



TUGAS AKHIR - TF 141581

**PREDIKSI SEBARAN JENIS IKAN DENGAN
MENGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN -
ALGORITMA GENETIKA**

**DVITIYA SRESTHA PRAJNA MAHISTHA
NRP. 0231144000104**

**Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.
Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

Halaman ini memang dikosongkan



FINAL PROJECT - TF 141581

**FORECAST ABUNDANCE OF FISH WITH
NEURAL NETWORK - GENETIC ALGORITHM**

DVITIYA SRESTHA PRAJNA MAHISTHA
NRP. 02311440000104

Supervisors :

Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.

Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

Halaman ini memang dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dvitiya Srestha Prajna Mahistha
NRP : 02311440000104
Departemen/ Prodi : Teknik Fisika/ S1-Teknik Fisika
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya berjudul "PREDIKSI SEBARAN JENIS IKAN DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN – ALGORITMA GENETIKA" adalah bebas dari plagiasi. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 22 Juli 2018

Yang membuat pernyataan,



Dvitiya Srestha Prajna Mahistha
NRP. 02311440000104

Halaman ini memang dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

**PREDIKSI SEBARAN JENIS IKAN DENGAN
MENGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN –
ALGORITMA GENETIKA**

Oleh:



Dvitiya Srestha Prajna Mahistha
NRP. 02311440000104

Surabaya, 22 Juli 2018
Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing I



Dr. Ir. Svamsul Arifin, M.T.
NIP. 19540406 198103 1 003

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisiah, M.T.
NIP. 19660116 198903 2 001



**Kepala Departemen
Teknik Fisika FTI-ITS**

Agus Muhammad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.
NIP. 19780902 200312 1 002

Halaman ini memang dikosongkan

PREDIKSI SEBARAN JENIS IKAN DENGAN MENGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN – ALGORITMA GENETIKA


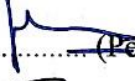
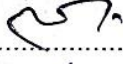


TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Instrumentasi
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DVITIYA SRESTHA PRAJNA MAHISTHA
NRP. 02311440000104

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.  (Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.  (Pembimbing II)
3. Andi Rahmadiansah, S.T., M.T.  (Ketua Penguji)
4. Lizda Johar Mawarani, S.T., M.T.  (Penguji I)
5. Dr. Suyanto, ST, MT.  (Penguji II)

SURABAYA, Juli 2018

Halaman ini memang dikosongkan

PREDIKSI SEBARAN JENIS IKAN DENGAN MENGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN – ALGORITMA GENETIKA

Nama : Dvitiya Srestha Prajna Mahistha
NRP : 02311440000104
Departemen : Teknik Fisika
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.
Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

Badan Informasi Geospasial (BIG) menyatakan bahwa garis pantai Indonesia memiliki total sepanjang 99.093 kilometer, namun terdapat permasalahan dalam dunia kelautan dan perikanan. Permasalahannya adalah informasi keberadaan ikan masih belum ada, sehingga dibutuhkan suatu perancangan prediksi untuk menginformasikan adanya keberadaan ikan. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh algoritma prediktor terbaik untuk penentuan keberadaan ikan dan menghitung prediksi berat 3 jenis ikan (ikan biji nangka, grobyak, dan ikan cucut) dengan menggunakan algoritma prediktor terbaik di pantai Kenjeran secara *real time*. Penelitian ini diusulkan ada metode untuk memprediksi keberadaan ikan, yaitu JST dan JST-AG. Data sekunder yang didapatkan berasal dari NOAA, BMKG, dan PPN Brondong. Data sekunder independen dan dependen diuji *missing data*, *outlier*, dan korelasi. Kemudian JST dan JST-AG dirancang arsitekturnya. Arsitektur yang terbaik (RMSE terkecil) digunakan untuk memprediksi *real time* di pantai Kenjeran. Arsitektur terbaik didapatkan pada JST-AG dengan input berupa suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan. Gabungan JST-AG dengan *hidden node* yang dipasang sebanyak 3, 1, dan 9 unit mampu menurunkan RMSE masing-masing ikan biji nangka, grobyak, dan cucut sebesar 351,88 kg; 37,99 kg; dan 1118,53 kg. Hasil berat prediksi ikan pada tanggal 1 Juli 2018 di pantai Kenjeran adalah ikan biji nangka, grobyak, dan cucut masing-masing sebanyak 0 kg; 3986,05 kg; dan 0 kg.

Kata Kunci: algoritma genetika, *hidden node*, jaringan saraf tiruan, *real time*, RMSE.

Halaman ini memang dikosongkan

FORECASTING ABUNDANCE OF FISH WITH NEURAL NETWORK – GENETIC ALGORITHM METHOD

Nama : Dvitiya Srestha Prajna Mahistha
NRP : 02311440000104
Departemen : Teknik Fisika
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.
Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

The Geospatial Information Agency (BIG) stated that the coastline of Indonesia has 99,093 kilometers, but there is problem in the world of marine and fisheries. The problem is the presence of fish information is not there, so it takes a prediction design to inform the existence of fish. The aim of this research is to obtain best predictor algorithm for determining fish existence and calculate the prediction of 3 species of fish (biji nangka, grobyak, and cucut) by using the best predictor algorithm at Kenjeran beach in real time. This research proposed there are methods to predict the existence of fish, namely JST and JST-AG. Secondary data obtained from NOAA, BMKG, and PPN Brondong. Independent secondary data and dependent tested missing data, outlier, and correlation. Then JST and JST-AG designed the architecture. The best architecture (the smallest RMSE) is used to predict real time on the Kenjeran beach. The best architecture is found in JST-AG with input in the form of sea surface temperature, salinity, and rainfall. Combined JST-AG with hidden nodes of 3, 1, and 9 units are able to decrease RMSE of each biji nangka, grobyak, and cucut fish of 351,88 kg; 37.99 kg; and 1118.53 kg. The results of fish prediction weight on July 1, 2018 at Kenjeran beach are jackfruit, grobyak and cucut fish of 0 kg each; 3986.05 kg; and 0 kg.

Keywords: *genetic algorithm, hidden node, neural network, real time, RMSE.*

Halaman ini memang dikosongkan

KATA PENGANTAR

Buoyweather tipe II merupakan penelitian wahana apung berisi sensor-sensor pengukuran untuk prediksi cuaca maritim oleh Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T. selama 7 tahun. Penelitian kali ini, Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T. bersama penulis mengembangkan *buoyweather* tipe II tidak hanya sebagai prediktor cuaca saja, namun ada prediktor informasi berat ikan di suatu lokasi yang diukur. Adanya prediktor informasi berat ikan, nelayan lebih mudah mencari informasi terkait potensi ikan di suatu lokasi.

Software prediktor informasi ikan masih belum ada di Indonesia. *Software* ini sangat diperlukan mengingat Indonesia merupakan negara maritim. Saat ini, prediktor informasi ikan hanya sebatas penelitian sehingga perlu dikembangkan lebih lanjut agar bisa benar-benar diaplikasikan di dunia perikanan dan kelautan.

Penelitian tugas akhir prediktor sebaran jenis ikan ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus dipenuhi dalam Program Studi S-1 Teknik Fisika FTI-ITS. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Agus Muhamad Hatta, ST, MSi, Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Fisika ITS.
2. Penukai data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), dan Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong.
3. Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T. dan Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir ini, yang selalu memberikan semangat dan ide-ide baru.
4. Dr. Ing Doty Dewi Risanti, S.T., M.T. selaku dosen wali penulis. Terima kasih atas bantuan, arahan, dan nasehat yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa di Departemen Teknik Fisika FTI – ITS.
5. Segenap Bapak/Ibu dosen pengajar di Departemen Teknik Fisika - ITS.

6. Para dosen dan karyawan Departemen Teknik Fisika FTI – ITS
7. Rekan-rekan F49 dan warga Teknik Fisika - ITS, yang senantiasa memberikan motivasi dan perhatian.
8. Rekan-rekan seperjuangan TA yang telah memotivasi dan memberikan bantuan-bantuan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
9. Segenap keluarga penulis yang telah memberikan dukungan penuh terhadap penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam laporan ini, sehingga kritik dan saran sangat dibutuhkan. Semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pihak yang membacanya. Penulis mengharapkan adanya pengembangan penelitian prediktor informasi ikan oleh peneliti selanjutnya agar kekurangan-kekurangan sebelumnya bisa dikurangi.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
<i>TITLE PAGE</i>	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR NOTASI	xxiii
DAFTAR ISTILAH	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis Ikan Laut Jawa	5
2.2 Prediktor Keberadaan Ikan	9
2.3 <i>Buoyweather</i> Tipe II	17
2.4 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Perumusan Masalah	20
3.2 Studi Literatur	20
3.3 Pengumpulan Data Sekunder Independen dan Dependen	21
3.4 Penentuan Variabel Penelitian	22
3.5 Pengujian Data Sekunder Independen dan Dependen	22
3.6 Perancangan Algoritma Prediktor	24
3.7 Analisis Hasil dari Sistem Prediksi Ikan	29
3.8 Pengujian <i>Real Time</i>	29
3.9 Analisis Data dan Pembahasan	33
3.10 Kesimpulan dan Saran	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pengujian Data	35
4.2 Hasil Pelatihan dan Validasi Jaringan Saraf Tiruan	38
4.3 Hasil Pelatihan dan Validasi Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika	48
4.4 Pembahasan Arsitektur Terbaik	56
4.5 Hasil dan Pembahasan Testing.....	59
BAB V KESIMPULAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR RUJUKAN	65
LAMPIRAN A Nilai RMSE	
LAMPIRAN B Source Code Matlab Jaringan Saraf Tiruan- <i>Genetic Algorithm</i> Pelatihan	
LAMPIRAN C Source Code Matlab Fungsi Objektif Jaringan Saraf Tiruan- <i>Genetic Algoritim</i>	
LAMPIRAN D Source Code Matlab Jaringan Saraf Tiruan- <i>Genetic Algoritim</i> Validasi	
LAMPIRAN E Source Code Matlab Jaringan Saraf Tiruan Pelatihan Dan Validasi	
LAMPIRAN F Source Code Prediksi Ikan Berdasarkan Pengujian <i>Real Time</i>	
LAMPIRAN G Kalibrasi Ulang Sensor Salinitas	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ikan biji nangka.....	5
Gambar 2.2	Ikan grobyak atau sebelah	6
Gambar 2.3	Ikan cucut	6
Gambar 2.4	Komposisi garam	8
Gambar 2.5	Hubungan antar neuron dalam sebuah arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	10
Gambar 2.6	Diagram blok algoritma Levenberg Marquardt ..	13
Gambar 2.7	Fungsi aktivasi sigmoid bipolar	14
Gambar 2.8	Fungsi aktivasi linier	15
Gambar 2.9	Siklus optimasi Algoritma Genetika	16
Gambar 2.10	<i>Buoyweather</i> tipe II	17
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 3.2	Lanjutan diagram alir penelitian	20
Gambar 3.3	Diagram alir algoritma Jaringan Saraf Tiruan.....	25
Gambar 3.4	Diagram alir algoritma Jaringan Saraf Tiruan – Algoritma Genetika	26
Gambar 3.5	Arsitektur terbaik prediksi ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika.....	27
Gambar 3.6	Arsitektur terbaik prediksi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika.....	28
Gambar 3.7	Arsitektur terbaik prediksi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika	28
Gambar 3.8	Letak sensor suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan pada <i>buoyweather</i>	29
Gambar 3.9	Sensor suhu permukaan laut.....	30
Gambar 3.10	Sensor salinitas.....	31
Gambar 3.11	Sensor curah hujan	31
Gambar 3.12	Diagram alir sistem akuisisi data	32
Gambar 3.13	<i>User interface</i> prediksi ikan	33
Gambar 4.1	Hasil RMSE ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan	39
Gambar 4.2	Hasil RMSE ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan	40
Gambar 4.3	Hasil RMSE ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan	41

Gambar 4.4	Hasil validasi ikan biji angka Jaringan Saraf Tiruan <i>hidden node 7</i>	42
Gambar 4.5	Hasil validasi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan <i>hidden node 4</i>	43
Gambar 4.6	Hasil validasi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan <i>hidden node 2</i>	44
Gambar 4.7	Hasil RMSE ikan biji angka Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika	48
Gambar 4.8	Hasil RMSE ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika	49
Gambar 4.9	Hasil RMSE ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika	50
Gambar 4.10	Hasil validasi ikan biji angka Jaringan Saraf Tiruan-Algoritma Genetika	51
Gambar 4.11	Hasil validasi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika	52
Gambar 4.12	Hasil validasi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika	53
Gambar 4.13	Data tangkapan bulanan ikan biji angka.....	57
Gambar 4.14	Data tangkapan bulanan ikan grobyak	58
Gambar 4.15	Data tangkapan bulanan ikan cucut.....	58
Gambar 4.16	Analogi hasil pengukuran dan hasil pemodelan variabel independen.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Nilai interval koefisien terhadap tingkat hubungan...	24
Tabel 3.2	Parameter algoritma jaringan ssaraf tiruan.....	24
Tabel 3.3	Parameter algoritma Jaringan Saraf Tiruan-Algorithm Genetika	27
Tabel 3.4	Spesifikasi sensor suhu permukaan laut.....	30
Tabel 3.5	Spesifikasi sensor salinitas	31
Tabel 3.6	Spesifikasi sensor curah hujan	32
Tabel 4.1	Hasil uji <i>outlier</i>	36
Tabel 4.2	Hasil uji korelasi nilai signifikansi.....	37
Tabel 4.3	Hasil uji korelasi nilai r	38
Tabel 4.4	Jumlah <i>epoch</i> RMSE terbaik Jaringan Saraf Tiruan ..	44
Tabel 4.5	Bobot terbaik prediksi ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan	46
Tabel 4.6	Bobot terbaik prediksi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan	47
Tabel 4.7	Bobot terbaik prediksi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan	47
Tabel 4.8	Jumlah <i>epoch</i> RMSE terbaik Jaringan Saraf Tiruan-Algorithm Genetika	52
Tabel 4.9	Bobot terbaik prediksi ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan- <i>genetic alagorithm</i>	54
Tabel 4.10	Bobot terbaik prediksi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan- <i>genetic alagorithm</i>	54
Tabel 4.11	Bobot terbaik prediksi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan- <i>genetic alagorithm</i>	55
Tabel 4.12	Pengukuran <i>real time</i> di laut jawa	59
Tabel 4.13	Perkiraan jumlah ikan percobaan	60

Halaman ini memang dikosongkan

DAFTAR NOTASI

Notasi	Nama	Satuan
net	Output Jaringan Saraf Tiruan berupa prediksi berat ikan di suatu lokasi	kg
x_i	Input (suhu permukaan laut atau salinitas atau curah hujan)	°C atau ppt atau mm/hari
w_i	Bobot Jaringan Saraf Tiruan dari input ke <i>hidden layer</i>	-
z_{net_j}	Keluaran <i>hidden layer</i> Jaringan Saraf Tiruan sebelum diberi fungsi aktivasi	-
v_{ji}	Bobot Jaringan Saraf Tiruan dari <i>hidden layer</i> ke output	-
z_j	Keluaran <i>hidden layer</i> Jaringan Saraf Tiruan setelah diberi fungsi aktivasi	-
w_k	Bobot Jaringan Saraf Tiruan seluruhnya	-
J_k	Matriks turunan pertama dari error jaringan terhadap bobot dan bias jaringan	-
μ	Konstanta pembelajaran	-
I	Matriks identitas	-
$d_{p,m}$	Output yang diharapkan	kg
$o_{p,m}$	Target	kg
SSE	<i>Sum Square Error</i> atau evaluasi proses pelatihan	-
e	<i>Error</i> pelatihan di output	-
α	Konstanta pembelajaran	-
y_i	Data aktual	kg
\hat{y}_i	Data hasil prediksi	kg
n	Jumlah data	-
$RMSE$	<i>Root Mean Square Error</i> atau parameter untuk mengevaluasi hasil prediktor terhadap target	kg
$T(A)$	Suhu interpolasi	°C
T_0	Suhu di <i>buoy</i> RAMA	°C

T_1	Suhu di <i>buoy</i> TAO	°C
A	Jarak dari <i>buoy</i> RAMA ke lokasi Laut Jawa	km
A_0	Jarak awal dari <i>buoy</i> RAMA	km
A_1	Jarak dari <i>buoy</i> RAMA ke <i>buoy</i> TAO	km
X'	Data hasil normalisasi	-
a	Data maksimal	°C atau ppt atau mm/hari
b	Data minimal	°C atau ppt atau mm/hari
X	Data asli	°C atau ppt atau mm/hari
σ	Standar deviasi	-
\bar{x}	Rata-rata data	°C atau ppt atau mm/hari

DAFTAR ISTILAH

Backpropagation

Salah satu algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat *error* dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan output dan target yang diinginkan.

Buoy

Wahana apung berisi sensor-sensor pengukuran untuk mengobservasi keadaan laut secara *real time*

Buoyweather tipe II

Wahana apung berisi sensor-sensor pengukuran yang diteliti oleh Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T. Jenis wahana apung ini merupakan modifikasi dari penelitian sebelumnya sehingga dinamakan tipe II

Fungsi aktivasi

Keluaran model jaringan dengan menggunakan ambang batas tertentu

Hidden layer

Lapisan yang terletak di antara input dan output Jaringan Saraf Tiruan untuk meningkatkan kapabilitas komputasi

Hidden node

Unit-unit tersembunyi yang ada di *hidden layer*

Jaringan Saraf Tiruan

Generalisasi model matematika dari jaringan saraf biologi

Algoritma Genetika

Algoritma yang memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Sebuah badan ilmiah di Departemen Perdagangan Amerika Serikat yang berfokus pada kondisi samudera dan atmosfer.

Tropical Atmosphere Ocean (TAO)

Salah satu *buoy* yang dikembangkan oleh NOAA untuk mengobservasi keadaan laut di Samudera Pasifik

Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong

Pusat kegiatan perikanan yang dilengkapi dengan fasilitas di darat dan di perairan bagi masyarakat, nelayan, dan usaha perikanan

Research Moored Array for African –Asian-Australian Monsoon Analysis and Prediction (RAMA)

Salah satu *buoy* yang dikembangkan oleh NOAA untuk mengobservasi keadaan laut di Samudera Hindia

Root Mean Squared Error (RMSE)

Metode alternatif untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model

Sebaran jenis ikan

Berat (dengan satuan kilogram) beberapa jenis ikan di satu lokasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan. Negara yang memiliki banyak pulau memiliki garis pantai yang panjang. Menurut Badan Informasi Geospasial (BIG), garis pantai Indonesia memiliki total sepanjang 99.093 kilometer (Samantha, 2013). Garis pantai tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki kekayaan laut yang sangat banyak terutama ikan. Kekayaan tersebut sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai salah satu sumber bagi pertumbuhan ekonomi nasional. Namun terdapat permasalahan dalam dunia kelautan dan perikanan. Permasalahannya adalah informasi keberadaan ikan masih belum ada. Distribusi nelayan dan kapal ikan juga tidak merata. Lebih dari 90% armada kapal ikan Indonesia fokus pencariannya di perairan pesisir dan laut dangkal seperti selat Malaka, Pantura, Selat Bali, dan pesisir selatan Sulawesi (Jagad, 2016). Hal tersebut menyebabkan terjadinya kelebihan tangkap sehingga mengakibatkan tangkapan per kapal akan menurun, nelayan semakin miskin, dan sumber daya ikan pun punah. Dari permasalahan tersebut dibutuhkan suatu informasi agar nelayan tahu tentang penyebaran ikan di suatu tempat agar lebih merata. Salah satu hal yang mendukung kebijakan tersebut adalah dilakukan perancangan prediksi untuk mendeteksi keberadaan jenis ikan.

Perancangan suatu prediksi ikan membutuhkan variabel-variabel yang memengaruhi lingkungan laut. Kondisi suhu permukaan laut merupakan variabel yang cukup berpengaruh terhadap penyebaran ikan. Prediksi yang akurat dalam hal perikanan merupakan alat penting untuk mengetahui penyebaran beberapa jenis ikan secara merata dan menghindari eksploitasi di satu titik (Torres-Faurrieta, Dreyfus-León, & Rivas, 2016). Suhu permukaan laut merupakan parameter yang penting untuk dijadikan sebagai variabel prediksi. Suhu permukaan laut adalah salah satu sifat fisika air laut yang dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan organisme perairan. Suhu juga

sangat berpengaruh terhadap jumlah oksigen yang terlarut dalam air dan ini berguna untuk mengetahui stok ikan di masa depan (Soesono, 1974). Variabel fisika lain yang cukup berpengaruh adalah kecepatan angin dan arus laut (Torres-Faurrieta et al., 2016). Selain variabel fisika, variabel kimia juga berpengaruh terhadap keberadaan ikan, yaitu salinitas (Jaureguizar, Menni, Guerrero, & Lasta, 2004; Roux, Harwood, Zhu, & Sparling, 2016). Begitu pula faktor lingkungan lain, seperti curah hujan (Hobday, Spillman, Paige Eveson, & Hartog, 2016). Curah hujan akan memengaruhi salinitas dan suhu permukaan laut (Katsaros & Buettnner, 1969).

Penelitian sebelumnya telah mempertimbangkan beberapa variabel fisika dan biologi. Penelitian variabel fisika pernah digunakan untuk prediksi jenis ikan *Southern Bluefin Tuna* (SBT) di *Great Australian Bight*. Suhu permukaan laut merupakan variabel yang berpengaruh pada distribusi ikan. Penelitian ini bertujuan agar nelayan lebih mudah mengambil keputusan untuk mencari titik pencarian ikan yang dituju (Eveson, Hobday, Hartog, Spillman, & Rough, 2015). Kelimpahan ikan juga bisa diprediksi melalui variabel biologi dari air, yaitu klorofil-a. Klorofil-a adalah pigmen utama fotosintesis fitoplankton. Fitoplankton bisa menghasilkan oksigen sebagai sarana kehidupan biota laut terutama ikan. Semakin banyak fitoplankton maka semakin banyak kelimpahan ikan di tempat tersebut. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah Jaringan Saraf Tiruan (JST) (Liao, Huang, Dai, & Qi, 2012).

JST telah berkembang semakin canggih. JST dikombinasikan dengan optimasi Algoritma Genetika (AG) mampu memprediksi lebih bagus dibanding JST biasa. Hasil dari kombinasi JST dan optimasi Algoritma Genetika mampu mendapatkan akurasi prediksi yang lebih tepat dan lebih cepat (Zhang, Wang, Liu, Du, & Lu, 2009).

Permasalahan-permasalahan tentang ikan yang dibahas pada sebelumnya memberikan ide penelitian. Penelitian ini membuat prediktor jumlah ikan. Tugas akhir dengan judul prediksi sebaran jenis ikan dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan – Algoritma Genetika diharapkan mampu menjawab permasalahan nelayan agar distribusi penangkapan ikan menjadi rata.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan penelitian yang diangkat dalam pengerjaan tugas akhir ini antara lain

- a. Apakah algoritma gabungan Jaringan Saraf Tiruan-Algoritma Genetika memiliki nilai *Root Mean Squared Error* lebih kecil daripada algoritma Jaringan Saraf Tiruan?
- b. Berapa prediksi berat untuk 3 jenis ikan (ikan biji nangka, grobyak, dan cucut) pada pantai Kenjeran secara *real time* dengan algoritma Jaringan Saraf Tiruan-Algoritma Genetika?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini antara lain:

- a. Memperoleh algoritma prediktor terbaik untuk penentuan keberadaan 3 jenis ikan (ikan biji nangka, grobyak, dan ikan cucut).
- b. Menghitung prediksi berat 3 jenis ikan (ikan biji nangka, grobyak, dan ikan cucut) dengan menggunakan Jaringan Jaringan Saraf Tiruan-Algoritma Genetika di pantai Kenjeran secara *real time*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Variabel ikan yang menjadi objek penelitian adalah suhu permukaan laut, salinitas, curah hujan, kecepatan angin, arus laut, dan lama penyinaran.
- b. Variasi *hidden layer* dibatasi sebanyak 1 lapisan dan *hidden node* sebanyak 10 unit.
- c. Algoritma pelatihan Jaringan Saraf Tiruan adalah Levenberg Marquardt. Jenis algoritma pelatihan Jaringan Saraf Tiruan yang lain tidak digunakan.
- d. Tempat sampel objek penelitian *real time* di pantai Kenjeran, Laut Jawa.
- e. Jenis ikan yang diprediksi antara lain ikan biji nangka, grobyak, dan cucut.

4

- f. Fungsi aktivasi input ke *hidden layer* menggunakan sigmoid bipolar dan *hidden layer* ke output adalah linier.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

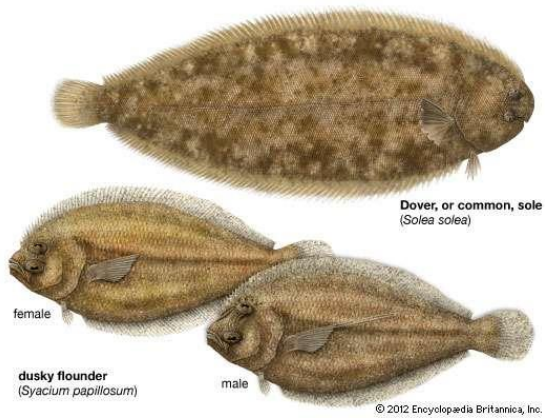
2.1 Jenis Ikan Laut Jawa

Menurut data Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong, ada beberapa jenis ikan yang hidup di Laut Jawa. Salah satunya jenis ikan demersal. Ikan demersal adalah ikan yang hidup dan makan di dasar laut. Berikut ini adalah beberapa jenis ikan demersal, yaitu ikan biji nangka, grobyak, dan cucut pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3. Masing-masing memiliki morfologi yang unik.



Gambar 2.1 Ikan biji nangka (Wadi, 2016)

Ikan biji nangka memiliki morfologi yang unik. Ciri-ciri ikan biji nangka yang mendasar adalah ada “janggut” yang terletak di bawah rahang bawahnya. Ikan biji nangka memiliki dua sirip punggung. Semua warna kulitnya berwarna merah disertai pola-pola. Bentuk tubuhnya pipih agak panjang dan terdapat jari-jari sirip keras, lemah, mengeras, dan lemah. Gambar ikan biji angka lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Wadi, 2016).



Gambar 2.2 Ikan grobyak atau sebelah (Triyatna S, 2013)

Ada ikan lain yang melimpah di Laut Jawa yaitu ikan grobyak atau ikan sebelah (Pleuronectiformes) dengan ciri morfologi yang unik. Ikan sebelah memiliki bentuk morfologi yaitu berbentuk asimetris dan pipih seperti pada Gambar 2.2 (Triyatna S, 2013). Dua matanya terletak pada satu sisi sebelah. Sisi satu berwarna coklat, sisi lainnya berwarna putih. Bentuk asimetrisnya memungkinkan ikan grobyak bisa berbaring datar.



Gambar 2.3 Ikan cucut (Semuaikan, 2018)

Ikan yang tidak kalah melimpah lagi, ikan yang berbentuk seperti ikan hiu, yaitu ikan cucut. Ikan cucut diyakini sebagai ikan yang masih ada sejak zaman purba karena telah ditemukan fosil bentuk gigi dan duri yang diduga berasal dari ikan cucut (Fahmi, 2003). Biasanya ikan cucut hidup di perairan dangkal maupun perairan dalam (Sudjoko, 1991). Nama latin dari ikan cucut adalah *Rhizoprionodon acutus*. Lebih jelasnya ikan cucut dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Variabel ikan yang akan dijadikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

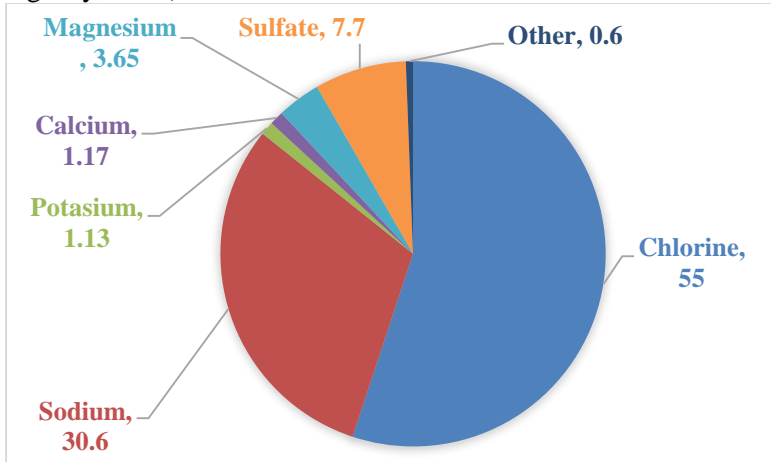
a. Suhu Permukaan Laut

Keberadaan ikan sangat dipengaruhi oleh iklim maritim. Iklim maritim yang berpengaruh terhadap penyebaran ikan adalah permukaan laut. Beberapa variabel permukaan laut, di antaranya adalah suhu permukaan laut, warna laut, *phytoplankton*, *sea state*, *sea ice*, *salinity*, ketinggian permukaan, dan arus laut (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2014). Variabel permukaan laut yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran ikan adalah suhu permukaan laut (Torres-Faurrieta et al., 2016). Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter fisik fenomena *upwelling* (Balai Penelitian dan Observasi Laut, 2018). Fenomena *upwelling* dapat menyebabkan mempertemukan larva dengan pemangsa melalui turbulensi (Life, Jolla, & Rotunda, 1990). *Upwelling* merupakan suatu fenomena naiknya aliran air dingin ke permukaan akibat adanya angin yang berhembus di permukaan laut (Life et al., 1990). Larva dan pemangsa ini yang akan mempengaruhi rantai makanan sehingga mengetahui keberadaan beberapa jenis ikan yang berada dalam rantai makan tersebut.

b. Salinitas

Salinitas adalah kandungan garam yang terlarut di dalam air, baik air laut maupun air tawar. Satuan dari salinitas adalah ppt (*part per thousand*). Kandungan garam pada air laut dapat dilihat di chart pada Gambar 2.4. Sebagian besar kandungan garam pada air laut terdiri dari sodium (Na) dan klorin (Cl) dengan jumlah sebesar 85,7%. Kandungan garam yang lainnya adalah magnesium (Mg),

kalsium (Ca), kalium (K), dan sulfat (SO₄). Kandungan lain tersebut sebesar 13,7%, dan sisanya adalah kandungan-kandungan lain sebesar 0,6% (United States Environmental Protection Agency, 2018).



Gambar 2.4 Komposisi garam (United States Environmental Protection Agency, 2018)

Salinitas merupakan salah satu parameter utama yang sering digunakan peneliti untuk menentukan keberadaan ikan. Salinitas bukan hanya menentukan keberadaan ikan, namun dapat juga dijadikan parameter komposisi spesies ikan (Jaureguizar et al., 2004). Selain keberadaan ikan, salinitas dapat menentukan kelimpahan ikan pada suatu tempat (Roux et al., 2016). Hal ini disebabkan karena ketika kenaikan salinitas pada batas normal ikan laut dapat meningkatkan tekanan osmotik pada larva ikan laut. Sel mitokondria pada larva ikan laut harus bekerja keras memecah garam. Jika dipaksa bekerja terus menerus, maka sel mitokondria akan mati (Tytler & Ireland, 1995).

c. Curah Hujan

Salah satu variabel lain yang berpengaruh pada keberadaan ikan adalah curah hujan. Curah hujan tidak memiliki pengaruh langsung terhadap keberadaan ikan, namun curah hujan memiliki

pengaruh terhadap kondisi air laut. Hujan yang deras memiliki efek yang berbeda dengan hujan yang ringan. Hujan deras yang menyebabkan perubahan salinitas air laut di kedalaman bawah, sedangkan hujan yang ringan menyebabkan perubahan salinitas pada permukaan air laut. Hal tersebut memiliki pola yang sama terhadap suhu permukaan air laut, hanya saja perbedaannya kecil. Perubahan suhu terjadi pada kedalaman yang besar yang mengakibatkan turbulensi karena pengaruh tetesan air hujan deras, namun perubahan suhu hanya terjadi di sekitar permukaan saja karena lebih banyak hujan dingin bercampur dengan permukaan air laut (Hobday et al., 2016).

2.2 Prediktor Keberadaan Ikan

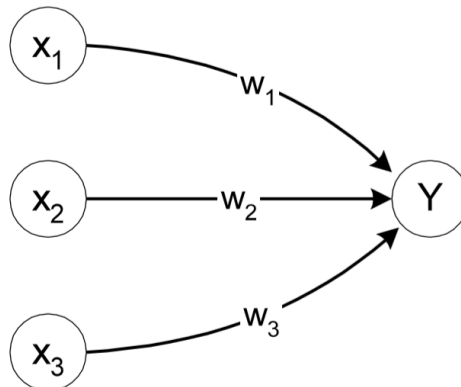
Penelitian sebelumnya pernah menggunakan beberapa metodologi untuk memprediksi keberadaan ikan. Salah satu metodologinya adalah *Predictive Ocean Atmosphere Model for Australia* (POAMA) untuk memprediksi *Southern Bluefin Tuna* (SBT) (Eveson et al., 2015). Metodologi fuzzy tipe II juga pernah digunakan untuk memprediksi ikan layang (Putra, Arifin, & Aisjah, 2014). Variabel independen yang digunakan sama-sama hanya satu, yaitu suhu permukaan laut. Kelemahan dari metodologi POAMA dan fuzzy tipe II pada penelitian sebelumnya adalah variabel independen yang digunakan hanya satu, sedangkan variabel-variabel yang memengaruhi ikan tidak hanya suhu permukaan laut saja. Ada metodologi yang cocok digunakan untuk mengatasi hubungan non linier dengan mempertimbangkan beberapa variabel, yaitu Jaringan Saraf Tiruan (JST). JST merupakan algoritma komputer yang mensimulasikan dengan cara yang sangat disederhanakan yaitu aktivitas neuron dan pemrosesan informasi di otak manusia (Yáñez et al., 2010). Metodologi JST juga pernah diterapkan untuk memprediksi kumpulan ikan dengan tiga masukan variabel independen, yaitu suhu, pH, dan *Dissolved Oxygen* (DO). Hasil studi literatur menunjukkan bahwa JST merupakan metodologi yang cocok digunakan untuk prediksi ikan jika mempertimbangkan banyak variabel independen.

a. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan sistem komputasi mengolah informasi yang meniru jaringan saraf biologi. Banyak aplikasi dalam kehidupan sehari-hari yang telah menerapkan JST untuk mempermudah aktivitas. JST dapat digunakan untuk keperluan pemrosesan sinyal, pengendalian, pengenalan pola, pengobatan, penghasil suara, pengenalan suara, dan bisnis. JST ditentukan oleh tiga hal, yaitu (Fausett, 1994):

- Pola hubungan antar neuron (arsitektur jaringan).
- Metode untuk menentukan bobot penghubung.
- Fungsi aktivasi.

Ketiga aspek di atas dapat dilihat pada Gambar 2.5. Contoh persamaan neuron Y adalah persamaan (2.1). Neuron Y merupakan hasil dari penjumlahan input neuron x_1 , x_2 , dan x_3 dengan bobot masing-masing w_1 , w_2 , dan w_3 . Impuls yang diterima Y mengikuti fungsi aktivasi $y = f(\text{net})$. Sinyal akan meneruskan apabila fungsi aktivasi kuat. Dari fungsi aktivasi juga dapat merubah bobot yang terbaik.



Gambar 2.5 Hubungan antar neuron dalam sebuah arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (Fausett, 1994)

$$\text{net} = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3 \quad (2.1)$$

Salah satu algoritma Jaringan Saraf Tiruan yang dipakai adalah *Back Propagation* (BP). Pelatihan BP meliputi 3 fase, yaitu fase propagasi maju, fase propagasi mundur, dan fase perubahan bobot. Algoritma pelatihan BP dengan satu lapisan tersembunyi adalah sebagai berikut (Fausett, 1994):

- i. Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.
- ii. Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah iii – xi.
- iii. Lakukan langkah iv – xi untuk setiap pasang data pelatihan.

Fase propagasi maju

- iv. Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
- v. Hitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, 3, \dots, p$) dengan persamaan (2.2) dan (2.3).

$$z_{net_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (2.2)$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1+e^{-z_{net_j}}} \quad (2.3)$$

- vi. Hitung semua keluaran jaringan di unit y_k ($k = 1, 2, \dots, m$) dengan persamaan (2.4) dan (2.5).

$$y_{net_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \quad (2.4)$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1+e^{-y_{net_k}}} \quad (2.5)$$

Fase Propagasi Mundur (Yu & Wilamowski, 2011)

- vii. Hitung *Sum Square Error* (SSE) melalui persamaan (2.6) sebagai evaluasi proses training.

$$SSE = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^P \sum_{m=1}^M (d_{p,m} - o_{p,m})^2 \quad (2.6)$$

Fase Perubahan Bobot

- viii. Hitung bobot baru dengan persamaan (2.7). Evaluasi kembali nilai SSE.

$$w_{k+1} = w_k - (J_k^T J_k + \mu I)^{-1} J_k e_k \quad (2.7)$$

J merupakan matriks turunan pertama dari *error* jaringan terhadap bobot dan bias jaringan seperti pada persamaan (2.8). p adalah indeks pola, dari 1 hingga P , di mana P adalah jumlah pola. m adalah indeks output, dari 1 hingga M , di mana M adalah jumlah output.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial e_{1,1}}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{1,1}}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{1,1}}{\partial w_N} \\ \frac{\partial e_{1,2}}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{1,2}}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{1,2}}{\partial w_N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial e_{1,M}}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{1,M}}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{1,M}}{\partial w_N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial e_{P,1}}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{P,1}}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{P,1}}{\partial w_N} \\ \frac{\partial e_{P,2}}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{P,2}}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{P,2}}{\partial w_N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial e_{P,M}}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{P,M}}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{P,M}}{\partial w_N} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

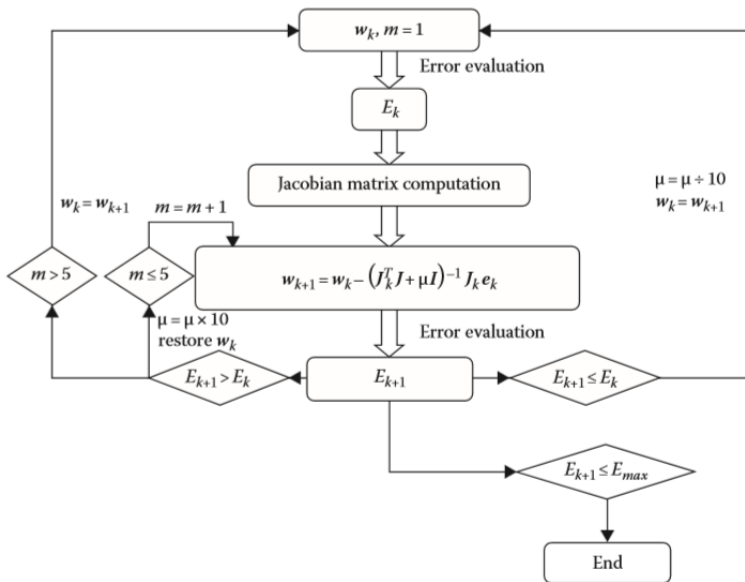
e merupakan vektor *error* output jaringan atau bisa dilihat pada persamaan (2.9).

$$e = \begin{bmatrix} e_{1,1} \\ e_{1,2} \\ \dots \\ e_{1,M} \\ \dots \\ e_{P,1} \\ e_{P,1} \\ \dots \\ e_{P,M} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

μ merupakan konstanta pembelajaran. Konstanta pembelajaran dapat dilihat pada persamaan (2.10).

$$\mu = \frac{1}{\alpha} \quad (2.10)$$

- ix. Jika nilai SSE yang diperbarui bertambah, maka nilai w_k tidak diubah, namun koefisien kombinasi μ dinaikkan dengan faktor 10 atau faktor lainnya. Kemudian kembali ke langkah 7 dan perbarui bobot lagi.



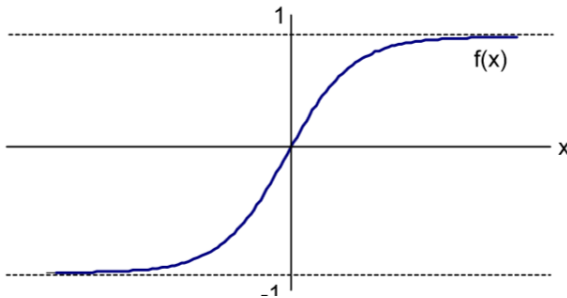
Gambar 2.6 Diagram blok algoritma Levenberg Marquardt (Yu & Wilamowski, 2011)

- x. Jika nilai SSE yang diperbarui berkurang, maka nilai w_k diperbarui. Koefisien kombinasi μ diturunkan dengan faktor 10 atau faktor yang sesuai dengan faktor langkah 9.
- xi. Kembali ke langkah 8 dengan bobot baru sampai nilai SSE lebih kecil dari yang diinginkan.

Fungsi aktivasi *backpropagation* yang harus dipakai harus memiliki beberapa syarat, yaitu kontinu, terdiferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun. Salah satu fungsi aktivasi yang biasa dipakai adalah sigmoid bipolar atau biasa disebut tangen sigmoid. Fungsi aktivasi sigmoid bipolar memiliki kisaran -1 hingga 1. Persamaan fungsi sigmoid bipolar dapat dilihat pada persamaan (2.11) dengan turunan persamaan (2.12) Grafik sigmoid bipolar ada pada Gambar 2.7 (Fausett, 1994).

$$f(x) = \frac{2}{1+e^{-\sigma x}} - 1 \quad (2.11)$$

$$f'(x) = \frac{\sigma}{2} [1 + f(x)][1 - f(x)] \quad (2.12)$$

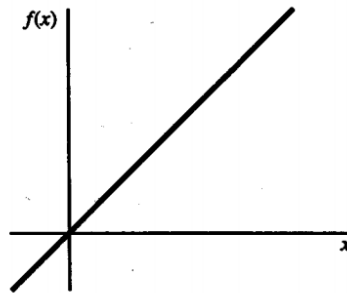


Gambar 2.7 Fungsi aktivasi sigmoid bipolar (Fausett, 1994)

Fungsi aktivasi linier memiliki keluaran yang sama terhadap masukannya. Persamaan fungsi aktivasi linier dan turunannya dapat dilihat pada persamaan (2.13) dan (2.14) dengan grafik pada Gambar 2.8 (Fausett, 1994)

$$f(x) = x \quad (2.13)$$

$$f'(x) = 1 \quad (2.14)$$

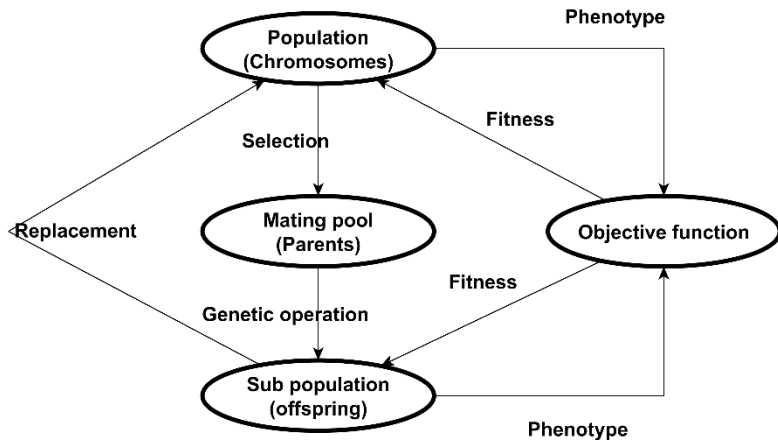


Gambar 2.8 Fungsi aktivasi linier (Fausett, 1994)

b. Optimasi Algoritma Genetika

Optimisasi Algoritma Genetika (AG) merupakan salah satu metode optimasi berdasarkan ilmu biosains yang menerapkan sistem seleksi alam dan genetika alami. Sistem seleksi alam akan dilakukan terus pada populasi secara acak untuk mendapatkan solusi dalam menyelesaikan suatu masalah. Solusi dalam suatu populasi akan dievaluasi hingga mendapatkan solusi terbaik. Algoritma ini mensimulasikan proses evolusi sesuai jumlah generasi yang dikehendaki (Man, Tang, & Kwong, 1999). Siklus optimasi AG dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Optimisasi AG diawali dengan menginisialisasi populasi. Populasi akan terbentuk pola kromosom, jumlah gen, jumlah bit, dan jumlah variabel. Kromosom memiliki deret angka yang memiliki sifat genotip. Sifat genotip ini yang akan terjadi proses pindah silang (*crossover*) dan mutasi. Pindah silang merupakan pemotongan dua buah kromosom berdasarkan jumlah titik yang diinginkan. Hasil pemotongan kromosom digabungkan dengan pasangan lainnya, sedangkan mutasi adalah penggantian gen pada kromosom dengan gen lain dari kromosom lain. Sifat baru yang telah dilakukan decode kromosom disebut sifat fenotip. Sifat fenotip digunakan untuk mengetahui kualitas kromosom. Kromosom berevolusi terus hingga didapatkan kriteria yang sesuai atau disebut *fitness*. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang sampai mendapatkan *fitness* yang terbaik (Man et al., 1999).



Gambar 2.9 Siklus optimasi Algoritma Genetika (Man et al., 1999)

AG dapat digunakan untuk beberapa kasus, salah satunya adalah JST. Langkah pembelajaran AG yang dikombinasikan dengan JST adalah sebagai berikut (Zhang et al., 2009):

- Ukuran populasi, *crossover*, mutasi, lapisan jaringan, dan jumlah neuron ditentukan.
- Inisialisasi populasi awal secara acak $P = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}vcv$, n adalah jumlah bobot koneksi, sedangkan P terdiri dari n vektor bobot dan vektor batas ambang (*threshold*).
- Bobot dan nilai adaptif JST dihitung sesuai dengan keadaan lingkungan.
- *Fitness* diurutkan dari kecil ke besar (dari kromosom terbaik sampai ke terburuk).
- Kromosom terbaik tidak diseleksi atau dijaga.
- *Crossover* dan evaluasi kelompok individu yang baru dilakukan.
- Mutasi dan evaluasi kelompok individu yang baru dilakukan.
- Proses dilakukan ulang menuju generasi selanjutnya dengan mengulang langkah 3 sampai 6.

Langkah di atas terus dilakukan hingga mendapatkan bobot JST terbaik sehingga didapatkan dengan kromosom terbaik.

2.3 *Buoyweather* Tipe II

Buoyweather tipe II merupakan wahana apung berisi sensor yang bertujuan untuk memprediksi cuaca maritim (Gambar 2.10). Sensor pengukuran yang dipasang pada penelitian sebelumnya adalah tekanan udara, kecepatan angin, ketinggian gelombang, arah angin, suhu udara, dan kelembapan. Keenam sensor tersebut merupakan variabel yang digunakan untuk memprediksi hujan. Penelitian kali ini tidak hanya prediksi hujan. *Buoyweather* dikembangkan dengan menambahkan tiga sensor, yaitu suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan. Ketiga sensor ini digunakan untuk prediksi berat ikan di suatu lokasi.



Gambar 2.10 *Buoyweather* tipe II

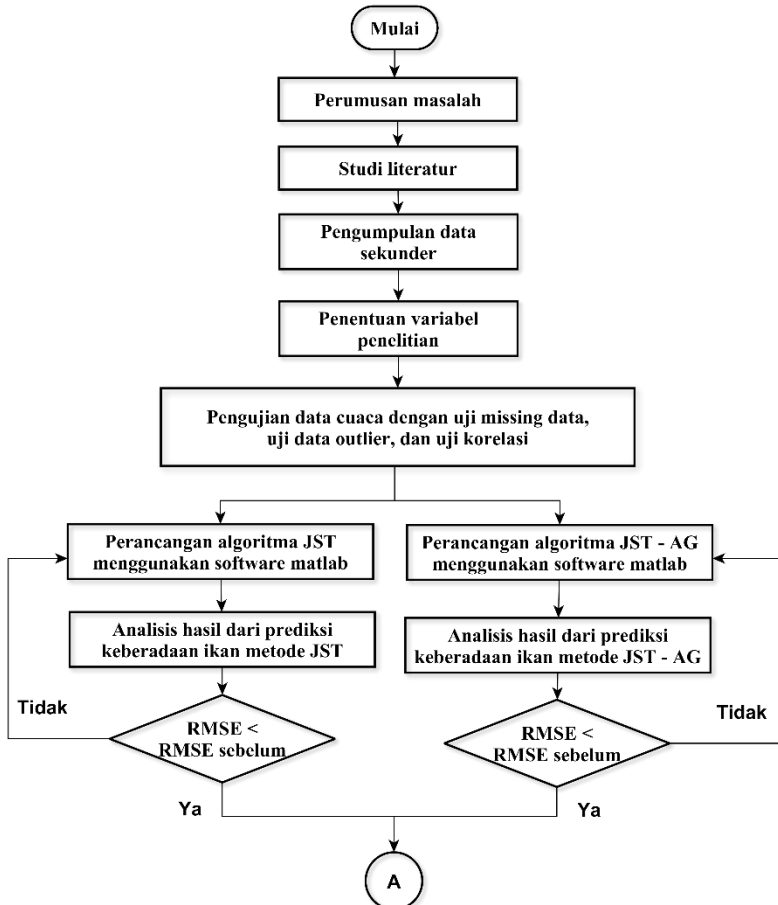
2.4 *Root Mean Square Error (RMSE)*

Model JST dan JST-AG yang dirancang harus dievaluasi performansinya. Pengukuran evaluasi performansi model JST dan JST-AG dapat menggunakan RMSE. RMSE mengukur dengan membandingkan perbedaan nilai prediksi dengan nilai aktual. Nilai RMSE mampu mengetahui kualitas model JST dan JST-AG apakah layak atau tidak. Semakin kecil nilai RMSE semakin baik karena *error* yang dihasilkan hanya sedikit. Model yang bagus memiliki nilai RMSE mendekati nol. Persamaan RMSE dapat dilihat pada persamaan 2.15.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.15)$$

BAB III METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini ditampilkan dengan sebuah diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



Gambar 3.2 Lanjutan diagram alir penelitian

3.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan suatu kegiatan untuk mengobservasi masalah dan potensi yang ada di Indonesia. Rumusan masalah yang didapat adalah membandingkan algoritma JST dengan JST-AG untuk mencari prediktor yang terbaik. Hasil prediktor terbaik diuji coba di pantai Kenjeran untuk mengetahui kira-kira berat prediksi ikan. Tujuan tugas akhir ini memberikan suatu metode yang cocok dan akurat untuk menyelesaikan suatu masalah. Harapannya penelitian ini bisa membantu memberikan informasi terkait prediksi berat ikan di suatu lokasi.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengembangkan ide agar lebih sistematis. Perlu dilakukan pemahaman prinsip dasar dari metode yang dibuat agar tidak salah konsep. Studi literatur pada penelitian ini adalah mencari variabel-variabel lingkungan yang berpengaruh pada ikan, variabel optimal pada beberapa jenis ikan di Indonesia, konsep prediktor metodologi Jaringan Saraf Tiruan, konsep optimasi metodologi Algoritma Genetika, dan penelitian-penelitian sebelumnya. Literatur yang digunakan adalah buku, jurnal penelitian ilmiah, artikel ilmiah, laporan tugas akhir, dan juga informasi yang diperoleh dari hasil wawancara suatu badan resmi perikanan.

3.3 Pengumpulan Data Sekunder Independen dan Dependen

Data sekunder dicari sebagai data referensi untuk memodelkan prediktor. Data yang diambil dalam jangka waktu 3 bulan pada wilayah laut Indonesia. Variabel independen (suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan) diambil dari *buoy* NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Data *buoy* yang diambil ada dua, yaitu *Tropical Atmosphere Oceanic* (TAO) dengan koordinat 8N; 137E dan *Research Moored Array for African –Asian-Australian Monsoon Analysis and Prediction* (RAMA) dengan koordinat 5S; 95E. Variabel independen yang berasal dari *buoy* NOAA diinterpolasi dengan persamaan (3.1) untuk mendapatkan perkiraan nilai variabel di suatu lokasi (Arifin, Aisjah, & Hakim, 2011)

$$T(A) = \frac{A-A_1}{A_0-A_1} T_0 + \frac{A-A_0}{A-A_0} T_1 \quad (3.1)$$

Hasil interpolasi memiliki nilai yang cukup besar apabila dimasukkan ke dalam *software* matlab. Nilai variabel perlu dinormalisasi dengan rentang 0 sampai 1 agar memori tidak terlalu besar dan proses iterasinya semakin cepat. Persamaan normalisasi dapat dilihat pada persamaan 3.2 (Siang, 2005).

$$X' = \frac{0,8(X-b)}{(a-b)} + 0,1 \quad (3.2)$$

Variabel independen lain dan dependen masing-masing diambil dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Perak Surabaya dan PPN Brondong. Variabel independen yang lain adalah kecepatan angin, arus laut, dan lama penyinaran dengan koordinat 7S; 112E. Variabel dependen beberapa jenis ikan diambil dari Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong dengan koordinat 6S; 112E. Data yang diambil sebanyak 3 bulan atau 90 hari pada bulan Januari, Februari, dan Maret

3.4 Penentuan Variabel Penelitian

Variabel penelitian dibagi menjadi input dan output. Variabel input ditentukan terlebih dahulu, yaitu berupa variabel cuaca maritim. Dicari beberapa variabel yang memengaruhi variabel cuaca maritim tersebut. Kemudian dicari hubungan antar variabel yang mempengaruhi kehidupan beberapa jenis ikan secara umum. Variabel ini ditentukan berdasarkan studi literatur yang dilakukan, yaitu suhu permukaan laut, salinitas, curah hujan, kecepatan angin, arus laut, dan lama penyinaran. Sedangkan variabel output didapatkan berdasarkan data yang tersedia. Data yang tersedia dari PPN Brondong adalah berat data ikan demersal. Ikan demersal yang dipilih di antaranya ikan biji nangka, gorbyak, dan cucut. Ketiga ikan ini dipilih karena data yang tersedia selalu ada (kontinu) dari tanggal 1 Januari hingga 31 Maret 2018.

3.5 Pengujian Data Sekunder Independen dan Dependen

Data sekunder yang telah dikumpulkan (data independen dan dependen), dilakukan uji dan analisis data cuaca. Hal ini dilakukan untuk menemukan variabel cuaca apa saja yang tepat sebagai variabel masukan untuk melakukan prediksi yang akan dilakukan. Dilakukan uji *missing data*, *outlier*, dan korelasi. Pengujian data dibantu dengan software *IBM SPSS (Statistical Package for Social Science) Statistics 22*.

a. Uji *Missing Data*

Missing data merupakan suatu informasi yang tidak tersedia karena alasan tertentu. Hal ini disebabkan karena informasi untuk suatu objek tidak diberikan, sulit dicari, dan memang informasi tersebut tidak ada. *Missing data* tidak akan bermasalah jika jumlahnya hanya sedikit. Misal jika hanya sekitar 1% dari total data. Namun, jika persentasenya cukup besar, maka data tidak diproses lebih lanjut. Batasan persentase yang dipakai pada penelitian ini adalah 1% (Santoso, 2010).

Pengujian dilakukan dengan mencari *cell* mana yang tidak ada datanya atau kosong. Pencarian data yang kosong dibantu dengan *software IBM SPSS 22* secara otomatis. Langkah yang

harus dilakukan adalah klik Analyze – Descriptive Statistics – Frequencies – semua variabel dipilih – OK.

b. Uji *Outlier*

Data *outlier* merupakan data yang benar-benar berbeda dari data-data pada umumnya. Data *outlier* bisa terjadi karena ada beberapa sebab, yaitu kesalahan dalam pemasukan data, kesalahan pada pengambilan sampel, dan karena memang ada data-data ekstrem yang tidak bisa dihindarkan keberadaannya. Uji *outlier* dilakukan dengan membuat nilai z (standarisasi data). Persamaan yang digunakan untuk menstandarisasi data dapat dilihat pada persamaan (3.3). Data dapat dikatakan *outlier* apabila nilai z lebih besar dari angka +2,5 atau lebih kecil dari angka -2,5 (Santoso, 2010).

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \quad (3.3)$$

c. Uji Korelasi

Uji korelasi merupakan suatu pengujian data untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antar variabel secara linier yang dinyatakan dalam bentuk koefisien korelasi (r). Nilai koefisien korelasi terletak di antara -1 hingga +1. Semakin mendekati nilai -1 atau +1, semakin erat hubungan antar variabel. Arti tanda negatif merupakan korelasi antarvariabel berlawanan. Sedangkan tanda positif merupakan korelasi antarvariabel searah. Metodologi yang digunakan adalah *Pearson Correlation*. Persamaan *Pearson Correlation* dapat dilihat pada persamaan (3.4) (Zhou, Deng, Xia, & Fu, 2016). Data yang diuji korelasi adalah antar variabel independen dan dependen. Pengujian hanya bisa dilakukan untuk mencari hubungan dua variabel. Data independen suhu permukaan laut duji korelasi dengan ikan biji nangka, ikan grobyak, dan ikan cucut. Data independen yang lain juga dilakukan pada masing-masing ikan.

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \sum(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (3.4)$$

Tabel 3.1 Nilai interval koefisien terhadap tingkat hubungan (Sugiyono, 2007)

Interval koefisien	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah atau tidak berpengaruh
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Koefisien korelasi memiliki nilai yang besar atau kecil. besar kecilnya koefisien korelasi dapat berpedoman pada Tabel 3.1 untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi (Sugiyono, 2007). Parameter korelasi tidak hanya ditentukan oleh nilai r saja. Namun parameter lain yang digunakan adalah signifikansi. Nilai signifikansi yang digunakan adalah maksimal 0,05 atau nilai kepercayaan 95%.

3.6 Perancangan Algoritma Prediktor

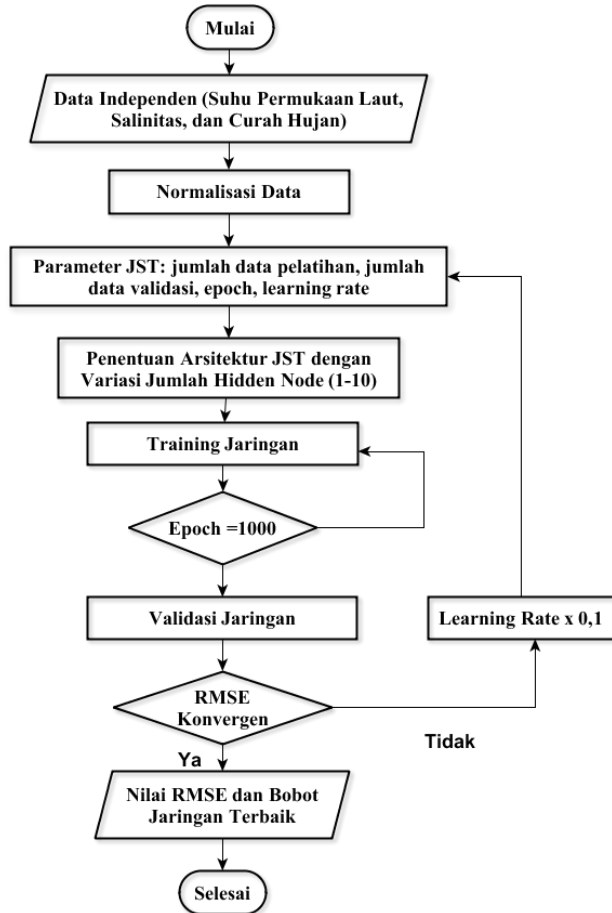
a. Perancangan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan

Tabel 3.2 Parameter algoritma jaringan ssaraf tiruan

No	Parameter	Nilai
1	Jumlah data pelatihan (%)	85
2	Jumlah data validasi (%)	15
3	<i>Epoch</i>	1000
4	<i>Learning rate</i>	0,001
5	<i>Momentum constant</i>	0,950
6	<i>Parameter goal mse</i>	0,010

Metodologi JST yang digunakan adalah *backpropagation* Levenberg-Marquardt sehingga memiliki *hidden layer*. *Hidden layer* yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 dengan variasi hidden node 1-10. Apabila variasi hidden node belum mampu menghasilkan RMSE secara konvergen, maka dilakukan variasi

learning rate dengan variasi *learning rate* awal dikali 0,1. Selain hidden layer dan *learning rate*, berikut ini adalah beberapa parameter yang digunakan pembuatan algoritma JST (Tabel 3.2).

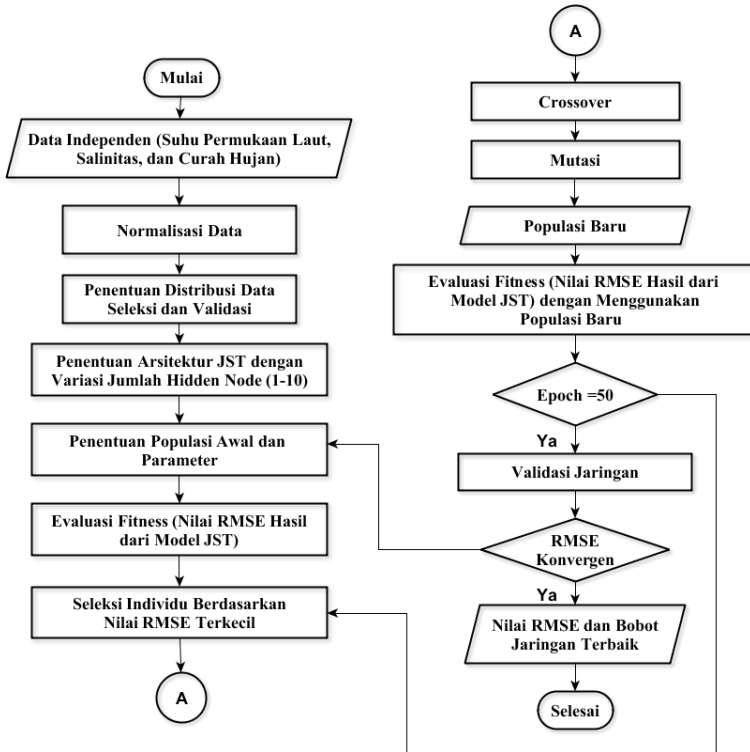


Gambar 3.3 Diagram alir algoritma Jaringan Saraf Tiruan

Arsitektur JST terdiri dari 3 lapisan; *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. *Input layer* merupakan masukan data independen (suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan), sedangkan

output layer berisi jumlah tangkapan ikan. Proses algoritma JST secara lengkapnya dapat dilihat diagram alir pada Gambar 3.3.

b. Perancangan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan – Algoritma Genetika



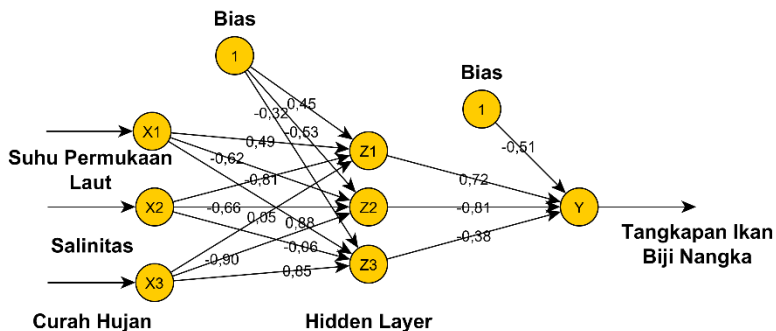
Gambar 3.4 Diagram alir algoritma Jaringan Saraf Tiruan – Algoritma Genetika

Jaringan Saraf Tiruan merupakan algoritma utama yang digunakan, sedangkan optimasi Algoritma Genetika digunakan untuk menentukan bobot optimal yang akan digunakan pada Jaringan Saraf Tiruan. Bobot JST merupakan individu dari proses Algoritma Genetika. Hasil kumpulan individu akan membentuk populasi. Nilai *fitness* yang digunakan adalah nilai RMSE. Nilai

RMSE yang dicari adalah nilai minimal. Beberapa parameter yang digunakan pada proses JST – AG dapat dilihat pada Tabel 3.3. Proses lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.4. Agar tidak beroperasi secara terus menerus, iterasi dibatasi hingga 50 *epoch*. Parameter lain, yaitu populasi, *epoch*, elitsm, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi, dan jumlah bit masing-masing bernilai 10; 50; 0,800; 0,800; dan 0,033.

Tabel 3.3 Parameter algoritma Jaringan Saraf Tiruan-Algoritma Genetika

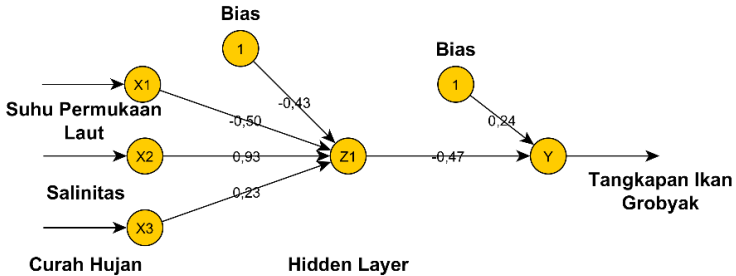
No	Parameter	Nilai
1	Populasi	10
2	<i>Epoch</i>	50
3	Elitsm	0,800
4	Probabilitas <i>crossover</i>	0,800
5	Probabilitas mutasi	0,033
6	Jumlah bit	20



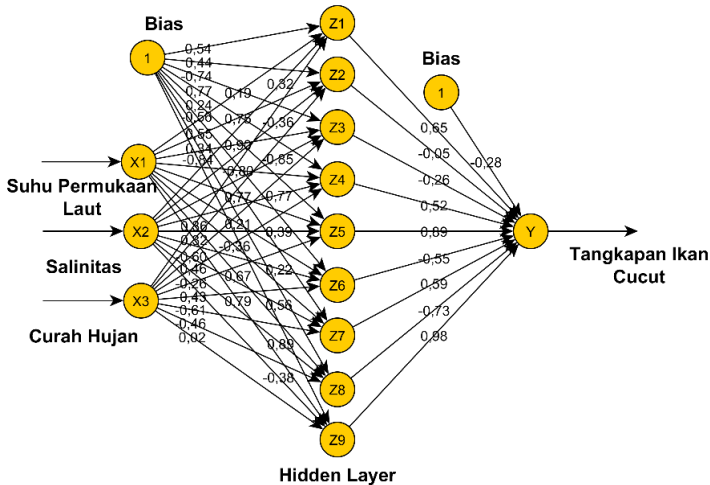
Gambar 3.5 Arsitektur terbaik prediksi ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika

Arsitektur JST-AG masing-masing ikan biji nangka, ikan grobyak, dan ikan cucut masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3.5, Gambar 3.6, dan Gambar 3.7. Arsitektur prediksi ikan biji nangka memiliki *hidden layer* 1 lapisan dengan *hidden node* 3 unit. Input yang diberikan ada tiga variabel independen, yaitu suhu

permukaan laut, salinitas, dan curah hujan (Gambar 3.5). Arsitektur terbaik pada ikan grobyak memiliki input yang sama seperti ikan biji nangka. *Hidden node* arsitektur ikan grobyak terdiri dari 1 unit (Gambar 3.6). Arsitektur ikan cucut bisa dilihat pada Gambar 3.7. Input variabel independen sama seperti ikan biji nangka dan ikan grobyak, yaitu suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan. *Hidden node* yang dipasang sebanyak 9 unit.



Gambar 3.6 Arsitektur terbaik prediksi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika



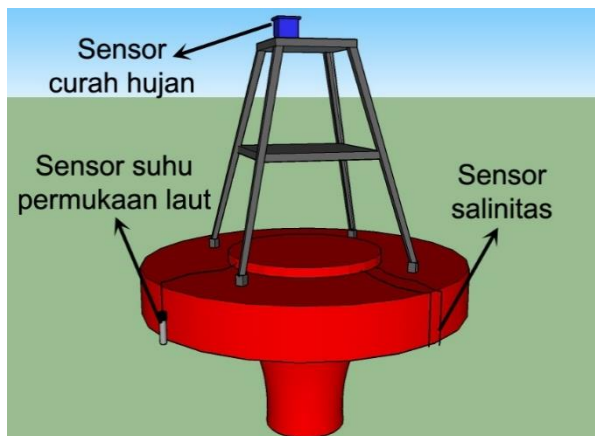
Gambar 3.7 Arsitektur terbaik prediksi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika

3.7 Analisis Hasil dari Sistem Prediksi Ikan

Sistem prediksi ikan dapat dikatakan telah berhasil dilakukan atau dapat bekerja dengan baik apabila nilai RMSE dari prediksi yang dihasilkan konvergen dari RMSE sebelumnya. Prediksi ikan yang dapat dikatakan memiliki akurasi yang lebih tinggi dan hasil yang lebih baik apabila nilai RMSE yang dihasilkan semakin mendekati nilai nol.

3.8 Pengujian Real Time

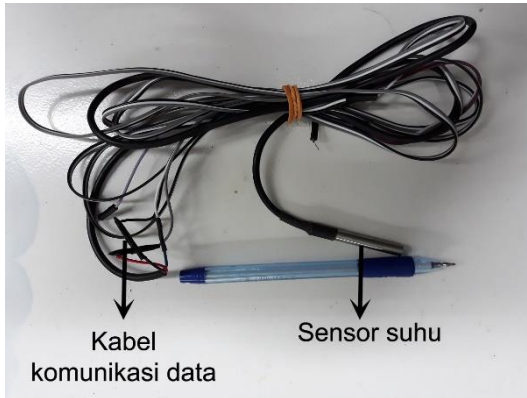
Sistem instrumen yang dipakai terdiri dari 3 sensor: sensor suhu DS18B20, sensor konduktivitas, dan sensor *rain gauge*. Ketiga sensor dihubungkan dengan arduino uno R3. Sensor tersebut ditempatkan di *buoyweather* untuk mengukur kondisi laut. Posisi tambahan sensor untuk memprediksi ikan dapat dilihat pada Gambar 3.8. Sensor suhu permukaan laut dan salinitas dipasang di *buoyweather* dengan kedalaman 10 cm terhadap permukaan *buoyweather*, sedangkan sensor curah hujan dipasang di atas kerangka *buoyweather* dekat dengan *photovoltaic*. Spesifikasi sensor prediksi ikan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.8 Letak sensor suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan pada *buoyweather*

a. Sensor Suhu Permukaan Laut

Sensor suhu yang digunakan adalah tipe DS18B20. Kelebihan sensor ini adalah tahan terhadap air. Ujung sensor terdapat lapisan *stainless steel* sehingga mampu tahan karat lebih lama. Sensor suhu permukaan laut dapat dilihat pada Gambar 3.9 dan spesifikasinya pada Tabel 3.4.



Gambar 3.9 Sensor suhu permukaan laut

Tabel 3.4 Spesifikasi sensor suhu permukaan laut (Maxim Integrated, 2015)

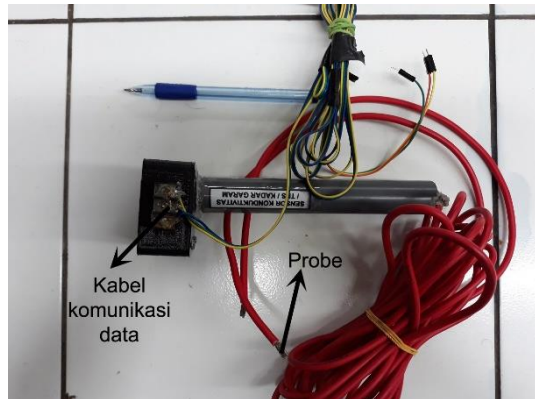
Tipe sensor	DS18B20
Voltage range (V)	0,5 sampai 6,0
Range (°C)	-55 sampai 125
Accuracy (°C)	±0,5

b. Sensor Salinitas

Sensor salinitas menggunakan dua *probe* yang memiliki prinsip konduktivitas listrik (Gambar 3.10). Sifat konduktivitas listrik tergantung dari bahan *probenya*. Perlu dilakukan kalibrasi menggunakan cairan yang memiliki konduktivitas 1413 $\mu\text{s}/\text{cm}$ dan 12,88 ms/cm . Spesifikasi sensor salinitas dapat dilihat pada Tabel 3.5.

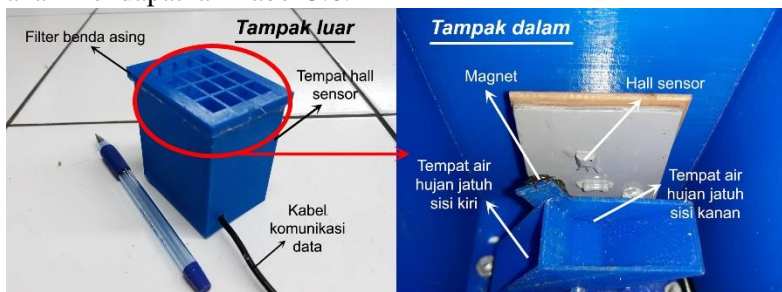
Tabel 3.5 Spesifikasi sensor salinitas (Depoinovasi, 2011b)

Tipe sensor	Salinitas
Tegangan masukan (V)	0,5 sampai 6,0
Tegangan operasional (V)	3 sampai 4,7
Respon waktu (s)	0,1 sampai 0,3
Sensitivitas (V)	0,1 sampai 0,5

**Gambar 3.10** Sensor salinitas

c. Sensor Curah Hujan

Sensor curah hujan (Gambar 3.11) yang digunakan yaitu *hall effect*. Ketika ada magnet yang mengenai sensor *hall effect* maka akan mendapatkan Tabel 3.6.

**Gambar 3.11** Sensor curah hujan

Tabel 3.6 Spesifikasi sensor curah hujan (Depoinovasi, 2011a)

Tipe sensor	<i>Magnetic</i>
Tegangan masukan (volt)	0,5 sampai 6,0
Nilai per tip (mm)	1,346
Output	Pulse digital TTL

Arsitektur terbaik digunakan untuk pengujian *real time* di Pantai Kenjeran dengan koordinat 7S; 112E. Arsitektur terbaik didapatkan dari perbandingan RMSE dua algoritma (JST dan JST-AG). Arsitektur yang memiliki nilai RMSE terkecil digunakan untuk prediksi keberadaan ikan. Arsitektur terbaik didapatkan pada JST-AG. Hasil bobot-bobot pada arsitektur terbaik tidak akan diperbarui sehingga bisa digunakan untuk prediksi ikan pada hari apapun.

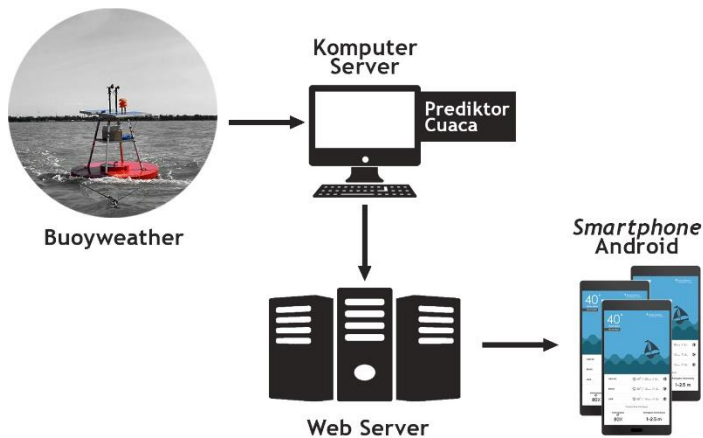
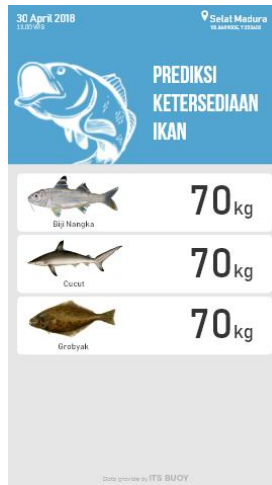
**Gambar 3.12** Diagram alir sistem akuisisi data

Diagram alir sistem akuisisi data dari pengukuran cuaca maritim hingga *smartphone* android dapat dilihat pada Gambar 3.12. Hasil pengukuran cuaca maritim (suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan) secara *real time* di pantai Kenjeran akan mentransmisikan data menuju komputer server. Komputer server berisi *source code* algoritma terbaik dari hasil rancangan yang telah

dianalisis. Komputer server akan memproses prediksi berat ikan biji nangka, grobyak, dan cucut. *Software* di komputer server akan mengirim ke webserver secara otomatis. Data prediksi ikan di *smartphone* android akan berubah secara otomatis ketika data dari webserver telah berubah. Tampilan *user interface* pada *smartphone* android dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 *User interface* prediksi ikan

3.9 Analisis Data dan Pembahasan

Arsitektur terbaik JST-AG digunakan untuk memprediksi berat ikan di suatu lokasi. Hasil prediksi algoritma terbaik dianalisis jenis ikan mana yang berpotensi. Hal yang perlu dianalisis adalah hasil prediksi apakah memiliki nilai positif atau nol. Jika positif, maka hasil prediksi dapat dikatakan berhasil. Sebaliknya jika nol, maka perlu dianalisis hal apa yang menyebabkan prediksi menjadi nol. Ketika prediksi bernilai nol maka perlu ada perbandingan dengan lokasi lain. Hasil analisis digunakan untuk rekomendasi ke nelayan sebagai pertimbangan penangkapan ikan di lokasi yang diukur.

3.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan jawaban dari rumusan masalah yang diangkat. Jika kesimpulan masih belum menjawab rumusan masalah, maka akan dimasukkan saran sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya atau saran terkait penelitian ini agar lebih sempurna. Penulis juga memasukkan kelemahan-kelemahan apabila ada hasil yang tidak baik atau tidak sesuai dengan referensi-referensi sebelumnya. Adanya kesimpulan dan saran diharapkan mampu mengembangkan penelitian tentang maritim agar lebih baik dan bisa diaplikasikan di masyarakat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Data

a. Missing Data

Hasil uji *missing data* independen dan dependen dapat menunjukkan bahwa masing-masing data memiliki nilai presentase *missing data* yang sama, yaitu 0%. *Missing data* tidak akan bermasalah jika nilai presentase kurang dari 1% (Santoso, 2010). Jika presentase *missing data* lebih dari 1% dikhawatirkan data tersebut tidak merepresentasikan keadaan selama 3 bulan (Januari, Februari, dan Maret) sebagai data latih. Nilai tersebut menunjukkan bahwa data suhu permukaan laut, salinitas, curah hujan, arus laut, kecepatan angin, lama penyinaran, ikan biji angka, ikan cucut, dan ikan grobyak dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Proses selanjutnya, yaitu uji *outlier*.

b. Outlier

Hasil uji *outlier* semua variabel dapat dilihat pada Tabel 4.1. *Outlier* merupakan nilai ekstrem di antara nilai yang lain. Nilai ekstrem dapat dilihat dari nilai z pada Tabel 4.1. Nilai z pada Tabel 4.1 memiliki nilai lebih dari 2,5 sehingga dapat dikatakan data tersebut *outlier*. Variabel independen yang memiliki nilai ekstrem hanya pada arus laut. Sedangkan variabel dependen masing-masing memiliki nilai ekstrem. Ada beberapa perlakuan terhadap data *outlier*, yaitu mempertahankan data apa adanya atau menghilangkan data *outlier* (Santoso, 2010). Penelitian ini mengambil perlakuan mempertahankan data apa adanya. Data *outlier* dianggap dimana kondisi variabel independen memang terjadi fenomena ekstrem. Begitu juga data *outlier* variabel dependen. Hari tersebut merupakan hari dimana banyak nelayan yang sedang panen ikan. Alasan lain tetap mempertahankan data *outlier* adalah pengukuran dianggap valid karena instrumen yang digunakan berasal dari badan yang terpercaya, yaitu NOAA dan PPN Brondong.

Tabel 4.1 Hasil uji *outlier*

Variabel	Data ke-	Nilai z
Arus laut	83	3,23500
Ikan biji nangka	64	3,33455
Ikan cucut	64	3,93884
	67	3,65674
Ikan grobyak	64	2,91544
	70	2,57096

c. Korelasi

Uji korelasi yang digunakan mencari hubungan 2 variabel antara variabel independen dan dependen. Uji korelasi digunakan untuk menyeleksi variabel independen yang tidak berpengaruh terhadap variabel dependen. Hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.2. Nilai uji korelasi mengacu pada Tabel 3.1. Ada beberapa variabel independen yang memiliki nilai sangat rendah atau tidak berpengaruh terhadap variabel dependen. Arus laut, kecepatan angin, dan lama penyinaran memiliki hubungan yang sangat rendah terhadap variabel dependen karena bernilai rata-rata kurang dari 0,199. Ketiga variabel tersebut nilai korelasi yang paling rendah adalah kecepatan angin, sedangkan nilai terbesar adalah arus laut. Semakin rendah nilai korelasi semakin tidak ada hubungan antar variabel. Nilai tersebut menunjukkan bahwa arus laut, kecepatan angin, dan lama penyinaran sebaiknya dihilangkan. Hal ini juga semakin diperkuat dengan nilai signifikansi pada Tabel 4.3. Rata-rata signifikansi variabel arus laut, kecepatan angin, dan lama penyinaran bernilai lebih dari 0,05. Jika nilai signifikansi lebih dari 0,05 maka variabel tersebut tidak ada hubungannya. Rata-rata signifikansi terkecil dari ketiga variabel tersebut adalah arus laut dan signifikansi terbesar adalah kecepatan angin. Semakin besar nilai signifikansi semakin ragu data tersebut memiliki hubungan. Hubungan signifikansi berbanding terbalik dengan nilai korelasi. Namun urutan terkecil dan terbesar sama-sama menunjukkan masing-masing kecepatan angin dan arus laut.

Tabel 4.2 Hasil uji korelasi nilai signifikansi

Variabel	Koefisien signifikan			
	Ikan biji nangka	Ikan cucut	Ikan grobyak	Rata- rata
Suhu permukaan laut	0,000	0,001	0,000	0,000
Salinitas	0,000	0,000	0,000	0,000
Curah hujan	0,015	0,028	0,0	0,014
Arus laut	0,061	0,340	0,133	0,178
Kecepatan angin	0,822	0,636	0,532	0,663
Lama penyinaran	0,161	0,457	0,208	0,275

Tiga variabel independen lain yang memiliki hubungan dengan variabel dependen adalah suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan. Suhu permukaan laut memiliki hubungan sedang terhadap ikan biji nangka dan hubungan rendah terhadap ikan cucut dan ikan grobyak. Salinitas memiliki hubungan yang berbeda, tidak seperti suhu permukaan laut. Salinitas bernilai negatif terhadap semua jenis ikan. Negatif menunjukkan bahwa variabel independen memiliki hubungan terbalik terhadap variabel dependen. Hubungan salinitas terhadap ikan biji nangka adalah kuat, sedangkan salinitas terhadap ikan cucut dan ikan grobyak yaitu sedang. Begitu pula dengan curah hujan. Nilai menunjukkan negatif sehingga hubungan curah hujan terhadap semua jenis ikan adalah berkebalikan dengan tingkat hubungan rendah. Jika diambil rata-rata, tingkat hubungan suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan terhadap variabel dependen adalah masing-masing sedang, sedang, dan rendah. Selain nilai r , nilai signifikansi juga menunjukkan bahwa rata-rata ketiga variabel menunjukkan nilai kurang dari 0,05. Nilai signifikansi terkecil didapatkan pada salinitas yaitu bernilai 0, sehingga hubungan suhu permukaan laut terhadap variabel dependen sangat dipercaya. Nilai terbesar dari ketiga variabel adalah curah hujan, yaitu 0,014, namun nilai tersebut masih menunjukkan bahwa curah hujan masih dapat dikatakan variabel yang dipercaya memiliki hubungan terhadap variabel dependen.

Tabel 4.3 Hasil uji korelasi nilai r

Variabel	Koefisien r			
	Ikan biji angka	Ikan cucut	Ikan grobyak	Rata- rata
Suhu permukaan laut	0,461	0,356	0,393	0,403
Salinitas	-0,612	-0,501	-0,578	-0,564
Curah hujan	-0,255	-0,232	-0,258	-0,248
Arus laut	0,198	0,102	0,160	0,153
Kecepatan angin	0,024	0,051	0,067	0,047
Lama penyinaran	0,149	0,079	0,134	0,121

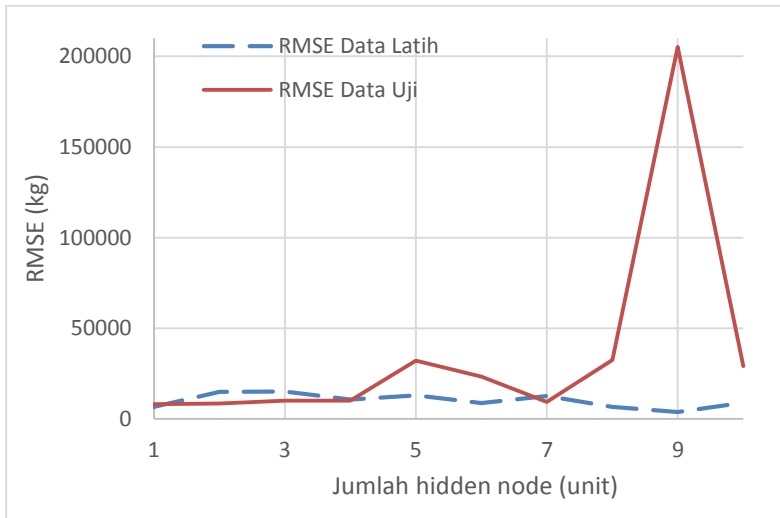
4.2 Hasil Pelatihan dan Validasi Jaringan Saraf Tiruan

Input yang digunakan adalah tiga variabel, yaitu suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan. Ketiga variabel tersebut memiliki rata-rata korelasi sedang terhadap output sehingga diharapkan mampu memprediksi kelimpahan ikan dengan baik. Ketika program *dirun*, hasil RMSE data uji dan latih dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, dan Gambar 4.3.

Perhatikan Gambar 4.1 hasil uji RMSE data uji dan data latih ikan biji angka. Garis biru merupakan hasil RMSE data latih dan garis merah adalah hasil RMSE data uji dengan variasi *hidden node* 1-10. Sumbu y merepresentasikan nilai RMSE dan sumbu x jumlah *hidden node*. Percobaan 1-10 *hidden node* menunjukkan bahwa tidak berbanding lurus atau terbalik antara jumlah *hidden node* dengan nilai RMSE pada ikan biji angka. Bukan berarti semakin banyak *hidden node* semakin kecil nilai RMSE (Siang, 2005). Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa *hidden node* terbaik sebagai validasi untuk memprediksi ikan biji angka adalah 7 *hidden node*. *Hidden node* 7 memiliki nilai RMSE sebesar 9418,06 kg.

Data pelatihan ikan biji angka dengan distribusi data 85% sebanyak 76 data dimulai dari tanggal 1 Januari 2018 hingga 17 Maret 2018. Pelatihan ikan biji angka mampu menghasilkan uji validasi RMSE terkecil dengan nilai RMSE sebesar 12586,87 kg (Gambar 4.1). Hal ini menunjukkan bahwa bukan berarti RMSE data latih kecil mampu menghasilkan RMSE data uji kecil juga. Jika dilihat data RMSE data latih terkecil pada Gambar 4.1

menunjukkan nilai RMSE sebesar 3784,11 kg dengan *hidden node* 9 buah. RMSE data uji yang dihasilkan justru sebaliknya. Nilai RMSE data uji *hidden node* 9 merupakan nilai yang terbesar di antara *hidden node* lain.

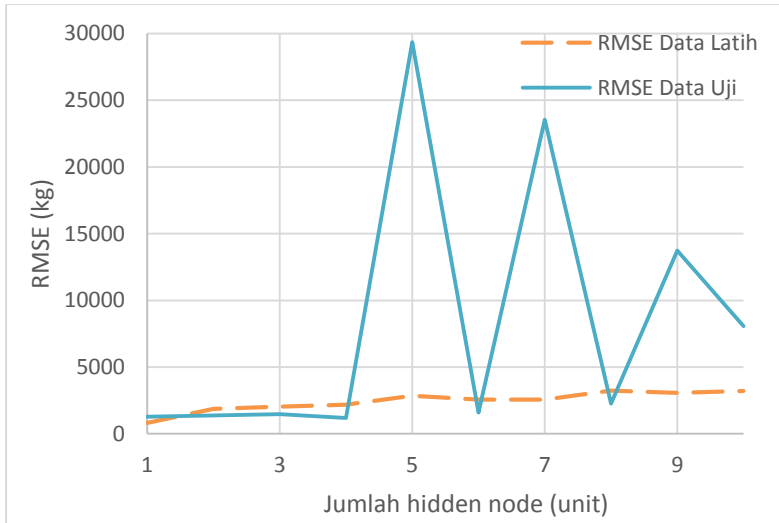


Gambar 4.1 Hasil RMSE ikan biji angka Jaringan Saraf Tiruan

Jumlah *hidden node* juga tidak berbanding lurus atau terbalik pada ikan grobyak. Perhatikan Gambar 4.2. Garis oranye merupakan hasil RMSE data latih dan garis biru merupakan RMSE data uji dengan variasi *hidden node* 1-10. Sumbu y merepresentasikan RMSE dalam satuan kilogram dan sumbu x merupakan jumlah variasi *hidden node*. Ketika penambahan *hidden node* data uji yang dihasilkan justru naik turun. Nilai RMSE data uji terbaik atau terkecil didapatkan pada *hidden node* 4 sebesar 1189,23 kg.

Jika dilihat dari Gambar 4.2, data pelatihan ikan grobyak dengan distribusi data 85% sebanyak 76 data dari tanggal 1 Januari 2018 hingga 17 Maret 2018 mampu menghasilkan uji validasi RMSE terkecil dengan nilai RMSE sebesar 2180,80 kg. *Hidden node* 4 bukan merupakan RMSE data latih terkecil sehingga

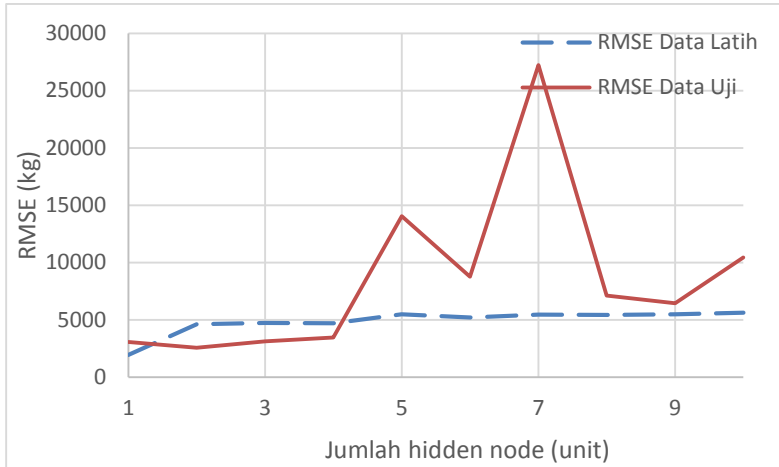
gambar grafik ini juga menunjukkan bahwa RMSE data latih kecil belum tentu menghasilkan RMSE data validasi kecil pula.



Gambar 4.2 Hasil RMSE ikan groyak Jaringan Saraf Tiruan

RMSE ikan cucut pada Gambar 4.3 juga menunjukkan hal yang sama. Tidak ada hubungan linier atau berbanding terbalik antara jumlah *hidden node* dengan nilai RMSE. Grafik biru menunjukkan hasil RMSE data uji dan garis merah RMSE data latih dengan sumbu y dan x masing-masing adalah RMSE dan jumlah variasi *hidden node*. RMSE data uji terbaik didapatkan pada *hidden node 2* bernilai 2573,40 kg.

Grafik ikan cucut menunjukkan bahwa RMSE data latih pada *hidden node 2* bukan merupakan terkecil. RMSE data latih *hidden node 2* bernilai sebesar 4610,51 kg. Jika dibanding dengan RMSE data latih terkecil yaitu pada *hidden node 1* sebesar 1925,36 kg, RMSE data uji yang dihasilkan tidak jauh beda dengan *hidden node 2*. Selisih RMSE data uji *hidden node 2* dan *hidden node 1* adalah 483,38 kg.

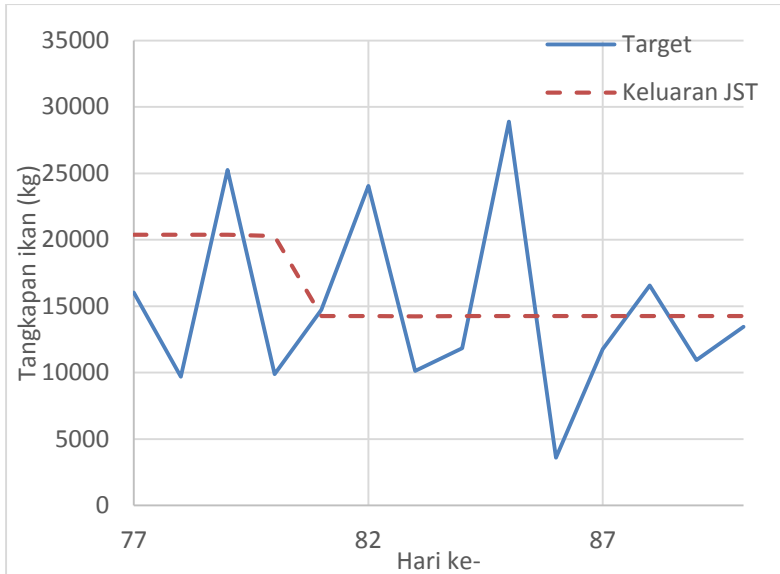


Gambar 4.3 Hasil RMSE ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan

Model Jaringan Saraf Tiruan telah dianggap sebagai kotak hitam. Hubungan antara input dan output tidak bisa dijelaskan secara jelas sehingga sulit untuk menafsirkan arti dari perubahan *hidden node* (Torres-Faurrieta et al., 2016). Hal ini memperkuat penelitian sebelumnya. Variasi *hidden node* menunjukkan data yang fluktuatif (Gao, Chen, & Qin, 2010; Thomas, Manoj Kumar, & Annappa, 2016). Tidak ada metode yang tepat untuk menentukan *hidden layer* dan *hidden node* untuk menentukan nilai *error* terkecil (Pitambare, 2016). Perlu dilakukan pendekatan maju untuk mencari nilai *error* terkecil karena jumlah *hidden node* tergantung dari sifat data input dan output.

Grafik hasil validasi ikan biji angka dengan *hidden node* 7 dapat dilihat pada Gambar 4.4. Garis merah merupakan target yang didapatkan dari data sekunder ke-77 hingga ke-90 atau sebanyak 15% dari tanggal 18 Maret 2018 hingga 31 Maret 2018. Sedangkan garis biru merupakan hasil algoritma JST ikan biji angka pada *hidden node* 7. Gambar grafik tersebut menunjukkan bahwa keluaran JST masih belum mengikuti pola target secara baik, terutama hari ke-6 yang memiliki selisih paling besar. RMSE data uji 9418,06 kg masih menunjukkan *error* yang cukup besar sebagai prediktor sehingga kepercayaan prediktor masih belum bisa

dikatakan baik. Perlu dioptimasi agar diperoleh hasil yang lebih baik.

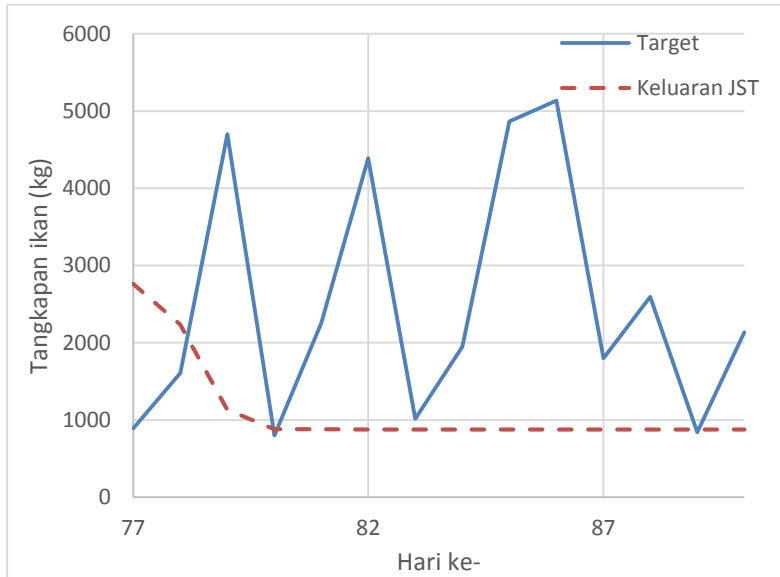


Gambar 4.4 Hasil validasi ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan *hidden node 7*

Hasil validasi ikan grobyak JST *hidden node 4* dapat dilihat pada Gambar 4.5. Grafik keluaran JST (garis biru) juga masih belum bisa mengikuti pola target (garis merah). Keluaran JST ikan grobyak pada hari ke-4 hingga ke-14 menunjukkan nilai yang sama. RMSE data uji 1189,23 kg juga masih terlalu besar untuk dijadikan sebagai prediktor. Prediktor dengan *hidden node 4* masih belum bisa dipercaya karena memiliki *error* yang cukup besar sehingga perlu dioptimasi agar RMSE data uji lebih kecil daripada sebelumnya.

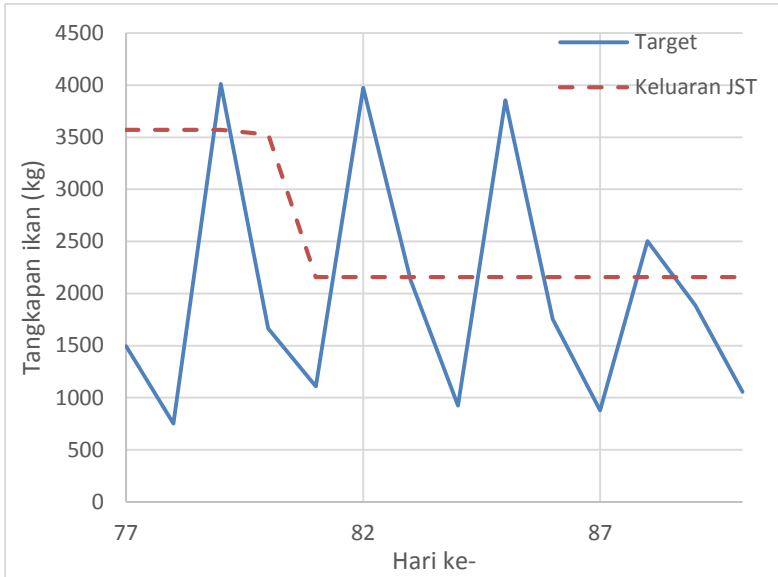
Grafik validasi ikan cucut JST *hidden node 2* dapat dilihat pada Gambar 4.6. Pola keluaran JST (garis biru) masih belum mengikuti pola target (garis merah). Keluaran JST ikan cucut *hidden node 2* memiliki persamaan dengan keluaran JST ikan grobyak *hidden node 4* yaitu menghasilkan keluaran yang sama.

Keluaran JST ikan cucut memiliki keluaran sama mulai pada hari ke-5 hingga ke-14. Selain itu RMSE data uji 2573,40 kg masih terlalu besar. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma JST ikan cucut *hidden node 2* masih belum bisa dijadikan prediktor sehingga perlu dioptimasi.



Gambar 4.5 Hasil validasi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan *hidden node 4*

Apabila dilihat perfomansi data latih masing-masing ikan, jumlah iterasi yang dicapai untuk mencapai nilai RMSE terkecil dapat dilihat pada Tabel 4.4. Menurut penelitian sebelumnya Liao, Huang, Dai, & Qi dengan judul *Chlorophyll-a predicting based on artificial neural network for marine cage fish farming area in dapeng cove in Daya Bay, South China Sea* iterasi yang dicapai untuk mencapai nilai error paling minimal didapatkan 110 *epoch* (Liao et al., 2012). Jika mengacu penelitian tersebut jumlah iterasi dikatakan masih besar sehingga proses yang dibutuhkan lama. Perlu dioptimasi agar mendapatkan iterasi yang lebih kecil lagi dari proses *running* sebelumnya.



Gambar 4.6 Hasil validasi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan *hidden node 2*

Tabel 4.4 Jumlah *epoch* RMSE terbaik Jaringan Saraf Tiruan

No	Nama ikan	<i>Epoch</i>
1	Ikan biji nangka	1000 (maksimal)
2	Ikan grobyak	244
3	Ikan cucut	1000 (maksimal)

Iterasi pada pelatihan ikan biji nangka memberikan hasil bobot JST pada Tabel 4.5. Penamaan bobot JST mengacu pada buku *Fundamental of Neural Network Architecture, Algorithms, and Application* (Fausett, 1994). Penamaan dasar adalah v_{ij} . i merupakan *node* yang dituju dan j adalah *node* awal. Bobot yang didapatkan bisa mencapai angka puluhan. Nilai bobot maksimal dan minimal masing-masing adalah 25,5183 dan -17,2515. Tabel 4.5 menunjukkan bahwa variabel suhu permukaan laut (v_{21}), salinitas (v_{22}), dan curah hujan (v_{23}) pada *hidden layer 2* saling mendukung ketersediaan ikan biji nangka karena sama-sama

memiliki tanda positif. Jika dilihat variabel suhu permukaan laut (v_{11}) dan curah hujan (v_{13}) pada *hidden layer* 1 memiliki bobot negatif, sehingga variabel suhu permukaan laut dan curah hujan tidak mendukung adanya ketersediaan ikan biji nangka. Semua variabel yang memiliki tanda sama adalah *hidden layer* 2, 3, 4, dan 5, namun *hidden layer* 5 memiliki tanda negatif. *Hidden layer* 1, 6, dan 7 memiliki tanda yang berbeda pada masing-masing variabelnya. Tanda positif yang sama menunjukkan bahwa antar variabel saling menguatkan ketersediaan ikan biji nangka, sedangkan tanda negatif sebaliknya. Tanda negatif menunjukkan antar variabel saling menguatkan untuk mengurangi ketersediaan ikan biji nangka. Perhatikan kolom 2 bobot w_0 hingga w_7 pada Tabel 4.5. Semua bobot *hidden layer* menuju output menunjukkan tanda positif, kecuali *hidden layer* 3. Tanda positif menunjukkan semua *hidden layer* saling menguatkan dalam ketersediaan ikan biji nangka, namun hanya *hidden layer* ke-3 saja yang tidak mendukung adanya ketersediaan ikan biji nangka. Nilai bobot dengan rentang maksimal dan minimal tersebut masih belum mampu memberikan prediksi dengan RMSE terbaik.

Iterasi pada pelatihan ikan grobyak memberikan hasil bobot JST pada Tabel 4.6. Bobot prediksi ikan cucut memiliki rentang di antara 461,2114 dan -197,2705. Bobot suhu permukaan laut (v_{11}), salinitas (v_{12}), dan curah hujan (v_{13}) memiliki tanda positif. Tanda ini menunjukkan bahwa semua variabel saling menguatkan adanya ketersediaan ikan grobyak di Laut Jawa. Bobot input ke *hidden layer* yang saling menguatkan adalah *hidden layer* 1 dan 3. *Hidden layer* 1 dan 3 sama-sama memiliki tanda positif sehingga saling menguatkan adanya ketersediaan ikan grobyak. *Hidden layer* 2 dan 4 menunjukkan tanda yang berbeda sehingga antar variabel tidak saling menguatkan. Perhatikan kolom 2 w_0 hingga w_4 pada Tabel 4.6. Bobot *hidden layer* ke output yang saling menguatkan antar *hidden layer* adalah w_2 , w_3 , dan w_4 . Ketiga bobot ini saling menguatkan untuk mengurangi ketersediaan ikan grobyak. Bobot dengan variasi hingga ratusan masih belum mampu memprediksi ikan grobyak karena RMSE masih belum mencapai yang terkecil.

Tabel 4.5 Bobot terbaik prediksi ikan biji angka Jaringan Saraf Tiruan

Posisi	Bobot	Posisi	Bobot
v ₁₀	5,6961	v ₅₂	-3,523
v ₂₀	-4,5122	v ₆₂	-5,7232
v ₃₀	-17,2515	v ₇₂	5,5184
v ₄₀	-5,3383	v ₁₃	-7,6123
v ₅₀	5,4121	v ₂₃	1,6411
v ₆₀	-0,06337	v ₃₃	11,7975
v ₇₀	0,07321	v ₄₃	3,6886
v ₁₁	-5,3167	v ₅₃	-3,5726
v ₂₁	2,7069	v ₆₃	3,1616
v ₃₁	3,5596	v ₇₃	-3,1925
v ₄₁	2,2739	w ₀	0,1081
v ₅₁	-2,3537	w ₁	0,6531
v ₆₁	7,2067	w ₂	1,5606
v ₇₁	-7,1054	w ₃	-0,423
v ₁₂	6,6956	w ₄	21,8343
v ₂₂	3,3963	w ₅	22,8071
v ₃₂	25,5183	w ₆	16,1458
v ₄₂	3,3798	w ₇	16,3906

Iterasi pada pelatihan ikan cucut memberikan hasil bobot JST pada Tabel 4.7. Rentang bobot ikan cucut juga mencapai maksimal hingga ratusan dan minimal hampir ratusan, yaitu 149,7823 dan -99,6253. Jikan dilihat pada Tabel 4.7, antar variabel yang saling menguatkan adalah *hidden layer 2*, sehingga antar variabel suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan saling menguatkan ketersediaan ikan cucut. Berbeda pada *hidden layer 1* yang memiliki tanda berbeda antar variabel sehingga tidak saling menguatkan antar variabel. Jika dilihat bobot *hidden layer* ke output, semua *hidden layer* saling menguatkan namun bernilai negatif. Hanya bobot bias yang mendukung adanya ketersediaan

ikan cucut. Bobot tersebut masih belum mampu memprediksi ikan cucut karena RMSE masih belum mencapai yang terkecil.

Tabel 4.6 Bobot terbaik prediksi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan

Posisi	Bobot	Posisi	Bobot
V ₁₀	-24,848	V ₄₂	31,3218
V ₂₀	-140,037	V ₁₃	12,5418
V ₃₀	-99,1782	V ₂₃	461,2114
V ₄₀	-22,646	V ₃₃	35,3713
V ₁₁	15,246	V ₄₃	6,4786
V ₂₁	-197,271	w ₀	0,3265
V ₃₁	74,331	w ₁	0,1763
V ₄₁	-7,5397	w ₂	-0,1476
V ₁₂	16,9464	w ₃	-0,1707
V ₂₂	298,1699	w ₄	-0,0637
V ₃₂	75,3737		

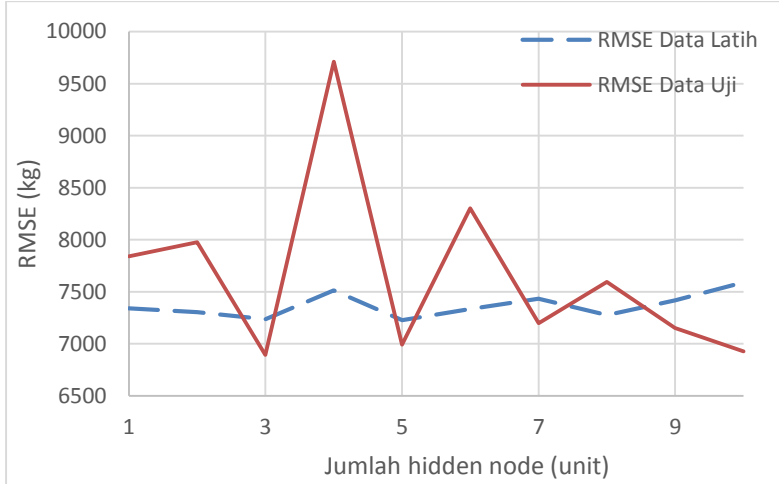
Tabel 4.7 Bobot terbaik prediksi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan

Posisi	Bobot	Posisi	Bobot
V ₁₀	5,696	V ₁₃	94,8011
V ₂₀	-99,6253	V ₂₃	22,8991
V ₁₁	-81,1398	w ₀	0,2836
V ₂₁	14,2948	w ₁	-0,0614
V ₁₂	33,1162	w ₂	-0,0654
V ₂₂	149,7823		

Hasil analisis bobot prediksi terbaik dari masing-masing ikan memiliki rentang yang cukup besar hingga ratusan, namun RMSE yang dihasilkan masih belum optimal sehingga perlu dilakukan optimasi untuk mencapai yang lebih baik.

4.3 Hasil Pelatihan dan Validasi Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika

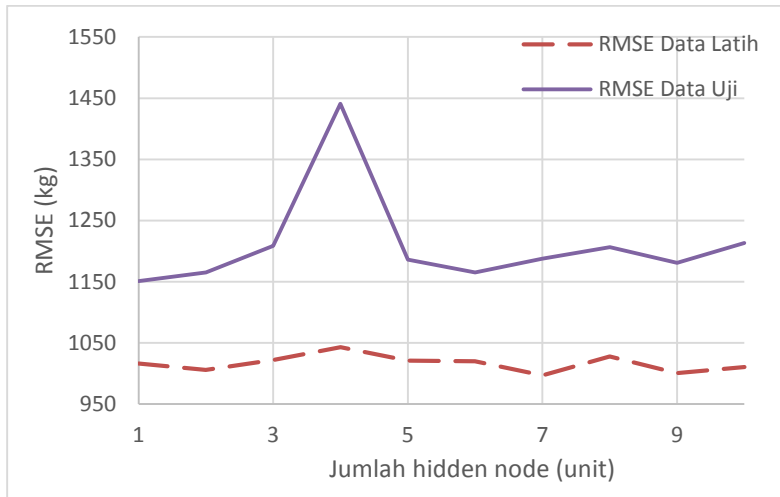
Hasil *running* program matlab JST-AG dengan *hidden node* 1-10 dapat dilihat pada Gambar 4.7. Program gabungan JST dan GA juga menunjukkan bahwa hubungan antara nilai RMSE dengan jumlah *hidden node* tidak linier.



Gambar 4.7 Hasil RMSE ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan-
Algoritma Genetika

Hasil RMSE prediktor gabungan JST-AG ikan biji nangka dapat dilihat pada Gambar 4.7. Garis biru merupakan hasil RMSE data latih dan garis merah merupakan hasil RMSE data uji. Sumbu y dan sumbu x masing-masing adalah RMSE dan jumlah *hidden node*. Dari Gambar 4.7 menunjukkan bahwa data latih gabungan JST-AG mampu menghasilkan berkisar 7000 hingga 8000 kg. Grafik data latih yang didapatkan cenderung lebih stabil dibanding prediktor JST. Ketika divalidasi, nilai RMSE data uji juga menunjukkan data yang lebih stabil karena memiliki rentang kecil dengan rentang 6500-10000 kg. Sebelumnya pada prediktor JST memiliki rentang di antara 9000-32500 kg. Perbedaan ini cukup besar perubahannya, sehingga dapat dilihat bahwa prediktor gabungan JST-AG mampu menurunkan RMSE data uji semua

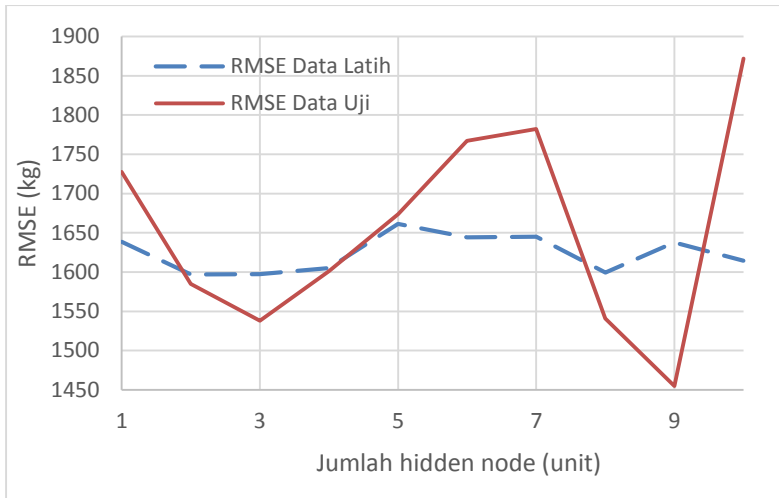
hidden node. Selain itu perubahan *hidden node* pada prediktor gabungan JST-AG memiliki perubahan RMSE data uji yang sedikit dibanding prediktor JST. Hasil terbaik untuk data uji didapatkan pada *hidden node* 3 dengan RMSE data uji sebesar 6894,63 kg. Jika dilihat prediktor JST terbaik ikan biji nangka (7246,51 kg), prediktor gabungan ini mampu menurunkan RMSE data uji sebanyak 2523,43 kg.



Gambar 4.8 Hasil RMSE ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika

Grafik RMSE data latih dan uji prediktor JST-AG ikan grobyak dapat dilihat pada Gambar 4.8. Garis ungu dan garis merah masing-masing adalah RMSE data uji dan RMSE data latih dengan sumbu y RMSE dan sumbu x jumlah *hidden node*. Gambar 4.8 menunjukkan bahwa prediktor gabungan JST-AG mampu menurunkan rentang RMSE data latih dari 800-3500 kg menjadi 950-1100 kg dengan beda selisih masing-masing 2700 kg dan 150 kg. Perubahan *hidden node* pada JST-AG menyebabkan perubahan RMSE data latihnya lebih stabil. Jika dilihat RMSE data uji, prediktor JST-AG mampu menurunkan RMSE data uji semua *hidden node*. Prediktor JST-AG terbaik didapatkan pada jumlah

hidden node 1 sebesar 1151,24 kg sehingga mampu menurunkan 37,99 kg yang semula adalah 1189,23 kg.

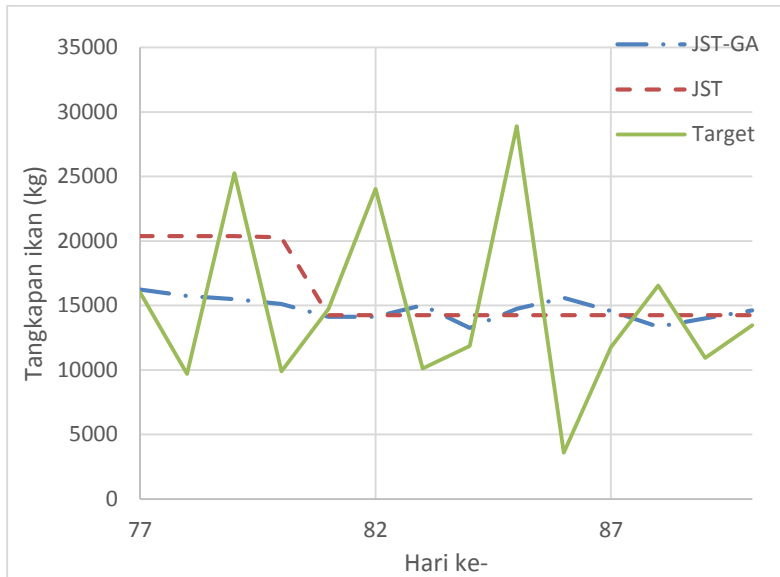


Gambar 4.9 Hasil RMSE ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan-Algorithm Genetika

Hal yang sama juga ditunjukkan oleh RMSE ikan cucut (Gambar 4.9). Garis merah adalah RMSE data uji dan garis biru merupakan RMSE data latih. Sumbu y dan x masing-masing adalah RMSE dan jumlah *hidden node*. Prediktor JST-AG mampu menurunkan rentang RMSE data latih ikan cucut dari 1500-6000 kg menjadi 1500-2000 kg dengan selisih masing-masing 4500 dan 500 kg. Perubahan *hidden node* prediktor JST-AG hanya merubah sedikit RMSE data latihnya. RMSE data uji juga mengalami penurunan dari 2573,40 kg menjadi 1454,87 kg. Penurunan ini mampu mencapai angka 1118,53 kg.

Perbandingan prediktor JST dan JST-AG dalam hal RMSE data latih dan uji mampu merubah beberapa beberapa hal. Hasil analisis Gambar 4.7, Gambar 4.8, dan Gambar 4.9 memberikan informasi bahwa prediktor yang dioptimasi dengan GA mampu menurunkan rentang RMSE data latih. Bisa dikatakan bahwa perubahan *hidden node* JST-AG hanya mempengaruhi RMSE data

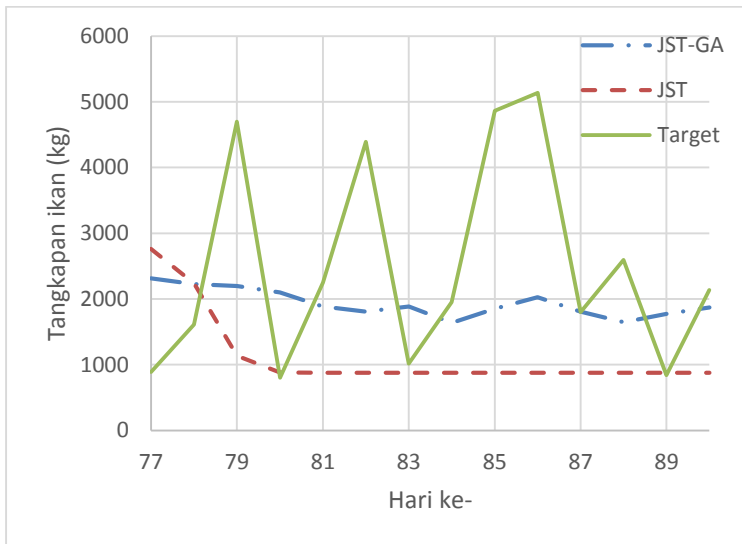
latih sedikit. Tidak hanya itu. RMSE data uji juga mengalami penurunan. Ini membuktikan bahwa dalam hal RMSE data latih maupun data uji, prediktor JST-AG merupakan prediktor yang lebih baik daripada prediktor JST. Hasil analisis tersebut juga memperkuat bahwa optimasi AG bisa diaplikasikan ke komputasi karena menghasilkan lebih baik daripada tanpa optimasi AG (Katiyar, 2013).



Gambar 4.10 Hasil validasi ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan-Algoritma Genetika

Grafik perbandingan keluaran JST-AG dengan target ikan biji nangka dapat dilihat pada Gambar 4.10. Garis hijau merupakan target dari hari ke-77 hingga 90. Mulai dari tanggal 18 Maret sampai 30 Maret 2018. Garis merah adalah keluaran JST yang akan dibandingkan dengan garis biru. Garis biru merupakan keluaran gabungan JST-AG. Sumbu y dan x masing-masing adalah tangkapan ikan dalam satuan kilogram dan data hari. Gambar 4.10 menunjukkan bahwa selisih keluaran JST-AG ikan biji nangka terhadap target lebih sedikit dibandingkan dengan keluaran JST

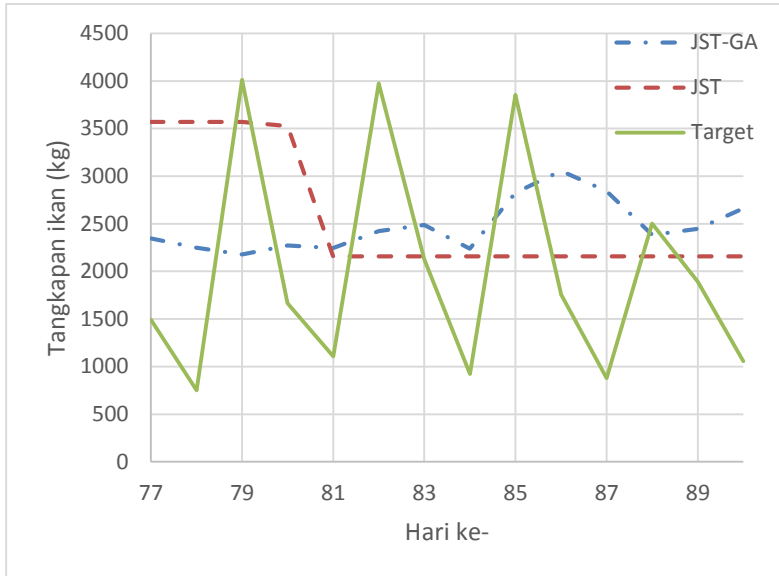
ikan biji nangka terhadap target. Hal ini yang membuat RMSE data uji menjadi semakin lebih kecil ketika dipasang prediktor JST-AG. Hasil ini juga ditunjukkan oleh keluaran JST-AG ikan grobyak dan ikan cucut (Gambar 4.11 dan Gambar 4.12). Penjelasan warna garis, sumbu x, dan y sama dengan Gambar 4.10. Selisih keluaran JST-AG ikan tersebut terhadap target lebih sedikit dibandingkan dengan keluaran JST terhadap target. Sehingga mampu memperkecil RMSE data uji dari masing-masing ikan.



Gambar 4.11 Hasil validasi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika

Tabel 4.8 Jumlah *epoch* RMSE terbaik Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika

No	Nama ikan	<i>Epoch</i>
1	Ikan biji nangka	42
2	Ikan grobyak	49
3	Ikan cucut	45



Gambar 4.12 Hasil validasi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan- Algoritma Genetika

Semua jenis ikan telah dicoba diiterasi hingga 50 *epoch*. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.8. Berbeda dengan prediktor JST. JST-AG mampu meringkas jumlah iterasi hingga mencapai sekitar 40. Jika dilihat performansinya, ikan biji nangka telah mencapai RMSE terkecil pada *epoch* 42. Setelah iterasi ke-43 hingga 50, RMSE yang diberikan tidak turun. Begitu juga dengan jenis ikan grobyak dan ikan cucut. Ikan grobyak telah mencapai RMSE terkecil pada *epoch* 49. Iterasi selanjutnya tidak menunjukkan penurunan lagi. Ikan cucut mencapai RMSE terkecil pada *epoch* 45. Iterasi ke-46 hingga 50 tidak menunjukkan penurunan RMSE lagi.

Bobot algoritma JST-AG ikan biji nangka memiliki *constraint* di antara -1 hingga 1. Berbeda dengan algoritma JST yang memiliki *constraint* hingga ratusan, namun algoritma JST-AG dengan *constraint* mampu memberikan nilai RMSE lebih baik dibanding algoritma JST. Bobot yang kecil akan lebih efektif perhitungannya dibanding dengan bobot yang bernilai besar. Bobot

JST-AG ikan biji nangka dapat dilihat pada Tabel 4.9. Jika dilihat bobot input ke *hidden layer*, antar variabel yang saling mendukung terletak pada *hidden layer 2*, namun bernilai negatif. Bobot *hidden layer* yang lain menunjukkan tanda yang berbeda antar variabel. Perhatikan kolom 2 bobot *hidden layer* ke output w_2 dan w_3 pada Tabel 4.9. Bobot tersebut menunjukkan tanda negatif, sedangkan tanda positif hanya ada pada w_1 . w_2 dan w_3 menunjukkan bahwa bobot tersebut saling menguatkan untuk mengurangi ketersediaan ikan biji nangka, sedangkan w_1 memiliki tanda positif. w_1 menunjukkan bahwa bobot tersebut mendukung adanya ketersediaan ikan biji nangka.

Tabel 4.9 Bobot terbaik prediksi ikan biji nangka Jaringan Saraf Tiruan-*genetic algorithm*

Posisi	Bobot	Posisi	Bobot
v_{10}	0,45577	v_{32}	-0,0637
v_{20}	-0,5301	v_{13}	0,05412
v_{30}	-0,3234	v_{23}	-0,9093
v_{11}	0,49369	v_{33}	0,85729
v_{21}	-0,6261	w_0	-0,5171
v_{31}	0,88073	w_1	0,72604
v_{12}	-0,8139	w_2	-0,8179
v_{22}	-0,6665	w_3	-0,38009

Tabel 4.10 Bobot terbaik prediksi ikan grobyak Jaringan Saraf Tiruan-*genetic algorithm*

Posisi	Bobot	Posisi	Bobot
v_{10}	-0,43453	v_{13}	0,23714
v_{11}	-0,5076	w_0	0,24395
v_{12}	0,93987	w_1	-0,4781

Inisial *constraint* ikan grobyak juga berada di antara -1 hingga 1. *Constraint* ini mampu menghasilkan RMSE data uji yang lebih baik daripada prediktor JST. Bobot prediktor JST-AG *hidden node*

1 ikan grobyak dapat dilihat pada Tabel 4.10. Bobot salinitas dan curah hujan memiliki hubungan saling menguatkan, sedangkan suhu permukaan laut memiliki hubungan melemahkan di antara variabel yang lain.

Tabel 4.11 Bobot terbaik prediksi ikan cucut Jaringan Saraf Tiruan-*genetic alagorithm*

Posisi	Bobot	Posisi	Bobot
V10	0,548435	V62	0,226518
V20	0,442577	V72	0,562822
V30	-0,74996	V82	0,890932
V40	0,778293	V92	-0,38476
V50	0,243921	V13	0,360916
V60	-0,56544	V23	0,329892
V70	0,557851	V33	-0,60991
V80	0,341668	V43	0,466974
V90	-0,84198	V53	-0,26096
V11	0,193416	V63	0,431058
V21	0,755815	V73	-0,61897
V31	0,908035	V83	-0,46708
V41	-0,80305	V93	0,02361
V51	0,777326	W0	-0,28322
V61	0,212594	W1	0,651214
V71	-0,36338	W2	-0,05836
V81	0,677217	W3	-0,26207
V91	0,794414	W4	0,523325
V12	0,327903	W5	0,894724
V22	-0,36105	W6	-0,55001
V32	-0,85642	W7	0,592937
V42	-0,77348	W8	-0,73913
V52	0,393581	W9	0,987196

Ikan cucut juga menunjukkan bahwa *constraint* di antara -1 hingga 1 mampu memberikan RMSE data uji terbaik daripada prediktor JST. Bobot terbaik prediktor JST-AG ikan cucut *hidden node* 9 dapat dilihat pada Tabel 4.11. Bobot input suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan ke *hidden layer* yang memiliki hubungan saling menguatkan adalah pada *hidden layer* 1 dan 6. *Hidden layer* yang memiliki tanda positif dan negatif sehingga ada yang saling melemahkan dan ada yang saling menguatkan.

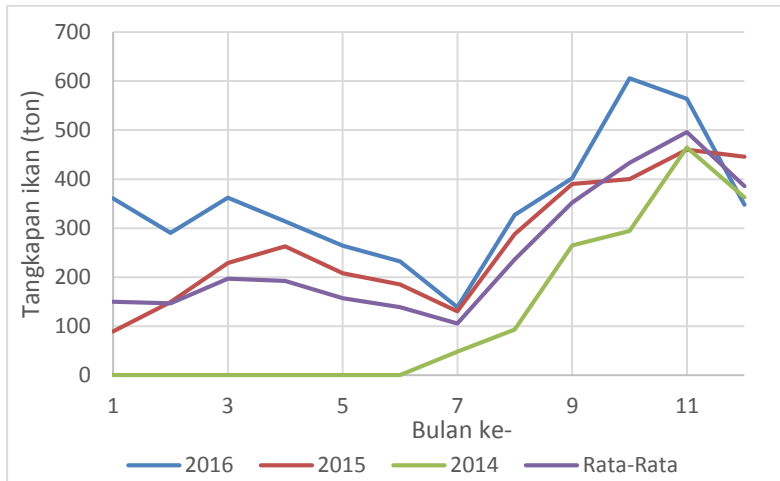
Hasil analisis bobot prediktor terbaik JST-AG semua jenis ikan menunjukkan bahwa dengan *constraint* -1 hingga 1 mampu memberikan RMSE data uji lebih kecil daripada prediktor JST. Hal ini membuktikan bahwa *constraint* bobot yang terlalu besar tidak bisa memberikan prediktor yang baik.

4.4 Pembahasan Arsitektur Terbaik

Arsitektur terbaik didapatkan melalui analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis ini berdasarkan uji statistik pada nilai data independen (uji *missing data*, *outlier*, dan korelasi). Data independen yang sangat memengaruhi kelimpahan ikan adalah suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan. Selain uji statistik, arsitektur juga dapat dilihat melalui algoritma yang digunakan. Algoritma terbaik didapatkan pada JST-AG karena memiliki nilai RMSE kecil. Jumlah iterasi JST-AG juga lebih kecil dibanding algoritma JST. *Hidden node* yang dipasang sebanyak 3 buah untuk ikan biji nangka, 1 buah untuk ikan grobyak, dan 9 buah untuk ikan cucut..

Arsitektur prediksi ikan biji nangka dan ikan grobyak masing-masing memiliki nilai RMSE sebesar 6894,63 kg, 1151,24 kg, dan 1454,87 kg. Nilai RMSE merupakan standar deviasi *error* dari prediksi. Melalui RMSE dapat ditentukan bagaimana sebaran data dalam sampel, serta beberapa dekat titik data individu ke rata-rata. RMSE menggambarkan seberapa besar rentang *error* yang dihasilkan. Hal tersebut memiliki arti bahwa arsitektur prediksi ikan biji nangka memiliki *error* sebesar $\pm 6894,63$ kg. Misal hasil prediksi ikan biji nangka dengan menggunakan arsitektur terbaik adalah 5000 kg. Hasil prediksi kemungkinan memiliki *error* dengan rentang $\pm 6894,63$ kg. Sehingga keadaan aktual maksimal

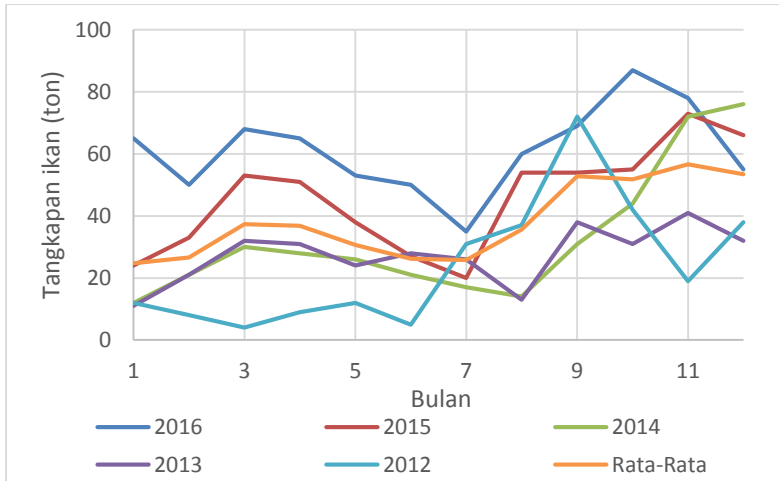
bisa mencapai 11894 kg atau 1894,63 kg. Begitu juga dengan hasil prediksi ikan grobyak. Tingkat *error* ikan grobyak adalah $\pm 1151,24$ kg. Misal hasil prediksi 2000 kg. RMSE tersebut berarti bahwa hasil prediksi ikan grobyak memiliki rentang keadaan aktual sebesar 3151,24 kg atau bisa di bawahnya yaitu 848,76 kg. Ikan cucut yang memiliki RMSE 1454,87 kg memiliki tingkat *error* $\pm 1454,87$ kg.



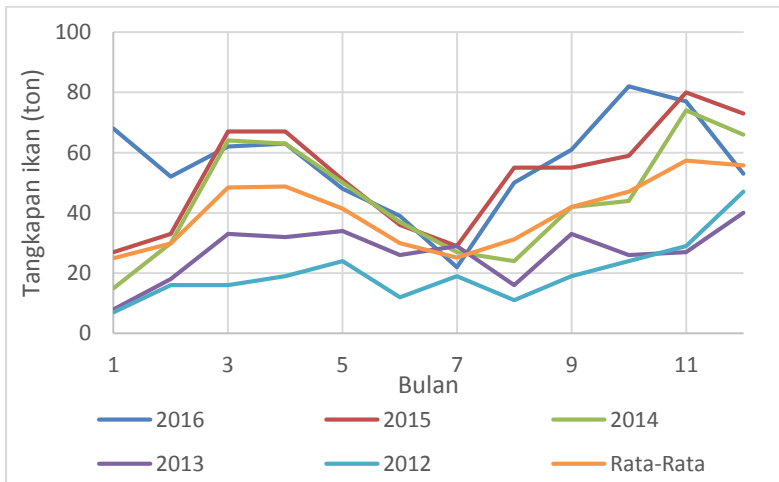
Gambar 4.13 Data tangkapan bulanan ikan biji nangka

RMSE tersebut masih bisa berubah jika digunakan prediksi di bulan yang berbeda. Ada beberapa hal menyebabkan RMSE bisa berubah. Data yang dijadikan pelatihan masih belum merepresentasikan keadaan dalam satu tahun. Dalam satu tahun memiliki musim ikan yang berbeda-beda. Menurut data dari PPN Brondong (Gambar 4.13), rata-rata bulan Juli ikan biji nangka mengalami penurunan tangkapan. Pada bulan Juli bukan musim panen dari ikan biji nangka. Musim puncak terjadi pada bulan November yaitu sebanyak 496 ton. Sama halnya dengan ikan grobyak musim puncak juga terjadi pada bulan November yaitu sebanyak 57 ton, sedangkan yang paling rendah terjadi pada bulan Januari yaitu 25 ton. Jika data yang digunakan hanya bulan Januari,

Februari, dan Maret, maka data yang digunakan pelatihan masih belum bisa mengetahui pola tahunan dari masing-masing ikan.



Gambar 4.14 Data tangkapan bulanan ikan grobyak



Gambar 4.15 Data tangkapan bulanan ikan cucut

RMSE ikan grobyak dan ikan cucut juga memiliki RMSE yang bisa berubah jika digunakan prediksi di bulan yang berbeda.

Hal tersebut dapat dilihat pada jumlah tangkapan ikan pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 pada tiap tahun memiliki jumlah yang berbeda. Tahun 2016 merupakan tangkapan ikan biji angka yang paling banyak dibanding tahun 2014. Begitu pula tahun 2016 pada ikan grobyak juga merupakan paling banyak tangkapan ikannya dibanding tahun 2014 sehingga diperlukan data pelatihan lebih banyak agar benar-benar mengetahui pola tangkapan ikan tahunan.

4.5 Hasil dan Pembahasan Testing

Pengukuran *real time* dilakukan pada tanggal 1 Juli 2018 di pantai Kenjeran. Hasil perhitungan yang didapatkan dirata-rata menjadi per hari. Hasil rata-rata pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.12. Kolom pertama merupakan tempat pengukuran. Data di pantai Kenjeran didapatkan melalui pengukuran langsung oleh penulis. Pengukuran dibantu dengan *buoyweather* tipe II. Sensor salinitas dan suhu permukaan laut diletakkan di bawah *buoy* agar bisa mengenai air. Sensor curah hujan terletak di atas *buoy* dan di samping *photovoltaic*, sedangkan data Laut Jawa didapatkan melalui interpolasi *buoy* NOAA. Hasil pengukuran suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan masing-masing dapat dilihat pada kolom dua, tiga, dan empat. Perkiraan jumlah ikan dapat dilihat pada Tabel 4.13. Prediksi jumlah ikan menunjukkan angka nol pada ikan biji angka dan ikan cucut. Hasil nol menunjukkan bahwa tidak ada ikan di suatu lokasi tersebut.

Tabel 4.12 Pengukuran *real time* di laut jawa

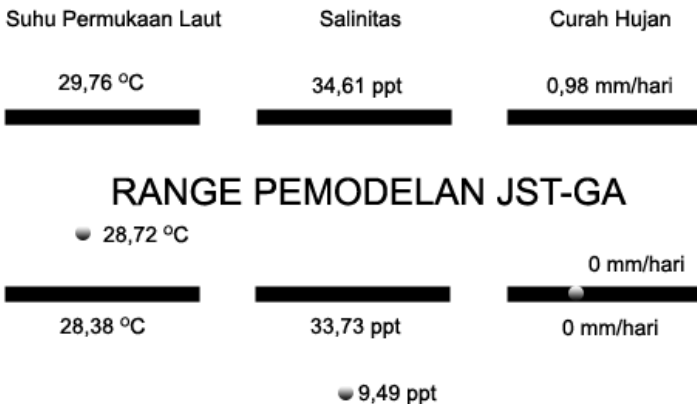
Tempat	Suhu permukaan laut (°C)	Salinitas (ppt)	Curah hujan (mm/hari)
Pantai Kenjeran	28,72	9,49	0
Laut Jawa	29,87	33,95	0,05

Prediksi ikan masih bernilai nol karena disebabkan oleh beberapa hal. Pemodelan JST-AG yang dibuat memiliki *range* yang berbeda terhadap pengukuran. Analogi *range* pemodelan

terhadap hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.16. Hasil pengukuran suhu permukaan laut dapat dilihat bahwa masih berada pada *range* pemodelan sehingga data hasil pengukuran suhu permukaan laut merupakan tidak masalah, sedangkan hasil pengukuran salinitas menunjukkan nilai 9,49 ppt. Nilai tersebut merupakan hasil yang di luar pemodelan sehingga merusak nilai *output*. Jika dilihat hasil pengukuran curah hujan dengan nilai 0 mm/hari masih berada pada *range* pengukuran sehingga tidak masalah.

Tabel 4.13 Perkiraan jumlah ikan percobaan

Tempat	Perkiraan berat ikan biji nangka (kg)	Perkiraan berat ikan grobyak (kg)	Perkiraan berat ikan cucut (kg)
Pantai Kenjeran	0	3986,05	0
Laut Jawa	17589,67	2584,75	2351,91



Gambar 4.16 Analogi hasil pengukuran dan hasil pemodelan variabel independen

Tempat juga mempengaruhi keadaan salinitas. Pengukuran dilakukan di koordinat yang berbeda sehingga variabel independen

dan dependen tidak menggambarkan keadaan sebenarnya. Pengukuran dilakukan di dekat pantai dimana dekat dengan aliran sungai dan kehidupan manusia yang membuang limbah air dengan kadar garam rendah (*freshwater*). Aliran sungai memiliki salinitas yang rendah sehingga bisa dikategorikan air tawar. Air tawar memiliki salinitas di antara 0,003 sampai 4,480 ppt (Pawlowicz, 2008). Air tawar bersalinitas rendah menyebabkan porsi air lebih banyak daripada kandungan garam di pantai. Lokasi pengukuran juga merupakan selat yang memiliki pertukaran air laut terbatas terhadap Laut Jawa atau Samudera Hindia maupun Samudera Pasifik. Terbatasnya pertukaran menyebabkan salinitas menjadi rendah, sedangkan Samudera memiliki salinitas kisaran 32 sampai 37 ppt (Klemas, 2011).

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa pantai Kenjeran memiliki salinitas yang rendah. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juni hingga Juli tahun 2015 pukul 09.00 sampai 15.00 WIB. Pengukuran yang dilakukan penulis juga dilakukan sekitar kisaran tersebut, yaitu pukul 10.00 WIB di bulan Juli. Salinitas pantai Kenjeran yang digambarkan melalui stasiun 8 menunjukkan nilai 14 ppt (Guntur, Yanuar, Sari, & Kurniawan, 2017). Nilai ini tidak jauh beda dengan hasil pengukuran asli yaitu selisih 5 ppt. Nilai ini sama-sama jauh dari kisaran nilai kisaran salinitas di Samudera. Penulis juga melakukan observasi di tempat secara langsung. Nelayan mencari ikan tidak di sekitar pantai Kenjeran, namun butuh perahu menuju ke tengah laut.

Prediksi ikan di tengah laut (Laut Jawa) menunjukkan hasil yang berbeda terhadap prediksi *real time* pantai Kenjeran. Hasil pengukuran di tengah laut suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan masing-masing memiliki nilai berada pada *range* pemodelan, sehingga prediksi ikan tidak menunjukkan jumlah nol.

Hasil analisis data pengukuran *real time* di pantai Kenjeran yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model prediktor yang dibuat tidak bisa digunakan untuk memprediksi jumlah ikan yang ada di sekitar pantai. Alasan utama tidak bisa memprediksi sekitar pantai adalah nilai salinitas air laut tidak berada pada *range* model prediktor. Model prediktor hanya bisa digunakan untuk keadaan salinitas tengah laut. Jika model prediktor dibuat untuk

memprediksi air laut sekitar pantai dan tengah laut, perlu dilakukan pemodelan ulang dengan data latih salinitas rendah hingga salinitas standar laut (kisaran antara 0,003 sampai 37 ppt).

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa:

1. Gabungan algoritma Jaringan Saraf Tiruan-*Genetic Algorithm* merupakan algoritma yang lebih baik daripada Jaringan Saraf Tiruan untuk memprediksi kelimpahan ikan. JST-AG mampu menurunkan RMSE data uji JST masing-masing ikan biji nangka, grobyak, dan cucut sebesar 351,88 kg; 37,99 kg; dan 1118,53 kg.
2. Prediksi ikan biji nangka, ikan grobyak, dan ikan cucut pada tanggal 1 Juli 2018 di pantai Kenjeran sejumlah 0 kg; 3986,05 kg; dan 0 kg. Pengukuran *real time* masih dilakukan di sekitar pantai sehingga nilai salinitas rendah. Hal ini berbeda dengan pengukuran tengah laut (Laut Jawa). Prediksi ikan biji nangka, grobyak, dan cucut masing-masing adalah 17589,67 kg; 2584,75 kg; dan 2351,91 kg karena hasil pengukuran variabel suhu permukaan laut, salinitas, dan curah hujan masih berada pada *range* pemodelan.

5.2 Saran

Rekomendasi yang dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Algoritma mampu mengidentifikasi jenis ikan.
2. Sebaiknya kerja sama dengan PPN Brondong untuk mendapatkan data sekunder tangkapan ikan lebih banyak dalam bentuk per hari agar algoritma lebih handal.

Halaman ini memang dikosongkan

DAFTAR RUJUKAN

- Arifin, S., Aisjah, A. S., & Hakim, J. Al. (2011). Ramalan Pada Prediktor Cuaca Maritim Berdasarkan Logika Fuzzy Studi Kasus : Di Perairan Laut Jawa. *Seminar Nasional Senta 2011*, X1-9.
- Balai Penelitian dan Observasi Laut. (2018). Tim Peneliti Penginderaan Jauh Kelautan. Retrieved January 10, 2018, from <http://www.bpol.litbang.kkp.go.id/old/ocean-remote-sensing>
- Depoinvasi. (2011a). Sensor Curah Hujan (Rain Gauge) Support Arduino. Retrieved July 21, 2018, from <http://depoinvasi.com/produk-960-sensor-curah-hujan-rain-gauge-support-arduino.html>
- Depoinvasi. (2011b). Sensor Konduktivitas/TDS/Kadar Garam. Retrieved July 21, 2018, from <http://depoinvasi.com/produk-510-sensor-konduktivitas--tds--kadar-garam.html>
- Eveson, J. P., Hobday, A. J., Hartog, J. R., Spillman, C. M., & Rough, K. M. (2015). Seasonal forecasting of tuna habitat in the Great Australian Bight. *Fisheries Research*, 170, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.05.008>
- Fahmi. (2003). Beberapa Aspek Biologi Ikan Cucut. *Oseana*, 28(2), 21–29.
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Networks Architecture, Algorithms, and Application*. Prentice Hall.
- Gao, P., Chen, C., & Qin, S. (2010). An optimization method of hidden nodes for neural network. *2nd International Workshop on Education Technology and Computer Science, ETCS 2010*, 2, 53–56. <https://doi.org/10.1109/ETCS.2010.300>
- Guntur, G., Yanuar, A. T., Sari, S. H. J., & Kurniawan, A. (2017). Analisis kualitas perairan berdasarkan metode indeks pencemaran di Pesisir Timur Kota Surabaya. *Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir, Dan Perikanan*, 6(1), 81–89. <https://doi.org/10.13170/depik.6.1.5709>
- Hobday, A. J., Spillman, C. M., Paige Eveson, J., & Hartog, J. R.

- (2016). Seasonal forecasting for decision support in marine fisheries and aquaculture. *Fisheries Oceanography*, 25, 45–56. <https://doi.org/10.1111/fog.12083>
- Jagad, N. (2016). Pengusaha Kaya, Nelayan Tetap Miskin. Retrieved January 16, 2018, from https://issuu.com/majalahreviewweekly/docs/01_review_weekly_09-06_1r/29
- Jaureguizar, A. J., Menni, R., Guerrero, R., & Lasta, C. (2004). Environmental factors structuring fish communities of the Rio de la Plata estuary. *Fisheries Research*, 66(2–3), 195–211. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(03\)00200-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00200-5)
- Katihar, S. (2013). A Comparative Study of Genetic Algorithm and the Particle Swarm Optimization. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*, 2(3), 98–103.
- Katsaros, K., & Buettner, K. J. K. (1969). Influence of Rainfall on Temperature and Salinity of the Ocean Surface. *Journal of Applied Meteorology*. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1969\)008<0015:IOROTA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1969)008<0015:IOROTA>2.0.CO;2)
- Klemas, V. (2011). Remote Sensing of Sea Surface Salinity: An Overview with Case Studies. *Journal of Coastal Research*, 27(6), 830–838. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-11-00060.1>
- Liao, X., Huang, H., Dai, M., & Qi, Z. (2012). Chlorophyll-a predicting based on artificial neural network for marine cage fish farming area in dapeng cove in Daya Bay, South China Sea. *Proceedings - International Conference on Natural Computation*, (Icnc), 203–206. <https://doi.org/10.1109/ICNC.2012.6234720>
- Life, M., Jolla, L., & Rotunda, T. (1990). Effects of Turbulent Shear Flow on Zooplankton Distribution. *Deep Sea Research*, 37(3), 447–461.
- Man, K. F., Tang, K. S., & Kwong, S. (1999). *Genetic algorithms: concepts and designs*. Springer (3rd ed.). Springer-Verlag London Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0577-0>
- Maxim Integrated. (2015). Datasheet DS18B20. In *Maxim Integrated* (Vol. 92, p. 20). Retrieved from

- <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
%0A<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
%5Cn<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2014). Ocean - Oceanic Climate Variables. Retrieved January 5, 2018, from <https://www.climate.gov/maps-data/primer/ocean-oceanic-climate-variables>
- Pawlowicz, R. (2008). Calculating the conductivity of natural waters. *Limnology and Oceanography: Methods*, 6, 489–501.
- Pitambare, D. P. (2016). Survey on Optimization of Number of Hidden Layers in Neural Networks. *Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 5(11), 537–540. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2016.511115>
- Putra, B. W., Arifin, S., & Aisjah, S. A. (2014). Perancangan prediktor suhu permukaan laut menggunakan interpolasi lagrange dan logika fuzzy di perairan laut jawa. *Teknik POMITS*, 3(1), 1–6.
- Roux, M., Harwood, L. A., Zhu, X., & Sparling, P. (2016). Early summer near-shore fish assemblage and environmental correlates in an Arctic estuary. *Journal of Great Lakes Research*, 42(2), 256–266. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2015.04.005>
- Samantha, G. (2013). Terbaru: Panjang Garis Pantai Indonesia Capai 99.000 Kilometer. Retrieved January 15, 2018, from <http://nationalgeographic.co.id/berita/2013/10/terbaru-panjang-garis-pantai-indonesia-capai-99000-kilometer>
- Santoso, S. (2010). *Statistika Multivariat* (Revisi). Jakarta, Indonesia: PT Elex Media Komputindo.
- Semuaikan. (2018). Morfologi dan Klasifikasi Ikan Cucut (*Rhizoprionodon acutus*). Retrieved July 22, 2018, from <http://www.semuaikan.com/klasifikasi-dan-morfologi-ikan-cucut/>
- Siang, J. J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Soesono, S. (1974). *Limnologi*. Dirjen Perikanan Departemen Pertanian Institut Pertanian Bogor.

- Sudjoko, B. (1991). Pemanfaatan Ikan Cucut. *Oseana*, XVI(4), 31–37.
- Sugiyono. (2007). *Statistika untuk Penelitian*. (E. Mulyatiningsih, Ed.) (12th ed.). Bandung, Jawa Barat, Indonesia: Alfabeta.
- Thomas, L., Manoj Kumar, M. V., & Annappa, B. (2016). Discovery of optimal neurons and hidden layers in feed-forward Neural Network. *2016 IEEE International Conference on Emerging Technologies and Innovative Business Practices for the Transformation of Societies, EmergiTech 2016*, 286–291. <https://doi.org/10.1109/EmergiTech.2016.7737353>
- Torres-Faurrieta, L. K., Dreyfus-León, M. J., & Rivas, D. (2016). Recruitment forecasting of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean with artificial neuronal networks. *Ecological Informatics*, 36, 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.10.005>
- Triyatna S, S. (2013). Ikan Sebelah. Retrieved June 8, 2018, from <http://subhantriyatnas11u.student.ipb.ac.id/2013/04/11/ikan-sebelah/>
- Tytler, P., & Ireland, J. (1995). The Influence of Temperature and Salinity on the Structure and Function of Mitochondria in Chloride Cells in the Skin of the Larvae of the Turbot (*Scophthalmus maximus*). *Thermal Biology*, 20(1–2), 1–14. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0306-4565\(94\)00021-A](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0306-4565(94)00021-A)
- United States Environmental Protection Agency. (2018). Salinity. Retrieved February 4, 2018, from <http://omp.gso.uri.edu/ompweb/doe/science/physical/chsal1.htm>
- Wadi, F. (2016). Ikan Biji Nangka. Retrieved June 8, 2018, from <https://www.biodiversitywarriors.org/isi-katalog.php?idk=5595&judul=ikan-biji-nangka>
- Yáñez, E., Plaza, F., Gutiérrez-Estrada, J. C., Rodríguez, N., Barbieri, M. A., Pulido-Calvo, I., & Bórquez, C. (2010). Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) abundance forecast off northern Chile: A multivariate ecosystemic neural network approach. *Progress in*

- Oceanography*, 87(1–4), 242–250.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.015>
- Yu, H., & Wilamowski, B. (2011). *Industrial Electronic Handbook* (2nd ed.). CRC press. <https://doi.org/10.1201/b10604-15>
- Zhang, S., Wang, H., Liu, L., Du, C., & Lu, J. (2009). Optimization of Neural Network Based on Improved Genetic Algorithm. *2009 International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering*, (Cctot), 203–207. <https://doi.org/10.1109/CISE.2009.5365287>
- Zhou, H., Deng, Z., Xia, Y., & Fu, M. (2016). A new sampling method in particle filter based on Pearson correlation coefficient. *Neurocomputing*, 216, 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.07.036>

Halaman ini memang dikosongka

LAMPIRAN A Nilai RMSE

Jaringan Saraf Tiruan-Algorithm Genetika						
HN	Ikan Biji Nangka		Ikan Grobyak		Ikan Cucut	
	RMSE Data Latih	RMSE Data Uji	RMSE Data Latih	RMSE Data Uji	RMSE Data Latih	RMSE Data Uji
1	7339,84	7841,61	1016,31	1151,24	1638,45	1727,55
2	7302,69	7977,36	1006,08	1165,09	1597,02	1584,79
3	7236,01	6894,63	1022,21	1208,88	1597,29	1538,2
4	7514,43	9710,05	1043,29	1440,92	1605,23	1601,08
5	7227,04	6992,03	1020,93	1186,21	1661,18	1673,73
6	7334,9	8301,49	1019,83	1165,33	1644,33	1767,2
7	7433,91	7199	996,82	1187,75	1644,86	1782,03
8	7276,65	7596,33	1028,04	1206,67	1599,45	1541,01
9	7417,32	7151,77	1000,8	1180,65	1637,6	1454,87
10	7590,92	6927,28	1010,74	1213,09	1614,46	1871,82
Jaringan Saraf Tiruan						
HN	Ikan Biji Nangka		Ikan Grobyak		Ikan Cucut	
	RMSE Data Latih	RMSE Data Uji	RMSE Data Latih	RMSE Data Uji	RMSE Data Latih	RMSE Data Uji
1	6581,7	8150,59	816,55	1277,16	1925,36	3056,78
2	14884,11	8432,86	1871,8	1372,45	4610,51	2573,4
3	15146,51	10138,3	2036,75	1464,84	4729,68	3114,45
4	10667,19	10123,7	2180,8	1189,23	4692,29	3466,13
5	13084,85	32208,4	2848,91	29346,8	5476,4	14039,1
6	8781,45	23406	2562,32	1589,01	5196,61	8778,51
7	12586,87	9418,06	2553,07	23544,9	5449,33	27237,6
8	6604,17	32511,2	3224,84	2274	5438,84	7118,82
9	3784,11	205100	3070,45	13739,1	5477,05	6439,18
10	9044,2	29249,7	3204,34	8068,34	5626,96	10449,1

Halaman ini memang dikosongkan

LAMPIRAN B Source Code Matlab Jaringan Saraf Tiruan- *Genetic Algorithm* Pelatihan

```
%GENETIC ALGORITHM%
clear all; close all; clc
% Untuk tiap hidden node
% 1. Ganti dimension
% 2. Ganti 2 fungsi objektif
% 3. Ganti nama untuk save

%Pembangkitan Populasi dan Parameter
Npop    = 10;           %jumlah individu
Maxit   = 50;           %iterasi
el      = 0.8;         %elatism
Pc      = 0.8;         %probabilitas crossover
Pm      = 0.033;       %probabilitas mutasi
Nbit    = 20;          %jumlah bit kromoson
Dimension = 21; %jumlah variabel yg dioptimasi

%Constraint
Low = [-1]; % Lower Bound of Variables
Up = [1]; % Upper Bound of Variables
LB = repmat(Low,1,Dimension);
UB = repmat(Up,1,Dimension);

%sesuai dengan constraint fungsi objektif
eBangkit    = [];
Individu    = [];
eIndividu   = [];
david       = [];
Dadatfit    = [];
Datfit      = [];
summary     = [];
eDadatfit   = [];
efitnessmax = [];
eIndividuMax = [];
Bangkit = round(rand(Npop,Nbit*Dimension));

popsize = size(Bangkit,1);
for i = 1:Dimension
    batas(i) = UB(i)-LB(i);
```

```

end
for i =1:Npop
    for j = 1:Dimension
        Desimal(i,j) =
bi2de(Bangkit(i, ((j*Nbit)-(Nbit-
1)):(j*Nbit)), 'left-msb');
        Individu(i,j) =
        (Desimal(i,j)*batas(:,j)-
batas(:,j)+LB(:,j)*(2^Nbit-1))/(2^Nbit-1);
    end
end
Datfit = [];
variabel = [];

% Fungsi Objektif -----
for i = 1:size(Individu,1)
    fitness = fob4(Individu(i,:));
    Datfit = [Datfit;fitness];
    [fitemax,nmax]=max(Datfit);
end

Dadatfit = [];
for generasi=1:Maxit
    disp('GA processing')
    disp(['Iteration : ' num2str(generasi)])
    clear command windows
    clear command history
    clear memory
    if generasi > 1
        sort_fit =
sortrows(sort,Nbit*Dimension+1);
        Individu1 = sort_fit(round((1-
el)*Npop+1):Npop,:);
        remain =
sort_fit(round(el*Npop)+1:Npop,:);
        X = Individu1;
        M = size(X,1);
        sumfitness = sum(Datfit);
        for i=1:M
            Prob(i) = Datfit(i)/sumfitness;
        end
    end
end

```

```

        for i=2:M
            Prob(i) = Prob(i)+Prob(i-1);
        end
        for i=1:M
            n=rand;
            k=1;
            for j=1:M-1
                if (n>Prob(j))
                    k=j+1;
                end
            end
            Xparents(i,:) = X(k,:);
        end

% Crossover
[M,d] = size(Xparents);
Xcrossed = Xparents;
for i=1:2:M-1
    c=rand;
    if (c<=Pc)
        p=ceil((d-1)*rand);
        Xcrossed(i,:) = [Xparents(i,1:p)
Xparents(i+1,p+1:d)];
        Xcrossed(i+1,:) = [Xparents(i+1,1:p)
Xparents(i,p+1:d)];
    end
end
if (M/2~=floor(M/2))
    c=rand;
    if (c<=Pc)
        p=ceil((d-1)*rand);
        str=ceil((M-1)*rand);
        Xcrossed(M,:) = [Xparents(M,1:p)
Xparents(str,p+1:d)]; %the first child is chosen
    end
end

% Mutasi
[M,d] = size(Xcrossed);
Xnew=Xcrossed;
for i=1:M

```

```

        for j=1:d
            p=rand;
            if (p<=Pm)
                Xnew(i,j)=1-Xcrossed(i,j);
            end
        end
    end
end
disp('New fitness calculation');
Bangkit =
[Xnew(:,1:Nbit*Dimension);remain(:,1:Nbit*Dimension)];
end
eBangkit = [eBangkit; Bangkit];
for i =1:Npop
    for j = 1:Dimension;
        Desimal(i,j) =
bi2de(Bangkit(i,((j*Nbit)-(Nbit-1)):j*Nbit),'left-msb');
        Individu(i,j) =
(Desimal(i,j)*batas(:,j)-
batas(:,j)+LB(:,j)*(2^Nbit-1))/(2^Nbit-1);
    end
end
Datfit = [];
% Fungsi Objektif -----
for i = 1:Npop
    fitness = fob4(Individu(i,:));
    Datfit = [Datfit;fitness];
    [fitemax,nmax] = max(Datfit);
end
Dadatfit = Datfit;
eDadatfit = [eDadatfit;Dadatfit];
eIndividu = [eIndividu;Individu];
[fitnessmax,nmax] = max(eDadatfit);
efitnessmax = [efitnessmax;fitnessmax];

balikdata = 1./efitnessmax

BangkitMax = eBangkit(nmax,:);
IndividuMax = eIndividu(nmax,:);
eIndividuMax = [eIndividuMax;IndividuMax];

```

```

BangkitMaxlast = BangkitMax;
schedmax = BangkitMax;
sort = [Bangkit Dadatfit];
summary = [summary; sort];
david = [david; Dadatfit];
clc

min_design_variabel=IndividuMax(1,:)
min_objective_function=fitness(1,:)
RMSE_Data_Latih = 1/min_objective_function
figure(gcf)
title('Grafik Nilai Minimum GA', 'color', 'b')
xlabel('Jumlah Iterasi')
ylabel('RMSE')
grid on
hold on
plot(balikdata, 'DisplayName', 'efitnessmax',
'YDataSource', 'efitnessmax');
hold on
end

saveas(gcf, 'RMSE Data Latih Ikan Grobyak HN
4.png')

%SIMPAN SEMUA DATA-----
save ('GA Ikan Grobyak HN 4.mat')

```

Halaman ini memang dikosongkan

LAMPIRAN C Source Code Matlab Fungsi Objektif Jaringan Saraf Tiruan-*Genetic Algoritih*

```
function NilaiFitness=fob1(x)
variabelinput = xlsread('E:\Kerjaan Restha\Tugas
Kuliah Bro\Semester 8\Tugas Akhir\Data Ikan\Data
Rapi Ikan.xlsx','Data Latih dan Uji','B4:D79');
validasi = xlsread('E:\Kerjaan Restha\Tugas
Kuliah Bro\Semester 8\Tugas Akhir\Data Ikan\Data
Rapi Ikan.xlsx','Data Ikan Vertikal','D3:D78');

data = 76; % Jumlah Data

% 1 individu = seluruh bobot
t1=x(1);      %input variabel independen
t2=x(2);      %input variabel independen
t3=x(3);      %input variabel independen
t4=x(4);      %bias ke hidden node

t5=x(5);      %hidden node 1
t6=x(6);      %bias ke output

%Input ke hidden
a = variabelinput(1:data,1)*t1;
b = variabelinput(1:data,2)*t2;
c = variabelinput(1:data,3)*t3;
d = ones(data,1)*t4;
hn1 = [a b c d];

% Fungsi aktivasi hidden node
for i = 1:data;
    nilaihn1(i,1) = sum(hn1(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

% Hidden ke output
fhn1 = tansig(nilaihn1)*t5;
fhn2 = ones(data,1)*t6; %bias pada output layer
```

```

matrix =[fhn1, fhn2];

for i = 1:data;
    nilaion(i,1)= sum(matrix(i,1:2));
%Langkah 5 JST
end;

% Fungsi aktivasi output layer
prediksi = purelin(nilaion);

max_data = 5126;           %Ganti nilai max
min_data = 0;             %Ganti nilai min
output = ((prediksi-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;

% Objective function
selisih = output - validasi;
selisihkuadrat = selisih.^2;
rmse = sqrt((sum(selisihkuadrat))/data);
NilaiFitness = 1/rmse;

```

LAMPIRAN D Source Code Matlab Jaringan Saraf Tiruan- *Genetic Algoritihm Validasi*

```
variabelinput = xlsread('E:\Kerjaan Restha\Tugas
Kuliah Bro\Semester 8\Tugas Akhir\Data Ikan\Data
Rapi Ikan.xlsx', 'Data Latih dan Uji', 'B80:D93');
validasi = xlsread('E:\Kerjaan Restha\Tugas
Kuliah Bro\Semester 8\Tugas Akhir\Data Ikan\Data
Rapi Ikan.xlsx', 'Data Ikan Vertikal', 'D79:D92');

data = 14; % Jumlah Data

% 1 individu = seluruh bobot
t1=min_design_variabel(:,1)'; %input
variabel independen
t2=min_design_variabel(:,2)'; %input
variabel independen
t3=min_design_variabel(:,3)'; %input
variabel independen
t4=min_design_variabel(:,4)'; %bias ke
hidden node

t5=min_design_variabel(:,5)'; %hidden node 1
t6=min_design_variabel(:,6)'; %bias ke
output

%Input ke hidden
a = variabelinput(1:data,1)*t1;
b = variabelinput(1:data,2)*t2;
c = variabelinput(1:data,3)*t3;
d = ones(data,1)*t4;
hn1 = [a b c d];

% Fungsi aktivasi hidden node
for i = 1:data;
    nilaihn1(i,1) = sum(hn1(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;
```

```

% Hidden ke output
fhn1 = tansig(nilaihn1)*t5;
fhn2 = ones(data,1)*t6; %bias pada output layer

matrix =[fhn1,fhn2];

for i = 1:data;
    nilaion(i,1)= sum(matrix(i,1:2));
%Langkah 5 JST
end;

% Fungsi aktivasi output layer
prediksi = purelin(nilaion);

max_data = 41090;           %Ganti nilai max
min_data = 0;              %Ganti nilai min
output = ((prediksi-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;
selisih = output - validasi;
selisihkuadrat = selisih.^2;
jumlahselisihkuadrat = sum(selisihkuadrat);
mse = jumlahselisihkuadrat/data;
RMSE_Data_Uji = sqrt(jumlahselisihkuadrat/data)
MAPE = ((sum(abs(selisih./validasi)))*100)/data;

figure,
plot(output,'bo-')
hold on
plot(validasi,'ro-')
hold off
grid on
title(strcat(['RMSE = ',num2str(RMSE_Data_Uji), '
dan MAPE = ',num2str(MAPE), '%']))
xlabel('Hari ke-')
ylabel('Tangkapan Ikan (kg)')
legend('Keluaran
JST', 'Target', 'Location', 'Best')

%saveas(gcf,'Data Latih Ikan Grobyak HN 1
GA.png')

```

LAMPIRAN E Source Code Matlab Jaringan Saraf Tiruan Pelatihan Dan Validasi

```
clc;clear;close all;warning off;

%1.Ganti kolom target latih pada baris 17
%2.Ganti filename pada baris 61
%3.Ganti min max sesuai data ikan pada baris 67
dan 68
%4.Ganti xlrange sesuai kolom jenis ikan pada
baris 74
%5.Ganti xlrange sesuai baris jenis ikan pada
baris 81
%6.Ganti tittle sesuai nama ikan pada baris 94

% Proses membaca data latih dari excel
filename = 'Data Rapi Ikan.xlsx';
sheet = 5;
xlRange = 'B4:N79';

Data = xlsread(filename, sheet, xlRange);
data_latih = Data(:,1:3)';
target_latih = Data(:,5)';      %Ganti kolom
tiap ganti jenis ikan
[m,n] = size(data_latih);

for jumlahnode = 1:10
% Pembuatan JST
net = newff(minmax(data_latih),[jumlahnode
1],{'tansig','purelin'},'trainlm');

% Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses
pelatihan
net.performFcn = 'mse';
net.trainParam.goal = 0.001;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 1000;
net.trainParam.mc = 0.95;
net.trainParam.lr = 0.001;
%net.divideParam.trainRatio = 80/100;
```

```

%net.divideParam.valRatio = 20/100;
%net.divideParam.testRatio = 0/100;

% Proses training
[net_keluaran,tr,Y,E] =
train(net,data_latih,target_latih);

% Hasil setelah pelatihan
bobot_hidden = net_keluaran.IW{1,1};
bobot_keluaran = net_keluaran.LW{2,1};
bias_hidden = net_keluaran.b{1,1};
bias_keluaran = net_keluaran.b{2,1};
jumlah_iterasi = tr.num_epochs;
epoch_RMSE_train = sqrt(tr.perf);
nilai_keluaran = Y;
nilai_error = E;
error_RMSE = sqrt((1/n)*sum(nilai_error.^2));

if(jumlahnode==1)
    RMSE_best=error_RMSE;
    node_best=1;
    save('netbest.mat','net_keluaran');

save('bobotbiasbest.mat','bobot_hidden','bobot_keluaran','bias_hidden','bias_keluaran');
else
    if(error_RMSE<RMSE_best)
        RMSE_best=error_RMSE;
        node_best=jumlahnode;
        save('netbest.mat','net_keluaran');

save('bobotbiasbest.mat','bobot_hidden','bobot_keluaran','bias_hidden','bias_keluaran');
    end
end

filename=sprintf('net%dIkanBijiNangka2(3V).mat',
jumlahnode);
    save(filename,'net_keluaran');
%save net.mat net_keluaran

```

```

% Hasil prediksi
hasil_latih = sim(net_keluaran,data_latih);
max_data = 41090;           %Ganti nilai max
min_data = 0;               %Ganti nilai min
hasil_latih = ((hasil_latih-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;

% Performansi hasil prediksi
filename = 'Data Rapi Ikan.xlsx';
sheet = 3;
xlRange = 'B3:B79';       %Ganti kolom

target_latih_asli = xlsread(filename, sheet,
xlRange);

%figure,
%plotregression(target_latih_asli,hasil_latih,'R
egression')

target_latih_baris = xlsread('Data Rapi Ikan',
1, 'E11:CB11'); %Ganti baris
nilai_error_asli = target_latih_baris -
hasil_latih;
error_RMSE_asli =
sqrt((1/n)*sum(nilai_error_asli.^2));

figure,
plot(epoch_RMSE_train)
%plot(jumlah_iterasi,error_RMSE_asli)
hold on
grid on
title('Perfomansi Pelatihan Ikan Biji Nangka')
xlabel('Epoch')
ylabel('RMSE')

if (jumlahnode==1)
    saveas(gcf,'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 1
(2).png')
end
if (jumlahnode==2)

```

```

        saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 2
(2).png')
end
if (jumlahnode==3)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 3
(2).png')
end
if (jumlahnode==4)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 4
(2).png')
end
if (jumlahnode==5)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 5
(2).png')
end
if (jumlahnode==6)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 6
(2).png')
end
if (jumlahnode==7)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 7
(2).png')
end
if (jumlahnode==8)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 8
(2).png')
end
if (jumlahnode==9)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN 9
(2).png')
end
if (jumlahnode==10)
    saveas(gcf, 'Perfomansi Ikan Biji Nangka HN
10 (2).png')
end

figure,
plot(hasil_latih, 'bo-')
hold on
plot(target_latih_asli, 'ro-')
hold off

```



```

grid on
title(strcat(['HN ', num2str(jumlahnode), ' Epoch
', num2str(jumlah_iterasi), ' RMSE Ikan Biji
Nangka ', num2str(error_RMSE_asli)])
%num2str(error_RMSE_asli]))
xlabel('Hari ke-')
ylabel('Tangkapan Ikan (kg)')
legend('Keluaran
JST', 'Target', 'Location', 'Best')

if (jumlahnode==1)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 1
(2).png')
end
if (jumlahnode==2)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 2
(2).png')
end
if (jumlahnode==3)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 3
(2).png')
end
if (jumlahnode==4)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 4
(2).png')
end
if (jumlahnode==5)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 5
(2).png')
end
if (jumlahnode==6)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 6
(2).png')
end
if (jumlahnode==7)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 7
(2).png')
end
if (jumlahnode==8)
    saveas(gcf, 'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 8
(2).png')

```

```

end
if (jumlahnode==9)
    saveas(gcf,'Data Latih Ikan Biji Nangka HN 9
(2).png')
end
if (jumlahnode==10)
    saveas(gcf,'Data Latih Ikan Biji Nangka HN
10 (2).png')
end

%-----%
%VALIDASI

%1.Ganti nama net pada baris 10
%2.Ganti kolom target uji sesuai kolom jenis
ikan pada baris 19
%3.Ganti min max data sesuai range jenis ikan
pada baris 26 dan 27
%4.Ganti xlrage sesuai jenis ikan pada baris 35
%5.Ganti target uji baris pada baris 39

if (jumlahnode==1)
    load net1IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==2)
    load net2IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==3)
    load net3IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==4)
    load net4IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==5)
    load net5IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==6)
    load net6IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==7)
    load net7IkanBijiNangka2(3V).mat

```

```

end
if (jumlahnode==8)
    load net8IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==9)
    load net9IkanBijiNangka2(3V).mat
end
if (jumlahnode==10)
    load net10IkanBijiNangka2(3V).mat
end

% Proses membaca data uji dari excel
filename = 'Data Rapi Ikan.xlsx';
sheet = 5;
xlRange = 'B80:N93';

Data = xlsread(filename, sheet, xlRange);
data_uji = Data(:,1:3)';
target_uji = Data(:,5)';
[m,n] = size(data_uji);

% Hasil prediksi
hasil_uji = sim(net_keluaran,data_uji);
nilai_error1 = hasil_uji-target_uji;

max_data = 41090;
min_data = 0;
hasil_uji = ((hasil_uji-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;

% Performansi hasil prediksi
error_RMSE1 = sqrt((1/n)*sum(nilai_error1.^2));

filename = 'Data Rapi Ikan.xlsx';
sheet = 3;
xlRange = 'B79:B92';

target_uji_asli = xlsread(filename, sheet,
xlRange);

```

```

target_uji_baris = xlsread('Data Rapi Ikan', 1,
'CC11:CP11');
nilai_error_asli1 = target_uji_baris -
hasil_uji;
error_RMSE_asli1 =
sqrt((1/n)*sum(nilai_error_asli1.^2));
MAPE1 =
((sum(abs(nilai_error_asli1./target_uji_baris)))
*100)/n;           %Mean Absolute Percent
Error

figure,
plot(hasil_uji,'bo-')
hold on
plot(target_uji_asli,'ro-')
hold off
grid on
title(strcat(['RMSE =
',num2str(error_RMSE_asli1),' dan MAPE =
',num2str(MAPE1),'%']))
xlabel('Hari ke-')
ylabel('Tangkapan Ikan')
legend('Keluaran
JST', 'Target', 'Location', 'Best')

if (jumlahnode==1)
    saveas(gcf,'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 1
(2).png')
end
if (jumlahnode==2)
    saveas(gcf,'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 2
(2).png')
end
if (jumlahnode==3)
    saveas(gcf,'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 3
(2).png')
end
if (jumlahnode==4)
    saveas(gcf,'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 4
(2).png')
end

```

```
if (jumlahnode==5)
    saveas(gcf, 'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 5
(2).png')
end
if (jumlahnode==6)
    saveas(gcf, 'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 6
(2).png')
end
if (jumlahnode==7)
    saveas(gcf, 'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 7
(2).png')
end
if (jumlahnode==8)
    saveas(gcf, 'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 8
(2).png')
end
if (jumlahnode==9)
    saveas(gcf, 'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 9
(2).png')
end
if (jumlahnode==10)
    saveas(gcf, 'Data Uji Ikan Biji Nangka HN 10
(2).png')
end

end
```

Halaman ini memang dikosongkan

LAMPIRAN F Source Code Prediksi Ikan Berdasarkan Pengujian *Real Time*

```
variabelinput = xlsread('E:\Kerjaan Restha\Tugas
Kuliah Bro\Semester 8\Tugas Akhir\Data Ikan\Data
Rapi Ikan.xlsx','Data Latih dan Uji','B96:D96');
%validasi = xlsread('E:\Kerjaan Restha\Tugas
Kuliah Bro\Semester 8\Tugas Akhir\Data Ikan\Data
Rapi Ikan.xlsx','Data Ikan Vertikal','B79:B92');

data = 1;          %Jumlah Data Latih

%-----
%-----%
%-----
%-----%
%IKAN CUCUT

%Bobot ikan cucut
min_design_variabel3 = [0.193415826 0.327903107
0.360915528 0.548434781 0.755815273 -0.361045228
0.329892473 0.44257683 0.908035191 -0.856422287
-0.609906778 -0.749955893 -0.803046992
-0.773481153 0.46697375 0.778293398
0.777326372 0.393580812 -0.260962735
0.243920559 0.212594235 0.226517893 0.431058341
-0.565442625 -0.363379825 0.562821925 -
0.618966693 0.55785137 0.677217176
0.890931979 -0.467076747 0.341668455
0.794414324 -0.384763131 0.023610138 -
0.841977922 0.651214267 -0.058356341 -
0.262067091 0.523324512 0.894723792 -
0.550008345 0.592937081 -0.739129771
0.987195956 -0.283223422];

% 1 individu = seluruh bobot
v1=min_design_variabel3(:,1)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 1
v2=min_design_variabel3(:,2)'; %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 1
```

```
v3=min_design_variabel3(:,3)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 1
v4=min_design_variabel3(:,4)'; %bias ke
hidden node 1
```

```
v5=min_design_variabel3(:,5)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 2
v6=min_design_variabel3(:,6)'; %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 2
v7=min_design_variabel3(:,7)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 2
v8=min_design_variabel3(:,8)'; %bias ke
hidden node 2
```

```
v9=min_design_variabel3(:,9)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 3
v10=min_design_variabel3(:,10)'; %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 3
v11=min_design_variabel3(:,11)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 3
v12=min_design_variabel3(:,12)'; %bias ke
hidden node 3
```

```
v13=min_design_variabel3(:,13)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 4
v14=min_design_variabel3(:,14)'; %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 4
v15=min_design_variabel3(:,15)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 4
v16=min_design_variabel3(:,16)'; %bias ke
hidden node 4
```

```
v17=min_design_variabel3(:,17)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 5
v18=min_design_variabel3(:,18)'; %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 5
v19=min_design_variabel3(:,19)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 5
v20=min_design_variabel3(:,20)'; %bias ke
hidden node 5
```



```

v21=min_design_variabel3(:,21)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 6
v22=min_design_variabel3(:,22)'; %input
variabel independen Salinitas ke hidden node 6
v23=min_design_variabel3(:,23)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 6
v24=min_design_variabel3(:,24)'; %bias ke
hidden node 6

v25=min_design_variabel3(:,25)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 7
v26=min_design_variabel3(:,26)'; %input
variabel independen Salinitas ke hidden node 7
v27=min_design_variabel3(:,27)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 7
v28=min_design_variabel3(:,28)'; %bias ke
hidden node 7

v29=min_design_variabel3(:,29)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 8
v30=min_design_variabel3(:,30)'; %input
variabel independen Salinitas ke hidden node 8
v31=min_design_variabel3(:,31)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 8
v32=min_design_variabel3(:,32)'; %bias ke
hidden node 8

v33=min_design_variabel3(:,33)'; %input
variabel independen SPL ke hidden node 9
v34=min_design_variabel3(:,34)'; %input
variabel independen Salinitas ke hidden node 9
v35=min_design_variabel3(:,35)'; %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 9
v36=min_design_variabel3(:,36)'; %bias ke
hidden node 9

v37=min_design_variabel3(:,37)'; %hidden node
1 ke outputc
v38=min_design_variabel3(:,38)'; %hidden node
2 ke outputc

```

```

v39=min_design_variabel3(:,39)'; %hidden node
3 ke outputc
v40=min_design_variabel3(:,40)'; %hidden node
4 ke outputc
v41=min_design_variabel3(:,41)'; %hidden node
5 ke outputc
v42=min_design_variabel3(:,42)'; %hidden node
6 ke outputc
v43=min_design_variabel3(:,43)'; %hidden node
7 ke outputc
v44=min_design_variabel3(:,44)'; %hidden node
8 ke outputc
v45=min_design_variabel3(:,45)'; %hidden node
9 ke outputc
v46=min_design_variabel3(:,46)'; %bias ke
outputc

```

```
%Input ke hidden
```

```

a1c = variabelinput(1:data,1)*v1;
b1c = variabelinput(1:data,2)*v2;
c1c = variabelinput(1:data,3)*v3; %
d1c = ones(data,1)*v4;
%outputc bias
hn1c = [a1c b1c c1c d1c];

```

```

a2c = variabelinput(1:data,1)*v5;
b2c = variabelinput(1:data,2)*v6;
c2c = variabelinput(1:data,3)*v7;
d2c = ones(data,1)*v8;
hn2c = [a2c b2c c2c d2c];

```

```

a3c = variabelinput(1:data,1)*v9;
b3c = variabelinput(1:data,2)*v10;
c3c = variabelinput(1:data,3)*v11;
d3c = ones(data,1)*v12;
hn3c = [a3c b3c c3c d3c];

```

```

a4c = variabelinput(1:data,1)*v13;
b4c = variabelinput(1:data,2)*v14;
c4c = variabelinput(1:data,3)*v15;
d4c = ones(data,1)*v16;

```

```

hn4c = [a4c b4c c4c d4c];

a5c = variabelinput(1:data,1)*v17;
b5c = variabelinput(1:data,2)*v18;
c5c = variabelinput(1:data,3)*v19;
d5c = ones(data,1)*v20;
hn5c = [a5c b5c c5c d5c];

a6c = variabelinput(1:data,1)*v21;
b6c = variabelinput(1:data,2)*v22;
c6c = variabelinput(1:data,3)*v23;
d6c = ones(data,1)*v24;
hn6c = [a6c b6c c6c d6c];

a7c = variabelinput(1:data,1)*v25;
b7c = variabelinput(1:data,2)*v26;
c7c = variabelinput(1:data,3)*v27;
d7c = ones(data,1)*v28;
hn7c = [a7c b7c c7c d7c];

a8c = variabelinput(1:data,1)*v29;
b8c = variabelinput(1:data,2)*v30;
c8c = variabelinput(1:data,3)*v31;
d8c = ones(data,1)*v32;
hn8c = [a8c b8c c8c d8c];

a9c = variabelinput(1:data,1)*v33;
b9c = variabelinput(1:data,2)*v34;
c9c = variabelinput(1:data,3)*v35;
d9c = ones(data,1)*v36;
hn9c = [a9c b9c c9c d9c];

% Fungsi aktivasi hidden node
for i = 1:data;
    nilaihn1c(i,1) = sum(hn1c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;

```

```

        nilaihn2c(i,1) = sum(hn2c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;
    nilaihn3c(i,1) = sum(hn3c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;
    nilaihn4c(i,1) = sum(hn4c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;
    nilaihn5c(i,1) = sum(hn5c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;
    nilaihn6c(i,1) = sum(hn6c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;
    nilaihn7c(i,1) = sum(hn7c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;
    nilaihn8c(i,1) = sum(hn8c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

for i = 1:data;
    nilaihn9c(i,1) = sum(hn9c(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

% Hidden ke outputc

```

```

fhn1c = tansig(nilaihn1c)*v37;
fhn2c = tansig(nilaihn2c)*v38;
fhn3c = tansig(nilaihn3c)*v39;
fhn4c = tansig(nilaihn4c)*v40;
fhn5c = tansig(nilaihn5c)*v41;
fhn6c = tansig(nilaihn6c)*v42;
fhn7c = tansig(nilaihn7c)*v43;
fhn8c = tansig(nilaihn8c)*v44;
fhn9c = tansig(nilaihn9c)*v45;
fhn10c = ones(data,1)*v46; %bias pada outputc
layer

matrixc
=[fhn1c,fhn2c,fhn3c,fhn4c,fhn5c,fhn6c,fhn7c,fhn8
c,fhn9c,fhn10c];

for i = 1:data;
    nilaionc(i,1)= sum(matrixc(i,1:10));
%Langkah 5 JST
end;

% Fungsi aktivasi outputc layer
prediksic = purelin(nilaionc);

max_datac = 9205; %Ganti nilai max
min_datac = 0; %Ganti nilai min
outputc = ((prediksic-0.1)*(max_datac-
min_datac)/0.8)+min_datac

figure,
plot(outputc,'bo-')
hold on
%plot(validasi,'ro-')
%hold off
%grid on
%title(strcat(['RMSE =
',num2str(RMSE_Data_Uji),' dan MAPE =
',num2str(MAPE),'%']))
xlabel('Hari ke-')
ylabel('Tangkapan Ikan (kg)')

```

```
legend('Keluaran  
JST', 'Target', 'Location', 'Best')
```

```
saveas(gcf, 'Data Real Time Ikan Cucut.png')
```

```
%-----  
-----%  
%-----  
-----%
```

```
%IKAN GROBYAK
```

```
min_design_variabel2 = [-0.507598407  
0.939872684 0.237139928 -0.434527812 -  
0.478143194 0.243947262];
```

```
% 1 individu = seluruh bobot
```

```
u1=min_design_variabel2(:,1)'; %input  
variabel independen
```

```
u2=min_design_variabel2(:,2)'; %input  
variabel independen
```

```
u3=min_design_variabel2(:,3)'; %input  
variabel independen
```

```
u4=min_design_variabel2(:,4)'; %bias ke  
hidden node
```

```
u5=min_design_variabel2(:,5)'; %hidden node  
1
```

```
u6=min_design_variabel2(:,6)'; %bias ke  
outputb
```

```
%Input ke hidden
```

```
a1b = variabelinput(1:data,1)*u1;
```

```
b1b = variabelinput(1:data,2)*u2;
```

```
c1b = variabelinput(1:data,3)*u3;
```

```
d1b = ones(data,1)*u4;
```

```
hn1b = [a1b b1b c1b d1b];
```

```
% Fungsi aktivasi hidden node
```

```
for i = 1:data;
```

```

        nilaihn1b(i,1) = sum(hn1b(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

% Hidden ke outputb
fhn1b = tansig(nilaihn1b)*u5;
fhn2b = ones(data,1)*u6; %bias pada outputb
layer

matrixb =[fhn1b,fhn2b];

for i = 1:data;
        nilaionb(i,1)= sum(matrixb(i,1:2));
%Langkah 5 JST
end;

% Fungsi aktivasi outputb layer
prediksib = purelin(nilaionb);

max_datab = 5126;           %Ganti nilai max
min_datab = 0;             %Ganti nilai min
outputb = ((prediksib-0.1)*(max_datab-
min_datab)/0.8)+min_datab

figure,
plot(outputb,'bo-')
hold on
%plot(validasi,'ro-')
%hold off
%grid on
%title(strcat(['RMSE =
',num2str(RMSE_Data_Uji),' dan MAPE =
',num2str(MAPE),'%']))
xlabel('Hari ke-')
ylabel('Tangkapan Ikan (kg)')
legend('Keluaran
JST','Target','Location','Best')

saveas(gcf,'Data Real Time Ikan Grobyak.png')

```

```

%-----
-----%
%-----
-----%
%IKAN BIJI NANGKA

min_design_variabel = [0.493691915  -0.813865484
0.054120115  0.455768066  -0.626115442  -
0.666536013  -0.909290227  -0.530120401
0.880729562  -0.063723625  0.857292039  -
0.323405574  0.726035811  -0.817924326  -
0.380086308  -0.517060773];

% 1 individu = seluruh bobot
t1=min_design_variabel(:,1)';      %input
variabel independen SPL ke hidden node 1
t2=min_design_variabel(:,2)';      %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 1
t3=min_design_variabel(:,3)';      %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 1
t4=min_design_variabel(:,4)';      %bias ke
hidden node 1

t5=min_design_variabel(:,5)';      %input
variabel independen SPL ke hidden node 2
t6=min_design_variabel(:,6)';      %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 2
t7=min_design_variabel(:,7)';      %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 2
t8=min_design_variabel(:,8)';      %bias ke
hidden node 2

t9=min_design_variabel(:,9)';      %input
variabel independen SPL ke hidden node 3
t10=min_design_variabel(:,10)';    %input
variabel independen Salinintas ke hidden node 3
t11=min_design_variabel(:,11)';    %input
variabel independen Curah Hujan ke hidden node 3
t12=min_design_variabel(:,12)';    %bias ke
hidden node 3

```



```

t13=min_design_variabel(:,13)'; %hidden node 1
ke output
t14=min_design_variabel(:,14)'; %hidden node 2
ke output
t15=min_design_variabel(:,15)'; %hidden node 3
ke output
t16=min_design_variabel(:,16)'; %bias ke
output

```

```

%Input ke hidden

```

```

a1 = variabelinput(1:data,1)*t1;
b1 = variabelinput(1:data,2)*t2;
c1 = variabelinput(1:data,3)*t3;
d1 = ones(data,1)*t4;
hn1 = [a1 b1 c1 d1];

```

```

a2 = variabelinput(1:data,1)*t5;
b2 = variabelinput(1:data,2)*t6;
c2 = variabelinput(1:data,3)*t7;
d2 = ones(data,1)*t8;
hn2 = [a2 b2 c2 d2];

```

```

a3 = variabelinput(1:data,1)*t9;
b3 = variabelinput(1:data,2)*t10;
c3 = variabelinput(1:data,3)*t11;
d3 = ones(data,1)*t12;
hn3 = [a3 b3 c3 d3];

```

```

% Fungsi aktivasi hidden node

```

```

for i = 1:data;
    nilaihn1(i,1) = sum(hn1(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

```

```

for i = 1:data;
    nilaihn2(i,1) = sum(hn2(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

```

```

for i = 1:data;

```

```

        nilaihn3(i,1) = sum(hn3(i,1:4));
%Langkah 4 JST
end;

% Hidden ke output
fhn1 = tansig(nilaihn1)*t13;
fhn2 = tansig(nilaihn2)*t14;
fhn3 = tansig(nilaihn3)*t15;
fhn4 = ones(data,1)*t16; %bias pada output layer

matrix =[fhn1,fhn2,fhn3,fhn4];

for i = 1:data;
    nilaion(i,1)= sum(matrix(i,1:4));
%Langkah 5 JST
end;

% Fungsi aktivasi output layer
prediksi = purelin(nilaion);
    max_data = 41090;           %Ganti nilai max
    min_data = 0;              %Ganti nilai min
output = ((prediksi-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data

figure,
plot(output,'bo-')
hold on
%plot(validasi,'ro-')
%hold off
%grid on
%title(strcat(['RMSE =
',num2str(RMSE_Data_Uji),' dan MAPE =
',num2str(MAPE)], '%'])
xlabel('Hari ke-')
ylabel('Tangkapan Ikan (kg)')
legend('Keluaran
JST','Target','Location','Best')

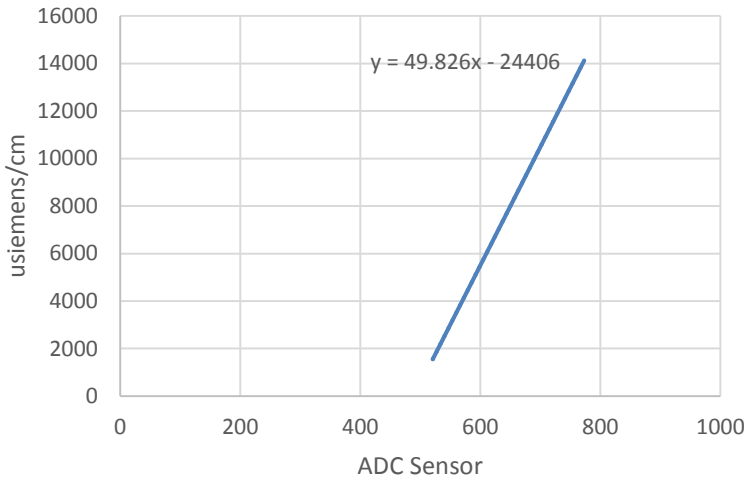
saveas(gcf,'Data Real Time Ikan Biji
Nangka.png')

```

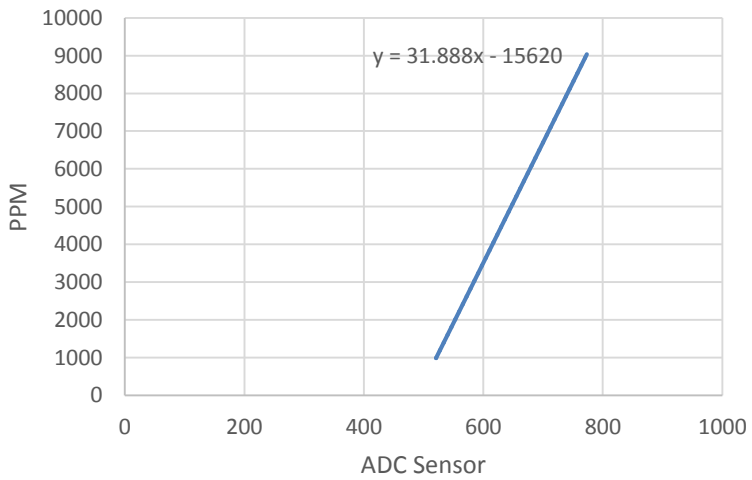
LAMPIRAN G Kalibrasi Ulang Sensor Salinitas

Data ke-	1413 $\mu\text{s}/\text{cm}$			12,88 ms/cm		
	Percobaan ke-1	Percobaan ke-2	Percobaan ke-3	Percobaan ke-1	Percobaan ke-2	Percobaan ke-3
1	508	504	515	784	777	772
2	512	508	519	782	777	772
3	519	506	519	782	777	774
4	509	506	519	780	777	771
5	520	508	524	776	774	772
6	525	511	524	776	773	771
7	533	510	524	776	772	772
8	526	498	525	776	772	772
9	525	513	525	772	772	771
10	527	514	522	775	771	770
11	525	515	526	773	769	769
12	529	520	528	775	770	771
13	528	514	527	774	770	774
14	529	527	528	773	773	770
15	543	517	529	781	770	771
16	529	517	527	772	769	769
17	529	516	526	773	769	769
18	529	517	527	774	772	768
19	529	510	527	775	770	768
20	532	518	527	776	770	769
21	532	520	522	773	771	768
Rata per kolom	525,62	512,81	524,29	776,10	772,14	770,62
Rata seluruh	520,90			772,95		

Konduktivitas



PPM



BIODATA PENULIS



Penulis mempunyai nama lengkap **Dvitiya Srestha Prajna Mahitha**, lahir di Tuban pada tanggal 5 November 1995, merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Latsari Unggulan, pendidikan menengah di SMP Negeri 1 Tuban, dan melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Tuban yang kemudian dilanjutkan ke ITS Jurusan Teknik Fisika pada tahun 2014. Hingga pada tahun 2018 penulis akhirnya melaksanakan Tugas Akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan studi S1 di Departemen Teknik Fisika dengan judul “**Prediksi Sebaran Jenis Ikan dengan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan – Algoritma Genetika**”. Bagi pembaca yang memiliki saran, kritik, atau ingin berdiskusi lebih lanjut tentang Tugas Akhir ini, maka bisa menghubungi penulis melalui dvitiya.srestha@gmail.com.