

## Identifikasi dan Pemetaan Konsentrasi Salinitas dan Suhu Permukaan Laut di Pesisir Kabupaten Probolinggo dengan Data Citra Satelit Landsat-8

Indra Yoganata\*, Siti Zainab

Program Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik & Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"

20035010037@student.upnjatim.ac.id, siti.st@upnjatim.ac.id

### ABSTRACT

*The coastal area of Probolinggo City is flowed by six rivers, namely the Kedunggaleng River, Umbul River, Banger River, Legundi River, Kasbah River and Pancur River. With an average flow length reaching 3.80 km. The river flows throughout the year from the south to the north according to the slope of the coastal area of Probolinggo City. These activities can result in interactions between fresh water and sea water. This interaction influences the distribution pattern of salinity and sea surface temperature in the Probolinggo Coastal waters. Salinity and sea surface temperature are one of the biggest factors causing corrosion in the sea which can damage building structures around the sea. Based on this background, research is needed to monitor the distribution of salinity and sea surface temperature values for 2020 to 2024 on the Probolinggo Coast using Landsat-8 satellite imagery. In this research, direct sample collection and measurement were used, for measuring salinity values a Refractometer was used for sea surface temperature using an Infrared Thermometer. After data collection, regression and ANOVA tests were carried out on the data with the aim of finding out whether there were differences in in-situ data with sensor data from Landsat-8 satellite imagery. The results of the algorithm modeling were obtained, the algorithm model for processing image salinity was the Band\_3 wavelength with the Logarithmic equation with  $y = 10.534\ln(x) + 58.369$  and the degree of determination value  $R^2 = 0.2499$ . Meanwhile, for sea surface temperature, the Exponential equation is  $y = 25.637e^{3.1286x}$  and the degree of determination  $R^2 = 0.0847$ . The analysis results from the ANOVA test for the H1 salinity value are accepted, meaning there is a significant difference between the in situ salinity value and the Landsat-8 satellite image salinity value from 2020 to 2024. Meanwhile, for the H1 sea surface temperature, it is accepted, meaning there is a significant difference between in situ SST and Satellite image SST from 2020 to 2024.*

**Keywords:** Landsat-8, Salinity, Sea Surface Temperature, remote sensing, mathematical models.

### ABSTRAK

Wilayah pesisir Kota Probolinggo di aliri oleh enam sungai, yaitu Sungai Kedunggaleng, Sungai Umbul, Sungai Banger, Sungai Legundi, Sungai Kasbah dan Sungai Pancur. Dengan rata-rata panjang aliran mencapai 3,80 Km. Sungai tersebut mengalir sepanjang tahun dari arah selatan menuju arah utara sesuai dengan kemiringan wilayah pesisir Kota Probolinggo. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat mengakibatkan adanya interaksi antara air tawar dan air laut. Interaksi ini berpengaruh terhadap pola penyebaran salinitas dan suhu permukaan air laut di wilayah perairan Pesisir Probolinggo. Salinitas dan Suhu Permukaan Laut merupakan salah satu faktor terbesar penyebab terjadinya korosi di laut yang dapat merusak struktur bangunan yang berada di sekitar laut. Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan penelitian untuk memantau persebaran nilai salinitas dan suhu

permukaan laut untuk tahun 2020 sampai tahun 2024 di Pesisir Probolinggo menggunakan citra satelit *Landsat-8*. Dalam penelitian ini digunakan pengambilan maupun pengukuran sampel secara langsung, untuk pengukuran nilai salinitas digunakan alat *Refractometer* untuk suhu permukaan laut menggunakan Termometer Inframerah. Setelah pengumpulan data selanjutnya dilakukan regresi dan uji ANOVA pada data yang bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan pada data in-situ dengan data sensor milik citra satelit *Landsat-8*. Hasil permodelan algoritma didapatkan, model algoritma untuk mengolah salinitas citra adalah panjang gelombang Band\_3 dengan persamaan *Logarithmic* dengan  $y = 10,534\ln(x) + 58,369$  dan nilai derajat determinasi  $R^2 = 0,2499$ . Sedangkan untuk suhu permukaan laut dengan persamaan *Exponential* dengan  $y = 25,637e^{3,1286x}$  dan nilai derajat determinasi  $R^2 = 0,0847$ . Hasil analisis dari uji ANOVA untuk nilai salinitas  $H_1$  diterima maka artinya ada perbedaan yang signifikan antara Nilai Salinitas insitu dengan Nilai Salinitas citra satelit *Landsat-8* tahun 2020 sampai 2024. Sedangkan untuk suhu permukaan laut  $H_1$  diterima maka artinya ada perbedaan yang signifikan antara SPL insitu dengan SPL citra satelit tahun 2020 sampai 2024.

**Kata kunci:** Landsat-8, Salinitas, Suhu Permukaan Laut, penginderaan jauh, model matematis.

## PENDAHULUAN

Probolinggo merupakan sebuah kawasan dengan potensi kelautan dan pesisir yang besar. Hal ini dibuktikan dengan kondisi geografis daerah yang memiliki panjang garis pantai yang dimiliki Kota Probolinggo adalah sepanjang 7,62 km. Wilayah pesisir Kota Probolinggo di aliri oleh enam sungai, yaitu Sungai Kedunggaleng, Sungai Umbul, Sungai Banger, Sungai Legundi, Sungai Kasbah dan Sungai Pancur. Dengan rata-rata panjang aliran mencapai 3,80 Km.

Untuk memaksimalkan potensi tersebut perlu diketahui bagaimana kualitas air laut pada suatu wilayah. Kualitas air suatu perairan dapat diketahui melalui pengukuran parameter kimia dan fisika. Salinitas merupakan salah satu parameter oseanografi yang menentukan karakteristik dari suatu perairan. Adapun parameter fisika antara lain yaitu suhu, suhu merupakan ukuran intensitas panas atau dinginnya suatu benda atau lingkungan. Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu faktor penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme-organisme yang berada di laut. Analisis Salinitas dan Suhu Permukaan Laut dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan teknologi Penginderaan Jauh.

Dengan teknologi penginderaan jauh faktor-faktor lingkungan laut yang mempengaruhi distribusi, migrasi dan kelimpahan ikan dapat diperoleh secara berkala, cepat dan dengan cakupan area yang luas. Instrumen yang digunakan dalam penginderaan jauh adalah satelit. Satelit *Landsat-8* merupakan salah satu satelit yang digunakan untuk mengamati permukaan bumi. Satelit *Landsat-8* memiliki kemampuan untuk mengamati potensi sumber daya alam dan memantau kondisi lingkungan. Hasil pemetaan menggunakan satelit *Landsat-8* dapat digunakan sebagai salah satu parameter pemantauan kondisi Laut Probolinggo.

Salinitas dan suhu permukaan laut merupakan salah satu faktor terbesar penyebab terjadinya korosi yang akan merusak struktur bangunan yang berada

disekitar laut, sehingga perlu dilakukannya penelitian untuk mengetahui bagaimana distribusi salinitas dan suhu permukaan air laut, sedangkan pada bidang Teknik Sipil digunakan sebagai basis data dalam memahami perubahan iklim global dan perubahan suhu air laut yang mempengaruhi erosi pantai, agar kedepannya dapat memodelkan perubahan garis pantai dan merancang perencanaan dan pembangunan infrastruktur bangunan air sesuai dengan kebutuhan masyarakat sekitar.

Pemetaan pola sebaran nilai salinitas dan suhu pada penelitian ini didapatkan melalui penelitian primer dan sekunder dimana pada penelitian primer peneliti mengambil sebanyak 20 sampel di masing-masing titik lokasi yang berbeda dimana masing-masing sampel berupa suhu permukaan laut, kadar salinitas air laut, dan titik koordinat lokasi pengambilan sampel. Sedangkan pada penelitian sekunder pengambilan data nilai salinitas dan suhu permukaan laut didapat dari citra satelit landsat-8 menggunakan sensor band 2, band 3, dan band 4.

## METODE PENELITIAN



**Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian**

Sumber: (Google Earth)

## Identifikasi Permasalahan

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan melakukan pemetaan terhadap konsentrasi salinitas dan suhu permukaan laut di perairan Pesisir Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Dengan mengidentifikasi konsentrasi salinitas dan suhu permukaan laut pada Pesisir Kabupaten Probolinggo diharapkan dapat mengetahui kondisi kualitas dan kesuburan perairan tersebut, yang kemudian akan dipetakan agar kelak dapat bermanfaat bagi masyarakat untuk mendapatkan basis data yang bisa digunakan untuk meneliti tentang daerah tangkapan ikan, fitoplankton, dan acuan untuk perencanaan fasilitas bangunan kelautan yang dapat menunjang masyarakat di sekitarnya.

## Diagram Alir Penelitian

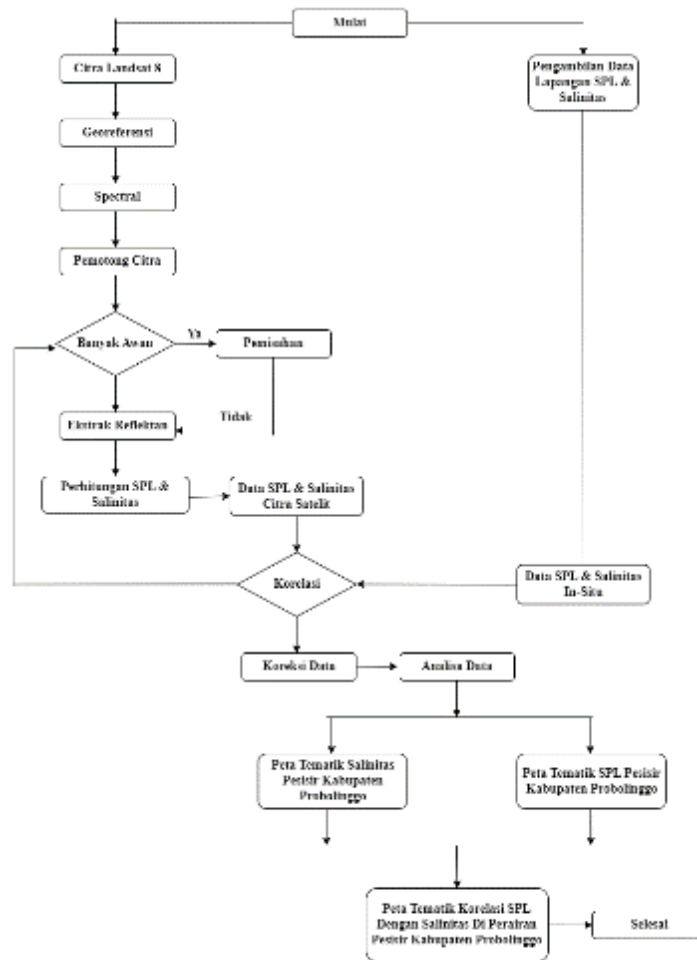
Pada penelitian ini terdapat diagram alir penelitian sebagai berikut:



**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian**

## Diagram Alir Pengolahan Data SIG

Pada penelitian ini terdapat diagram alir pengolahan data SIG sebagai berikut:

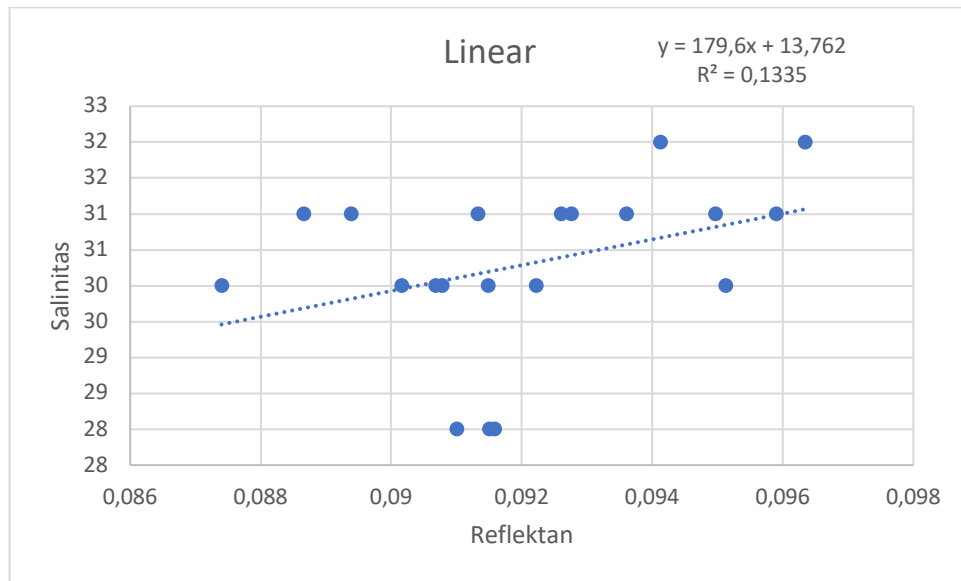


Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data SIG

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data Konsentrasi Salinitas Citra Satelit Landsat-8 Tahun 2024

Dari semua persamaan yang telah dilakukan pada nilai reflektan panjang gelombang Citra Satelit Landsat 8 untuk Band 2, Band 3, Band 4 dengan 4 persamaan *scatter* yaitu *Linear*, *Exponential*, *Logarithmic*, dan *Power* maka telah didapat nilai determinasi  $R^2$ , hasil grafik *scatter* ditunjukkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Scatter Salinitas Persamaan Linear Band 2

Sumber: (Grafik Scatter Pada Microsoft Excel)

Dari semua persamaan yang sudah dilakukan pada nilai reflektan Panjang gelombang citra satelit Landsat 8 untuk Band 2, Band 3, dan Band 3 dengan empat metode persamaan *scatter*, maka didapat nilai derajat determinasi ( $R^2$ ) yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengolahan Data Salinitas Pada Band 2, Band 3, Band 4, Bulan Juni 2024

No	Band	Jenis Persamaan	Model Algoritma	Derajat Determinasi
1	Band 2	Linear	$y = 179,6x + 13,762$	$R^2 = 0,1335$
2	Band 2	Exponential	$y = 17,593e^{5,8965x}$	$R^2 = 0,1355$
3	Band 2	Logarithmic	$y = 16,309\ln(x) + 69,204$	$R^2 = 0,1297$
4	Band 2	Power	$y = 108,56x^{0,5353}$	$R^2 = 0,1317$
5	Band 3	Linear	$y = 149,58x + 19,869$	$R^2 = 0,2475$
6	Band 3	Exponential	$y = 21,441e^{4,9487x}$	$R^2 = 0,2483$
7	Band 3	<b>Logarithmic</b>	<b><math>y = 10,534\ln(x) + 58,369</math></b>	<b><math>R^2 = 0,2499</math></b>
8	Band 3	Power	$y = 76,635x^{0,3485}$	$R^2 = 0,2459$
9	Band 4	Linear	$y = 195,71x + 20,154$	$R^2 = 0,2467$
10	Band 4	Exponential	$y = 21,637e^{6,4817x}$	$R^2 = 0,2472$
11	Band 4	Logarithmic	$y = 10,254\ln(x) + 60,663$	$R^2 = 0,2445$
12	Band 4	Power	$y = 82,773x^{0,3396}$	$R^2 = 0,2453$

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

Tabel 1 disajikan rekapitulasi hasil pengolahan data Salinitas dari ketiga Band 2, Band 3 dan Band 4 di atas dapat disimpulkan bahwa yang memiliki derajat

determinasi ( $R^2$ ) dari ketiga band citra satelit di atas yang terbesar terdapat pada citra satelit **Band 3** dengan model algoritma *Logarithmic* yaitu  $y = 10,534\ln(x) + 58,369$  dengan nilai  $R^2 = 0.2499$ .

**Tabel 2. Perbandingan Nilai Korelasi dengan Salinitas In-Situ dan Salinitas Citra**

	Salinitas (°C) In Situ	Linear	Exponential	Logarithmic	Power
Salinitas (°C) In Situ	1				
Linear	0,030059015	1			
Exponential	<b>0,030129931</b>	0,999991476	1		
Logarithmic	0,029696451	0,999925665	0,999866763	1	
Power	0,02983785	0,999968405	0,999927032	0,999990995	1

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

Tabel 2 di atas menunjukkan perbandingan nilai korelasi Salinitas insitu dengan Salinitas citra. Dapat dilihat bahwa nilai korelasi terbesar terdapat pada persamaan *Exponential* yaitu **0,030129931** yang dapat diartikan nilai korelasi **positif sangat rendah**, sehingga dapat disimpulkan bahwa model algoritma terbaik pada bulan Juni 2024 ada 2 yaitu pada citra satelit Landsat 8 band 3 persamaan *Logarithmic* melalui nilai  $R^2$  terbesar sesuai dengan yang tertera pada tabel 1 dengan model algoritma  $y = 10,534\ln(x) + 58,369$  dengan nilai  $R^2 = 0,2499$ , dan persamaan *Exponential* melalui metode validasi sesuai dengan yang tertera pada tabel 2 dengan model algoritma  $y = 21,441e^{4,9487x}$  dengan nilai  $R^2 = 0.2483$ .

Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa berpengaruh variabel antara Salinitas insitu dengan Salinitas data citra satelit. Pengolahan data tersebut ditunjukkan pada tabel berikut :

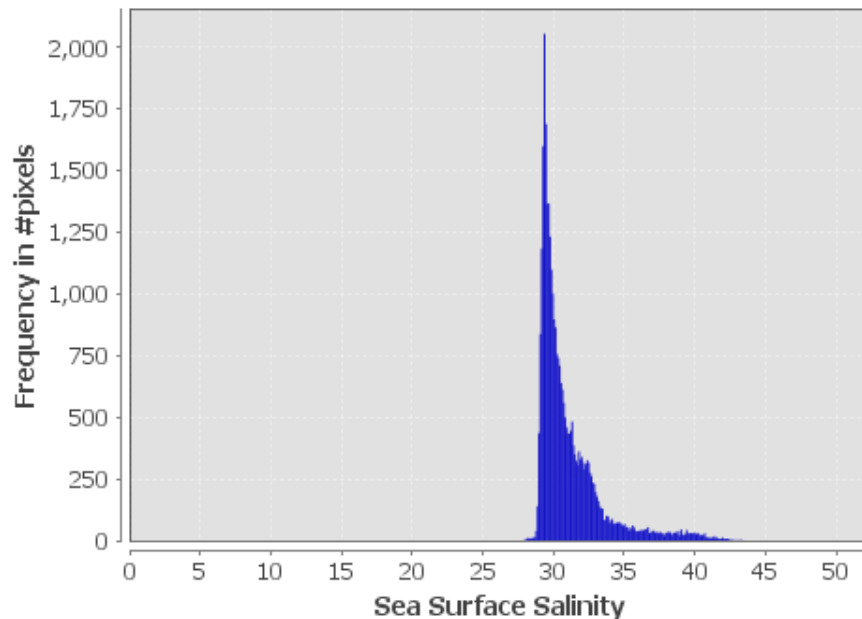
**Tabel 3. Uji T : Two-Sample Assuming Equal Variances**

	Salinitas In-Situ	Logarithmic
Mean	30,3	30,30086861
Variance	1,378947368	0,337683827
Observations	20	20
Pooled Variance	0,858315597	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	38	
t Stat	<b>-0,002964849</b>	
P(T<=t) one-tail	0,498824953	
t Critical one-tail	1,68595446	
P(T<=t) two-tail	0,997649906	
t Critical two-tail	2,024394164	

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

Hasil analisis pada uji t dengan persamaan *Logarithmic* menunjukkan nilai Salinitas Insitu yaitu **30,3** lebih kecil daripada nilai Salinitas Citra yaitu **30,30086861**. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwasanya  $t_{hitung} = -0,002964849$  lebih besar daripada  $t_{critical} = -2,024394164$  sehingga  $H_0$  diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara dua variabel tersebut.

## Histogram for Sea Surface Salinity

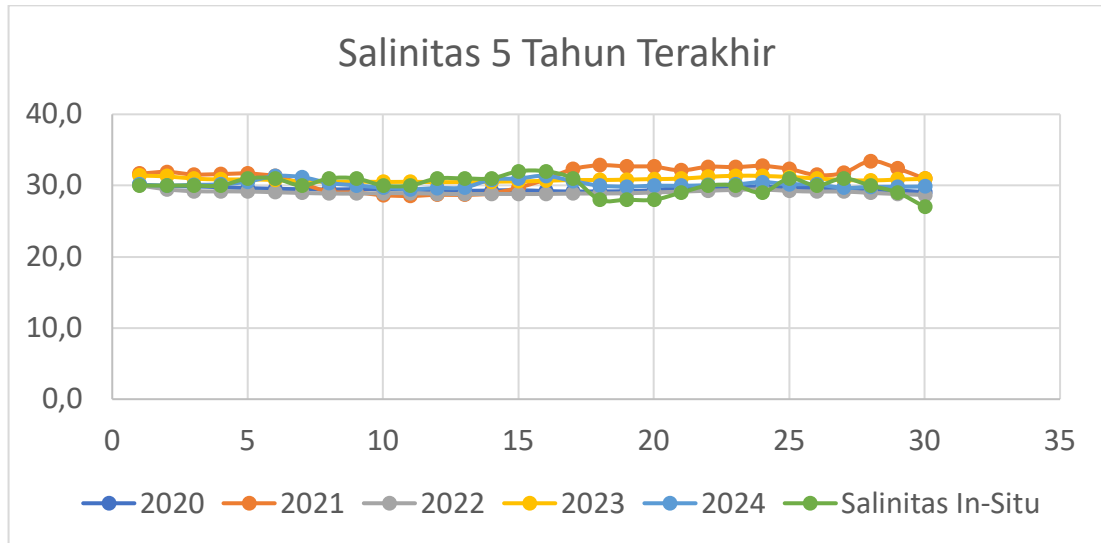


**Gambar 5. Histogram Sea Surface Salinity**  
Sumber (Aplikasi SeaDAS)

### Perhitungan Model Algoritma

Model algoritma terbaik akan digunakan untuk perhitungan data nilai salinitas di Microsoft Excel, sumbu x sebagai hasil reflektan yang didapat dari pengolahan data citra sebelumnya dan sumbu y sebagai data nilai salinitas dari citra satelit Landsat-8.

Grafik *line* dari tabel 3 hasil pengolahan data nilai salinitas dengan model matematis dapat ditunjukkan pada gambar 6 Sebagai berikut :



**Gambar 6. Grafik Line Hasil Pengolahan Data Nilai Salinitas**  
Sumber (Grafik Line Pada Microsoft Excel)

**Tabel 4. ANOVA: Two-Factor Without Replication untuk Salinitas**

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
Row 1	6	183,3389623	30,55649372	0,572548378
Row 2	6	182,5713492	30,4285582	0,902975305
Row 3	6	181,7205799	30,28676331	0,706145748
Row 4	6	181,5685599	30,26142666	0,733115845
Row 5	6	182,8884668	30,48141113	0,866585275
Row 6	6	183,0319408	30,50532347	0,934222346
Row 7	6	180,486933	30,08115549	0,626554243
Row 8	6	179,3621391	29,89368984	0,726024326
Row 9	6	178,9658691	29,82764485	0,722884781
Row 10	6	177,2775589	29,54625981	0,465408221
Row 11	6	176,9008535	29,48347559	0,515748164
Row 12	6	178,0144915	29,66908192	0,828107312
Row 13	6	177,9501444	29,6583574	0,870222829
Row 14	6	179,382258	29,897043	1,013208107
Row 15	6	181,4299961	30,23833268	1,38188659
Row 16	6	182,9347089	30,48911814	1,524621226
Row 17	6	182,7321716	30,45536194	1,60578276
Row 18	6	179,6722333	29,94537221	2,918265135
Row 19	6	179,4976215	29,91627024	2,752511083
Row 20	6	179,9186431	29,98644051	2,630470093
Row 21	6	180,9034661	30,15057768	1,42784141
Row 22	6	182,9312044	30,48853406	1,517096933
Row 23	6	183,3132471	30,55220784	1,440966157

Row 24	6	182,8896463	30,48160771	1,912773598
Row 25	6	183,673422	30,612237	1,250427213
Row 26	6	181,4554468	30,24257447	0,740267199
Row 27	6	181,9948099	30,33246831	1,010181837

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

**Tabel 5. ANOVA: Two-Factor Without Replication untuk Salinitas (Lanjutan)**

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
Row 28	6	182,359448	30,39324133	2,561007281
Row 29	6	180,1929445	30,03215741	1,883513933
Row 30	6	176,5105687	29,41842812	2,272170286
Salinitas In-Situ	30	902	30,06666667	1,443678161
2024	30	885,5612364	29,51870788	0,068684071
2023	30	935,127429	31,1709143	2,369272633
2022	30	871,730844	29,0576948	0,076985712
2021	30	925,2697245	30,84232415	0,080031702
2020	30	906,1804505	30,20601502	0,257393314

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

**Tabel 6. ANOVA untuk Salinitas**

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	21,7101938	29	0,748627373	<b>1,055172137</b>	0,400846871	<b>1,545812257</b>
Columns	93,69253971	5	18,73850794	<b>26,41147277</b>	6,57E-19	<b>2,276603348</b>
Error	102,8751284	145	0,709483644			
Total	218,2778619	179				

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

Data analisis dengan metode ANOVA pada bulan Juni 2020-2024 selanjutnya dilakukan uji F untuk menguji bagaimana pengaruh variabel bebas yaitu Nilai Salinitas Insitu dengan variabel terikat yaitu nilai salinitas berdasarkan Citra Satelit Landsat-8.

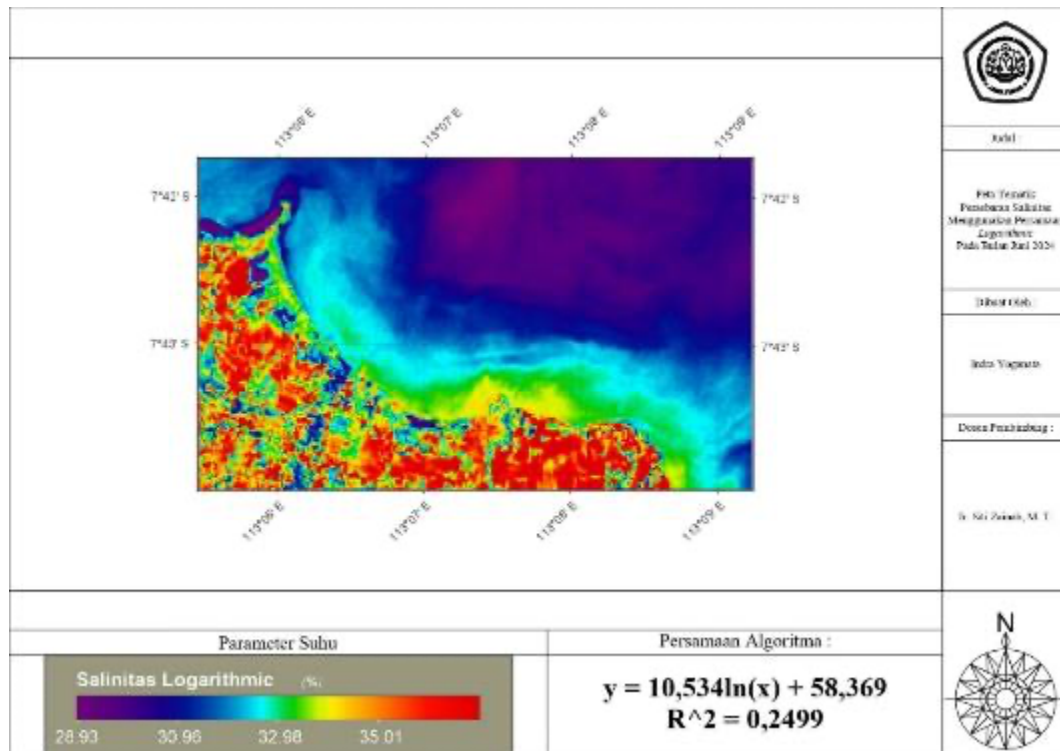
Pengolahan data *rows* atau baris adalah data koordinat dibandingkan dengan data Nilai Salinitas insitu, menunjukkan  $F_{hitung}$  lebih kecil dari  $F_{crit}$  dengan nilai  $1,055172137 < 1,545812257$  artinya  $H_0$  diterima, sedangkan nilai  $P_{-value}$  lebih besar daripada nilai  $\alpha$  yaitu  $0,400846871 > 0.05$  yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan antara titik koordinat pengambilan sampel Nilai Salinitas insitu.

Pada data *columns* atau kolom menunjukkan  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{crit}$  dengan nilai  $26,41147277 > 2,276603348$  sehingga  $H_1$  diterima maka artinya ada perbedaan Nilai Salinitas insitu dengan Nilai Salinitas citra satelit Landsat 8,  $P_{-value}$  lebih kecil daripada nilai  $\alpha$  yaitu  $6,57E-19 < 0.05$  artinya ada perbedaan antara Nilai

Salinitas Insitu dengan Nilai Salinitas Citra Satelit tahun 2020 sampai 2024, Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi cuaca setiap tahunnya yang tidak stabil sehingga menyebabkan perbedaan Nilai Salinitas setiap tahun.

### Pemetaan Nilai Salinitas

Dari hasil perhitungan dan analisa menggunakan aplikasi SeaDAS dan Microsoft Excel, menunjukkan bahwa data yang diambil langsung (insitu) dan data yang dihitung dari citra satelit Landsat 8 ada perbedaan dan didapatkan korelasi dengan hasil yang cukup baik. Selanjutnya, dilakukan pemetaan untuk Nilai Salinitas dengan cara memasukkan hasil persamaan *logarithmic* pada bulan Juni 2024 dengan model algoritma  $y = 10,534\ln(x) + 58,369$  dengan nilai  $R^2 = 0,2499$  pada panjang gelombang Band 3 ke Math Band di aplikasi SeaDAS sehingga didapatkan peta tematik Kadar Salinitas bulan Juni 2020 - 2024 yang ditunjukkan pada gambar berikut:

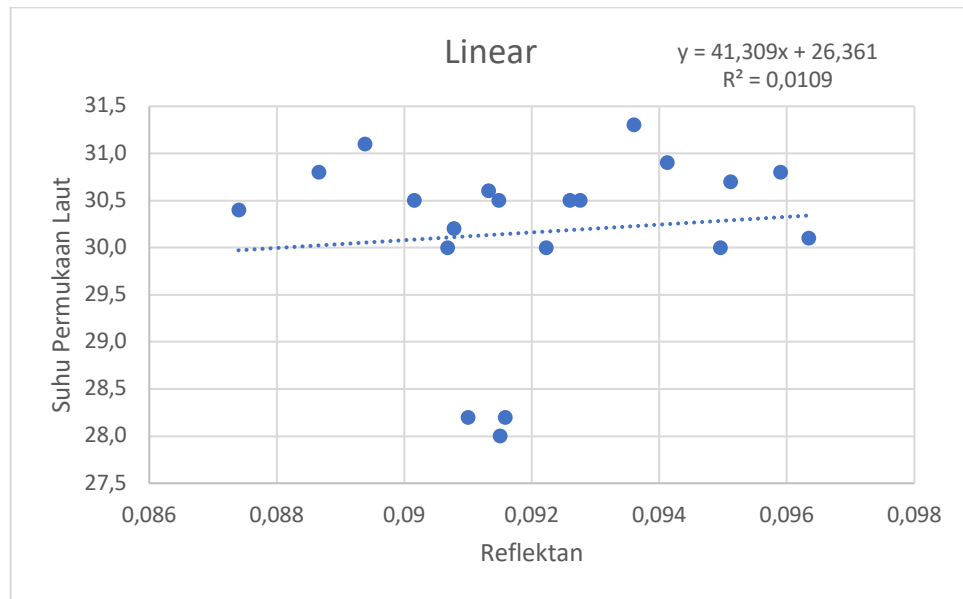


**Gambar 7. Peta Tematik Kadar Salinitas di Pesisir Kabupaten Probolinggo Juni 2024**

Sumber (Data Landsat-8, Aplikasi SeaDAS, dan Aplikasi AutoCAD)

### Pengolahan Data Suhu Permukaan Laut Citra Satelit Landsat-8 Tahun 2024

Dari semua persamaan yang telah dilakukan pada nilai reflektan panjang gelombang Citra Satelit Landsat 8 untuk Band 2, Band 3, Band 4 dengan 4 persamaan scatter yaitu *Linear*, *Exponential*, *Logarithmic*, dan *Power* maka telah didapat nilai determinasi  $R^2$ , hasil grafik *scatter* ditunjukkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik scatter SPL Persamaan Linear Band 2

Sumber (Grafik Scatter Pada Microsoft Excel)

Dari semua persamaan yang sudah dilakukan pada nilai reflektan Panjang gelombang citra satelit Landsat 8 untuk Band 2, Band 3, dan Band 3 dengan empat metode persamaan scatter, maka didapat nilai derajat determinasi ( $R^2$ ) yang ditunjukkan pada tabel 7

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengolahan Data Suhu Permukaan Laut Pada Band 2, Band 3, Band 4, Bulan Juni 2024

No	Band	Jenis Persamaan	Model Algoritma	Derajat Determinasi
1	Band 2	Linear	$y = 41,309x + 26,361$	$R^2 = 0,0109$
2	Band 2	Exponential	$y = 26,48e^{1,4099x}$	$R^2 = 0,011$
3	Band 2	Logarithmic	$y = 3,6458\ln(x)+38,862$	$R^2 = 0,01$
4	Band 2	Power	$y = 40,571x^{0,1244}$	$R^2 = 0,0101$
5	Band 3	Linear	$y = 70,166x+25,272$	$R^2 = 0,084$
6	Band 3	Exponential	$y = 25,546e^{2,3762x}$	$R^2 = 0,0843$
7	Band 3	Logarithmic	$y = 4,9117\ln(x)+43,252$	$R^2 = 0,0821$
8	Band 3	Power	$y = 46,967x^{0,1663}$	$R^2 = 0,0825$
9	Band 4	Linear	$y = 92,236x+25,383$	$R^2 = 0,0845$
10	Band 4	<b>Exponential</b>	<b><math>y = 25,637e^{3,1286x}</math></b>	<b><math>R^2 = 0,0847</math></b>
11	Band 4	Logarithmic	$y = 4,8134\ln(x)+44,418$	$R^2 = 0,0831$
12	Band 4	Power	$y = 48,896x^{0,1633}$	$R^2 = 0,0833$

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

Tabel 7 disajikan rekapitulasi hasil pengolahan data Suhu Permukaan Laut dari ketiga Band 2, Band 3 dan Band 4 di atas dapat disimpulkan bahwa yang memiliki

derajat determinasi ( $R^2$ ) dari ketiga band citra satelit di atas yang terbesar terdapat pada citra satelit **Band 4** dengan model algoritma *Exponential* yaitu  $y = 25,637e^3,1286x$  dengan nilai  $R^2 = 0,0847$ .

**Tabel 8. Perbandingan Nilai Korelasi dengan Suhu Permukaan Laut In-Situ dan Suhu Permukaan Laut Citra**

	<i>SPL (°C) In Situ</i>	<i>Linear</i>	<i>Exponential</i>	<i>Logarithmic</i>	<i>Power</i>
<i>SPL (°C) In Situ</i>	1				
<i>Linear</i>	-0,625474266	1			
<i>Exponential</i>	<b>-0,625606256</b>	0,99999406	1		
<i>Logarithmic</i>	-0,624623844	0,99978594	0,99970869	1	
<i>Power</i>	-0,62477375	0,99984977	0,99978409	0,99999436	1

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

Tabel 8 di atas menunjukkan perbandingan nilai korelasi Suhu Permukaan Laut insitu dengan Suhu Permukaan Laut citra. Dapat dilihat bahwa nilai korelasi terbesar terdapat pada persamaan *Exponential* yaitu **-0,625606256** yang dapat diartikan nilai korelasi **negatif cukup kuat**, sehingga dapat disimpulkan bahwa model algoritma terbaik pada bulan Juni 2024 yaitu pada citra satelit Landsat 8 band 4 persamaan *Exponential* dengan model algoritma  $y = 25,637e^3,1286x$  dengan nilai  $R^2 = 0,0847$ .

Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa berpengaruh variabel antara Suhu Permukaan Laut insitu dengan Suhu Permukaan Laut data citra satelit. Pengolahan data tersebut ditunjukkan pada tabel berikut :

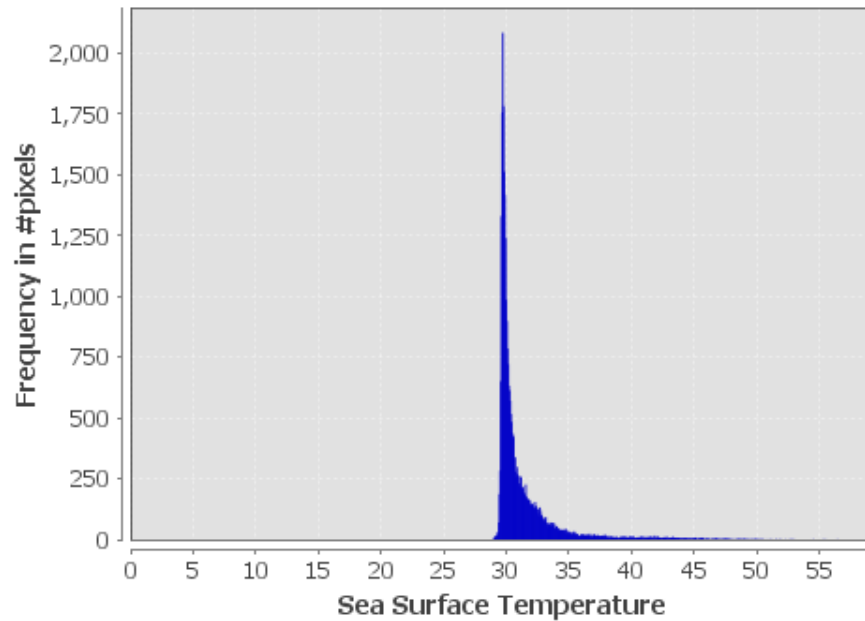
**Tabel 9. Uji T : Two-Sample Assuming Equal Variances**

	<i>In-Situ</i>	<i>Exponential</i>
Mean	29,75666667	30,14685969
Variance	1,079091954	0,065696475
Observations	30	30
Pooled Variance	0,572394214	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	58	
t Stat	<b>-1,997457354</b>	
P(T<=t) one-tail	0,025236796	
t Critical one-tail	1,671552762	
P(T<=t) two-tail	0,050473592	
t Critical two-tail	2,001717484	

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

Hasil analisis pada uji t dengan persamaan *Exponential* menunjukkan nilai Suhu Permukaan Laut Insitu yaitu **29,75666667** lebih kecil daripada nilai Suhu Permukaan Laut Citra yaitu **30,14685969**. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwasanya  $t_{hitung} = -1,997457354$  lebih besar daripada  $t_{critical} = -2,001717484$  sehingga  $H_0$  diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara dua variabel tersebut.

## Histogram for Sea Surface Temperature



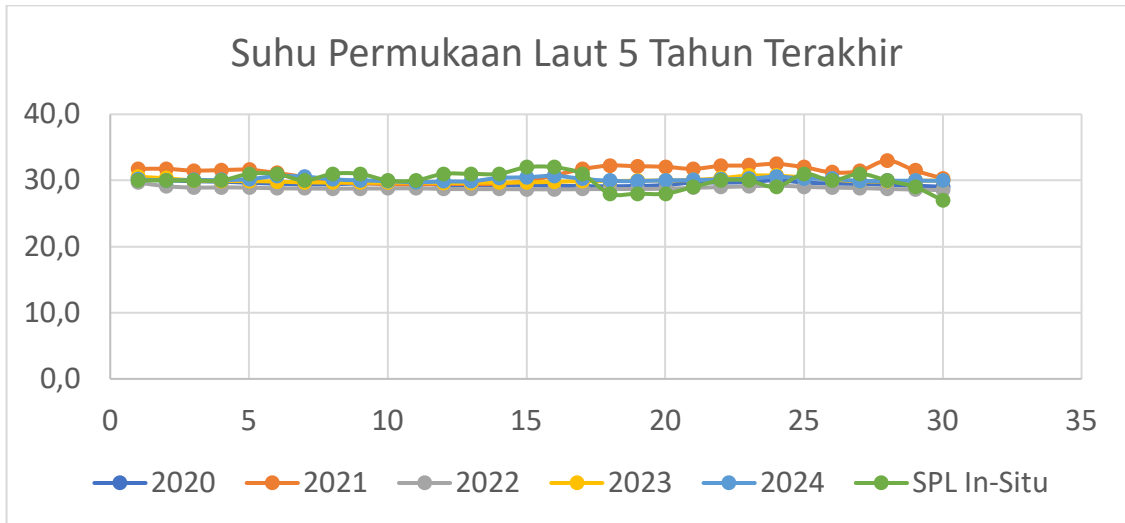
**Gambar 9. Histogram Sea Surface Salinity**

Sumber (Aplikasi SeaDAS)

### Perhitungan Model Algoritma

Model algoritma terbaik akan digunakan untuk perhitungan data nilai suhu permukaan laut di Microsoft Excel, sumbu x sebagai hasil reflektan yang didapat dari pengolahan data citra sebelumnya dan sumbu y sebagai data nilai suhu permukaan laut dari citra satelit landsat-8.

Grafik line dari tabel 9 hasil pengolahan data nilai suhu permukaan laut dengan model matematis dapat ditunjukkan pada gambar 10 Sebagai berikut :



**Gambar 10. Grafik Line Hasil Pengolahan Data Nilai Suhu Permukaan Laut**  
Sumber (Grafik Line Pada Microsoft Excel)

**Tabel 10. ANOVA: Two-Factor Without Replication untuk Suhu Permukaan Laut**

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
Row 1	6	182,4856561	30,41427602	0,505421561
Row 2	6	181,3010575	30,21684292	0,741219725
Row 3	6	180,3949523	30,06582538	0,674283868
Row 4	6	180,3159659	30,05266099	0,72270845
Row 5	6	181,3048025	30,21746708	0,9387538
Row 6	6	180,9485797	30,15809662	0,845133548
Row 7	6	178,9945218	29,83242031	0,47104369
Row 8	6	178,7781592	29,79635987	0,563337808
Row 9	6	178,6520856	29,77534759	0,527069405
Row 10	6	177,3321124	29,55535206	0,184781852
Row 11	6	177,2436865	29,54061442	0,166720168
Row 12	6	177,9829249	29,66382082	0,573642795
Row 13	6	177,9659212	29,66098687	0,591673726
Row 14	6	178,539787	29,75663117	0,674850804
Row 15	6	180,0450194	30,00750323	1,326919313

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

**Tabel 11. ANOVA: Two-Factor Without Replication untuk Suhu Permukaan Laut (Lanjutan)**

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
Row 16	6	181,1324893	30,18874821	1,473773558
Row 17	6	180,6899762	30,11499603	1,278707352
Row 18	6	177,9455084	29,65758474	2,166951429
Row 19	6	177,9160808	29,65268013	2,052183767

Row 20	6	178,1545172	29,69241954	1,945758827
Row 21	6	179,4379522	29,90632536	1,077760115
Row 22	6	181,407857	30,23464283	1,154691289
Row 23	6	182,1352267	30,35587112	1,177311091
Row 24	6	182,0375774	30,33959624	1,604334086
Row 25	6	182,4855747	30,41426245	1,056115379
Row 26	6	180,0652058	30,01086763	0,590142572
Row 27	6	180,5772471	30,09620785	0,919116086
Row 28	6	180,8881468	30,14802447	2,205187672
Row 29	6	178,2469222	29,70782036	1,048627551
Row 30	6	174,8267837	29,13779729	1,535711797
Salinitas In-Situ	30	902	30,06666667	1,443678161
2024	30	885,3766428	29,51255476	0,095286249
2023	30	933,5374483	31,11791494	1,210988329
2022	30	865,5797416	28,85265805	0,051403215
2021	30	899,3326741	29,9777558	0,100518577
2020	30	904,4057908	30,14685969	0,065696475

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

**Tabel 12. ANOVA Untuk Suhu Permukaan Laut**

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	16,46696662	29	0,567826435	<b>1,183097655</b>	0,255542657	<b>1,545812257</b>
Columns	84,37707288	5	16,87541458	<b>35,16085583</b>	1,95E-23	<b>2,276603348</b>
Error	69,59259255	145	0,479948914			
Total	170,436632	179				

Sumber (Pengolahan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel)

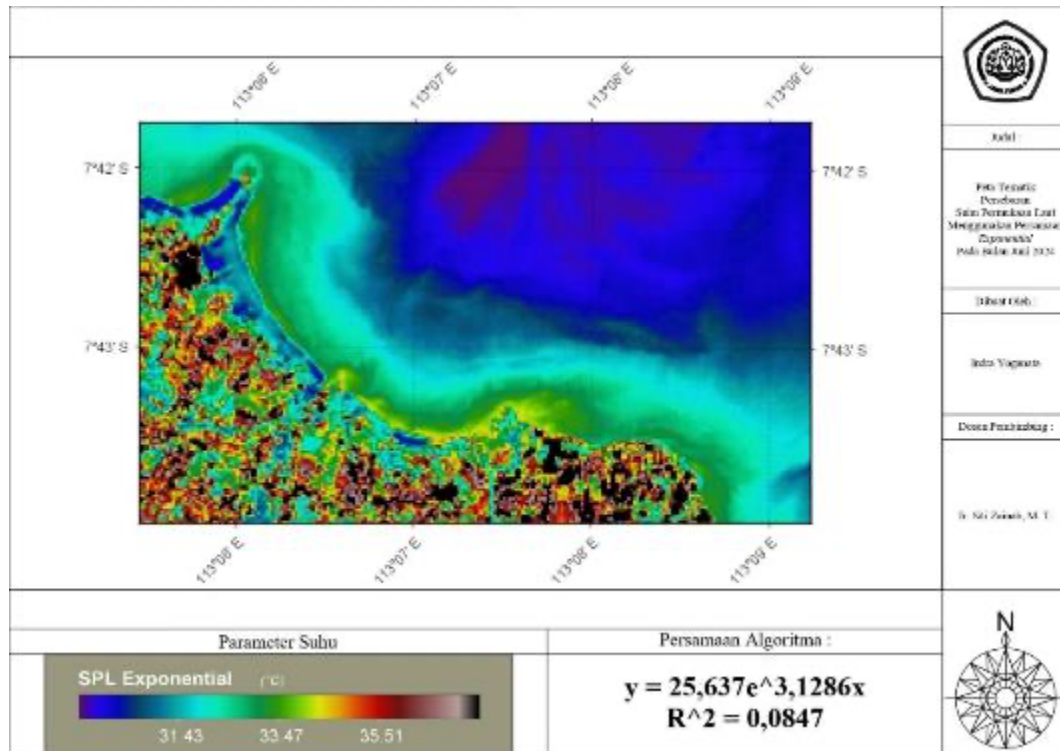
Data analisis dengan metode ANOVA pada bulan Juni 2020-2024 selanjutnya dilakukan uji F untuk menguji bagaimana pengaruh variabel bebas yaitu Nilai Suhu Permukaan Laut Insitu dengan variabel terikat yaitu Nilai Suhu Permukaan Laut berdasarkan Citra Satelit Landsat-8.

Pengolahan data *rows* atau baris adalah data koordinat dibandingkan dengan data Nilai Suhu Permukaan Laut insitu, menunjukkan  $F_{hitung}$  lebih kecil dari  $F_{crit}$  dengan nilai  $1,183097655 < 1,545812257$  artinya  $H_0$  diterima, sedangkan nilai  $P_{value}$  lebih besar daripada nilai  $\alpha$  yaitu  $0,255542657 > 0,05$  yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan antara titik koordinat pengambilan sampel Nilai Suhu Permukaan Laut insitu.

Pada data *columns* atau kolom menunjukkan  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{crit}$  dengan nilai  $35,16085583 > 2,276603348$  sehingga  $H_1$  diterima maka artinya ada perbedaan Nilai Suhu Permukaan Laut insitu dengan Nilai Suhu Permukaan Laut citra

satelit Landsat 8,  $P\text{-value}$  lebih kecil daripada nilai  $\alpha$  yaitu  $1,95E-23 < 0.05$  artinya ada perbedaan antara Nilai Suhu Permukaan Laut Insitu dengan Nilai Suhu Permukaan Laut Citra Satelit tahun 2020 sampai 2024, Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi cuaca setiap tahunnya yang tidak stabil sehingga menyebabkan perbedaan Nilai Suhu Permukaan Laut setiap tahun.

## Pemetaan Suhu Permukaan Laut



**Gambar 11. Peta Tematik Suhu Permukaan Laut di Pesisir Kabupaten Probolinggo Juni 2024**

Sumber (Data Landsat-8, Aplikasi SeaDAS, dan Aplikasi AutoCAD)

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada Bab IV maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai kadar salinitas insitu berkisar diantara 27 ‰ – 32 ‰ dan untuk suhu permukaan laut insitu Perairan Pesisir Kabupaten Probolinggo berkisar diantara 27,8 °C – 31,3 °C.
2. Setelah dilakukan uji ANOVA didapatkan kadar salinitas Perairan Pesisir Kabupaten Probolinggo untuk tahun 2020 sampai tahun 2024 pada data *columns* menunjukkan  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{crit}$  dengan nilai  $26,41147277 > 2,276603348$  sehingga  $H_1$  diterima maka artinya terdapat perbedaan antara Nilai Salinitas insitu dengan Nilai Salinitas citra satelit Landsat-8,  $P\text{-value}$  lebih kecil daripada nilai  $\alpha$  yaitu  $6,57E-19 < 0.05$  artinya ada perbedaan yang

signifikan antara Nilai Salinitas insitu dengan Nilai Salinitas citra satelit tahun 2020 sampai 2024. Dan untuk uji ANOVA pada suhu permukaan laut Perairan Pesisir Kabupaten Probolinggo didapatkan pada data *columns* menunjukkan  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{crit}$  dengan nilai  $35,16085583 > 2,276603348$   $H_1$  diterima maka artinya ada perbedaan yang signifikan antara SPL insitu dengan SPL citra satelit,  $P\text{-value}$  lebih kecil daripada nilai  $\alpha$  yaitu  $1,95E-23 < 0.05$  artinya ada perbedaan antara suhu permukaan laut (SPL) insitu dengan suhu permukaan laut (SPL) citra satelit Landsat 8 tahun 2020 sampai 2024.

3. Peta tematik sebaran nilai kadar salinitas di Perairan Pesisir Kabupaten Probolinggo tahun 2020 sampai tahun 2024 ditampilkan dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 aplikasi SeaDAS dilampirkan pada Bab IV Gambar 4.18 halaman 65 sampai Gambar 4.22 halaman 69 dengan kisaran suhu 26,47 ‰ – 35,6 ‰.
4. Peta tematik sebaran suhu permukaan laut (SPL) di Perairan Pesisir Kabupaten Probolinggo tahun 2020 sampai tahun 2024 ditampilkan menggunakan citra satelit Landsat 8 aplikasi SeaDAS dilampirkan pada Bab IV Gambar 4.38 halaman 91 sampai Gambar 4.42 halaman 95 dengan kisaran suhu 28,03 °C – 35,59 °C.
5. Peta tematik korelasi antara suhu permukaan laut (SPL) dan nilai salinitas di Perairan Pesisir Kabupaten Probolinggo ditampilkan menggunakan citra satelit Landsat 8 aplikasi SeaDAS dilampirkan pada Bab IV Gambar 4.49 halaman 103 dengan nilai korelasi sebesar 18,65 – 18,66.

## SARAN

Adapun saran yang bisa penulis sampaikan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada pagi hari agar arus laut tidak terlalu tinggi seperti pada siang hari.
2. Melakukan kalibrasi ulang pada alat *Refractometer* setelah melakukan pengukuran kadar salinitas pada setiap sampel.
3. Melakukan kalibrasi ulang pada alat *Thermometer Gun* agar hasil data pengukuran suhu lebih akurat.
4. Saat pengambilan data di lapangan, sangat disarankan agar melapisi alat *Thermometer Gun* dengan plastik agar terhindar dari cipratan air

## DAFTAR PUSTAKA

- Alabia, I. D., Saitoh, S. I., Mugo, R., Igarashi, H., Ishikawa, Y., Usui, N., Kamachi, M., Awaji, T., & Seito, M. (2015). Seasonal potential fishing ground prediction of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the western and central North Pacific. *Fisheries Oceanography*, 24(2), 190–203. <https://doi.org/10.1111/fog.12102>
- Alory, G., Maes, C., Delcroix, T., Reul, N., & Illig, S. (2012). Seasonal dynamics of sea surface salinity off Panama: The far eastern Pacific Fresh Pool. *Journal of*

*Geophysical Research: Oceans*, 117(4).  
<https://doi.org/10.1029/2011JC007802>

Arief, D. (1984). *Pengukuran Salinitas Air Laut dan Peranannya Dalam Ilmu Kelautan*. 9.

Arief, M., Adawiah, S. W., Parwati, E., Hamzah, R., Prayogo dan Wawan Harsanugraha Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Jl Kalisari Lapan No, T. K., Rebo, P., & Timur, J. (2015). *PENGEMBANGAN MODEL EKSTRAKSI SUHU PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN DATA SATELIT LANDSAT 8 STUDI KASUS: TELUK LAMPUNG (DEVELOPMENT MODEL OF SEA SURFACE TEMPERATURE EXTRACTION USING LANDSAT-8 SATELLITE DATA, CASE STUDY: LAMPUNG BAY)*. <http://www.bing.com/im>

Azizah, A., & Wibisana, H. (2020). ANALISA TEMPORAL SEBARAN SUHU PERMUKAAN LAUT TAHUN 2018 HINGGA 2020 DENGAN DATA CITRA TERRA MODIS. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(3), 196–205. <https://doi.org/10.21107/jk.v13i3.7550>

Darmawan, A., Harianto, S. P., Santoso, T., & Winarno, G. D. (2018). *BUKU AJAR PENGINDERAAN JAUH UNTUK KEHUTANAN*.

I Patty, S., Huwae, R., & Kainama, F. (2020). Variasi Musiman Suhu, Salinitas dan Kekeruhan Air Laut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Variasi Musiman Suhu, Salinitas Dan Kekeruhan Air Laut Di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara*.

I Patty, S., Nurdiansah, D., & Akbar, N. (2020). Sebaran suhu, salinitas, kekeruhan dan kecerahan di perairan Laut Tumbak-Bentenan, Minahasa Tenggara. *Sebaran Suhu, Salinitas, Kekeruhan Dan Kecerahan Di Perairan Laut Tumbak-Bentenan, Minahasa Tenggara*, 77–87.

Juniarti, L., & Ishak Jumarang, M. (2017). Physics Communication Analisis kondisi suhu dan salinitas perairan barat Sumatera menggunakan data Argo Float. *Lita Juniarti Dkk/ Phys. Comm*, 1(1), 74. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/pc>

KAVAK, M. T. (2021). Long time SST and Chlorophyll-a Pigment concentration of Lake Van Using MODIS. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(1), 12–22. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.1.3>

Kurniawan, D. (2008). *REGRESI LINIER*. R Foundation for Statistical Computing.

Lillesand, T. M. (s), Kiefer, R. W. (s), & Chipman, J. W. (s). (n.d.). *REMOTE SENSING AND IMAGE INTERPRETATION Seventh Edition*.

Mandaya, I., & Harintaka. (2020). PEMANFAATAN TEKNOLOGI UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) UNTUK IDENTIFIKASI DAN KLASIFIKASI JENIS - JENIS KERUSAKAN JALAN. *Rekayasa Sipil*, 14.

- Nurgiantoro, & Hamdhana. (2019). Analisis Spasial Distribusi SSS Menggunakan Data Citra Landsat 8-OLI Sebagai Pedoman Dalam Mitigasi Korosi Laut (Studi Kasus: Perairan Teluk Kendari). In *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia Februari* (Vol. 01, Issue 01). <https://espa.cr.usgs.gov>.
- Rahman, A., Arfiah(s), & Mudin, Y. (2017). *MODEL DISTRIBUSI SALINITAS DAN TEMPERATUR AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE NUMERIK 2D DI MUARA SUNGAI TOAYA DAN MUARA SUNGAI PALU*. 16.
- Ria Maharani, W., Setiyono, H., Budi Setyawan, W., Ilmu Kelautan, J., Perikanan dan Ilmu Kelautan, F., Diponegoro Jl Soedharto, U. H., Penelitian Oseanografi -LIPI, P., Pasir Putih, J. I., Timur, A., & Utara, J. (2014). *STUDI DISTRIBUSI SUHU, SALINITAS DAN DENSITAS SECARA VERTIKAL DAN HORIZONTAL DI PERAIRAN PESISIR, PROBOLINGGO, JAWA TIMUR* (Vol. 3, Issue 2). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>
- Saputra, A. M., Muttaqin, A. D., Sawiji, A., Perdanawati, R. A., Kelautan, I., Sains, F., Teknologi, D., Sunan, U., Surabaya, A., & Yani, J. A. (2021). ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN PENGGUNAAN LAHAN DI KOTA PROBOLINGGO, JAWA TIMUR. In *Prosiding FIT ISI* (Vol. 1).
- Sugiyono. (2013). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF DAN R & D*.
- Sukojo, B. M., Pratomo, G., & Jaelani, L. M. (2009). *STUDI PERUBAHAN SUHU PERMUKAAN LAUT (STUDI KASUS: PEMBUANGAN LUMPUR LAPINDO DI SELAT MADURA) (Bangun) STUDI PERUBAHAN SUHU PERMUKAAN LAUT DALAM RANGKA PEMBUATAN SISTEM INFORMASI KELAUTAN (STUDI KASUS: PEMBUANGAN LUMPUR LAPINDO DI SELAT MADURA)*.
- Suntoyo, S., Eng, M., & Wahyudi, I. (2016). *STUDY THE DISTRIBUTION PATTERN OF SALINITY, TEMPERATURE, AND CURRENT IN ESTUARY RIVER WONOKROMO SURABAYA Ferdinandus Didit Prakoso NRP 4311 100 106*.
- Syah, A. F. (2010). PENGINDERAAN JAUH DAN APLIKASINYA DI WILAYAH PESISIR DAN LAUTAN. *KELAUTAN*, 3.
- Zainuddin, M. (2006). *APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN*.