

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 <i>Upwelling</i> bagi Dunia Perikanan di Perairan | |

| | |
|---|----|
| Samudra Hindia (WPP-RI 573) | 43 |
| 2.1.6 Model Observasi dan Deteksi <i>Upwelling</i> | 49 |
| a) Model Observasi <i>Upwelling</i> secara Langsung (insitu) | 49 |
| b) Model Observasi <i>Upwelling</i> Menggunakan Teknologi Inderaja..... | 55 |
| c) Model Spasial Deteksi <i>Upwelling</i> di Perairan Samudra Hindia Selatan Jawa, Bali, NTT | 57 |
| 2.1.7 Pendekatan Metode <i>Fuzzy Logic</i> dalam Analisis Citra untuk Deteksi Fenomena <i>Upwelling</i> | 60 |
| 2.1.8 Habitat Ikan | 63 |
| a. Ikan Albakor (<i>Thunnus alalunga</i>)..... | 66 |
| b. Ikan Tuna Mata Besar (<i>Big eye Tuna (Thunnus Obesus)</i>)..... | 67 |
| c. Ikan Madidihang (<i>Yellowfin Tuna (Thunnus albacares)</i>) | 68 |
| d. Ikan Sirip Biru (<i>Southern Bluefin Tuna (Thunnus maccoyii)</i>)... .. | 68 |
| 2.2 Rangkuman Teoretis | 69 |
| 2.3 Pertanyaan Penelitian..... | 72 |
| 2.4 Kerangka Teoretis | 74 |
| 2.4.1 Analisis Kejadian <i>upwelling</i> melalui Teknologi Penginderaan Jauh | 74 |
| 2.4.2 Analisis Perbandingan Data Penginderaan Jauh dan Model Osenografi..... | 75 |
| 2.4.3 Analisis Pola Kejadian <i>Upwelling</i> | 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. <i>Masking</i> Citra..... | 86 |
| 2. Pengolahan citra MODIS Aqua/Terra tingkat 3..... | 87 |
| 3. Pemrosesan informasi SPL citra MODIS tingkat 1B..... | 90 |

| | |
|---|-----|
| 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 <i>upwelling</i> Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i> | 101 |
| a) Menentukan kelas/himpunan <i>fuzzy</i> | 101 |
| b) Menghitung keanggotaan nilai piksel dalam kelas | 102 |
| 3.3.6 Langkah Kerja Metode <i>Fuzzy Logic</i> pada Perangkat Lunak | 105 |
| 3.3.7 Deteksi <i>upwelling</i> dengan faktor konsentrasi klorofil-a sebagai pembatas..... | 109 |
| 3.3.8 Deteksi <i>upwelling</i> dengan Metode Filter Testur..... | 111 |
| 3.3.9 Hubungan Kejadian <i>upwelling</i> 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 (<i>pre-processing</i>) citra MODIS Aqua/Terra tingkat 1B..... | 113 |
| a. Koreksi Geometrik dan Koreksi Bowtie..... | 113 |
| b. Proses menutup (<i>masking</i>) 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 | |

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

BAB V HASIL IDENTIFIKASI UPWELLING

| | |
|---|-----|
| 5.1 Area <i>upwelling</i> pada tahun 2012 menggunakan metode <i>fuzzy logic</i> | 212 |
| 5.2 Area <i>upwelling</i> pada tahun 2012 menggunakan konsentrasi klorofil-a | 219 |
| 5.3 Deteksi <i>upwelling</i> dengan filter tekstur | 225 |
| 5.4 Analisis perbandingan antara metode <i>fuzzy</i> , 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 |

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|-----|
| 7.1 Kesimpulan | 264 |
| 7.2 Saran | 265 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| DAFTAR PUSTAKA | 266 |
|-----------------------------|------------|

LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran I Peta Area kejadian <i>upwelling</i> pada tahun 2008 dengan menggunakan metode <i>fuzzy logic</i> | 280 |
| Lampiran II. Peta Area kejadian <i>upwelling</i> pada tahun 2013 dengan menggunakan metode <i>fuzzy logic</i> | 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 |

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 ketersediaan 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 | |

| | |
|--|-----|
| 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 |

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 fotosintesis 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 |

| | |
|--|----|
| Gambar 17. (a) Grafik pergerakan suhu secara vertikal hasil pemantauan instrumen JUVU, (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 SJ adalah South Java Current (arus selatan Pulau Jawa), SEC adalah South East Current (arus tenggara), ITF adalah Indonesian Through 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 |

| | |
|--|-----|
| 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 digital 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 ($^{\circ}\text{C}$) 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°C – 26°C dengan garis putih | 110 |
| Gambar 55. Konsentrasi klorofil-a yang sudah dibatasi garis putih dengan kisaran $0,5 \text{ mg/m}^3$ – 1 mg/m^3 | 110 |

| | |
|--|-----|
| 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 penutupan 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 |

| | |
|---|-----|
| 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 $^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ 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 | |

| | | |
|-------------|--|-----|
| | 100 m, (e) pada permukaan (0 m) dari citra satelit MODIS Aqua/Terra bulan September 2012 | 155 |
| Gambar 88. | Grafik nilai suhu dalam $^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ pada bulan Juni tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 171 |
| Gambar 97. | (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ pada bulan Juli tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 178 |
| Gambar 101. | (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ pada bulan Juli tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 179 |

| | |
|--|-----|
| 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 $^{\circ}\text{C}$ pada bulan Agustus tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 187 |
| Gambar 106. (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ pada bulan Agustus tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 188 |
| Gambar 107. (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ pada bulan September tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 197 |
| Gambar 112. (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ pada bulan September tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 198 |
| Gambar 113. (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ 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 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 116. Grafik himpunan fuzzy dengan model sigmoidal untuk bulan Oktober tahun 2013 | 204 |
| Gambar 117. (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ pada bulan Oktober tahun 2008, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 206 |
| Gambar 118. (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ pada bulan Oktober tahun 2012, (b) Hasil pendeteksian lokasi Upwelling berdasarkan metode Fuzzy Logic | 207 |
| Gambar 119. (a) Kondisi SPL dalam $^{\circ}\text{C}$ 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 |

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