KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
SURAT PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
INTISARI vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiv

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Permasalahan Penelitian 8

1.3 Keaslian Penelitian 8

1.4 Tujuan Penelitian 16

1.5 Manfaat Penelitian 17

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka 18
2.1.1 Bidang Penelitian Kelautan dan Perikanan 18
a. Sumberdaya Perikanan 18
b. Sumberdaya Nonhayati 23

2.1.2 Karakteristik Spektral Perairan Laut 25

2.1.3 Penginderaan Jauh untuk Bidang Kelautan 28

2.1.4 Ekstraksi Data dan Informasi dari Penginderaan Jauh 32
a. Ekstraksi Suhu Permukaan Laut 32
b. Ekstraksi Data Klorofil-a 37

2.1.5 Aplikasi Informasi *Upwelling* bagi Dunia Perikanan di Perairan

KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Samudra Hindia (WPP-RI 573) 43

2.1.6 Model Observasi dan Deteksi *Upwelling* 49
a) Model Observasi Upwelling secara Langsung (insitu) 49
b) Model Observasi Upwelling Menggunakan Teknologi Inderaja 55
c) Model Spasial Deteksi *Upwelling* di Perairan Samudra Hindia Selatan Jawa, Bali, NTT 57

2.1.7 Pendekatan Metode *Fuzzy Logic* dalam Analisis Citra untuk Deteksi Fenomena *Upwelling* 60

2.1.8 Habitat Ikan 63
a. Ikan Albakor (*Thunnus alalunga*) 66
b. Ikan Tuna Mata Besar (*Big eye Tuna (Thunnus Obesus*)) 67
c. Ikan Madidihang (*Yellowfin Tuna* (*Thunnus albacares*)) 68
d. Ikan Sirip Biru (*Southern Bluefin Tuna* (*Thunnus maccoyii*)) ... 68

2.2 Rangkuman Teoretis 69

2.3 Pertanyaan Penelitian 72

2.4 Kerangka Teoretis 74
2.4.1 Analisis Kejadian *upwelling* melalui Teknologi Penginderaan Jauh 74
2.4.2 Analisis Perbandingan Data Penginderaan Jauh dan Model Osenografi 75
2.4.3 Analisis Pola Kejadian *Upwelling* 76

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian 78

3.2 Data Penelitian 80

3.3 Metode Penelitian 81
3.3.1 Desain Penelitian 81
3.3.2 Tahap pengolahan data 85
1. Pengolahan data MODIS Aqua/Terra tingkat 1B 85
a. Koreksi Geometrik dan Bow-tie 85
b. Koreksi Radiometrik 85
c. *Masking* Citra 86
2. Pengolahan citra MODIS Aqua/Terra tingkat 3 87
3. Pemrosesan informasi SPL citra MODIS tingkat 1B 90

KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4. Pemrosesan informasi SPL citra MODIS tingkat 3 91
5. Pemrosesan informasi konsentrasi Klorofil-a 92
a. Pengolahan pada citra MODIS Aqua/Terra tingkat 1B 92
b. Pengolahan pada citra MODIS Aqua/Terra tingkat 3 92
3.3.3 Hubungan antara SPL dengan Konsentrasi klorofil-a 96
3.3.4 Hubungan Antara SPL dengan Kondisi Suhu di Kedalaman 97
3.3.5 Identifikasi *upwelling* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*..... 101
a) Menentukan kelas/himpunan *fuzzy* 101
b) Menghitung keanggotaan nilai piksel dalam kelas 102
3.3.6 Langkah Kerja Metode *Fuzzy Logic* pada Perangkat Lunak 105
3.3.7 Deteksi *upwelling* dengan faktor konsentrasi klorofil-a sebagai pembatas..... 109
3.3.8 Deteksi *upwelling* dengan Metode Filter Testur..... 111
3.3.9 Hubungan Kejadian *upwelling* dengan Data Penangkapan Ikan..... 111

BAB IV
HASIL ANALISIS DATA PENGINDERAAN JAUH DAN DATA OSEANOGRAFI

4.1 Analisis Data Penginderaan Jauh..... 113
4.1.1 Pengolahan awal (*pre-processing*) citra MODIS Aqua/Terra tingkat 1B..... 113
a. Koreksi Geometrik dan Koreksi Bowtie..... 113
b. Proses menutup (*masking*) awan 115
4.1.2 Pengolahan citra MODIS Aqua/Terra untuk suhu permukaan laut 117
a. Menghitung temperatur kecerahan air..... 117
b. Menghitung suhu permukaan laut harian 118
c. Menghitung SPL rerata bulanan..... 122
4.1.3 Pengolahan citra MODIS Aqua/Terra untuk konsentrasi klorofil-a..... 123
4.1.4 Analisis citra MODIS Aqua/Terra tingkat 3 125

4.2 Analisis Data Oseanografi 136

4.3 Kondisi Suhu pada Kedalaman Ditahun 2012 141
a. Kondisi Suhu pada Kedalaman 100 m – 1000 m pada bulan Juni 142
b. Kondisi Suhu pada Kedalaman 100 m – 1000 m pada bulan Juli 146
c. Kondisi Suhu pada Kedalaman 100 m – 1000 m pada bulan

KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Agustus 150
d. Kondisi Suhu pada Kedalaman 100 m – 1000 m pada bulan September 154
e. Kondisi Suhu pada Kedalaman 100 m – 1000 m pada bulan Oktober 158

4.4 Identifikasi Kejadian *Upwelling* dengan menggunakan Metode *Fuzzy Logic* 162
4.4.1 Himpunan Suhu pada bulan Juni 165
a. Identifikasi Wilayah *upwelling* pada bulan Juni Tahun 2008, 2012 dan 2013 dengan Metode *fuzzy logic* 166
4.4.2 Himpunan Suhu pada bulan Juli 173
a. Identifikasi Wilayah *upwelling* pada bulan Juli Tahun 2008, 2012 dan 2013 dengan Metode *fuzzy logic* 175
4.4.3 Himpunan Suhu pada bulan Agustus 180
a. Identifikasi Wilayah *upwelling* pada bulan Agustus Tahun 2008, 2012 dan 2013 dengan Metode *fuzzy logic* 182
4.4.4 Himpunan Suhu pada Bulan September 191
a. Identifikasi Wilayah *upwelling* pada bulan September Tahun 2008, 2012 dan 2013 dengan Metode *fuzzy logic* 192
4.4.5 Himpunan Suhu pada bulan Oktober 200
a. Identifikasi Wilayah *upwelling* pada bulan Oktober Tahun 2008, 2012 dan 2013 dengan Metode *fuzzy logic* 202

BAB V HASIL IDENTIFIKASI *UPWELLING*

5.1 Area *upwelling* pada tahun 2012 menggunakan metode *fuzzy logic* 212

5.2 Area *upwelling* pada tahun 2012 menggunakan konsentrasi klorofil-a 219

5.3 Deteksi *upwelling* dengan filter tekstur 225

5.4 Analisis perbandingan antara metode *fuzzy*, metode klorofil-a dengan pembatas serta metode pemfilteran tekstur 235

BAB VI HUBUNGAN KEJADIAN *UPWELLING* DENGAN DATA PENANGKAPAN IKAN

6.1 Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap 238
6.1.1 Daerah Penangkapan Ikan Albakora 240
6.1.2 Daerah Penangkapan Ikan Tuna Mata Besar 246
6.1.3 Daerah Penangkapan Ikan Madidihang 251
6.1.4 Daerah Penangkapan Ikan Tuna Sirip Biru 256

6.2 Dialog Teori Hasil Penelitian 260

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan 264
7.2 Saran 265

DAFTAR PUSTAKA 266

LAMPIRAN

Lampiran I Peta Area kejadian *upwelling* pada tahun 2008 dengan menggunakan metode *fuzzy logic* 280
Lampiran II. Peta Area kejadian *upwelling* pada tahun 2013 dengan menggunakan metode *fuzzy logic* 285
Lampiran III. Grafik Hubungan antara SPL dan konsentrasi klorofil-a tahun 2008 288
Lampiran IV. Grafik Hubungan antara SPL dan konsentrasi klorofil-a tahun 2012 293
Lampiran V. Grafik Hubungan antara SPL dan konsentrasi klorofil-a tahun 2013 298
Lampiran VI. Grafik rerata suhu dengan kedalaman 2008 – 2012 303

KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian Penelitian.....10
Tabel 2. Persamaan dan perbedaan dengan penelitian terdahulu 16
Tabel 3. Wilayah Perairan dan Pembagian WPP-RI.....21
Tabel 4. Kelompok Sumberdaya Ikan Laut Indonesia.....22
Tabel 5. Waktu sejarah perkembangan satelit Meteorologi di dunia.....31
Tabel 6. Saluran (Band) MODIS yang digunakan untuk ekstraksi SPL.....33
Tabel 7. Nilai koefisien MODIS saluran 31 dan 32.....34
Tabel 8. Nilai koefisien MODIS saluran 22 dan 23.....34
Tabel 9. Tingkat data serta keterangannya pada citra MODIS Aqua/Terra.....35
Tabel 10. Rerata Suhu Permukaan Laut dan keterdapatan ikan di Samudra Pasifik 47
Tabel 11. Data dan Informasi yang dibutuhkan pada penelitian.....81
Tabel 12. Panjang gelombang pusat 90
Tabel 13. Koefisien suhu permukaan laut (11 – 12 µm).....91
Tabel 14. Nilai Korelasi R antara Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil-a 128
Tabel 15. Nilai Korelasi Suhu dengan SPL pada bulan Juni 2012 144
Tabel 16. Nilai Korelasi Suhu dengan SPL pada bulan Juli 2012 148
Tabel 17. Nilai Korelasi Suhu dengan SPL pada bulan Agustus 2012.....151
Tabel 18. Nilai Korelasi Suhu dengan SPL pada bulan September 2012.....156
Tabel 19. Nilai Korelasi Suhu dengan SPL pada bulan Oktober 2012.....160
Tabel 20. Kisaran SPL dingin, SPL sedang dan SPL hangat pada bulan Juni dalam kurun waktu 10 tahun 165
Tabel 21. Himpunan Fuzzy pada bulan Juni tahun 2008.....168
Tabel 22. Himpunan Fuzzy pada bulan Juni tahun 2012.....168
Tabel 23. Kisaran SPL dingin, SPL sedang dan SPL hangat pada bulan Juli dalam kurun waktu 10 tahun 173
Tabel 24. Himpunan Fuzzy pada bulan Juli tahun 2008.....176
Tabel 25. Himpunan Fuzzy pada bulan Juli tahun 2012.....176
Tabel 26. Kisaran SPL dingin, SPL sedang dan SPL hangat pada

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bulan Agustus dalam kurun waktu 10 tahun 181

Tabel 27. Himpunan Fuzzy pada bulan Agustus tahun 2008.....184

Tabel 28. Himpunan Fuzzy pada bulan Agustus tahun 2012.....184

Tabel 29. Himpunan Fuzzy pada bulan Agustus tahun 2013.....185

Tabel 30. Kisaran SPL dingin, SPL sedang dan SPL hangat pada bulan September dalam kurun waktu 10 tahun 171

Tabel 31. Himpunan Fuzzy pada bulan September tahun 2008.....194

Tabel 32. Himpunan Fuzzy pada bulan September tahun 2012.....194

Tabel 33. Himpunan Fuzzy pada bulan September tahun 2013.....195

Tabel 34. Kisaran SPL dingin, SPL sedang dan SPL hangat pada bulan Oktober dalam kurun waktu 10 tahun 201

Tabel 35. Himpunan Fuzzy pada bulan Oktober tahun 2008.....203

Tabel 36. Himpunan Fuzzy pada bulan Oktober tahun 2012.....203

Tabel 37. Himpunan Fuzzy pada bulan Oktober tahun 2013.....204

Tabel 38. Perbandingan metode identifikasi upwelling.....237

Tabel 39. Jumlah dan Jenis Alat Tangkap di PPS Cilacap 239

Tabel 40. Produksi perikanan tangkap di PPS Cilacap pada tahun 2009 240

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA**
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Keaslian penelitian 15

Gambar 2. Peta Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia.....20

Gambar 3. Karakteristik Spektral Objek Perairan.....26

Gambar 4. Variasi reflektan pada konsentrasi klorofil-a air laut 27

Gambar 5 (a) Perbandingan antara hasil algoritma MCSST yang menggunakan berbagai konstanta pada sumbu Y dengan hasil pemantauan SPL lapangan. (b) perbandingan antara perhitungan algoritma MCSST dengan sudut penyiaman sensor 28

Gambar 6. (a) Data tingkat 1b, (b) Data tingkat 2, (c) Data tingkat 3 dari citra MODIS Aqua/Terra.....37

Gambar 7. Beberapa Jenis Fitoplankton yang melakukan fotositesis di perairan laut.....38

Gambar 8. Grafik Tangkapan Spektral Pigmen Fitoplankton.....40

Gambar 9. (a) Citra MODIS Aqua/Terra tingkat 1B, (b) Citra Modis Aqua/Terra tingkat 2 (setelah diproses dengan algoritma OC3M), (c) proses pewarnaan citra 42

Gambar 10. Nilai piksel pada citra MODIS Aqua/Terra 43

Gambar 11. Grafik rerata suhu permukaan Laut bulanan untuk (a) Albakora, (b) Tuna Mata Besar, dan (c) Tuna Sirip Kuning di Perairan Samudra Hindia.....47

Gambar 12. Grafik rerata konsentrasi klorofil-a untuk (a) Albakora, (b) Tuna Mata Besar, dan (c) Tuna Sirip Kuning di Perairan Samudra Hindia.....48

Gambar 13. Peta lokasi terjadinya Upwelling dan potensi serta dugaan 48

Gambar 14. Bentuk CTD (a) Penampang CTD dilihat dari atas, (b) Penampang CTD dari samping, warna abu-abu adalah botol Niskin, warna biru adalah Sensor Tekanan (Pressure), Konduktivitas (Conductivity) dan Temperatur (Temperatur) 50

Gambar 15. (a) Data lokasi pengambilan sampel menggunakan CTD di perairan Selatan Jawa (b) Contoh hasil pengolahan data CTD di perairan Selatan Jawa.....51

Gambar 16. (a) Mooring Pemantauan Java Upwelling Variation Observation (b) Mooring NOAA di Perairan Samudra Hindia 52

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA**
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 17. (a) Grafik pergerakan suhu secara vertikal hasil pemantauan instrumen JUVO, (b) Grafik pergerakan suhu secara vertikal hasil pemantauan instrumen RAMA 53

Gambar 18. (a) Periode IOD+, (b) Periode IOD- 55

Gambar 19. Faktor-faktor pembangkit upwelling di perairan WPP-RI 573 SJC adalah South Java Current (arus selatan Pulau Jawa), SEC adalah South East Current (arus tenggara), ITF adalah Indonesian Thruogh Flow (arus lintas Indonesia).....58

Gambar 20. Standar Deviasi rerata bulanan Suhu Permukaan Laut selama Angin Monsun Tenggara dari tahun 1981 – 1999 59

Gambar 21. Sebaran wilayah kejadian upwelling beserta intensitasnya (a) Sebaran upwelling pada periode normal di bulan Agustus, (b) Sebaran upwelling pada periode El Niño di bulan Oktober, (c) Sebaran upwelling pada periode La Niña bulan Agustus 60

Gambar 22. Deteksi fenomena upwelling menggunakan informasi SPL, (a) kondisi SPL perairan pantai Portugal yang telah dikontur untuk suhu dingin, sedang, dan hangat secara manual; (b) hasil identifikasi kejadian upwelling dengan menggunakan metode fuzzy yang dibagi dalam 4 klasifikasi 62

Gambar 23. (a) hasil dari intepretasi secara visual kejadian upwelling yang dibatasi dengan garis hitam, (b) kejadian upwelling yang terlihat secara visual (huruf C menyimbolkan cloud cover (tutupan awan) 63

Gambar 24. Distribusi berbagai spesies ikan tuna pada lapisan dan kedalaman perairan 64

Gambar 25. Arus Perairan Dunia 65

Gambar 26. Ikan Albakora.....66

Gambar 27. Ikan Tuna Mata Besar 67

Gambar 28. Ikan Tuna Madidihang 68

Gambar 29. Ikan Tuna Sirip Biru.....68

Gambar 30. Kerangka teoretis penelitian.....73

Gambar 31. Wilayah Penelitian 80

Gambar 32. Alur Penelitian.....84

Gambar 33. Tampilan website http://oceancolor.gsfc.nasa.gov 87

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA**
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 34. (a) Citra MODIS Aqua/Terra harian, (b) Citra MODIS Aqua/Terra komposit 8 hari, (c) Citra MODIS Aqua/Terra komposit bulanan 88

Gambar 35. Proses Pemotongan citra satelit MODIS Aqua/Terra 89

Gambar 36. Hasil Proses Pemotongan Citra Satelit.....89

Gambar 37. Hasil Perwarnaan citra, warna biru menunjukkan suhu dingin, kuning suhu sedang sedangkan merah suhu hangat.....92

Gambar 38. Nilai dijital Citra MODIS aqua/terra Tingkat 3 93

Gambar 39. Hasil Normalisasi Nilai Digital citra MODIS aqua/terra 94

Gambar 40. Proses Pemotongan citra satelit MODIS aqua/terra 95

Gambar 41. Hasil Proses Pemotongan citra MODIS Aqua/Terra.....95

Gambar 42. Hasil pewarnaan citra MODIS Aqua/Terra, warna biru menunjukkan konsentrasi klorofil rendah, merah konsentrasi sedang, kuning konsentrasi tinggi.....96

Gambar 43. Peta pengambilan sampel SPL dan konsentrasi klorofil-a 97

Gambar 44. Pergerakan suhu air dalam derajat Celcius (^{0}C) Laut dari dasar (a) kedalaman 1000 m, (b) kedalaman 500 m, (c) kedalaman 200 m, (d) kedalaman 100 m dan (e) pada permukaan (citra satelit) 100

Gambar 45. Grafik himpunan fuzzy fenomena upwelling.....101

Gambar 46. Himpunan Fuzzy dengan kurva-S: (a) Pertumbuhan, (b)Penyusutan 103

Gambar 47. Karakteristik fungsi kurva-S 103

Gambar 48. Proses impor data pada perangkat lunak IDRISI selva 106

Gambar 49. Tampilan data pada perangkat lunak IDRISI selva.....106

Gambar 50. Tampilan pada menu modeling 107

Gambar 51. Tampilan dialog pada model fuzzy 107

Gambar 52. Hasil dari model fuzzy pada perangkat lunak IDRISI selva 108

Gambar 53. Merubah format penyimpanan gambar 109

Gambar 54. Kondisi SPL yang telah dibatasi kisaran suhu antara 25^0C – 26^0C dengan garis putih.....110

Gambar 55. Konsentrasi klorofil-a yang sudah dibatasi garis putih dengan kisaran 0,5 mg/m^3 – 1 mg/m^3 110

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA**
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 56. Hasil perpotongan antara kondisi SPL dingin dengan konsentrasi klorofil-a 110

Gambar 57. Tampilan citra MODIS saluran 20 (a) Sebelum koreksi geometrik (b) sesudah koreksi geometrik.....114

Gambar 58. Tampilan citra sensor Zenith saluran 20 (a) Sebelum koreksi geometrik (b) sesudah koreksi geometrik.....114

Gambar 59. Perbedaan nilai piksel sensor zenith (a) sebelum proses koreksi radiometrik, (b) sesudah proses koreksi radiometrik.....115

Gambar 60. (a) Tampilan citra penutup awan (1 nilai piksel yang digunakan, 0 nilai piksel yang tidak digunakan), (b) Nilai piksel citra.....116

Gambar 61. Tampilan citra hasil penutupan awan pada saluran 20, (a) citra sebelum penutupan awan, (b) citra setelah penutupan awan 116

Gambar 62. Nilai piksel hasil perhitungan temperatur kecerahan (a) saluran 20, (b) saluran 31, dan (c) saluran 32 118

Gambar 63. (a) Citra hasil perhitungan SPL (b) nilai piksel hasil perhitungan SPL 119

Gambar 64. Nilai piksel obyek air 119

Gambar 65. Hasil Pemotongan citra (a) citra hasil pemotongan (b) nilai piksel 120

Gambar 66. (a) citra hasil penutupan, (b) nilai piksel.....120

Gambar 67. (a) citra SPL, (b) nilai piksel SPL 121

Gambar 68. Hasil penjumlahan (a) SPL harian, (b) perhitungan indeks 122

Gambar 69. Hasil rerata SPL bulanan (a) citra rerata SPL (b) nilai piksel rerata SPL.....123

Gambar 70. (a) citra dan nilai piksel sebelum pengolahan, (b) citra dan nilai piksel sesudah pengolahan 124

Gambar 71. Grafik Indeks IOD tahun 2004 – 2012.....126

Gambar 72. Kondisi SPL dan konsentrasi klorofil-a serta grafik perbandingan antara konsentrasi klorofil-a dan SPL (a) bulan Juni tahun 2008, (b) bulan Juli 2008, (c) bulan Agustus 2012, (d) bulan September 2012, (e) bulan Oktober 2013.....133

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA**
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 73. Status dan jumlah argo sampai dengan 12 Desember 2014 137

Gambar 74. Tampilan data informasi suhu di kedalaman 400 m dengan menggunakan metode isotherm 138

Gambar 75. Tampilan data informasi suhu pada kedalaman 100 m dengan menggunakan metode grid.....138

Gambar 76. Hasil Interpolasi menggunakan metode IDW 140

Gambar 77. Lokasi Stasiun Sampel Pada Perairan WPP-RI 573 141

Gambar 78. Kondisi suhu perairan (a) pada kedalaman 1000 m, (b) pada kedalaman 500 m, (c) pada kedalaman 200 m, (d) pada kedalaman 100 m, (e) pada permukaan (0 m) dari citra satelit MODIS Aqua/Terra bulan Juni 2012 143

Gambar 79. Grafik nilai suhu dalam ^{0}C pada berbagai kedalaman bulan Juni tahun 2012 144

Gambar 80. Grafik kondisi suhu terhadap kedalaman pada bulan Juni 2012.....145

Gambar 81. Kondisi suhu perairan (a) pada kedalaman 1000 m, (b) pada kedalaman 500 m, (c) pada kedalaman 200 m, (d) pada kedalaman 100 m, (e) pada permukaan (0 m) dari citra satelit MODIS Aqua/Terra bulan Juli 2012 147

Gambar 82. Grafik nilai suhu dalam ^{0}C pada berbagai kedalaman pada bulan Juli tahun 2012.....148

Gambar 83. Grafik kondisi suhu terhadap kedalaman pada bulan Juli 2012.....149

Gambar 84. Kondisi suhu perairan (a) pada kedalaman 1000 m, (b) pada kedalaman 500 m, (c) pada kedalaman 200 m, (d) pada kedalaman 100 m, (e) pada permukaan (0m) dari citra satelit MODIS Aqua/Terra bulan Agustus 2012.....151

Gambar 85. Grafik nilai suhu dalam ^{0}C pada berbagai kedalaman pada bulan Agustus tahun 2012 152

Gambar 86. Grafik kondisi suhu terhadap kedalaman pada bulan Agustus 2012 153

Gambar 87. Kondisi suhu perairan (a) pada kedalaman 1000 m, (b) pada kedalaman 500 m, (c) pada kedalaman 200 m, (d) pada kedalaman

KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

100 m, (e) pada permukaan (0 m) dari citra satelit MODIS Aqua/Terra bulan September 2012 155

Gambar 88. Grafik nilai suhu dalam ^{0}C pada berbagai kedalaman pada bulan September tahun 2012 156

Gambar 89. Grafik kondisi suhu terhadap kedalaman pada bulan September 2012 157

Gambar 90. Kondisi suhu perairan (a) pada kedalaman 1000 m, (b) pada kedalaman 500 m, (c) pada kedalaman 200 m, (d) pada kedalaman 100 m, (e) pada permukaan (0 m) dari citra satelit MODIS Aqua/Terra bulan Oktober 2012 159

Gambar 91. Grafik nilai suhu dalam ^{0}C pada berbagai kedalaman pada bulan Oktober tahun 2012 160

Gambar 92. Grafik kondisi suhu terhadap kedalaman pada bulan Oktober 2012 161

Gambar 93. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Juni tahun 2008 168

Gambar 94. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Juni tahun 2012.....168

Gambar 95. Kejadian upwelling pada bumi bagian selatan.....169

Gambar 96. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Juni tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 171

Gambar 97. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Juni tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 172

Gambar 98. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Juli tahun 2008 176

Gambar 99. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Juli tahun 2012 176

Gambar 100. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Juli tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 178

Gambar 101. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Juli tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 179

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA**
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 102. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Agustus tahun 2008 184

Gambar 103. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Agustus tahun 2012 184

Gambar 104. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Agustus tahun 2013 185

Gambar 105. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Agustus tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 187

Gambar 106. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Agustus tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 188

Gambar 107. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Agustus tahun 2013, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 189

Gambar 108. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan September tahun 2008 194

Gambar 109. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan September tahun 2012 194

Gambar 110. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan September tahun 2013 195

Gambar 111. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan September tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 197

Gambar 112. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan September tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 198

Gambar 113. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan September tahun 2013, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 199

Gambar 114. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Oktober tahun 2008 203

Gambar 115. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Oktober tahun 2012 203

KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 116. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Oktober tahun 2013 204

Gambar 117. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Oktober tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 206

Gambar 118. (a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Oktober tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 207

Gambar 119.(a) Kondisi SPL dalam ^{0}C pada bulan Oktober tahun 2013, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic 208

Gambar 120. Grafik suhu dengan kedalaman 210

Gambar 121. Peta lokasi kejadian upwelling pada tahun 2012 bulan (a) Juni, (b) Juli, (c) Agustus, (d) September, serta (e) Oktober 218

Gambar 122. Peta kejadian upwelling pada tahun 2012 224

Gambar 123. (a) Citra satelit Modis Aqua/Terra bulan Juli tahun 2008 sebelum dilakukan proses pemfilteran, (b) Citra setelah dilakukan pemfilteran 227

Gambar 124. (a) Citra Satelit Modis Aqua/Terra bulan Juli tahun 2012 sebelum dilakukan proses pemfilteran, (b) Citra setelah dilakukan pemfilteran 228

Gambar 125. (a) Citra Satelit Modis Aqua/Terra bulan Juli tahun 2013 sebelum dilakukan proses pemfilteran, (b) Citra setelah dilakukan pemfilteran 229

Gambar 126. Area kejadian upwelling metode filter tekstur 234

Gambar 127. Data Penangkapan Ikan Albakora pada bulan Juni (a), Juli (b), September (c), dan Oktober (d) pada kedalaman 100 m yang ditunjukkan dengan tanda ikan 245

Gambar 128. Data Penangkapan Ikan Tuna Mata Besar pada bulan Juli (a), Agustus (b), September (c), dan Oktober (d) pada kedalaman 100 m yang ditunjukkan dengan tanda ikan 250

Gambar 129. Data Penangkapan Ikan Tuna Madidihang (yellowfin) pada bulan Juni (a), Juli (b), September (c), dan Oktober (d) pada kedalaman 100 m yang ditunjukkan dengan tanda ikan 255

Gambar 130. Jalur migrasi ikan tuna sirip biru (Southern Bluefin Tuna) 256

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**KOMBINASI DATA PENGINDERAAN JAUH DENGAN DATA OSEANOGRAFI UNTUK OBSERVASI DAN ANALISIS KEJADIAN
UPWELLING DI SAMUDRA HINDIA**
DENNY WIJAYA KUSUMA, Projo Danoedoro; Hartono; Sunarto
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 131. Data penangkapan ikan tuna sirip biru pada bulan Juli (a), Agustus (b) pada kedalaman 100 m yang ditunjukkan dengan tanda ikan 259

Gambar 132. Perbandingan antara hasil metode fuzzy yang digunakan pada perairan Portugal (a) dan pada perairan WPP-RI 573 (b).....263