

LAPORAN PENELITIAN

Analisa Sebaran Salinitas Air Tanah Akibat Intrusi Air Laut dan curah hujan di Pesisir Bangkalan Madura Berbasis Data Citra Satelit



OLEH:

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Ketua Peneliti | : Ir.Siti Zainab , MT.
NIDN: 0005016013 |
| 2. Anggota Peneliti | : Novie Handajani, ST.,MT.
NIDN: 0714116702 |

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
2022**

Analisa Sebaran Salinitas Air Tanah Akibat Intrusi Air Laut Dan Curah Hujan Di Pesisir Bangkalan Madura Berbasis Data Citra Satelit

Oleh:

**Ir.Siti Zainab, MT.
Novie Handajani, ST.,MT.**

ABSTRAK

Salinitas air tanah merupakan salah satu parameter yang dibutuhkan untuk mendeteksi kesuburan dari tanah. Indonesia sebagai salah satu negara agraris membutuhkan informasi yang berkelanjutan tentang sebaran konsentrasi salinitas di daerah yang menjadi pusat pertanian , pertambakan, perikanan dan perkebunan. Informasi ini menjadi penting dikarenakan nilai salinitas yang tidak optimum atau berada diluar ambang batas normal akan mempengaruhi pola tanam dan pertumbuhan dari tanaman maupun pola pertumbuhan dari usaha tambak dan perikanan. Dibutuhkan suatu teknologi untuk dapat memantau sebaran salinitas untuk skala yang besar utamanya dalam lingkup kabupaten. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan peta sebaran salinitas air tanah di Kabupaten Bangkalan dalam upaya untuk mendapatkan ketahanan pangan maupun untuk sarana pengembangan teknologi informasi utamanya dengan penggunaan teknologi penginderaan jauh. Metode yang digunakan adalah pemanfaatan nilai reflektan citra satelit yang dikorelasikan dengan nilai salinitas air tanah dan nilai aciditas atau pH tanah yang diakibatkan oleh intrusi air laut dan curah hujan, dari sini akan diperoleh algoritma model matematis yang diharapkan dapat memberikan solusi tentang sebaran salinitas dan keasaman tanah yang nantinya dapat digunakan untuk pengembangan budidaya perkebunan dan budidaya tambak bagi masyarakat setempat. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah diperolehnya peta tematis yang dapat memberikan gambaran secara global kondisi Kabupaten Bangkalan tentang kualitas dari tanah utamanya di daerah pesisir pantai.

Kata Kunci : *Keasaman tanah, penginderaan jauh, salinitas air tanah, reflektan citra satelit*

Analisis Distribution Of Ground Water Salinity Due To Sea Water Intrusion And Rainfall On The Bangkalan Coast Of Madura Based On Satelite Image Data

Ir.Siti Zainab, MT.
Novie Handajani, ST.,MT.

ABSTRACT

Groundwater salinity is one of the parameters needed to detect soil fertility. Indonesia as an agrarian country needs ongoing information about the distribution of salinity concentrations in areas that are the center of agriculture, aquaculture, fisheries and plantations. This information is important because salinity values that are not optimum or are outside the normal threshold will affect the cropping and growth patterns of plants as well as the growth patterns of ponds and fisheries. A technology is needed to be able to monitor the distribution of salinity on a large scale, especially in the district. This study aims to obtain a map of the distribution of groundwater salinity in Bangkalan district in an effort to obtain food security as well as for means of developing information technology primarily by using remote sensing technology. The method used is the utilization of the reflectance value of satellite imagery which is correlated with the value of groundwater salinity and acidity value or soil pH due to sea water intrusion and rainfall, from this mathematical model algorithm will be obtained which is expected to provide solutions about the distribution of salinity and acidity of the soil which can later be used for the development of plantation cultivation and pond cultivation for the local community. The expected outcome of this research is to obtain a thematic map that can provide a global picture of the Bangkalan district's quality of its main land in coastal areas.

Keyword : *Soil acidity, remote sensing, soil salinity, surface reflectances*

Abstrak	i
Daftar Isi	ii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Hasil Yang Dicapai Tahun Pertama	1
1.3. Rumusan Masalah Tahun Kedua	2
1.4. Tujuan Penelitian Tahun Kedua	3
1.5. Kontribusi Penelitian	3
II URAIAN LANDASAN TEORI (STATE OF THE ART)	5
2.1. Penginderaan Jauh	5
2.1.1. Spesifikasi Penginderaan Jauh	5
2.1.2. Aplikasi Penginderaan Jauh Di Bumi	6
2.2. Citra Satelit Terra Modis	6
2.2.1 Terra Instrumens	8
2.3 Salinitas Air Tanah	10
2.3.1. Garam Dalam Salinitas	10
2.3.2 Salinitas Tanah	12
2.4. Korelasi Curah Hujan Dan Salinitas Tanah	12
2.4.1 Metode Rasional	13
2.4.2. Asumsi Dan Batasan	13
2.4.3. Prosedure Untuk Menggunakan Metode Rasional	15
2.4.4 Koefisien Limpasan DAS Perkotaan	16
2.4.5. Daerah Aliran Sungai Dan Penggunaan Campuran	17
III METODE PENELITIAN	19
3.1. Bahan Yang Digunakan	19
3.2. Alat Yang Digunakan	19
3.3. Metoda Kerja	19
3.3.1. Pengambilan Data Lapangan	19
3.3.2. Pengambilan Data Citra Satelit	20
3.4. Analisa Data	20
3.5. Flow Chart Pemetaan	21

IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
----	-----------------------------	----

4.1.	Pendahuluan	22
4.2.	Data Insitu	22

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN - LAMPIRAN

BAB 1.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

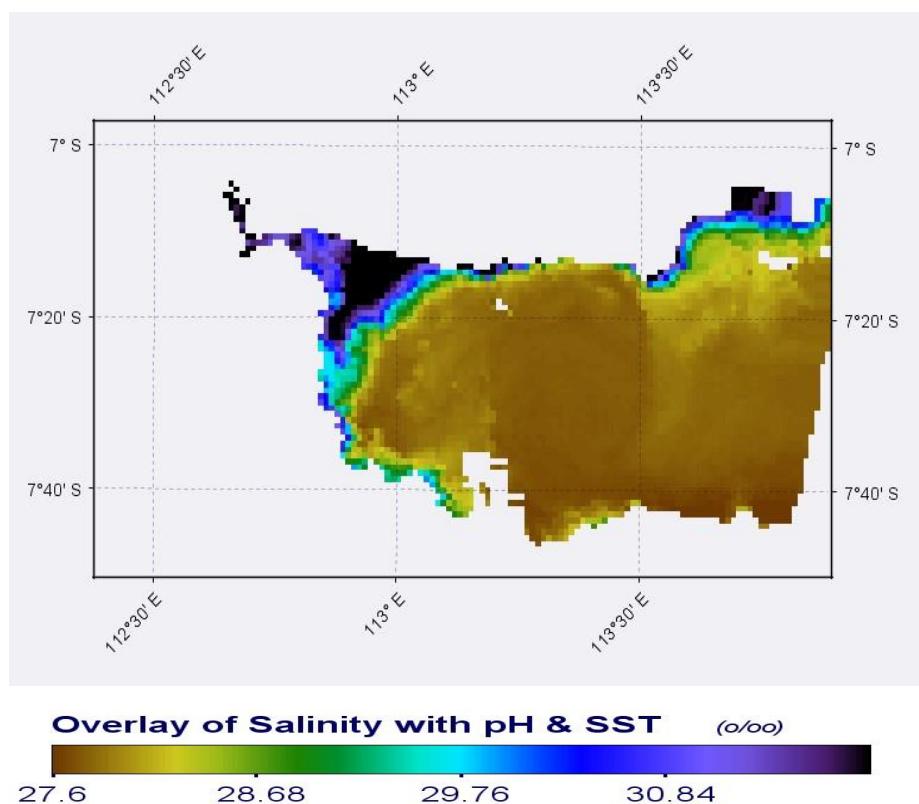
Pesisir pantai pulau Madura utamanya di daerah kabupaten Bangkalan bagian selatan merupakan pesisir yang relatif memiliki gelombang arus laut rendah, dan dengan bentuk geomorfologi pantai yang tidak terjal dan bertebing, maka pesisir laut daerah Bangkalan dapat dikategorikan pesisir yang landai dengan perairan laut dangkal. Berdasarkan fenomena ini maka di daerah pesisir laut Bangkalan memiliki karakteristik yang berbeda dengan bagian utara pesisir Bangkalan, pesisir laut Bangkalan bagian selatan yang berbatasan dengan selat Madura memiliki kandungan salinitas yang cukup tinggi, sehingga dengan kandungan salinitas ini masyarakat yang hidup di pesisir pantai banyak yang bekerja sebagai petambak garam disamping tambak udang dan ikan air tawar.

Kandungan salinitas yang tinggi ini merupakan karakteristik dari air laut di daerah Madura bagian selatan, sehingga dimungkinkan adanya proses intrusi dari air laut di pesisir pantai yang masuk ke daratan sehingga mempengaruhi kualitas air di daratan utamanya di daerah rumah penduduk yang menghuni pesisir pantai. Dari fenomena ini maka dapat diprediksikan bahwa adanya sebaran salinitas yang masuk ke daratan akibat intrusi juga pengaruh curah hujan maka pada beberapa titik koordinat akan terdapat kandungan salinitas yang berbeda-beda dan tinggi rendahnya kandungan ini akan menyebabkan perubahan mutu air tawar yang ada di daratan utamanya pada air tambak, air sumur dan air sungai yang ada pada daerah tersebut.

Untuk itu dibutuhkan suatu monitoring yang berkelanjutan serta pendekstrian pada seluruh area di kabupaten Bangkalan tentang kandungan konsentrasi salinitas sehingga dengan adanya monitoring secara terus menerus akan dapat dilakukan manajemen kualitas air di daerah tersebut yang pada akhirnya akan meningkatkan kualitas dan mutu air tawar yang ada di daratan serta memperbaiki taraf hidup masyarakat setempat dengan adanya air yang senantiasa dijaga mutunya.

1.2. Hasil yang dicapai tahun pertama

Pada tahun pertama penelitian ini telah menghasilkan sebaran salinitas di pesisir pantai kabupaten Bangkalan, nilai salinitas ini cukup besar untuk memberikan kontribusi pada daerah pesisir pantai yang sebagian dari petani tambak menggunakannya untuk usaha garam rakyat dan banyak tersebar dipesisir pantai, dimana nilai salinitas rata-rata adalah 32,3 o/oo. Peta tematis overlay antara Salinitas sebagai variabel dependent serta Acidity dan Suhu Permukaan Laut sebagai variabel Independen digambarkan seperti dibawah ini,



Gambar 1.1 Peta tematis Salinitas yang dioverlay dengan SST dan pH pada algoritma linier

Hasil yang dicapai dalam menyusun model matematis melibatkan parameter suhu permukaan laut dan juga nilai keasaman atau acidity dari air laut, dengan bentuk model matematis sebagai berikut :

$$\text{Sal} \left(\frac{\text{o}}{\text{oo}} \right) = 0.785 * \text{SST} - 1.623 * \text{pH} + 20.255$$

Dimana:

Sal= salinitas terukur

SST = sea surface temperature (suhu permukaan laut)

pH= keasaman air laut

Panjang gelombang yang optimum dihasilkan untuk pengukuran salinitas berdasarkan korelasinya dengan parameter SST dan pH adalah 667 nanometer yang berada dalam rentang panjang gelombang sinar tampak (visible) untuk warna merah.

Dari model matematis yang dihasilkan tersebut maka nilai salinitas dapat diprediksikan dengan mengetahui nilai SST dan pH pada air laut yang diteliti. Untuk pengembangan lebih lanjut perlu diselidiki daerah daratan di pesisir pantai dimana salinitas air tanah memiliki sebaran nilai yang cukup karakteristik karena pada daerah pesisir pengaruh ekosistem di daerah tersebut cukup bervariasi. Untuk itu penelitian tahap selanjutnya akan mengukur sebaran salinitas pada daratan dan kemudian dikorelasikan dengan nilai salinitas di pesisir pantai yang melibatkan air laut.

1.3. Rumusan Masalah Tahun Kedua

Untuk tahun kedua rumusan masalah yang dapat diuraikan adalah sebagai berikut

- a. Berapakah nilai sebaran rata-rata konsentrasi salinitas dan keasaman tanah di daerah kabupaten Bangkalan Madura berdasarkan data insitu
- b. Bagaimanakah algoritma model matematis dari sebaran salinitas dan nilai keasaman tanah di daerah kabupaten Bangkalan tersebut
- c. Bagaimanakah nilai curah hujan tahunan mempengaruhi nilai Salinitas Tanah di pesisir pantai Bangkalan Madura ?.
- d. Bagaimanakah korelasi salinitas air tanah dengan salinitas air laut di pesisir pantai akibat intrusi pada pesisir pantai ?.
- e. Bagaimanakah bentuk peta tematis kandungan salinitas air tanah yang ada di wilayah kabupaten Bangkalan Madura ?
- f. Apakah ada perbedaan yang signifikan antara nilai salinitas insitu dengan yang dihasilkan dari perhitungan data citra satelit Terra Modis

1.4.Tujuan Penelitian Tahun Kedua

Dari rumusan masalah yang ada maka dapat disusun tujuan penelitian sebagai berikut

- a. Menghitung nilai konsentrasi salinitas dan juga nilai keasaman tanah (pH) dari data lapangan (insitu)
- b. Menghitung dan menyusun algoritma model matematis yang paling optimum konsentrasi salinitas berdasarkan data citra satelit Terra Modis
- c. Menghitung data curah hujan pengaruhnya terhadap salinitas air tanah
- d. Menghitung dan menyusun Analisis varians (Anova) dari sebaran konsentrasi salinitas serta keasaman tanah di daerah kabupaten Bangkalan
- e. Menyusun peta tematis sebaran salinitas dan sebaran keasaman tanah dengan menggunakan perangkat lunak untuk analisa spasial data citra satelit
- f. Menghitung dan menganalisa korelasi dari nilai curah hujan tahunan terhadap sebaran salinitas yang diperoleh di pesisir pantai Kabupaten Bangkalan ?
- g. Melakukan uji statistik dua perlakuan antara data insitu dengan data citra satelit dengan menggunakan distribusi student-t

1.5. Kontribusi Penelitian

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini semoga dapat memberikan manfaat yang optimal untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan sistem informasi berbasis teknologi penginderaan jauh, disamping itu diharapkan dapat memberikan kontribusi di bidang geomatika berupa algoritma model matematis yang dapat digunakan sebagai peramalan (forecasting) untuk 5 hingga 10 tahun kedepan akan sebaran konsentrasi salinitas dan keasaman tanah.

BAB II

URAIAN LANDASAN TEORI (STATE OF THE ART)

2.1.Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah proses mendeteksi dan memantau karakteristik fisik suatu daerah dengan mengukur radiasi yang dipantulkan dan dipancarkan dari kejauhan (biasanya dari satelit atau pesawat terbang). Kamera khusus mengumpulkan gambar penginderaan jauh, yang membantu peneliti "merasakan" segala sesuatu tentang Bumi. Beberapa contoh adalah:

- a) Kamera di satelit dan pesawat terbang mengambil gambar area besar di permukaan bumi, memungkinkan kita untuk melihat lebih banyak daripada yang bisa kita lakukan di tanah.
- b) Sistem sonar pada kapal dapat digunakan untuk membuat gambar dasar laut tanpa perlu melakukan perjalanan ke dasar laut.
- c) Kamera pada satelit dapat digunakan untuk membuat gambar perubahan suhu di lautan.

Beberapa kegunaan khusus dari citra Bumi yang terindera dari jarak jauh termasuk:

- a) Kebakaran hutan besar dapat dipetakan dari ruang angkasa, memungkinkan penjaga melihat area yang jauh lebih besar daripada dari tanah.
- b) Melacak awan untuk membantu memprediksi cuaca atau menonton gunung berapi yang meletus, dan membantu mengawasi badai debu.
- c) Melacak pertumbuhan kota dan perubahan lahan pertanian atau hutan selama beberapa tahun atau dekade.
- d) Penemuan dan pemetaan topografi dasar laut yang kasar (mis., jajaran gunung yang sangat luas, ngarai yang dalam, dan "strip magnetik" di dasar laut).

2.1.1.Spesifikasi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh dapat dilakukan dengan sensor jarak jauh pasif atau aktif. Sensor pasif mengumpulkan radiasi dari rangsangan eksternal. Mereka merespons energi yang dipantulkan dari permukaan Bumi. Sumber utama energi yang diandalkan oleh

sensor pasif adalah pantulan sinar matahari. Radiometer, inframerah, dan fotografi film adalah contoh sensor jarak jauh pasif. Sensor aktif, di sisi lain, bergantung pada rangsangan internal untuk pengumpulan data. Mereka memantulkan energi ke area tertentu, dan setelah deteksi, mereka mengukur energi yang dipantulkan dari wilayah tersebut. Contoh dari sensor tersebut termasuk Lidar, yang memproyeksikan sinar laser untuk mengukur jarak ke target. Salah satu satelit paling terkenal yang memungkinkan penginderaan jauh adalah Landsat, sebuah proyek yang disusun di AS. Sejak diluncurkan, jutaan gambar telah diperoleh dengan manfaat luas bagi pemerintah, organisasi ilmiah, dan bisnis .

2.1.2. Aplikasi Penginderaan Jauh Di Bumi

Penginderaan jauh membantu orang memperoleh informasi tentang Bumi. Oleh karena itu penting untuk penilaian bahaya serta pemantauan degradasi dan konservasi lahan. Sistem ini melacak cuaca ekstrim, mulai dari banjir, gempa bumi, hingga badai dan data yang dikumpulkan dapat diinterpretasikan untuk menganalisis kehancuran yang disebabkan oleh bencana alam. Data tersebut dapat digunakan untuk merumuskan strategi yang akan diterapkan sebelum dan sesudah bencana. Karena sistem dapat mengakses area yang tidak dapat diakses oleh manusia, sistem ini dapat memantau dampak deforestasi di wilayah signifikan (termasuk daerah kabupaten Bangkalan) dan juga dapat memetakan area yang membutuhkan perlindungan. Sistem ini sangat penting dalam pemantauan lingkungan dan pengelolaan sumber daya alam, dan mensurvei dampak manusia terhadap lingkungan. Penginderaan jauh juga berguna dalam oseanografi karena melacak sirkulasi laut, suhu, dan ketinggian gelombang untuk memahami sumber daya laut dengan lebih baik. Sistem ini digunakan dalam eksplorasi geologi dan mineral, kehutanan, dan pertanian.

2.2.Citra Satelit Terra Modis

Dengan ruang pamer seluas 2.330 km, MODIS melihat setiap titik di dunia kita setiap 1-2 hari dalam 36 pita spektrum diskrit. Konsekuensinya, MODIS melacak jajaran tanda vital bumi yang lebih luas daripada sensor Terra lainnya. Misalnya, sensor mengukur persentase permukaan planet yang tertutup awan hampir setiap hari. Cakupan spasial yang luas ini memungkinkan MODIS, bersama dengan MISR dan

CERES, untuk membantu para ilmuwan menentukan dampak awan dan aerosol pada anggaran energi Bumi (Carrer et al., 2018; McCarthy, Otis, Méndez-Lázaro, & Muller-Karger, 2018; Sá et al., 2015; Satriano, Ciancia, Lacava, Pergola, & Tramutoli, 2019).

Selain merekam frekuensi dan distribusi tutupan awan, MODIS mengukur sifat-sifat awan seperti distribusi dan ukuran tetesan awan di air cair dan awan es. MODIS juga mengukur sifat aerosol — partikel kecil cair atau padat di atmosfer. Aerosol memasuki atmosfer dari sumber-sumber buatan manusia seperti polusi dan pembakaran biomassa dan sumber-sumber alami seperti badai debu, letusan gunung berapi, dan kebakaran hutan. MODIS membantu para ilmuwan menentukan jumlah uap air di kolom atmosfer dan distribusi vertikal suhu dan uap air — pengukuran yang penting untuk memahami sistem iklim Bumi(De Keukelaere et al., 2018; Ilori, Pahlevan, & Knudby, 2019) .

MODIS sangat ideal untuk memantau perubahan skala besar di biosfer yang menghasilkan wawasan baru tentang cara kerja siklus karbon global. MODIS mengukur aktivitas fotosintesis tanaman darat dan laut (fitoplankton) untuk menghasilkan perkiraan yang lebih baik tentang berapa banyak gas rumah kaca yang diserap dan digunakan dalam produktivitas tanaman. Digabungkan dengan pengukuran suhu permukaan sensor, pengukuran biosfer MODIS membantu para ilmuwan melacak sumber dan serapan karbon dioksida dalam menanggapi perubahan iklim (Werdell et al., 2018; Zou et al., 2019).

Hampir setiap hari di seluruh dunia, sensor memonitor perubahan pada permukaan tanah, dengan demikian membangun dan memperluas warisan yang dimulai oleh Landsat. MODIS memetakan luas areal salju dan es yang dibawa oleh badai musim dingin dan suhu yang sangat dingin. Sensor mengamati "gelombang hijau" yang menyapu seluruh benua saat musim dingin memberi jalan bagi musim semi dan tumbuh-tumbuhan sebagai respons. Ia melihat di mana dan kapan bencana melanda — seperti letusan gunung berapi, banjir, badai hebat, kekeringan, dan kebakaran hutan — dan semoga akan membantu orang keluar dari bahaya. Pita MODIS sangat peka terhadap kebakaran; mereka dapat membedakan api dari luka bakar yang membara dan memberikan perkiraan yang lebih baik tentang jumlah aerosol dan gas yang dilepaskan oleh api ke atmosfer.

MODIS mengukur perubahan dalam populasi fitoplankton di laut Pasifik yang mungkin menandakan permulaan dari El Niño / La Niña yang terkenal jauh sebelum kedatangan mereka. Pada gilirannya, dengan menggabungkan pengukuran suhu permukaan laut dan warna laut, MODIS telah mengamati dampak El Niño dan La Niña terhadap tanaman laut mikroskopis. MODIS juga memiliki saluran unik untuk mengukur fluoresensi klorofil. Semua tanaman yang dibombardir dengan cahaya mulai bersinar, atau berpendar, tetapi dalam panjang gelombang yang tidak bisa dilihat mata kita. Semakin banyak tanaman berfluoresensi, semakin sedikit energi yang mereka gunakan untuk fotosintesis. Jadi, MODIS tidak hanya memetakan distribusi fitoplankton, tetapi juga membantu kita mengukur kesehatannya (Gilbert & Frouin, 2001; Wang et al., 2018; Werdell et al., 2018).

2.2.1.Terra Instruments

Terra mengumpulkan data tentang sistem bio-geokimia dan energi Bumi menggunakan lima sensor yang mengamati atmosfer, permukaan tanah, lautan, salju dan es, dan anggaran energi. Setiap sensor memiliki fitur unik yang memungkinkan para ilmuwan untuk memenuhi berbagai tujuan sains.

Kelima sensor onboard Terra adalah:

ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)

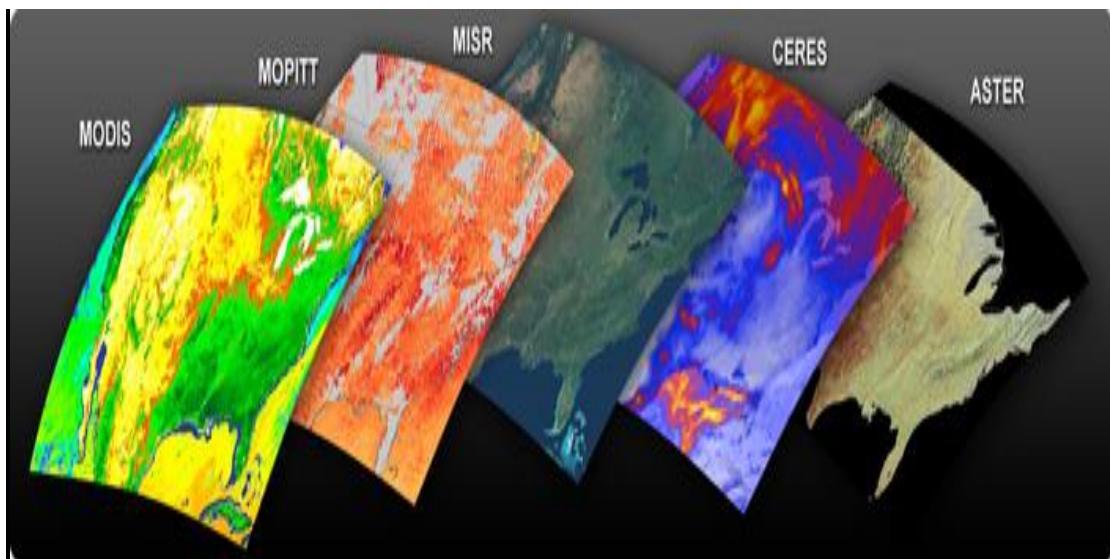
CERES (or Clouds and Earth's Radiant Energy System)

MISR (Multi-angle Imaging SpectroRadiometer)

MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer)

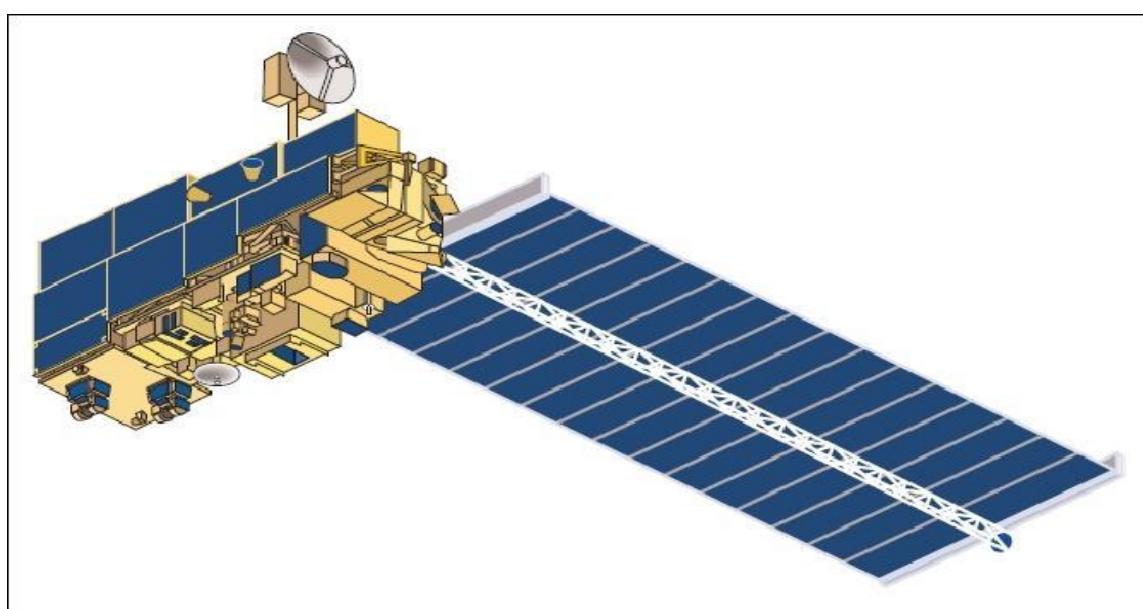
MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere)

Karena kelima instrumen berada di satelit yang sama melakukan pengamatan simultan, para ilmuwan dapat membandingkan berbagai aspek karakteristik Bumi dari waktu ke waktu..



Gambar 2.1 Macam macam sensor Modis pada wahana Aqua dan wahana Terra

Launch Date : Dec. 18, 1999
Satellite Orbit Type : Sun-synchronous, Polar Orbiting
Sensor Type : Multispectral
Swath Width : 2230 km
Equatorial Crossing : 10:30 AM Local Time
Temporal Resolution : 1-2 days
Data Processing Location: NASA Goddard Space Flight Center MODIS Adaptive Processing System
Source: <https://lpdaac.usgs.gov/search/?query=&collections=Terra%20MODIS>



Sumber: <https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/t/terra>

Gambar 2.2 . Satelit Terra Modis



Sumber: <https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/t/terra>

Gambar 2.3 Sebaran Phitoplankton pesisir pantai

2.3.Salinitas Air Tanah

2.3.1. Garam dalam salinitas

Salinitas tanah adalah kandungan garam dalam tanah; proses peningkatan kadar garam dikenal sebagai salinasi. Garam muncul secara alami di dalam tanah dan air. Salinasi dapat disebabkan oleh proses alami seperti pelapukan mineral atau penarikan laut secara bertahap. Ini juga dapat terjadi melalui proses buatan seperti irigasi dan garam jalan.

Garam adalah komponen alami dalam tanah dan air. Ion yang bertanggung jawab untuk salinasi adalah: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ dan Cl⁻.

Karena Na⁺ (natrium) mendominasi, tanah dapat menjadi lebih sodium yang biasa disebut Sodik. Tanah sodik menghadirkan tantangan khusus karena mereka cenderung memiliki struktur yang sangat buruk yang membatasi atau mencegah infiltrasi dan drainase air. Selama periode waktu yang lama, ketika mineral tanah mengalami pergantian cuaca dan melepaskan garam, dimana garam-garam ini tercurah atau dilepaskan dari tanah dengan mengalirkan air di daerah dengan curah hujan yang cukup. Selain pelapukan mineral, garam juga disimpan melalui debu dan presipitasi. Di daerah kering, garam dapat menumpuk, yang mengarah ke tanah salinitas alami.

Ini kasusnya, misalnya, di sebagian besar Australia. Praktik manusia dapat meningkatkan salinitas tanah dengan menambahkan garam dalam air irigasi. Manajemen irigasi yang tepat dapat mencegah penumpukan garam dengan menyediakan air drainase yang memadai untuk melepaskan garam tambahan dari tanah. Mengganggu pola drainase yang menyebabkan pencucian juga dapat menyebabkan akumulasi garam.

Contoh dari ini terjadi di Mesir pada tahun 1970 ketika Bendungan Tinggi Aswan dibangun. Perubahan tingkat air tanah sebelum konstruksi memungkinkan erosi tanah, yang menyebabkan konsentrasi garam yang tinggi di muka air. Setelah konstruksi, tingkat tinggi yang terus menerus dari tabel air menyebabkan salinasi tanah yang subur.

Salinitas dari irigasi dapat terjadi dari waktu ke waktu di mana pun irigasi terjadi, karena hampir semua air (bahkan hujan alami) mengandung beberapa garam terlarut. [2] Ketika tanaman menggunakan air, garam tertinggal di tanah dan akhirnya mulai menumpuk. Karena salinitas tanah mempersulit tanaman untuk menyerap kelembaban tanah, garam-garam ini harus dikeluarkan dari zona akar tanaman dengan menggunakan air tambahan. Air yang melebihi kebutuhan tanaman ini disebut fraksi pelindian. Salinasi dari air irigasi juga sangat meningkat karena drainase yang buruk dan penggunaan air salin untuk mengairi tanaman pertanian.

Salinitas di daerah perkotaan sering dihasilkan dari kombinasi proses irigasi dan air tanah. Irigasi juga sekarang umum di kota-kota (taman dan tempat rekreasi)

Konsekuensi dari adanya salinitas adalah :

Efek merugikan pada pertumbuhan dan hasil tanaman

Kerusakan infrastruktur (jalan, batu bata, korosi pipa dan kabel)

Pengurangan kualitas air bagi pengguna, masalah sedimentasi, peningkatan pencucian logam, terutama tembaga, cadmium, mangan, dan seng.

erosi tanah pada akhirnya, ketika tanaman terlalu kuat dipengaruhi oleh jumlah garam.

Lebih banyak energi yang dibutuhkan untuk menghilangkan garam

Salinitas adalah masalah degradasi lahan yang penting. Salinitas tanah dapat dikurangi dengan melepaskan garam yang larut dari tanah dengan air irigasi berlebih. Kontrol salinitas tanah melibatkan kontrol kedap air dan pembilasan dalam kombinasi dengan

drainase genteng atau bentuk lain dari drainase bawah permukaan. Perawatan komprehensif salinitas tanah tersedia dari Organisasi Pangan dan Pertanian PBB.

Toleransi tanaman terhadap air laut adalah kemampuan tanaman pertanian untuk menahan salinitas tinggi yang disebabkan oleh irigasi dengan air laut, atau campuran air tawar dan air laut. Ada tanaman yang dapat tumbuh di air laut dan pertanian percontohan telah menunjukkan kelayakannya. Pemerintah Belanda melaporkan terobosan dalam ketahanan pangan karena varietas kentang, wortel, bawang merah, kol putih dan brokoli tampaknya tumbuh subur jika diairi dengan air garam.

2.3.2. Salinitas Tanah

Salinitas tanah dinyatakan dalam konduktivitas listrik dari ekstrak pasta tanah jenuh (ECe dalam dS / m).

Penulis Schleiff mempresentasikan klasifikasi toleransi garam tanaman berdasarkan ECe dalam dS / m yang dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Toleransi garam/Salinitas

Salt tolerance ECe (dS/m) ^)	Tolerance classification
< 2	Sangat sensitif
2 – 4	Sensitif
4 – 6	Sedikit sensitif
6 – 8	Toleransi sedang
8 – 10	Toleran
> 10	Sangat toleran

Tanaman berkinerja baik (tanpa pengurangan hasil) hingga tingkat salinitas tanah yang tercantum dalam tabel. Di luar level itu, hasilnya turun.

2.4. Korelasi Curah Hujan dan Salinitas Tanah

Siklus hidrologi adalah salah satu dari enam siklus biogeokimia yang berlangsung dan berada di bumi. Kata hidrologi berasal dari bahasa Yunani yaitu “Hydrologia” yang berarti ilmu air. Hidrologi ialah cabang ilmu geografi yang membahas tentang distribusi, kualitas dan pergerakan air di bumi.

Siklus hidrologi memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme yang ada di bumi. Siklus air atau siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui tahap kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Siklus hidrologi merupakan siklus atau sirkulasi air yang berasal dari Bumi kemudian menuju ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus. Karena bentuknya memutar dan berlangsung secara berkelanjutan inilah yang menyebabkan air seperti tidak pernah habis.

Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, proses siklus hidrologi juga berdampak pada teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan dan keseimbangan ekosistem bumi.

Pemanasan air laut oleh paparan sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara terus menerus. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es dan salju (sleet), hujan gerimis atau kabut.

Selanjutnya, air hujan ini akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi dan perkolasasi) atau mengalir menjadi air permukaan (run off). Air yang ada di permukaan serta sebagian air yang ada di bawah permukaan, baik itu yang mengalir atau yang tergenang seperti air pada waduk, danau, rawa, sungai.

Air tersebut terkumpul dan mengalir yang akhirnya membentuk sungai yang mengalir menuju laut. Baik aliran air yang berada di bawah tanah maupun air permukaan keduanya menuju ke tubuh air di permukaan Bumi (laut, danau dan waduk).

2.4.1. Metode Rasional

Metode Rasional yang sesuai untuk memperkirakan debit puncak untuk daerah drainase kecil hingga sekitar 200 hektar atau 80 hektar tanpa penyimpanan banjir yang signifikan. Metode ini memberikan perancangan dengan nilai debit puncak, tetapi tidak memberikan serangkaian aliran atau volume aliran.

2.4.2. Asumsi dan Batasan

Penggunaan metode rasional mencakup asumsi dan batasan berikut:

Metode ini berlaku jika t_c untuk daerah drainase kurang dari durasi intensitas

puncak hujan.

- b) Limpasan yang dihitung berbanding lurus dengan intensitas curah hujan.
- c) Intensitas curah hujan seragam sepanjang durasi badai.
- d) Frekuensi kejadian untuk debit puncak sama dengan frekuensi curah hujan yang menghasilkan kejadian itu.
- e) Curah hujan didistribusikan secara seragam di atas area drainase.
- f) Durasi minimum yang akan digunakan untuk perhitungan intensitas hujan adalah 10 menit. Jika waktu konsentrasi yang dihitung untuk daerah drainase kurang dari 10 menit, maka 10 menit harus diadopsi untuk perhitungan intensitas curah hujan.

Metode rasional tidak memperhitungkan penyimpanan di daerah drainase.

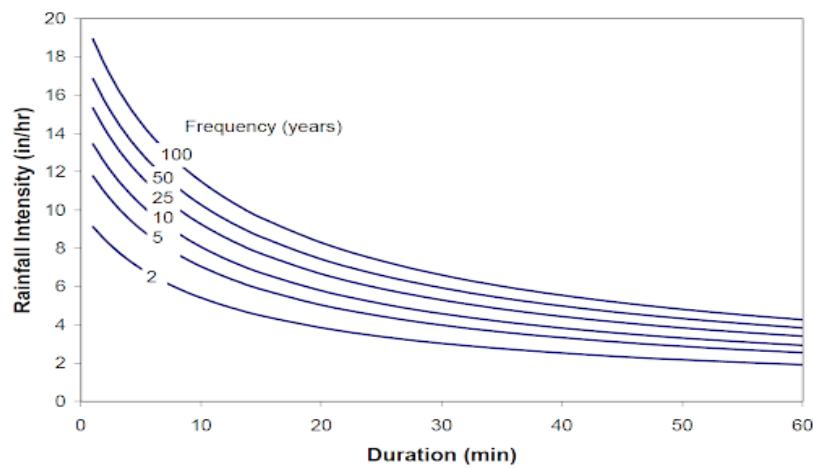
Penyimpanan yang tersedia diasumsikan diisi.

Asumsi dan keterbatasan di atas adalah alasan mengapa metode rasional dibatasi untuk DAS 200 hektar atau lebih kecil. Jika salah satu dari kondisi ini tidak benar untuk DAS yang diminati, perancang harus menggunakan metode alternatif.

Metode rasional mewakili kondisi aliran masuk-aliran yang stabil dari DAS selama intensitas puncak badai desain. Setiap fitur penyimpanan memiliki kecukupan

Metode rasional mewakili kondisi aliran masuk-aliran yang stabil dari DAS selama intensitas puncak badai desain. Setiap fitur penyimpanan yang memiliki volume yang cukup sehingga tidak sepenuhnya terisi dan mencapai kondisi aliran masuk yang stabil selama durasi badai desain tidak dapat diwakili dengan baik dengan metode rasional.

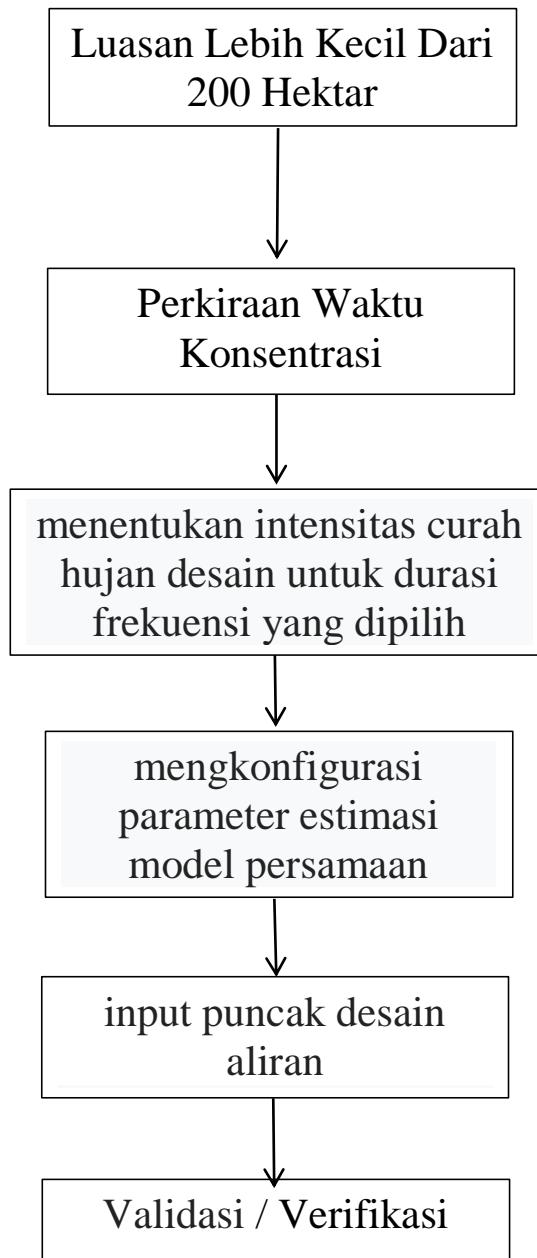
Fitur-fitur tersebut termasuk kolam penahanan, saluran dengan volume yang signifikan, dan penyimpanan dataran banjir. Ketika fitur-fitur ini hadir, diperlukan metode limpasan curah hujan alternatif yang memperhitungkan sifat waktu yang bervariasi dari badai desain dan / atau pengisian / pengosongan penyimpanan dataran banjir. Dalam kasus ini, metode hidrograf direkomendasikan



Sumber: http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hyd/rational_method.htm

Gambar 2.4 Grafik Hubungan Intensitas curah hujan dengan Durasi

Langkah-langkah dalam mengembangkan dan menerapkan metode rasional diilustrasikan pada Gambar 2-5.



Gambar 2-5 Langkah-langkah dalam mengembangkan dan menerapkan metode rasional

2.4.3. Prosedur untuk menggunakan Metode Rasional

Rumus rasional memperkirakan tingkat puncak limpasan di lokasi tertentu di daerah aliran sungai sebagai fungsi dari daerah drainase, koefisien limpasan, dan intensitas curah hujan rata-rata untuk durasi yang sama dengan waktu konsentrasi. Rumus rasionalnya adalah:

$$Q = 0,278 C x I x A \quad (2.1)$$

Dimana,

Q = debit puncak limpasan permukaan ($\text{m}^3/\text{sec.}$)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

2.4.4. Koefisien Limpasan DAS Perkotaan

Tabel 2.2 menunjukkan kisaran nilai C untuk DAS perkotaan untuk berbagai kombinasi penggunaan lahan dan jenis tanah / permukaan. Tabel ini adalah tipikal panduan desain yang ditemukan dalam teks teknik sipil yang berhubungan dengan hidrologi.

Tabel 2.2 Koefisien Runoff Untuk Metode Rasional

Diskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien Aliran (C)
Business	
- Perkotaan	0.70-0.95
- Pinggiran	0.50-0.70
Perumahan	
- rumah tunggal	0.30-0.50
- multi unit, terpisah	0.40-0.60
- multi unit, tergabung	0.60-0.75
- perkampungan	0.25-0.40
- apartemen	0.50-0.70
Industri	
- ringan	0.50-0.80
- berat	0.60-0.90
Taman, pekuburan	0.10-0.25
Taman tempat bermain	0.20-0.35
Halaman kereta api	0.10-0.35
Hutan	
- datar , 0 - 5%	0.10-0.40
- bergelombang, 5 - 10%	0.25-0.50

Tabel 2.2 Koefisien Runoff Untuk Metode Rasional - Lanjutan

- berbukit, 10 - 30%	0.30-0.60
Halaman, tanah berpasir	
- datar 2%	0.05-0.10
- rata - rata 2-7%	0.10-0.15
- curam 7%	0.15-0.20
Halaman , tanah berat	
- datar 2%	0.13-0.17
- rata - rata 2-7%	0.18-0.22
- curam 7%	0.25-0.35
Perkerasan :	
- Aspal dan beton	0.70-0.95
- batu bata, paving	0.50-0.70
Atap	0.75-0.95

Sumber : McGuen, 1989

2.4.5. Daerah Aliran Sungai dan Penggunaan Campuran

Tabel 2.2 menunjukkan pendekatan alternatif dan sistematis untuk mengembangkan koefisien limpasan. Tabel ini hanya berlaku untuk DAS pedesaan, yang membahas DAS sebagai serangkaian aspek. Untuk masing-masing dari empat aspek, perancang membuat tugas yang sistematis dari "komponen" koefisien limpasan. Menggunakan Persamaan 2.2, empat komponen yang berpengaruh ditambahkan untuk membentuk koefisien limpasan keseluruhan pada segmen daerah aliran sungai tertentu.

Koefisien limpasan untuk DAS pedesaan diberikan oleh:

$$C = C_r + C_i + C_v + C_s \quad \dots \dots \dots \quad (2.2.)$$

Dimana :

C = runoff coefficient daerah aliran sungai

C_r = component of coefficient akuntansi untuk bantuan daerah aliran sungai

C_i = component of coefficient perhitungan untuk infiltrasi tanah

C_v = component of coefficient menghitung untuk tutupan vegetasi

C_s = component of coefficient perhitungan untuk jenis permukaan

Perancang memilih nilai yang paling tepat untuk C_r , C_i , C_v , dan C_s dari Tabel 2.3

Tabel 2.3. Koefisien Limpasan utntuk DAS pedesaan

Watershed characteristic	Extreme	HighJurnal	Normal	Low
Relief - C_r	0.28-0.35 Steep, rugged terrain with average slopes above 30%	0.20-0.28 Hilly, with average slopes of 10-30%	0.14-0.20 Rolling, with average slopes of 5-10%	0.08-0.14 Relatively flat land, with average slopes of 0-5%
Soil infiltration - C_i	0.12-0.16 No effective soil cover; either rock or thin soil mantle of negligible infiltration capacity	0.08-0.12 Slow to take up water, clay or shallow loam soils of low infiltration capacity or poorly drained	0.06-0.08 Normal; well drained light or medium textured soils, sandy loams	0.04-0.06 Deep sand or other soil that takes up water readily; very light, well-drained soils
Vegetal cover - C_v	0.12-0.16 No effective plant cover, bare or very sparse cover	0.08-0.12 Poor to fair; clean cultivation, crops or poor natural cover, less than 20% of drainage area has good cover	0.06-0.08 Fair to good; about 50% of area in good grassland or woodland, not more than 50% of area in cultivated crops	0.04-0.06 Good to excellent; about 90% of drainage area in good grassland, woodland, or equivalent cover
Surface Storage - C_s	0.10-0.12 Negligible; surface depressions few and shallow, drainageways steep and small, no marshes	0.08-0.10 Well-defined system of small drainageways, no ponds or marshes	0.06-0.08 Normal; considerable surface depression, e.g., storage lakes and ponds and marshes	0.04-0.06 Much surface storage, drainage system not sharply defined; large floodplain storage, large number of ponds or marshes

Table 2.3 note: The total runoff coefficient based on the 4 runoff components is $C = C_r + C_i + C_v + C_s$

Sementara pendekatan ini dikembangkan untuk aplikasi ke daerah aliran sungai pedesaan, ini dapat digunakan sebagai pemeriksaan terhadap koefisien limpasan penggunaan campuran yang dihitung menggunakan metode lain. Dalam melakukan

hal itu, perancang akan menggunakan penilaian, terutama dalam menentukan Cs, untuk menjelaskan kondisi yang dikembangkan sebagian di dalam DAS.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1.Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

Peta Topografi skala 1 : 25.000, peta digunakan sebagai acuan untuk penentuan koordinat pengambilan data dan koordinat peta tematis yang akan dihasilkan dari proses digitasi.

Citra satelit Terra Modis resolusi 1 km, citra ini digunakan sebagai peta untuk analisa salinitas air tanah yang dihubungkan dengan reflektan citra satelit Sampel tanah di pesisir kabupaten Bangkalan, sampel ini dibutuhkan untuk mendeteksi dan mengukur salinitas air tanah serta nilai pH tanah yang ada Paket SeaDAS, merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk analisa citra satelit

Paket SPSS dan Microsoft Excell merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memodelkan data lapangan dengan citra satelit

3.2.Alat Yang Digunakan

Alat yang akan dipakai dalam melaksanakan penelitian adalah :

Scanner , alat ini digunakan untuk proses digitalisasi peta topografi sehingga dapat diolah oleh perangkat lunak sistem informasi geografis .

GPS navigasi, digunakan sebagai alat penunjuk koordinat pada saat pengambilan data di lapangan.

Botol/tabung, digunakan untuk mengambil sampel tanah guna diukur salinitas dan nilai pH tanah

Perangkat Komputer, digunakan untuk membuat laporan hasil dan pengolahan data pH meter digital, digunakan untuk mengukur nilai pH tanah.

Salinometer, digunakan untuk mengukur salinitas air tanah

3.3.Metode Kerja

3.3.1.Pengambilan data lapangan

Data salinitas diambil pada titik koordinat yang sudah dideteksi dengan GPS navigasi dengan melakukan pengukuran sampel tanah pada kedalaman 30 cm dengan bantuan alat salinometer, hal yang sama dilakukan untuk mendeteksi nilai keasaman atau pH tanah, Data Curah hujan didapatkan dari instansi terkait.

3.3.2.Pengambilan Data Citra Satelit

Untuk pengambilan data citra satelit dilakukan dengan cara mendownload citra satelit pada bulan dan tahun yang dikehendaki pada laman web <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/data> , dari laman web tersebut didownload citra satelit Terra Modis yang ada sesuai dengan keperluan penelitian pada daerah yang dikehendaki.

Citra satelit yang di download adalah citra Terra Modis dengan nama file adalah :

MOD09A1.A2020137.h29v09.006.2020000000000.hdf (citra tahun 2020)

MOD09A1.A2019137.h29v09.006.2019150090237.hdf (citra tahun 2019)

MOD09A1.A2018137.h29v09.006.2018151150546.hdf (citra tahun 2018)

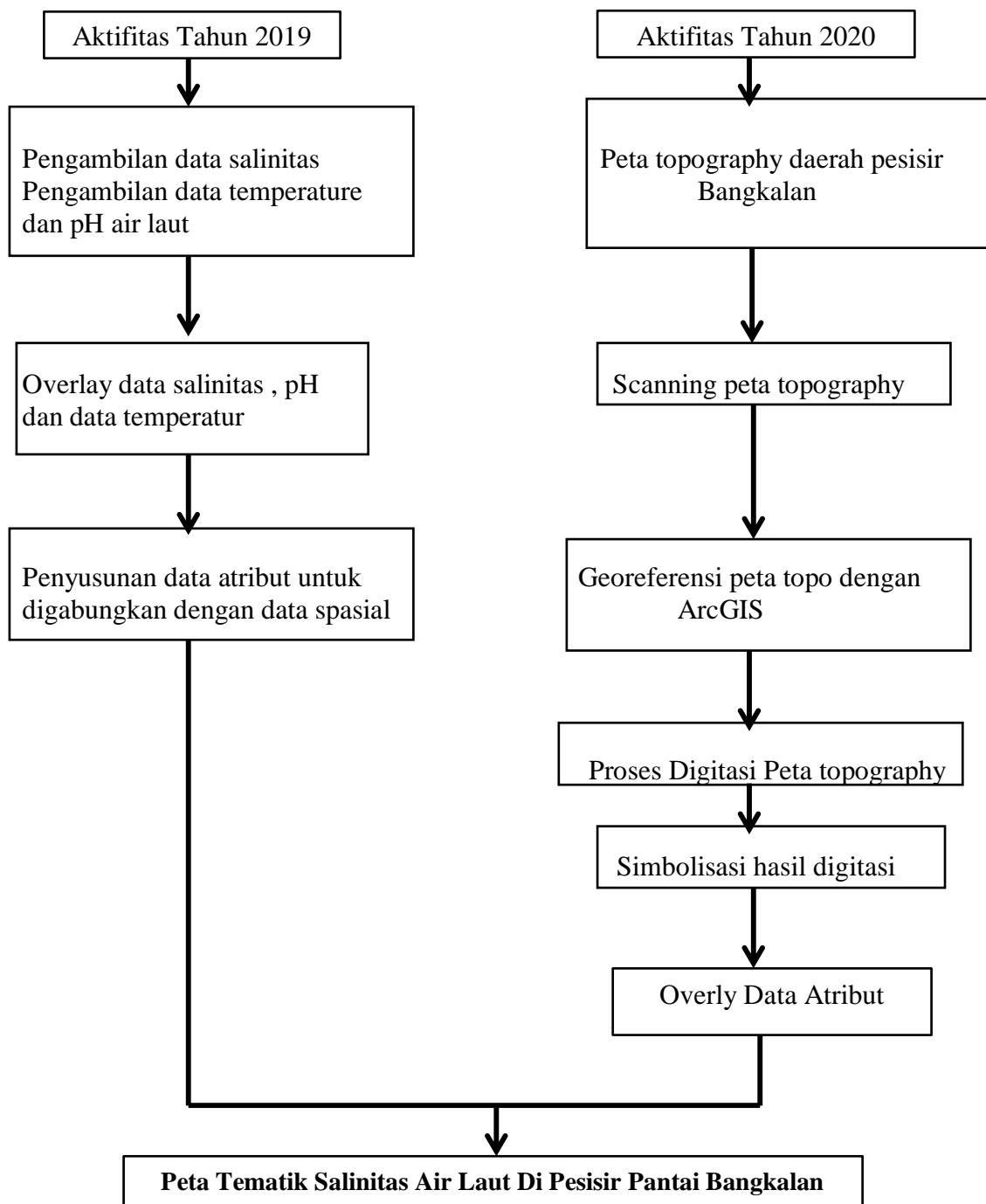
3.4.Analisa Data

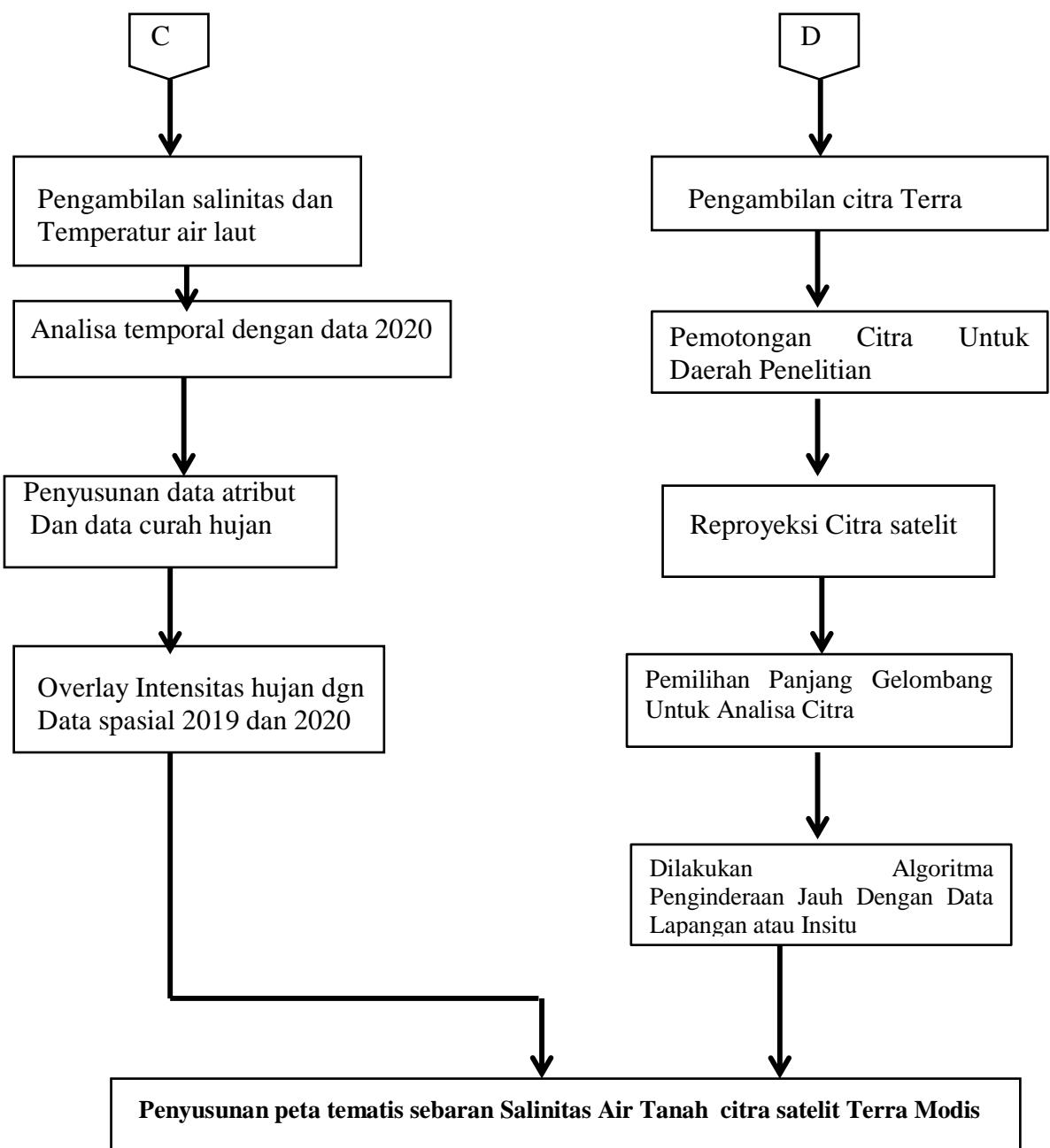
Data dianalisa dengan melakukan pengukuran untuk nilai salinitas insitu dan nilai pH insitu dari sampel tanah disejumlah titik yang sudah memiliki koordinat Latitude dan Longitude. Nilai salinitas dan pH merupakan nilai variabel dependent atau nilai y, sedangkan untuk variabel independent digunakan nilai reflektan citra satelit pada koordinat yang sudah diberikan dan dilakukan analisa least square data salinitas dan pH tanah.

3.5.Flowchart Pemetaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. PENDAHULUAN

Hasil penelitian di lapangan untuk memetakan salinitas dan Temperatur (SST) dan Acidity (PH) maka pembagian kerja dilakukan dalam 2 bagian besar yaitu menghitung dan menganalisa data SST dari citra satelit Terra Modis yang diperoleh dari laman web <https://modis.gsfc.nasa.gov/> untuk tahun 2020 , maka tahap pertama dilakukan pengambilan data dengan bantuan program SeaDASS versi 7.2 untuk mengambil data reflektan dari panjang gelombang sinar tampak atau RGB (red, green,blue) dan juga data salinitas dan Temperatur (SST) dan Acidity (PH) .

Files yang digunakan untuk keperluan penelitian ini adalah **T2019054061000.L2_LAC_OC.nc** untuk files asli dari laman web dimana area yang tercover sangat luas sehingga harus dipotong sesuai dengan area penelitian , area yang digunakan setelah pemotongan diberi nama files **T2020054061000.L2_LAC_OC_subset_reprojected_subset**. Tahap Kedua adalah melakukan perhitungan dan analisa data reflektan citra satelit terhadap data insitu /data lapangan. Dengan melakukan diagram scater dan mencari model algorithma yang terbaik . Dibawah ini data Salinitas Insitu dengan posisi pengamatan, data Acidity Insitu dengan posisi pengamatan, data Temperatur Insitu dengan posisi pengamatan,

Hasil survey di lapangan / insitu , nilai **salinitas** berkisar antara 0,005 permile sampai dengan 5,00 permile , sedangkan hasil survey lapangan / insitu nilai **acidity / PH** berkisar 6,40 sampai dengan 6,95 dan sedangkan hasil survey lapangan / insitu nilai **temperature** 26,70 derajat celcius sampai dengan 26,70 derajat celcius.

4.2. Data Lapangan (Insitu)

Tabel 4.1. Data Salinitas Hasil Pengukuran di lapangan

Titik Pengamatan	Lon	Lat	Salinitas
1	112.92104	-7.4275074	4.550
2	112.89205	-7.4347043	5.000
3	112.87835	-7.4328265	0.018
4	112.86615	-7.4200363	0.005
5	112.86762	-7.40912	0.104
6	112.85693	-7.385465	0.307
7	112.86214	-7.394625	1.000
8	112.850006	-7.3818054	0.014
9	112.86655	-7.361908	0.018
10	112.86802	-7.351003	0.023
11	112.872444	-7.3182893	0.045
12	112.948685	-7.4312663	1.539
13	112.936325	-7.41841	1.070
14	112.924	-7.4055815	0.817
15	112.92549	-7.3946185	0.829
16	112.91687	-7.4023676	0.669
17	112.91834	-7.391415	0.769
18	112.90608	-7.3785443	0.686
19	112.907555	-7.367604	0.681
20	112.90903	-7.3566637	0.693

Tabel 4.2. Data Keasaman (pH) Hasil Pengukuran di lapangan

Titik Pengamatan	Lon	Lat	pH
1	113.451065	-6.814033	6.90
2	113.4347	-6.7856054	6.60
3	113.43844	-6.7998133	6.80
4	113.42381	-6.758416	6.93
5	113.41097	-6.7042937	6.90
6	113.399506	-6.6900125	6.95
7	113.40455	-6.6514754	6.40
8	113.37076	-6.6078267	6.90
9	113.416985	-6.6009116	6.75
10	113.517	-6.6015434	6.87
11	113.568	-6.6337476	6.90
12	113.54282	-6.670096	6.94

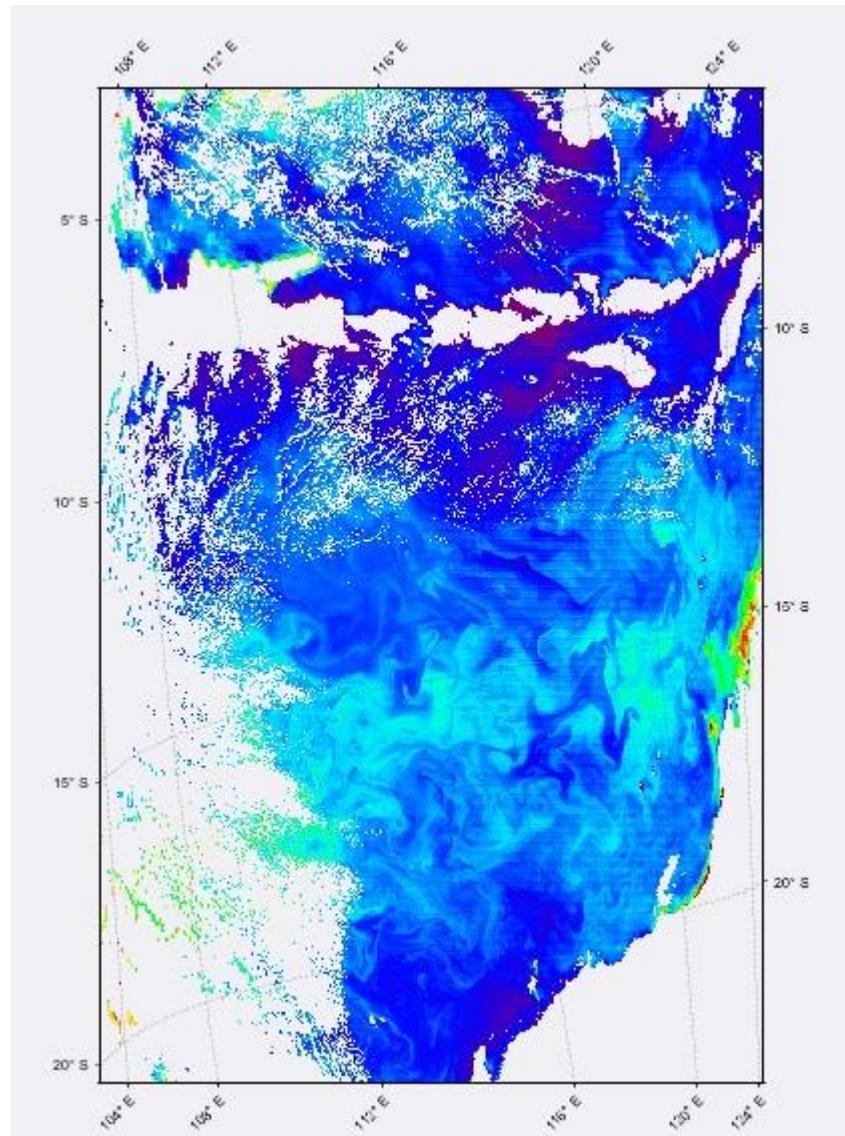
13	113.53773	-6.7090797	6.87
14	113.53319	-6.6938925	6.83
15	113.546394	-6.7485337	6.83
16	113.56311	-6.777289	6.81
17	113.57465	-6.8037696	6.83
18	113.54929	-6.8402615	6.81
19	113.72011	-6.809153	6.81
20	113.70614	-6.796623	6.82

Tabel 4.3. Data Temperatur Hasil Pengukuran di lapangan

Titik Pengamatan	Lon	Lat	T(°C)
1	113.451065	-6.814033	39.400
2	113.4347	-6.7856054	38.600
3	113.43844	-6.7998133	26.700
4	113.42381	-6.758416	42.300
5	113.41097	-6.7042937	36.300
6	113.399506	-6.6900125	27.700
7	113.40455	-6.6514754	38.500
8	113.37076	-6.6078267	31.500
9	113.416985	-6.6009116	45.300
10	113.517	-6.6015434	35.600
11	113.568	-6.6337476	41.000
12	113.54282	-6.670096	36.649
13	113.53773	-6.7090797	36.637
14	113.53319	-6.6938925	36.631
15	113.546394	-6.7485337	36.632
16	113.56311	-6.777289	36.628
17	113.57465	-6.8037696	36.630
18	113.54929	-6.8402615	36.628
19	113.72011	-6.809153	36.628
20	113.70614	-6.796623	36.628

Pada table 4.1 **data lapangan / insitu untuk Salinitas kisaran 0,005 permill sampai dengan 5 permil** sedangkan table 4.2 **data lapangan / insitu untuk Acidity / PH kisaran 6,40 sampai dengan 6,95** dan table 4.3 data lapangan / insitu untuk temperature kisaran 26,7 °C sampai dengan 45,00 °C , data lapangan selanjutnya akan di analisa dan dihitung untuk mendapatkan model Algorithma yang terbaik.

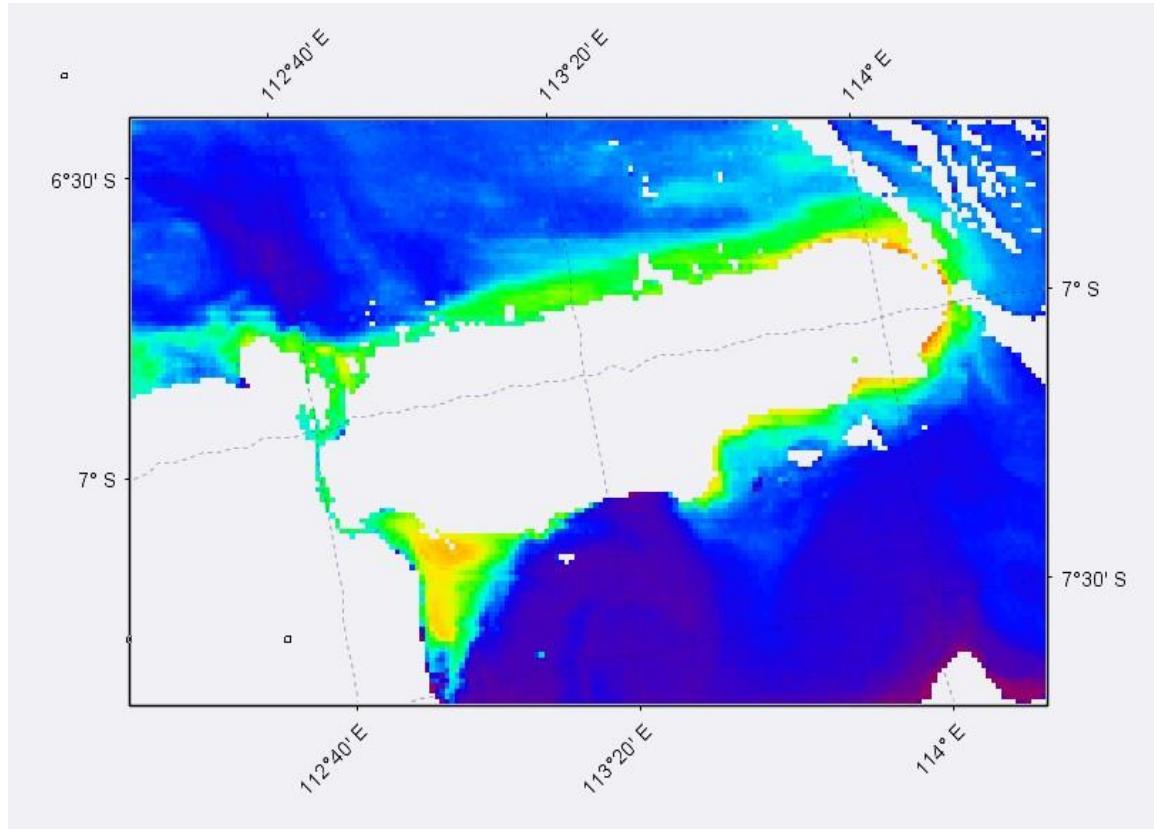
4.3. Data Citra Satelit



Gambar 4.1. Tampilan Utuh Citra Satelit Terra Modis Agustus 2020

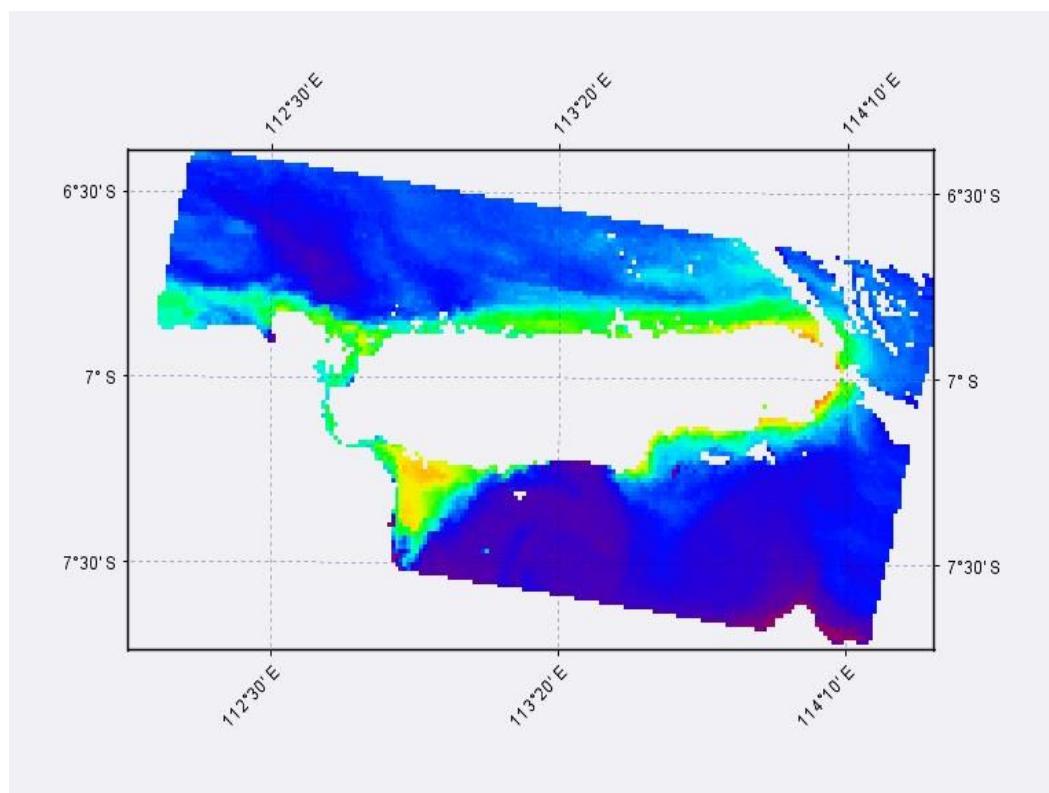
Gambar diatas menunjukkan Tampilan Utuh Citra Satelit Terra Modis Agustus 2020, sedangkan hasil pemotongan citra satelit pada Gambar 4.2, pemotongan tersebut, dilakukan dengan melihat data koordinat pada tabel 4.1. sebelumnya, agar area penelitian dapat tercover semuanya sehingga proses analisa data dapat dilakukan dengan hanya melibatkan 1 peta hasil pemotongan yaitu Kabupaten Bangkalan Madura. Hasil pemotongan diperlihatkan pada Gambar 4.2. dimana pada gambar

tersebut hanya memperlihatkan kawasan Kabupaten Bangkalan dan selat Madura sehingga pengambilan 3 variabel data dapat dilakukan dengan baik.



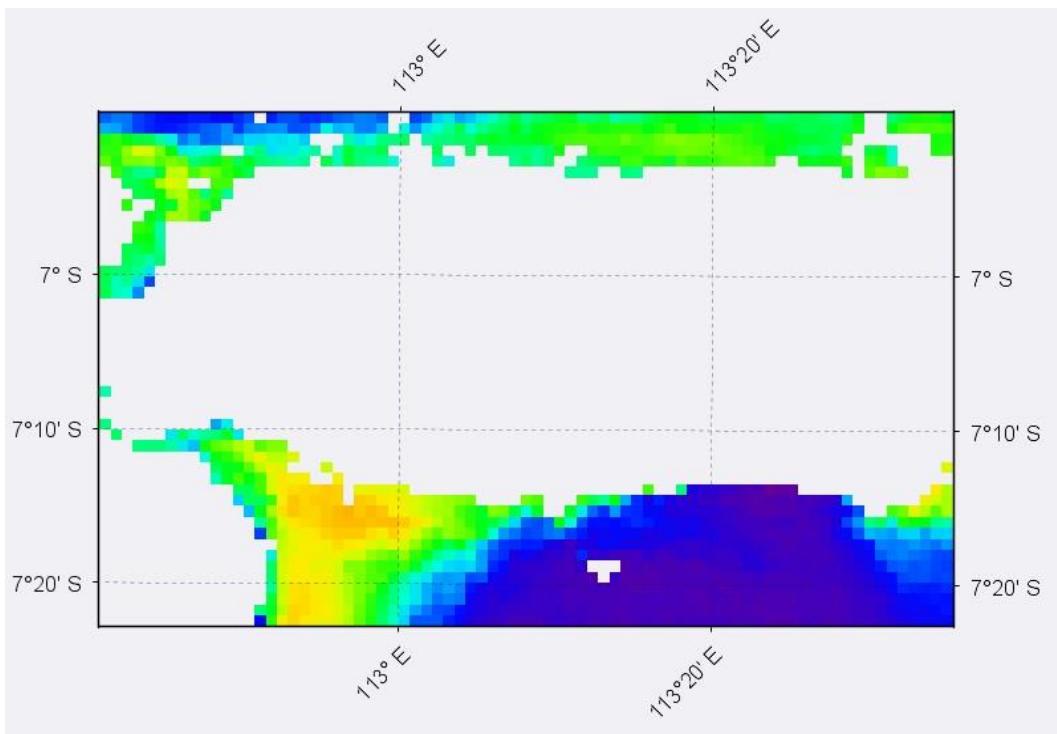
Gambar 4.2. Hasil pemotongan Citra Setelit Terra Modis

Setelah dilakukan pemotongan dan pengaturan / reprojeksi didapatkan Gambar 4.3 yang merupakan Peta tematis hasil pengolahan dengan paket SeaDASS 7.5.3. win 64. Pada Gambar 4.3 Hasil Koreksi Proyeksi Citra Satelit Terra Modis,

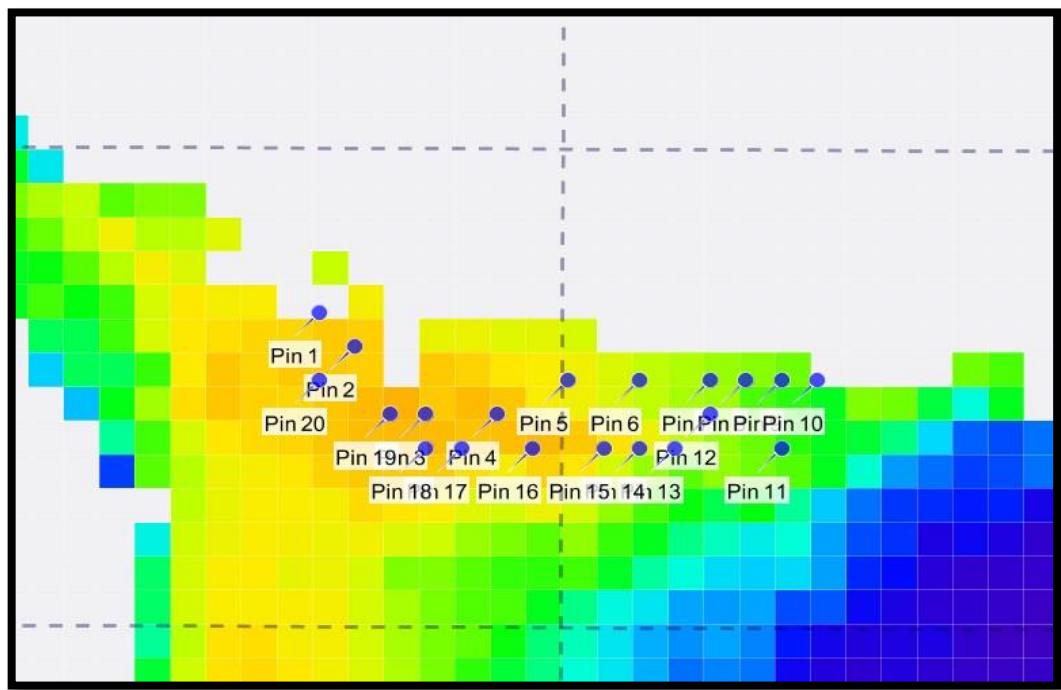


Gambar 4.3. Hasil Koreksi Proyeksi Citra Satelit Terra Modis

Gambar 4.3 Hasil Koreksi Proyeksi Citra Satelit Terra Modis, sedangkan Gambar 4.4. Hasil Pemotongan setelah di koreksi proyeksinya dari Citra Satelit Terra Modis. Proses pemotongan dilakukan agar dalam proses pengolahan citra tidak terlalu besar , sehingga tidak menghambat perhitungan atau analisanya.



Gambar 4.4. Hasil Pemotongan setelah di koreksi proyeksinya dari Citra Satelit Terra Modis



Gambar 4.5. Titik Pengambilan data di Lapangan

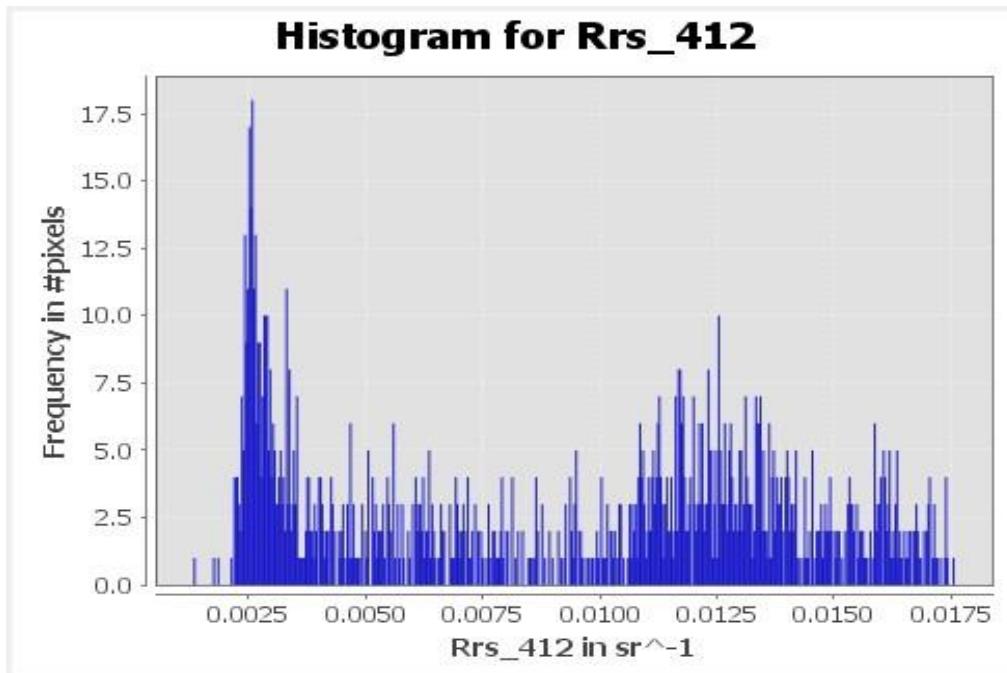
Proses reprojeksi setelah dilakukan selanjutnya dilakukan penentuan lokasi pin atau pengambilan data dilapangan ditunjukkan dalam gambar 4.5.

Untuk keperluan penyusunan algoritma pH dari nilai reflektan disusun data perolehan reflektan panjang gelombang sinar tampak (RGB) seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.24, dimana pada table tersebut terdapat panjang gelombang Rrs_412 Biru, Rrs_531 hijau dan Rrs_645 nanometer (nm) merah dan dicari model Algorithma dengan 3 variabel yaitu : nilai Acidity atau pH, Salinitas atau kadar garam dan temperatur yang diperoleh langsung di lapangan. Untukn proses kedua akan dilakukan mendapatkan model algorithma Salinitas atau kadar garam.

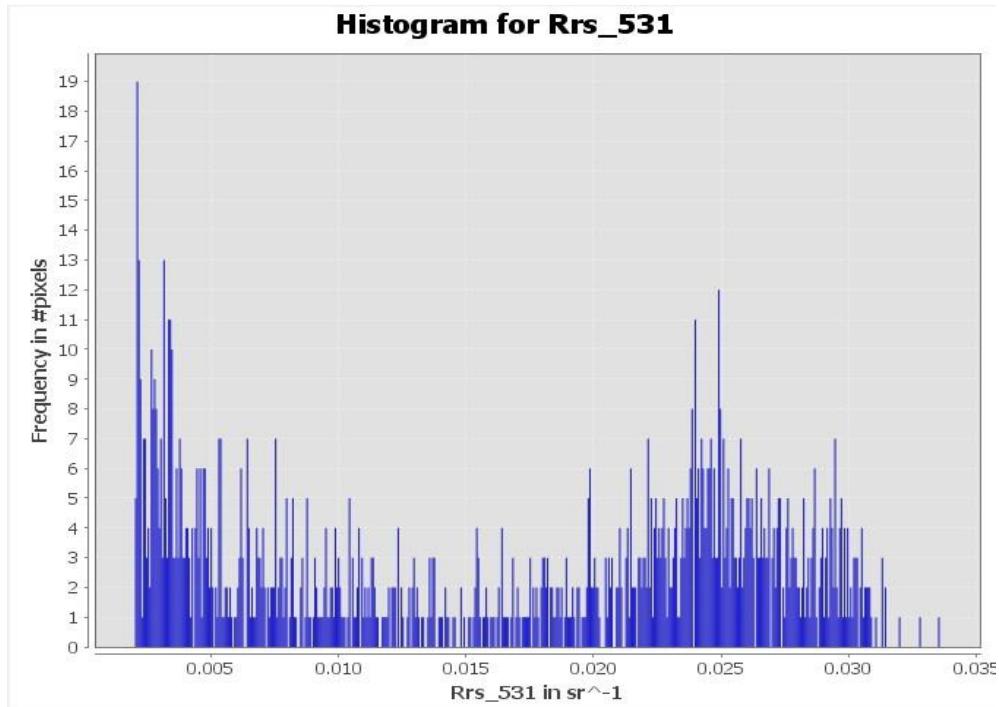
Tabel 4.4. Nilai Reflektan Citra Satelit Terra Modis **Rrs_412, Rrs_531, Rrs_645**

Lon	Lat	Rrs_412	Rrs_531	Rrs_645
112.92104	-7.4275074	0.01296	0.02339	0.01082
112.89205	-7.4347043	0.01277	0.02227	0.01000
112.87835	-7.4328265	0.01214	0.02104	0.01090
112.86615	-7.4200363	0.01093	0.01880	0.01054
112.86762	-7.40912	0.01606	0.02569	0.01607
112.85693	-7.385465	0.01845	0.02889	0.01875
112.86214	-7.394625	0.01878	0.02909	0.01888
112.850006	-7.3818054	0.01523	0.02529	0.01664
112.86655	-7.361908	0.01849	0.02994	0.01999
112.86802	-7.351003	0.01680	0.02864	0.01812
112.872444	-7.3182893	0.01531	0.02710	0.01633
112.948685	-7.4312663	0.00722	0.01396	0.00477
112.936325	-7.41841	0.01148	0.02109	0.01000
112.924	-7.4055815	0.01378	0.02424	0.01346
112.92549	-7.3946185	0.01367	0.02459	0.01430
112.91687	-7.4023676	0.01512	0.02579	0.01544
112.91834	-7.391415	0.01421	0.02486	0.01479
112.90608	-7.3785443	0.01496	0.02568	0.01552
112.907555	-7.367604	0.01501	0.02599	0.01613
112.90903	-7.3566637	0.01491	0.02595	0.01623

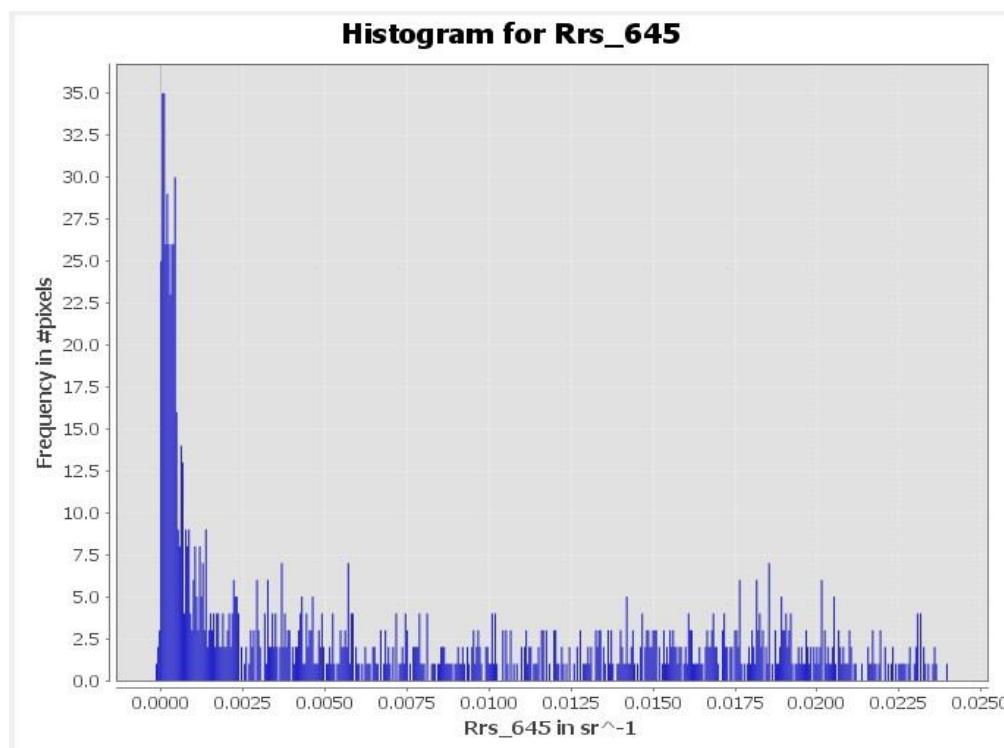
Dibawah ini diberikan gambar 4.6, 4.7 dan 4.8 masing masing panjang gelombang Rrs_412 , Rrs_531 dan Rrs_645 sebelum dilakukan pemotongan ,yang menyerupai menggambarkan distribusi normal dari masing masing panjang gelombang



Gambar 4.6. Histogram untuk panjang gelombang Rrs_412 dari citra Terra Modis



Gambar 4.7. Histogram untuk panjang gelombang Rrs_531 dari citra Terra Modis

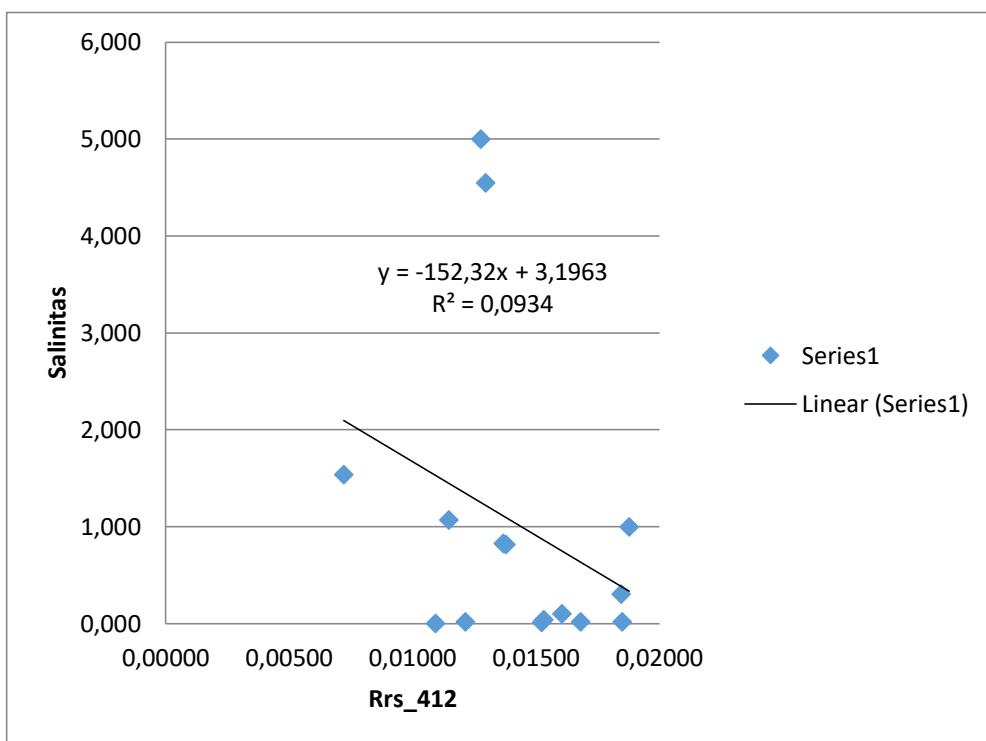


Gambar 4.8. Histogram untuk panjang gelombang Rrs_645 dari citra Terra Modis

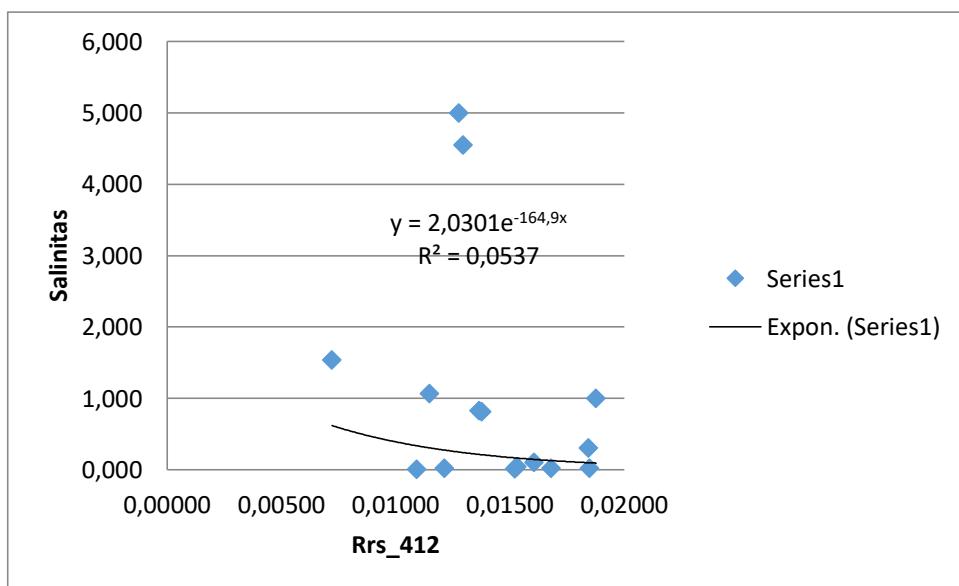
4.4. Perhitungan Algorithma Parameter Salinitas Citra Terra Modis Tahun 2020

4.4.1. Perhitungan Algoritma Pada Panjang Gelombang 412 nm Untuk Salinitas

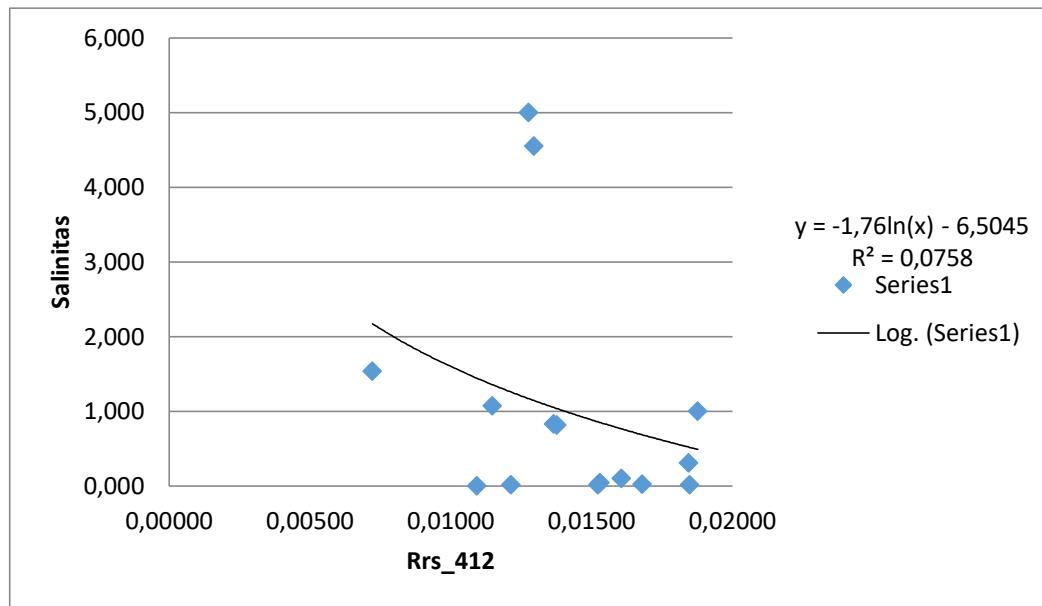
Dibawah ini diberikan perhitungan scatter diagram dari panjang gelombang Rrs_412 untuk menentukan model algoritma yang terbaik. Dari keempat model yaitu, Model Linier ,Eksponensial , Logarithmik dan Power. Untuk menentukan model yang terbaik dengan cara, membandingkan derajat determinasi = R^2 dari keempat model tersebut yang mendekati nilai 1 , dimana pengertian derajat determinasi adalah , nilai yang menunjukkan kesesuaian dari model algoritma.



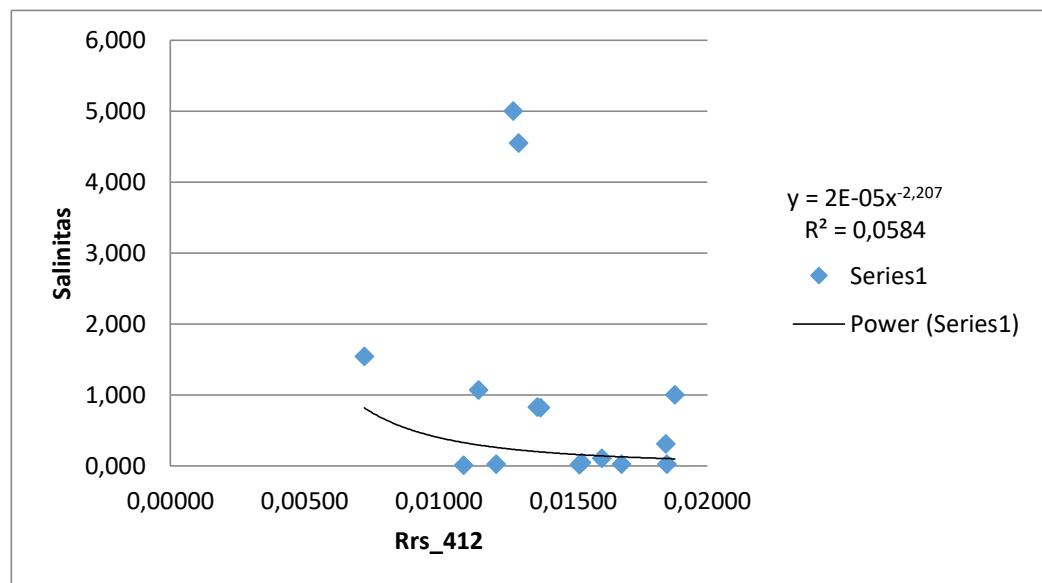
Gambar 4.9. Diagram Scatter Model Linier Salinitas pada panjang gelombang Rrs_412 nm



Gambar 4.10. Diagram Scatter Model Eksponensial Salinitas pada panjang gelombang Rrs_412 nm



Gambar 4.11. Diagram Scatter Model Logaritma Salinitas pada panjang gelombang Rrs_412 nm



Gambar 4.12. Diagram Scater Model Power Salinitas pada panjang gelombang Rrs_412 nm

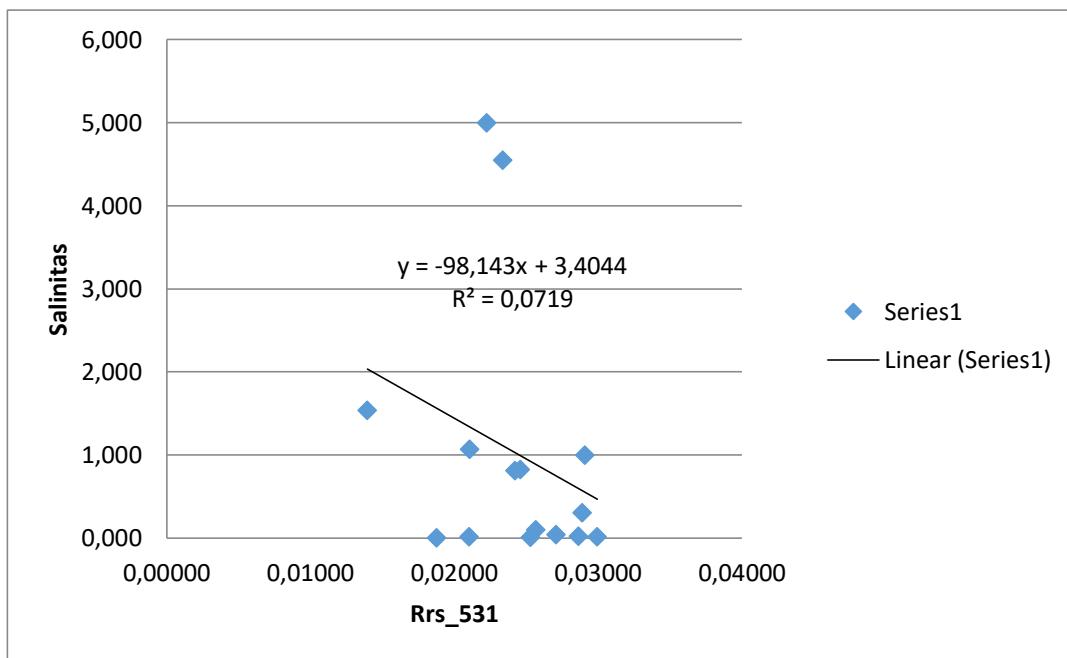
Tabel 4.5. Rekapitulasi Model Regresi Salinitas terhadap panjang gelombang Rrs_412 nm

No	Type	R ²	Model Regresi
1	Linear	0,0934	y = -152,32 x + 3,1963
2	Eksponensial	0,0537	y = 2,0301 e ^{164,9x}
3	Logaritmik	0,0758	y = -1,76ln(x)-6,5045
4	Power	0,0584	y = 2E-05x ^{2,207}

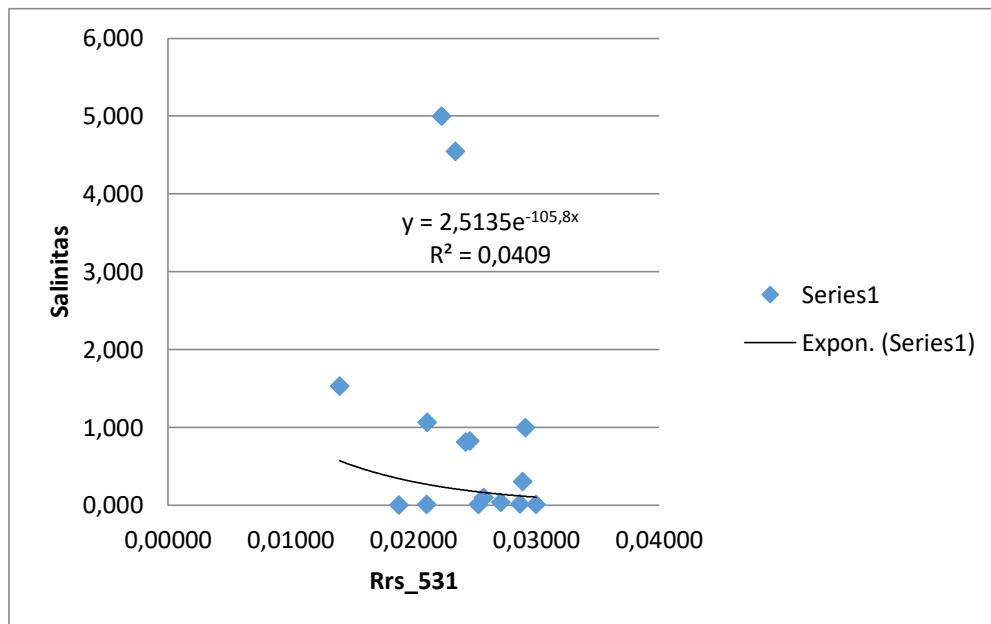
Tabel 4.5. Rekapitulasi Model Regresi untuk Salinitas dengan panjang gelombang Rrs_412 nm **R² sebesar 0,0934** menunjukkan model regresi yang terbaik adalah **Linier** dengan persamaan **y = -152,32 x + 3,1963**

4.4.2. Perhitungan Algorithma Panjang Gelombang Rrs_531 nm Untuk Salinitas

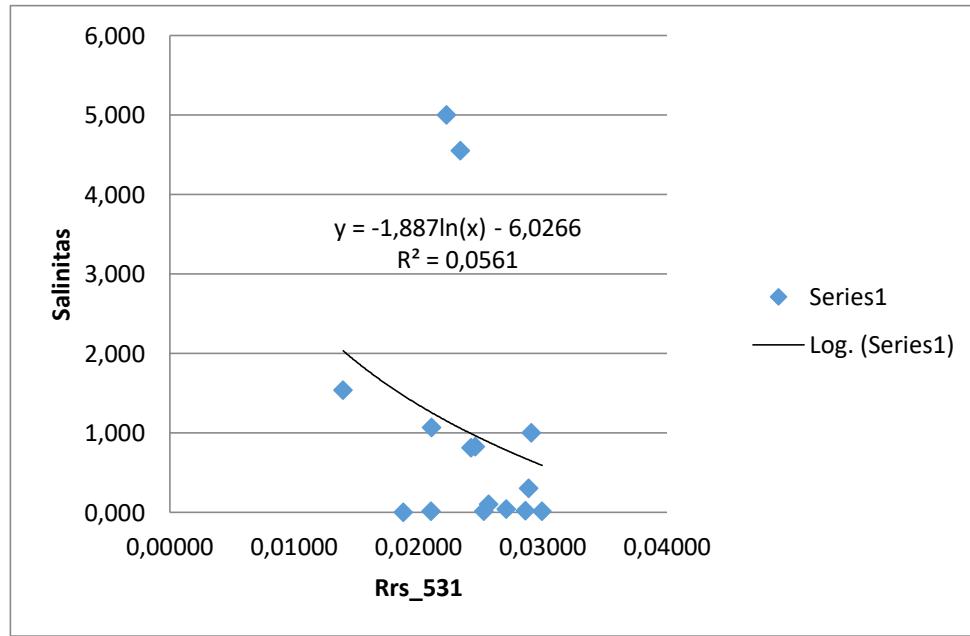
Berikutnya diberikan perhitungan untuk panjang gelombang Rrs_531 menentukan model terbaik dengan menggunakan sebaran titik menggunakan diagram scatter.



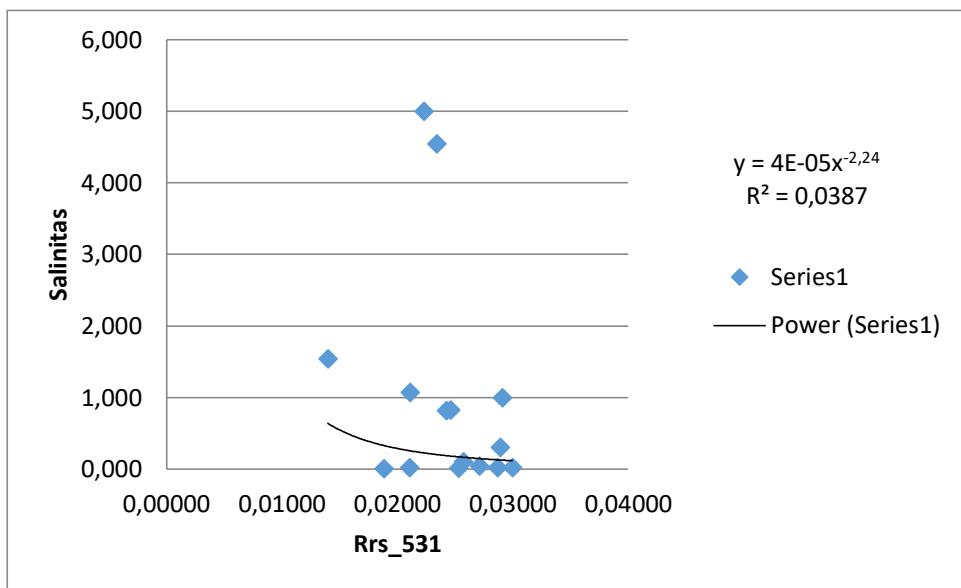
Gambar 4.13. Diagram Scater Model Linear Salinitas pada panjang gelombang Rrs_531 nm



Gambar 4.14. Diagram Scater Model Eksponensial Salinitas pada panjanggelombang Rrs_531 nm



Gambar 4.15. Diagram Scater Model Logaritma Salinitas pada panjang gelombang Rrs_531 nm



Gambar 4.16. Diagram Scater Model Power Salinitas pada panjang gelombang Rrs_531 nm

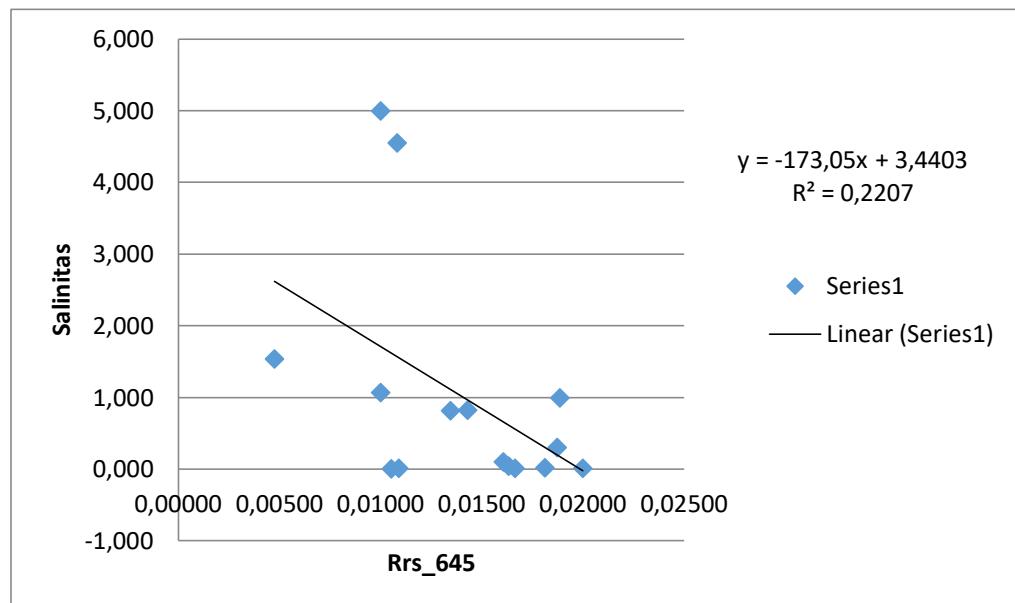
Tabel 4.6. Rekapitulasi Model Regresi untuk Salinitas dengan panjang gelombang Rrs_531 nm

No	Type	R ²	Model Regresi
1	Linear	0.0719	y = -98,143 x + 3,4044
2	Eksponensial	0.0409	y = 2,5135e ^{-105,8x}
3	Logarithmic	0.0561	y = -1,887ln(x)-6,0266
4	Power	0.0387	y = 4E-05x ^{-2,24}

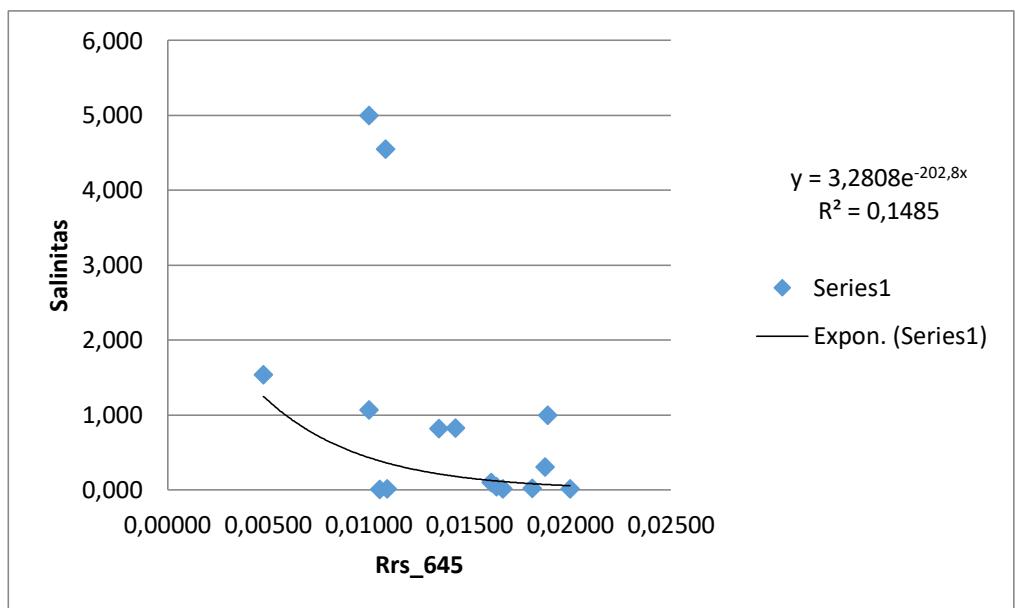
Tabel 4.6. Rekapitulasi Model Regresi untuk Salinitas dengan panjang gelombang Rrs_531nm, yang terbaik **R²** sebesar **0,0719** menunjukkan model regresi adalah **Linier** dengan persamaan **y = -98,143 x + 3,4044**

4.4.3. Perhitungan Algoritma Panjang Gelombang Rrs_645 nm Untuk Salinitas

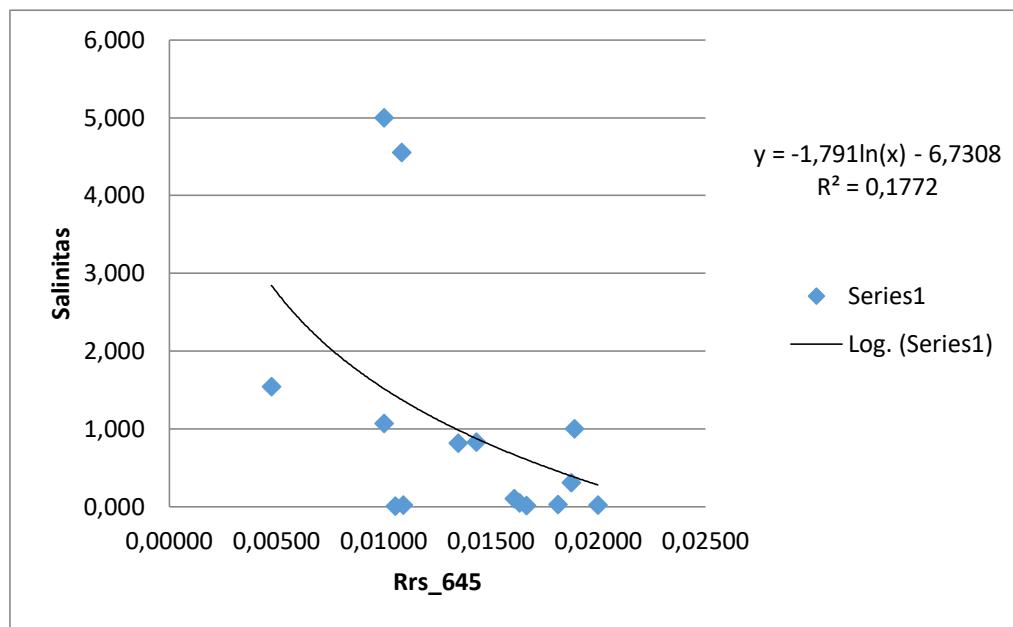
Berikut ini diberikan perhitungan untuk panjang gelombang Rrs_645 menentukan model terbaik dengan menggunakan sebaran titik menggunakan diagram scatter. Dari keempat model algorithma dibawah ini,



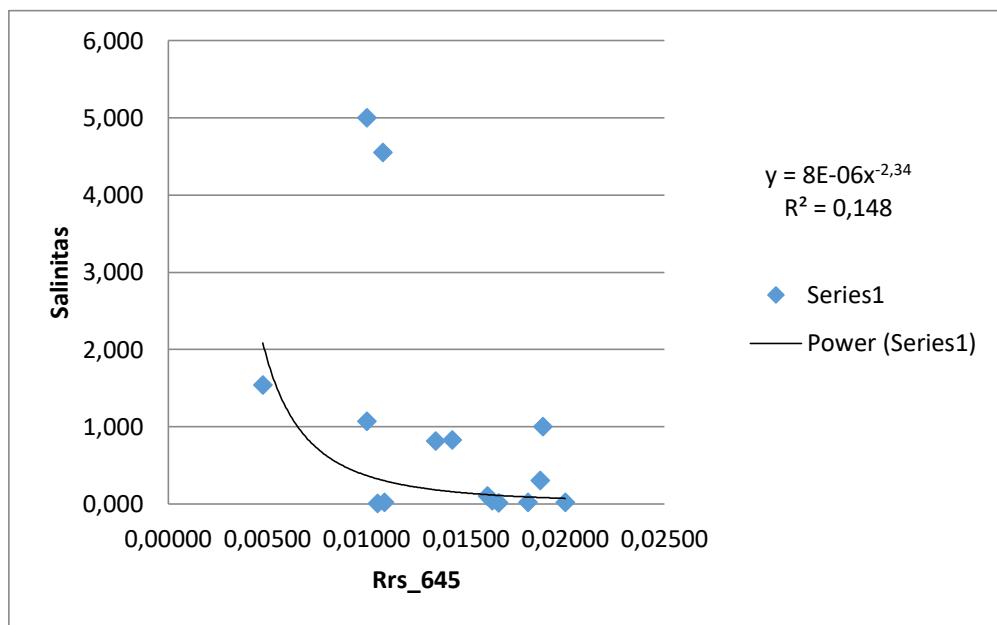
Gambar 4.17. Diagram Scater Model Linear Salinitas pada panjang gelombang Rrs_645 nm



Gambar 4.18. Diagram Scater Model Exponensial Salinitas pada panjang gelombang Rrs_645 nm



Gambar 4.19. Diagram Scater Model Linear Salinitas pada panjang gelombang Rrs_645 nm



Gambar 4.20. Diagram Scater Model Power Salinitas pada panjang gelombang Rrs_645 nm

Tabel 4.7. Rekapitulasi Model Regresi untuk Salinitas dengan panjang gelombang Rrs_645 nm

No	Type	R ²	Model Regresi
1	Linear	0.2207	$y = -173,05x + 3,4403$
2	Eksponensial	0.1485	$y = 3,2808e^{-202,8x}$
3	Logarithmic	0.1772	$y = -1,791\ln(x)-6,7308$
4	Power	0.148	$y = 8E-06x^{-2,34}$

Tabel 4.7 . Rekapitulasi Model Regresi untuk Salinitas dengan panjang gelombang Rrs_645 nm R² sebesar **0.2207** menunjukkan model regresi yang terbaik adalah Linier dengan persamaan **$y = -173,05x + 3,4403$** .

Rekapitulasi dari ketiga reflektans panjang gelombang Rrs_412 , Rrs_531 dan Rrs_645 ditunjukkan table dibawah ini yaitu model yang terbaik adalah reflektans Rrs_645 nm R² sebesar **0.2207** menunjukkan model regresi yang terbaik adalah **Linier** dengan persamaan

$$y = -173,05x + 3,4403$$

Tabel 4.8. Rekapitulasi Model Regresi Salinitas dengan 3 Reflektan.
(Rrs_412; Rrs_531; Rrs_645)

No	Terra modis	Type	R ²	Model Regresi
1	Rrs_412	Linear	0.0934	$y = -152,32 x + 3,1963$
2		Eksponensial	0.0537	$y = 2,0301 e^{164,9x}$
3		Logaristik	0.0758	$y = -1,76\ln(x)-6,5045$
4		Power	0.0584	$y = 2E-05x^{2,207}$
5	Rrs_513	Linear	0.0719	$y = -98,143 x + 3,4044$
6		Eksponensial	0.0409	$y = 2,5135e^{-105,8x}$
7		Logarithmic	0.0561	$y = -1,887\ln(x)-6,0266$
8		Power	0.0387	$y = 4E-05x^{-2,24}$
9	Rrs_645	Linear	0.2207	$y = -173,05x + 3,4403$
10		Eksponensial	0.1485	$y = 3,2808e^{-202,8x}$
11		Logarithmic	0.1772	$y = -1,791\ln(x)-6,7308$
12		Power	0.148	$y = 8E-06x^{-2,34}$

Tabel 4.8 adalah table rekapitulasi dari ketiga panjang gelombang / reflektan Rrs_412 , Rrs_513, Rrs_645 dan Algoritma yang terbaik adalah model linier $y = -173,05x + 3,4403$ dari panjang gelombang **Rrs_645** .

Model Algoritma dan Reflektan /Panjang gelombang Rrs_645 digunakan sebagai dasar untuk menghitung Salinitas 4 tahun sebelumnya , yaitu Tahun 2016 sampai dengan Tahun 2020, Untuk mengevaluasi kadar salinitas di tahun 2016 sampai dengan tahun 2020

4.4.4. Peramalan Salinitas Selama 5 Tahun (Tahun 2016 – 2020)

Tabel 4.9. Perbandingan Salinitas Insitu dengan parameter Salinitas selama 5 tahun.

No	Salinitas insitu	Sal. 2020	Sal. 2019	Sal. 2018	Sal. 2017	Sal. 2016
1	4.550	1.56790	0.82448	0.82448	0.44619	3.37662
2	5.000	1.71049	0.80509	0.80509	0.63931	3.39046
3	0.018	1.55405	0.37385	0.37385	0.50330	3.39185
4	0.005	1.61635	0.37385	0.37385	0.54067	3.38735
5	0.104	0.65973	-0.58415	-0.58415	0.34997	3.39323
6	0.307	0.19596	-0.41456	-0.41456	0.39462	3.36693
7	1.000	0.17381	-0.47201	-0.47201	0.47665	3.35516
8	0.014	0.56006	0.19181	0.19181	0.48288	3.36831
9	0.018	-0.01932	0.19181	0.19181	0.40916	3.33612
10	0.023	0.30498	0.32609	0.32609	0.40916	3.44065
11	0.045	0.61474	0.06340	0.06340	0.47007	3.45968
12	1.539	2.61554	0.38251	0.38251	0.66216	3.42092
13	1.07	1.70980	0.73934	0.73934	0.61509	3.41988
14	0.817	1.11105	0.42785	0.42785	0.66077	3.42161
15	0.829	0.96499	0.77498	0.77498	0.87743	3.44203
16	0.669	0.76772	0.40154	0.40154	1.01483	3.40915
17	0.769	0.88158	0.74730	0.74730	0.97503	3.37973
18	0.686	0.75491	0.78121	0.78121	0.79644	3.23991
19	0.681	0.64935	-0.08092	-0.08092	0.50468	3.28698
20	0.693	0.63204	0.59086	0.59086	0.55036	3.30740

Uji Anova dilakukan untuk menguji pernyataan apakah ada perbedaan salinitas selama kurun waktu 2016 sampai dengan tahun 2020 , dibawah ini dilakukan uji Anova dua factor without Replication.

Tabel 4.10. Uji Anova: Two-Factor Without Replication Untuk Salinitas

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
1	6	11.5896574	1.931609567	2.746853
2	6	12.3504552	2.0584092	3.140759
3	6	6.214903729	1.035817288	1.603073
4	6	6.297081576	1.049513596	1.609946
5	6	3.338634348	0.556439058	2.181455
6	6	3.435381303	0.572563551	2.000264
7	6	4.061583998	0.676930666	2.042136
8	6	4.808852976	0.801475496	1.622389
9	6	4.127574978	0.687929163	1.706385
10	6	4.829966303	0.804994384	1.684714
11	6	4.716295103	0.786049184	1.774218
12	6	9.002630076	1.500438346	1.62709
13	6	8.29343633	1.382239388	1.154389
14	6	6.866119376	1.144353229	1.310958
15	6	7.663420103	1.277236684	1.129821
16	6	6.663781156	1.110630193	1.322123
17	6	7.499935859	1.24998931	1.096777
18	6	7.039687025	1.173281171	1.026573
19	6	4.960163111	0.826693852	1.57138
20	6	6.364523589	1.060753932	1.213708
Salinitas	20	18.837	0.94185	1.915318
Sal. 2020	20	19.02574134	0.951287067	0.436282
Sal. 2019	20	6.444316129	0.322215806	0.190161
Sal. 2018	20	6.444316129	0.322215806	0.190161
Sal. 2017	20	11.77875517	0.588937758	0.03719
Sal. 2016	20	67.59395478	3.379697739	0.002979

Tabel 4.11. Uji Anova: Two-Factor Without Replication , **Salinitas** dengan table F

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	19.1199471	19	1.0063	2.8495	0.000425	1.6971
Columns	134.275272	5	26.8551	76.0431	1.137E-31	2.3102
Error	33.5497819	95	0.3532			
Total	186.945001	119				

Tabel 4.11 diatas menunjukkan bahwa besarnya $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{crit}}$ yaitu $2.8495 > 1.6971$ artinya H_0 ditolak , bahwa secara baris menyatakan koordinat dari pin 1 sampai

dengan pin 20 ada perbedaan dan pada kolom $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{crit}}$ yaitu $76.0431 > 2.3102$ artinya H_0 ditolak artinya salinitas dari tahun 2016 sampai dengan 2020 ada perbedaan, salinitasnya berubah ubah setiap tahun.

4.5. Peta Tematis Salinitas

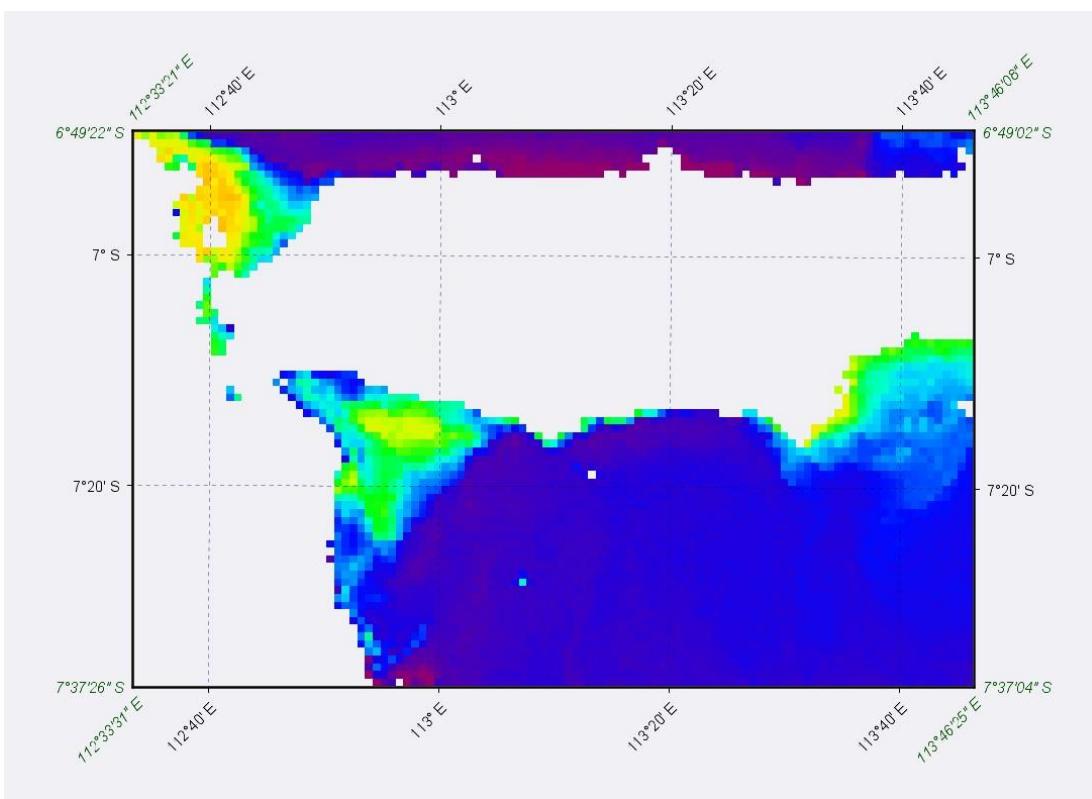
Untuk pembuatan peta tematis salinitas akan ditunjukkan terlebih dahulu histogram dari masing-masing panjang gelombang yang ada yaitu pada 412 nm, 531 nm dan 667 nm, dimana histogram yang ditunjukkan pada panjang gelombang tersebut menandakan frekuensi dari jumlah pixel sebaran nilai reflektan citra Terra Modis yang ada pada daerah pesisir pantai Bangkalan Madura.

Pada gambar dibawah ini diberikan Sebaran nilai reflektan pada panjang gelombang 412 nanometer beserta gambar histogramnya dan berikutnya Sebaran nilai reflektan pada panjang gelombang 531 nanometer beserta gambar histogramnya , dan berikutnya Sebaran nilai reflektan pada panjang gelombang 667 nanometer beserta gambar histogramnya .

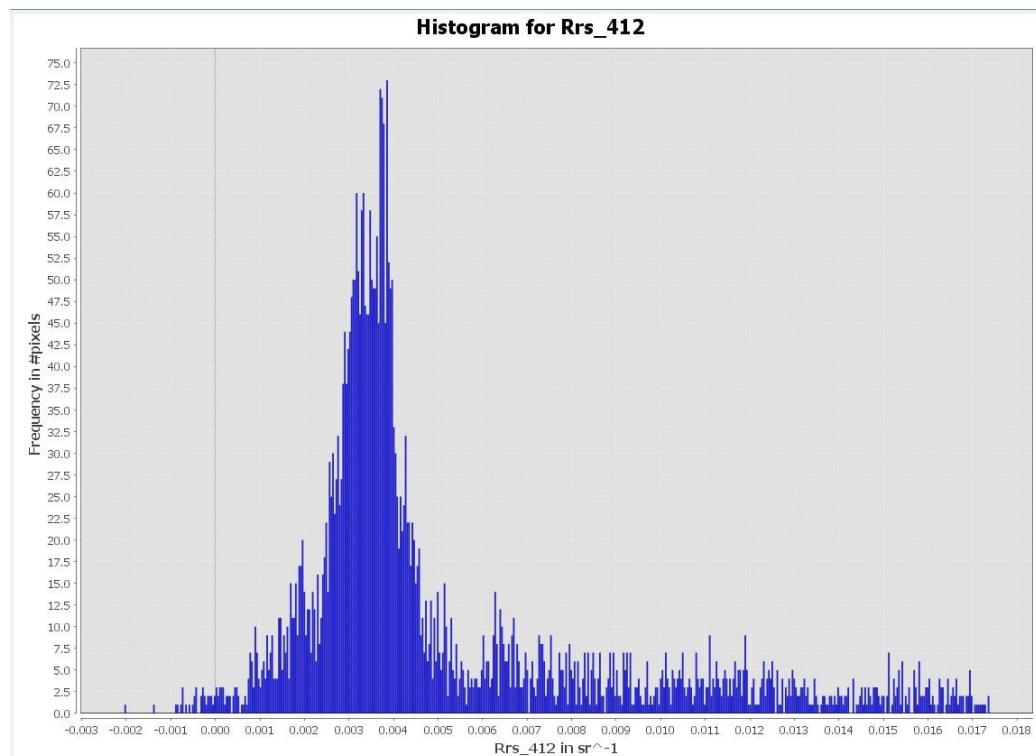
Digambarkan pula peta tematik Salinitas untuk keempat model Algorithma ,pada Panjang gelombang yang terbaik yaitu Rrs_667 nanometer.

Tabel 4.12. Model Regresi untuk Salinitas dengan panjang gelombang Rrs_645 nm

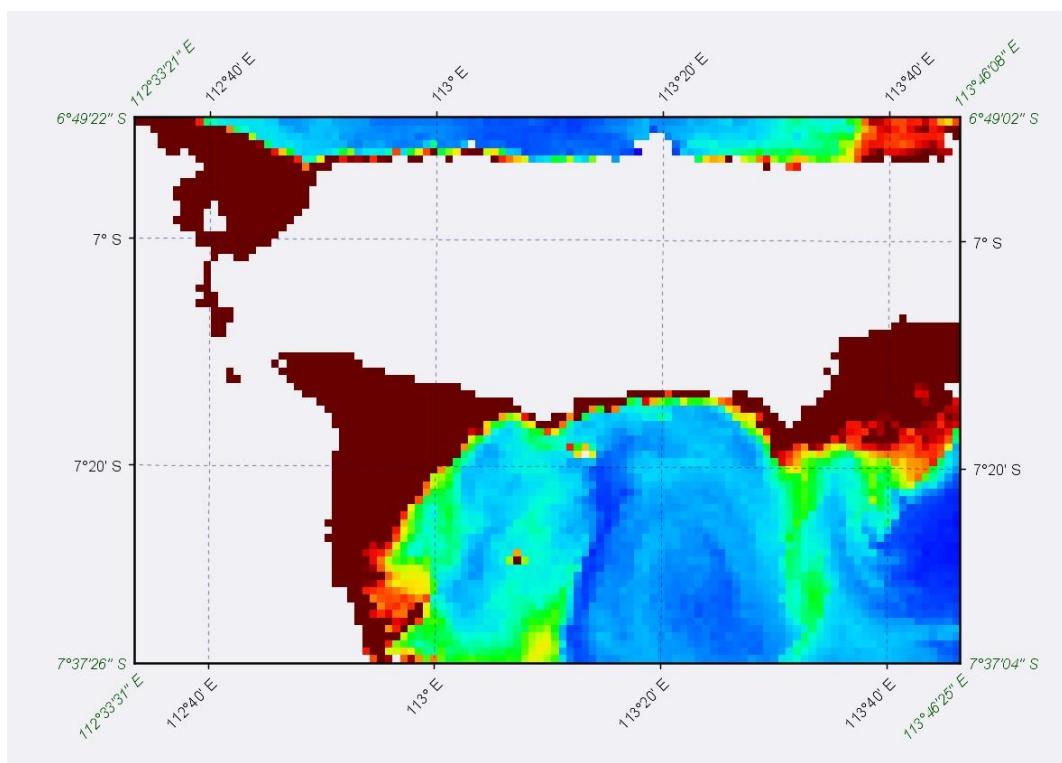
No	Type	R ²	Model Regresi
1	Linear	0.2207	$y = -173,05x + 3,4403$
2	Eksponensial	0.1485	$y = 3,2808e^{-202,8x}$
3	Logarithmic	0.1772	$y = -1,791\ln(x) - 6,7308$
4	Power	0.148	$y = 8E-06x^{-2,34}$



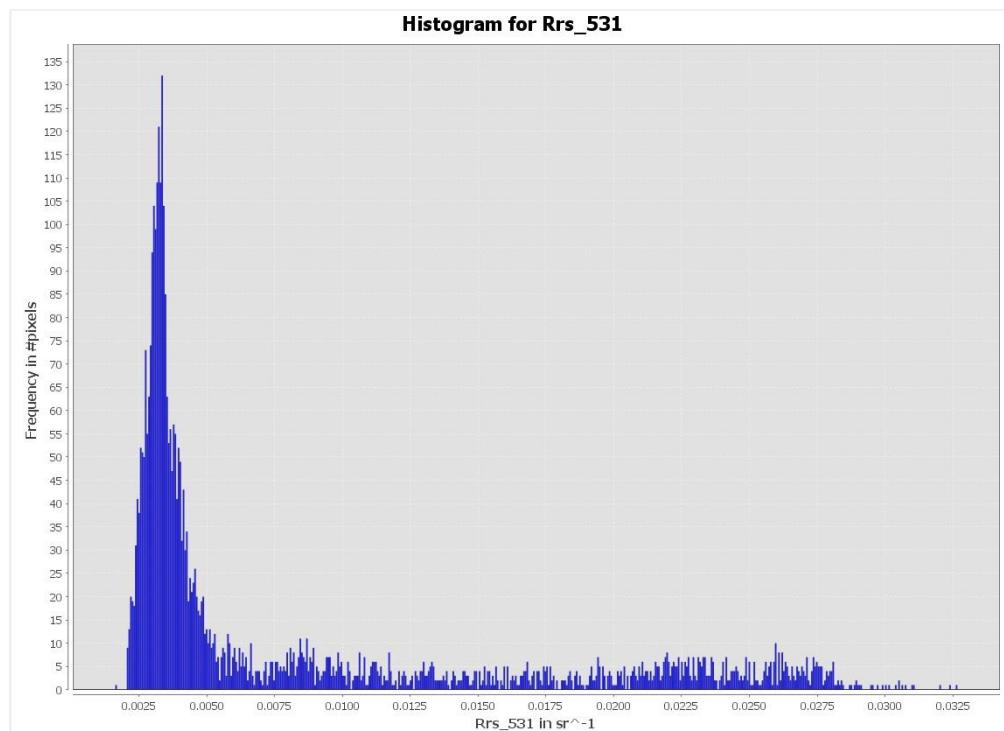
Gambar 4. 21. Sebaran nilai reflektan pada panjang gelombang 412 nanometer



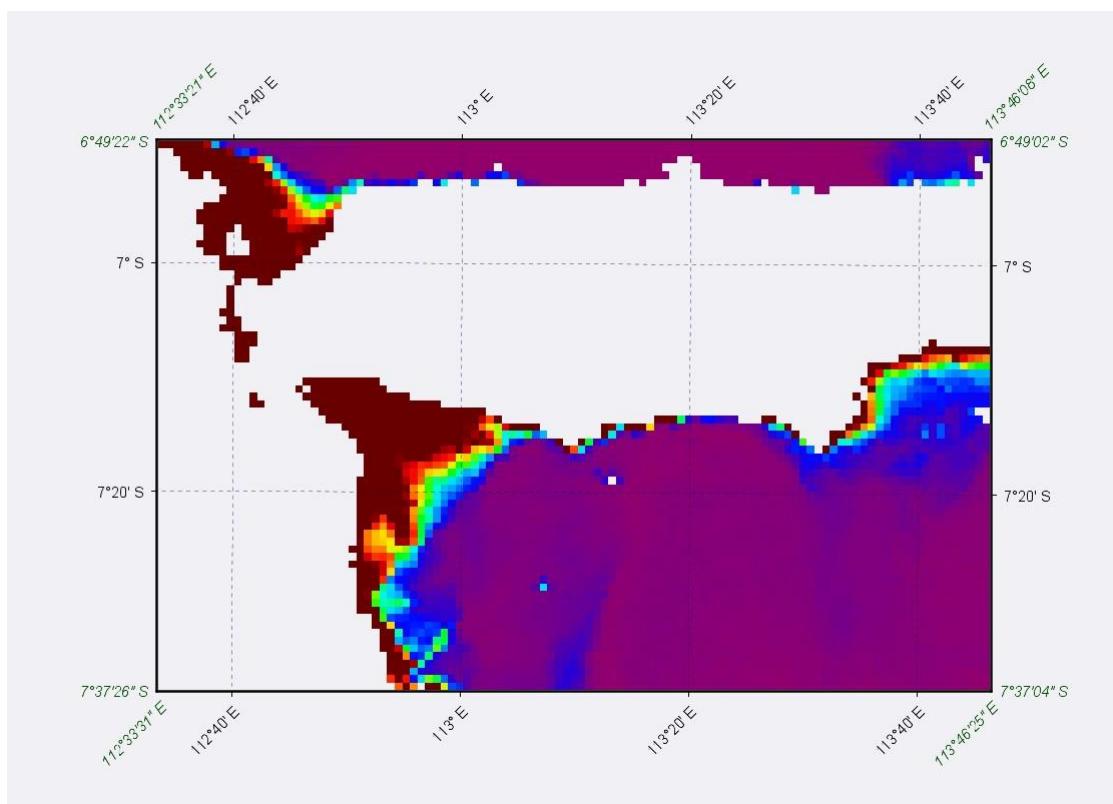
Gambar 4. 22. Bentuk histogram sebaran panjang gelombang 412 nm



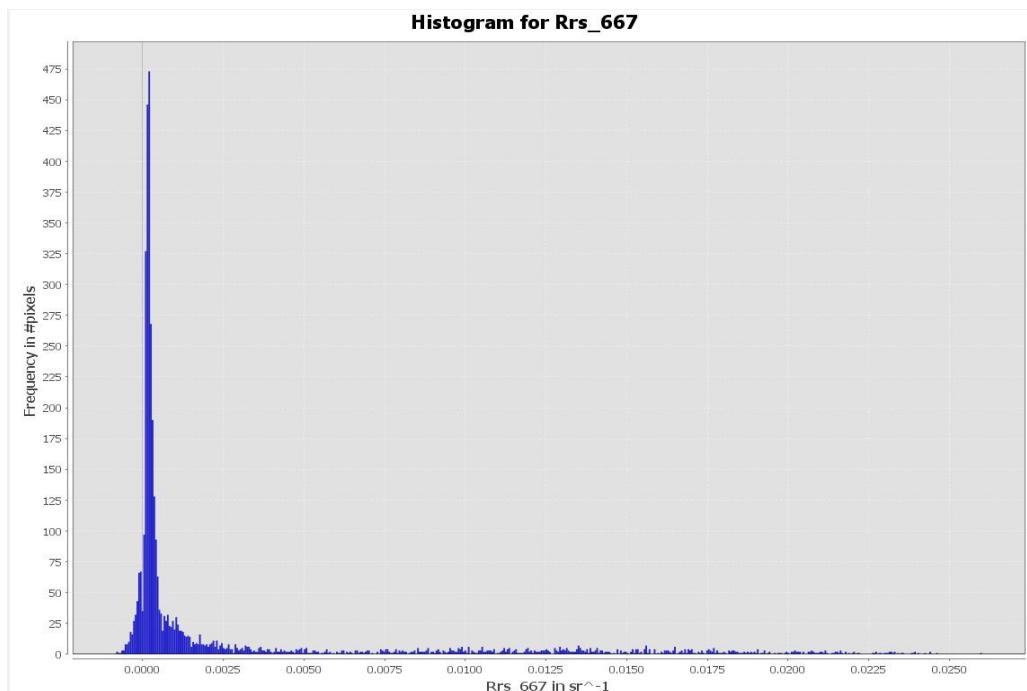
Gambar 4.23. Sebaran nilai reflektan pada panjang gelombang 531 nanometer



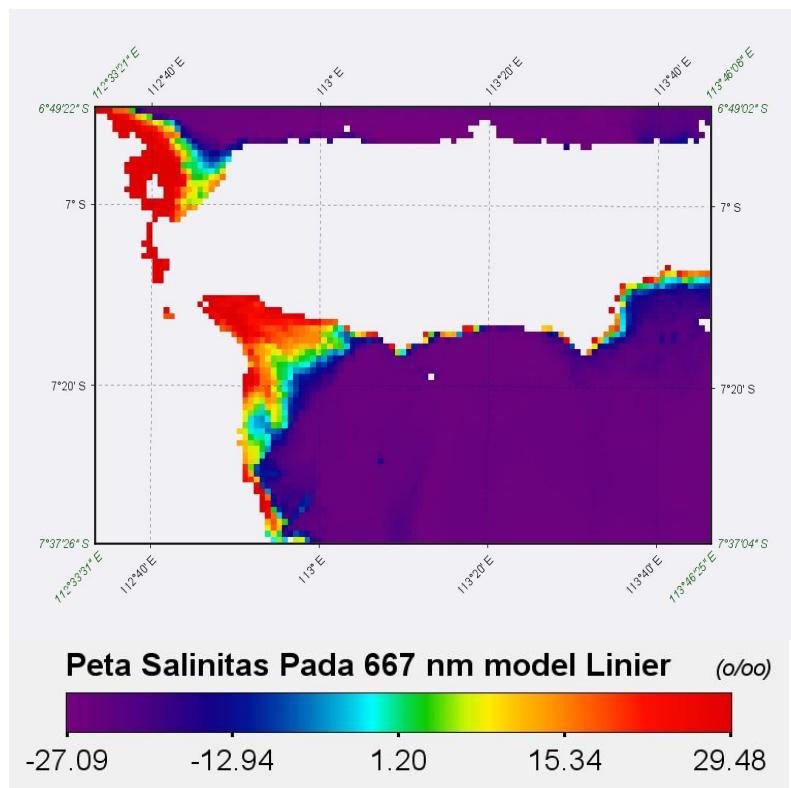
Gambar 4.24. Bentuk histogram sebaran panjang gelombang 531 nm



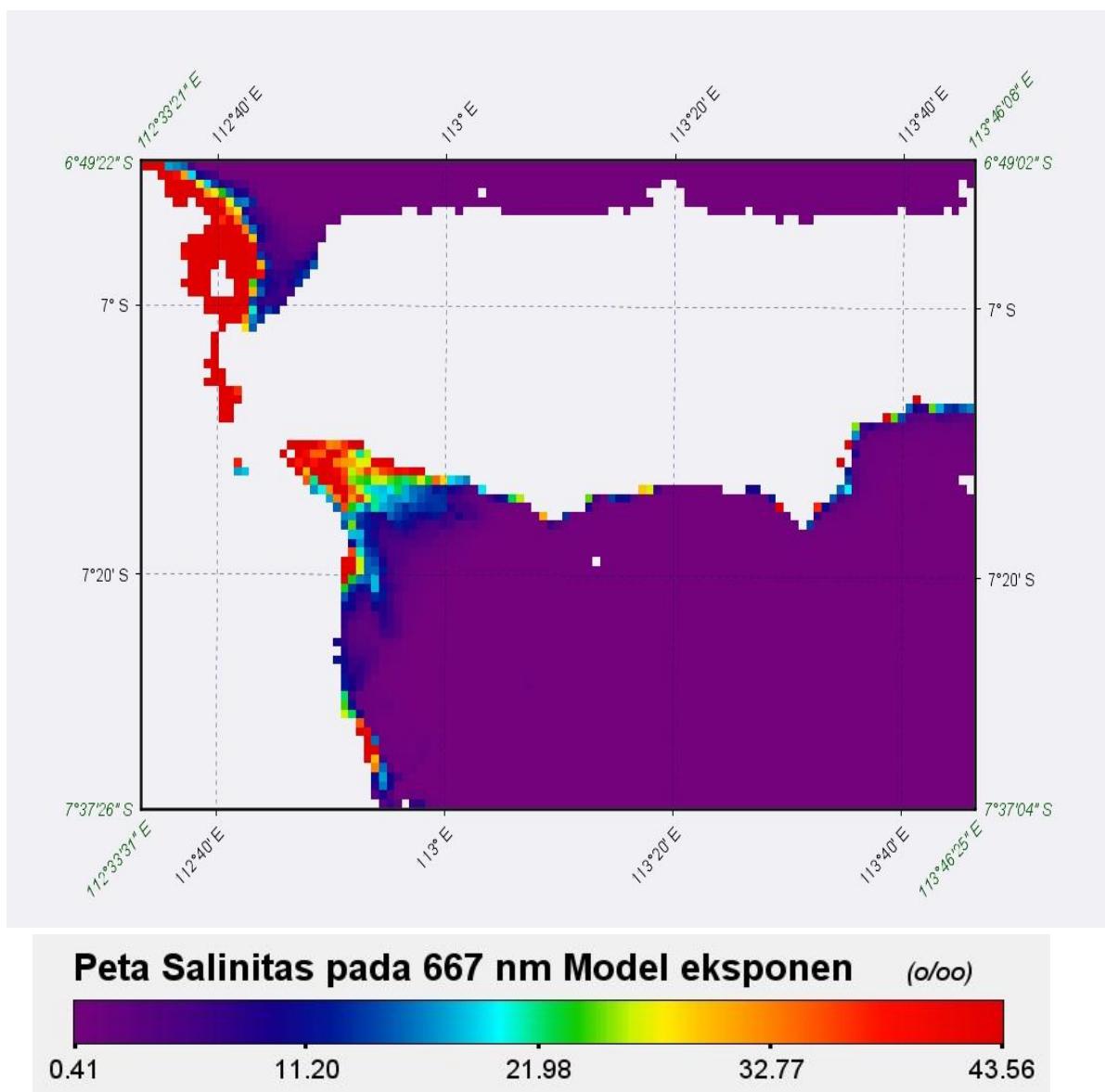
Gambar 4.25. Sebaran nilai reflektan pada panjang gelombang 667 nanometer



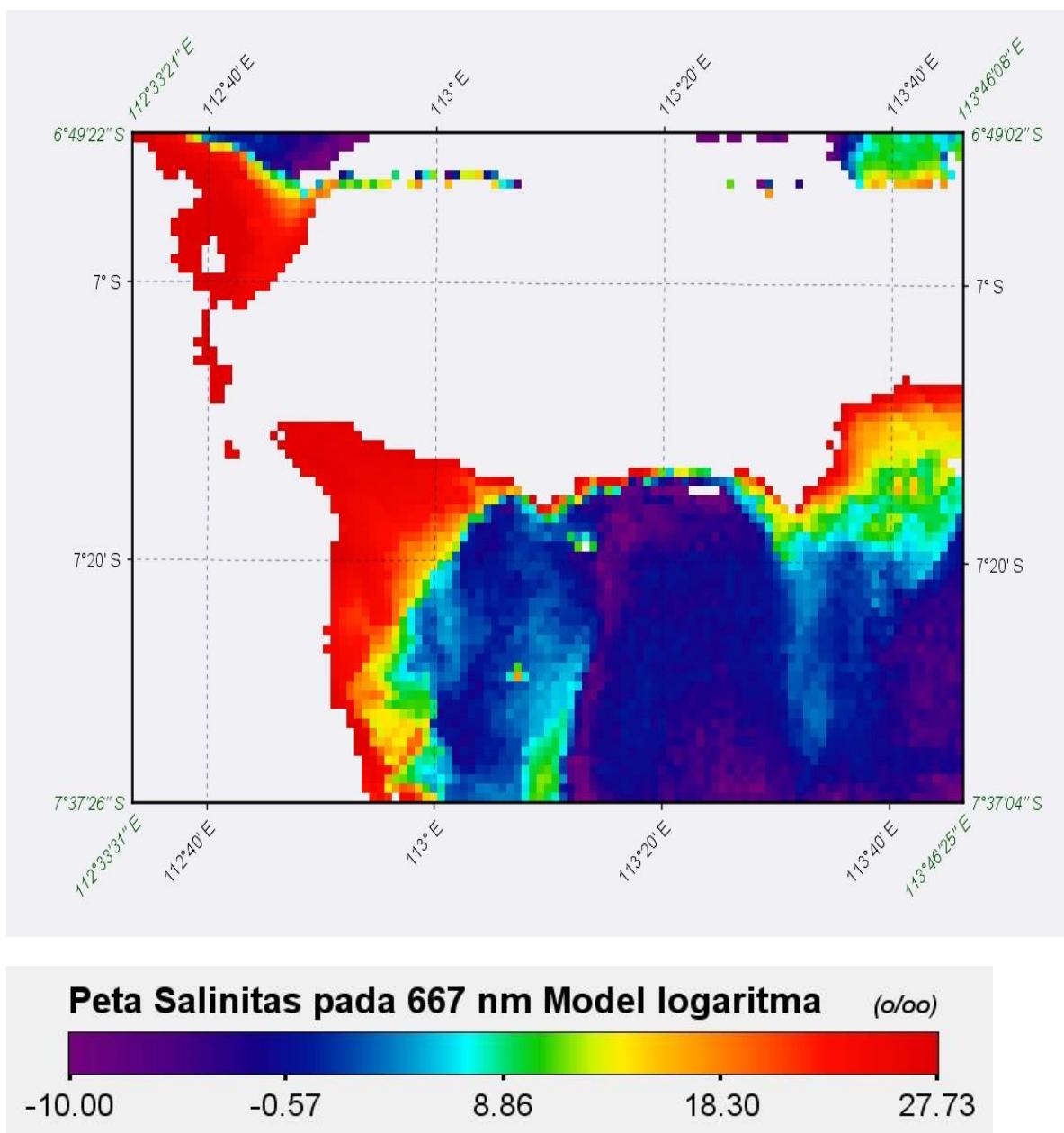
Gambar 4.26. Bentuk histogram sebaran panjang gelombang 667 nm



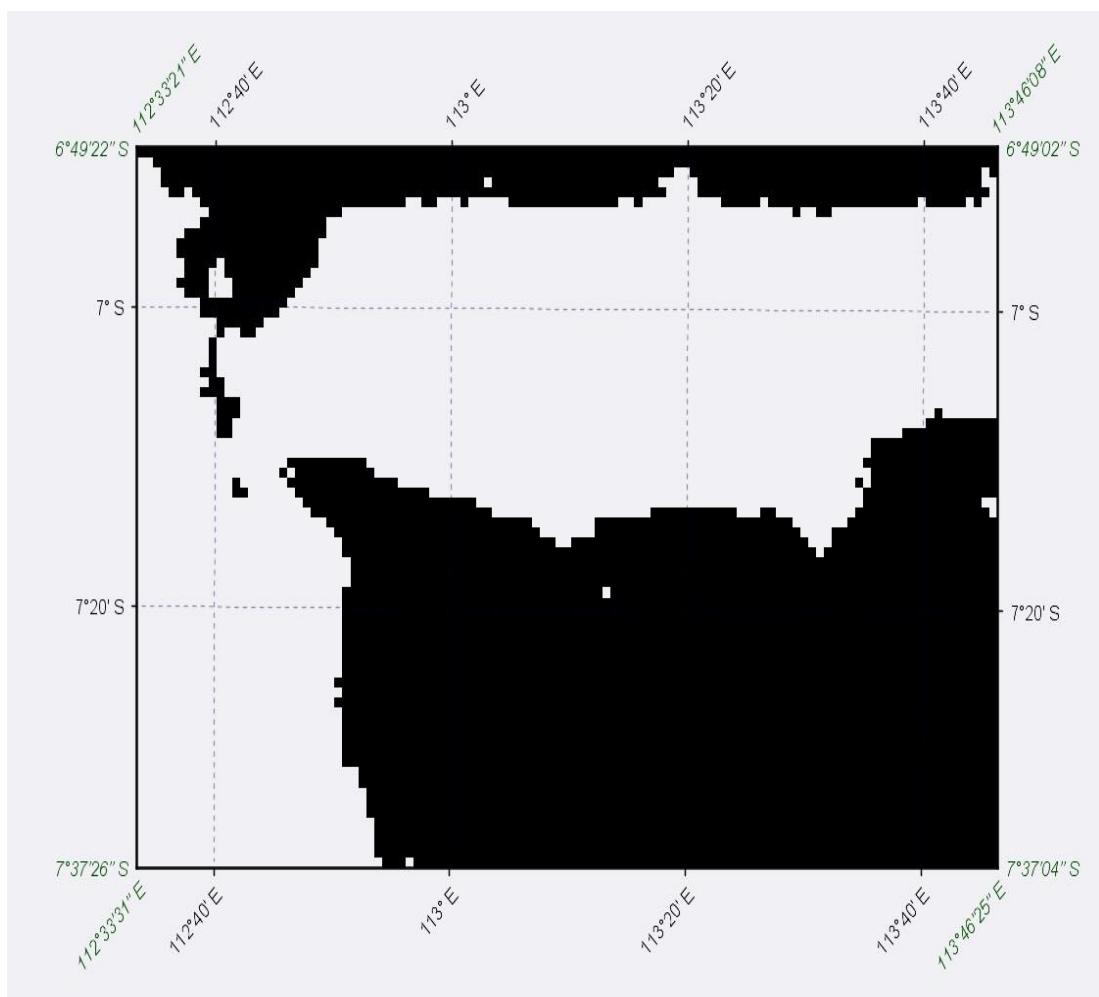
Gambar 4. 1. Peta Tematis Salinitas pada panjang gelombang 667 nm dengan Model Linier



Gambar 4. 2. Peta Tematis Salinitas pada panjang gelombang 667 nm dengan Model Eksponensial



Gambar 4.29. Peta Tematis Salinitas pada panjang gelombang 667 nm dengan Model Logaritma



Gambar 4. 30. Peta Tematis Salinitas pada panjang gelombang 667 nm dengan Model Power

Pada Gambar 4.10 memperlihatkan bentuk model power dari peta tematik salinitas, hasilnya adalah tidak terdeteksinya nilai salinitas yang ada, hal ini diakibatkan pada pembentukan kanal matematik "Math Band" dari citra terra modis perhitungan untuk power ada nilai yang tak berhingga sehingga mengacaukan pembuatan sebaran warna yang dapat dilakukan untuk salinitas, hasil akhir berupa warna hitam secara keseluruhan untuk lautan dan putih untuk daratan, demikian juga untuk legenda yang diperoleh memperlihatkan nilai 0.00 secara keseluruhan.

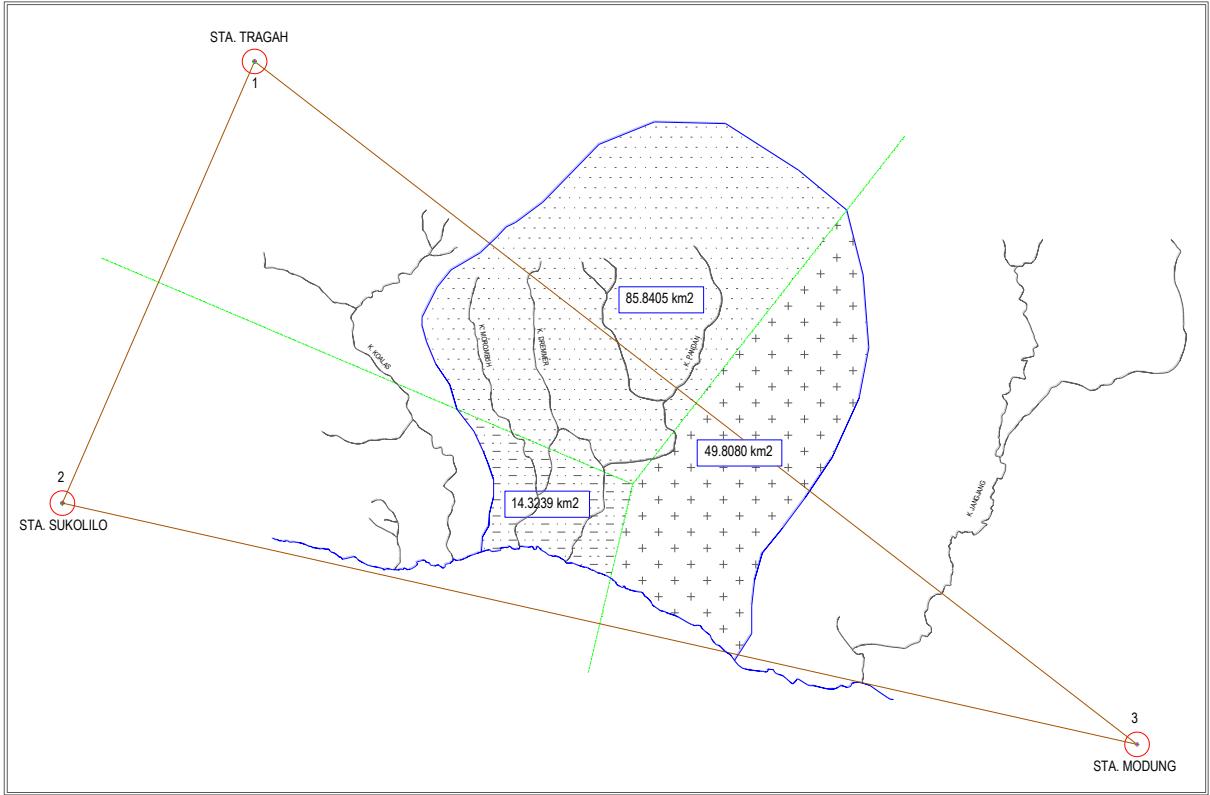
4.7. Perhitungan Curah Hujan Korelasinya Terhadap Salinitas Tanah

Bagaimanakah nilai curah hujan tahunan mempengaruhi nilai Salinitas Tanah di pesisir pantai Bangkalan Madura,

Bangkalan :

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung /pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada titik/stasiun yang ditinjau.

Pesisir pantai pulau Madura terutama di daerah kabupaten Bangkalan bagian selatan merupakan pesisir yang relatif memiliki gelombang arus laut rendah dengan bentuk geomorfologi pantai yang tidak terjal dan bertebing maka pesisir laut daerah Bangkalan dapat dikategorikan pesisir yang landai dengan perairan laut dangkal. Curah hujan yang berpengaruh pada daerah tersebut ada 3 tempat stasiun hujan, yaitu stasiun Sukolelo, stasiun Tragah dan stasiun Modung, untuk keperluan mencari curah hujan maksimum rata dengan menggunakan metode Thiessen Poligon.



Gambar 4.31 DAS pada pesisir pantai Selatan Bangkalan

Tabel 4.13. Perhitungan curah hujan maksimum di DAS Kwanyar

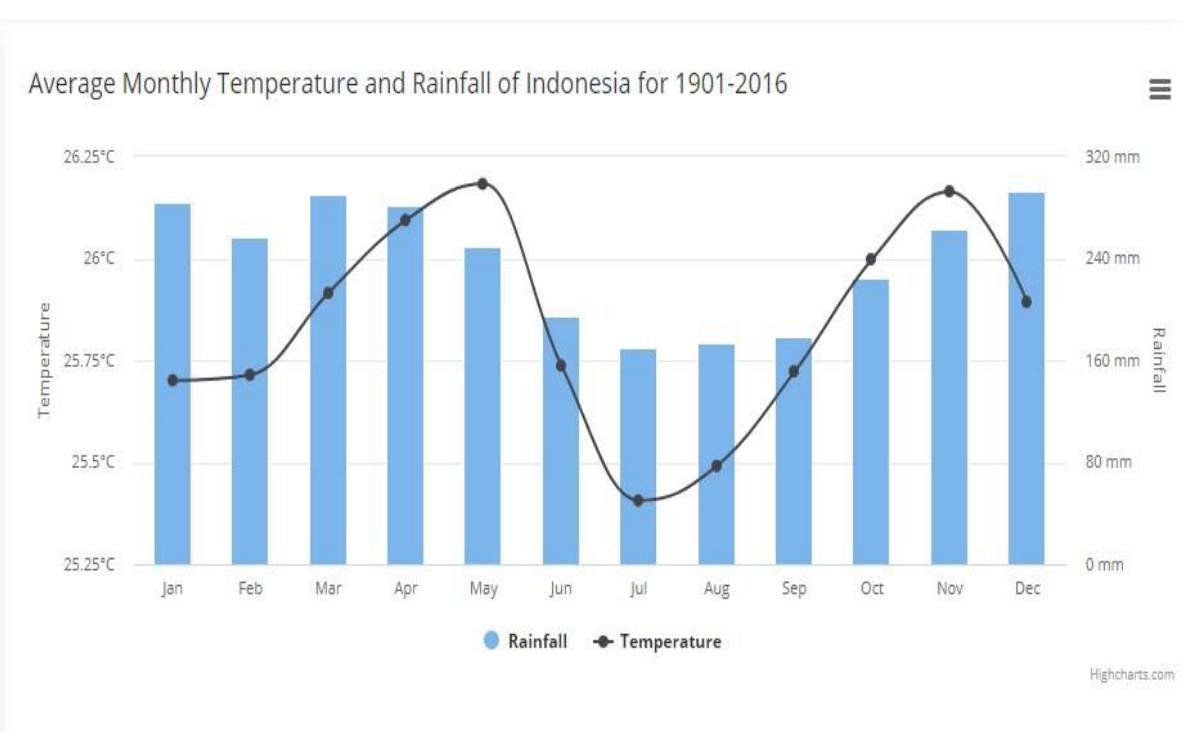
No	Tahun	Tragah	Sukolelo	Modung	0,572	0,096	0,332	R Max
1	2008	76	0	20	43,472	0,000	6,640	50,112
2	2009	75	31	16	42,9	2,976	5,312	51,188
3	2010	75	10	0	42,900	0,96	0	43,86
4	2011	75	0	11	42,900	0	3,652	46,552
5	2012	41	6	120	23,452	0,576	39,84	63,868
6	2013	45	79	65	25,74	7,584	21,58	54,904
7	2014	45	0	0	25,74	0	0	25,74
8	2015	31	63	19	17,732	6,048	6,308	30,088
9	2016	90	31	34	51,48	2,976	11,288	65,744
10	2017	125	7	0	71,5	0,672	0	72,172

Setelah diadakan pengujian distribusi Log Pearson Type III maka akan di dapatkan Curah Hujan Rencana dengan berbagai Kala Ulang. Dapat di lihat pada tabel 4.2 yaitu perhitungan curah hujan rencana untuk berbagai Kala Ulang.

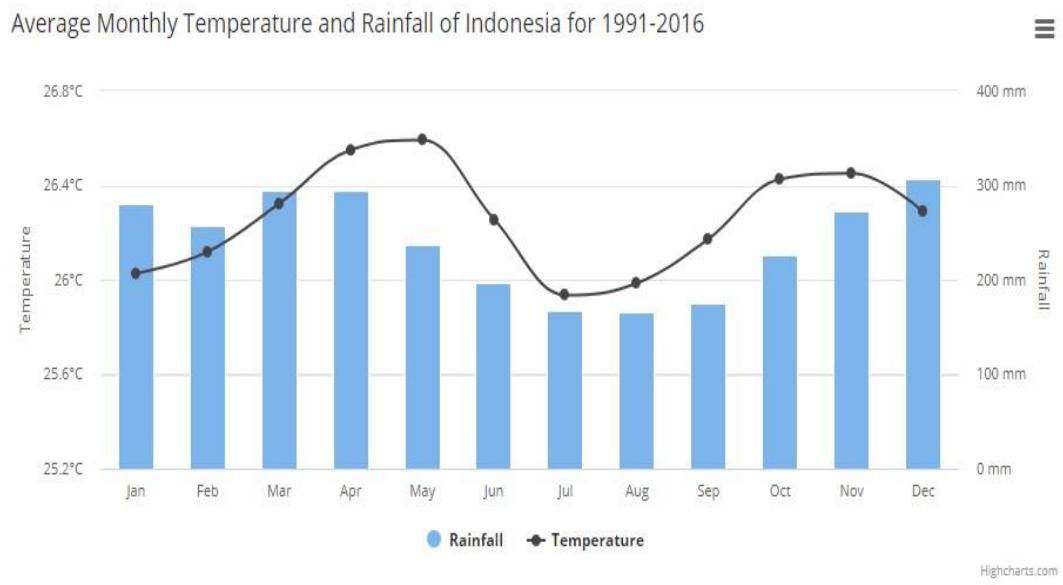
Tabel 4.14. Perhitungan curah hujan rencana untuk berbagai kala ulang

No.	Kala Ulang	R
1	2	50,527
2	5	56,187
3	10	70,443
4	25	76,869
5	50	80,644
6	100	83,741

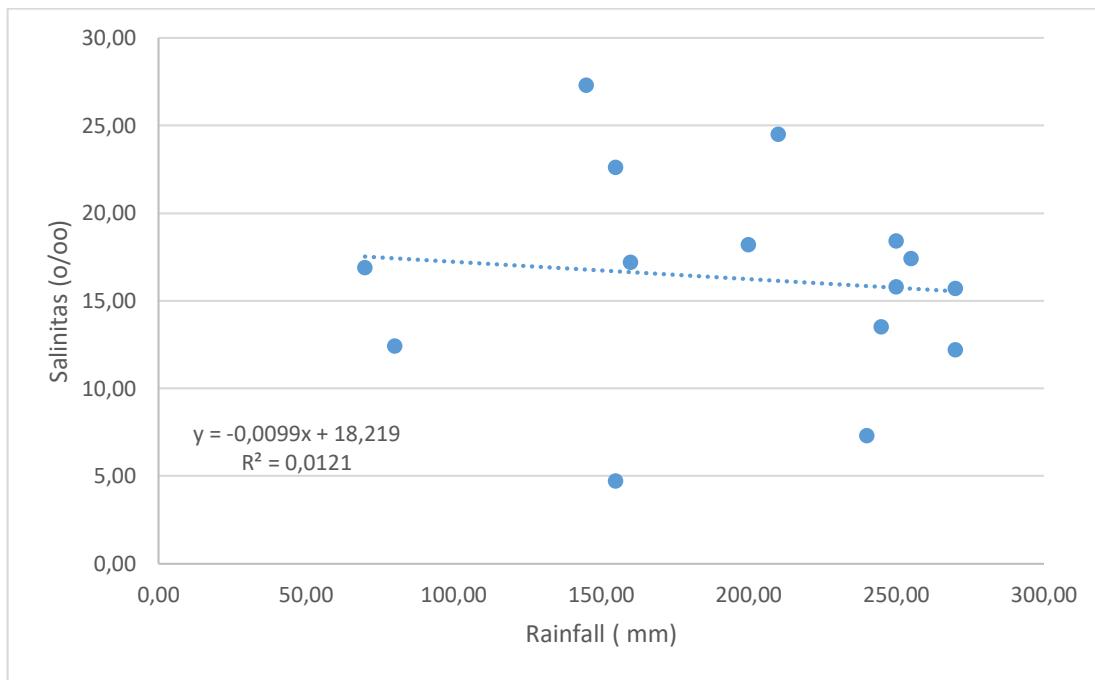
Berikut ini ditunjukkan pada gambar 4. 32 dan 4.33 Hubungan antara Temperatur terhadap Curah hujan rata-rata per bulan dari tahun 1901 hingga tahun 2016 dan Hubungan Antara Temperatur dan Curah hujan rata-rata per bulan mulai tahun 1991 hingga tahun 2016.



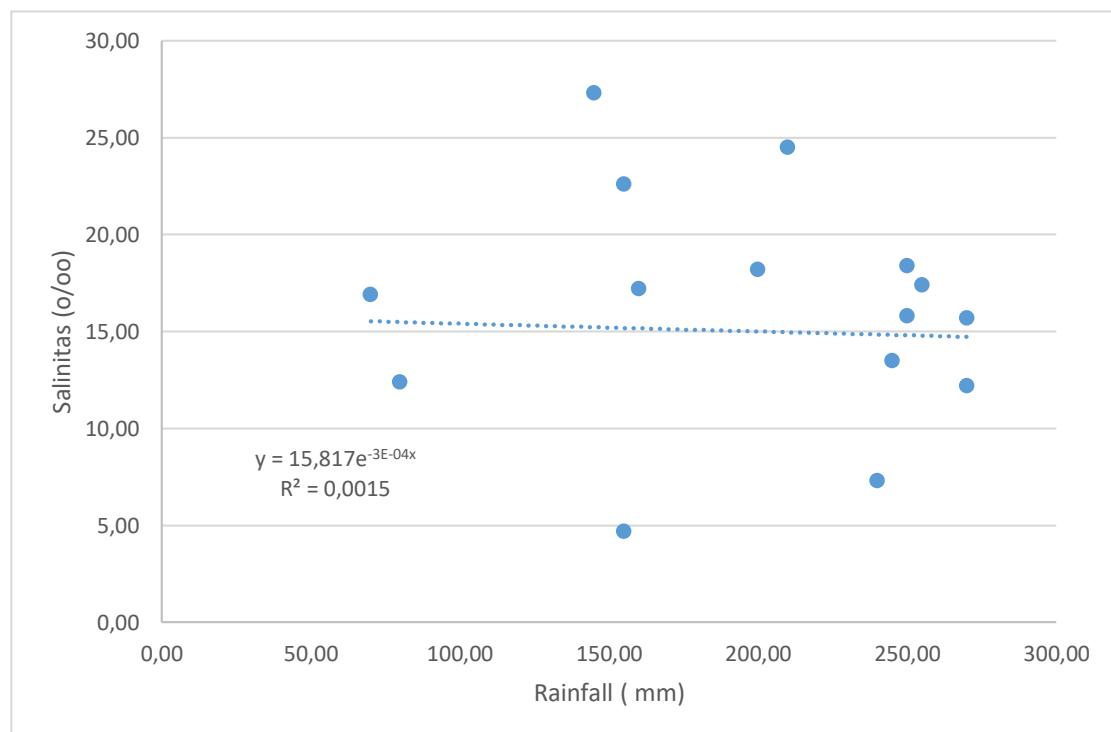
Gambar 4. 32 Hubungan antara Temperatur terhadap Curah hujan rata-rata pebulan dari tahun 1901 hingga tahun 2016



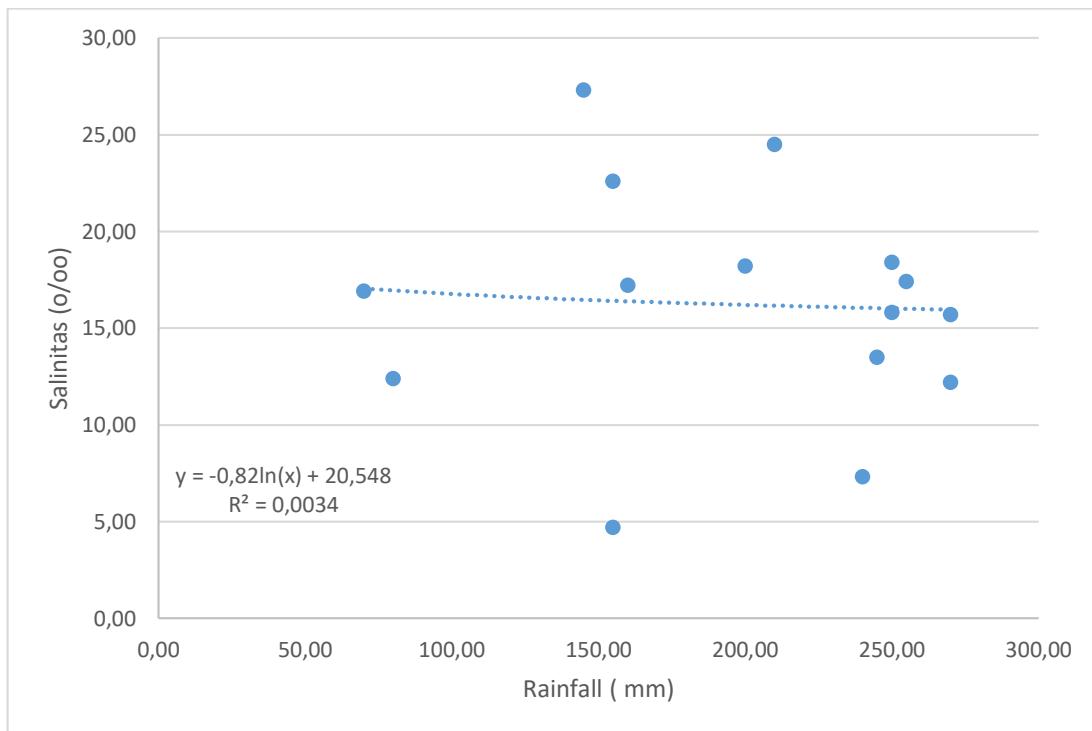
Gambar 4.33 Hubungan Antara Temperatur dan Curah hujan rata-rata per bulan mulai tahun 1991 hingga tahun 2016



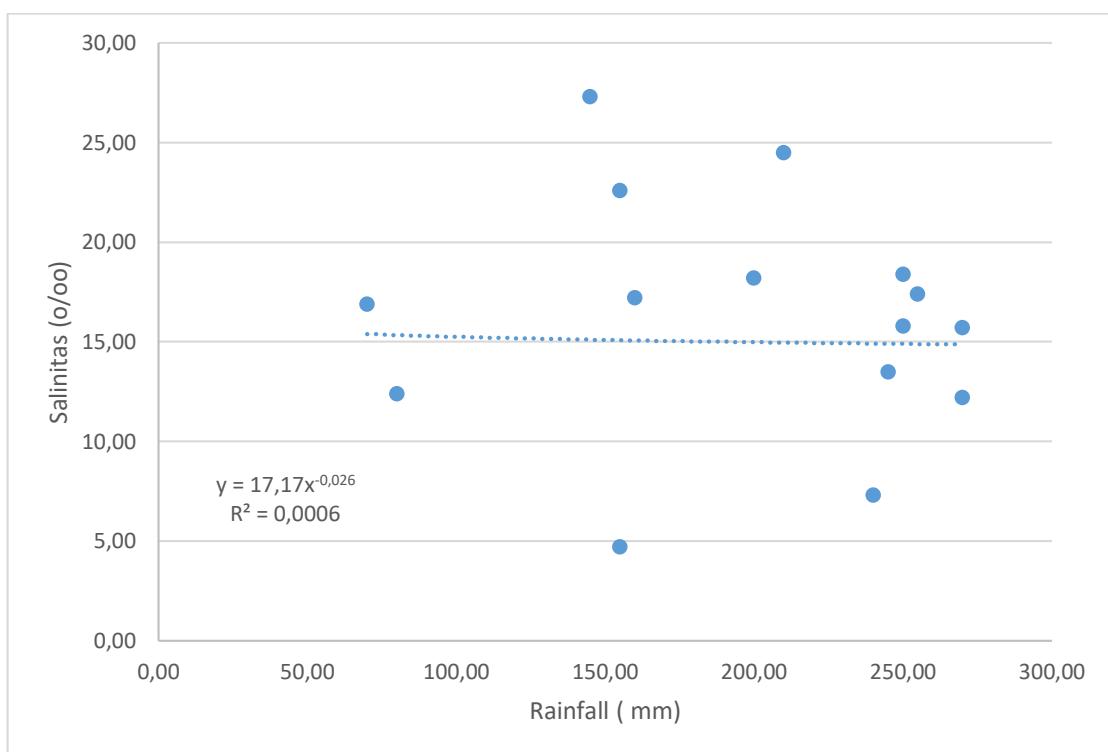
Gambar 4.34 . Diagram scatter hubungan curah hujan dan salinitas model linier



Gambar 4.35 . Diagram scatter hubungan curah hujan dan salinitas model eksponensial



Gambar 4.3. Diagram scatter hubungan curah hujan dan salinitas model logaritma



Gambar 4. 37. Diagram scatter hubungan curah hujan dan salinitas model power

Curah hujan rata-rata pada tahun 1991 sampai 2016 menunjukkan angka yang lebih besar dari tahun sebelumnya. Sedangkan pada diagram scatter gambar 4.34 sampai dengan 4.37 menunjukkan derajat determinasi R^2 yang sangat kecil yaitu 0,0034 , artinya pengaruh curah hujan terhadap salinitas , sangat rendah.

BAB 5

KESIMPULAN & SARAN

5.1. KESIMPULAN

Citra satelit Terra Modis dapat dipergunakan untuk pemantauan skala luas dari pemetaan konsentrasi salinitas di pesisir pantai, dalam penelitian ini di gunakan pesisir pantai Bangkalan Madura, hasil penelitian ini antara lain:

- 1) Nilai Salinitas tanah di **Bangkalan** berkisar antara **kisaran 0,005 permill sampai dengan 5 permil**, hasil penelitian terdahulu dikabupaten **Sampang** nilai salinitas antara kisaran **10,4 permill sampai dengan 32,7 permill**, itu sebabnya di Kabupaten Sampang banyak sekali terdapat tambak tambak garam karena kadar salinitasnya tinggi. Sedangkan keasaman tanah berkisar antara PH **kisaran 6,40 sampai dengan 6,95**
- 2) Model yang paling optimal dari citra satelit yang dapat menggambarkan sebaran konsentrasi Salinitas adalah model pada panjang gelombang **Rrs_ 667 nanometer**. Model power tidak dapat dipergunakan membuat peta tematis sebaran salinitas walapun dalam perhitungan algoritma dengan diagram scatter menunjukkan nilai korelasi R^2 yang cukup bagus, namun dengan diperolehnya nilai tak berhingga dari perhitungan maka akan mengakibatkan bentuk fungsi dari model power menjadi kacau dan tidak terdeteksi oleh komputer untuk menentukan titik-titik warna yang merupakan sebaran salinitas tersebut
- 3) Model **Matematis keasaman tanah** yang terbaik adalah model Linier dengan **panjang gelombang Rrs_531 R^2 dengan nilai 0,092**
- 4) Pengaruh curah hujan terhadap salinitas , sangat rendah / kecil yaitu dengan kisaran **$R^2 = 0,0034$**
- 5) Korelasi antara Salinitas air laut terhadap Salinitas air tanah **sebesar 0,524** hubungannya positip cukup kuat, artinya terjadi itrusi air laut terhadap lingkungan pesisir Bangkalan.

- 6) Penelitian ini membuktikan bahwa , Tidak ada perbedaan antara data salinitas hasil perhitungan data citra satelit Terra Modis dengan data salinitas insitu dibuktikan dengan hasil uji t dan Anova
- 7) Hasil Pemetaan salinitas dapat dilihat pada BAB 4 halaman 52 sampai halaman 55.

5.2. SARAN

Dalam pemetaan salinitas di pesisir pantai sedapat mungkin dihindari pemilihan citra satelit yang banyak mengandung awan, hal ini akan menyebabkan proses perolehan data reflektan menjadi tidak tepat dan kadang menyesatkan karena program SeaDAS tidak mengerti kalau adanya awan tidak perlu dimasukkan dalam perhitungan histogram atau dalam Math Band.

Untuk penelitian berikutnya bisa digunakan citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi dimana nilai per pixel lebih kecil lagi yaitu 30 meter seperti yang dimiliki oleh citra satelit Landsat 8.

Daftar Pustaka

- Carrer, D., Moparthy, S., Lellouch, G., Ceamanos, X., Pinault, F., Freitas, S. C., & Trigo, I. F. (2018). Land surface albedo derived on a ten daily basis from Meteosat Second Generation Observations: The NRT and climate data record collections from the EUMETSAT LSA SAF. *Remote Sensing*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/rs10081262>
- De Keukelaere, L., Sterckx, S., Adriaensen, S., Knaeps, E., Reusen, I., Giardino, C., ... Vaiciute, D. (2018). Atmospheric correction of Landsat-8/OLI and Sentinel-2/MSI data using iCOR algorithm: validation for coastal and inland waters. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1). <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1457937>
- Gilbert, G. D., & Frouin, R. J. (2001). Modeling the reflectance spectra of tropical coastal waters. In *SPIE Proc* (Vol. 4488).
- Ilori, C. O., Pahlevan, N., & Knudby, A. (2019). Analyzing performances of different atmospheric correction techniques for Landsat 8: Application for coastal remote sensing. *Remote Sensing*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/rs11040469>
- McCarthy, M. J., Otis, D. B., Méndez-Lázaro, P., & Muller-Karger, F. E. (2018). Water quality drivers in 11 Gulf of Mexico Estuaries. *Remote Sensing*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/rs10020255>
- Sá, C., D'Alimonte, D., Brito, A. C., Kajiyama, T., Mendes, C. R., Vitorino, J., ... Brotas, V. (2015). Validation of standard and alternative satellite ocean-color chlorophyll products off Western Iberia. *Remote Sensing of Environment*, 168, 403–419. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.07.018>
- Satriano, V., Ciancia, E., Lacava, T., Pergola, N., & Tramutoli, V. (2019). Improving the RST-OIL Algorithm for Oil Spill Detection under Severe Sun Glint Conditions. *Remote Sensing*, 11(23), 2762. <https://doi.org/10.3390/rs11232762>
- Wang, D., Cui, Q., Gong, F., Wang, L., He, X., & Bai, Y. (2018). Satellite retrieval of surface water nutrients in the coastal regions of the East China Sea. *Remote Sensing*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/rs10121896>
- Werdell, P. J., McKinna, L. I. W., Boss, E., Ackleson, S. G., Craig, S. E., Gregg, W. W., ... Zhang, X. (2018). An overview of approaches and challenges for retrieving marine inherent optical properties from ocean color remote sensing. *Progress in Oceanography*, Vol. 160. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.01.001>
- Zou, M., Xiong, X., Wu, Z., Li, S., Zhang, Y., & Chen, L. (2019). Increase of atmospheric methane observed from space-borne and ground-based measurements. *Remote Sensing*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/rs11080919>

LAMPIRAN

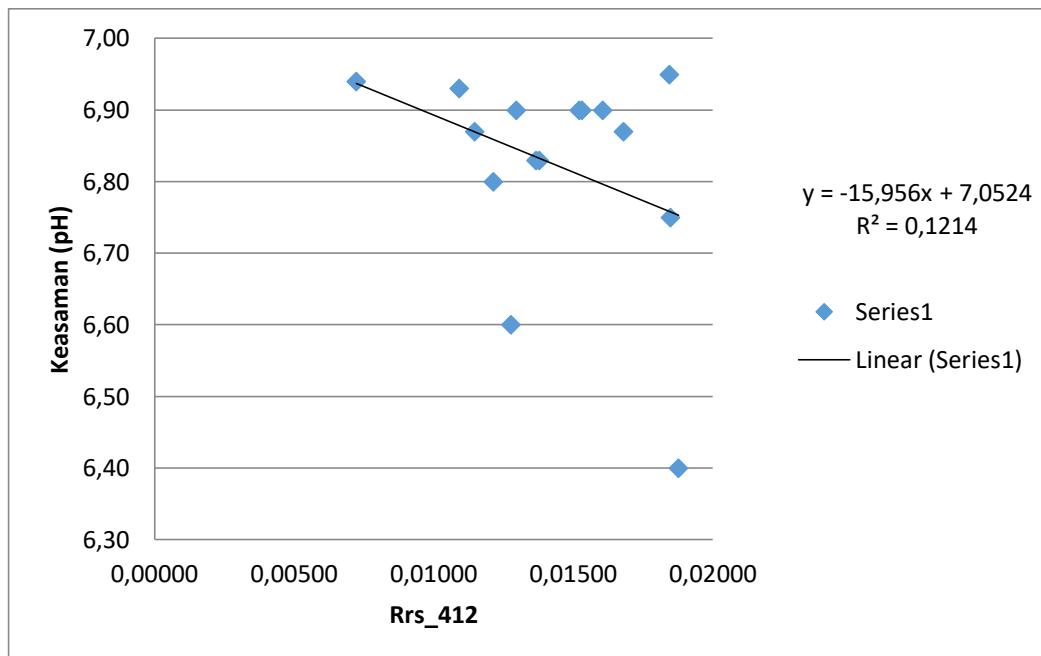
Tabel 1. Data Keasaman (pH) Hasil Pengukuran di lapangan

Titik Pengamatan	Lon	Lat	pH
1	113.451065	-6.814033	6.90
2	113.4347	-6.7856054	6.60
3	113.43844	-6.7998133	6.80
4	113.42381	-6.758416	6.93
5	113.41097	-6.7042937	6.90
6	113.399506	-6.6900125	6.95
7	113.40455	-6.6514754	6.40
8	113.37076	-6.6078267	6.90
9	113.416985	-6.6009116	6.75
10	113.517	-6.6015434	6.87
11	113.568	-6.6337476	6.90
12	113.54282	-6.670096	6.94
13	113.53773	-6.7090797	6.87
14	113.53319	-6.6938925	6.83
15	113.546394	-6.7485337	6.83
16	113.56311	-6.777289	6.81
17	113.57465	-6.8037696	6.83
18	113.54929	-6.8402615	6.81
19	113.72011	-6.809153	6.81
20	113.70614	-6.796623	6.82

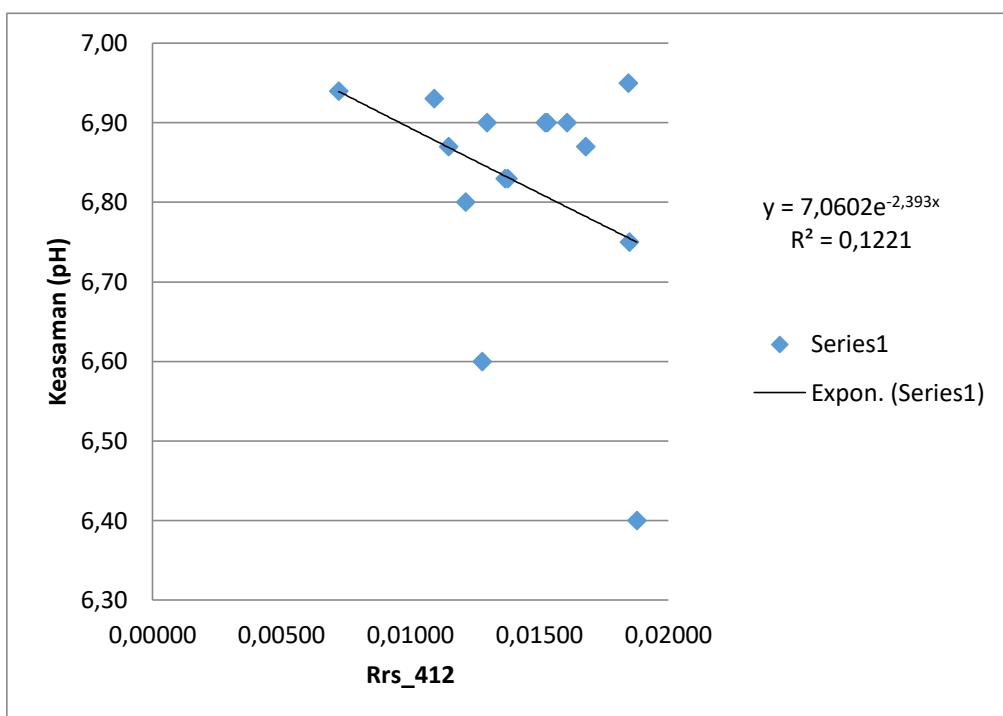
Perhitungan Algorithma Parameter PH Citra Terra Modis Tahun 2020

1. Perhitungan Algoritma Panjang Gelombang Rrs_412 nm terhadap PH

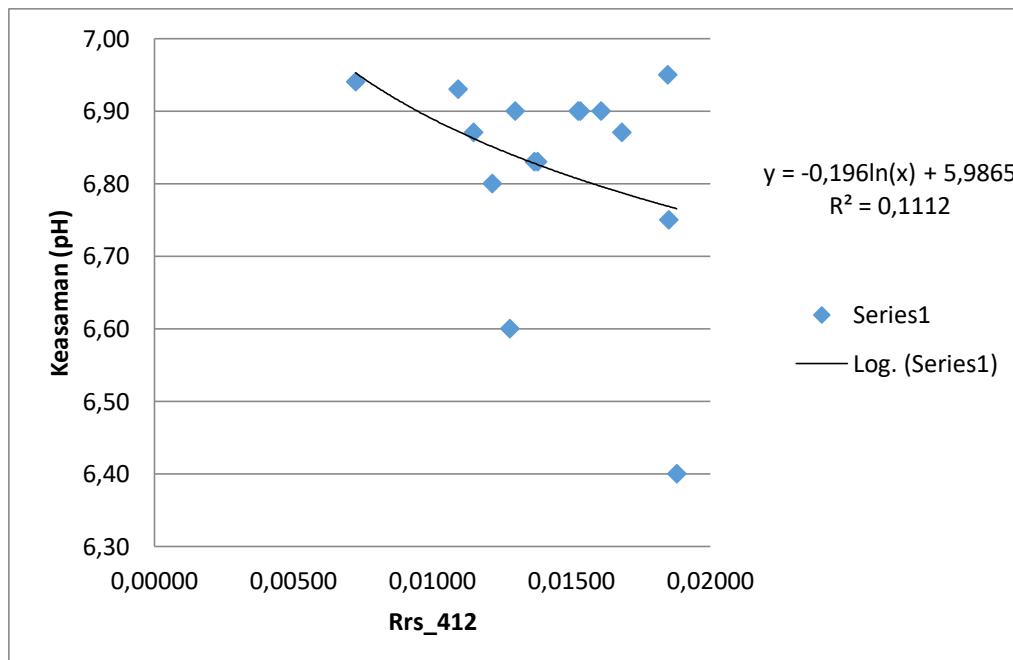
Perhitungan scatter diagram dari panjang gelombang Rrs_412 untuk menentukan model yang terbaik , keempat model Linier ,Eksponensial , Logarithmik dan Power terhadap Acidity /PH.



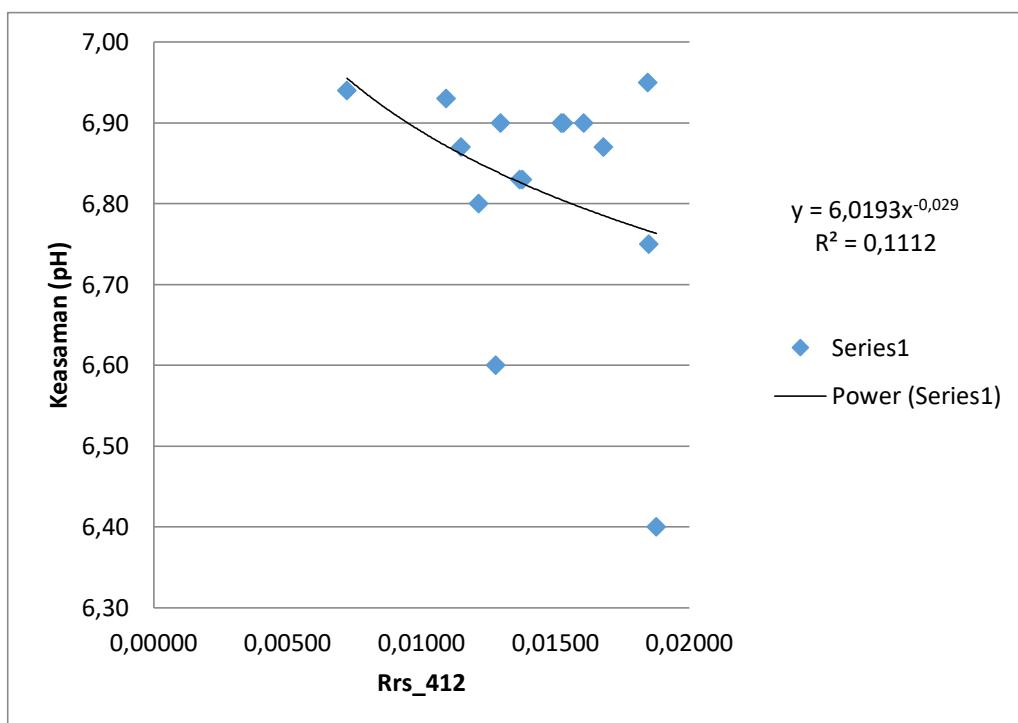
Gambar 1. Diagram Scater Model Linear PH pada panjang gelombang Rrs_412 nm



Gambar 2.. Diagram Scater Model Eksponensial Keasaman pada panjang gelombang Rrs_412 nm



Gambar 3.. Diagram Scater Model Logaritma Keasaman pada panjang gelombang Rrs_412 nm



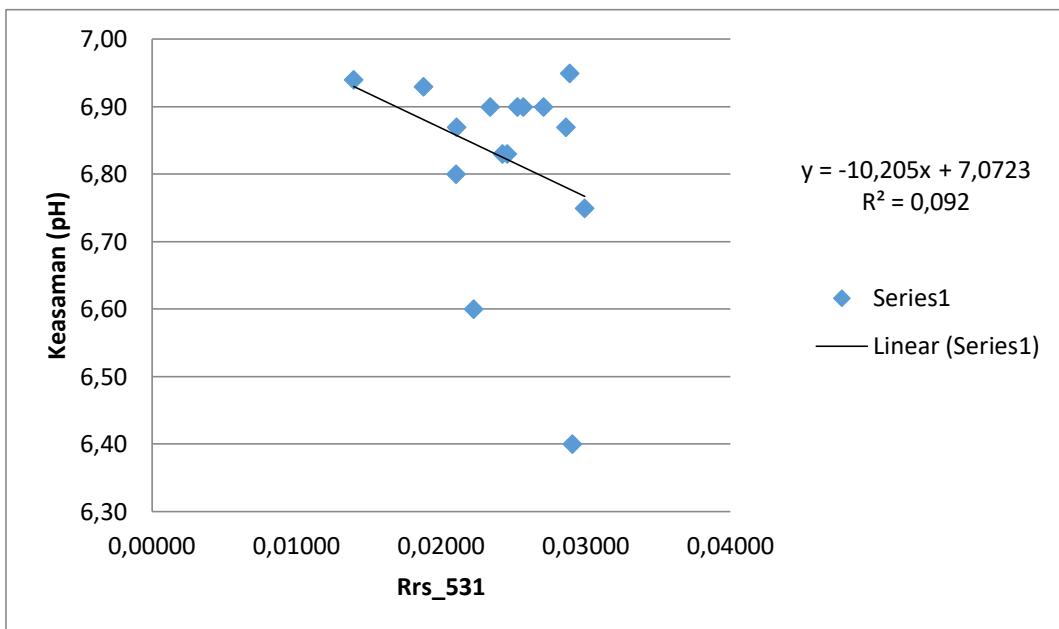
Gambar 4.. Diagram Scater Model Power Keasaman pada panjang gelombang Rrs_412 nm

Tabel 2 .Rekapitulasi Model Regresi untuk Keasaman (pH) dengan panjang gelombang Rrs_412 nm

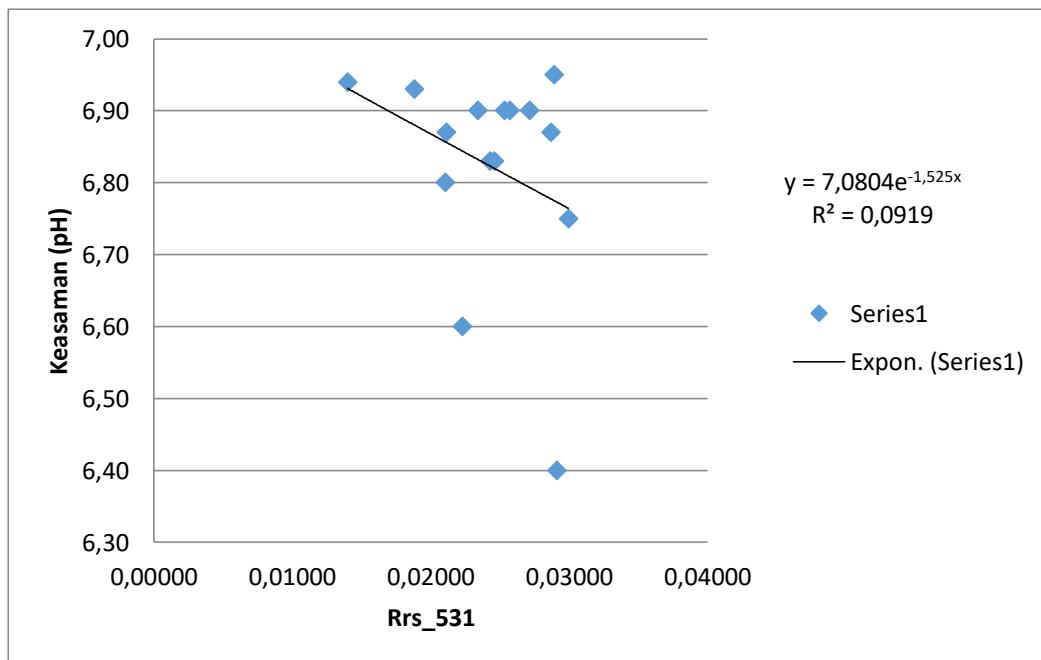
No	Type	R ²	Model Regresi
1	Linear	0.1214	$y = -15,956 x + 7,0524$
2	Eksponensial	0.1221	$y = 7,0602 e^{-2,393x}$
3	Logarithmic	0.1112	$y = -0,196\ln(x)+ 5,9865$
4	Power	0.1112	$y = 6,0193x^{-0,029}$

Tabel 4.9. Rekapitulasi Model Regresi untuk Acidity / PH dengan panjang gelombang **Rrs_412 nm**, **R²** sebesar **0.1221** menunjukkan model regresi yang terbaik adalah Eksponensial dengan persamaan **y = 7,0602 e^{-2,393x}**

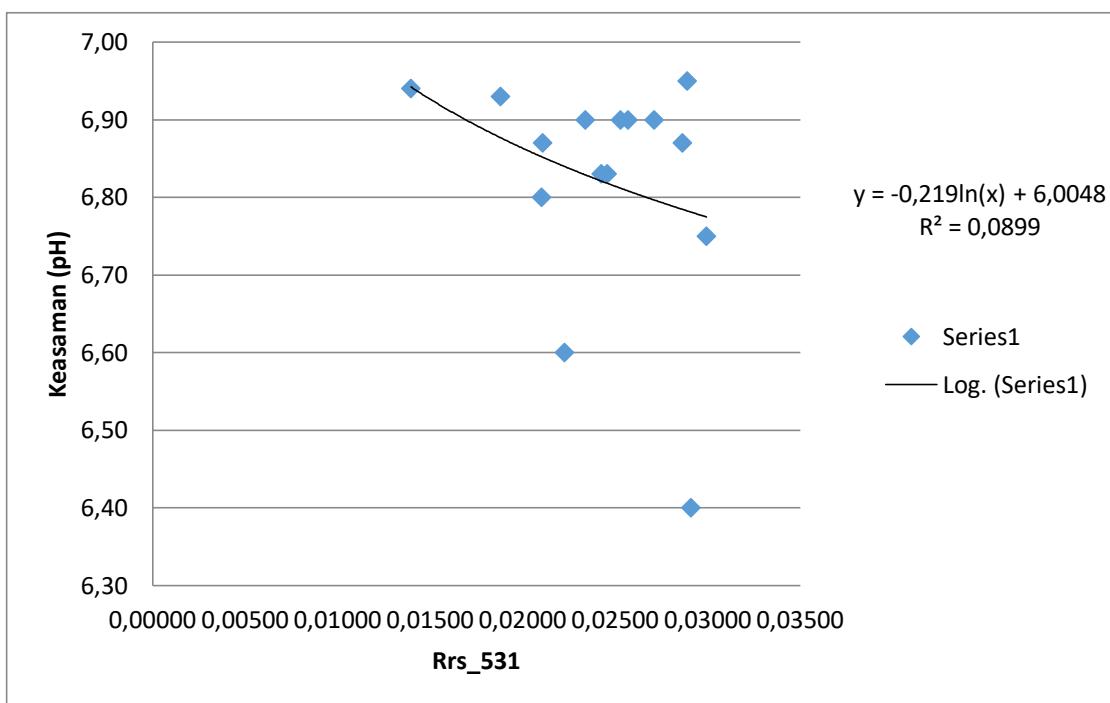
4.5.2. Perhitungan Algoritma Panjang Gelombang Rrs_531nm untuk Acidity/PH



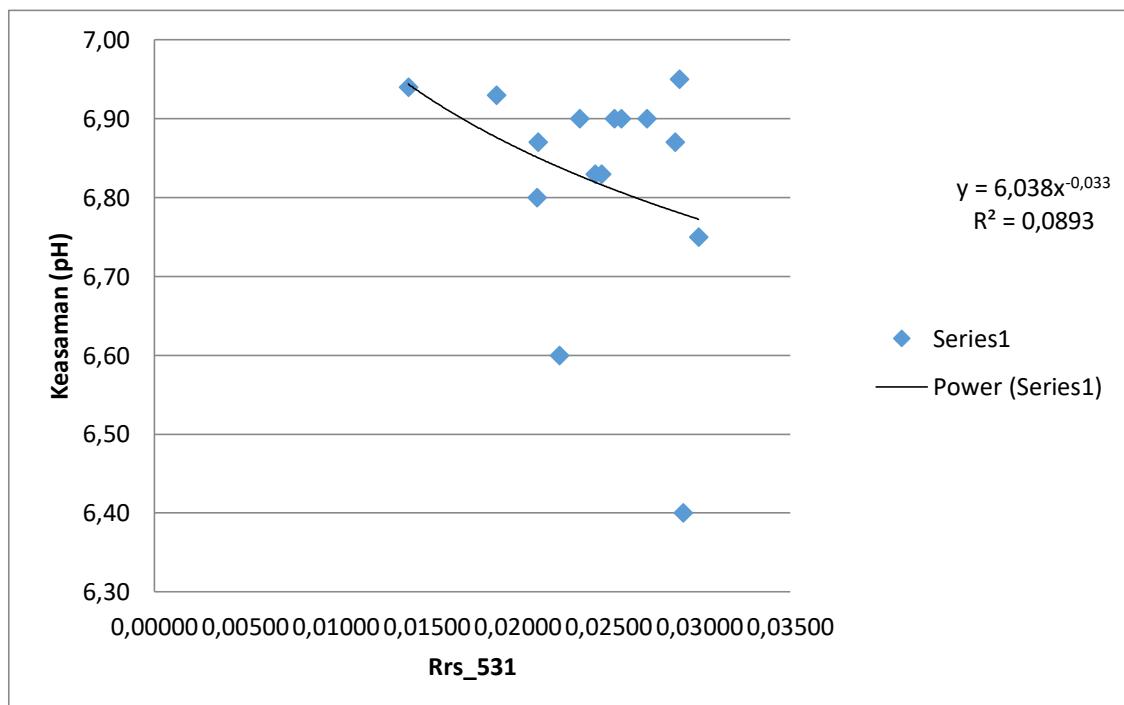
Gambar 5. Diagram Scater Model Linear Keasaman pada Panjang gelombang Rrs_531nm



Gambar 6. Diagram Scater Model Eksponensial Keasaman pada panjang gelombang Rrs_531nm



Gambar 7. Diagram Scater Model Logaritma Keasaman pada Panjang gelombang Rrs_531nm



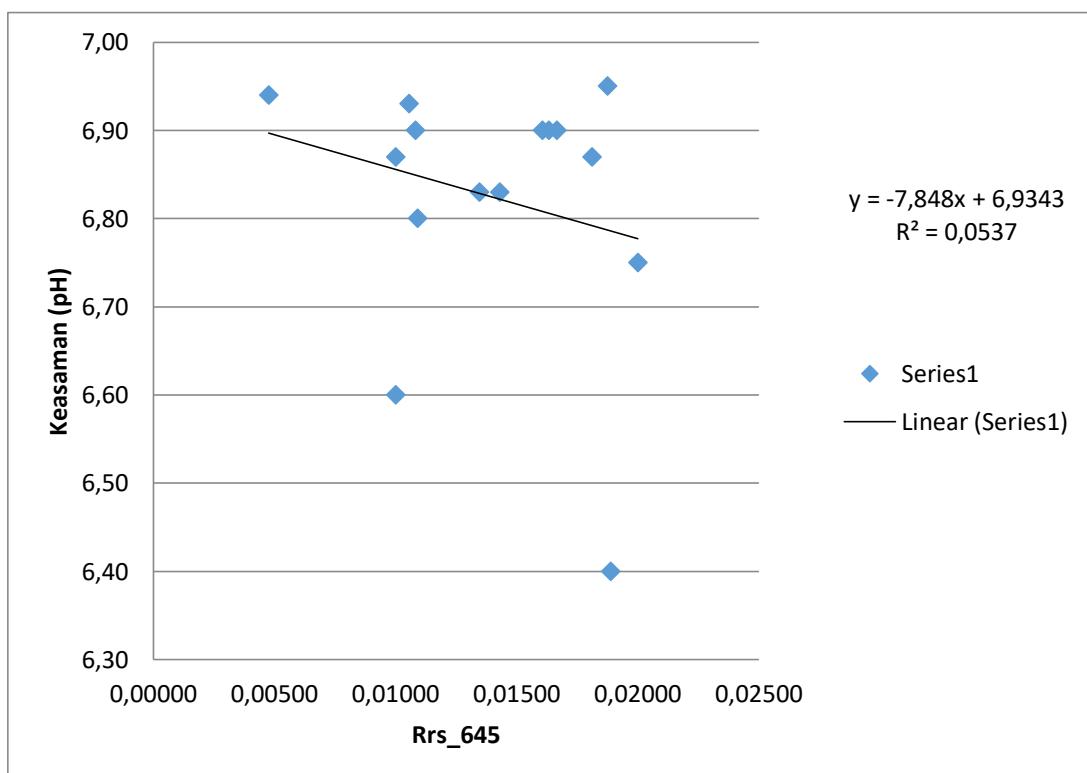
Gambar 8. Diagram Scater Model Power Keasaman pada Panjang gelombang Rrs_531nm

Tabel 3. Rekapitulasi Model Regresi untuk Keasaman (pH) dengan panjang gelombang Rrs_531 nm

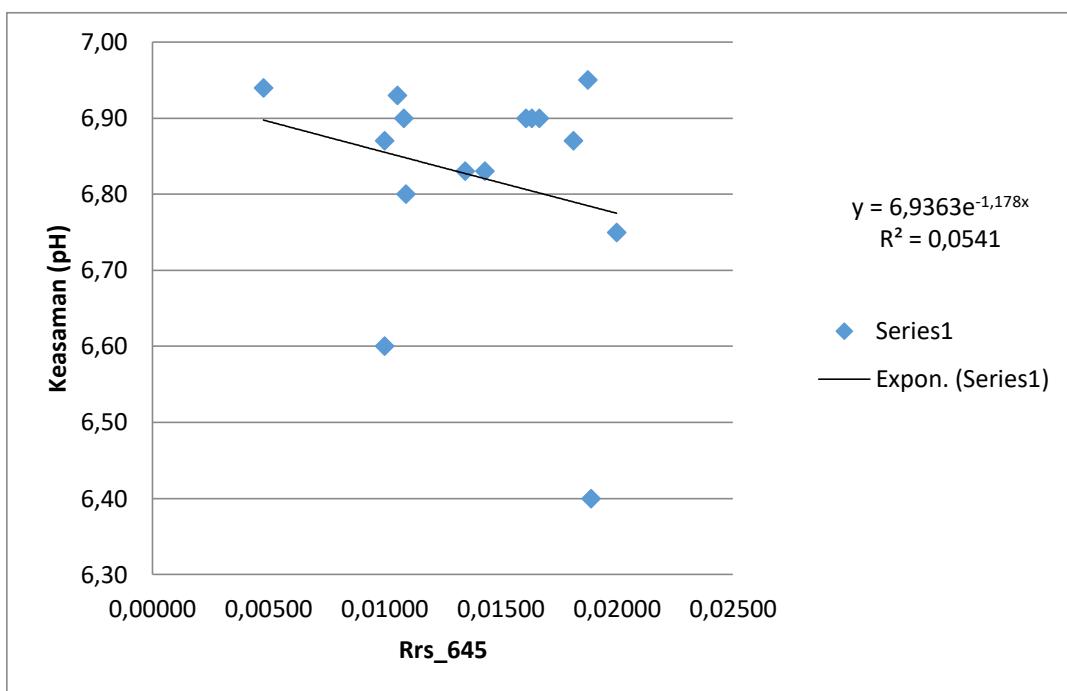
No	Type	R ²	Model Regresi
1	Linear	0,092	y = -10,205 x + 7,0723
2	Eksponensial	0,0919	y = 7,0804 e ^{-1,525x}
3	Logarithmic	0,0899	y = -0,219ln(x)+ 6,0048
4	Power	0,0893	y = 6,038x ^{-0,033}

Tabel 4.10. Rekapitulasi Model Regresi untuk Acidity / PH dengan panjang gelombang **Rrs_531 nm**, **R²** sebesar **0,092** menunjukkan model regresi yang terbaik adalah Linier dengan persamaan **y = -10,205 x + 7,0723**

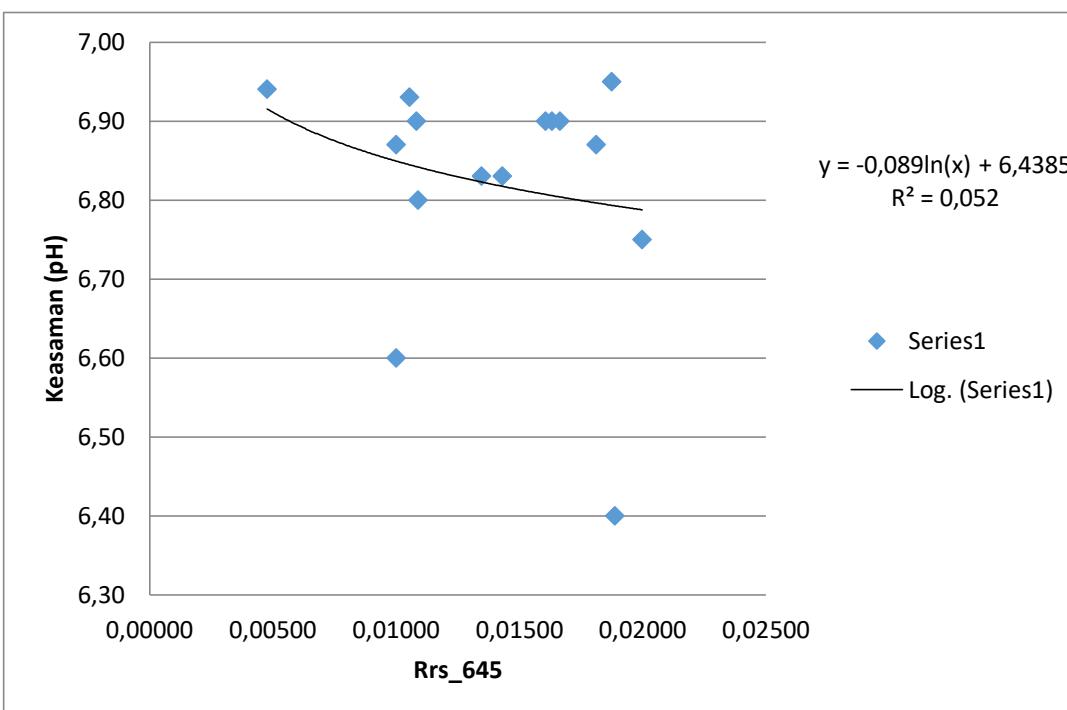
4.5.3. Perhitungan Algoritma Panjang Gelombang Rrs_645nm Untuk Acidity/PH



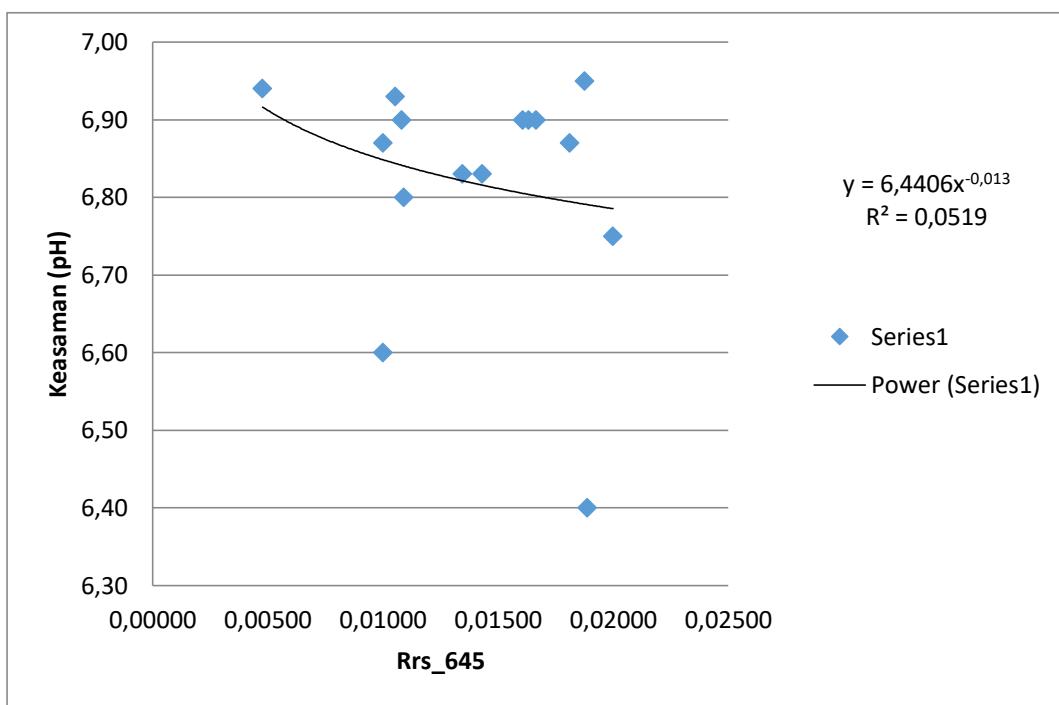
Gambar 9. Diagram Scater Model Linear Keasaman pada panjang gelombang Rrs_645 nm



Gambar 10. Diagram Scater Model Eksponential Keasaman pada panjang gelombang Rrs_645 nm



Gambar 11. Diagram Scater Model Logaritma Keasaman pada panjang gelombang Rrs_645 nm



Gambar 12. Diagram Scater Model Power Keasaman pada panjang gelombang Rrs_645 nm

Tabel 4. Rekapitulasi Model Regresi untuk Keasaman dengan panjang gelombang Rrs_645 nm

No	Type	R ²	Model Regresi
1	Linear	0.0537	$y = -7,848 x + 6,9343$
2	Eksponensial	0.0541	$y = 6,9363 e^{-1,178x}$
3	Logarithmic	0.052	$y = -0,0899 \ln(x) + 6,4385$
4	Power	0.0519	$y = 6,4406x^{-0,013}$

Tabel 4.11. Rekapitulasi Model Regresi untuk Acidity / PH dengan panjang gelombang **Rrs_645 nm**, **R²** sebesar **0.0541** menunjukkan model regresi yang terbaik adalah Eksponensial dengan persamaan $y = 6,9363 e^{-1,178x}$

**Tabel 5.. Rekapitulasi Model Regresi Acidity Keasaman dengan 3 Reflektan.
(Rrs_412; Rrs_531; Rrs_645)**

No	Terra modis	Type	R ²	Model Regresi
1	Rrs_412	Linear	0.1214	$y = -15,956 x + 7,0524$
2		Eksponensial	0.1221	$y = 7,0602 e^{-2,393x}$
3		Logarithmic	0.1112	$y = -0,196\ln(x) + 5,9865$
4		Power	0.1112	$y = 6,0193x^{-0,029}$
5	Rrs_513	Linear	0.092	$y = -10,205 x + 7,0723$
6		Eksponensial	0.0919	$y = 7,0804 e^{-1,525x}$
7		Logarithmic	0.0899	$y = -0,219\ln(x) + 6,0048$
8		Power	0.0893	$y = 6,038x^{-0,033}$
9	Rrs_645	Linear	0.0537	$y = -7,848 x + 6,9343$
10		Eksponensial	0.0541	$y = 6,9363 e^{-1,178x}$
11		Logarithmic	0.052	$y = -0,0899\ln(x) + 6,4385$
12		Power	0.0519	$y = 6,4406x^{-0,013}$

Tabel 4.12 adalah table rekapitulasi dari ketiga panjang gelombang / reflektan Rrs_412 , Rrs_513, Rrs_645 untuk Acidity/PH dengan model Algoritma yang terbaik adalah model Eksponensial $y = 7,0602 e^{-2,393x}$ dari panjang gelombang **Rrs_412** , modeAlgoritma dan Reflektan /Panjang gelombang Rrs_412 selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menghitung Salinitas 4 tahun sebelumnya , yaitu Tahun 2016 sampai dengan Tahun 2020.

Tabel 7 . t-Test: Paired Two Sample for means antara Salinitas Insitu dan Salinitas Citra Satelit 2020

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	0.94185	0.9512865
Variance	1.915317818	0.436280907
Observations	20	20
Pearson Correlation	0.477879099	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	19	
t Stat	0.034713661	
P(T<=t) one-tail	0.486335086	
t Critical one-tail	1.729132812	
P(T<=t) two-tail	0.972670172	
t Critical two-tail	2.093024054	

Tabel 6.Korelasi aaair lautntra salinitas tanah dan salinitas

Correlations		
	Sal_Tan	Sal_Laut
Sal_Tan Pearson Correlation		.524*
		.018
	20	20
Sal_Laut Pearson Correlation	.524*	
	.018	
	20	20

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



Surabaya, 9th September 2020

NOTIFICATION OF ACCEPTANCE

Dear Mrs/Ms. Siti Zainab,

On behalf of The International Conference Eco-In Science, Engineering and Technology (ICESET) 2020 committee, we are pleased to inform you that your paper entitled "Analysis And Mapping Of Changes In Salinity Concentration Influence By Acidity Value In Kwanyar Coastal, Bangkalan Madura District" has been **ACCEPTED** for the conference. Due to Covid-19 pandemic issue, the conference will be held as the following date and online platform:

Date : 28th September 2020
Online Platform : Zoom

Please prepare your PowerPoint presentation (.pptx) with a maximum duration of 15 minutes. In addition, the invoice for the conference will be sent to you shortly. Please make payment according to the information to make sure your attendance.

Thank you and we look forward to seeing you at the conference.

Yours Sincerely,

Dr. Ir. Sintha Soraya S, M.T.

1st INTERNATIONAL CONFERENCE
ECO-INNOVATION IN SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

"Sustainable Development in Industrial Revolution 4.0 and Preparation Heading to Society 5.0"
www.iceset-upnjatim.com/

SPEAKERS:

- Assoc. Prof. Timotius Pasang, Ph.D
Auckland University of Technology, New Zealand
- Prof. Thomas B. Boving, Ph.D
University of Rhode Island, United State
- Prof. A. L. Ramanathan, Ph.D
Jawaharlal Nehru University, India
- Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

SUB THEME

- Climate Change and Energy
- Food Science and Technology
- Advanced Material
- Industrial Process and Technology
- Society Empowerment
- Product Development
- Sustainable Design and Construction

DATE & TIME
28th September / 09:00 WIB/ GMT+7
VIA: **zoom**

REGISTRATION RATES

Type	Local	Overseas
Author	IDR 250.000	25 USD
Participant		
- Academic	FREE	FREE
- Industry	FREE	FREE

QUOTA
100 Papers **50 Participants**

IMPORTANT DATES

Full Paper Submission	3 rd August 2020
Acceptance & Revision Notification	10 th August 2020
Submission of Final Paper	17 th August 2020
Conference	28 th September 2020

*Selected Articles will be Published by NST

FURTHER INFORMATION

Faculty of Engineering
Giri Reka, 1st Building,
2nd floor - Journal Room
UPN "Veteran" Jawa Timur

CONTACT:

1. Sintha Soraya Santill
WA : +62 812 1752 747
Email: sinthasoraya@gmail.com

3. Euis Nurul Hidayah
WA : +62 812 1787 0003
Email: euisnh.11@upnjatim.ac.id
Email: khonihidayati@gmail.com

SPONSORED BY:

Full Paper–Seminar Internasional Fakultas Teknik/ICESET

Conference Paper

Analysis and Mapping Of Changes In Salinity Concentration Influence By Acidity Value In Kwanyar Coastal, Bangkalan Madura District

¹Siti Zainab, ²Novie Handajani, ³Hendrata Wibisana*

¹ Civil Engineering, University of Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, 60293, Indonesia

² Civil Engineering, University of Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, 60293, Indonesia

³ Civil Engineering, University of Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, 60293, Indonesia

Abstract

Kwanyar in Bangkalan Madura district is an area that is not very fertile, the soil contains limestone and the coastal areas of the coast are the result of reclamation for several years. Thus, what used to be water areas turn into land. The purpose of this research is to map and analyze the effect of changes in acidity values on the coast with changes in salinity values that accompany them so that the most suitable mathematical model can be found to describe the coastal conditions of the Kwanyar area. The method developed to map and analyze is the use of remote sensing technology using Terra MODIS satellite imagery with a pixel resolution of 1 kilometer. The results obtained from a series of measurements carried out are that the most suitable wavelength for salinity mapping is 667 nanometers with an exponential mathematical model. The conclusion of this study is that the value of acidity in the aquatic environment is statistically sufficient to influence changes in the concentration of salinity in the Kwanyar area, Bangkalan Madura district.

Keywords: Salinity, Acidity, Remote Sensing, Terra MODIS, Kwanyar Bangkalan

Introduction

Salinity is one of the parameters that are widely used to measure the health level of an aquatic environment. Where if an environment has low salinity that will disturb the fish living in the water and make them migrate to other places. As in high salinity aquatic environment, which the water contain high level of salt, there are no living things can grow in those kind of waters. Salinity itself have been widely studied by scientist around the world (Baldwin et al., 2019; Souza et al., 2018; Su et al., 2019), where various methods have been developed. Along with the development of information technology and remote sensing, thus global mapping of the distribution of the salinity concentration could be developed and studied in more detail, specifically about their correlation with other parameters and their effects on a wider area.

There are several parameters that affect the salinity level of waters; one of them is the value of water acidity, where several studies conducted mention that water acidity value has a close relationship with salinity concentration. The relationship between acidity and salinity is directly proportional, where if acidity concentration is high then the salinity level will also high.

* Corresponding author
Email address: hendrata.ts@upnjatim.ac.id

The purpose of this research is to analyze and map the distribution of salinity level and its correlation with the increase in acidity value on the coast of Kwanyar Madura. Many researchers have done study about the distribution of salinity, as well as study about the acidity value of seawater (Castellanos et al., 2019; Emiyati et al., 2017; Wibisana et al., 2018), however there are still limited research which studied the salinity that include other factors such as sea surface temperature or acidity.

Research Method

1. Satellite Image Data

The satellite image data used in this study is Terra MODIS image data which taken from the page of <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> with file name T2020239024000.L2_LAC_OC.nc. The data is Level 2 image data, which was downloaded for August 2020 as seen on Figure 1.

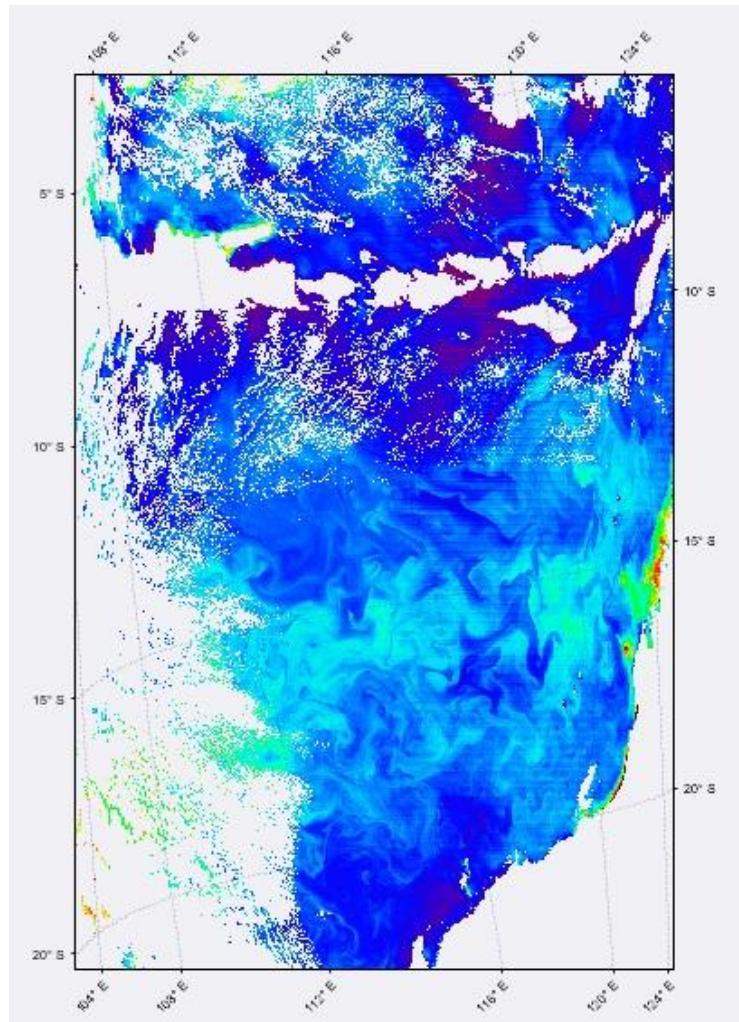


Figure 1. Scene of Terra MODIS Satellite Images, August 2020

2. Salinity calculation

To obtain salinity data, the data collection was carried out directly in the field, using fisherman boat. Plastic bottle with a volume of approximately 1 liter was prepared. In the field, the seawater from the depth of 20-30 cm from sea level was taken. Then the water was tested for the existing salinity levels. The calculation were made at the predetermined coordinates with the help of GPS navigation from an existing application device and stored on the mobile phone. The salinity data obtained from the field was recorded for later calculation of algorithm with selected mathematical model that are linear, exponential, logarithmic and power.

3. Acidity Measurement (pH)

To obtain the acidity value, thus the sea water that has been taken from the field was measured directly by dipping a digital pH meter device with accuracy of 0.1 to the sea water and the reading of the numbers could be done directly at that time. The recording result of salinity value and pH are given in Table 1 below, including the corresponding coordinates records.

Table 1. Salinity and pH data with field coordinate

Point	Lon	Lat	Salinity (o/oo)	pH
1	112,9003	-7,2396	30,9	6,4
2	112,9120	-7,2396	32,6	6,6
3	112,9237	-7,2395	34,1	6,4
4	112,9354	-7,2511	32,3	6,2
5	112,9471	-7,2511	34,2	6,4
6	112,9589	-7,2627	33,7	6,5
7	112,9706	-7,2743	28,7	6,8
8	112,9823	-7,2743	26,9	7,2
9	112,9940	-7,2859	25,3	6,6
10	113,0174	-7,2741	26,6	7,1
11	113,0174	-7,2858	25,7	7
12	113,0058	-7,2975	24,5	7,1
13	112,9824	-7,2976	25,1	7,2
14	112,9707	-7,2977	27,3	7,1
15	112,9590	-7,2861	28,2	6,9
16	112,9473	-7,2861	28,5	7,3
17	112,9355	-7,2745	30,6	7
18	112,9238	-7,2629	28,8	7,1
19	112,9121	-7,2629	29,4	7,1
20	112,8887	-7,2630	33,7	6,8

Source: taken from field measurement

Result and Discussion

The data obtained in Table 1 is then processed into the calculation of the remote sensing algorithm. The calculation is involving linear, exponential, and logarithmic and power mathematical models. For the results of data processing with a Scatter diagram at a wavelength of 412 nanometers, it is obtained that the value which has the highest correlation is in the exponential model with an R^2 value of 0,8464 as seen on Table 2.

Table 2. Model mathematic calculation at 412 nanometer wavelength

No	Algorithm	Mathematical model	R^2
1	Linear	$Sal = 896,31x + 13,719$	0,8315
2	Exponent	$Sal = 17,022e^{30,848x}$	0,8464
3	Logarithmic	$Sal = 13,939\ln(x) + 86,078$	0,7843
4	Power	$Sal = 206,35x^{0,4809}$	0,8021

Source: algorithm calculation

Table 3. Model mathematic calculation at 667 nanometer wavelength

No	Algorithm	Mathematical model	R^2
1	Linear	$pH = -72,779(Rrs_667) + 8,0134$	0,5919
2	Exponent	$pH = 8,1338e^{-10,81(Rrs_667)}$	0,5928
3	Logarithmic	$pH = -1,122\ln(RRs_667) + 2,1796$	0,5483
4	Power	$pH = 3,4192(Rrs_667)^{-0,167}$	0,549

Source: algorithm calculation

For the measurement of the acidity value or pH, it can be seen that the highest correlation value is obtained in the exponential mathematical model, as can be seen in Table 3, where this model has R^2 value of 0,5928. It means that there is data conformity with the model; the suitability of the data with the model is 59,28%, while the measurement of Salinity and its correlation with pH are shown in Table 4. In this table, it can be seen that the linear mathematical model has a better correlation among other models, thus later this linear model will be used to create thematic map of the Salinity distribution (with influence of pH / influenced by pH) on the Kwanyar Madura coastal area.

Table 4. Model mathematic calculation at 667 nanometer wavelength

No	Algorithm	Mathematical model	R ²
1	Linear	Sal = -8,3265(pH) + 85,283	0,6823
2	Exponent	Sal = 195,78e ^{-0,283(pH)}	0,678
3	Logarithmic	Sal = -56,14ln(pH) + 136,22	0,6816
4	Power	Sal = 1108,2(pH) ^{-1,911}	0,6791

Source: algorithm calculation

The thematic map for salinity to the best reflectance value is shown in Figure 4, which is at a wavelength of 667 nanometers, while the thematic map for acidity (pH) to the best reflectance value is shown in Figure 5, which is also at a wavelength of 667 nanometers.

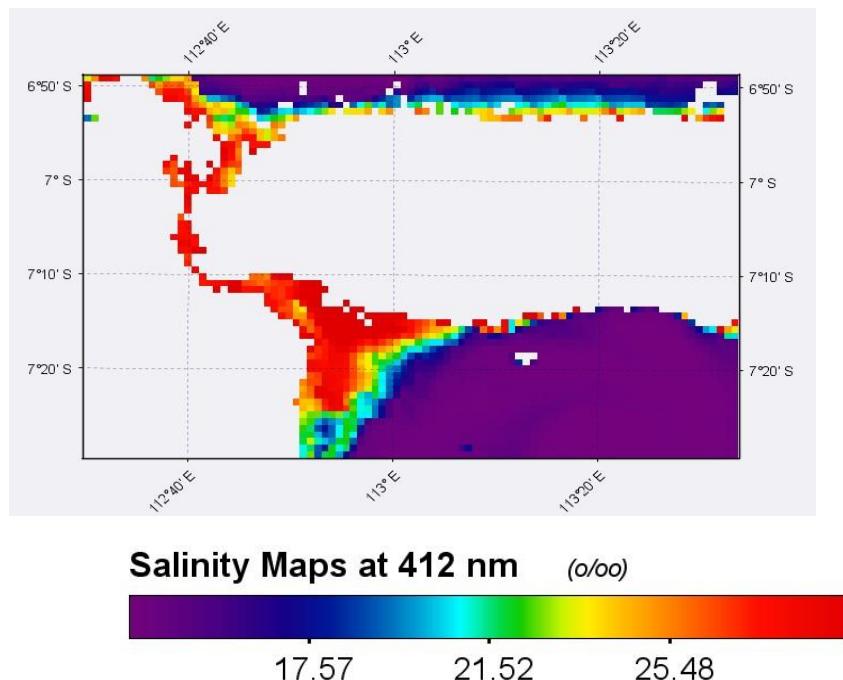


Figure 2. Salinity map of Kwanyar area with exponent algorithm on 412 nm wavelength

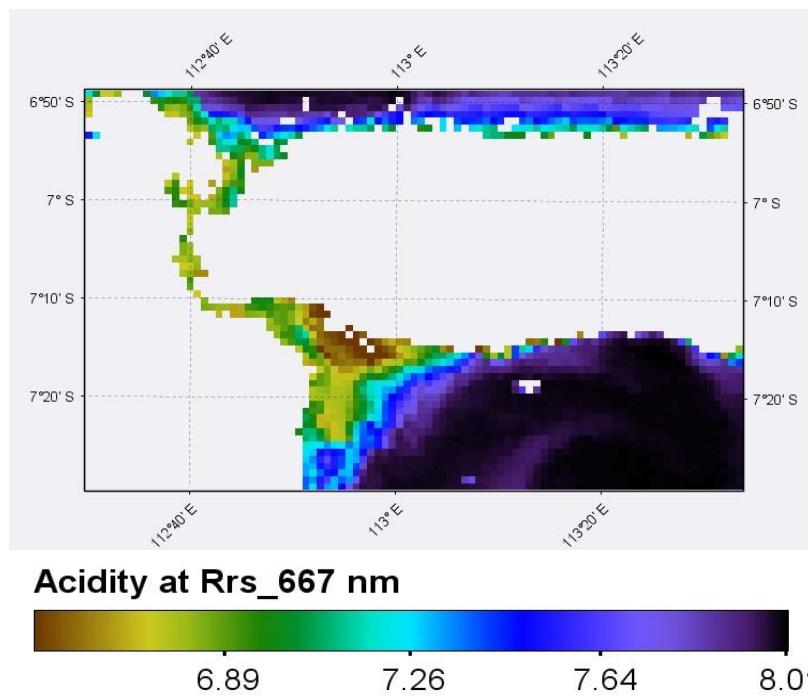


Figure 3. Acidity map of Kwanyar area with exponent algorithm on 667 nm wavelength

Figure 4 shows a thematic map for the best Salinity to Acidity / PH with the linear algorithm

$$\text{Sal} = -8.3265 \text{ (pH)} + 85.283 \text{ with } R^2 = 0.6823.$$

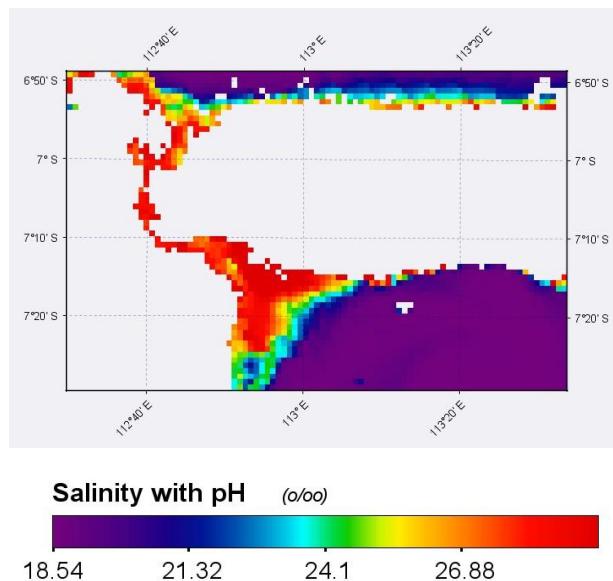


Figure 4. Salinity with Acidity /PH map of Kwanyar area with linier algorithm

Conclusion

Terra MODIS satellite imagery can be used to analyze the salinity and acidity of coastal areas, even though it has a very wide coverage, yet it still can provide a good reflectance to the study area. Besides that, the distribution of salinity that occurs evidently has an inverse relationship with acidity. This is shown by that the best mathematical model is linear **Sal = -8,3265(pH) + 85,283 dengan R² = 0,6823**, where the value of the parameter coefficient is negative, so that the greater the pH value, the smaller the salinity value.

Acknowledgment

We would like to thank the LPPM UPN Veteran Jawa Timur who have provided funding through Skim Riset Dasar Lanjutan ,Batch SK Rektor Number: SKEP/103/LPPM/2020 so that this research can be completed properly and contribute useful results, also we would like to thank the students who help the team as surveyors in the field.

References

- Baldwin, D., Manfreda, S., Lin, H., & Smithwick, E. A. H. (2019). Estimating root zone soil moisture across the Eastern United States with passive microwave satellite data and a simple hydrologic model. *Remote Sensing*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/rs11172013>
- Castellanos, P., Olmedo, E., Pelegrí, J. L., Turiel, A., & Campos, E. J. D. (2019). Seasonal variability of retroflection structures and transports in the atlantic ocean as inferred from satellite-derived salinity maps. *Remote Sensing*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/rs11070802>
- Emiyati, Manoppo, A. K. S., & Budhiman, S. (2017). Estimation on the concentration of total suspended matter in Lombok Coastal using Landsat 8 OLI, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 54(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012073>
- Souza, A. G. S. S., Neto, A. R., Rossato, L., Alvalá, R. C. S., & Souza, L. L. (2018). Use of SMOS L3 soil moisture data: Validation and drought assessment for Pernambuco State, Northeast Brazil. *Remote Sensing*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/RS10081314>
- Su, H., Yang, X., Lu, W., & Yan, X. H. (2019). Estimating subsurface thermohaline structure of the global ocean using surface remote sensing observations. *Remote Sensing*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/rs11131598>
- Wibisana, H., Zainab, S., & Dara, K. A. (2018). Optimalisation of remote sensing algorithm in mapping of chlorophyl-a concentration at Pasuruan coastal based on surface reflectance images of Aqua Modis. *Journal of Physics: Conference Series*, 953(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012224>

RESEARCH MONTH-2020

The Mapping of Groundwater Salinity using Imagery Data of Terra Modis Satellite in Kwanyar Bangkalan Area

Siti Zainab¹, Novie Handajani², Hendrata Wibisana³

^{1,2,3}Civil Engineering Department, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email corresponded: hendrata2008@gmail.com

Salinity is one of the known parameters by water quality researchers as one of indicator to determine the health of water bodies in an area. Whereas soil salinity is an indicator that shows whether the land is suitable for cultivation of rice fields, ponds or for cultivating other crops, or whether the quality of the soil is not good for planting crops. This study aims to map the distribution of groundwater salinity in the Kwanyar Bangkalan area on Madura Island. Since this area is a fairly sloping coastal area, thus there is possibility that the intrusion of seawater will have a significant impact on the distribution of soil salinity. Given the wide coverage area, a method that is able to provide solutions in the form of remote sensing technology is used by utilizing Terra MODIS satellite imagery in the form of a reflectance value calculated by a remote sensing algorithm of groundwater salinity. The results of the calculation are in the form of a thematic map of soil salinity, which statistically has insignificant distribution, which is indicated by a fairly small variance value with an alpha value of 5%. The conclusion is that the use of satellite imagery is able to provide updated information in the field of soil salinity mapping for coastal areas.

Keyword: Terra MODIS, Remote Sensing, Soil Salinity, Coast of Kwanyar Bangkalan

INTRODUCTION

A good area of a land is when the soil contains a number of organic material and mineral substances needed for plant growth or secondary crops. Indonesia as a country with large area for agricultural has the opportunity to map which land is good for agricultural or plantation land and which is good for real estate areas or road projects. Soil salinity is an indicator to determine and to detect whether a soil is suitable for agriculture or not evaluating the existing salinity value. If the soil has high salinity value, it means that the soil consist a lot of salt, thus it will be difficult for plants to grow and develop. Furthermore, by knowing the existing soil salinity level, the data can be used as a reference to make decisions whether the land has the potential as fertile soil or not.

To map the soil salinity, a set of technological device, which has ability to analyze salinity globally in Kwanyar Bangkalan, is required.

MATERIAL & METHOD

Research Method

1.Satelite image data

To map the soil salinity, this study used Terra MODIS satellite image data, which has taken from this site: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> with file name MOD09A1.A2020217.h29v09.006.data.

The image data is image data Level 2, which has been downloaded for August 2020 as seen on Figure 1.



Figure 4. Display image of Aqua MODIS on August 2020

Figure 1 show the whole Image of Aqua MODIS on August 2020, to facilitate the data processing, the image of Aqua MODIS was cropped thus that made the process of analysis was more manageable. Figure 2 shows the view of Aqua MODIS image after cropping process; it shows the study location of Madura Island with coordinate points and original image color.

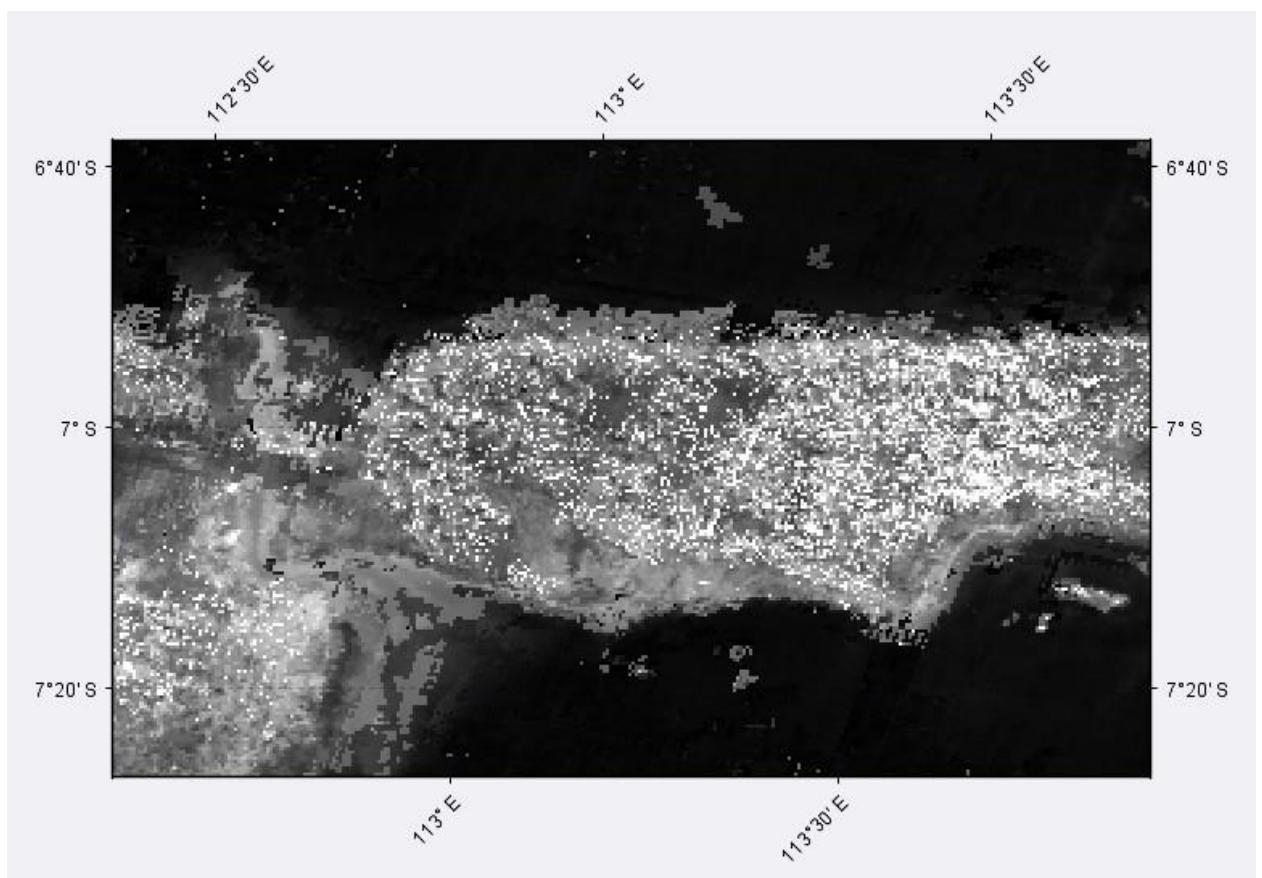


Figure 5. Display of Aqua MODIS image after cropping process

After cropping process of Aqua MODIS image, it been given composite color. The display of composite color of Aqua MODIS satellite image is shown on Figure 3. Follow by the correction process of projection with UTM coordinate. Reflectance data of Satellite image wavelength for the purposes of analyzing the algorithm model is given in table 1.

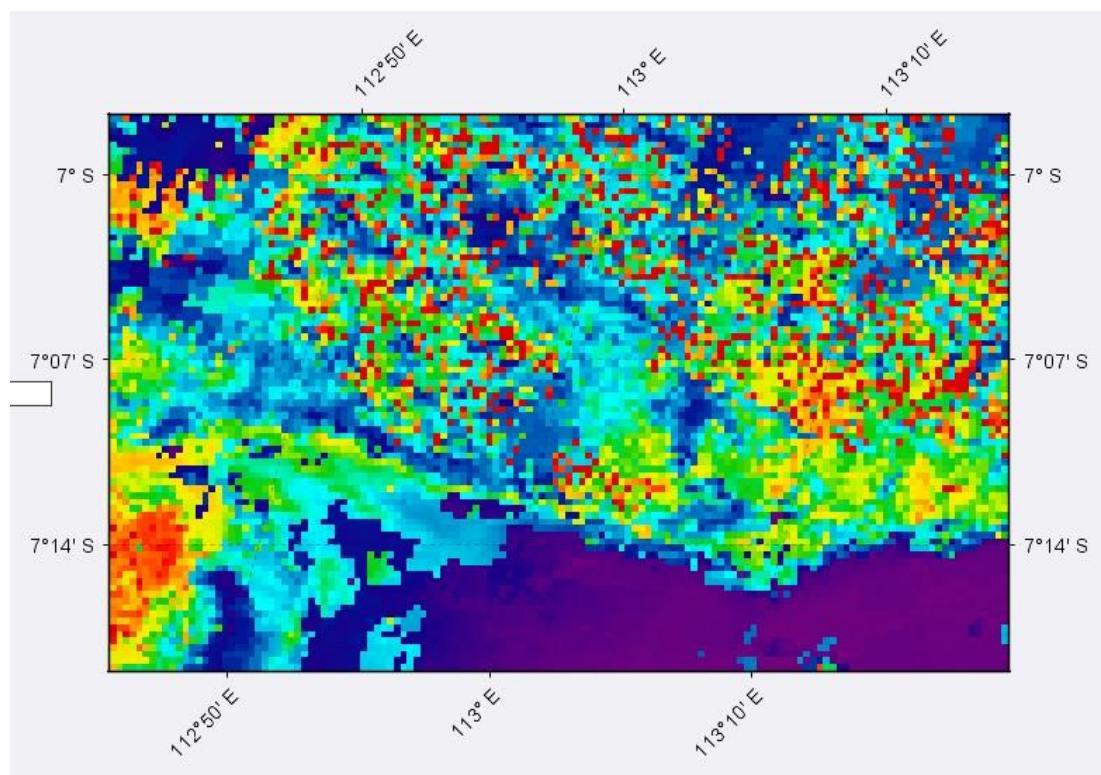


Figure 6. Display of composite color of Aqua MODIS satellite image

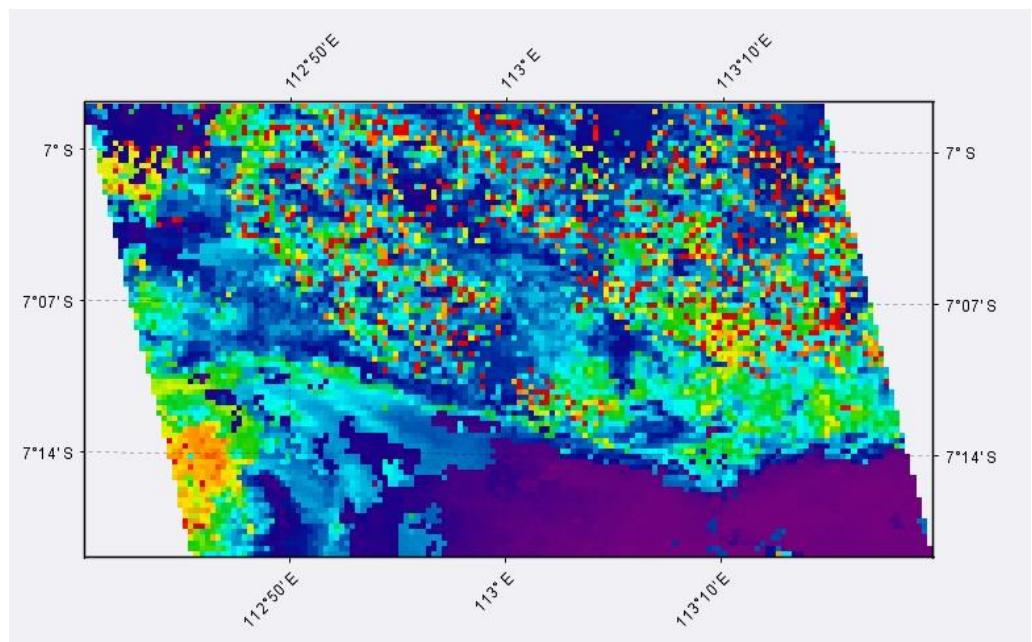


Figure 7. Display of Aqua MODIS image after the process of UTM projection correction.

Table 1. Reflectance data of image satellite wavelength

sur_refl_b01 = Rrs_ 667 nm	sur_refl_b03=Rrs_553 nm	sur_refl_b04=Rrs_443 nm
0.2078	0.1888	0.1988
0.1055	0.1273	0.1168
0.3655	0.34	0.3402
0.0965	0.0461	0.0807
0.0871	0.0486	0.0811
0.0549	0.0259	0.055
0.0933	0.1188	0.105
0.0627	0.0317	0.0595
0.0685	0.0352	0.0612
0.0613	0.0299	0.0602
0.2957	0.278	0.2763
0.1068	0.0822	0.1046
0.084	0.0979	0.0942
0.1033	0.1294	0.1217
0.0816	0.1039	0.0939
0.1047	0.0615	0.0934
0.067	0.0199	0.0538
0.0833	0.0379	0.0664
0.4653	0.4352	0.4468
0.1055	0.1273	0.1168

The above data is an image satellite wavelength data/ reflectance on, Rrs_667 nm , Rrs_553 nm , Rrs_443 nm which will be calculated by correlating the salinity in situ data to determine the best algorithmic model and wavelength.

Below on Figure 5 shows the Histogram of wavelength band_01 from Aqua MODIS image or Rrs_667 , Figure 6 is Histogram of wavelength band_03 from Aqua MODIS image or Rrs_553 and

Figure 7 is Histogram of wavelength band_04 from Aqua MODIS image or Rrs_443 .

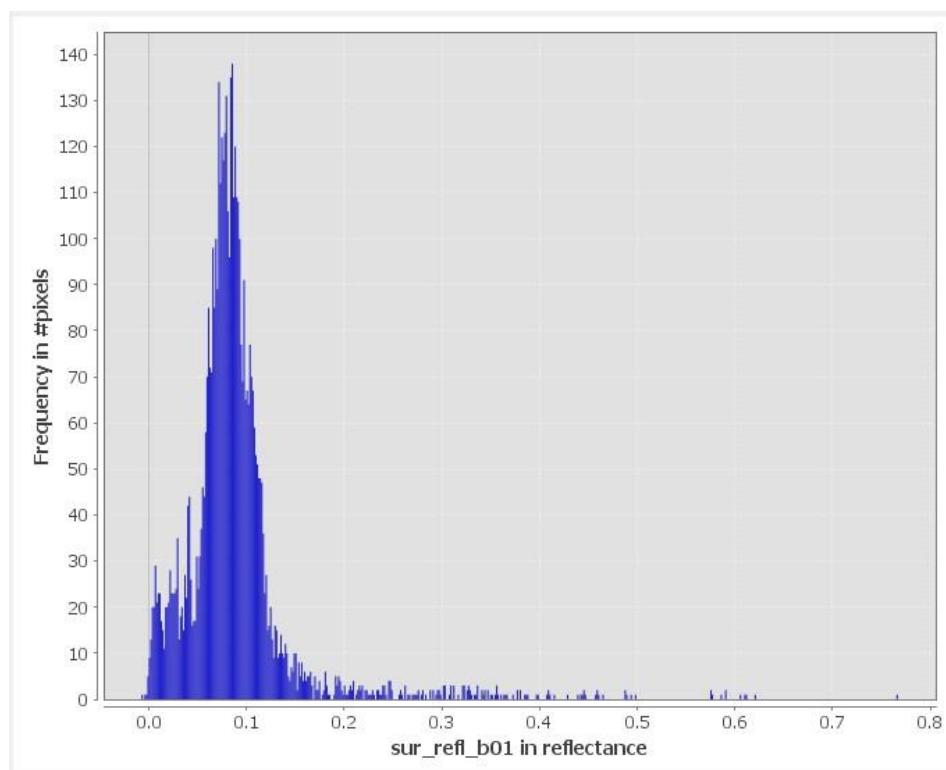


Figure 8. Histogram of wavelength band_01 = Rrs_667 from Aqua MODIS image

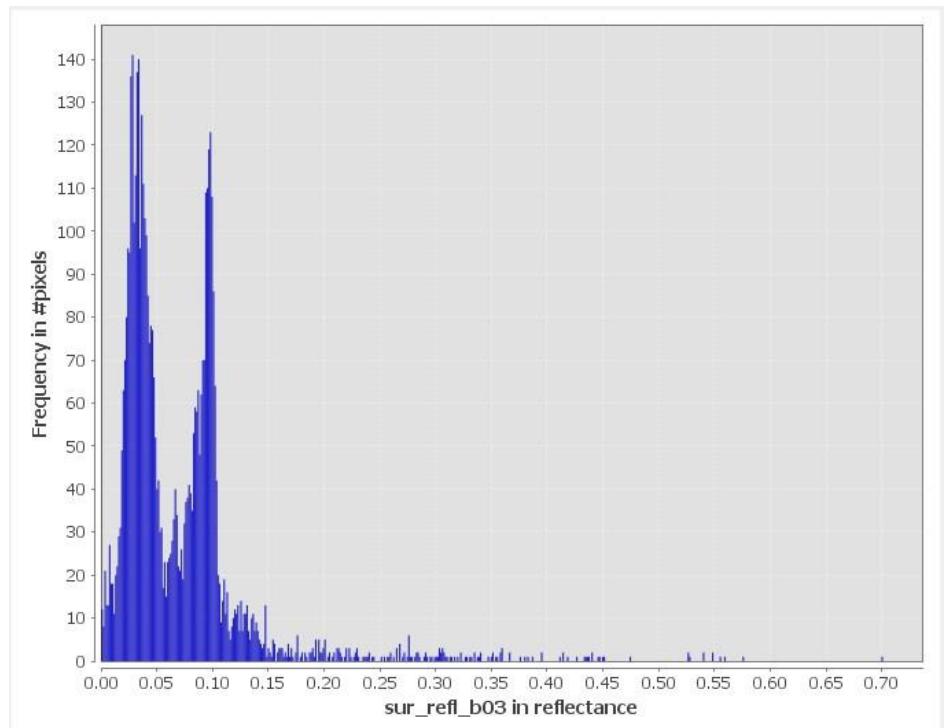


Figure 9. Histogram of wavelength band_03=Rrs_553 from Aqua MODIS image

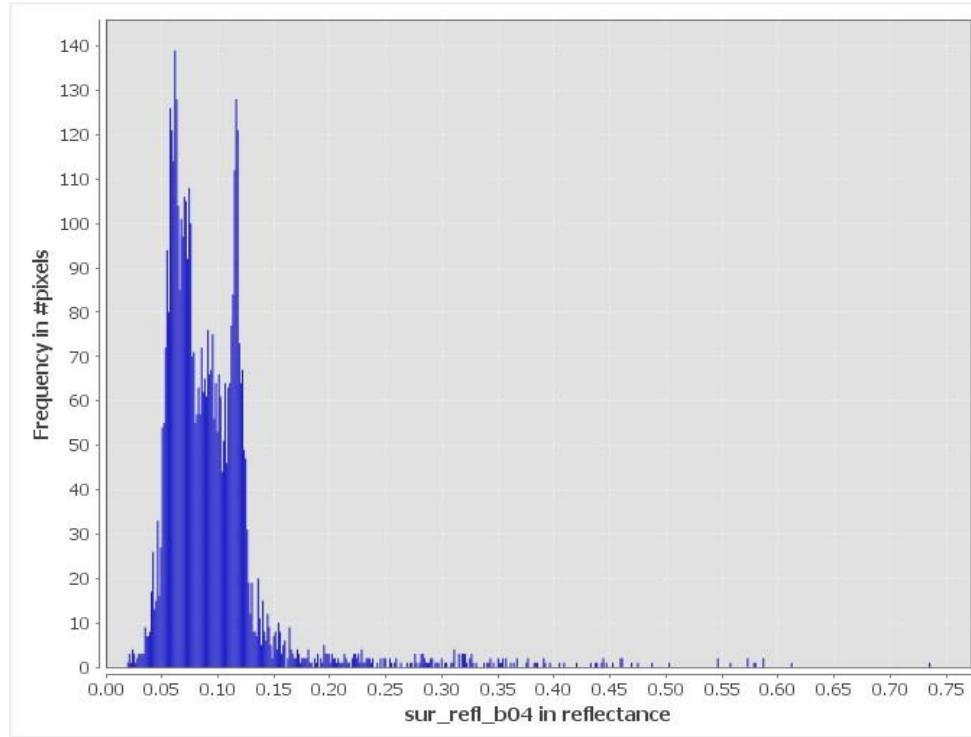


Figure 10. Histogram of wavelength band_04 =Rrs_443 of Aqua MODIS image

Result and Discussion

Obtained data from Figure 1, then proceed into algorithm calculation of remote sensing using 4 mathematical models, that are algorithm linier, exponential, logarithmic and power.

Table 2. Algorithm of remote sensing on wavelength Rrs_667 nm

No	Algorithm	Mathematical Model	R2
1	Linier	$y = 15.758x - 0.0646$	0,5632
2	Exponent	$y = 0.8539e^{4.598x}$	0,4878
3	Logarithm	$y = 2.2362\ln(x) + 6.948$	0,4254
4	Power	$y = 6.9827x^{0.677}$	0,3966

Data were analyzed using scatter diagram on wavelength Rrs_667 nanometer, it was obtained that value which has highest R^2 was Linier model $y = 15.758x - 0.0646$ with R^2 value **0,5632** as

Table 3. Algorithm of remote sensing at wavelength Rrs_553 nm

No	Algorithm	Mathematic Model	R2
1	Linier	$y = 14.31x + 0.2984$	0,4808
2	Exponent	$y = 0.973e^{3.956x}$	0,3738
3	Logarithm	$y = 1.1784\ln(x) + 4.8436$	0,2512
4	Power	$y = 3.3669x^{0.3197}$	0,1881

seen on table 3. At wavelength of Rrs_553 nm was obtained algorithm model with best R^2 value **0,4808** model **Algorithm Linier** $y = 14.31x + 0.2984$, shown on table 3 below.

Table 5. Algorithm of remote sensing at wavelength Rrs_443 nm

No	Algorithm	Mathematical Model	R2
1	Linier	$y = 16.869x - 0.175$	0,5408
2	Exponent	$y = 0.8382e^{4.8114x}$	0,4475
3	Logarithm	$y = 2.1609\ln(x) + 6.7778$	0,3828
4	Power	$y = 6.1977x^{0.6241}$	0,3248

On wavelength Rrs_443 nm obtained R^2 best value was **0,5408** with model algorithm **Linier** $y = 16.869x - 0.175$, as shown on table 3.

The recapitulation of those three tables above shows that the best algorithm model is linear regression model with wavelength at **Rrs_667 nanometer** obtained **R^2 value 0,5632**, the highest value is on **Linier model** $y = 15.758x - 0.0646$. These data is employed as a basis to do the validation of salinity value toward those four algorithm models.

In situ salinity validation of 5 latest data that were from pin 15 until pin 20 using wavelength Rrs_667 , with 4 models; linear regression, exponential, logarithmic and power, is shown on table 4 below,

Table 6. Validation of Salinity value on several mathematical models

Salinity (o/oo)	Linear	Exponent	Logarithmic	Power
0.78	1.586	1.382	1.902	1.515
0.36	0.992	1.162	0.904	1.120
0.56	1.249	1.252	1.391	1.298
7.91	7.268	7.254	5.237	4.160
1.76	1.598	1.387	1.919	1.523

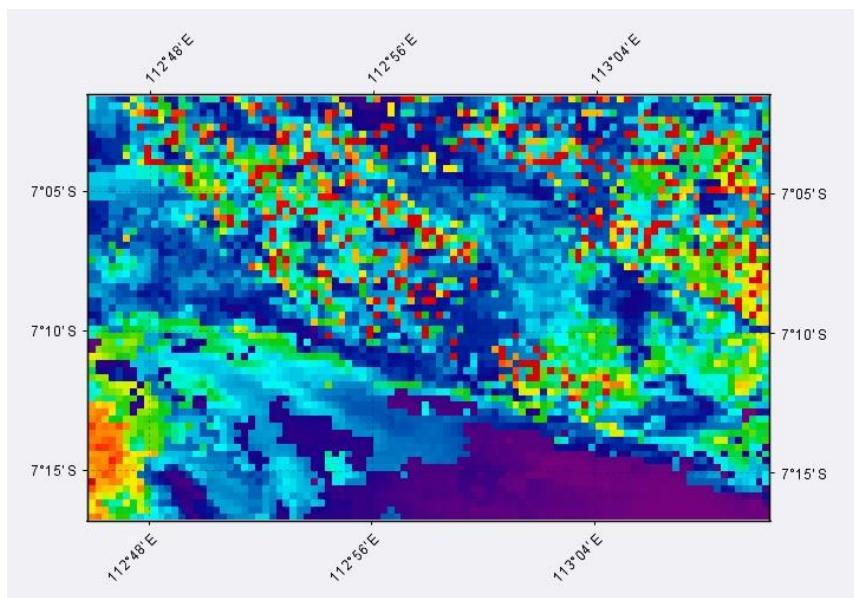
Result of correlation analysis is shown on table 5 as follows,

Table 7. Comparison of correlation mathematic model with in situ data

Salinity (o/oo)	Linear	Exponent	Logarithmic	Power
Salinity (o/oo)	1			
Linear	0.99347	1		
Exponent	0.98968	0.998200	1	
Logarithmic	0.98664	0.988442	0.97760	1
Power	0.99395	0.999286	0.99522	0.99346
				1

The comparison of correlation is shown on table 5 with the highest correlation value on **Linier algorithm** model with correlation value **0.99347** classification is **Very strong positive correlation** with best reflectance **Rrs_667**.

Thematic salinity map with Linier algorithm model at wavelength Rrs_667 is algorithm model **y = 15.758x - 0.0646** shown on Figure 8 as Thematic Salinity Map with linear algorithm and Figure 9 is the distribution Histogram of Salinity distribution with linear algorithm.



Thematic Map of Salinity with Linear Algorithm

A horizontal color bar indicating the range of salinity values. The scale ranges from 0.77 (dark purple) to 2.34 (bright red), with intermediate values 1.55 and 2.34 labeled below the bar.

Figure 11. Thematic Map of Soil Salinity with linier algorithm

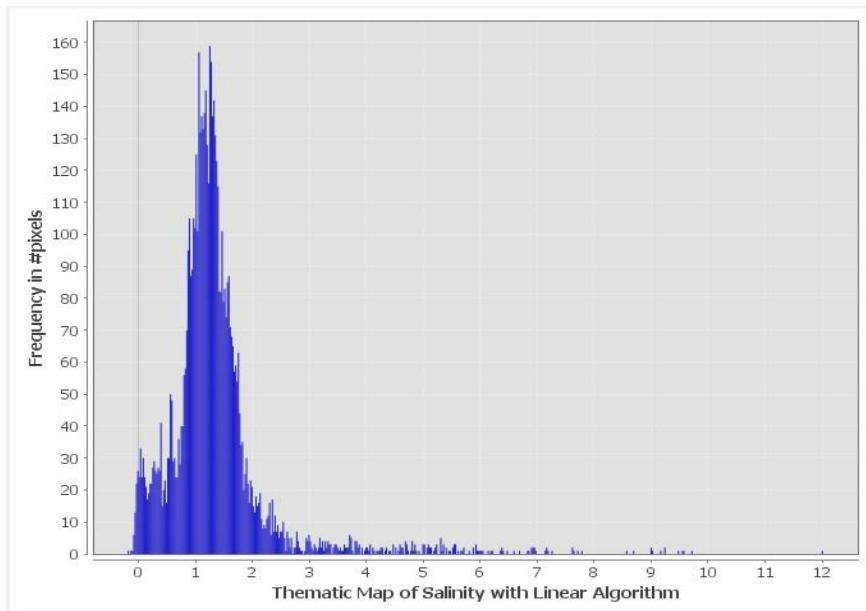


Figure 12. Histogram of Salinity distribution value with linier algorithm

Conclusion

Aqua MODIS satellite image could be utilized to do the analysis of coastal area salinity, despite its wide coverage, however it still could give good reflectance towards the study area. Besides that the distribution of salinity that occurs is evidently to have best correlation, this is shown with mathematic model of linear regression $y = 15.758x - 0.0646$ where y is Salinity and x is reflectance value with wavelength **Rrs_667**.

Acknowledgment

We would like to thank LPPM UPN Veteran Jawa Timur that has supported this research through grant scheme Batch SK Rektor Nomor: SKEP/103/LPPM/2020 thus this research could be done at its best and result in beneficial outcome. We also thank our students who have contributed as field surveyor.

Reference

1. Murray R. Spiegel Larry J Stephens, Edisi Ketiga , Statistik, Penerbit Erlangga.
2. Agresti, A. dan B. Finlay. 2009. Statistical Methods for the Social Sciences, 4th Edition. United States of America: Prentice Hall.
3. Field, A. 2009. Discovering Statistics Using SPSS, 3rd Edition. London: Sage.
4. Gio, P.U. 2013. Aplikasi Statistika dalam SPSS. Medan: USUpress.
5. Gujarati, D.N. 2003. Basic Econometrics, 4th Edition. New York: McGraw-Hill.
6. Hair, J.F Jr., R.E. Anderson, B.J. Babin, dan W.C. Black. 2010. Multivariate Data Analysis, 7th Edition. Pearson Prentice Hall.
7. Johnson, R.A. dan D.W. Wichern. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edition. United States of America: Prentice Hall.
8. Malhotra, N.K. dan D.F. Birks. 2006. Marketing Research, An Applied Approach, 2nd European Edition. London: Prentice Hall.
9. Montgomery, D.C. dan G.C. Runger. 2011. Applied Statistics and Probability for Engineers, 5th Edition. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

10. Stevens, J.P. 2009. *Applied Multivariate Statistics For The Social Science*, 5th Edition. New York: Routledge.
11. Supranto, J. 2004. *Ekonometri, Buku Kedua*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
12. Supranto, J. 2005. *Ekonometri, Buku Kesatu*. Jakarta: Ghalia Indonesia.