

SISTEM CERDAS PENDUGAAN SALINITAS AIR LAUT BERDASARKAN CITRA LANDSAT MENGGUNAKAN METODE Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Miftahul Walid¹, Aang Kisnu Darmawan²

¹Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Madura

²Jurusan Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Islam Madura

Jl. PP. Miftahul Ulum Bettet, Pamekasan 69351, Madura

E-mail: ¹miftahulwalid@ft.uim.ac.id, ²aangdarmawan@ft.uim.ac.id

Masuk: 24 Oktober 2017; Direvisi: 23 November 2017; Diterima: 24 November 2017;

Abstract. *The purpose of this research is to predict the sea surface salinity, so that it can be used as refractory material for salt production. Salinity is the soluble salt content in water and the suitable the salinity standard in salt industry will give an impact on the quality of the salt produced. The method of this research is Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). The system in this research works by extracting landsat 8 image to produce some value variable which is used as dataset in ANFIS system such as red, green, blue, Longitude and Latitude value. Its dataset will be divided to training and testing data. Training data is used to train the ANFIS system while testing data is used to measure the prediction accuracy resulted by ANFIS. In order to know the level of accuracy by using Root Means Square Error (RMSE) method is used to measure the accuracy level. The system has been able to make predictions with error rate of 2,0267 in average.*

Keywords: *Salinity, Landsat Image, Smart System, ANFIS*

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi salinitas air laut yang bisa dijadikan sebagai bahan referensi untuk produksi garam. Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air, dengan salinitas yang sesuai standart dalam industri garam akan berdampak pada kualitas garam yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Sistem kerja dalam penelitian ini dengan mengekstraksi citra landsat 8 sehingga menghasilkan beberapa variabel yang dijadikan sebagai dataset dalam sistem ANFIS diantaranya adalah variabel red, green, blue, Longitude dan Latitude. Dataset tersebut akan dibagi menjadi data Training dan data Testing. Data Training digunakan untuk melatih sistem ANFIS sedangkan data Testing digunakan untuk mengukur akurasi prediksi yang dihasilkan oleh ANFIS. Pengukuran tingkat akurasi menggunakan metode Root Means Square Error (RMSE). Sistem yang dibuat telah mampu melakukan prediksi dengan tingkat error rata – rata 2,0267.*

Kata Kunci: *Salinitas, Citra Landsat, Sistem Cerdas, ANFIS*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar dari pada daratan. Hal ini bisa terlihat dengan adanya garis pantai di hampir setiap pulau di Indonesia kurang lebih 99.093 km telah bertambah dari sebelumnya yang kurang lebih 91.000 km (BIG, 2013) yang menjadikan Indonesia menempati urutan kedua setelah Kanada sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia. Kekuatan inilah yang merupakan potensi besar untuk memajukan perekonomian Indonesia.

Sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki potensi yang sangat besar. Namun, selama ini potensi tersebut belum termanfaatkan dengan baik dalam meningkatkan kesejahteraan bangsa pada umumnya, dan pemasukan devisa negara khususnya. Salah satu contoh

potensi di daerah pantai atau pesisir adalah industri garam. Terdapat beberapa faktor yang menghambat program swasembada garam nasional antara lain ketersediaan lahan yang kurang, SDM yang tidak kompeten dan teknologi pengolahan yang masih tradisional, selain hal tersebut perlu juga memperhatikan salinitas air laut, Jika salinitas air laut tidak sesuai dengan ketentuan (*Standart*) maka akan berpengaruh pada produksi garam. Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air.

beberapa alat untuk mengetahui salinitas air laut, salah satunya adalah *refraktometer*. *Refraktometer* merupakan alat pengukur salinitas yang cukup umum. Juga disebut sebagai pengukur indeks pembiasan pada cairan yg dapat digunakan untuk mengukur kadar garam. Alat ke dua adalah *salinometer*. *Salinometer* merupakan alat untuk mengukur salinitas dengan cara mengukur kepadatan dari air yang akan dihitung salinitasnya, bekerjanya berdasarkan daya hantar listrik, semakin besar salinitas semakin besar pula daya hantar listriknya. Alat ini digunakan di laboratorium, berbeda dengan *refraktometer* yang biasa digunakan di lapangan atau *outdoor*, namun penggunaan alat tersebut membutuhkan waktu, tenaga dan biaya yang kurang efisien karena memerlukan proses pengambilan data sampel air laut ke lapangan dan uji laboratorium. Untuk mengatasi hal tersebut, dalam penelitian ini peneliti mencoba untuk membuat sistem pendugaan salinitas air laut tanpa memerlukan proses pengambilan sampel ke lapangan dan uji laboratorium, yaitu dengan memanfaatkan citra *Landsat 8*. Penggunaan citra *Landsat* dalam mencari nilai salinitas telah banya dilakukan antara lain pemodelan salinitas tanah menggunakan penginderaan jauh dan GIS: Kasus peternakan irigasi tebu Wonji, Ethiopia (Asfaw, Suryabhagavan, & Argaw, 2016). Prediksi, monitoring dan pemetaan salinitas tanah menggunakan teknologi penginderaan jauh dan GIS (Gorji, Tanik, & Sertel, 2015). Pendekatan *geo-spasial* untuk pemetaan salinitas tanah di peternakan irigasi Segu, Etiopia Selatan (Zewdu, Suryabhagavan, & Balakrishnan, 2017). Citra *Landsat* juga pernah digunakan untuk memetakan aliran es (Fahnestock et al., 2016) dan deteksi kebakaran aktif (Schroeder et al., 2016).

Algoritma *Wouthuyzen* (Wouthuyzen et al, 2011). dan Algoritma *Son* (Nafizah, Muhamad, & Winarso, 2016) merupakan metode yang sering digunakan dalam menduga salinitas air laut dengan memanfaatkan citra *Landsat*, begitu juga kombinasi citra *Landsat* dengan metode peramalan telah banyak digunakan salah satunya adalah metode *Regresi Linear* pernah dilakukan dalam mengestimasi hasil tanaman padi (Nuarsa, 2014) dan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dalam peramalan produktivitas padi (Sari & Sukoja, 2012). Namun dalam penelitian yang menggunakan persamaan model statistik masih memiliki beberapa kelemahan, metode *Regresi Linear* memiliki kekurangan jika terdapat korelasi bolak balik antar variabel, sedangkan model ARIMA tidak dapat menampung terjadinya lonjakan atau penurunan nilai yang tajam, Jika digunakan untuk waktu yang lama maka hasil dari peramalannya akan bersifat konstan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan sebuah metode yang berbeda dan lebih efektif, dalam penelitian ini peneliti mengusulkan salah satu metode yaitu metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) yang merupakan cabang dari Artificial Intelegent (AI), Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) adalah penggabungan mekanisme Fuzzy Inference System yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf tiruan. (Dewi & Hartatik, 2006). Metode ANFIS diharapkan bisa mengatasi ketidak konsistenan data yang didapat dari lapangan. metode ANFIS telah banyak digunakan dalam beberapa penelitian diantaranya, digunakan untuk memprediksi curah dan debit air hujan (Maulana, 2012) juga pernah digunakan untuk pengenalan detak jantung yang kemudian dibandingkan dengan sinyal EKG (*Elektrokardiogram*) (Yani, 2012).

Dari penjelasan di atas peneliti ingin melakukan pendugaan salinitas air laut berdasarkan citra *landsat 8*, nilai *ekstraksi Band* dari proses pada citra *Landsat 8* akan dijadikan sebagai *dataset* dalam sistem ANFIS, *dataset* tersebut akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data latih (*Training*) dan data uji (*Testing*) , data latih digunakan untuk melatih sistem ANFIS sehingga bisa mengenali dan memprediksi nilai salinitas air laut sedangkan data uji digunakan untuk mengukur akurasi prediksi yang dihasilkan oleh ANFIS, untuk mengetahui tingkat akurasi akan digunakan metode pengukuran *Root Means Square Error* (RMSE). RMSE digunakan untuk mengetahui

nilai *error* dari perbandingan nilai hasil ANFIS dengan nilai salinitas air laut yang dihasilkan dengan pengukuran di lapangan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasar pada latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang timbul dapat dirumuskan sebagai berikut yaitu Bagaimana menerapkan metode *Adaptive Neuro fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk melakukan pendugaan salinitas air laut berdasarkan citra *Landsat 8*?

1.3. Metodologi Penelitian

Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan pada penelitian ini yaitu: (1) Studi Literatur. Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan referensi yang berhubungan dengan: (a) salinitas air laut. (b) citra *Landsat 8*. (c) Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). (2) Pengumpulan Data. Pada tahap ini dilakukan pengambilan data sampel di lapangan yang akan dijadikan dataset dalam sistem yang akan dibuat (3) Analisis. Melakukan analisa kebutuhan baik data maupun proses yang menjadi dasar untuk tahap perancangan. Misalnya kebutuhan data yang akan digunakan sebagai data masukan pada setiap tahapan proses. (4) Perancangan. Merancang semua proses yang dibutuhkan maupun data masukan yang dibutuhkan pada setiap tahapan proses. (5) Implementasi. Pada tahap ini dilakukan penerapan algoritma *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS), sesuai dengan hasil analisis dan perancangan yang telah ditentukan. (6) Pengujian. Pada tahap ini dilakukan uji coba terhadap sistem yang dibuat apakah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian dan memperbaiki kesalahan pada perangkat lunak.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Riset terkait

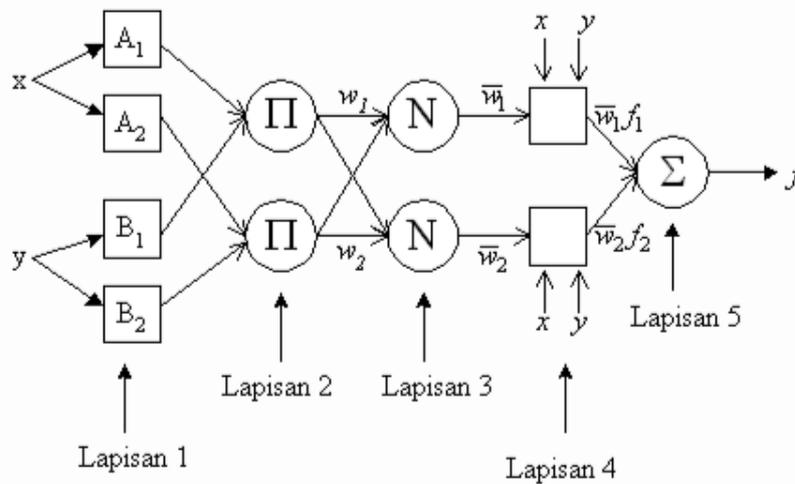
Penelitian yang dilakukan oleh Nuarsa, (2014) Citra landsat 8 juga digunakan untuk mencari hubungan antara kandungan *khlorofil* tanaman padi dengan nilai spectral Landsat 8 dan Mengestimasi hasil tanaman padi dari nilai spektral Landsat 8 menggunakan metode *Regresi Linear Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) mempunyai hubungan terbaik dengan kandungan *khlorofil* tanaman padi dibandingkan dengan indeks vegetasi lain dan saluran tunggal dari Landsat 8 dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,936 . Bentuk hubungan tersebut adalah linear dengan persamaan $y = 7,1043x + 0,0661$, dimana y dan x masing-masing adalah kandungan *khlorofil* tanaman padi dan NDVI. 2. Hasil panelitian padi dapat diestimasi pada umur tanaman sekitar 2 bulan dengan persamaan $y = 30,495x^2 - 36,884x + 19,334$, dimana y dan x masing-masing adalah hasil kering panen tanaman padi dalam ton/ha and NDVI. Nilai R^2 dari persamaan tersebut adalah 0,893 dengan standard error sebesar 0.372 ton/ha. Sari dan Sukojo (2012) melakukan penelitian dengan mengintegrasikan teknologi penginderaan jauh menggunakan citra satelit Landsat 8 untuk mengidentifikasi fase tumbuh dan model peramalan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk meramalkan produktivitas padi, diharapkan mampu memberikan solusi dan kemudahan dalam pemantauan secara berulang dan *kontinue* dengan cakupan wilayah yang luas. Identifikasi fase tumbuh dilakukan dalam 9 fase. Dari proses *regresi linier* antara fase tumbuh tanaman padi dengan nilai indeks vegetasi yang digunakan, diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) untuk algoritma NDVI sebesar 0,7229 dan algoritma MSAVI sebesar 0,879. Digunakan nilai reflektan dari gelombang band SWIR2 (1.57 μ m-1.65 μ m) untuk membantu membedakan tiap fase tumbuh dari hasil identifikasi algoritma MSAVI dimana untuk pada fase 3, 4, 5 mempunyai reflektan SWIR2 di atas 0,15, sedangkan fase 7, 8, 9 mempunyai reflektan SWIR2 di bawah 0,15. Proses peramalan produktivitas padi diperoleh model ARIMA musiman (1,0,0)3. Sehingga dapat diketahui Angka Ramalan (ARAM) produktivitas padi untuk subround III tahun 2013 adalah sebesar 66,21 kuintal per hektar. Hasil estimasi tertinggi sebesar 169.595,385 ton untuk fase tillering (panen 15 minggu kedepan) dan sebesar 72.246,878 ton untuk fase seedling (panen 13-14 minggu kedepan). Sehingga dapat dilihat bahwa pada saat penelitian dilakukan, Kabupaten Bojonegoro berada pada musim tanam. (Sari & Sukoja, 2012). Untuk memprediksi curah dan debit air hujan, metode prediksi ANFIS menggunakan data pentad menghasilkan data training data prediksi yang lebih

baik dari pada menggunakan data bulanan, karena dalam hal ini menggunakan data bulanan dan jumlah data lebih sedikit sehingga pengenalan pola masih belum sempurna, hasil prediksi debit menghasilkan nilai yang dengan nilai RMSE dan korelasi sebesar 15,4 mm dan 0,56 (Maulana, 2012) Pada Penelitian lain ANFIS digunakan untuk melakukan pengenalan sinyal jantung. Hasil pengenalan menggunakan ANFIS ini kemudian dibandingkan dengan hasil pengenalan menggunakan EKG (*Elektrokardiografi*). Dari kedua metode tersebut disimpulkan bahwa pengenalan menggunakan EKG menghasilkan error yang lebih kecil, artinya menampilkan sinyal keluaran jantung yang lebih baik daripada menggunakan ANFIS. Pengenalan sinyal jantung normal dengan tipe gauss mempunyai nilai rata-rata kesalahan 0,19 sedangkan sinyal jantung koroner dengan fungsi keanggotaan tipe segitiga mempunyai nilai rata-rata kesalahan 0,12. (Yani, 2012).

2.2. Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS).

Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) adalah jaringan adaptif yang berbasis pada system inferensi fuzzy. Parameter ANFIS dapat dipisahkan menjadi dua, yaitu parameter premis dan konsekuensi yang dapat diadaptasikan dengan pelatihan *hybrid*, pelatihan *hybrid* dilakukan dalam dua langkah yaitu langkah maju dan balik (Walid, Suprpto, & Zaini, 2014).

Mekanisme penalaran terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur ANFIS

Metode ANFIS merupakan implementasi dari sistem inferensi fuzzy dalam *framework* jaringan adaptif. Arsitektur ANFIS dapat digunakan mempekerjakan untuk model fungsi *Non-Linear* dan tidak teratur, serta dapat mengidentifikasi komponen *Non-Linear* dalam Sistem.

Implementasi sistem inferensi fuzzy ini terdiri dari lima layer (Mathur, Glesk, & Buis, 2016):

Lapisan satu : Pada setiap simpul *i* pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul.

$$O_{1,i} = \mu A_i(x) \tag{1}$$

Persamaan (1) menjelaskan bahwa *x* adalah masukan bagi simpul *i*, dan *A_i* adalah label bahasa (*Linguistic Label*) seperti misalnya “terang” atau “gelap”, dll. Dengan kata lain, *O_{1,i}* adalah tingkatan keanggotaan dari himpunan fuzzy *A_i* dan menentukan derajat keanggotaan dari masukan *x* yang diberikan. Fungsi keanggotaan parameter dari *A* dapat didekati dengan fungsi *Bell*, Persamaan (2).

$$\mu A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - l_i}{j_i} \right|^{2k_i}} \tag{2}$$

Di mana {*j_i, k_i, l_i*} adalah himpunan parameter, parameter pada lapisan ini disebut parameter-parameter premis.

Lapisan dua : Setiap simpul pada lapisan ini diberi label Π (Gambar 1), pada Persamaan (3) bersifat non-adaptif (parameter tetap) yang mempunyai keluaran berupa perkalian dari semua sinyal yang masuk.

$$O_{2,i} = w_i = \mu A(1) \times \mu A(2), \quad i=1, 2 \quad (3)$$

Persamaan (3) menyatakan bahwa masing-masing keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan dari aturan fuzzy. Secara umum beberapa operator T -Norm yang dapat mengungkapkannya logika fuzzy AND dapat digunakan sebagai fungsi simpul pada lapisan ini.

Layer tiga : Setiap simpul pada lapisan ini diberi label N (Gambar 1), Persamaan (4) juga bersifat *non-Adaptive*. Masing-masing simpul menampilkan derajat pengaktifan ternormalisasi dengan bentuk.

$$O_{3,i} = \bar{w} = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i=1, 2 \quad (4)$$

Lapisan empat : Tiap simpul pada lapisan ini berupa simpul adaptif dengan fungsi simpul :

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (5)$$

Persamaan (5) dengan \bar{w}_i adalah derajat pengaktifan ternormalisasi dari Persamaan (4) dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ merupakan himpunan parameter dari simpul ini. parameter di lapisan ini dinamakan parameter-parameter konsekuen .

Lapisan lima : Simpul tunggal pada lapisan ini diberi label Σ (Gambar 1), Persamaan (6) merupakan simpul tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua masukan yang dihasil dari perhitungan pada Persamaan (5) :

$$O_{5,i} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (6)$$

3. Tahapan Penelitian

3.1. Proses Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan melakukan observasi langsung ke beberapa daerah pesisir kabupaten Sumenep bagian selatan untuk mengambil data nilai salinitas air laut dengan menggunakan alat pengukur salinitas (*Refraktometer*) dan GPS sebagai alat penentuan letak kordinat pengambilan sampel, data ini akan dijadikan sebagai data latih, data uji dalam sistem ANFIS, proses selanjutnya adalah mengambil data citra *Landsat 8* yang bisa diunduh secara gratis di <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

3.2. Proses Analisa Data

Pada dasarnya citra *Landsat 8* yang diunduh dari <http://earthexplorer.usgs.gov/> terdiri dari 12 *band*, namun dalam penelitian ini hanya menggunakan *band 2,3 dan 4*, ketiga *Band* tersebut digabung (*Stacking*) menjadi sebuah citra *spasial* dan kemudian diekstraksi sehingga memunculkan nilai komposisi warna *red, green, blue* serta nilai *latitude* dan *longitude*. Hasil ekstraksi ini kemudian akan dijadikan sebagai *dataset* dalam sistem ANFIS.

3.3. Proses Perancangan Sistem

Adapun proses pembangunan sistem pendugaan nilai salinitas air laut dalam penelitian ini menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS), sistem ANFIS membutuhkan tiga proses dalam membangun sistemnya yaitu proses *training, checking* dan *testing*. Sistem ANFIS merupakan sistem yang termasuk dalam golongan *unsupervised* yaitu sistem yang membutuhkan pembelajaran (*training*) terlebih dahulu sehingga dapat memberikan keputusan (*output*) yang tepat. Terdapat 6 variabel dalam proses prediksi, 5 data digunakan sebagai data input yaitu nilai komposisi warna *red, green* dan *blue* serta nilai letak kordinat (*latitude dan longitude*), sedangkan 1 data yaitu nilai salinitas akan dijadikan data *output* pada sistem ANFIS.

3.4. Proses Pembangunan Sistem

Proses pembangunan sistem pendugaan nilai salinitas air laut dalam penelitian ini menggunakan *tool* MATLAB (Matrix Laboratory) yang juga merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis pada matriks, sehingga MATLAB sering digunakan pada, 1) Matematika dan komputansi, 2) Pengembangan dan algoritma, 3) Pemrograman modeling, simulasi, dan pembuatan prototipe, 3) Analisa data, eksplorasi dan visualisasi, 4) Analisis numerik dan statistik, 5) Pengembangan aplikasi teknik.

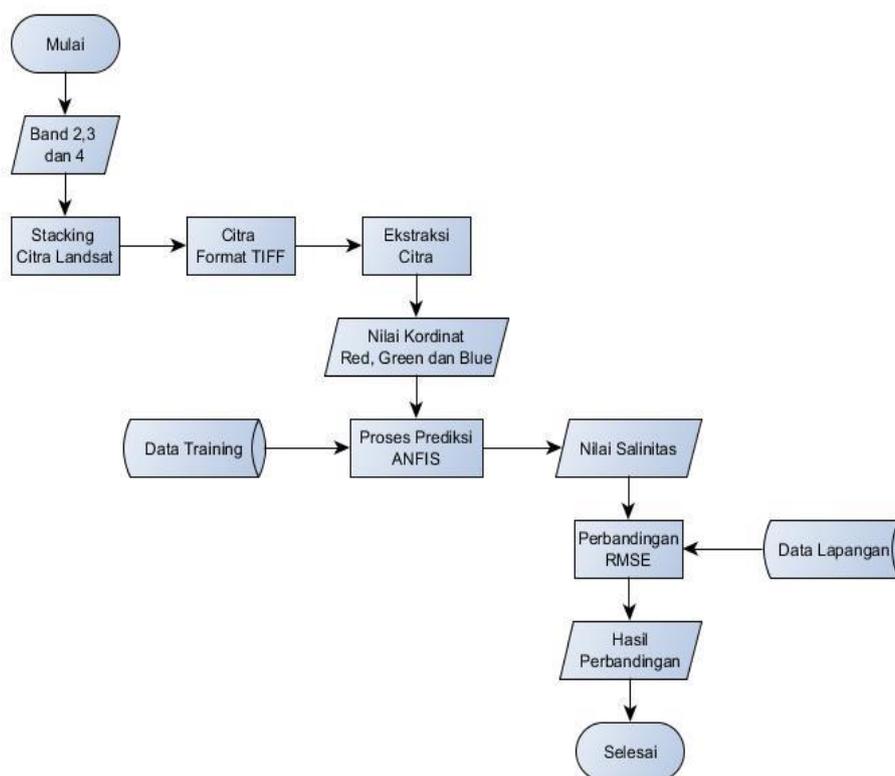
3.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan cara membandingkan nilai prediksi yang dihasilkan oleh sistem yang dibangun (ANFIS) dengan data salinitas hasil pengukuran di lapangan, adapun metode perbandingan yang digunakan adalah Means Square Error (MSE), adapun persamaannya adalah sebagai berikut.

$$RMSE = \frac{1}{MN} \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (U_{i,j} - V_{i,j})^2} \quad (7)$$

Dengan $U(i,j)$ adalah notasi untuk data lapangan dan $V(i,j)$ adalah notasi untuk hasil perhitungan ANFIS. RMSE digunakan untuk menghitung jumlah error hasil ANFIS terhadap keluaran yang diharapkan.

Adapun proses pengolahan data, pembangunan sistem prediksi dan analisa data jika dipresentasikan dalam bentuk *Flowchart* dapat dilihat pada Gambar 2.



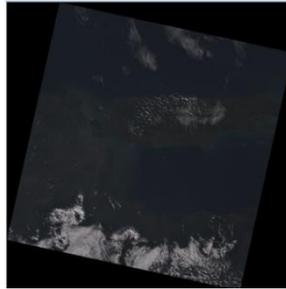
Gambar 2. *Flowchart* proses analisa data, perancangan, pembangunan dan pengujian sistem

4. Hasil dan Implementasi

4.1. Penggabungan (*Stacking*) Citra Landsat

Adapun Citra landsat 8 yang diambil dari situs <https://earthexplorer.usgs.gov/> terdiri dari 12 *band*, namun dalam penelitian ini hanya diambil tiga *band* yaitu *band* 4 (*Red*) *band* 3 (*Green*) *band* 2 (*Blue*), ketiga *band* tersebut digabung (*Stacking*) menjadi sebuah citra (lihat Gambar 3), proses penggabungan tiga *band* tersebut untuk membentuk citra RGB membutuhkan *tool* ENVI, dengan memasukkan nilai kordinat (*latitude/longitude*) yang dihasilkan Oleh GPS akan diperoleh

nilai *red*, *green* dan *blue*. Ketiga nilai tersebut ditambah dengan nilai *latitude* dan *longitude* akan dijadikan sebagai dataset dalam sistem ANFIS



Gambar 3. Hasil *Stacking* band 2,3 dan 4

4.2. Data Training dan Data Testing

Metode ANFIS membutuhkan proses pembelajaran atau *learning* agar bisa menghasilkan keputusan. Oleh karena itu dari 22 data yang telah dihasilkan dibagi menjadi 2 bagian, 16 data digunakan sebagai data *training* (Tabel 1) untuk melatih sistem ANFIS dan 6 data digunakan untuk data *testing* (Tabel 2) untuk mengetahui akurasi yang dihasilkan ANFIS dalam memberikan keputusan.

Tabel 1. Data Training

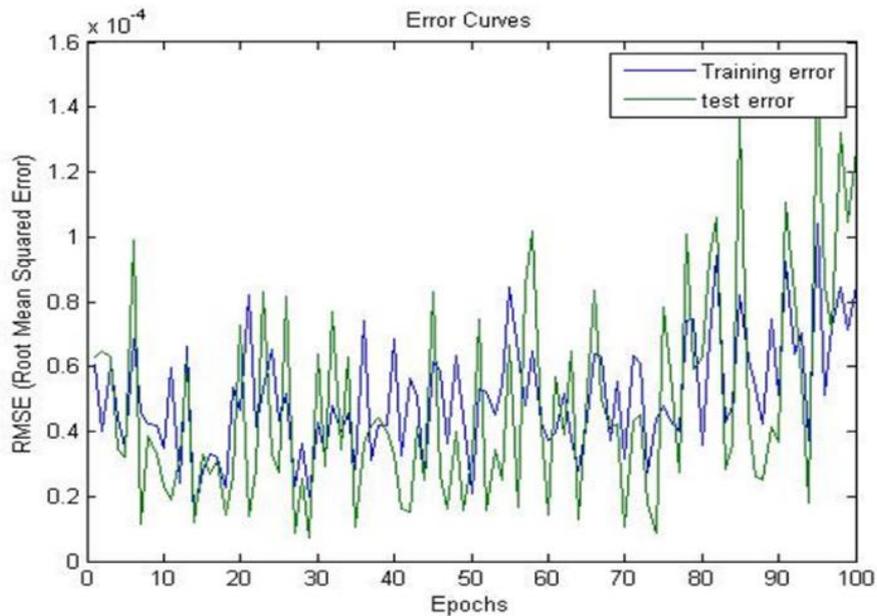
Latitude	Longitude	Red	Green	Blue	Salinitas
7,17826	113,9164	18	10	19	31
7,18193	113,9085	14	8	16	33
7,21143	113,8924	10	7	13	32
7,20828	113,912	12	9	15	33
7,20684	113,9403	14	9	15	34
7,19546	113,8826	21	22	16	33
7,12554	113,7964	33	21	20	30
7,11524	113,7375	34	21	21	31
7,10942	113,6889	26	13	21	32
7,13647	113,5922	37	23	25	34
7,1037	113,4221	15	7	17	33
7,1408	113,3528	24	12	22	35
7,1756	113,3022	10	8	11	34
7,1446	113,2627	8	7	8	34
7,1447	113,2337	10	8	10	35
7,1426	113,215	12	9	12	35

Tabel 2. Data Testing

Latitude	Longitude	Red	Green	Blue
7,20447	113,9312	14	9	13
7,17649	113,9198	17	8	18
7,1027	113,4013	18	8	20
7,1153	113,3745	19	10	20
7,1215	113,3642	23	11	22
7,1528	113,2731	11	8	11

4.3. Proses Prediksi dengan Metode ANFIS

Metode yang digunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang merupakan salah satu cabang dari ilmu *Artificial Intelegent* (AI) atau kecerdasan buatan, setiap variabel *input* dibentuk dengan 3 *membership function*, setiap *membership function* berbentuk kurva *gauss*, proses *training* dilakukan sebanyak 30 kali *epoch*, untuk mengetahui tingkat *error* digunakan perhitungan *Root Means Square Error* (RMSE). Adapun perbandingan antara *Training Error* dan *Testing Error* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. pengukuran error antara training data dan testing data menggunakan RMSE

Dalam penelitian ini sistem *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) sudah bisa melakukan prediksi, pada tabel 3 kolom 6 merupakan data hasil pengukuran lapangan menggunakan *salinometer* sedangkan untuk hasil prediksi ANFIS ditunjukkan pada kolom 7, untuk perhitungan *error* digunakan perhitungan *Root Means Square Error* (RMSE), RMSE digunakan untuk membandingkan nilai data (*real*) hasil pengukuran salinitas di lapangan dengan hasil perhitungan metode ANFIS yang ditunjukkan pada kolom 8, data *latitude* dan *Longitude* pada kolom (1 dan 2) adalah data input ANFIS dimana data tersebut dihasilkan menggunakan GPS, sedangkan data *red*, *green* dan *blue* pada kolom (3,4 dan 5) adalah data input ANFIS dihasilkan dari proses penggabungan (*Stacking*) band citra *landsat 8* menggunakan tool *ENVI*, rata-rata *error* yaitu 2,0267 dihasilkan dengan menjumlahkan seluruh data hasil perhitungan RMSE dibagi dengan jumlah banyaknya data *testing*.

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan ANFIS

Latitude	Longitude	Red	Green	Blue	Salinitas (Lapangan)	Prediksi ANFIS	RMSE
7,20447	113,9312	14	9	13	34	32,1378	1,8622
7,17649	113,9198	17	8	18	31	31,9256	0,9256
7,1027	113,4013	18	8	20	33	28,1820	4,8180
7,1153	113,3745	19	10	20	34	29,0569	4,9431
7,1215	113,3642	23	11	22	35	32,8514	2,1486
7,1528	113,2731	11	8	11	34	34,6859	0,6859
Rata - rata Error							2,0267

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis, maka penelitian ini memperoleh kesimpulan, sistem ANFIS telah mampu melakukan pendugaan salinitas air laut dengan tingkat *error* yaitu rata – rata 2,0267.

ENVI yang digunakan untuk proses *Sticking* dan *ekstraksi* dalam analisa data (*preprocessing*) membantu menghasilkan data berupa nilai RGB pada setiap koordinat yang ditentukan.

MATLAB yang telah dilengkapi fungsi sistem ANFIS dan RMSE, memudahkan *user* untuk lebih cepat dalam mendapatkan hasil atau *output*.

6. Saran

Perlu adanya pengumpulan dan analisa kembali karena data yang digunakan hanya sedikit, perlu adanya penambahan data sehingga hasil akan lebih optimal, perlu juga melakukan percobaan dengan mengubah atau menyederhanakan aturan – aturan atau variabel input dalam sistem yang telah dibuat tanpa mengurangi nilai akurasi, karena sistem yang ada masih membutuhkan waktu yang cukup lama dalam melakukan pendugaan.

Referensi

- Asfaw, E., Suryabagavan, K. V., & Argaw, M. (2016). Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS : The case of Wonji sugar cane irrigation farm , Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 23, 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.05.003>
- Dewi, S. dewi, & Hartatik, S. (2006). Neuro Fuzzy integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan (pp. 22–29). Jojakarta: Graha Ilmu.
- Fahnestock, M., Scambos, T., Moon, T., Gardner, A., Haran, T., & Klinger, M. (2016). Rapid large-area mapping of ice fl ow using Landsat 8. *Remote Sensing of Environment*, 185, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.023>
- Gorji, T., Tanik, A., & Sertel, E. (2015). Soil Salinity Prediction, Monitoring and Mapping Using Modern Technologies. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium, WMESS 2015*, 15, 507–512. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.08.062>
- Mathur, N., Glesk, I., & Buis, A. (2016). Comparison of adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) and Gaussian processes for machine learning (GPML) algorithms for the prediction of skin temperature in lower limb prostheses. *Medical Engineering and Physics*, 38(10), 1083–1089. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2016.07.003>
- Maulana, R. (2012). Prediksi Curah Hujan dan Debit Menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). *Program Studi Meteorologi Institut Teknologi Bandung*, 41, 1–10.
- Nafizah, Muhamad, L., & Winarso, G. (2016). Evaluasi Algoritma Wouthuyzen dan Son untuk Pendugaan Sea Surface Salinity (SSS) (Studi Kasus: Perairan Utara Pamekasan). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 176–180.
- Nuarsa, I. W. (2014). Penggunaan Citra Landsat 8 untuk estimasi Kadar Khlorofil dan Hasil Tanaman PADI. *Jurnal on Agricultural Sciences*, 4(1), 37–45.
- Sari, V. D., & Sukoja, bangun M. (2012). ANALISA ESTIMASI PRODUKSI PADI BERDASARKAN FASE TUMBUH DAN MODEL PERAMALAN AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8 (STUDI KASUS: KABUPATEN BOJONEGORO). *Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 8, 194–203.
- Schroeder, W., Oliva, P., Giglio, L., Quayle, B., Lorenz, E., & Morelli, F. (2016). Active fi re detection using Landsat-8 / OLI data. *Remote Sensing of Environment*, 185, 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.032>
- Walid, M., Suprpto, Y. K., & Zaini, A. (2014). Noise Detection OnTheTemple Relief Images Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. *ISITIA 2014*, 3, 214–223.
- Wouthuyzen, S., Tarigan, S., Kusmanto, E., Supriyadi, H. I., & Sediadi, A. (2011). MEASURING SEA SURFACE SALINITY OF THE JAKARTA BAY USING REMOTELY SENSED OF

OCEAN COLOR DATA ACQUIRED BY MODIS SENSOR. *Mar. Res. Indonesia*, 36(2), 51–70.

Yani, A. (2012). Penerapan anfis untuk pengenalan sinyal ekg. *SAINTIKOM*, 11(2), 93–100.

Zewdu, S., Suryabhagavan, K. V, & Balakrishnan, M. (2017). Geo-spatial approach for soil salinity mapping in Sege Irrigation Farm , South Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(1), 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.12.003>