

# METODE ADAPTIVE *NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM* PADA APLIKASI SISTEM CERDAS PENDUGAAN PRODUKSI GARAM

## *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM METHOD ON SMART APPLICATIONS ESTIMATING SALT PRODUCTION*

Dani Saepuloh, Muhammad Ramdhan, Rikha Bramawanto & Sri Suryo Sukoraharjo

Pusat Riset Kelautan,  
Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan  
Kementerian Kelautan dan Perikanan

e-mail : d4n1.saepuloh@gmail.com

Diterima tanggal: 3 Juli 2019 ; diterima setelah perbaikan: 5 Agustus 2019 ; Disetujui tanggal: 31 Agustus 2019  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v14i2.7910>

### ABSTRAK

Garam merupakan salah satu komoditas strategis, karena selain merupakan kebutuhan pokok manusia, garam juga digunakan sebagai bahan baku industri. Indonesia adalah salah satu negara yang memproduksi garam, namun Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan garam dalam negerinya sendiri. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) setiap tahun menargetkan produksi garam, dan sering kali target dan realisasi produksi garam tidak tercapai. Untuk meminimalkan resiko kerugian petambak garam dan bahan pertimbangan untuk menjaga neraca garam dibuatlah Sistem Cerdas Pendugaan Produksi garam dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Sistem kerja dalam penelitian ini dengan tiga variable: curah hujan, nino 34 dan dipole mode, dataset tersebut akan dibagi menjadi data training dan data testing. Data training digunakan sebagai prediktor sistem ANFIS sedangkan data testing digunakan untuk mengukur akurasi prediksi yang dihasilkan oleh ANFIS. Pengukuran tingkat akurasi menggunakan metode *Root Means Square Error* (RMSE) yang menunjukkan keakurasinya cukup baik mendekati nilai produksi garam.

**Kata Kunci:** Garam, sistem cerdas, produksi garam, ANFIS.

### ABSTRACT

*Salt is one of the strategic commodities, because besides being a basic human need, salt is also used as an industrial raw material. Indonesia is one of the countries that produce salt, but Indonesia has not been able to meet the needs of salt in its own country. The Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (KKP) targets annual salt production, and often targets and realization of salt production is not achieved. Therefore, to minimize the risk of loss of salt farmers and considerations for maintaining salt balance, an Intelligent Estimation of Salt Production System was made using the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) method. The work system in this study with three variables: rainfall, nino 34 and dipole mode, the dataset will be divided into training data and testing data. Training data is used to be predictor in ANFIS systems while Testing data is used to measure the accuracy of predictions produced by ANFIS. Measurement of accuracy using the Root Means Square Error (RMSE) method which shows it's accuracy is quite good compared to the value of salt production.*

**Keywords:** salt, intelegent system, salt production, ANFIS.

## PENDAHULUAN

Garam merupakan komoditas strategis, karena selain merupakan kebutuhan pokok manusia, garam juga digunakan sebagai bahan baku industri. Indonesia belum bisa memenuhi kebutuhan garam dalam negeri (Susanto *et al.*, 2015), sehingga Indonesia melakukan impor (Jamil, 2015). Realisasi produksi garam seringkali meleset dari target yang ditetapkan (Gambar 1). Hal ini diduga karena penetapan target kurang memperhatikan perubahan cuaca/iklim musiman yang akan terjadi di tahun berikutnya. Sejak Tahun 2010, target produksi garam selalu ditingkatkan, namun realisasinya lebih banyak tidak tercapai. Produksi garam dapat melebihi target hanya terjadi pada 2012 dan 2015, masing - masing sebesar 157% dan 112%. Kegagalan pencapaian target paling signifikan terjadi pada tahun 2010, 2013, 2016 dan 2017 yang masing-masing hanya sebesar 2,35%, 43,51%, 3,93% dan 34,38%. Hal ini disebabkan oleh kondisi cuaca dan tingginya curah hujan yang tidak mendukung untuk memproduksi garam (Aunurrofiqi, 2018).

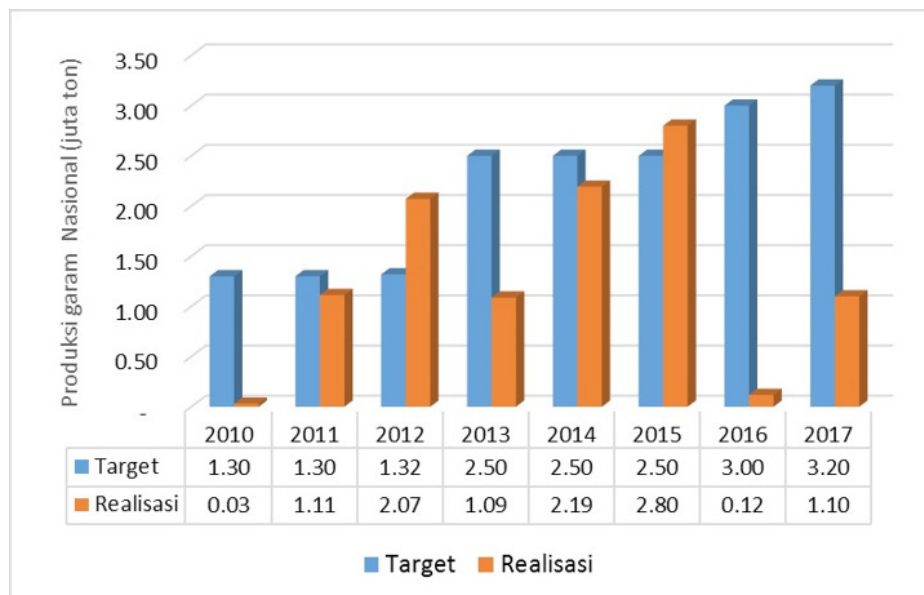
Dalam rangka membantu memonitoring target dan realisasi produksi garam di Indonesia, dibutuhkan suatu teknologi tepat guna yang mampu memprediksi musim garam. Purwarupa Sistem Cerdas Pendugaan Produksi garam dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) merupakan satu diantara pengembangan teknologi

tepat guna dibidang kelautan dan perikanan untuk memonitoring hal tersebut.

*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. Logika fuzzy mengevaluasi secara komprehensif, melalui analisis regresi dan multiple discriminan analisis methods, dan mencapai beberapa hasil, tapi indeks presisi dan metode evaluasi tidak tercapai dan sulit untuk menentukan bobot evaluasi (Dong & Dai, 2009). Untuk mengoptimalkan kinerja fuzzy dalam penentuan bobot melalui pembelajaran, dapat digunakan metode hybrid yaitu penggabungan fuzzy dengan neural network (*neuro fuzzy*). ANFIS telah digunakan sebagai metoda pendugaan iklim (Buono *et al.*, 2013) dan prediksi banjir (Prawiradisatra, 2017).

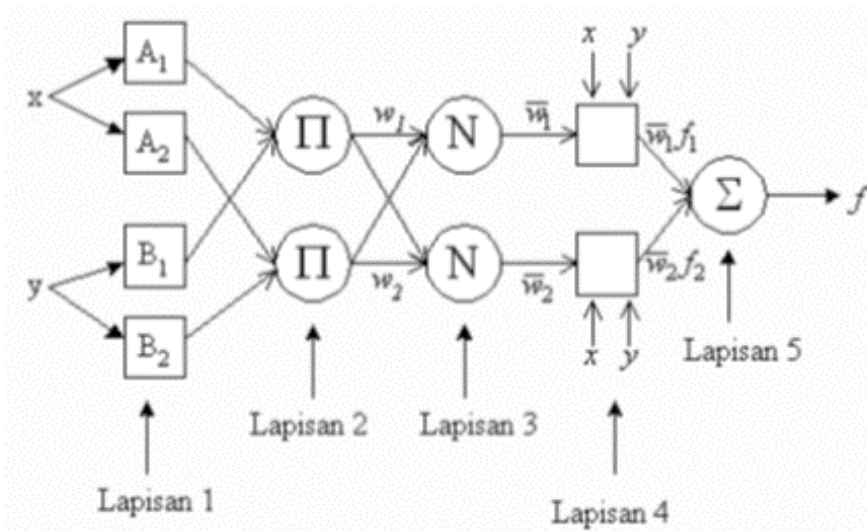
Parameter ANFIS dapat dipisahkan menjadi dua, yaitu parameter premis dan konsekuensi yang dapat diadaptasikan dengan pembelajaran hybrid, dilakukan dalam dua langkah yaitu langkah maju dan balik (Walid *et al.*, 2014). Mekanisme penalaran terlihat pada Gambar 2.

Metode ANFIS merupakan implementasi dari sistem inferensi fuzzy dalam framework jaringan adaptif.



Gambar 1. Target dan Realisasi produksi garam 2010-2017.  
(Sumber : Materi Rakor Swasembada Garam Nasional dan data Program Pugar KKP)

Figure 1. Target and Realization of salt production 2010-2017.  
(Source: National Salt Self-Sufficiency Coordination Meeting material and KKP Fitter Program data)



Gambar 2. Arsitektur ANFIS.  
Figure 2. ANFIS Architecture.

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 lapisan (Mathur *et al.*, 2016) yaitu :

Lapisan 1 : Pada setiap simpul *i* pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul.

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \dots\dots\dots 1)$$

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

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - l_i}{j_i} \right|^{2k_i}} \dots\dots\dots 2)$$

Di mana  $\{j_i, k, l_i\}$  adalah himpunan parameter, parameter pada lapisan ini disebut parameter parameter remis.

Lapisan 2 : Setiap simpul pada lapisan ini diberi label *N* (Gambar 2), pada Persamaan(3) bersifat non-adaptif (parameter tetap) yang mempunyai keluaran berupa perkalian dari semua sinyal yang masuk.

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_1} \times \mu_{A_2}, \quad i=1, 2 \dots\dots\dots 3)$$

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

Lapisan 3 : Setiap simpul pada lapisan ini diberi label *N* (Gambar 2), Persamaan (4) juga bersifat non-Adaptive. Masing-masing simpul menampilkan derajat pengaktifan ternormalisasi dengan bentuk.

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

Lapisan 4 : Tiap simpul pada lapisan ini berupa simpul adaptif dengan fungsi simpul.

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

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

Lapisan lima : Simpul tunggal pada lapisan ini diberi label  $\Sigma$  (Gambar 2), Persamaan (6) merupakan simpul tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua

masukan yang dihasil dari perhitungan pada Persamaan (5) :

$$o_{s,j} = \sum_i w_i f_i = \frac{\sum w_i f_i}{\sum w_i} \dots\dots\dots 6)$$

**Proses Pembelajaran ANFIS**

Satu tahap arah pembelajaran maju-mundur dinamakan satu epoch. Pembelajaran hibrid terdiri atas dua bagian yaitu arah maju (*forward pass*) dan arah mundur (*backward pass*).

**Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan dengan cara membandingkan nilai prediksi yang dihasilkan oleh sistem yang dibangun (ANFIS) dengan data produksi garam di lapangan, adapun metode perbandingan yang digunakan adalah *Root Means Square Error* (RMSE), adapun persamaannya adalah sebagai berikut.

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

Data curah hujan diperlukan karena produksi garam sangatlah tergantung pada cuaca. Produksi garam di Indonesia masih banyak yang menggunakan cara tradisional yang tergantung pada pemanasan sinar matahari. Jika curah hujan berlangsung lama, ditunjukkan dengan angka rata-rata tahunan yang besar maka produksi garam cenderung akan turun.

*El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) merupakan salah satu bentuk penyimpangan iklim di Samudera Pasifik yang ditandai dengan kenaikan suhu permukaan laut di daerah khatulistiwa bagian tengah dan timur. Fenomena ENSO memiliki 3 fase, yaitu fase El Nino, normal dan La Nina. Peningkatan suhu permukaan laut atau Sea Surface Temperature dari kondisi normalnya akan menyebabkan El Nino, sedangkan penurunan *Sea Surface Temperature* dari kondisi normalnya akan menyebabkan La Nina. Intensitas El Nino dan La Nina berbeda-beda tergantung anomali suhu permukaan laut yang terjadi. El Nino lemah terjadi ketika anomali suhu permukaan laut berkisar antara 0,5°C - 1°C, El Nino sedang saat anomali SST berkisar 1,1°C – 1,5°C dan kategori El Nino kuat ketika anomali SST lebih dari atau sama dengan 1,5°C selama tiga bulan berturut-turut (Fajri, 2018).

Perubahan El Nino bisa menyebabkan curah hujan di sebagian besar di Indonesia semakin berkurang. Tingkat berkurangnya curah hujan ini tergantung dari

tingkat El Nino tersebut. El Nino juga bisa menyebabkan kekeringan panjang di Indonesia sehingga memberikan dampak buruk seperti kebakaran hutan, efek rumah kaca, dan asap- asap yang beredar dimana-mana.

Peristiwa *Dipole Mode* ditandai dengan adanya perbedaan anomali suhu permukaan laut antara amudera Hindia tropis bagian barat dengan samudera Hindia bagian timur. Anomali ini memiliki kondisi yang sangat dingin lebih dingin dari cuaca normal. *Dipole mode* merupakan gelombang kuasi dua tahunan yang menyumbang sebagian besar variabilitas musim antar-tahunan di Samudera Hindia Selatan (Menezes & Vianna, 2019). Tujuan penulisan artikel ini untuk memperkirakan produksi garam pertahun dengan menggunakan metode ANFIS.

**BAHAN DAN METODE**

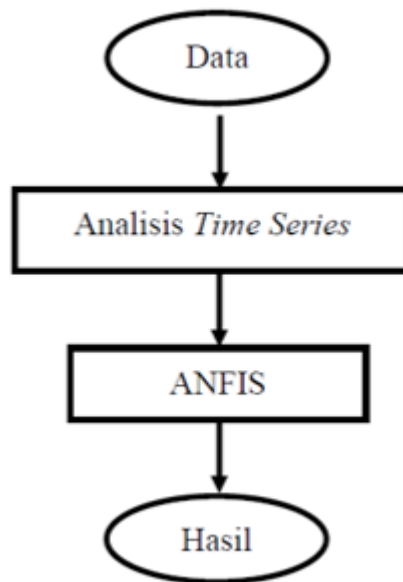
Sistem kerja dalam purwarupa disusun dengan mengolah tiga variabel, yaitu: curah hujan, nino 34 dan *dipole mode* yang membentuk suatu dataset. Dataset tersebut akan dibagi menjadi data training dan data testing. Data training digunakan untuk melatih sistem ANFIS sedangkan data testing digunakan untuk mengukur akurasi prediksi yang dihasilkan oleh ANFIS. Sebagai pengukur tingkat akurasi sistem, digunakan metode *Root Means Square Error* (RMSE).

Data yang digunakan berupa data Produksi garam, curah hujan, dan data *dipole mode* selama rentang waktu 29 Tahun dari Tahun 1990 – 2018 dapat dilihat pada Tabel 3.

**Proses Pengolahan Data**

Tahapan proses pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 3. Langkah-langkah dari proses ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Input sistem menggunakan data produksi garam PT. Garam dari tahun 1990 sampai tahun 2017, Pembagian kelompok variabel Curah hujan dibagi kedalam 4 kategori dapat di lihat di Tabel 1
2. Implementasi ANFIS untuk prediksi produksi garam dengan 3 variabel yaitu: curah hujan, nino 34 dan *dipole mode*. Sistem prediksi garam ini memiliki beberapa tahapan dan langkah-langkah sebagai berikut:
  - a. Tahap pertama adalah meng-inputkan data curah hujan, nino 34, *dipole mode* dan produksi garam produksi garam.
  - b. Tahap selanjutnya adalah melakukan pelatihan dengan menggunakan algoritma pembelajaran ANFIS. Pada tahap ini data diambil secara acak data testing



Gambar 3. Arsitektur ANFIS.  
Figure 3. ANFIS Architecture.

Tabel 1. Curah hujan (sumber: BMKG)  
Table 1. Rainfall (source: BMKG)

Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (mm)
0-20	
20-50	Rendah
50-100	
100-150	
150-200	Menengah
200-300	
300-400	Tinggi
400-500	
>500	Sangat tinggi

melalui 5 layer.

c. Setelah dilakukan pelatihan dan didapatkan kondisi jaringan yang optimal, dilakukan pengujian dengan menggunakan nilai parameter jaringan dari hasil pelatihan.

d. Menampilkan keluaran akhir dari perhitungan ANFIS berupa pendugaan produksi garam.

MATLAB (*Matrix Laboratory*) digunakan dalam pembangunan sistem cerdas pendugaan produksi garam. MATLAB merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis pada matriks, MATLAB sering digunakan pada, 1) Matematika dan komputansi, 2) Pengembangan dan algoritma, 3) emrograman modeling, simulasi, dan pembuatan *prototipe*, 3) Analisa data, eksplorasi dan visualisasi, 4) Analisis numerik dan statistik, 5) Pengembangan aplikasi teknik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendugaan produksi garam dihitung dari data curah hujan, nino 34, *dipole mode* dan produksi garam, untuk data training dapat dilihat dalam Tabel 2, Metode ANFIS membutuhkan proses pembelajaran atau learning agar bisa menghasilkan keputusan.

### Fuzzyfikasi Parameter

Fuzzyfikasi parameter yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan bentuk model fungsi keanggotaannya, sebagai berikut:

- Load data training dengan anfis dapat dilihat pada Gambar 4
- Generate Fis* dengan *number of MFs* 4 untuk curah hujan 8 untuk nino dan 3 untuk *dipole mode*,

Tabel 2. Tabel produksi garam dari tahun 1991 sampai tahun 2017  
(sumber: curah hujan dari BMKG, Nino dan dipole mode dari NOAA)  
*Table 2. Table of salt production from 1991 to 2017*  
(source: rainfall from BMKG, Nino and dipole mode from NOAA)

Tahun	Curah Hujan (mm)	Nino	Dipole Mode	Produksi Garam (ton)
1990	86,30	0,11	0,00	268.579
1991	92,80	0,66	0,41	300.040
1992	247,15	0,00	-0,35	216.844
1993	258,15	0,34	0,13	294.200
1994	14,00	0,57	0,85	393.725
1995	253,65	-0,39	0,11	247.364
1996	221,75	-0,25	-0,41	249.012
1997	50,25	1,92	0,98	321.767
1998	512,70	-0,87	-0,13	40.043
1999	369,80	-1,01	0,25	136.705
2000	509,70	-0,56	0,25	62.128
2001	458,20	-0,17	0,10	93.110
2002	278,85	0,89	0,33	238.230
2003	238,35	0,17	0,29	266.003
2004	134,80	0,54	0,12	307.632
2005	219,90	-0,08	-0,05	254.658
2006	21,80	0,48	0,59	316.186
2007	218,65	-0,85	0,41	212.066
2008	244,85	-0,25	0,40	250.128
2009	128,25	0,82	0,24	308.572
2010	519,70	-1,27	0,08	4.497
2011	228,15	-0,65	0,56	156.712
2012	107,75	0,37	0,58	307.348
2013	376,15	-0,21	0,11	156.826
2014	89,10	0,42	0,18	336.763
2015	39,60	1,92	0,67	340.335
2016	594,30	-0,42	-0,16	25.500
2017	365,60	-0,28	0,58	194.300
2018	108,00	0,40	0,20	308.36

Dipilih *error tolerance* sebesar 0 (default). Kemudian banyaknya *epoch* (iterasi) proses training ditentukan sebanyak 100, *Training error* grafiknya semakin menurun dan mencapai titik error tetap pada angka 1,3406 pada saat *epoch* mencapai 100. Artinya bahwa proses training menghasilkan *error* minimum pada nilai 1,3406 terdapat pada Gambar 5.

c. Fuzzy logic dari sistem pendugaan produksi garam dengan 3 input dan 1 output, dapat dilihat pada gambar 6.

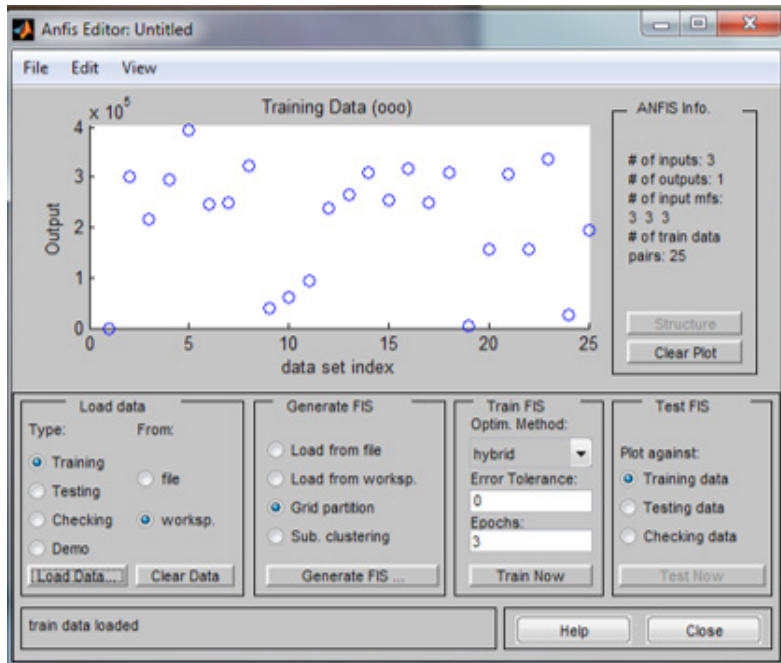
d. Tampilan antar muka/*User Grafical Interface* (GUI) sistem pendugaan produksi garam dapat dilihat pada Gambar 7.

Penggunaan tampilan GUI seperti pada gambar 6. Sangatlah sederhana. User dapat mengisi data curah hujan dalam satuan mm/tahun dalam baris pertama GUI, kemudian data indeks El-nino pada tahun

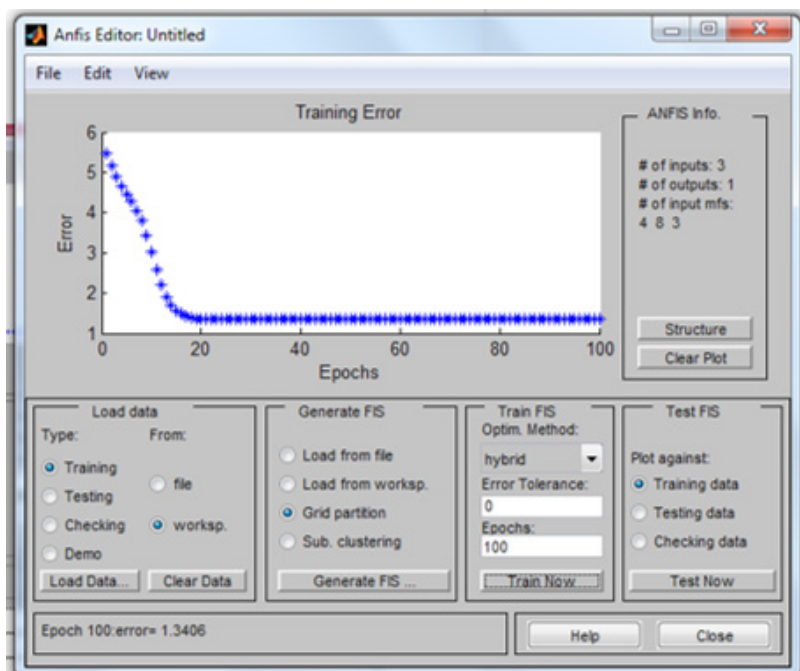
tersebut di baris kedua, dan data *Dipole mode* pada tahun yang sama di baris kedua. Hasil prediksi produksi garam dalam satuan Ton akan tampil secara otomatis di baris terakhir GUI. Hasil uji menggunakan GUI dengan menggunakan data 10 tahun dari 2008 sampai 2018 dapat di lihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3, memperlihatkan perbandingan produksi garam dengan hasil prediksi ANFIS relatif sama. Hal ini menunjukkan metode *adaptive neuro fuzzy inference system* dapat digunakan untuk menduga produksi garam.

## KESIMPULAN DAN SARAN

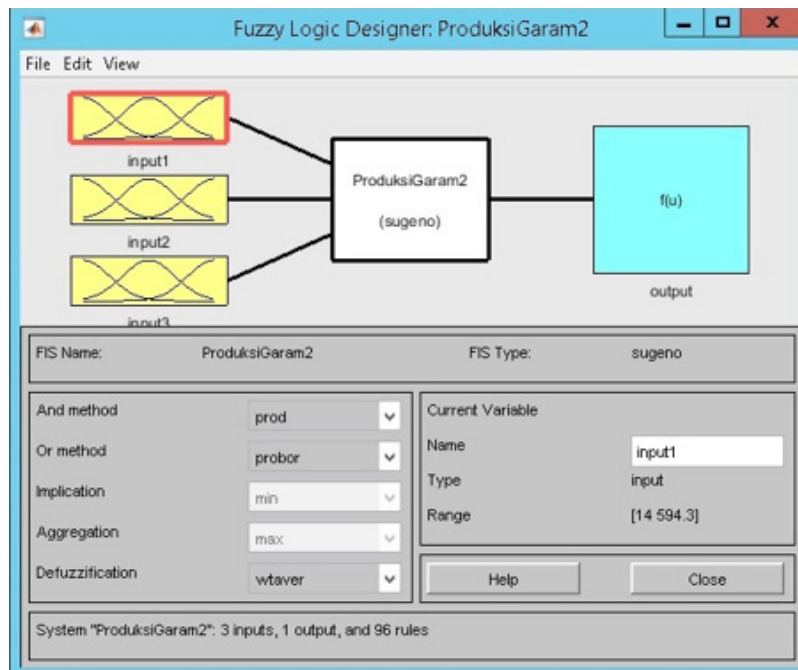
Penerapan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk sistem cerdas pendugaan produksi garam memiliki nilai akurasi secara keseluruhan mendekati nilai produksi garam. Purwarupa sistem cerdas pendugaan produksi garam



Gambar 4. Load data training untuk pendugaan produksi garam.  
*Figure 4. Load training data for estimating salt production.*



Gambar 5. Pengukuran error antara training data menggunakan RMSE.  
*Figure 5. Measurement of errors between training data uses RMSE.*



Tabel 6. Data Uji Sistem Pendugaan Produksi Garam  
 Table 6. Salt Production Estimation System Test Data

Gambar 6. Fuzzy logic dari sistem pendugaan produksi garam.  
 Figure 6. Fuzzy logic of the salt production estimation system.

Tahun	Curah Hujan	Nino	Dipole Mode	Produksi Garam	Hasil Prediksi ANFIS
2008	244,85	-0,25	0,40	250.128	250.129
2009	128,25	0,82	0,24	308.572	308,57
2010	519,70	-1,27	0,08	4.497	4,49703
2011	228,15	-0,65	0,56	156.712	156.713
2012	107,75	0,37	0,58	307.348	307.347
2013	376,15	-0,21	0,11	156.826	156.826
2014	89,10	0,42	0,18	336.763	336.759
2015	39,60	1,92	0,67	340.335	340.334
2016	594,30	-0,42	-0,16	25.500	25,4999
2017	365,60	-0,28	0,58	194.300	194.299
2018	108,00	0,40	0,20	308,36	353.921

dengan *Grafikal User Interface* (GUI) masih dalam tahap awal pengembangan namun secara umum sangat mudah dalam pengaplikasiannya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

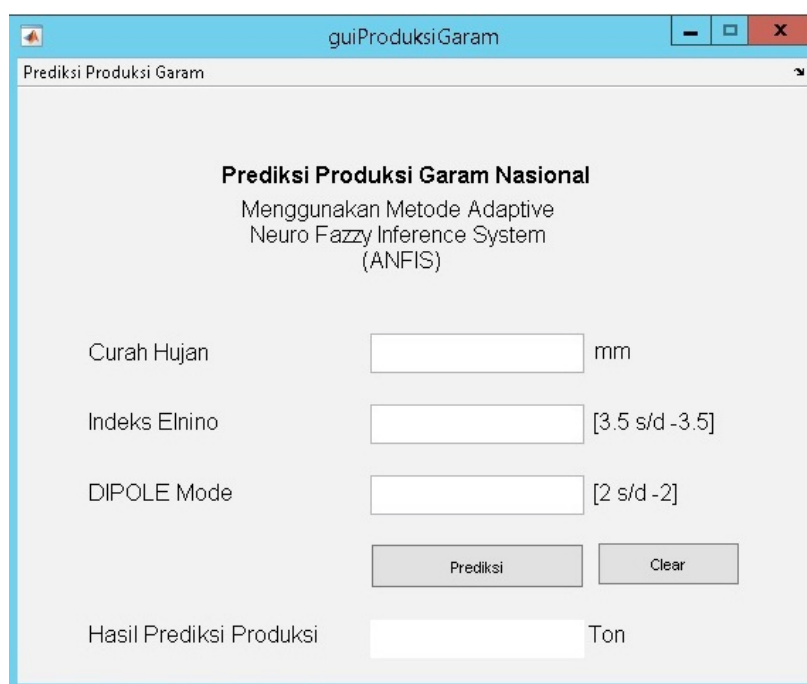
Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pusat Riset Kelautan dengan kegiatan riset Disain Sistem Produksi Sentra Garam Tahun Anggaran 2019. Kepada editor dan *reviewer* Jurnal Kelautan Nasional, diucapkan terima kasih telah menjadikan artikel ini

menjadi layak terbit.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2015), Materi Rakor Swasembada Garam Nasional, 9 April 2015, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Aunurrofiqi, I, (2018), *Hubungan Karakteristik Kewirausahaan Petani Garam Dengan Keberhasilan Usaha Garam Di Kabupaten Rembang*, Skripsi, Departemen Agribisnis Fakultas Ekonomi Dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Bogor.





Gambar 7. Tampilan antar muka dari sistem pendugaan produksi garam.  
 Figure 7. Display interface of the system for estimating salt production.

- Buono, A., Budiman, J., & Musthofa. (2013). Prediksi Awal Musim Hujan Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Pada Studi Kasus Kabupaten Indramayu, Himpunan Informatika Pertanian Indonesia (HIPI), Bogor.
- Dewi, S. dewi, & Hartatik, S. (2006). *Neuro Fuzzy integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan*. Jojakarta: Graha Ilmu.
- Dong, P., & Dai, F. (2009). *Evaluation for Teaching Quality Based on Fuzzy Neural Network*. 2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science. Zhengzhou: IEEE Computer Society.
- Fajri, H. C. (2018). *Kaitan Perubahan Iklim Terhadap Harga Pangan Serta Hortikultura Di Daerah Terdampak Fenomena El Nino Dan La Nina*. Skripsi, Departemen Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi Dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Bogor. <https://www.bmkg.go.id/iklim/informasi-hujan-bulanan.bmkg?p=analisis-curah-hujan-dan-sifat-hujan-bulan-juni-2017&lang=ID> di akses pada tanggal 5 februari 2019
- <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/iklim-di-indonesiadi> akses pada tanggal 12April 2019
- Jamil, A. S. (2015). *Analisis Permintaan Impor Garam Indonesia*. Tesis, Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- 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>
- Menezes, V. V. & Vianna, M. L. (2019). Quasi-biennial Rossby and Kelvin waves in the South Indian Ocean: Tropical and subtropical modes and the Indian Ocean Dipole, *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, In Press, Corrected Proof, <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2019.05.002>
- Prawiradisastra, F. (2017), Pengembangan Model Prediksi Banjir Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis) Pada Sungai Ciliwung, Tesis, Program Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Susanto, H., Rokhati, N., & Santosa, G. W. (2015), Development of Traditional Salt Production Process for Improving Product Quantity and Quality in Jepara District, Central Java, Indonesia, *Procedia Environmental Sciences* 23, Pp 175-178. <https://doi:10.1016/j.proenv.2015.01.027>
- Walid, M., Suprpto, Y. K., & Zaini, A. (2014). *Noise Detection On The Temple Relief Images Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. ISITIA 2014

