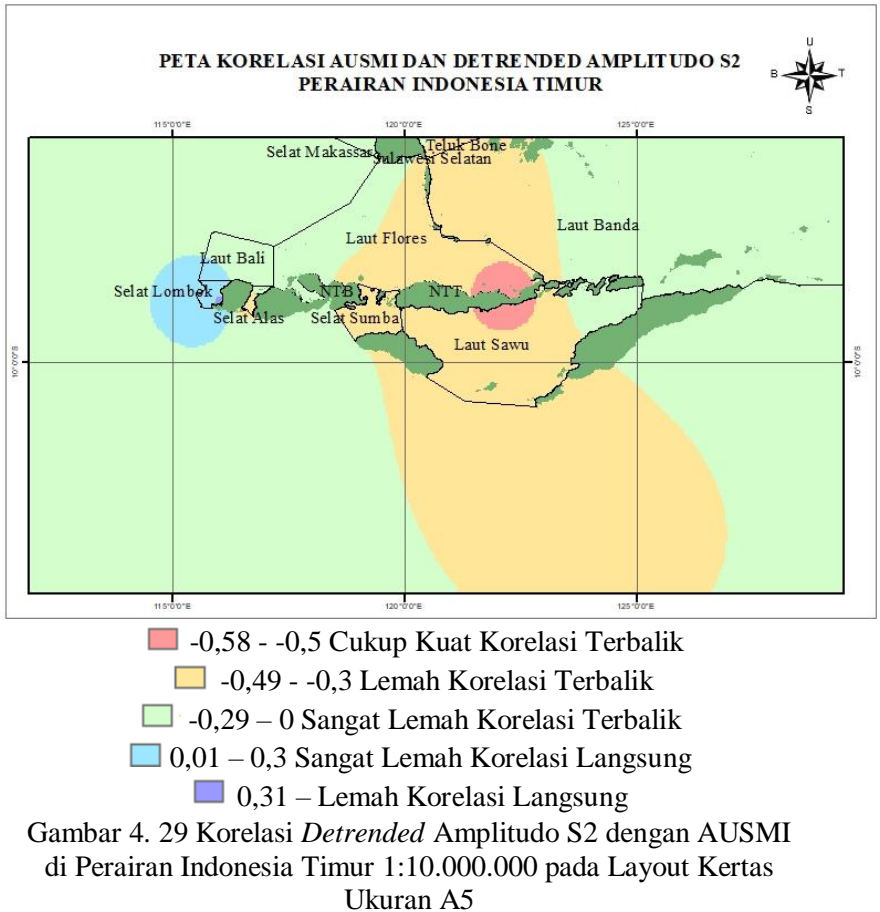
Gambar 4. 28 Korelasi *Detrended* Amplitudo P1 dengan AUSMI di Perairan Indonesia Timur 1:10.000.000 pada Layout Kertas Ukuran A5

Dapat dilihat dari gambar 4.28 bahwa tingkat hubungan yang mendominasi di Perairan Indonesia timur adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah berada di sebagian besar Laut Flores, Selat Sumba, sebagian kecil Selat Alas, Selat Makassar, dan Laut Bali. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah berada di sebagian besar Selat Alas.

Tabel 4. 27 Korelasi *Detrended* Amplitudo S2 Per 1 Bulan dengan AUSMI

No	Nama Stasiun	$\rho$	Hubungan
1	Alor	-0,076	Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
2	Lembar	0,356	Lemah Korelasi Langsung antar Variabel
3	Maumere	-0,575	Cukup Kuat Korelasi Terbalik antar Variabel
4	Rote	-0,387	Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
5	Sape	-0,322	Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel
6	Tanjung Luar	-0,467	Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel

Dapat dilihat dari tabel 4.27 bahwa terdapat 4 tingkat hubungan antara *detrended* amplitudo S2 dengan AUSMI dari 6 stasiun pasut yang digunakan. 4 tingkat hubungan tersebut adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan cukup kuat, korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah, korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah, dan korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah. Tingkat hubungan yang mendominasi adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan lemah.



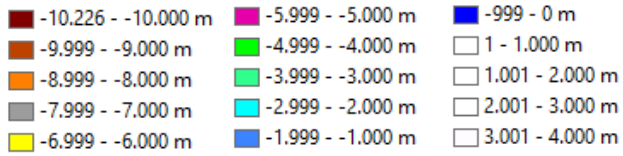
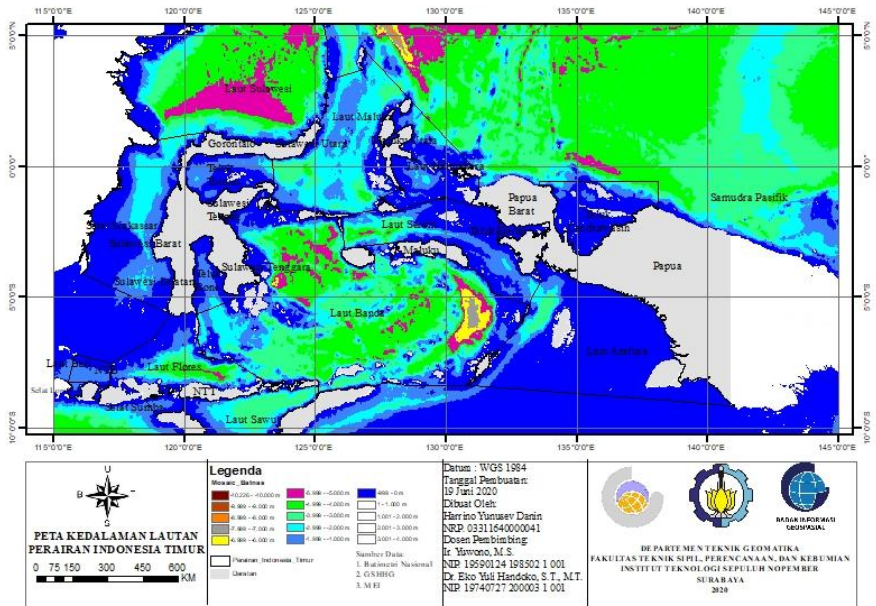
Gambar 4.29 menunjukkan hasil interpolasi korelasi antara *detrended* amplitudo S2 dengan AUSMI dengan menggunakan metode IDW. Setelah diinterpolasi, terdapat 5 tingkat hubungan di Perairan Indonesia timur. Tingkat hubungan yang mendominasi adalah korelasi terbalik dengan tingkat hubungan sangat lemah dan lemah. Korelasi terbalik dengan tingkat hubungan cukup kuat berada di sebagian kecil Laut Flores dan sebagian kecil Laut Sawu.



Korelasi langsung dengan tingkat hubungan sangat lemah berada di sebagian kecil Laut Bali dan sebagian besar Selat Lombok. Korelasi langsung dengan tingkat hubungan lemah berada di sebagian kecil Selat Lombok.

#### **4.5.3 Korelasi Kedalaman dengan Bilangan *Formzahl***

Nilai kedalaman dapat dilihat dengan menggunakan data batimetri nasional oleh Badan Informasi Geospasial. Data batimetri nasional yang didapat pada awalnya masih 1 grid dalam 1 berkas dimana memiliki grid sebesar  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  sehingga perlu digabung terlebih dahulu. Mozaik adalah cara yang digunakan untuk menggabung data batimetri nasional. Mozaik dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS.



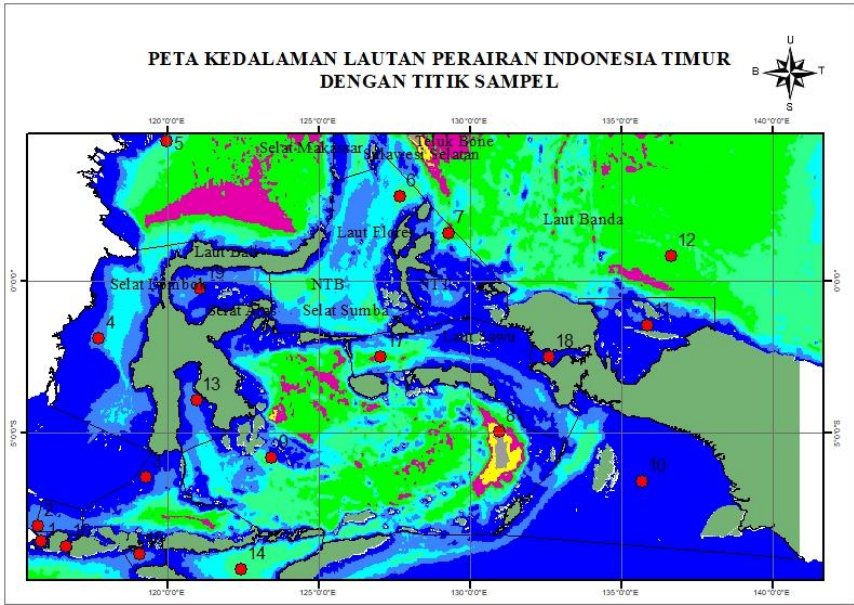
Gambar 4. 30 Batimetri Nasional

Dari data batimetri nasional yang digunakan dalam koordinat 10° LU - 15° LS dan 115° BT - 145° BT, nilai ketinggian yang didapat berkisar dari -10.226 meter hingga 4.000 meter. Ketinggian tersebut diklasifikasi menjadi 15 kelas dimana kedalaman memiliki 14 kelas dengan jarak kedalaman 999 meter. Dari gambar 4.30 dapat dilihat bahwa Perairan Indonesia timur memiliki kedalaman dari 0 hingga 7.999 meter dengan kedalaman paling dalam berada di Laut Banda.

Karakteristik pasang surut sebelumnya digambarkan pada gambar 4.3 sub bab 4.3.3 bahwa karakteristik yang ada di Perairan

Indonesia timur adalah *mixed semidiurnal* dan *mixed diurnal*. Karakteristik yang mendominasi adalah *mixed semidiurnal*. *Mixed diurnal* berada di sebagian Laut Bali dan Selat Lombok dimana kedua perairan tersebut memiliki kedalaman 0 hingga 1.999 meter. Karakteristik *mixed semidiurnal* berada di Perairan Indonesia timur yang memiliki kedalaman hingga lebih dari 1.999 meter. Hubungan yang lebih jelas antara kedalaman lautan dengan karakteristik dapat dilihat dengan melakukan korelasi antara kedalaman dan bilangan *formzahl*.

Korelasi dalam penelitian ini membutuhkan nilai kedalaman dan bilangan *formzahl*. Nilai kedalaman masih dalam raster sehingga perlu dicari nilai kedalaman di suatu titik lokasi dengan cara *extract raster to points* menggunakan *tools sample* pada ArcGIS. *Extract raster to point* dilakukan pada titik sampel yang dibuat pada batimetri nasional yang telah digabung dan bilangan *formzahl* yang telah diinterpolasi. Dalam penelitian ini, titik sampel mewakili dengan jarak kedalaman yang berbeda dan mewakili setiap perairan yang dapat ditunjukkan pada gambar 4.31.



Gambar 4. 31 Titik Sampel yang Ditandai Titik Berwarna Merah

Tabel 4. 28 Hasil *Extract Raster to Point*

No	Lon (Derajat Desimal)	Lat (Derajat Desimal)	BATNAS (m)	Formzahl
1	115,815	-8,568	970,980	2,044229
2	115,708	-8,065	1.376,984	1,605371
3	119,277	-6,447	597,510	0,744899
4	117,716	-1,869	1.766,350	0,57114
5	119,969	4,619	2.805,964	0,620755
6	127,685	2,797	3.594,957	0,507524
7	129,292	1,596	4.558,943	0,589357
8	130,964	-4,943	6.700,956	0,509432
9	123,448	-5,819	3.668,151	0,636691
10	135,691	-6,61	56,087	0,593531

No	Lon (Derajat Desimal)	Lat (Derajat Desimal)	BATNAS (m)	Formzahl
11	135,859	-1,438	458,238	0,599289
12	136,653	0,837	4.335,382	0,627003
13	120,95	-3,935	2.063,368	0,636498
14	122,427	-9,495	3.278,909	0,554922
15	119,084	-8,983	1.463,035	0,700381
16	116,656	-8,735	85,387	0,497535
17	127,037	-2,477	5.276,658	1,012462
18	132,615	-2,48	22,966	0,593913
19	121,069	-0,24	1.077,133	0,651608

Tabel 4.28 merupakan hasil dari proses *extract raster to point* dimana mendapatkan koordinat lintang dan bujur, batimetri nasional, dan bilangan *formzahl*. Negatif pada koordinat lintang menandakan lintang selatan, sedangkan positif menandakan lintang utara. Koordinat bujur berada pada bujur timur.

Korelasi antara nilai batimetri nasional dan bilangan *formzahl* dilakukan untuk melihat hubungannya. Perhitungan korelasi dilakukan dengan menggunakan *software* matlab. Hasil korelasi antara batimetri nasional dan bilangan *formzahl* adalah -0,162. Berdasarkan (Hinkle, 2002) pada tabel 2.5, nilai korelasi tersebut memiliki tingkat hubungan yang sangat lemah. Tanda negatif menandakan korelasi terbalik. Korelasi terbalik memiliki arti apabila nilai kedalaman semakin dalam (angka naik), maka bilangan *formzahl* akan turun maupun sebaliknya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan pada Analisis Pola Pasang Surut di Perairan Indonesia Bagian Timur, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 2 karakteristik pasang surut yang ada di Perairan Indonesia bagian timur, yaitu *mixed semidiurnal* dan *mixed diurnal*. Karakteristik *mixed semidiurnal* terletak pada Selat Makassar, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Bone, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, Teluk Berau, Teluk Cendrawasih, Samudra Pasifik, Laut Banda, Laut Sawu, Laut Flores, Selat Sumba, Selat Alas, dan sebagian Laut Bali. Karakteristik *mixed diurnal* terletak pada Selat Lombok dan sebagian kecil Laut Bali.
2. Pengaruh ENSO terhadap konstanta pasut adalah sangat lemah. Angin monsun memiliki pengaruh cukup kuat ke konstanta K2 di sebagian kecil Laut Flores dan sebagian kecil Laut Sawu, konstanta M4 di sebagian kecil Laut Sawu, konstanta S2 di sebagian kecil Laut Flores dan sebagian kecil Laut Sawu.
3. Pengaruh kedalaman lautan terhadap karakteristik pasang surut adalah sangat lemah dengan korelasi terbalik.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya terkait bidang yang sama, yaitu:

1. Perlu menggunakan data pasang surut yang lengkap sehingga hasilnya semakin bagus.
2. Perlu menambahkan stasiun pasang surut yang digunakan supaya hasil interpolasi semakin baik.

3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh angin monsun terhadap konstanta dengan metode atau indeks yang lainnya.
4. Data yang kosong alangkah baiknya diisi dengan menggunakan cara prediksi karena menghasilkan nilai yang sinusoidal bukan linier.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, Dokumentov dan Hyndman, R.J. 2015. *STR : A 76 Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Regression*. Monash University: Departement of Econometrics and Business Statistics. ISSN 1440-771X.
- Ali, M., Mihardja, D. K., dan Hadi, S. 1994. *Pasang Surut laut*. Kursus Intensif Oseanografi bagi Perwira TNI AL. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ardianti, A. R. 2019. *Analisis Seasonal Sea Level Variability Menggunakan Data Multi Mission Satelit Altimetri Jason Series*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- As'Ari dan Mufti, F. 2014. *Pengaruh Angin dan Kelembapan Atmosfer Lapisan Atas terhadap Lapisan Permukaan di Manado*. Manado: Universitas Sam Ratulangi. Jurnal MIPA UNSRA Online.
- Badan Informasi Geospasial. 2014. *Real Time Tidal Observation*. Bogor: Badan Informasi Geospasial. <<http://tides.big.go.id:8888/dash/>>, diakses pada tanggal 23 Februari 2020, jam 22.00.
- Badan Informasi Geospasial. 2018. *DEMNAS*. <[tides.big.go.id/DEMNAS](http://tides.big.go.id/DEMNAS)>, diakses pada tanggal 26 Maret 2020, jam 10.57.
- Badan Informasi Geospasial. 2020. *Peta Sebaran Pasut*. <<http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ipasut/data/map>>, diakses pada tanggal 6 Juni 2020, jam 0.30.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A., 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford, 333pp.
- Chatfield, Chris. 2000. *Time-Series Forecasting*. New York: CRC Press. ISBN: 1584880635.
- Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E., & Terpenning, I. J. (1990). *STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on loess*. *Journal of Official Statistics*, 6(1), 3–33.

- Defant, A. 1958. *Ebb And Flow. The Tides of Earth, Air, and Water*. Michigan: The University of Michigan Press.
- Ghilani, C.D. 2010. *Adjustment Computations Spatial Data Analysis, Fifth Edition*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University.
- Ghosh, S.N. 1998. *Tidal Hydraulic Engineering*. Rotterdam: A A Balkama Publishers.
- Gill, S.K. dan Schultz, J.R. 2001. *Tidal Datums and Their Applications*. Maryland: National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Ginancar, S., Nurhakim, R., dan Putri, C.K. 2019. *Kajian Kenaikan Muka Air Laut dan Tinggi Genangan (ROB) pada Tahun 2023, 2028, dan 2033 di Kota Saumlaki, Kabupaten Maluku Tenggara Barat*. Semarang: Universitas Diponegoro, Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol. 6 No.2, Juli 2019.
- Handoko, E.Y., Hariyadi H., dan Wirasatriya.A. 2018. *The ENSO's Influences on the Indonesian Sea Level Observed Using Satellite Altimetry, 1993-2016*. IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS) 78-1-5386-7777-3/18/31.00.
- Hao, Y.Q., Liu, B.Q., dan Zhu, C.W. 2016. *Discrepancies In Boreal Summer Monsoon Rainfall Between GPCP and CMAP Products During 1979-2014*. Beijing: Chinese Academy of Meteorological Sciences. Atmospheric and Oceanic Science Letters, 2016 Vol. 9, NO. 3, 226–233 <http://dx.doi.org/10.1080/16742834.2016.1168603>.
- Hidayat, R., Ando K., Matsumoto Y., dan Luo J.J. 2016. *Interannual Variability of Rainfall over Indonesia: Impacts of ENSO and Their Predictability*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 31 (2016), doi:10.1088/1755-1315/31/1/012043.
- Hinkle, E dan Wiersma. 2002. *Applied Statistic for Behavioral 5 th Edition*. USA: CengageLearning.

- International Hydrographic Organization. 2002. Names and Limits of Oceans and Seas. Monaco: The International Hydrographic Bureau, 4th Edition of S-23.
- Jennings, C.L., Kulahc, M., dan Montgomery, D.C. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Kajikawa, Y. dan Wang, B. 2016. *Seasonal/Monthly Mean Monsoon Index*. <<http://apdrc.soest.hawaii.edu/projects/monsoon/seasonal-monidx.html>>, diakses pada tanggal 5 Mei 2020, jam 22.28.
- Kajikawa, Y., Wang, B., dan Yang, J. 2010. *A multi-time scale Australian monsoon index*. Int. J. Climatol. doi: 10.1002/joc.1955.
- Khasanah, I.U. 2014. *Perhitungan Nilai Chart Datum Stasiun Pasang Surut Jepara Berdasarkan Periode Pergerakan Bulan, Bumi, dan Matahari Menggunakan Data Pasut Tahun 1994 s.d 2013*. Jurnal Geospasial Indonesia, ISSN 2222-2863 Vol X, No.X Tahun 2014.
- Marine Scotland Information. 2017. *A Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Geography Database*. <<http://marine.gov.scot/data/gshhg-global-self-consistent-hierarchical-high-resolution-geography-database>> , diakses pada tanggal 23 Februari 2020, jam 22.31.
- Monteiro, M.C. 2017. *Natural and Anthropogenic Control of Water Quality of an Amazon Estuary, the Caeté Estuary*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- National Weather Service. 2018. *What is El Niño-Southern Oscillation (ENSO)?*, <<https://www.weather.gov/mhx/ensowhat>> . Dikunjungi pada tanggal 7 Januari 2020, jam 13.57.
- Nerem, R.S., Ablain M., Cazenave A., Church J., dan Leuliette E. 2001. *A 25-Year Satellite Altimetry-Based Global Mean Sea Level Record*. In *Satellite Altimetry over Oceans and Land Surfaces*, eds. Detlef Stammer and Anny Cazenave. Boca Raton: CRC Press, 187-209 ISBN-13 978-1-4987-4345-47.

- NOAA. 2020. *Multivariate ENSO Index Version 2 (MEI.v2)*. <<https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>>, diakses pada tanggal 7 Januari 2020, jam 14.18.
- Ongkosongo, O.S.R dan Suyarso. 1989. *Pasang Surut*. Jakarta: LIPI, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. ISBN 979-8105-00-1.
- Pariwono, J.I. 1989. *Kondisi Pasang Surut di Indonesia*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Poerbandono, & Djunarsjah, E.2005. *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Pond, S dan G.L Pickard. 1983. *Introductory dynamical Oceanography*. Second edition. Pergamon Press. New York.
- Pramono. 2008. *Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan*. Forum Geografi, Vol.22, No. 1, Juli 2008: 145-158.
- Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut. 2018. *Data Kelautan yang Menjadi Rujukan Nasional Diluncurkan*.<<http://www.pushidrosal.id/berita/5256/DATA-KELAUTAN-YANG-MENJADI-RUJUKAN-NASIONAL--DILUNCURKAN/>>. Dikunjungi pada tanggal 1 Februari 2020, jam 23.14.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. 2016. *Morfologi Dasar Laut Indonesia*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. <<https://www.mgi.esdm.go.id/content/morfologi-dasar-laut-indonesia/>>, diakses pada tanggal 26 Februari 2020, jam 2.45.
- Putra, A.Y.N. 2017. *Pembuatan Co-Tidal Charts Perairan Laut Jawa*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rawi, S. 1994. *Pengolahan Data Pasang Surut, Kursus Intensif Oseanografi Bagi Perwira TNI AL*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. 2003. *Pelabuhan, Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Beta Offset.

- Wardhana. (2003). *Latar Belakang Air*, (Westerink 1989), 1–4.
- Wardiyatmoko, K. dan Bintarto H.R. 1994. *Geografi untuk SMU Kelas 1*. Erlangga. Jakarta: 95-125.
- World Climate Research Programs. 2019. *The Global Monsoon System*. <[https://www.wcrp-climate.org/documents/monsoon\\_factsheet.pdf](https://www.wcrp-climate.org/documents/monsoon_factsheet.pdf)>, diakses pada tanggal 7 Januari 2020, jam 14.53.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Pengolahan Least Square

#### 1.1 Script

```
%PROGRAM PERHITUNGAN LEAST SQUARE
clc
clear all
format short g
%Membaca Semua File dalam Folder
folderData='E:\Kuliah\Tugas Akhir\Pengolahan Data\Pasut';
files=dir(fullfile(folderData, '*.txt'));
listFile={files.name};
%Membaca Setiap File
for k=1:numel(listFile)
    %Membaca Data Pengamatan Pasang Surut
    input=char(strcat(folderData, '\', listFile(k)));
    [HARI BULAN TAHUN JAM MENIT DETIK ELEVASI
    YYF]=textread(input, '%f %f %f %f %f %f %f %f', 'headerlines', 1);
    n=length(JAM);
    t=0:n-1;
    f=ELEVASI;
    %Menyusun Matriks Kecepatan Sudut Konstituen
    %[M2 S2 K1 O1 N2 K2 P1 M4 MS4 ]
    W=[(2*pi)/12.4206 (2*pi)/12.0000 (2*pi)/23.9344 (2*pi)/25.8194
    (2*pi)/12.6584 (2*pi)/11.9673 (2*pi)/24.0658 (2*pi)/6.2101
    (2*pi)/6.1979 ];
    m=length(W);
    %Menyusun Matriks Desain
    A = ones(n,1);
    for i=1:m
        A=[A cos(W(i).*t)' sin(W(i).*t)'];
    end
    %Perhitungan Matriks Parameter
    X=inv(A'*A)*(A'*f);
    %Banyak Parameter
    u=length(X)
    %Rata-Rata YYF
    Mean_YYF=mean(YYF)
    %amplitudo konstituen
    A_S0=X(1)
    A_M2=sqrt(X(2)^2+X(3)^2)
    A_S2=sqrt(X(4)^2+X(5)^2)
    A_K1=sqrt(X(6)^2+X(7)^2)
    A_O1=sqrt(X(8)^2+X(9)^2)
    A_N2=sqrt(X(10)^2+X(11)^2)
    A_K2=sqrt(X(12)^2+X(13)^2)
    A_P1=sqrt(X(14)^2+X(15)^2)
    A_M4=sqrt(X(16)^2+X(17)^2)
    A_MS4=sqrt(X(18)^2+X(19)^2)
    %relative phase of the constituents referenced to time = 0
    Phs_M2=(atan2(X(3), X(2)))*(180/pi)
    Phs_S2=(atan2(X(5), X(4)))*(180/pi)
    Phs_K1=(atan2(X(7), X(6)))*(180/pi)
    Phs_O1=(atan2(X(9), X(8)))*(180/pi)
```

```

Phs_N2=(atan2(X(11),X(10)))*(180/pi)
Phs_K2=(atan2(X(13),X(12)))*(180/pi)
Phs_P1=(atan2(X(15),X(14)))*(180/pi)
Phs_M4=(atan2(X(17),X(16)))*(180/pi)
Phs_MS4=(atan2(X(19),X(18)))*(180/pi)
%Matriks Koreksi
V=(A*X)-f
%Matriks Aposteori
Z=(V'*V)/(n-u)
%Matriks Variansi Kovariansi
XX=Z*inv(A'*A)
%Variansi Parameter
Variansi_X1=XX(1,1)
Variansi_X2=XX(2,2)
Variansi_X3=XX(3,3)
Variansi_X4=XX(4,4)
Variansi_X5=XX(5,5)
Variansi_X6=XX(6,6)
Variansi_X7=XX(7,7)
Variansi_X8=XX(8,8)
Variansi_X9=XX(9,9)
Variansi_X10=XX(10,10)
Variansi_X11=XX(11,11)
Variansi_X12=XX(12,12)
Variansi_X13=XX(13,13)
Variansi_X14=XX(14,14)
Variansi_X15=XX(15,15)
Variansi_X16=XX(16,16)
Variansi_X17=XX(17,17)
Variansi_X18=XX(18,18)
Variansi_X19=XX(19,19)
%Standar Deviasi Amplitudo

SD_AM2=sqrt(((X(2)/A_M2)^2*(Variansi_X2))+((X(3)/A_M2)^2*(Variansi_X3))+X(2)*X(3)*XX(2,3)/(A_M2)^2)

SD_AS2=sqrt(((X(4)/A_S2)^2*(Variansi_X4))+((X(5)/A_S2)^2*(Variansi_X5))+X(4)*X(5)*XX(4,5)/(A_S2)^2)

SD_AK1=sqrt(((X(6)/A_K1)^2*(Variansi_X6))+((X(7)/A_K1)^2*(Variansi_X7))+X(6)*X(7)*XX(6,7)/(A_K1)^2)

SD_AO1=sqrt(((X(8)/A_O1)^2*(Variansi_X8))+((X(9)/A_O1)^2*(Variansi_X9))+X(8)*X(9)*XX(8,9)/(A_O1)^2)

SD_AN2=sqrt(((X(10)/A_N2)^2*(Variansi_X10))+((X(11)/A_N2)^2*(Variansi_X11))+X(10)*X(11)*XX(10,11)/(A_N2)^2)

SD_AK2=sqrt(((X(12)/A_K2)^2*(Variansi_X12))+((X(13)/A_K2)^2*(Variansi_X13))+X(12)*X(13)*XX(12,13)/(A_K2)^2)

SD_AP1=sqrt(((X(14)/A_P1)^2*(Variansi_X14))+((X(15)/A_P1)^2*(Variansi_X15))+X(14)*X(15)*XX(14,15)/(A_P1)^2)

SD_AM4=sqrt(((X(16)/A_M4)^2*(Variansi_X16))+((X(17)/A_M4)^2*(Variansi_X17))+X(16)*X(17)*XX(16,17)/(A_M4)^2)

```



```

SD_AMS4=sqrt(((X(18)/A_MS4)^2*(Variansi_X18))+((X(19)/A_MS4)^2*(
Variansi_X19))+X(18)*X(19)*XX(18,19)/(A_MS4)^2))

%Nilai Permukaan Air Laut Rata-Rata
MSL=A_S0
disp(['MSL ' num2str(MSL) ' m'])
F=(A_K1+A_O1)/(A_M2+A_S2)
if F>0 && F<=0.25
    tipe={'Tipe Pasut Semidiurnal'};
    disp(tipe)
elseif F>0.25 && F<=1.5
    tipe={'Tipe Pasut Mixed Semidiurnal'};
    disp(tipe)
elseif F>1.5 && F<=3
    tipe={'Tipe Mixed Diurnal'};
    disp(tipe)
elseif F>3
    tipe={'Tipe Pasut Diurnal'};
    disp(tipe)
end
%Datum Shift
Zo=X(1);
konstanta_pasut_fix(k,:)=[Mean_YYF A_S0 A_M2 A_S2 A_K1 A_O1 A_N2
A_K2 A_P1 A_M4 A_MS4 Phs_M2 Phs_S2 Phs_K1 Phs_O1 Phs_N2 Phs_K2
Phs_P1 Phs_M4 Phs_MS4 MSL F tipe SD_AM2 SD_AS2 SD_AK1 SD_AO1
SD_AN2 SD_AK2 SD_AP1 SD_AM4 SD_AMS4];
end
header={'Mean_YYF' 'A_S0' 'A_M2' 'A_S2' 'A_K1' 'A_O1' 'A_N2' 'A_K2'
'A_P1' 'A_M4' 'A_MS4' 'Phs_M2' 'Phs_S2' 'Phs_K1' 'Phs_O1' 'Phs_N2'
'Phs_K2' 'Phs_P1' 'Phs_M4' 'Phs_MS4' 'MSL' 'F' 'tipe' 'SD_AM2'
'SD_AS2' 'SD_AK1' 'SD_AO1' 'SD_AN2' 'SD_AK2' 'SD_AP1' 'SD_AM4'
'SD_AMS4'};
rowheader=listFile.';
dataOut=[{' ' } header;rowheader konstanta_pasut_fix];
output=strcat(folderData,'\','konstanta_Pasut_fix');
xlswrite(output,dataOut)

```

## 1.2 Amplitudo

Nama Stasiun	A_S0 (m)	A_M2 (m)	A_S2 (m)	A_K1 (m)	A_O1 (m)	A_N2 (m)	A_K2 (m)	A_P1 (m)	A_M4 (m)	A_MS4 (m)
Alor	1,57409	0,50123	0,18785	0,19318	0,11654	0,10377	0,01939	0,09524	0,02354	0,00150
Banda	1,37393	0,31565	0,11212	0,12725	0,07594	0,06535	0,02928	0,04656	0,00163	0,00065
Biak	2,15442	0,25490	0,09815	0,14154	0,06961	0,05468	0,01338	0,04305	0,00125	0,00021
Gebe	0,88445	0,17710	0,13711	0,12344	0,07766	0,02473	0,02870	0,04567	0,00219	0,00031
Jailolo	1,19690	0,26260	0,17026	0,13203	0,07578	0,03839	0,03670	0,04334	0,00046	0,00031
Jayapura	0,92331	0,16900	0,03247	0,11957	0,06601	0,03640	0,01120	0,04369	0,00307	0,00060
Lembar	1,63089	0,06530	0,02372	0,12866	0,07539	0,01195	0,01006	0,02625	0,00213	0,00034
Mamuju	1,02490	0,40845	0,31154	0,20706	0,14275	0,05033	0,08226	0,07002	0,00127	0,00064
Maumere	1,40206	0,43661	0,11136	0,22256	0,13490	0,09349	0,02026	0,08605	0,00244	0,00039
Palopo	1,42963	0,57253	0,16381	0,27854	0,17990	0,11736	0,03333	0,09727	0,00430	0,00048
Rote	1,38702	0,59173	0,37301	0,19344	0,09943	0,12785	0,09611	0,06744	0,00258	0,00080
Sanana	1,80889	0,17038	0,06746	0,19906	0,10824	0,03402	0,00969	0,05888	0,00038	0,00074
Sape	1,58872	0,46948	0,14555	0,26311	0,15695	0,09325	0,03086	0,08777	0,01078	0,00040
Saumlaki	1,08513	0,39905	0,11239	0,16030	0,06716	0,06440	0,02920	0,09061	0,00358	0,00073
Tahuna	1,26443	0,53583	0,28892	0,14541	0,10408	0,08683	0,08262	0,04831	0,00060	0,00074
Tanjung Luar	0,98781	0,56231	0,34389	0,20613	0,13381	0,09948	0,07562	0,06836	0,00198	0,00024



## Lampiran 2. Script Dekomposisi Time Series

```

1 #read data all
2 data <- read.delim(file.choose(),header=TRUE, sep=";", dec=".")
3 amplitudo <- data[,2] #definisikan untuk amplitudo per poin
4 time <- data[,1]
5 #fill NA data
6 library("zoo")
7 cz <- zoo(amplitudo)
8 amplitudo_all <- na.approx(cz)
9 #time series
10 tsku <- ts(amplitudo_all, frequency=12.19943639,start=c(2012.042289))
11 png(filename="Raw_AmplitudoM2_Alor_PerBulan.png",width=1000,height =450)
12 plot.ts(tsku, xlab="Time", ylab="Amplitudo M2 Alor (m)", main="Amplitudo M2 Alor Time Series")
13 dev.off()
14 #decomposed data
15 decomposed <- stl(tsku,s.window="periodic")
16 plot(decomposed, main="Decomposition Amplitudo Alor M2 Per Bulan")
17 #extract component ts
18 seasonal <- decomposed$time.series[,1]
19 trend <- decomposed$time.series[,2]
20 remainder <- decomposed$time.series[,3]
21 png(filename="trend_Amplitude_M2_Alor_PerBulan.png",width=1000,height=450)
22 plot.ts(trend, xlab="mean_YYF",ylab="Amplitudo M2(m)", main="Trend Amplitudo M2")
23 hasil_akhir <- matrix(c(data[,1],data[,2],amplitudo_all,trend,seasonal,remainder),nrow=48,ncol=6)
24 write.table(hasil_akhir,file="M2_dekomposisi_Alor_PerBulan.txt", row.names=FALSE,col.names=FALSE)
25

```

## Lampiran 3. Script Korelasi

```

%Korelasi antara MEI dan Detrended Amplitudo
clc
clear all
format short g
%Membaca Semua File dalam Folder
folderData='E:\Kuliah\Tugas Akhir\Pengolahan
Data\Korelasi\Another 2 Bulan';
files=dir(fullfile(folderData,'*.txt'));
listFile={files.name};
%Membaca Setiap File
for k=1:numel(listFile)
    %Membaca Data
    input=char(strcat(folderData,'\ ',listFile(k)));
    [Mean_YYF Detrended_Amplitudo
    MEI]=textread(input,'%f %f %f','headerlines',1);
    X=Detrended_Amplitudo
    Y=MEI
    %Banyak Data
    N=length(MEI)
    %Rata-Rata Detrended Amplitudo
    Mean_X=mean(X)
    %Rata-Rata MEI
    Mean_Y=mean(Y)
    %Data-Rata-Rata Detrended Amplitudo
    Xdet=(X-Mean_X)
    %Nilai Data-Rata-Rata Detrended Amplitudo dipangkat dua
    XX=Xdet.*Xdet
    %Data-Rata-Rata MEI
    Ydet=(Y-Mean_Y)

```

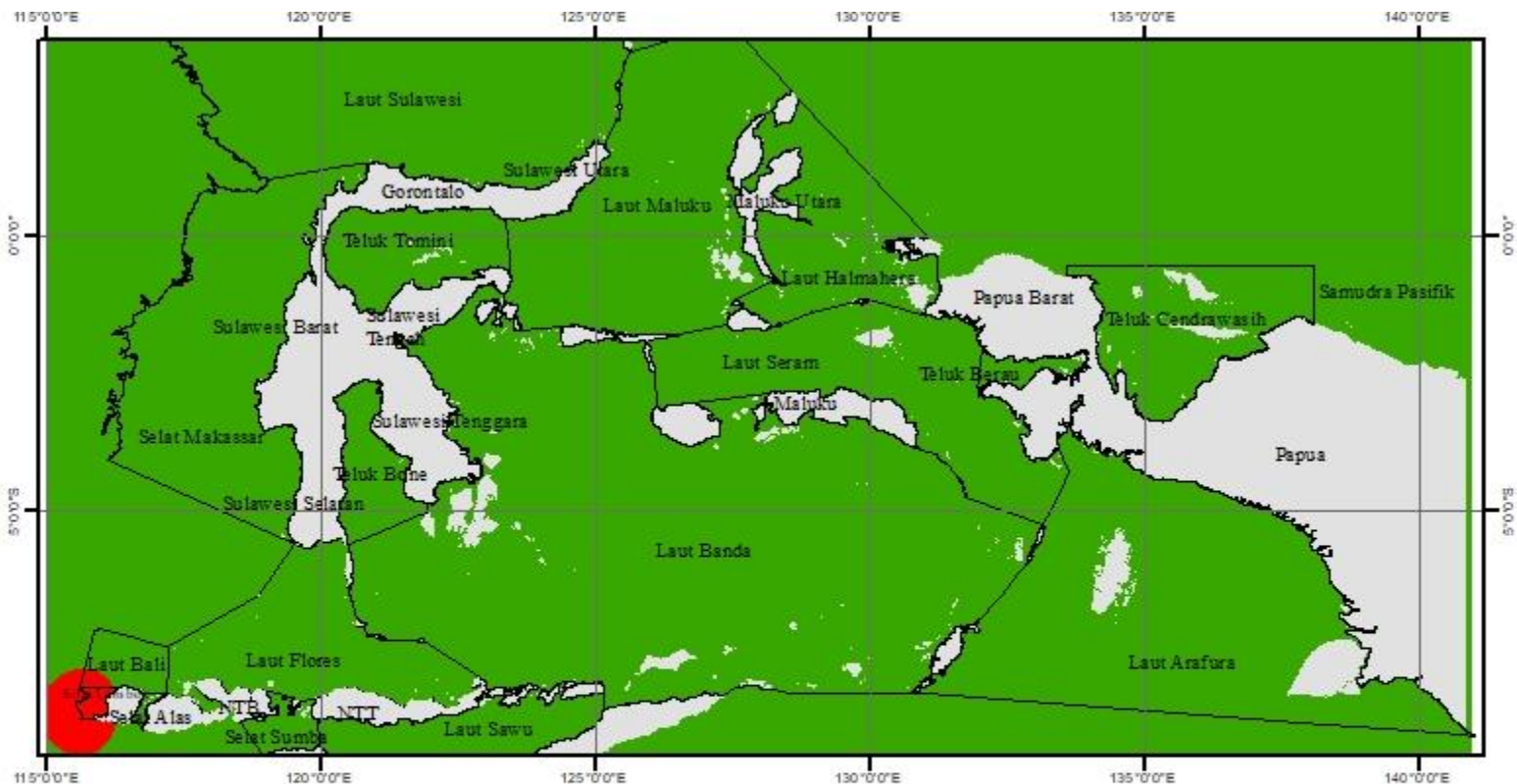
```

YY=Ydet.*Ydet
%Standar Deviasi Detrended Amplitudo
SD_X=(sqrt((sum(XX))/N))
%Standar Deviasi MEI
SD_Y=(sqrt((sum(YY))/N))
%Kovariansi
XY=(Xdet'*Ydet)/N
%Koefisien Korelasi
p=real(XY/(SD_X*SD_Y))
if p<=-0.9 && p>=-1.0
Hubungan={'Sangat Kuat Korelasi Terbalik antar
Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p<=-0.7 && p>-0.9
Hubungan={'Kuat Korelasi Terbalik antar Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p<=-0.5 && p>-0.7
Hubungan={'Cukup Kuat Korelasi Terbalik antar
Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p<=-0.3 && p>-0.5
Hubungan={'Lemah Korelasi Terbalik antar Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p<0 && p>-0.3
Hubungan={'Sangat Lemah Korelasi Terbalik antar
Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p==0
Hubungan={'Tidak Ada Hubungan'};
disp(Hubungan)
elseif p>0 && p<0.3
Hubungan={'Sangat Lemah Korelasi Langsung antar
Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p>=0.3 && p<0.5
Hubungan={'Lemah Korelasi Langsung antar Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p>=0.5 && p<0.7
Hubungan={'Cukup Kuat Korelasi Langsung antar
Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p>=0.7 && p<0.9
Hubungan={'Cukup Kuat Korelasi Langsung antarm
Variabel'};
disp(Hubungan)
elseif p>=0.9 && p<=1.0
Hubungan={'Sangat Kuat Korelasi Langsung antar
Variabel'};
disp(Hubungan)
end

```

```
korelasi_MEI_Benar(k,:)=[p Hubungan];  
end  
header={'p' 'Hubungan'};  
rowheader=listFile.';  
dataOut=[{' ' } header;rowheader korelasi_MEI_Benar];  
output=strcat(folderData,'\','korelasi_MEI_Benar');  
xlswrite(output,dataOut)
```

## Lampiran 4. Peta



**Legenda**

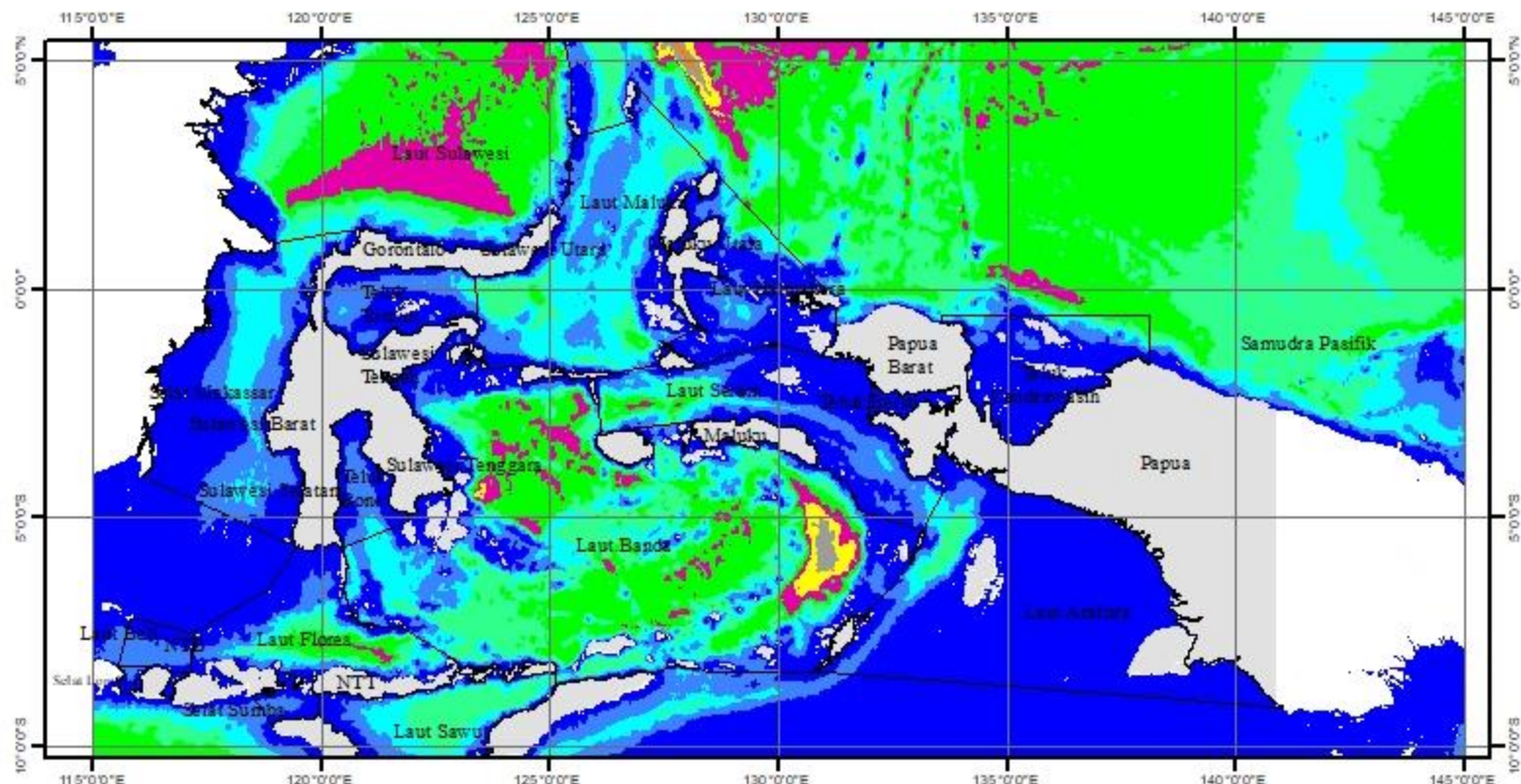
**Karakteristik Pasang Surut**

- 0,3 - 1,5 Mood Semidurnal
- 1,6 - 2,3 Mood Garis
- Perairan Indonesia, Timur
- Daratan

Sumber Data:  
1. Data Pengamatan Pasang Surut  
Bulan Informasi Geospasial  
Tahun 2012 - 2015  
2. GSHHG

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Hari no Yunusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
 SURABAYA  
 2020



U  
N  
S  
S

**PETA KEDALAMAN LAUTAN  
PERAIRAN INDONESIA TIMUR**

0 75 150 300 450 600  
KM

**Legenda**

**Mowak, Batas**

10.220 - 10.000 m	5.998 - 5.000 m	499 - 0 m
4.999 - 4.000 m	4.998 - 4.000 m	1 - 1.000 m
4.999 - 4.000 m	3.998 - 3.000 m	1001 - 2.000 m
3.999 - 3.000 m	2.998 - 2.000 m	2001 - 3.000 m
4.999 - 4.000 m	1.998 - 1.000 m	3001 - 4.000 m

**Sumber Data:**

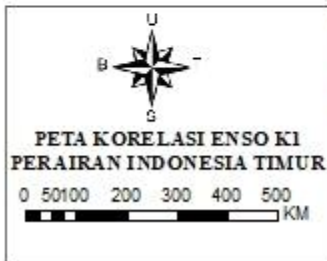
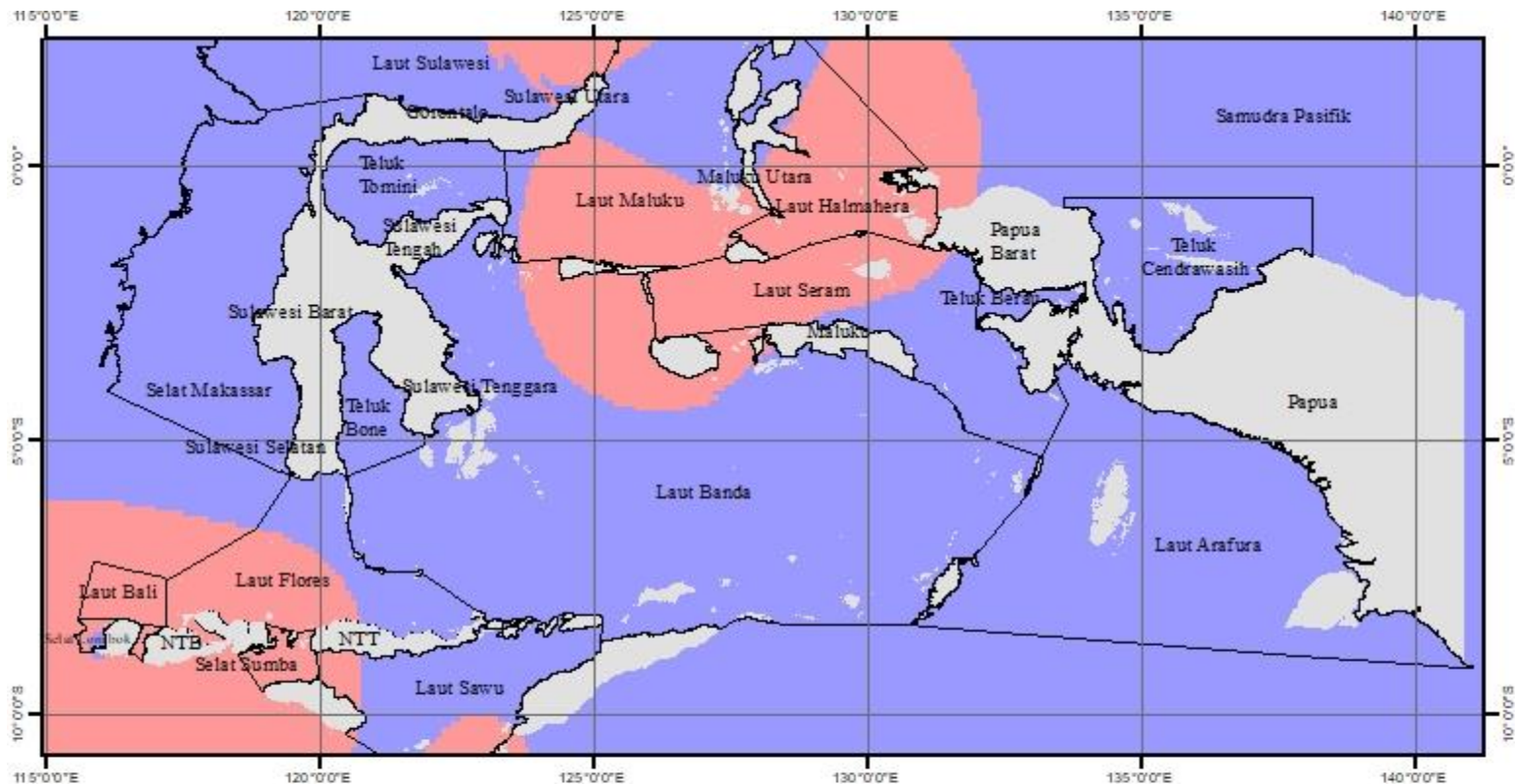
1. Batimetri Nasional
2. GSHHG
3. M E I

Perairan Indonesia, Timur  
 Daratan

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yunusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eiko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020**





**Legenda**

**ENSO\_K1**

- 0,05 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- 0,01 - 0,09 Sangat Lemah Korelasi Langsung

Perairan, Indonesia, Timur Sumber Data:

Daratan

1. Data Pengamatan Pasang Surut  
Badan Informasi Geospasial  
Tahun 2012-Maret 2020
2. GSHHG
3. M E I

Datum : WGS 1984

Tanggal Pembuatan:

19 Juni 2020

Dibuat Oleh:

Harrino Yumusev Danin

NRP. 03311640000041

Dosen Pembimbing:

Ir. Yuwono, M.S.

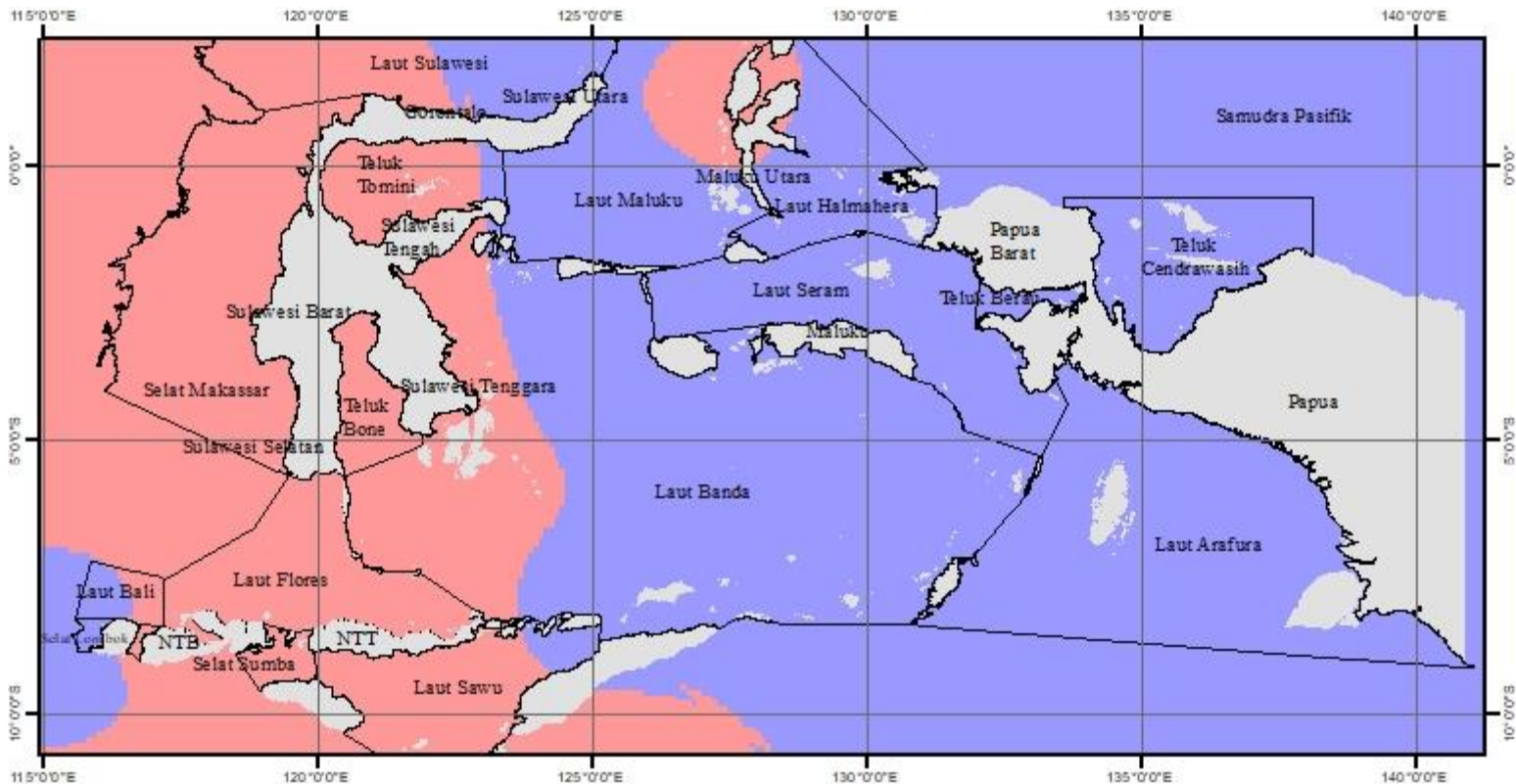
NIP. 19590124 198502 1 001

Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

NIP. 19740727 200003 1 001



DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020



### Legenda

ENSO\_K2

- 0,09 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- 0,01 - 0,09 Sangat Lemah Korelasi Lempung

Perairan Indonesia, Timur Samudra Data

Daratan

1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012-Maret 2020
2. GSHHG
3. MEI

Datum : WGS 1984

Tanggal Pembuatan:

19 Juni 2020

Dibuat Oleh:

Harrino Yunusev Danin

NRP. 03311640000041

Dosen Pembimbing:

Ir. Yuwono, M.S.

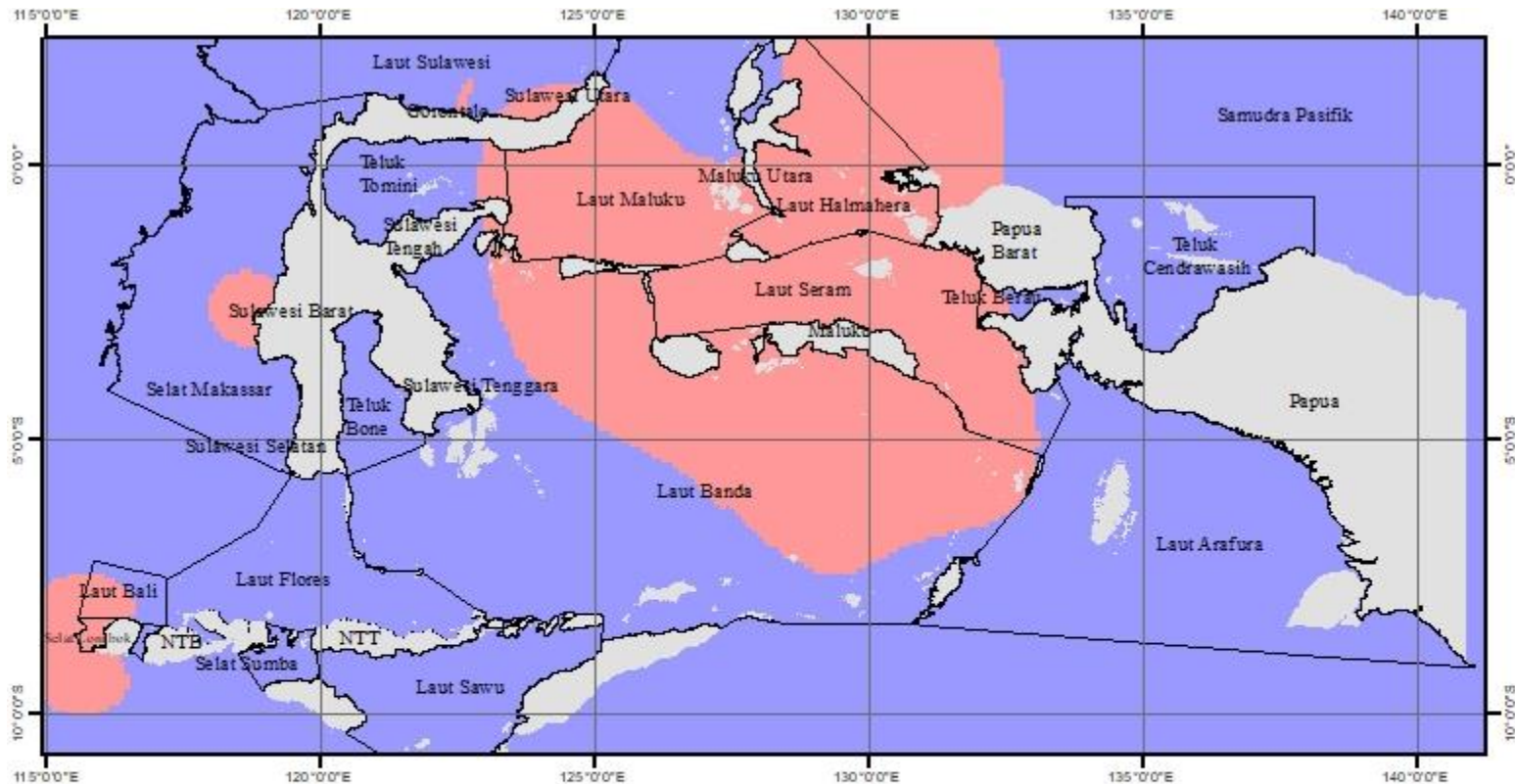
NIP. 19590124 198502 1 001

Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

NIP. 19740727 200003 1 001



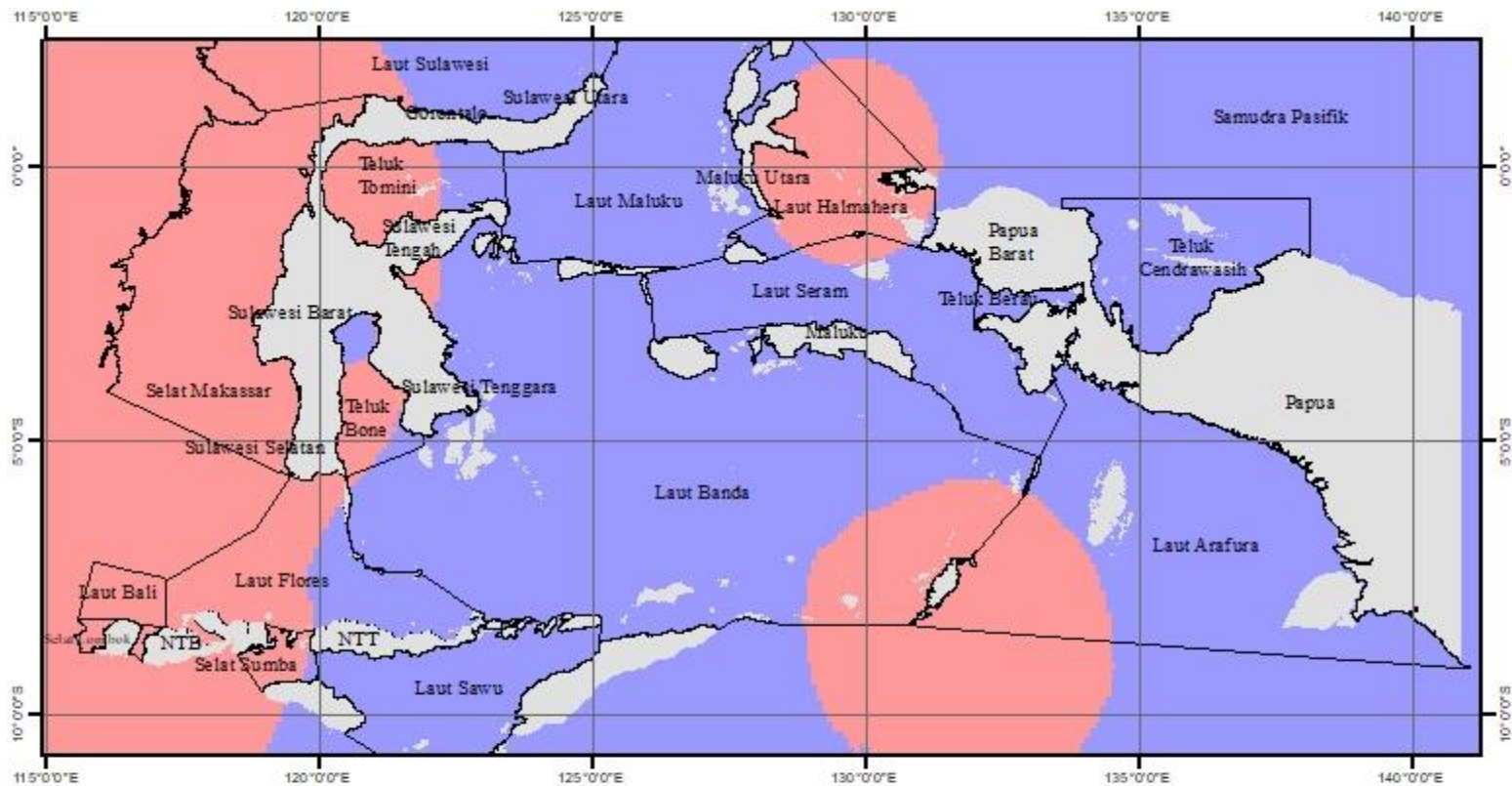
DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020



Legenda	
<b>ENSO_M2</b>	
	-0,1 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
	0,01 - 0,10 Sangat Lemah Korelasi Lempung
	Pelairan Indonesia Timur Sumber Data:
	Daerah
	1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012-Maret 2020
	2. GSHHG
	3. MFI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yumusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., MT.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

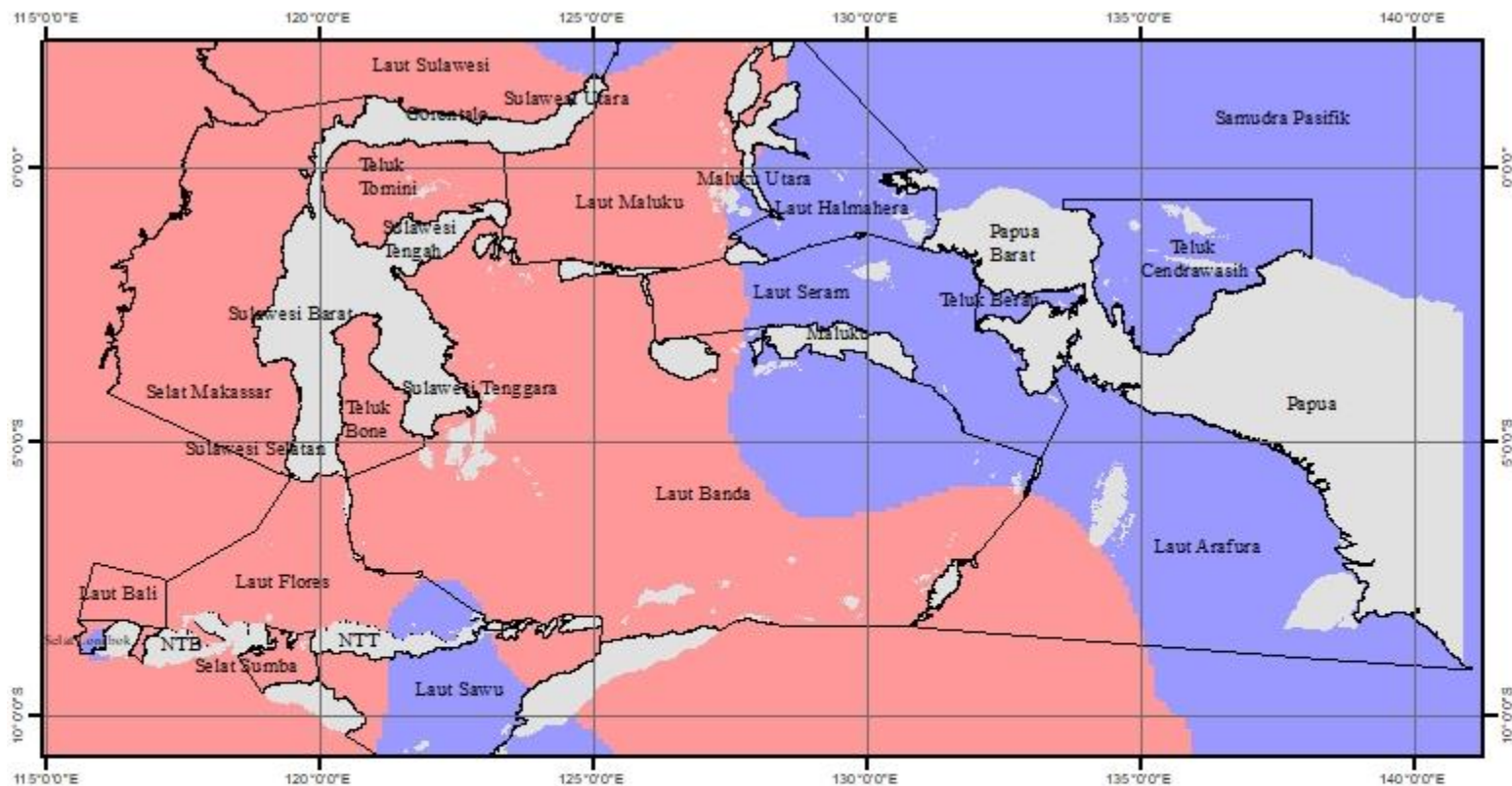
**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020**



Legenda	
<b>ENSO_M4</b>	
	$-0,11 - 0$ Sangat Lemah Korelasi Terbalik
	$0,01 - 0,1$ Sangat Lemah Korelasi Langsung
	Pelairan Indonesia Timur Sumber Data:
	Qesatan
	1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012-Maret 2020
	2. GSHHG
	3. M E I

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan : 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh :  
 Harrino Yunusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing :  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 3020**



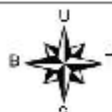
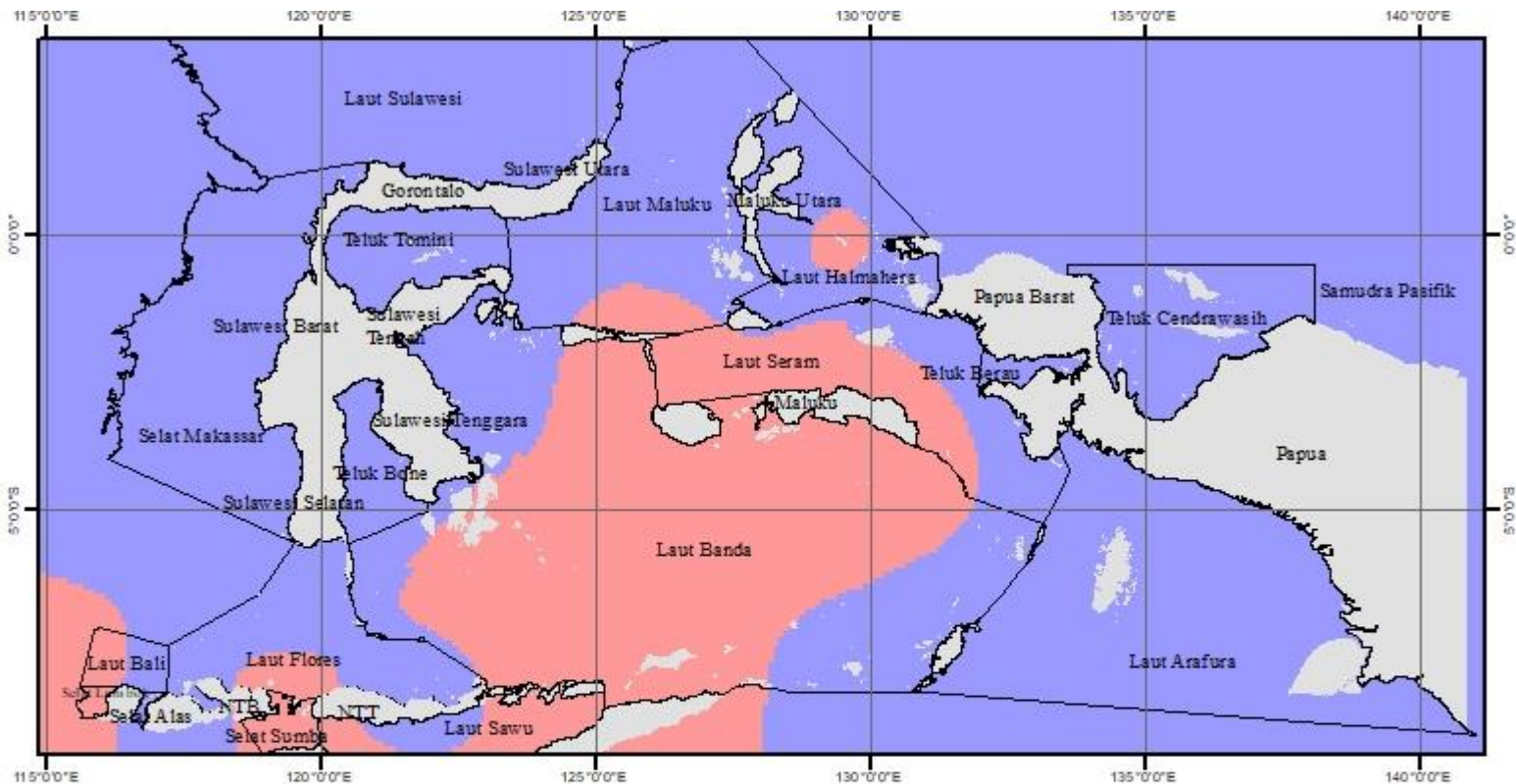
Legenda	
<b>ENSO_MS4</b>	
	-0,1 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
	0,1 - 0,07 Sangat Lemah Korelasi Langsung
	Petatan, Indonesia, Timur Sumber Data:
	Daerah
1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012-Maret 2020	
2. GSHHG	
3. MFI	

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yumusev Danin  
 NRP. 0331164000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., MT.  
 NIP. 19740727 200003 1 001





**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020**



**PETA KORELASI ENSO N2  
PERAIRAN INDONESIA TMR**

0 50 100 200 300 400 500  
KM

**Legenda**

**ENSO\_N2**

- 0,05 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terburuk
- 0,01 - 0,17 Sangat Lemah Korelasi Lampung

Perairan Indonesia Timur

Daratan

Sumber Data:

1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012 - 2015
2. GSHHG

Datum : WGS 1984

Tanggal Pembuatan:

19 Juni 2020

Dibuat Oleh:

Harrino Yunusev Darin

NRP. 03311640000041

Dosen Pembimbing:

Ir. Yuwono, M.S.

NIP. 19590124 198502 1 001

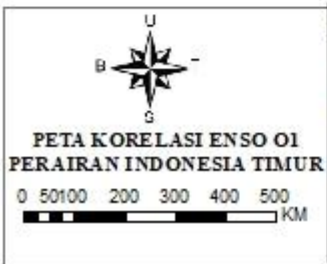
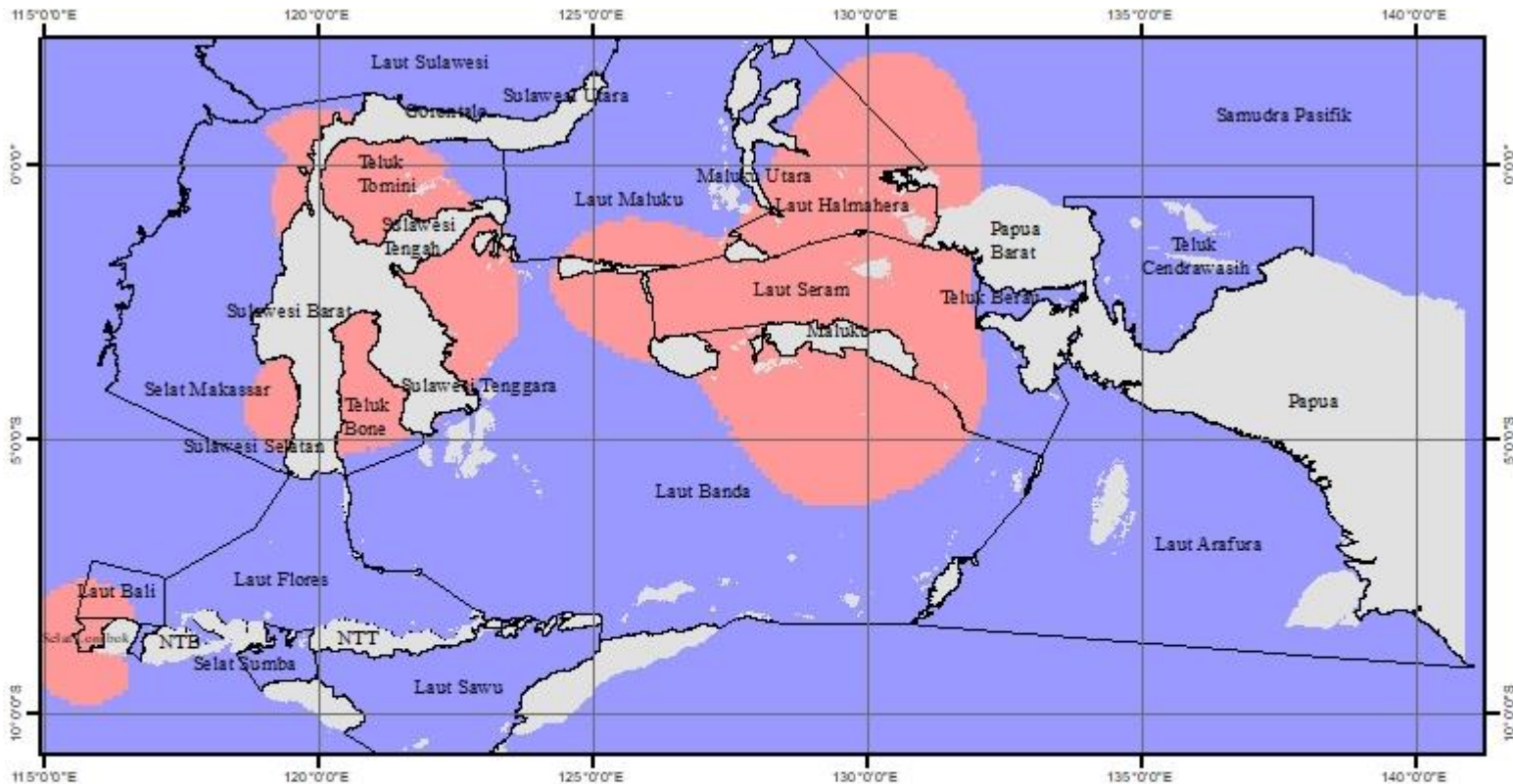
Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.

NIP. 19740727 200003 1 001



DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

2020



**Legenda**

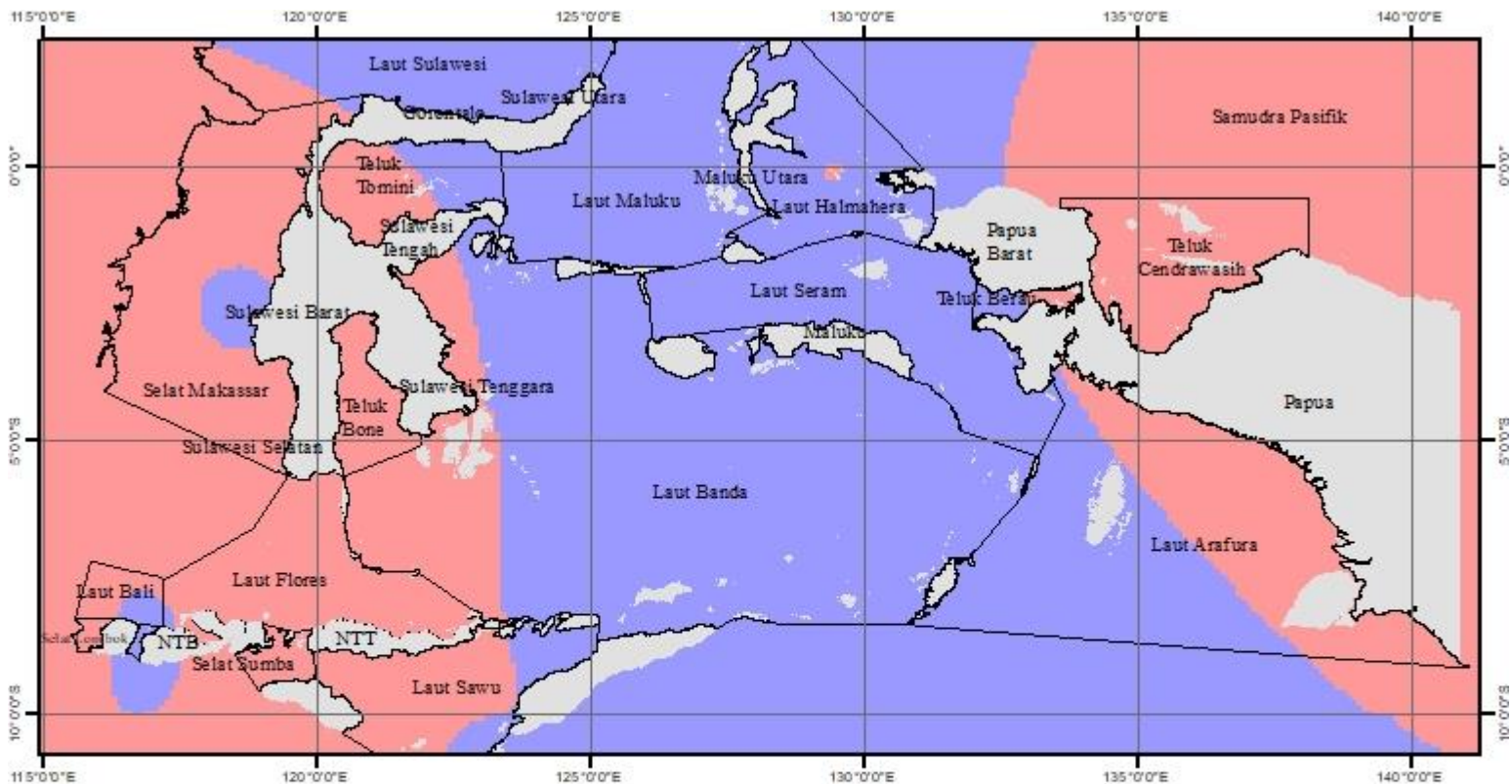
**ENSO\_01**

- 0,09 - 0 Sangat Lemah Korelasi Berhambak
- 0,01 - 0,09 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- Perairan Indonesia Timur Sumber Data:
- Garis

1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012-Maret 2020
2. GSHHG
3. MHI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yurusev Danin  
 NRP. 0331164000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020**



**PETA KORELASI ENSO P1**  
**PERAIRAN INDONESIA TIMUR**  
 0 50 100 200 300 400 500  
  
 KM

**Legenda**

**ENSO\_P1**

- 0,07 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- 0,01 - 0,06 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- Perairan Indonesia, Timur Sumber Data:
- Daratan

1. Data Pengamatan Pasang Surut  
 Badan Informasi Geospasial  
 Tahun 2012-Maret 2020

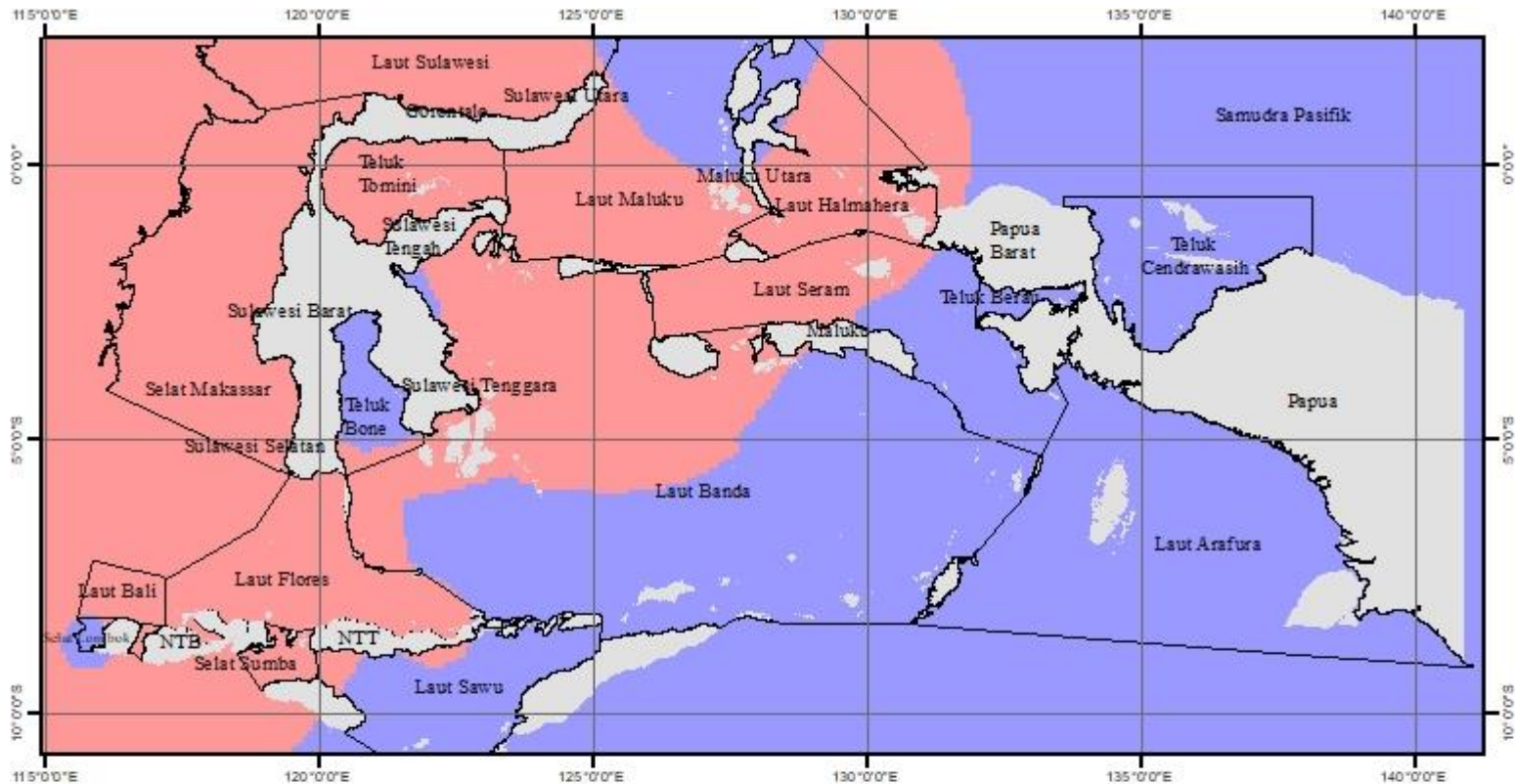
2. GSHHG

3. MEI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yunusev Darin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
 2020





**Legenda**

EN SO\_S2

0,06 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik

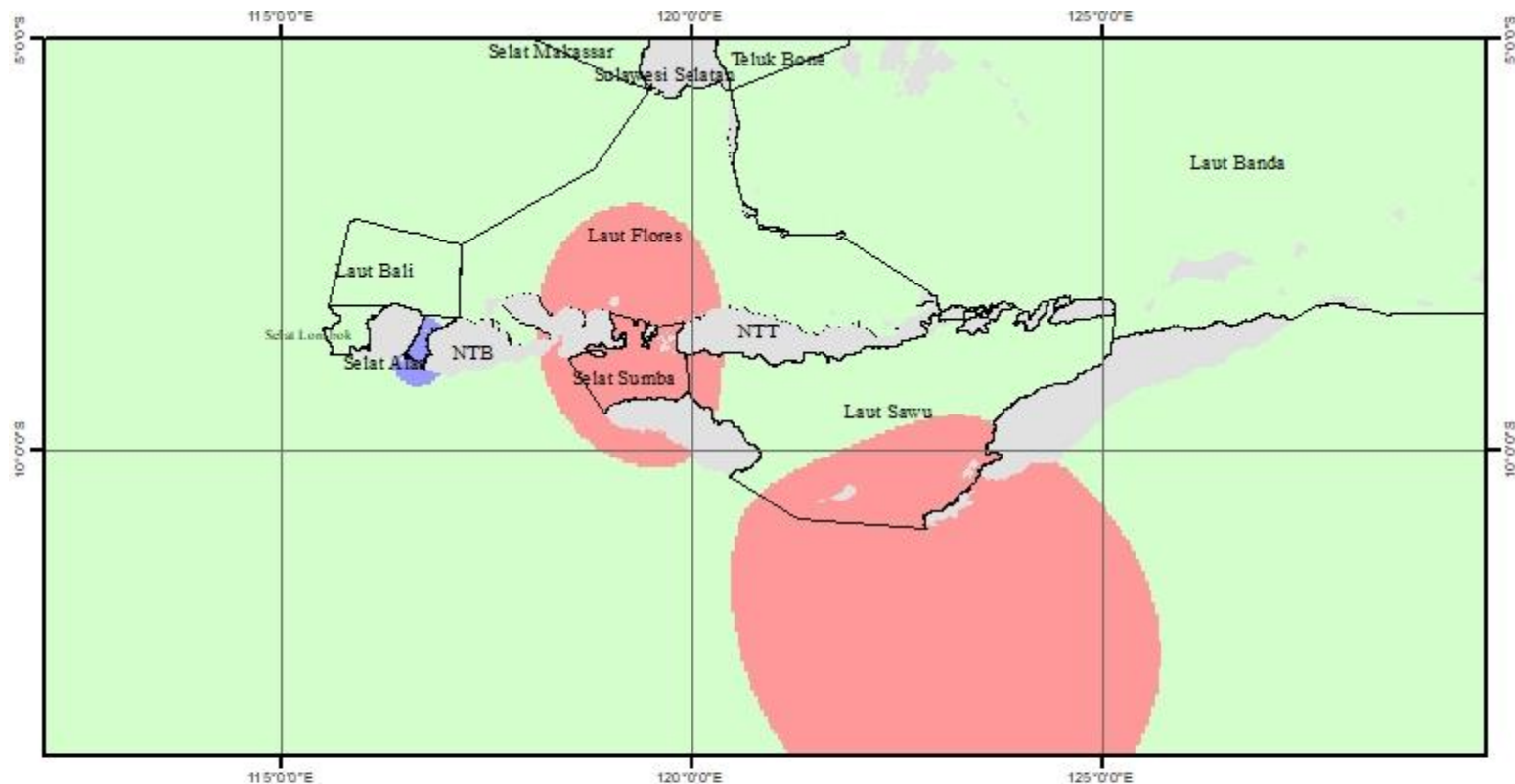
0,01 - 0,08 Sangat Lemah Korelasi Langsung

Perairan Indonesia, Timur Sumber Data:  
Darat

1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012-Maret 2020
2. GSHHG
3. MEI

Datum : WGS 1984  
Tanggal Pembuatan:  
19 Juni 2020  
Dibuat Oleh:  
Harrino Yunusev Danin  
NRP. 03311640000041  
Dosen Pembimbing  
Ir. Yuwono, M.S.  
NIP. 19590124 198502 1 001  
Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KERUBMIAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**



### Legenda

#### Muson K1

- 0,25 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- 0,01 - 0,3 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- 0,31 - 0,38 Lemah Korelasi Langsung
- Perairan Indonesia Timur Sumber Data
- Daratan

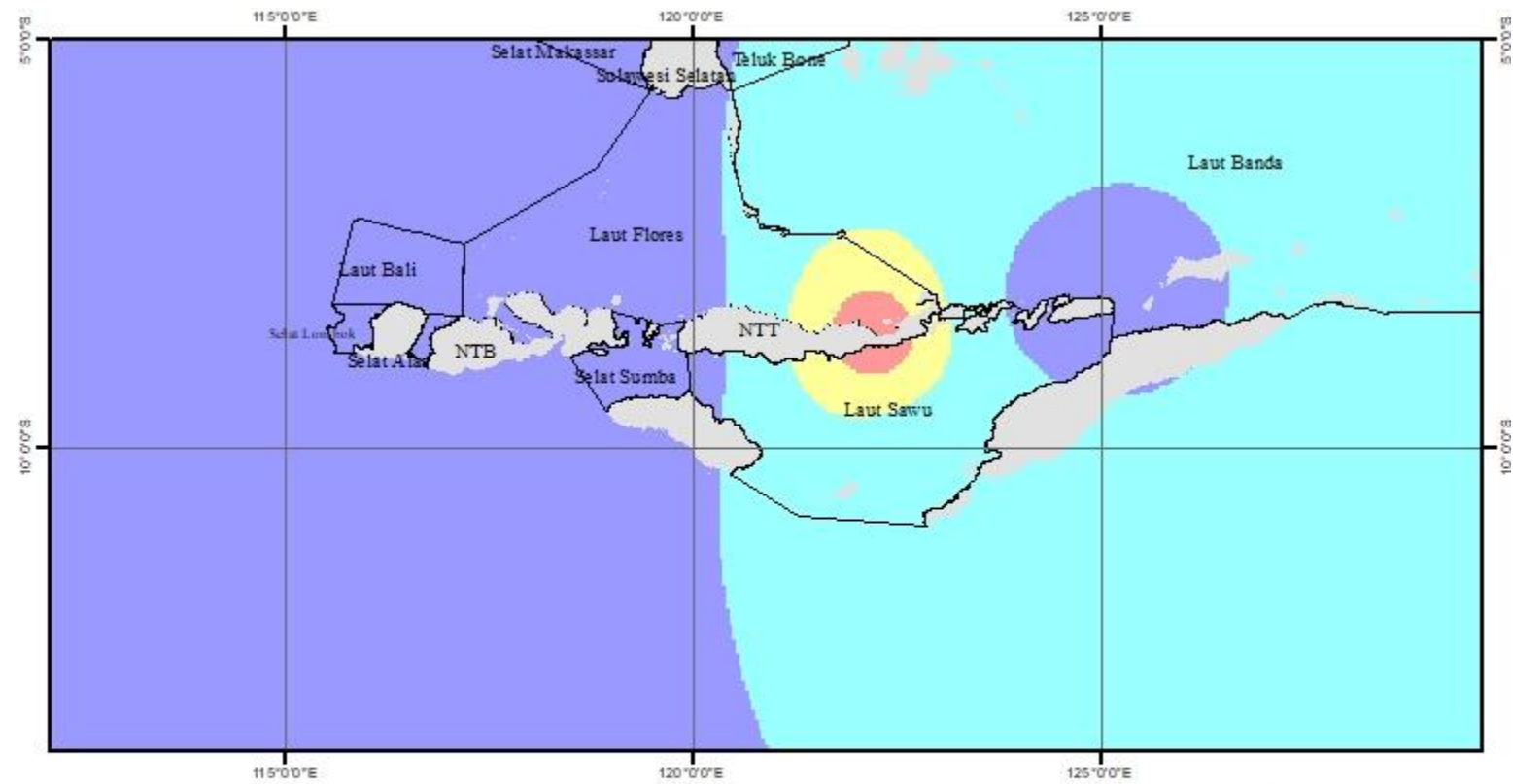
1. Data Pengamatan Pasang Surut  
Badan Informasi Geospasial  
Tahun 2012 - 2015
2. GSHHG
3. AUSMI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan :  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yurusev Darin  
 NRP. 0331164000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001



DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

2020



**PETA KORELASI ANGIN MUSON K2 PERAIRAN INDONESIA TIMUR**

0 2500 100 150 200 250 300  

 KM

**Legenda**

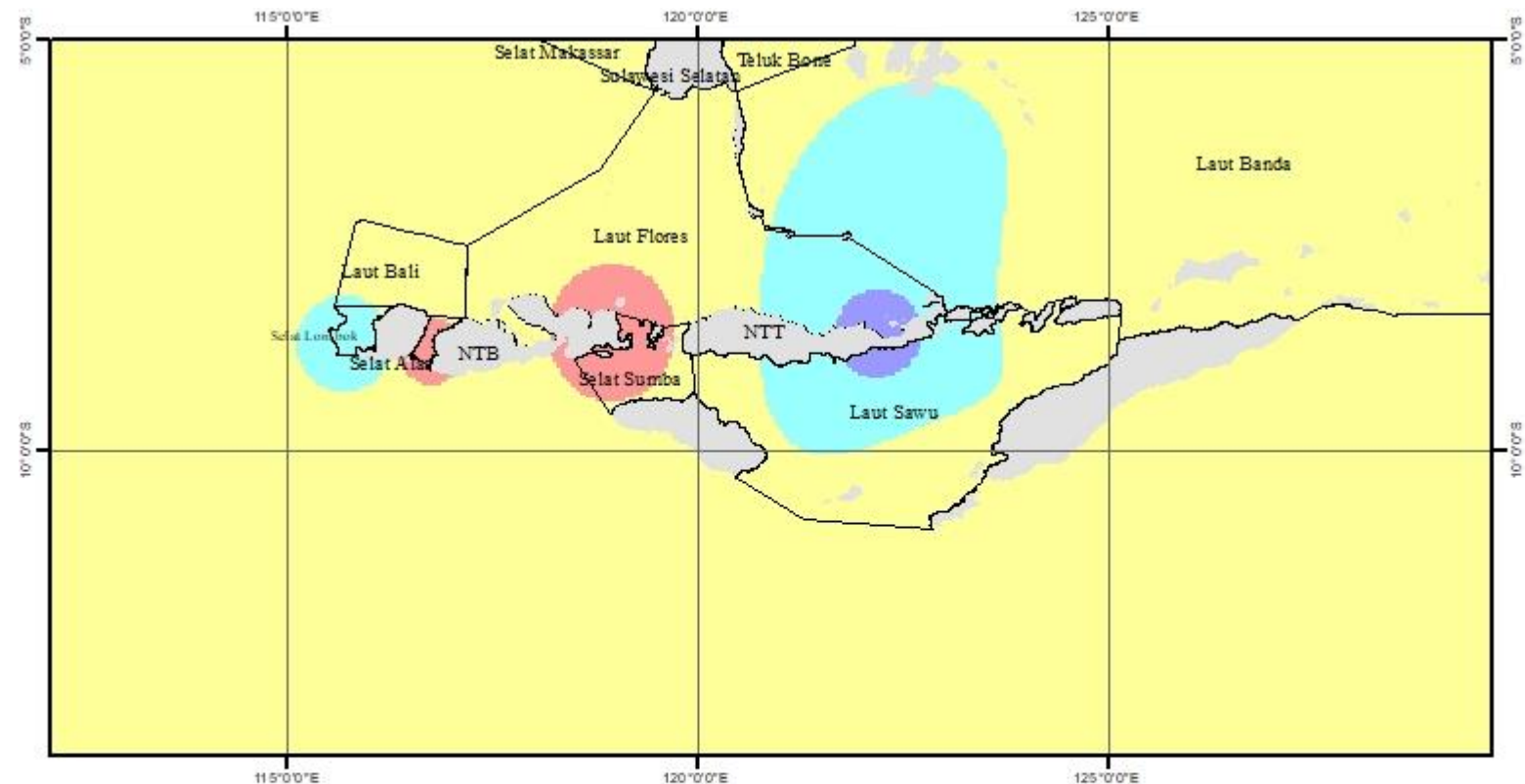
**Muson K2**

- 0.5-0.6/0.355-15 - 0.5 Cukup Kuat Korelasi Terbaik
- 0.5 - 0.5 Lemah Korelasi Terbaik
- 0.5 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbaik
- 0 - 0.26/0.27-220.7 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- Perairan, Indonesia, Timur Sumber Data:
- Daratan

1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012 - 2015
2. GSHHG
3. AUSMI

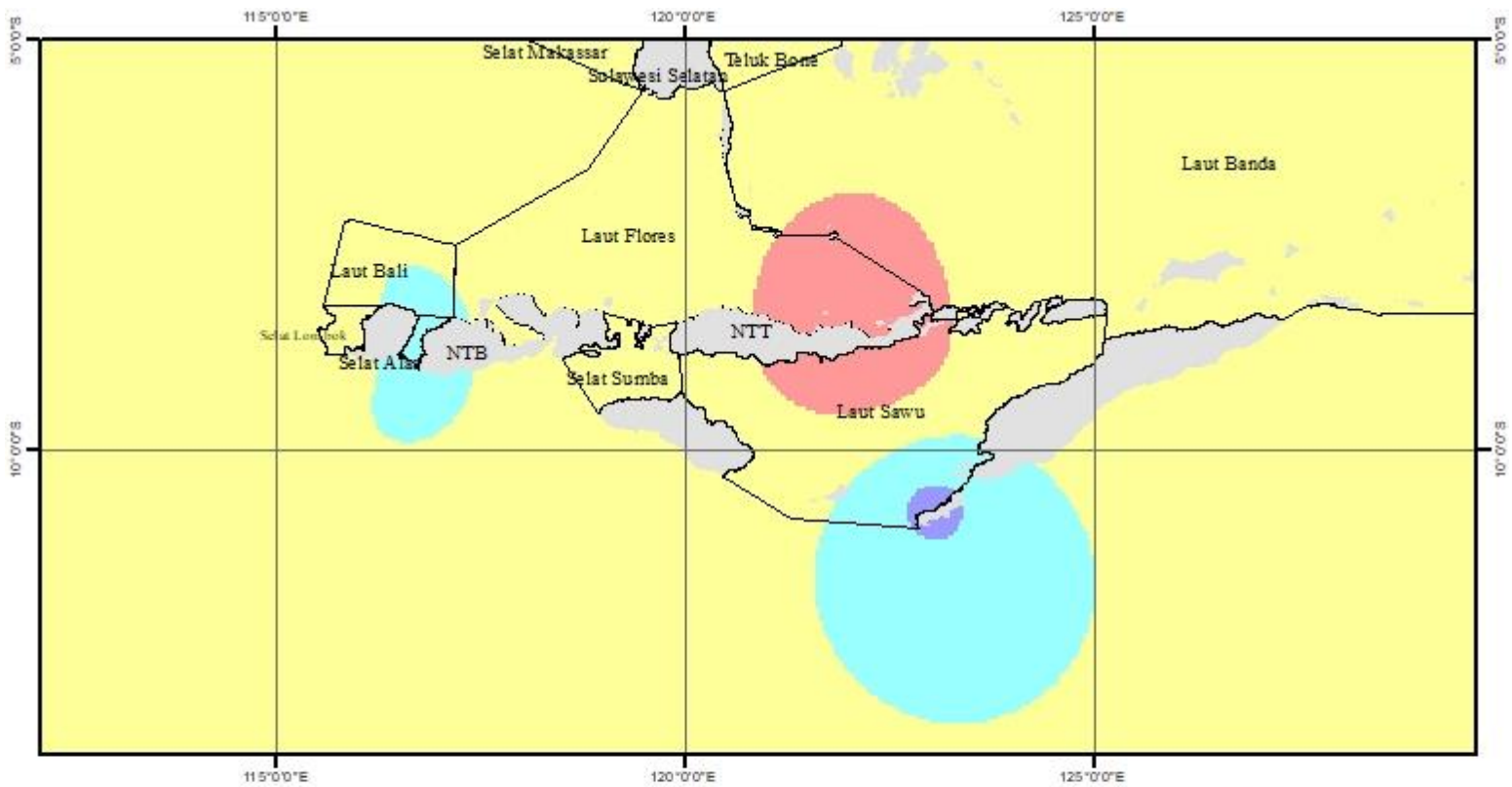
Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan : 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh :  
 Harrino Yunusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing :  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198302 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
 SURABAYA  
 2020



Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan : 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh :  
 Harrino Yunusev Darin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing :  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198302 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
 SURABAYA  
 2020



**PETA KORELASI ANGIN MUSON M4 PERAIRAN INDONESIA TIMUR**

0 250 100 150 200 250 300  

 KM

**Legenda**

**Muson M4**

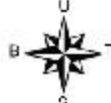
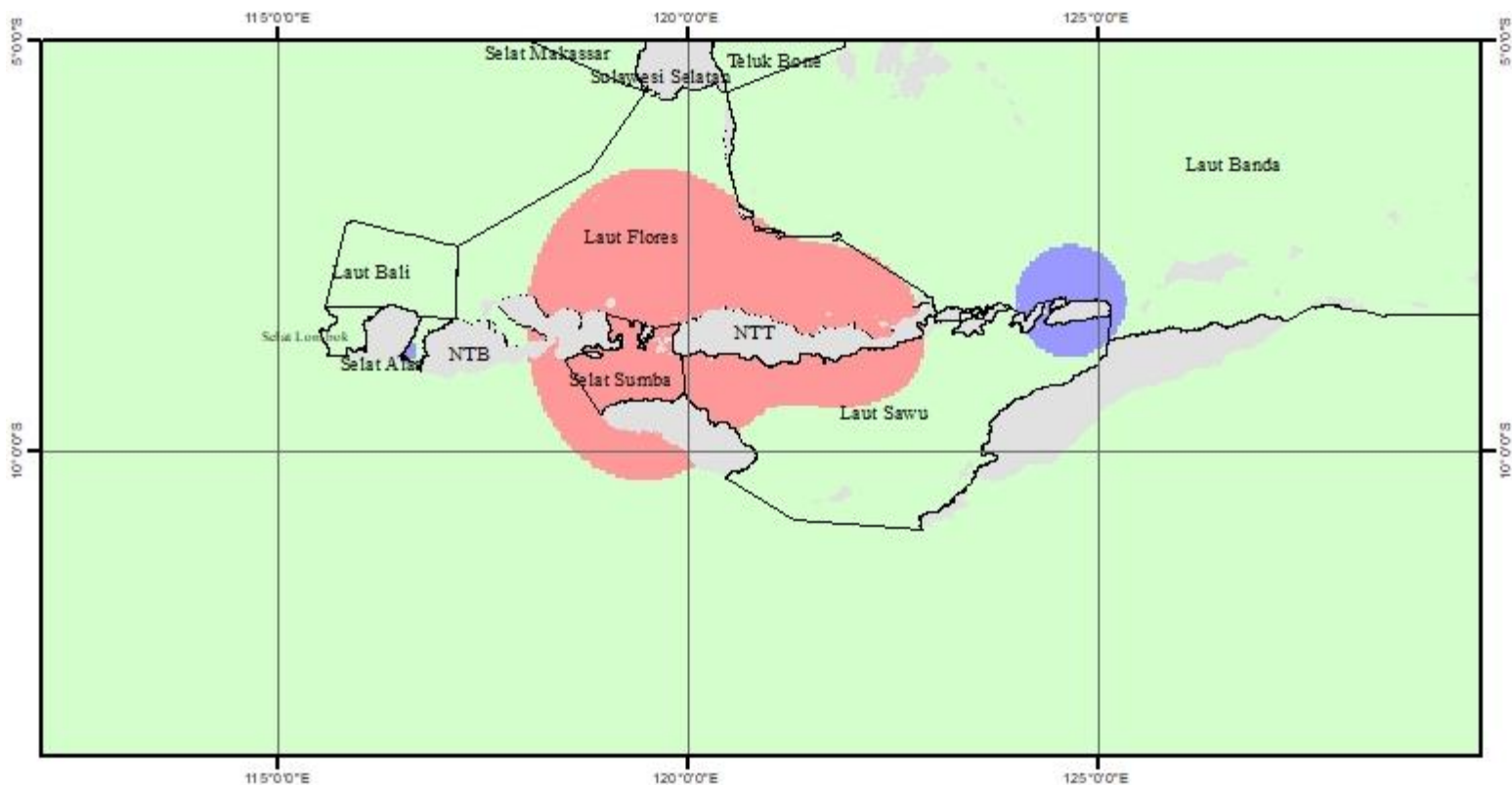
- 0.2-0.4 Sangat Lemah Korelasi Tertinggi
- 0-0.3 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- 0.3-0.5 Lemah Korelasi Langsung
- 0.5-0.52 Sangat Kuat Korelasi Langsung
- Perairan Indonesia Timur Sumber Data:
- Daratan

1. Data Pengamatan Pasang Surut  
 Badan Informasi Geospasial  
 Tahun 2012 - 2015

2. GSIHIG  
 3. AUSMI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Hari no Yunusev Darin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020**



PETA KORELASI ANGIN MUSON M54  
PE RAIHAN INDONESIA TIMUR

0 250 100 150 200 250 300  

 KM

### Legenda

#### Muson M 54

- <math>-0,19877187 - 0</math> Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- <math>0 - 0,2</math> Sangat Lemah Korelasi Langsung
- <math>0,2 - 0,34291989</math> Lemah Korelasi Langsung

- Perairan Indonesia, Timur Sumber Data:
- Daratan

1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012 - 2015
2. GSHHG
3. AUSMI

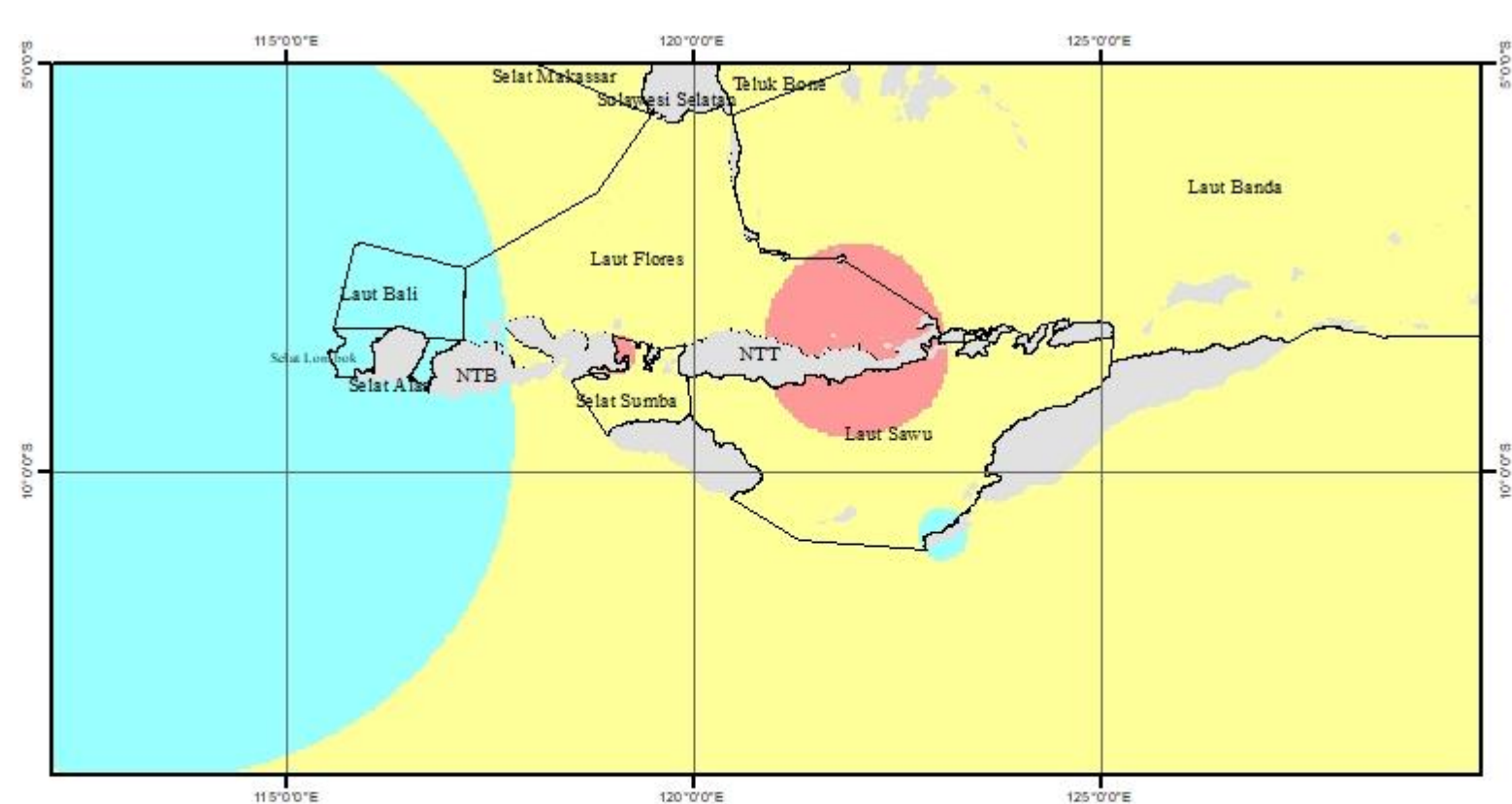
Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yunusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001



BADAN INFORMASI  
GEOSPASIAL

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

2020



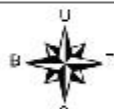
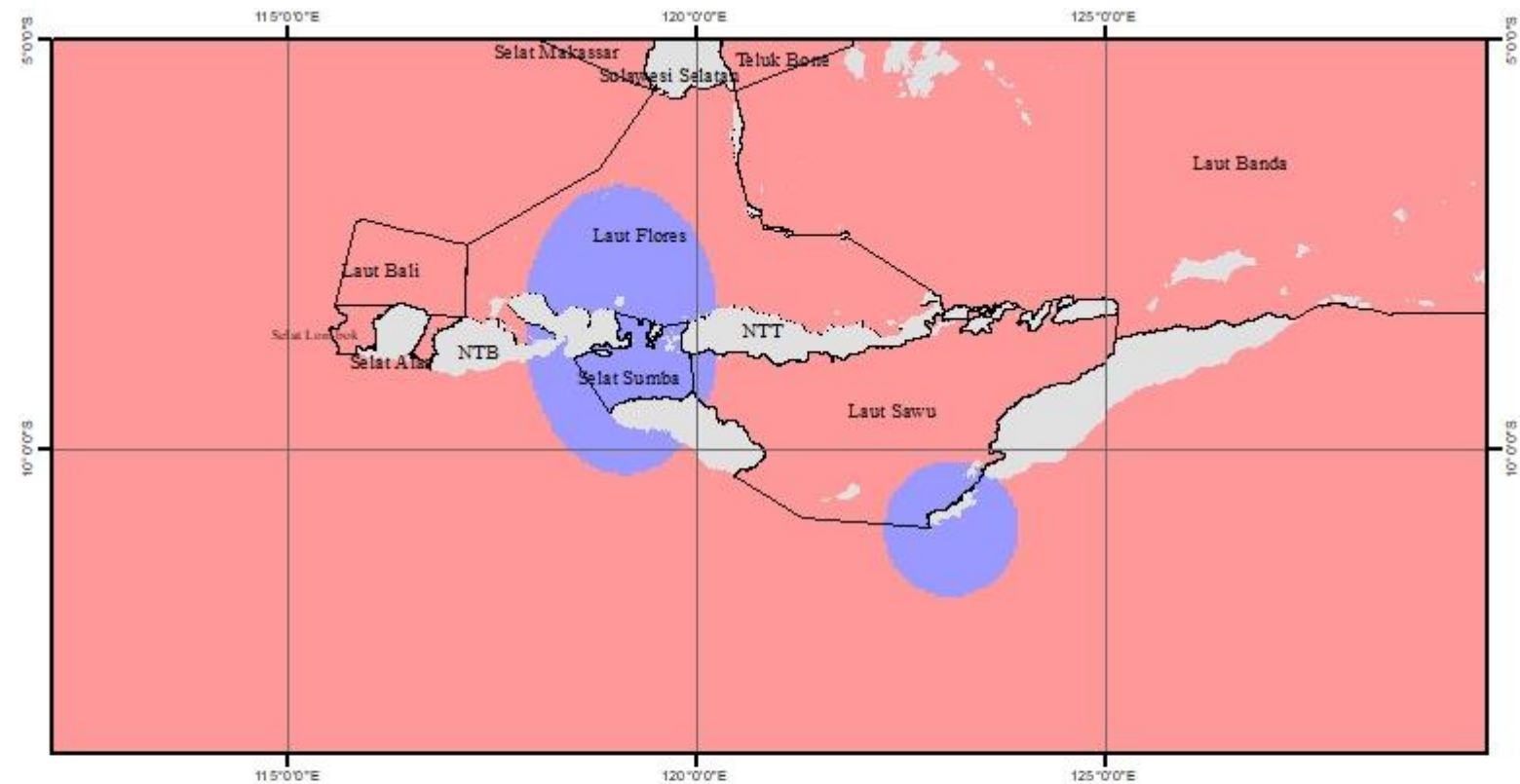
**Legenda**

Muson N2	
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red; border:1px solid black;"></span>	-0,781502060 - -0,3 Lemah Korelasi Tertarik
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span>	-0,3 - 0 Sangat Lemah Korelasi Tertarik
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:cyan; border:1px solid black;"></span>	0 - 0,3 Sangat Lemah Korelasi Langsung
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span>	0,3 - 0,300150245 Lemah Korelasi Langsung
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px solid black;"></span>	Pelataran, Indonesia, Timur Sumber Data:
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:gray; border:1px solid black;"></span>	Qaratan

1. Data Pengamatan Piring Samudra  
Badan Informasi Geospasial  
Tahun 2012 - 2015  
2. GSHHG  
3. AUSMI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan :  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Herryo Yunusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2020**



**PETA KORELASI ANGIN MUSON 01  
PERAIRAN INDONESIA TIMUR**

0 250 100 150 200 250 300  

 KM

**Legenda**

**Muson01**

- $-0,225247204 - 0$  Sangat Lemah Korelasi Terbaik
- $0 - 0,116716303$  Sangat Lemah Korelasi Langsung

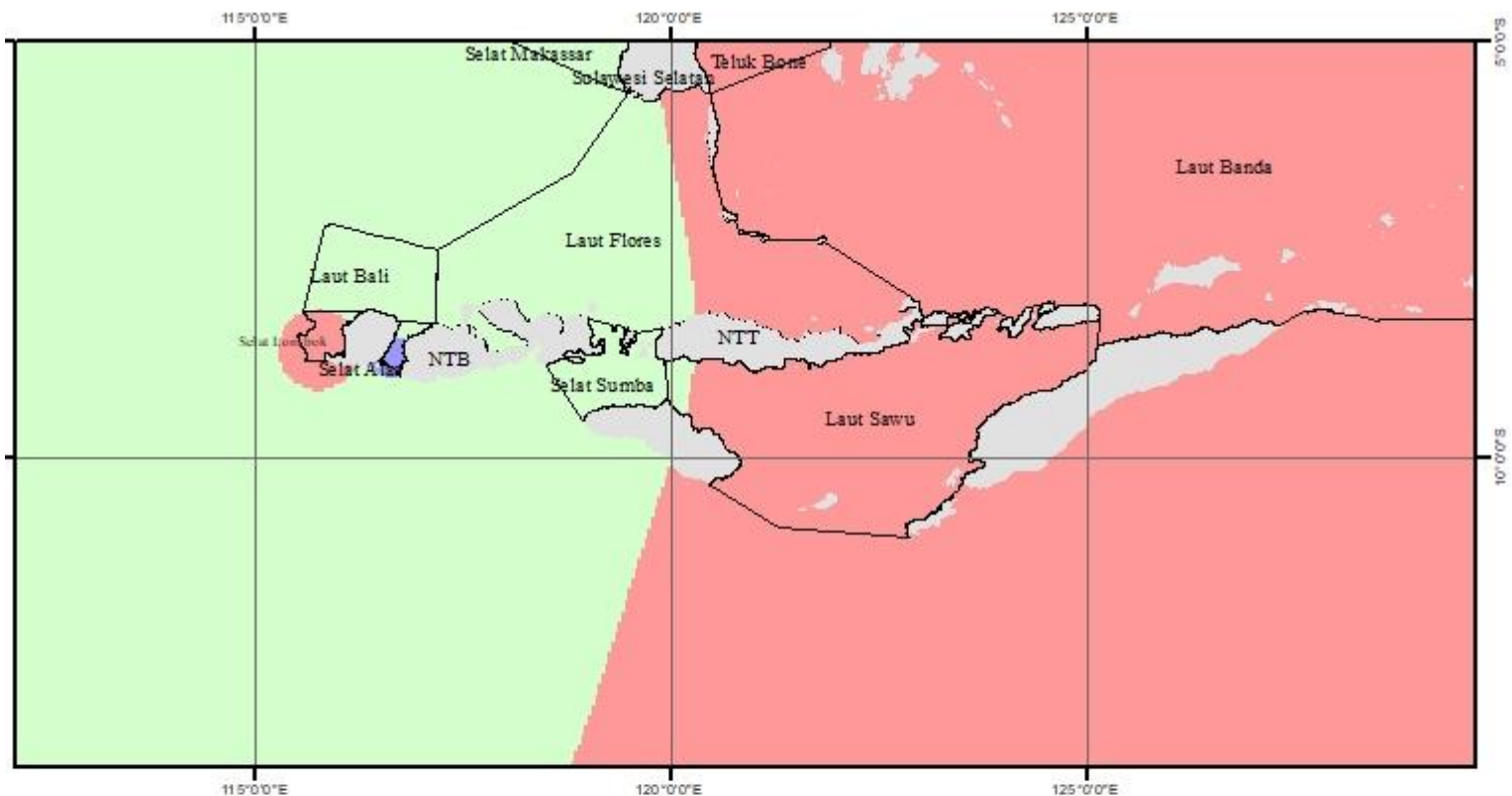
- Perairan Indonesia Timur Sumber Data:
  1. Data Pengamatan Posing Sani Badan Informasi Geospasial Tahun 2012 - 2015
  2. GSHHG
  3. AUSMI
- Daratan

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan :  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yunusev Darin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001



DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020





**Legenda**

**Muson P1**

- 0,2-202145730 - 0 Sangat Lemah Korelasi Terbalik
- 0 - 0,3 Sangat Lemah Korelasi Langsung
- 0,3 - 0,39681232 Lemah Korelasi Langsung

Perairan Indonesia Timur

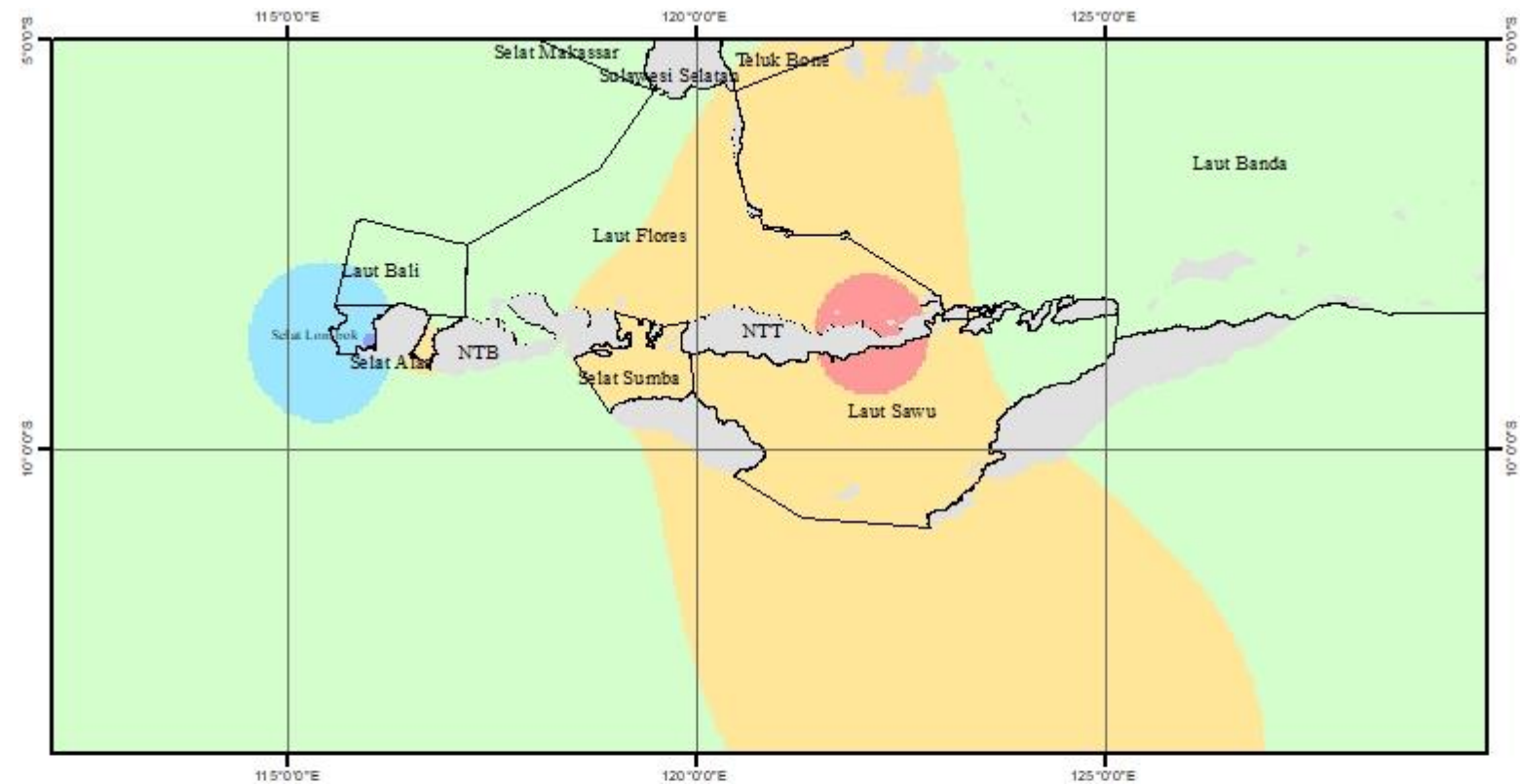
Daratan

Sumber Data:

1. Data Pengamatan Pasang Surut Badan Informasi Geospasial Tahun 2012 - 2015
2. GSHHG
3. AUSMI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan:  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harri no Yunusev Danin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing:  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020**



**PETA KORELASI ANGIN MUSON S2**  
**PERAIRAN INDONESIA TIMUR**  
 0 250 100 150 200 250 300  
  
 KM

**Legenda**

**Muson S2**

- 0,50 - -0,5 Cukup Kuat Kecepatan Terbalik
- 0,49 - -0,2 Lemah Kecepatan Terbalik
- 0,39 - 0 Sangat Lemah Kecepatan Terbalik
- 0,01 - 0,3 Sangat Lemah Kecepatan Langsung
- 0,21 - 0,50 Lemah Kecepatan Langsung

Papanan, Indonesia, Timur Sumber Data:  
 Daratan

1. Data Pengamatan Posing Sani Badan Informasi Geospasial Tahun 2012 - 2015
2. GSHHG
3. AUSMI

Datum : WGS 1984  
 Tanggal Pembuatan :  
 19 Juni 2020  
 Dibuat Oleh:  
 Harrino Yunusev Darin  
 NRP. 03311640000041  
 Dosen Pembimbing  
 Ir. Yuwono, M.S.  
 NIP. 19590124 198502 1 001  
 Dr. Eko Yuli Handoko, S.T., M.T.  
 NIP. 19740727 200003 1 001

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
 SURABAYA  
 2020

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 01 Februari 1998, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyiyah Kelurahan Sidotopo Wetan Kota Surabaya, SDN 01 Meruya Selatan Jakarta Barat, SMPN 75 Jakarta Barat, dan SMAN 78 Jakarta Barat. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan pendidikan jenjang S1 di Teknik Geomatika, Institut Teknologi

Sepuluh Nopember melalui jalur SBMPTN tahun 2016 dengan NRP 03311640000041. Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif dalam organisasi kemahasiswaan sebagai staff Divisi Kaderisasi *Geomatics Islamic Study* tahun 2017/2018, staff Divisi Riset Bencana MAHAGANA ITS tahun 2018, Kepala Departemen Sosial Masyarakat HIMAGE-ITS Kabinet Origin tahun 2019, Kepala Divisi Riset Bencana MAHAGANA ITS tahun 2019. Penulis melakukan kerja praktik di Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya. Untuk menyelesaikan jenjang S1, penulis mengambil Tugas Akhir di bidang Pasang Surut Air Laut dengan judul “Analisis Pola Pasang Surut di Perairan Indonesia Bagian Timur”.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*