

ANALISIS PERBANDINGAN CITRA SATELIT AQUA MODIS DAN NOAA AVHRR UNTUK PEMETAAN SUHU PERMUKAAN LAUT DENGAN MENGGUNAKAN ACUAN DATA *IN SITU*

(Studi Kasus : Perairan Pesisir Selat Madura)

M. Rizal Saputra 15.25.012

Dosen Pembimbing I : Silvester Sari Sai, ST., MT.

Dosen Pembimbing II : Feny Arifah, ST., MT.

Email : mrizalsaputra80@gmail.com

Abstraksi

Suhu permukaan laut (SPL) merupakan salah satu faktor utama penggerak siklus musim baik di daerah tropis maupun sub tropis dimana suhu permukaan laut akan mempengaruhi kondisi atmosfer, cuaca dan musim. Negara Indonesia secara geografis merupakan negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar dari pada daratan. Dalam hal ini diperlukan teknologi yang tepat dalam memantau seluruh wilayah lautan yang luas dengan cara yang efektif dan efisien, yaitu dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Aqua MODIS level 1b dan NOAA AVHRR level 1b. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan ketelitian pengolahan citra satelit Aqua MODIS dan NOAA AVHRR berdasarkan data acuan suhu permukaan laut secara langsung (*in situ*).

Dalam penelitian ini pengolahan data Aqua MODIS menggunakan *software Envi 4.5* dan untuk perhitungan SPL dilakukan dengan menggunakan algoritma Minnet (2001). Sedangkan NOAA AVHRR diolah dengan menggunakan *software Er mapper 7.0* dan untuk mendapatkan nilai SPL nya dihitung dengan algoritma Mc Millin dan Crosby (1984). Serta data acuan SPL atau data lapangan diambil dengan menggunakan alat *Dissolve Oxygen Meter*.

Hasil penelitian ini menunjukkan citra NOAA AVHRR memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik ketimbang citra Aqua MODIS. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian validasi suhu permukaan laut dari kedua citra berdasarkan suhu permukaan laut lapangan. Dimana hasil pengujian validasi tersebut diperoleh nilai *R-squared* (R^2) NOAA AVHRR yaitu 0,58 yang lebih baik dari pada Aqua MODIS yang hanya memperoleh nilai 0,57. Serta dari hasil persamaan NMAE diperoleh nilai NOAA AVHRR yaitu 2,06 % yang lebih kecil dari pada Aqua MODIS yang memperoleh nilai yaitu 21,45 %, nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat kesalahan Aqua MODIS lebih besar dari pada NOAA AVHRR. Data hasil analisis diharapkan dapat memberikan informasi SPL di Selat Madura dan juga dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

Kata Kunci : Aqua MODIS, NOAA AVHRR, Suhu Permukaan Laut.

PENDAHULUAN

Pengetahuan mengenai suhu permukaan laut (SPL) sangat bermanfaat untuk banyak hal yang terkait dengan penelitian lain maupun aplikasi pemanfaatannya. Suhu permukaan laut (SPL) merupakan salah satu faktor utama penggerak siklus musim baik di daerah tropis maupun sub tropis dimana suhu permukaan laut akan mempengaruhi kondisi atmosfer, cuaca dan musim, bahkan munculnya fenomena El Nino dan La Nina dapat dipelajari melalui suhu permukaan laut (SPL). Banyak lagi hal lain yang terkait dengan aplikasi yang dapat dipengaruhi oleh suhu permukaan laut (SPL), diantaranya kesuburan perairan/laut serta bidang perikanan (Sukresno, 2008).

Negara Indonesia secara geografis merupakan negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar dari pada daratan. Memiliki

wilayah perairan yang luas tentu membuat negara Indonesia memiliki tantangan tersendiri dalam pembangunan, pertahanan dan pengoptimalisasian potensi yang ada di dalamnya. Ditambah lagi, negara Indonesia dilalui oleh garis khatulistiwa, mempunyai karakteristik yang unik sehingga di wilayah perairan tersebut sering terjadi interaksi antara masa air yang datang dari Samudera Hindia dan Samudra Pasifik. Pertemuan kedua masa air tersebut di wilayah perairan laut Indonesia, dapat menjadi daerah yang kondusif bagi hewan-hewan lautan. Oleh karena itu, tidak diragukan lagi bahwa wilayah perairan laut Indonesia memiliki kandungan sumber daya lautan seperti sumber daya hayati ikan yang berlimpah dan beraneka ragam (Kusuma, 2008).

Pemantauan kondisi lautan secara komprehensif akan memudahkan dan mengefisienkan pemanfaatan sumber daya lautan,

seperti perikanan. Pemantauan kondisi lautan seperti pemantauan suhu permukaan laut (SPL) dan fitoplankton sudah banyak digunakan dalam penangkapan ikan. Oleh karena luasnya wilayah perairan Indonesia, maka pemantauan kondisi suhu permukaan laut (SPL) tidak mungkin dilakukan secara langsung turun ke lapangan (*in situ*). Hal ini tidaklah efisien dan akan sangat memakan biaya serta waktu yang tidak sedikit mengingat luasnya lautan Indonesia. Diperlukan teknologi yang tepat dalam memantau seluruh wilayah lautan yang luas dengan cara yang efektif dan efisien, yaitu dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit. Dalam penginderaan jauh ada beberapa satelit yang digunakan dalam pengukuran suhu permukaan laut (SPL) di antara lain NOAA, Jason-2, Aqua MODIS, Topex, ERS, dan ENVISAT. Dalam penelitian ini akan dibahas perbandingan antara Aqua MODIS dan NOAA AVHRR untuk mengetahui nilai sebaran suhu permukaan laut di Selat Madura yang kemudian di uji dengan pengukuran suhu secara langsung di lapangan (*in situ*).

NOAA AVHRR merupakan satelit yang dapat diandalkan untuk memperoleh informasi mengenai keadaan fisik laut dan atmosfer. NOAA AVHRR memiliki ketelitian spasial 1,1 km dan memiliki 5 band/kanal. Band 4 dan 5 merupakan band yang digunakan dalam pengukuran suhu permukaan laut dengan memiliki panjang gelombang masing-masing 10.30-11.30 μm dan 11.50-12.50 μm . Aqua MODIS merupakan sensor multispektral yang memiliki jumlah 36 band yang mempunyai resolusi spasial yang berbeda-beda. Setiap band memiliki kegunaan masing-masing, dimana band yang digunakan dalam penentuan SPL adalah band 20,31 dan 32 yang memiliki panjang gelombang masing-masing 3.66 – 3.84 μm , 10.78 – 11.28 μm dan 11.77 – 12.27 μm dengan resolusi spasial 1000 m. Dalam pengamatan SPL tiap satelit memiliki tingkat keakuratan yang berbeda, tingkat akurasi ini dipengaruhi oleh kanal atau band yang terdapat pada satelit maupun algoritma yang digunakan (Wicaksono et al, 2010). Maka dari itu dalam penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan antara band dan resolusi spasial pada NOAA AVHRR dan pada Aqua MODIS dalam penentuan SPL.

TINJAUAN PUSTAKA

a. Citra Aqua MODIS

Terdapat beberapa jenis sensor satelit yang mampu melakukan observasi terhadap fenomena yang terjadi di permukaan bumi termasuk di permukaan laut. Salah satunya yang paling banyak digunakan adalah sensor satelit MODIS. MODIS

(*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) adalah spektrometri pasif dengan 490 detektor yang disusun dalam 36 spektrum panjang gelombang yang terbagi dalam spektrum infra merah dan cahaya tampak. Sistem sensor ini terpasang pada satelit EOS (*Earth Observing System*) jenis Terra yang diluncurkan pada Desember 1999 dan Aqua yang diluncurkan pada Mei 2002 (Xiong, 2005 dalam Kusuma, 2008). Satelit EOS Terra mengorbit dari utara ke selatan melewati garis *equator* pada pagi hari, sedangkan satelit EOS Aqua mengorbit dari selatan ke utara melewati *equator* pada sore harinya.

b. Citra NOAA AVHRR

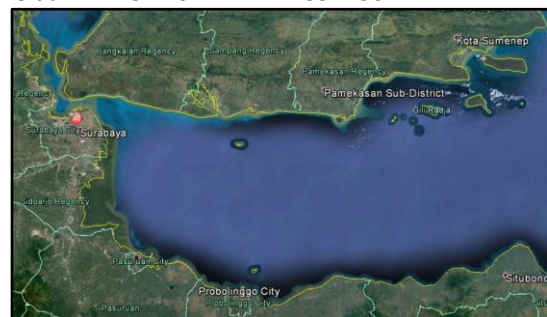
Satelit NOAA merupakan satelit yang dimiliki oleh Amerika, yang memiliki misi untuk memantau lingkungan dan cuaca di bumi, salah satunya parameter oseanografi seperti suhu (Wicaksono, 2010). Satelit NOAA mempunyai orbit polar *sunsynchronous*, berorbit pada ketinggian 833 km dengan sudut inklinasi terhadap equator 98,9°, dan periode orbitnya 101,4 menit. Pada saat ini terdapat 5 seri satelit NOAA-AVHRR yang mengorbit yaitu NOAA 15, NOAA 16, NOAA 17, NOAA 18, dan NOAA 19, dimana NOAA 19 merupakan satelit yang paling baru yang diluncurkan pada tanggal 6 Februari 2009. Satelit NOAA dapat mengamati daerah yang sama dua kali sehari (malam dan siang hari), sehingga lima satelit dapat meliputi daerah yang sama sepuluh kali sehari (Arsjad dkk, 2004 dalam Hutagalung, 2011).

Sensor utama satelit NOAA adalah AVHRR (*Advance Very High Resolution Radiometer*) untuk pengamatan lingkungan dan cuaca yang dapat memberikan informasi kelautan, seperti suhu permukaan laut yang berguna dalam mendeteksi keberadaan ikan (Hutagalung, 2011).

METODE PENELITIAN

a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dari tugas akhir ini adalah kawasan perairan Selat Madura yang terletak secara geografis antara 6°55'16.71" - 7°38'57.20" LS dan 112°37'46.17" - 112°59'2.36" BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian, Google Earth (2018)

b. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan adalah Laptop Asus X550V, GPS navigasi/*handheld*, Perahu motor, Jam digital, *Dissolve Oxygen Meter*, Alat tulis.
2. Perangkat Lunak yang diunakan adalah Sistem operasi Windows 10, *Microsoft Office 2010*, *Google Earth*, *ArcGIS*, *Software ENVI*, *Software ER Mapeer*, H RTP Reader.

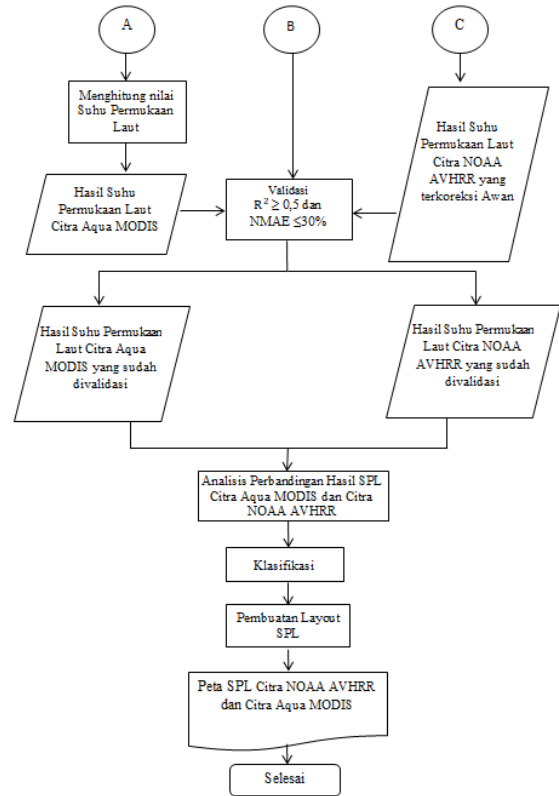
c. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Data citra satelit Aqua MODIS level 1B tanggal 30 April 2019 dan NOAA-19 AVHRR level 1B tanggal 27 April 2019.
2. Data hasil pengukuran SPL di lapangan. Data ini diambil menggunakan alat *Dissolve Oxygen Meter*, kemudian hasil data lapangan akan digunakan sebagai data validasi citra satelit Aqua MODIS dan NOAA AVHRR.
3. Peta vektor provinsi di Indonesia.

d. Diagram Alir Penelitian

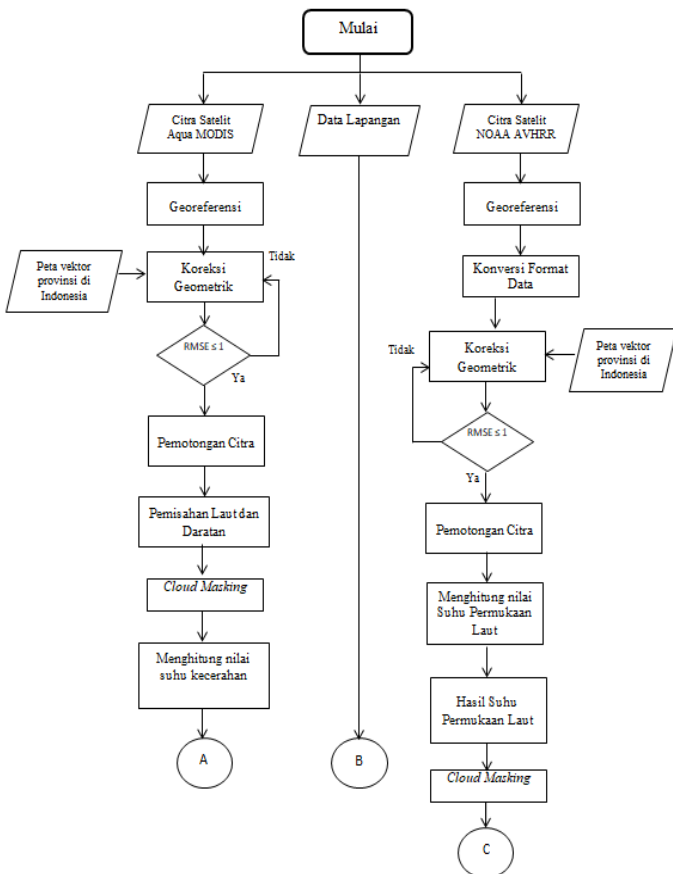
Adapun langkah dan alur penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Adapun penelajasan diagram alir diatas adalah :

1. Pengumpulan Data
Citra NOAA-19 AVHRR dan Aqua MODIS level 1b didownload pada <http://modis-catalog.lapan.go.id/monitoring/#>
2. Pengumpulan Data Lapangan
Data lapangan diambil dengan menggunakan alat DO Meter pada tanggal 30 April 2019.
3. Georeferensi
Georeferencing berarti bahwa sistem koordinat internal peta atau gambar citra dapat dikaitkan dengan sistem *ground* koordinat geografis . Proses ini dilakukan untuk memberikan bentuk dan posisi sebenarnya dari citra.
4. Konversi Format Data
Konversi format dilakukan menggunakan *software Envi 4.5* sehingga diperoleh data hasil dalam format *.pix*. Data dengan format *.pix* ini kemudian diubah kedalam format *.ers* dengan bantuan *software Er mapper 7.0*. Setelah itu dilakukan proses rektifikasi atau proses koreksi geometrik data tersebut.
5. Koreksi Geometri
Koreksi ini bertujuan untuk menyamakan titik-titik pada citra di peta yang sudah diketahui koordinatnya. Hasil atau nilai dari koreksi geometrik diwakili oleh nilai *RMS*



error. Batas toleransi untuk nilai kesalahan *RMS error* adalah 1 pixel, sehingga apabila nilai *RMS error* lebih dari 1 harus dilakukan perhitungan ulang.

6. Pematangan Citra
Proses ini dilakukan untuk membatasi area pekerjaan sesuai dengan studi kasus.
7. Pemisahan Laut dan Daratan
Merupakan proses untuk memisahkan antara daratan dan perairan.
8. *Cloud Masking*
Proses *Cloud Masking* /pemisahan awan yang dilakukan di semua piksel yang bertujuan agar data citra terbebas dari awan.
9. Menghitung nilai suhu kecerahan
Proses ini merupakan tahapan perhitungan nilai suhu kecerahan atau *brightness temperature* pada setiap kanal/*band*.
 - Aqua MODIS
Untuk menghitung nilai suhu kecerahan/*brightness temperature* dengan menggunakan fungsi planck, yaitu sebagai berikut (Tampubolon, 2015):

$$T_b = \frac{C_2}{[(V_i * \ln /C_1 / (V_i^5 * \text{Radiansi}) + 1)]}$$

Keterangan:

- T_b : Suhu kecerahan kanal b (K)
- Radiansi : Merupakan band MODIS yang akan dihitung nilai suhu kecerahan airnya.
- V_i : Panjang gelombang pusat (*Central Wavelength*) (m)
- C₁ : $1,1910659 \times 10^8 \text{ m}^{-2} \text{ Wsr}^{-1} (\mu\text{m})^{-1})^{-4}$
- C₂ : $1,438833 \times 10^4 \text{ K } \mu\text{m}$.

- NOAA AVHRR
Menghitung nilai suhu kecerahan dengan persamaan yang didapat dari NOAA-KLM *Users's Guide* yaitu :

$$T_b = \frac{C_2 v_c}{\ln [1 + (C_1 v_c^3 / N_i)]}$$

Keterangan:

- C₁ : $1,1910427 \times 10^{-5} \text{ mW}/(\text{m}^2\text{-sr-cm}^{-4})$
- C₂ : $1,4387752 \text{ cm-K}$
- T_B : Suhu Kecerahan
- N_i : Radiansi $\text{mW}/(\text{m}^2\text{-sr-cm}^{-1})$
- v_c : Panjang Gelombang tengah (cm^{-1})

10. Perhitungan Suhu Permukaan Laut

Pada proses ini dilakukan perhitungan SPL pada citra NOAA AVHRR dan Aqua MODIS menggunakan algoritma masing-masing dari citra satelit.

- Aqua MODIS
Perhitungan SPL Aqua MODIS menggunakan algoritma Minnet (2001) yaitu (Sukojo, 2017):

$$SPL = -0,0024 + 3,53 Tb_{31} - 2,52 Tb_{32} - 0,582 - 273.$$

Keterangan :

Tb₃₁ : Nilai *Brightness Temperature* dari band 31

Tb₃₂ : Nilai *Brightness Temperature* dari band 32

- NOAA AVHRR
Perhitungan SPL NOAA AVHRR menggunakan algoritma Mc Millin dan Crosby (1984) yaitu (Akhbar, 2018) :

$$SPL = Tb_4 + 2.702(Tb_4 - Tb_5) - 0.582 - 273.0$$

Keterangan :

SPL : Suhu Permukaan Laut

Tb₄ : *brightness temperature* pada kanal 4

Tb₅ : *brightness temperature* pada kanal 5

2.702: Nilai koefisien octet

0.582: Nilai respon spektral pada panjang gelombang kanal 1

273.0 : Suhu maksimum (°K)

11. Validasi dengan Data *In situ*

Tahapan ini dilakukan untuk memvalidasi hasil SPL dari citra NOAA AVHRR dan Aqua MODIS. Batas toleransi untuk nilai kesalahan *R-squared* (R²) adalah minimal 0.5 dan *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) kurang dari 30%.

$$\left(\frac{R^2 = \frac{n \sum(y) - \sum(x) \sum(y)}{\sqrt{n(\sum n^2) - (\sum x^2)} - \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y^2)}}}{\left(\frac{n \sum(y) - \sum(x) \sum(y)}{\sqrt{n(\sum n^2) - (\sum x^2)} - \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y^2)}} \right)^2} \right)^2$$

Dimana nilai x dan y adalah nilai dari SPL lapangan dan Suhu permukaan laut citra (Syariz et al. 2015).

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|x_{esti,i} - x_{meas,i}|}{x_{meas}} \times 100$$

Dimana x esti merupakan nilai dari estimasi SPL dengan menggunakan algoritma sedangkan x meas adalah nilai SPL hasil

pengukuran *in-situ*, sedangkan N adalah jumlah titik sampel (Sulistyah, 2016).

12. Analisis Perbandingan Hasil SPL NOAA AVHRR dan Aqua MODIS

Hasil SPL NOAA AVHRR dan Aqua MODIS dibandingkan untuk mengetahui hasil SPL citra yang mana yang lebih baik.

13. Klasifikasi

Proses ini untuk mengklasifikasikan hasil SPL yang akan dibuatkan *layout* peta.

14. Pembuatan *Layout* Peta

Proses ini memberikan informasi dari hasil perhitungan SPL dari setiap citra satelit dalam bentuk peta.

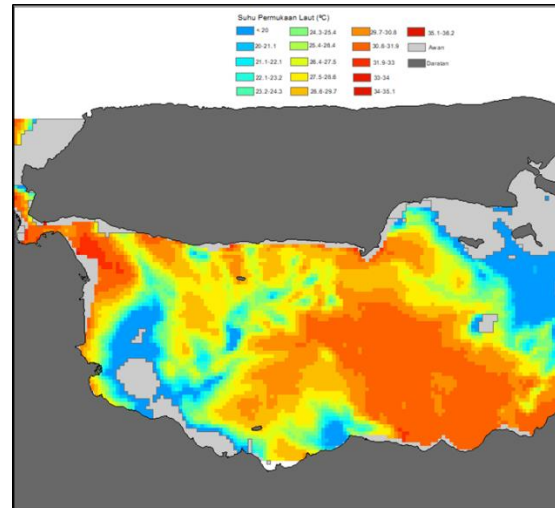
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Suhu Permukaan Laut Aqua MODIS

Dari hasil metodologi penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil SPL dari citra satelit Aqua MODIS pada tanggal 30 April 2019. Dari hasil pengolahan SPL dari citra Aqua MODIS didapatkan SPL yang berkisar antara 10,16 °C sampai 35,33 °C. Akan tetapi masih terdapat keganjilan pada nilai SPL tersebut dikarenakan suhu minimum yang mencapai 10,16 °C dikarenakan masih terdapat pengaruh awan-awan tipis. Walaupun dalam pengolahan telah dilakukan *cloud masking*, tetapi proses *cloud masking* hanya membebaskan citra dari awan yang tebal.

Pada bulan April Suhu Permukaan Laut dipengaruhi musim peralihan I. Dimana musim tersebut merupakan peralihan dari musim barat ke musim timur. Musim peralihan I terjadi pada kurun waktu bulan Maret hingga Mei yang ditandai dengan pola angin yang mulai mengalami perubahan arah, angin berubah bertiup dari barat/barat daya menuju utara dan utara barat laut. Hal ini disebabkan pergeseran posisi penyinaran matahari dari belahan bumi selatan menuju ke ekuator, sehingga pusat tekanan tinggi dan rendah berubah (Syafik A, 2013). Hal tersebut tidak terlalu berdampak signifikan bagi perubahan SPL pada musim peralihan I yang sebagian besar masih dipengaruhi oleh musim barat yang cenderung tinggi sesuai dengan pernyataan Gaol J, 2014. Dimana dalam penelitiannya itu suhu pada musim peralihan I lebih tinggi yaitu 28,5-29,5 °C yang jika dibandingkan dengan musim timur yang lebih rendah sekitar 27-27,5 °C (Gaol J, 2014). Itulah sebabnya hasil SPL pada bulan april cenderung tinggi karena dipengaruhi oleh musim peralihan I.

Tidak hanya itu pengaruh suhu daratan juga mempengaruhi SPL. Karena dalam penelitian ini sampel data yang diambil masih di area pesisir yang dimana masih dipengaruhi oleh suhu permukaan daratan.

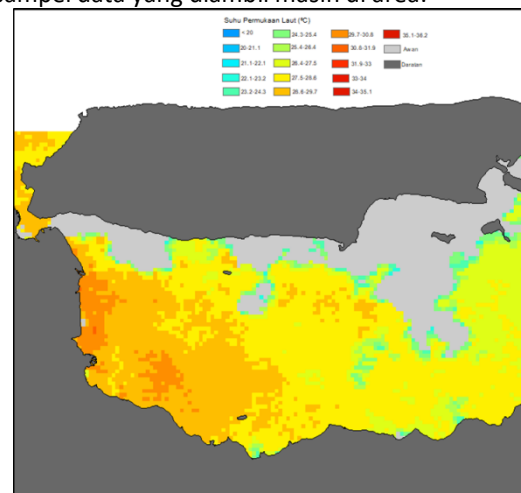


Gambar 3. Hasil Suhu Permukaan Laut Aqua MODIS

b. Hasil Suhu Permukaan Laut NOAA AVHRR

Dari hasil metodologi penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil SPL dari citra satelit NOAA AVHRR. Citra NOAA AVHRR yang digunakan adalah citra pada tanggal 27 April 2019, waktu tersebut berbeda dengan citra Aqua MODIS dan data lapangan dikarenakan citra NOAA AVHRR pada tanggal 30 April 2019 sebagian besar tertutup oleh awan. Dari hasil pengolahan SPL dari citra NOAA AVHRR didapatkan SPL yang berkisar antara 23 °C sampai 31,88 °C.

Hasil SPL citra NOAA AVHRR cenderung tinggi disebabkan karena pengaruh musim peralihan I. Tidak hanya itu pengaruh suhu daratan juga mempengaruhi SPL. Karena dalam penelitian ini sampel data yang diambil masih di area.



Gambar 4. Hasil Suhu Permukaan Laut NOAA AVHRR

c. Hasil Data Lapangan

Dari hasil pengumpulan data lapangan yang telah dilakukan diperoleh data SPL lapangan yang akan digunakan sebagai validasi data citra satelit

Aqua MODIS dan NOAA AVHRR. Data lapangan diambil pada tanggal 30 April 2019 yang berjumlah 15 titik sampel. Tetapi karena 2 data sampel lapangan tertutup awan pada data citra Aqua MODIS maka data tersebut dihapus agar tidak mempengaruhi hasil validasi. Berikut merupakan hasil data lapangan yang diambil:

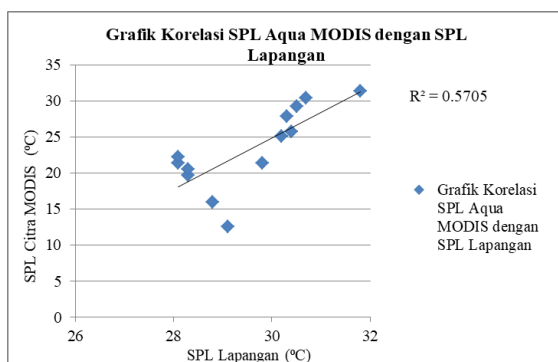
Tabel 1. Suhu Permukaan Laut Lapangan

No	Longitude			Latitude			Suhu (°C)
	o	'	"	o	'	"	
7A	112	52	16	7	19	20	31.8
6A	112	52	15	7	20	59	30.7
5A	112	51	41	7	22	37	30.5
4A	112	51	43	7	24	17	30.3
3A	112	52	15	7	26	28	30.4
2A	112	51	43	7	29	13	30.2
1A	112	52	16	7	31	24	29.8
CP1	112	53	21	7	33	3	28.3
1B	112	53	20	7	34	9	28.1
2B	112	53	53	7	35	14	28.3
3B	112	54	58	7	36	20	28.1
4B	112	57	7	7	36	20	28.8
5B	112	58	13	7	36	53	29.1

d. Hasil Uji Validasi

1. Hasil Uji Validasi Citra Aqua MODIS

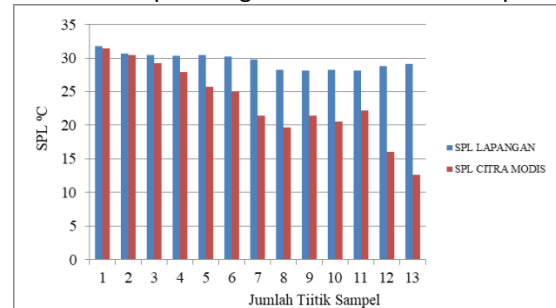
Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya diperoleh hasil korelasi antara data lapangan dengan citra sebesar 0,57 atau yang disebut *nilai R-squared* (R^2). Nilai tersebut sudah memenuhi batas toleransi yang ditetapkan dalam penelitian ini yaitu minimal 0,5.



Gambar 5. Grafik Korelasi SPL Citra Aqua MODIS dengan SPL Lapangan

Hasil validasi tersebut menggambarkan hubungan pola dari hasil SPL citra Aqua MODIS dan data lapangan, dimana semakin mirip pola antara kedua data maka nilai korelasi akan semakin tinggi atau mendekati 1 (Wumu, 2017). Dalam penelitian ini hanya

diperoleh nilai korelasi sebesar 0,57 yang berarti pola SPL antara kedua data tidak terlalu mirip seperti yang ditampilkan pada gambar 6, karena disebabkan pengaruh awan yang menyebabkan hasil SPL citra lebih rendah pada bagian selatan daerah sampel.

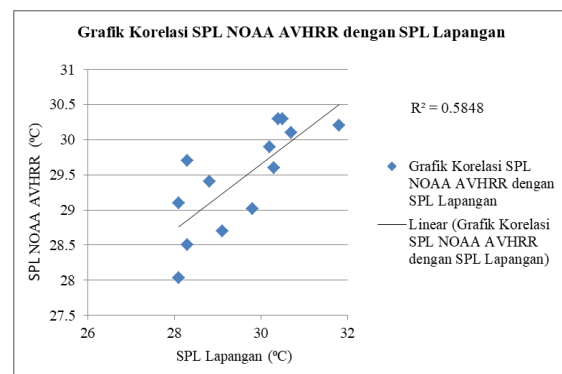


Gambar 6. Pola Korelasi SPL Citra Aqua MODIS dengan SPL Lapangan

Tidak hanya itu, berdasarkan hasil validasi dari persamaan *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) diperoleh nilai korelasi dari jumlah 21,45% yang sudah memenuhi batas toleransi yang telah ditetapkan dalam penelitian ini yaitu maksimum 30 %. Hasil validasi tersebut menggambarkan korelasi antara jumlah rata-rata pada SPL citra Aqua MODIS dan lapangan, dimana semakin mirip jumlah rata-rata SPL maka akan semakin kecil nilai NMAE tersebut.

2. Hasil Uji Validasi Citra NOAA AVHRR

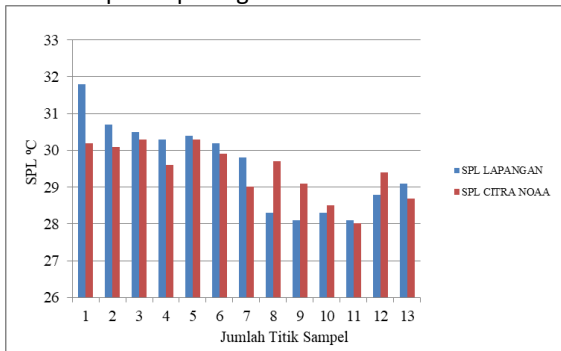
Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu validasi dengan menggunakan data lapangan atau data acuan diperoleh nilai *R-squared* (R^2) sebesar 0,58 dimana nilai tersebut memenuhi batas toleransi yang telah ditetapkan dalam penelitian ini yaitu minimal 0,5.



Gambar 7. Grafik Korelasi SPL Citra NOAA AVHRR dengan SPL Lapangan

Hasil validasi tersebut menggambarkan hubungan pola dari hasil SPL citra NOAA dan data lapangan, dimana semakin mirip pola antara kedua data maka nilai korelasi akan

semakin tinggi atau mendekati 1. Dalam penelitian ini hanya di peroleh nilai korelasi sebesar 0,58 yang berarti pola SPL antara kedua data tidak terlalu mirip seperti yang ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 8. Pola Korelasi SPL Citra NOAA AVHRR dengan SPL Lapangan

Kemudian pengujian validasi yang kedua dengan menggunakan persamaan *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) diperoleh nilai korelasi dari SPL yaitu 2,06%, nilai tersebut sudah memenuhi batas toleransi yang telah ditetapkan.

e. Perbandingan Hasil Suhu Permukaan Laut Citra Aqua MODIS dan Citra NOAA AVHRR

Perbandingan hasil SPL antara citra Aqua MODIS dan NOAA AVHRR dilakukan setelah kedua hasil SPL dari citra validasi dengan menggunakan data lapangan.

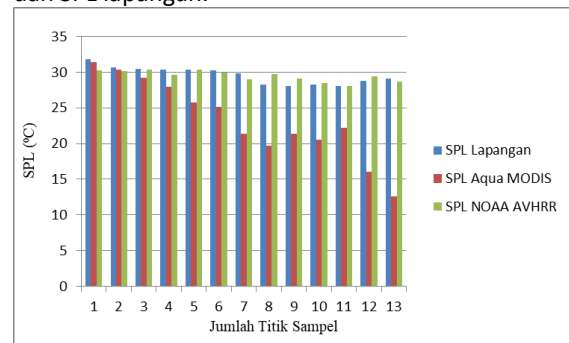
Tabel 2. Suhu Permukaan Laut Citra Aqua MODIS dan Citra NOAA AVHRR

No	Suhu Permukaan Laut Aqua MODIS (°C)	Suhu Permukaan Laut Citra NOAA (°C)	Suhu Permukaan Laut Lapangan (°C)
7A	31,4	30,2	31,8
6A	30,4	30,1	30,7
5A	29,2	30,3	30,5
4A	27,9	29,6	30,3
3A	25,7	30,3	30,4
2A	25,1	29,9	30,2
1A	21,4	29,0	29,8
CP1	19,7	29,7	28,3
1B	21,4	29,1	28,1
2B	20,5	28,5	28,3
3B	22,2	28,0	28,1
4B	16,0	29,4	28,8
5B	12,6	28,7	29,1

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil validasi dari SPL Aqua MODIS dan NOAA AVHRR terhadap data lapangan dengan menggunakan persamaan *R-squared* dan NMAE. Hasil dari validasi tersebut dijadikan perbandingan untuk mengetahui antara kedua citra yang paling mendekati SPL lapangan atau SPL sesungguhnya. Perbandingan hasil validasi citra Citra Aqua MODIS dan Citra NOAA AVHRR dapat pada tabel dibawah ini:

Citra	<i>R-squared</i>	NMAE
MODIS	0,57	21,45 %
NOAA	0,58	2,06 %

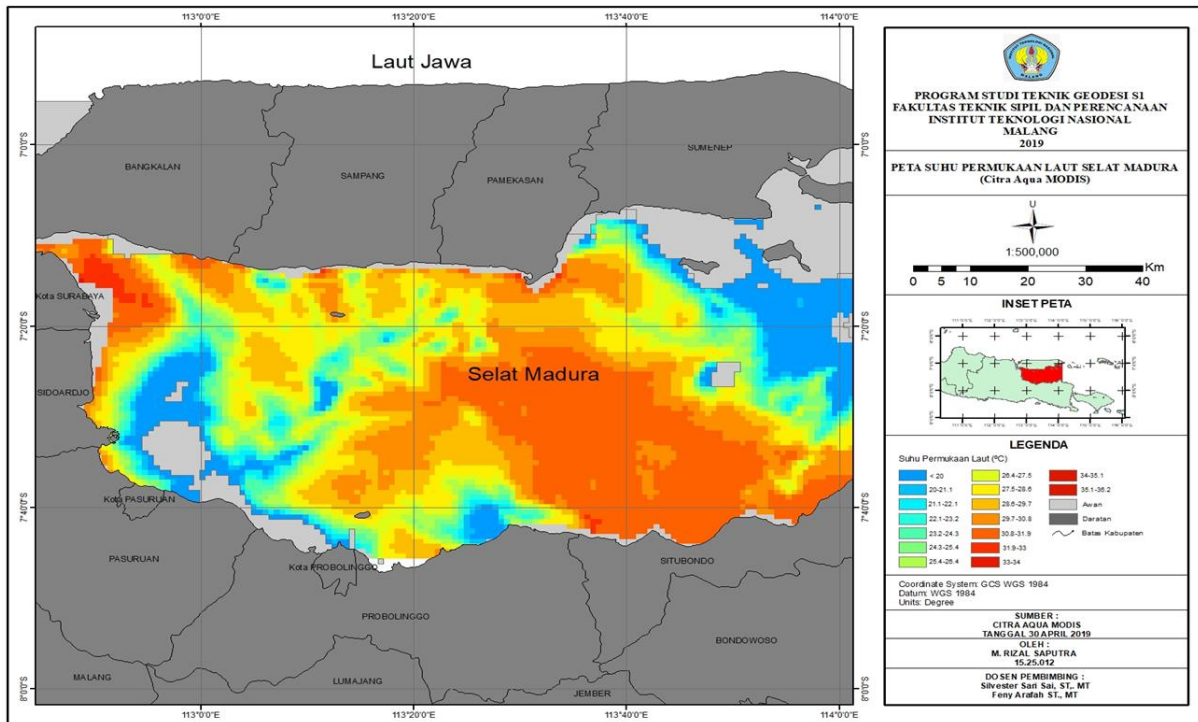
Berdasarkan tabel diatas nilai *R-squared* (R^2) Aqua Modis adalah 0,57 dan NMAE 21,45 % sedangkan NOAA AVHRR *R-squared* (R^2) 0,58 dan NMAE 2,06%. Hal ini menandakan bahwa kesalahan yang ada pada citra NOAA AVHRR lebih kecil dibandingkan dengan citra Aqua MODIS. Kesalahan yang lebih kecil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan resolusi spasial maupun spektral pada kedua citra tersebut tidak terlalu berpengaruh. Seperti yang ditampilkan pada pola korelasi antara SPL Aqua MODIS, NOAA AVHRR dan SPL lapangan.



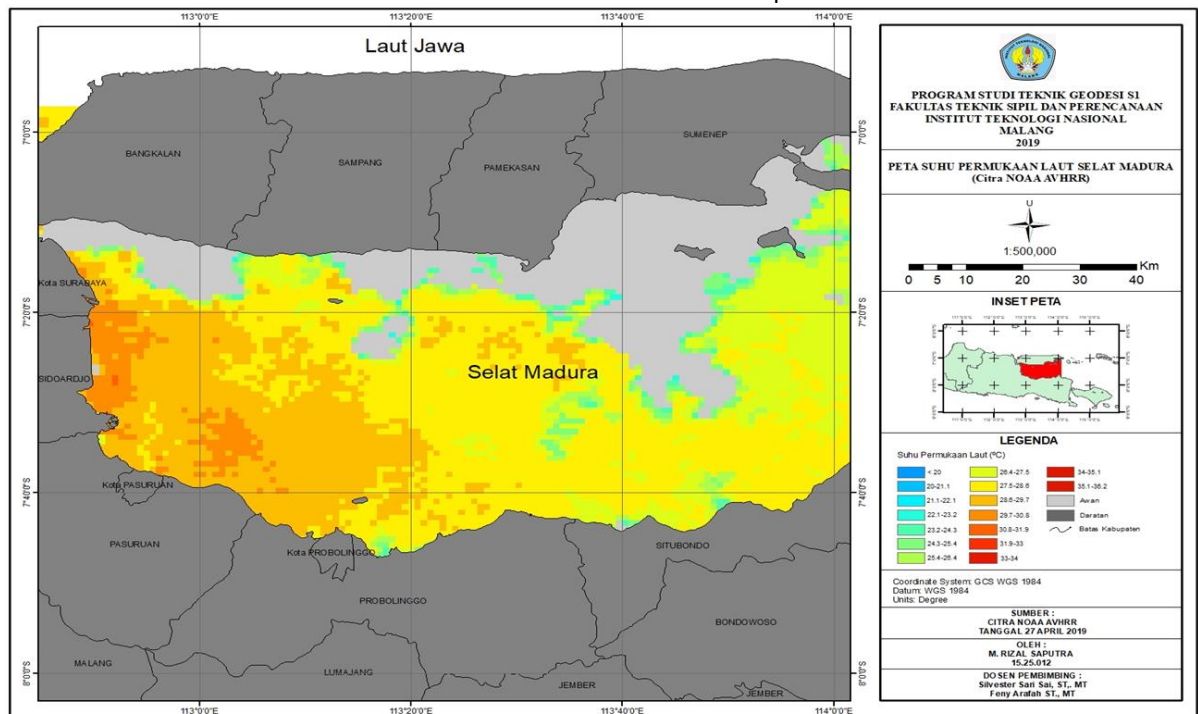
Gambar 9. Pola SPL MODIS, NOAA dan Lapangan

f. Hasil Peta Suhu Permukaan Laut Citra Aqua MODIS dan NOAA AVHRR

Dari proses pengolahan citra satelit sampai pengujian validasi dengan data lapangan maka diperoleh hasil SPL yang sudah divalidasi dan sudah memenuhi batas toleransi yang ditetapkan. Maka diperoleh hasil SPL yang telah tervalidasi yang ditampilkan dalam bentuk peta seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 10. Peta Suhu Permukaan Laut Aqua MODIS



Gambar 11. Peta Suhu Permukaan Laut NOAA AVHRR

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa citra NOAA AVHRR memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik ketimbang citra Aqua MODIS. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian validasi suhu permukaan laut dari kedua citra berdasarkan suhu permukaan laut lapangan dengan menggunakan

persamaan *R-squared* (R^2) dan *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE). Dimana hasil pengujian validasi tersebut diperoleh nilai *R-squared* (R^2) NOAA AVHRR yaitu 0,58 yang lebih baik dari pada Aqua MODIS yang hanya memperoleh nilai 0,57. Serta dari hasil persamaan NMAE diperoleh nilai NOAA AVHRR yaitu 2,06 % yang lebih kecil dari pada Aqua MODIS yang memperoleh nilai yaitu 21,45 %, nilai tersebut menggambarkan bahwa

tingkat kesalahan Aqua MODIS lebih besar dari pada NOAA AVHRR.

b. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun saran-saran yang dapat dikemukakan untuk memberikan gambaran kendala dalam pelaksanaan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Dalam pengujian validasi data citra satelit terhadap data lapangan diharapkan menggunakan waktu yang sama atau mendekati karena sangat dinamisnya air laut.
2. Dalam penetapan waktu pengambilan data SPL lapangan dianjurkan untuk memilih hari yang bebas awan.
3. Hasil dari penelitian ini hanya membahas pada daerah Selat Madura, jadi belum tentu citra NOAA AVHRR di perairan lain juga lebih baik dari pada citra Aqua MODIS karena karakteristik perairan dan algoritma juga akan mempengaruhi hasil SPL.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhbar, Ade Ima., Jaya, Yales Veva., dan Febrianto, T. 2018. *Kajian Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Data Citra Satelit NOAA-AVHRR dan Data Argo Float di Perairan Selatan Jawa*. *Dinamika Maritim (Vol 7 Nomor1): 27-32*. Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Anggreyni, A.D.R., Bangun Muljo., Jaelani, Lalu Muhamad. 2011. *Studi Perubahan Suhu Permukaan Laut (SPL) Menggunakan Satelit Aqua MODIS*. Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Artha, F., Jaelani, Lalu Muhamad., Wiweka., Sulyantara, D. Hery Y. 2009. *Studi Perbandingan Sebaran Hotspot Dengan Menggunakan Citra Satelit NOAA/AVHRR Dan Aqua MODIS*. Program Studi Teknik Geomatika, FTSP. ITS
- Darpono, A. 2012. *Pemanfaatan Citra NOAA-AVHRR Untuk Penentuan Suhu Permukaan Laut Guna Prediksi Daerah Potensi Penangkapan Ikan*. FTSP ITN Malang.
- Gaol, J.L., Arhatin, Risti Endriani., Ling, Marisa Mei. 2014. *Pemetaan Suhu Permukaan Laut dari Satelit di Perairan Indonesia untuk Mendukung "One Map Policy"*. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, IPB Bogor.
- Hasyim, B. 2013. *Pengembangan Dan Penerapan Informasi Spasial Dan Temporal Zona Potensi Penangkapan Ikan Berdasarkan Data Penginderaan Jauh*. Buku. Crestpent Press.
- Hutagalung, Y. 2011. *Pengolahan Data Suhu Permukaan Laut Perairan Selatan Jawa Dari Citra Satelit NOAA/AVHRR Di Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN) Jakarta*. Laporan Kerja Praktek. Universitas Brawijaya.
- Jaelani, Lalu Muhamad. 2013. *Kalibrasi Radiometrik*. https://www.academia.edu/28971441/KA_LIBRASI_RADIOMETRIK. Diakses pada tanggal 21 Maret 2019.
- Kusuma, A. 2008. *Analisa Suhu Permukaan Laut Pada Sensor Satelit NOAA/AVHRR dan EOS AQUA/TERRA MODIS*. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Malik, A. 2008. *Pengolahan Citra Digital Dengan ER Mapper Versi 7.0*. Jurusan Geografi. Universitas Negeri Makasar.
- Miswar, Dedy. 2013. *Kartografi Tematik*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung
- Mustain, Imam Ahmad. 2018. *Pemetaan Objek Wisata Di Wilayah Kabupaten Pesawaran Tahun 2017*. Skripsi. Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Lampung.
- NOAA KLM User's Guide <http://www2.ncdc.noaa.gov>. Diakses pada tanggal 21 Maret 2019
- Pertiwi, M.A., Kahar, S., Sasmito, B. 2014. *Analisis Korelasi Suhu Permukaan Laut Terhadap Curah Hujan Dengan Metode Penginderaan Jauh Tahun 2012-2 013*. *Jurnal Geodesi UNDIP (Vol 4 Nomor 1)*. Fakultas Teknik. UNDIP : Semarang.
- Raissa. 2013. *Pemetaan Suhu Permukaan Laut Menggunakan Citra NOAA/AVHRR dan AQUA/TERRA MODIS di Perairan Selatan Jawa Timur*. Laporan Kerja Praktek. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah.
- Salyasari, N.D., Indradjad, A., Mahatmanto. B.P.A. 2015. *Analisis Produk Suhu Permukaan Laut dari Berbagai Data Citra Satelit Resolusi Rendah Stasiun Bumi Parepare dan Jakarta*. Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

- Sukresno, B. 2008. *Pengolahan Data Satelit NOAA-AVHRR Untuk Pengukuran Suhu Permukaan Laut Rata-Rata Harian (NOAA-AVHRR satellite Utilizing for daily average of sea surface temperature measurement)*. Balai Riset dan Observasi Kelautan, Pusat Riset Teknologi Kelautan, BRKP-Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Sukojo, Bangun Muljo., Pratomo, Dinar Guruh., dan Jaelani, Lalu Muhamad. 2009. *Studi Perubahan Suhu Permukaan Laut Dalam Rangka Pembuatan Sistem Informasi Kelautan*. Jurnal Geomatika ITS (Vol 4 Nomor 2). FTSP ITS.
- Sukojo, Bangun Muljo., Zahroh, L. 2017. *Analisis Perubahan Daerah Potensi Ikan Menggunakan Citra Satelit Modis Level 1B*. GEOID (Vol 13 Nomor 1): 55- 62. Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS.
- Sulistiyah, Umroh Dian., Jaelani, Lalu Muhamad., Winarso, Gathot. 2016. *Validasi Algoritma Estimasi Konsentrasi Chl-A pada Citra Satelit Landsat 8 dengan Data In-Situ*. JURNAL TEKNIK ITS (Vol 5 Nomor 2). FTSP ITS.
- Sunarernanda, D.P., Sasmito, B., Prasetyo, Y., Wirasatriya, A. 2017. *Analisis Perbandingan Data Citra Satelit EOS Aqua/Terra MODIS dan NOAA AVHRR Menggunakan Parameter Suhu Permukaan Laut*. Jurnal Geodesi Undip (Vol 6 Nomor 1). Universitas Diponegoro.
- Syafik, A. Kurnarso. Hariadi. 2013. *Pengaruh Sebaran dan Gesekan Angin Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut di Samudera Hindia (Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia 573)*. Jurnal Oseanografi (Vol 2 Nomor 3). Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro.
- Syariz, M. A., L. M. Jaelani, L. Subehi, A. Pamungkas, E. S. Koenhardono, and A. Sulisetyono. 2015. *“Retrieval of Sea Surface Temperature over Poteran Island Water of Indonesia with Landsat 8 TIRS Image: A Preliminary Algorithm.”* International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives 40 (2W4):87– 90. <https://doi.org/10.5194/isprsarchivesXL-2-W4-87-2015>.
- Tampubolon, Arief Binsar., Gustin, O., dan Chayati, Siti Noor. 2015. *Pemetaan Suhu Permukaan Laut Menggunakan Citra Satelit Aqua MODIS di Perairan Provinsi Kepulauan Riau*. Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam.
- Wicaksono, A., Muhsoni, Firman Farid., Fahrudin, A. 2010. *Aplikasi Data Citra Satelit NOAA-17 Untuk Mengukur Variasi Suhu Permukaan Laut Jawa*. Jurnal Kelautan (Vol 3 Nomor 1). Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam.
- Wumu, R., Staddal, I., Antu, Evi Sunarti., Liputo, B., Darise, Farid. 2017. *Perabiakan Algoritma Suhu Permukaan Laut LANDSAT 8 untuk Perairan Ponelo*. Jtech (Vol 5 Nomor 2):84-89. Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian. Politeknik Gorontalo.