



TUGAS AKHIR – TF 181801

**PEMODELAN *API SEPARATOR* PADA  
PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED  
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Abdusalam Darmaatmaja  
NRP 0231154000049

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

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

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*



*FINAL PROJECT – TF 181801*

***API SEPARATOR MODELLING AT  
PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED  
WITH NEURAL NETWORK***

*Abdussalam Darmaatmaja  
NRP 0231154000049*

*Supervisor  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA*

*DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018*

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdussalam Darmaatmaja  
NRP : 0231154000049  
Departemen / Prodi : Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Pemodelan *API Separator* pada PT Saka Indonesia Pangkah Limited berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya,  
Yang membuat pernyataan,

Abdussalam Darmaatmaja  
NRP. 0231154000049

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

LEMBAR PENGESAHAN I

PEMODELAN *API SEPARATOR* PADA  
PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED  
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN

Oleh:  
Abdussalam Darmaatmaja  
NRP.0231154000049

Surabaya, 3 Juni 2019

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing



Dr Ir Totok Soehartanto DEA  
NIPN. 19650309199021001

Mengetahui,  
Kepala Departemen  
Teknik Fisika FTI-ITS



*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*



## LEMBAR PENGESAHAN II

### PEMODELAN *API SEPARATOR* PADA PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN





#### TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**Abdussalam Darmaatmaja**  
NRP. 0231154000049

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA  (Pembimbing)
2. Ir. Matradji, M.Sc  (Ketua Penguji)
3. Hendra Cordova, ST, MT  (Penguji I)
4. Dyah Sawitri, ST, MT  (Penguji II)

**SURABAYA**  
**3 Juni 2019**

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

# PEMODELAN *API SEPARATOR* PADA PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN

**Nama Mahasiswa** : Abdussalam Darmaatmaja  
**NRP** : 0231154000049  
**Jurusan** : Teknik Fisika FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr Ir Totok Soehartanto DEA

## Abstrak

Pemodelan *API Separator* yang merupakan bagian dari sistem *Produced Water Treatment* pada PT Saka Indonesia Pangkah Limited dilakukan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). JST yang digunakan berstruktur *feedforward backpropagation*, dengan beralgoritma Levenberg-Marquardt. JST ini memiliki 3 noda input (pH, Temperature, dan TSS) pada input layer, dan 1 noda output (TSS) pada output layer. Karena metode untuk menentukan *hidden node* masih belum ada, sehingga dilakukan 20 variasi *hidden node* pada *hidden layer*, untuk mencari RMSE validasi terbaik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai RMSE terbaik berada pada JST dengan struktur 3-9-1 (*input layer-hidden layer-output layer*). Nilai RMSE yang dihasilkan bernilai 32.65, yang mana sudah lebih baik dari model JST referensi dengan parameter input yang hampir sama bernilai 37.38. Model JST yang telah dibuat mampu menunjukkan hubungan antara 3 parameter input (pH, Temperature, dan TSS) dengan 1 parameter output (TSS)

**Kata Kunci:** Produced Water, *API Separator*, JST

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

**API SEPARATOR MODELLING AT  
PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED  
WITH NEURAL NETWORK**

**Name** : **Abdussalam Darmaatmaja**  
**NRP** : **0231154000049**  
**Department** : **Engineering Physics FTI-ITS**  
**Supervisor** : **Dr Ir Totok Soehartanto DEA**

**Abstract**

*In this final project, a neural network model has been designed to predict the output of API Separator which is a part of produced water treatment at PT Saka Indonesia Pangkah Limited. This neural network has a feedforward structure, and use a Levenberg-Marquardt algorithm. The neural network will have 3 input node in the input layer, and 1 output node in the output layer. Because the method to determine hidden node is still not available, the hidden node is varied until 20 hidden node. The simulation result shows that the best value of RMSE lies in neural network with 3-9-1 structure (Input layer-Hidden layer-Output layer). The RMSE has value of 32.65, which is better than other neural network model found in the references which has a value of 37.38. The neural network that has been designed able to show a relationship between the 3 input parameter (pH, Temperature, TSS) and 1 output parameter (TSS)*

**Keyword:** *Produced Water, API Separator, Neural Network*

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas karunia, hikmat, dan rahmat-Nya sehingga penulis diberikan kesehatan, kemudahan, dan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir dengan judul:

### **“PEMODELAN *API SEPARATOR* PADA PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN”**

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dari berbagai pihak. Perkenankan penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Agus M. Hatta, S.T., M.Si, Ph.D selaku kepala departemen Teknik Fisika ITS.
2. Dr Ir Totok Soehartanto. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis, yang selalu memberikan saran dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Segenap Bapak/Ibu dosen pengajar di departemen Teknik Fisika - ITS.
4. Orang Tua penulis yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan secara penuh, serta nasihat dan motivasinya.
5. Partner tugas akhir, Riski Fitra Finazis, yang telah banyak membantu dan menemani selama pengerjaan tugas akhir, serta memberikan do'a dan dukungannya.
6. Segenap keluarga besar penulis yang telah memberikan do'a dan dukungannya.
7. Pihak PT Saka Indonesia Pangkah Limited terutama pada Bagian wastewater treatment, yang telah menerima penulis dan memberikan informasi yang dibutuhkan dalam penyelesaian tugas akhir.
8. Teman-teman seperjuangan dalam mengerjakan tugas akhir yang telah memberikan banyak bantuan dalam penyelesaian tugas akhir.

9. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Fisika - ITS, yang senantiasa memberikan motivasi.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala amal dan kebaikan pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Penulis juga menyadari bahwa pada tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis, para pembaca, dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Penulis.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	i
LEMBAR PENGESAHAN I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PENGESAHAN II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Abstrak.....	xi
<i>Abstract</i> .....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Laporan .....	2
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Proses Oil Refinery .....	5
2.2 API Separator .....	6
2.2.1 Proses Pada API Separator .....	7
2.2.2 Parameter Operasional API Separator .....	9
2.3 Jaringan Syaraf Tiruan .....	10
2.3.1 Feed Forward Backpropagation.....	11
2.4 Root Mean Square Error.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	21
3.1 Identifikasi Parameter API Separator .....	22
3.2 Pengambilan Data Tiap Parameter API Separator .....	22
3.3 Persiapan Data untuk Training dan Validasi.....	25
3.4 Penyusunan Model untuk API Separator dengan JST .....	28
3.5 Validasi Model .....	30
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1 Analisa Data .....	33
4.2 Pembahasan.....	42
BAB V PENUTUP.....	43

5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran.....	43
REFERENSI .....	45
LAMPIRAN A.....	47
LAMPIRAN B .....	49
LAMPIRAN C .....	51
LAMPIRAN D.....	62
LAMPIRAN E .....	73
Biodata Penulis.....	78

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Permen LH no 19 Tahun 2010.....	6
Tabel 2.2 Perbandingan data API Separator .....	10
Tabel 3.1 Parameter Operasi API Separator .....	22
Tabel 3.2 Perbandingan Data Parameter Operasi .....	23
Tabel 3.3 Parameter Perancangan JST untuk Output PH.....	28
Tabel 4.1 Tabel Hasil Training Model JST 1 Hidden Layer.....	38
Tabel 4.2 Hasil Validasi Tiap Node .....	39
Tabel 4.3 Perbandingan Data JST dan Data Asli.....	40

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Oil Refinery .....	6
Gambar 2.2 API Separator Sesuai API 421 .....	7
Gambar 2.3 Parameter API Separator Berdasar Sumber .....	8
Gambar 2.4 Alur Proses Air Terproduksi API Separator.....	9
Gambar 2.5 Struktur Feed Forward Backpropagation .....	11
Gambar 2.6 Flowchart Backpropagation Algorithm.....	12
Gambar 2.7 Algoritma Levenberg-Marquardt .....	13
Gambar 2.8 Nntool Matlab.....	15
Gambar 2.9 Membuat Neural Network dari nntool .....	16
Gambar 2.10 JST dengan nntool .....	17
Gambar 2.11 Fungsi untuk Membuat dan Mentrain JST .....	17
Gambar 2.12 Nntrain Tool .....	18
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian .....	21
Gambar 3.2 Data PH Input .....	23
Gambar 3.3 Data Temperature Input .....	24
Gambar 3.4 Data TSS Input .....	24
Gambar 3.5 Data TSS Output.....	25
Gambar 3.6 Pembagian Data PH.....	26
Gambar 3.7 Pembagian Data Temperature .....	26
Gambar 3.8 Pembagian Data TSS .....	27
Gambar 3.9 Pembagian Data TSS Output .....	27
Gambar 3.10 Rancangan JST .....	29
Gambar 3.11 JST dari nntool Matlab .....	30
Gambar 3.12 Script Coding Matlab.....	31
Gambar 4.1 Hasil nntrain Tool Matlab.....	33
Gambar 4.2 Hasil Perbandingan Output TSS Milik JST dan Asli di Training.....	34
Gambar 4.3 Error MSE Training pada JST dengan 9 Hidden Node .....	35
Gambar 4.4 Hasil Uji Regresi JST dengan 9 Hidden Node .....	36
Gambar 4.5 Hasil Validasi Model JST .....	37



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT Saka Indonesia Pangkah Limited merupakan suatu perusahaan yang beroperasi untuk mengolah minyak yang diambil dari *offshore* (lepas pantai). Dalam proses produksi minyak ini, minyak akan dipisahkan dengan berbagai bahan-bahan lain yang tercampur dengan minyak mentah saat diambil. Seperti air, batu-batuan, logam berat, dan lain-lain, dengan limbah air menyusun 80% dari total sampah yang dihasilkan<sup>[1]</sup>. Sampah-sampah ini tentunya tidak dapat langsung begitu saja dibuang ke lingkungan sekitar, karena bahaya yang dapat ditimbulkan. Dalam upaya pencegahan, pemerintah mengeluarkan peraturan untuk mengatur parameter air yang telah diproses sebelum dibuang ke lingkungan<sup>[2]</sup>

Dalam rangka memenuhi aturan yang ditetapkan oleh pemerintah, PT Saka Indonesia Pangkah Limited menerapkan *produced water treatment*, di mana sistem ini terdiri atas Hidrocyclone, Degassing Drum, API (*American Petroleum Institute*) Separator<sup>[3]</sup>. API Separator merupakan alat terakhir yang memisahkan air, dengan minyak. API Separator bekerja dengan menggunakan prinsip gravitasi, di mana menyebabkan minyak yang mempunyai densitas lebih kecil dari air akan mengambang di atas air<sup>[4]</sup>, minyak yang telah mengambang akan diambil oleh oil skimmer yang mana akan meneruskan minyak menuju oil recovery tank

Dengan menggunakan API Separator, maka sebagian besar minyak yang berada pada air, dapat dipisahkan. Namun, beberapa komposisi minyak seperti *dissolved*, dan *emulsified oil* tidak bisa dipisah hanya menggunakan API Separator<sup>[5]</sup>. Dibutuhkan cara lain untuk memisahkan sisa minyak tersebut.

Sampai saat ini, pihak PT Saka masih mengambil data aliran air input-output menggunakan pengukuran langsung sehingga output dari API Separator tidak dapat diprediksi dengan benar, karena itu dibutuhkan suatu model yang akan memberikan prediksi mengenai hasil output sistem setelah diberi input tertentu. Sistem

yang akan dimodelkan adalah API Separator, namun dikarenakan banyak parameter yang tidak diketahui pada API Separator<sup>[5]</sup>, membuat pemodelan dengan menggunakan metode matematika menjadi sulit. Untuk itu, pemodelan API Separator ini akan menggunakan jaringan syaraf tiruan, yang mana akan mempermudah pemodelan karena hanya perlu menggunakan data input, serta output dari API Separator<sup>[6]</sup>

## **1.2 Rumusan Masalah**

- a. Bagaimana mengetahui parameter proses di API Separator?
- b. Bagaimana mempersiapkan data parameter proses untuk dipergunakan dalam mentraining struktur JST, dan memvalidasi struktur JST?
- c. Bagaimana menggunakan data parameter proses untuk menyusun JST?
- d. Bagaimana menggunakan JST untuk menganalisa kinerja API Separator menggunakan simulasi JST?

## **1.3 Tujuan**

- a. Mengetahui parameter proses di API Separator
- b. Mempersiapkan data parameter proses untuk digunakan dalam training struktur JST, serta validasi struktur JST
- c. Menggunakan data parameter proses untuk menyusun JST
- d. Menggunakan JST untuk menganalisa kinerja API Separator dengan simulasi JST

## **1.4 Batasan Masalah**

- a. Data produced water treatment didapat dari SAKA
- b. Data input-output API Separator berdasar data operasional dari lapangan
- c. Program yang digunakan untuk menyusun JST adalah MATLAB

## **1.5 Sistematika Laporan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut:



- a. **BAB I PENDAHULUAN**  
Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan.
- b. **BAB II TEORI PENUNJANG**  
Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.
- c. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**  
Pada bab III ini berisi mengenai rancangan dari penelitian yang dilakukan, metode dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian.
- d. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**  
Pada bab IV ini berisi tentang analisis hasil perancangan model jaringan syaraf tiruan yang telah dibuat.
- e. **BAB V PENUTUP**  
Pada bab V ini diberikan kesimpulan tentang tugas akhir yang telah dilakukan berdasarkan analisis data yang diperoleh, serta diberikan saran sebagai penunjang maupun pengembangan tugas akhir selanjutnya.

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

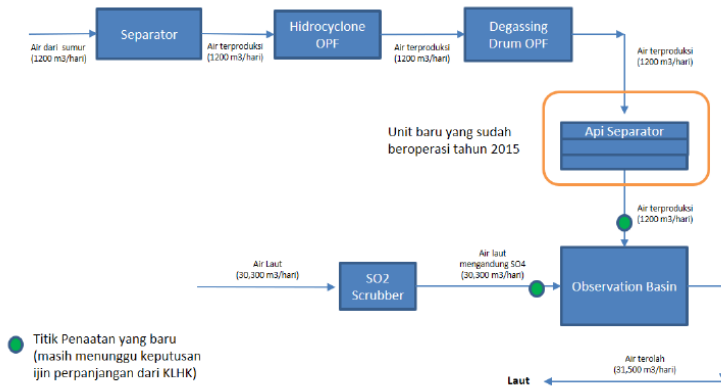
#### **2.1 Proses Oil Refinery**

Proses Oil Refinery merupakan pemisahan minyak mentah dari air laut yang tercampur dengannya, proses pemisahan ini dimulai dari 3 phase separator, yang mana akan memisahkan minyak dengan bantuan gravitasi. Dari proses pemisahan ini, dihasilkan minyak, gas, dan air terproduksi<sup>[4]</sup>. Air terproduksi merupakan limbah yang harus dibuang ke lingkungan, namun karena kandungan minyaknya yang tinggi, maka air terproduksi harus dilakukan treatment untuk menghilangkan minyak tersebut. Produced Water Treatment merupakan suatu proses untuk mengolah air terproduksi ini<sup>[4]</sup>.

Untuk dapat mengolah air terproduksi agar sesuai, dengan parameter yang telah ditetapkan oleh pemerintah, maka PT Saka Indonesia Pangkah Limited menerapkan produced water treatment yang mana diharapkan agar dapat mengolah air terproduksi agar layak dibuang ke lingkungan. Sistem produced water treatment, milik PT Saka dapat dilihat secara detail pada gambar 2.1

Dari gambar 2.1, dapat dilihat bahwa produced water treatment pada PT Saka dimulai pada hydrocyclone OPF, Degassing Drum OPF, dan berakhir pada API Separator 3 channel

Gambar 2.1, merupakan sistem oil refinery pada PT Saka. Dalam sistem produced water yang merupakan salah satu subsistem oil refinery, terdapat masalah pada effluent API Separator, yang mana tidak sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan oleh pemerintah seperti terlihat pada tabel 2.1 berikut ini<sup>[3]</sup>



**Gambar 2.1** Proses Oil Refinery<sup>[3]</sup>

**Tabel 2.1** Permen LH no 19 Tahun 2010<sup>[2]</sup>

NO.	JENIS AIR LIMBAH	PARAMETER	KADAR MAKSIMUM	METODE PENGUKURAN
1.	Air Terproduksi	COD	300 mg/L	SNI 06-6989:2-2004 atau SNI 06-6989:15-2004 atau APHA 5220
		Minyak dan Lemak	25 mg/L	SNI 06-6989.10-2004
		Sulfida Terlarut (sebagai H <sub>2</sub> S)	1 mg/L	SNI 06-2470-1991 atau APHA 4500-S <sub>2</sub>
		Amonia (sebagai NH <sub>3</sub> -N)	10 mg/L	SNI 06-6989.30-2005 atau APHA 4500-NH <sub>3</sub>
		Phenol Total	2 mg/L	SNI 06-6989.21-2005
		Temperatur	45 °C	SNI 06-6989.23-2005
		pH	6 – 9	SNI 06-6989.11-2004
		TDS <sup>(3)</sup>	4000 mg/L	SNI 06-6989.27-2005

Untuk mengatasi permasalahan ini PT Saka menambahkan unit tambahan pada API Separator di effluent channel 3.

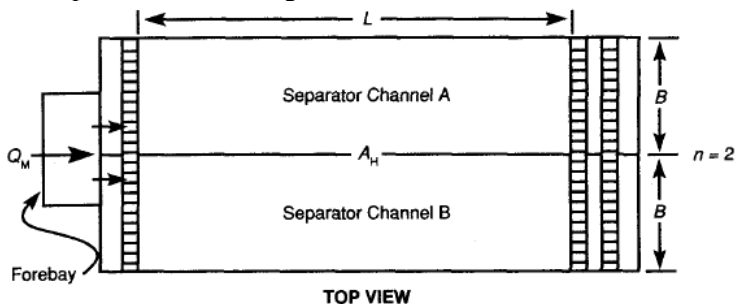
## 2.2 API Separator

API Separator merupakan suatu alat untuk memisahkan air terproduksi yang masih mempunyai minyak dengan kandungan yang cukup tinggi, dengan metode gravitasi. Metode ini

memanfaatkan perbedaan densitas yang dimiliki oleh air, dan minyak. Perbedaan densitas ini menyebabkan minyak terapung di atas air, minyak yang terapung ini akan dikumpulkan oleh oil skimmer menuju ke oil recovery pump.<sup>[7]</sup>

### 2.2.1 Proses Pada API Separator

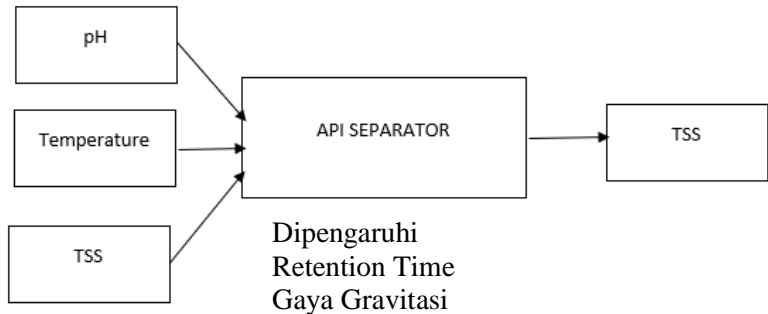
Pada gambar 2.2 berikut dapat dilihat gambaran umum API Separator sesuai dengan API 421



**Gambar 2.2** API Separator Sesuai API 421<sup>[5]</sup>

Gambar 2.2 merupakan gambar API Separator sesuai dengan API 421<sup>[5]</sup>. Cara kerja dari API Separator adalah memisahkan minyak terutama free oil dari air terproduksi, minyak free oil adalah minyak yang partikelnya terpisah dengan air terproduksi sehingga akan membentuk lapisan tersendiri di atas air terproduksi. Minyak inilah yang disebut free oil. Banyaknya free oil ini ditandai dengan besar nilai TSS (Total Suspended Solids), semakin kecil TSS maka free oil juga semakin kecil. TSS ini berdasar studi yang ada<sup>[8]</sup> mempunyai hubungan yang erat dengan pH, Temperature, dan TSS influent air terproduksi. Kesemua parameter ini dikontrol oleh satu parameter yaitu retention time untuk menahan air terproduksi di API Separator merubah nilai TSS, dengan melihat parameter pH, temperature, dan TSS dari input API Separator. Selain itu gaya gravitasi juga berpengaruh dalam memisahkan free oil. Dengan penjelasan di atas dapat dibuat

sebuah blok yang akan menunjukkan proses API Separator pada gambar 2.3 berikut ini

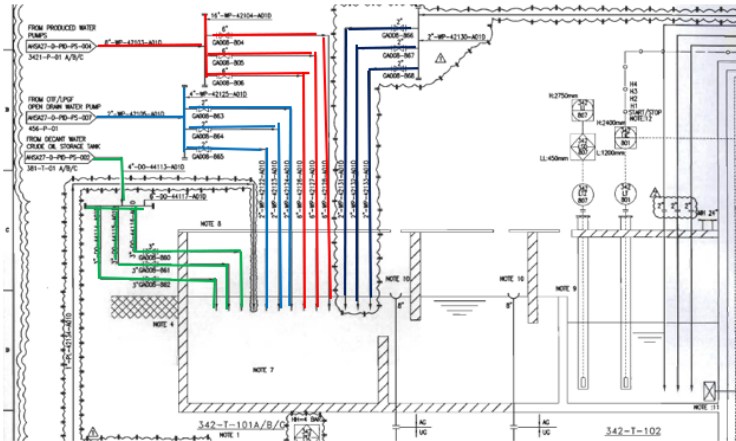


**Gambar 2.3** Parameter API Separator Berdasar Sumber

PT Saka mempunyai API Separator dengan 3 channel, namun yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah channel ke 3 yang merupakan channel yang mana diberikan unit tambahan oleh PT Saka. P&ID channel 3 pada PT Saka dijelaskan dengan detail pada gambar 2.4

API Separator channel 3 akan menerima input produced water dari produced water pumps yang merupakan terusan dari degassing drum (342-V-02) ditandai dengan garis warna merah, dari open water pump lanjutan open drain pit (456-T-01) ditandai garis warna biru muda, dan crude oil storage tank (381-T-01 A/B/C) ditandai garis warna bir tua, selain itu input air terproduksi lain yang masuk adalah air terproduksi yang diambil lagi dari tanki equalization basin (342-T-102) yang mana masih memiliki kadar minyak yang tinggi. Setelah air terproduksi masuk ke channel 3, air terproduksi melewati kompartemen 1. Dengan aliran yang laminar, maka lapisan minyak akan terbentuk di atas air, membuat minyak masuk ke dalam oil skimmer, dan dibawa menuju oil recovery storage tank (342-T-101A/B/C). Setelah itu air akan masuk lagi ke kompartemen 2, dengan hal yang sama akan terjadi seperti pada kompartemen 1. Setelah itu air akan masuk ke equalization basin, dan dibawa menuju ke lingkungan luar.

Parameter input, dan output yang dimonitor oleh PT Saka sama dengan parameter yang ditetapkan oleh pemerintah<sup>[7]</sup>



Ket

- Merupakan Input Produced Water dari Degassing Drum (342-V-02)
- Merupakan Input Produced Water dari Open Drain Pit (456-T-01)
- Merupakan Input Produced Water dari Crude Oil Storage Tank (381-T-01 A/B/C)
- Merupakan Produced Water yang Dircycle dari Equalization Basin (342-T-102)

**Gambar 2.4** Alur Proses Air Terproduksi API Separator<sup>[7]</sup>

Terdapat 7 parameter yang dimonitor oleh PT Saka yang mana juga harus memenuhi peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah. Parameter parameter ini antara lain, COD (Chemical Oxygen Demand), kandungan minyak, NH<sub>3</sub>-N, Phenol, Temperature, PH, TDS. Namun, sesuai dengan yang telah disebutkan sebelumnya parameter paling penting yang akan digunakan sebagai data input, dan output adalah TSS (Total Suspended Solid), Temperature, dan pH

### 2.2.2 Parameter Operasional API Separator

Dengan menggunakan referensi yang ada<sup>[9]</sup>, maka dapat diketahui bahwa parameter utama yang menentukan performansi

dari plant adalah TSS (Total Suspended Soil). Untuk mengetahui hubungan antar parameter input dengan effluent TSS, berdasar sumber yang ada<sup>[8]</sup> maka dilakukan uji pearson parameter TSS dengan parameter yang dimonitor lain

Dari referensi yang ada<sup>[8]</sup> menunjukkan hasil dari pengujian pearson coefficient pada sumber. Diketahui bahwa pH influent berbanding lurus dengan TSS influent, dan TSS output. Untuk parameter temperature mempunyai hubungan berbanding terbalik dengan parameter TSS influent, dan TSS effluent. TSS influent berbanding lurus dengan pH, dan TSS Output, namun berbanding terbalik dengan temperature. TSS output berbanding positif dengan pH, dan TSS dan berbanding terbalik dengan temperature.

Maka dapat disimpulkan bahwa menurut sumber yang ada parameter yang paling berpengaruh pada TSS output adalah pH, Temperature, dan TSS input. Sehingga data dari parameter operasional API Separator dapat dilihat pada tabel 2.2

**Tabel 2.2** Perbandingan data API Separator

No	Parameter	Range	Average
1	pH Input	5.07 – 9.84	8.8453
2	Temperature Input	21.3 – 43.9	35.8832
3	TSS Input	49 - 184	98.7465
4	TSS Output	18-136	60

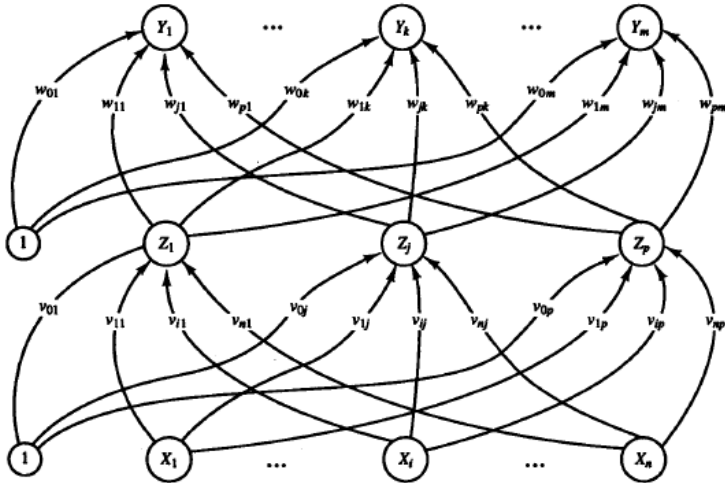
### 2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Berdasar referensi yang ada<sup>[9]</sup>, maka struktur JST yang dibuat akan menggunakan struktur Feed Forward Backpropagation



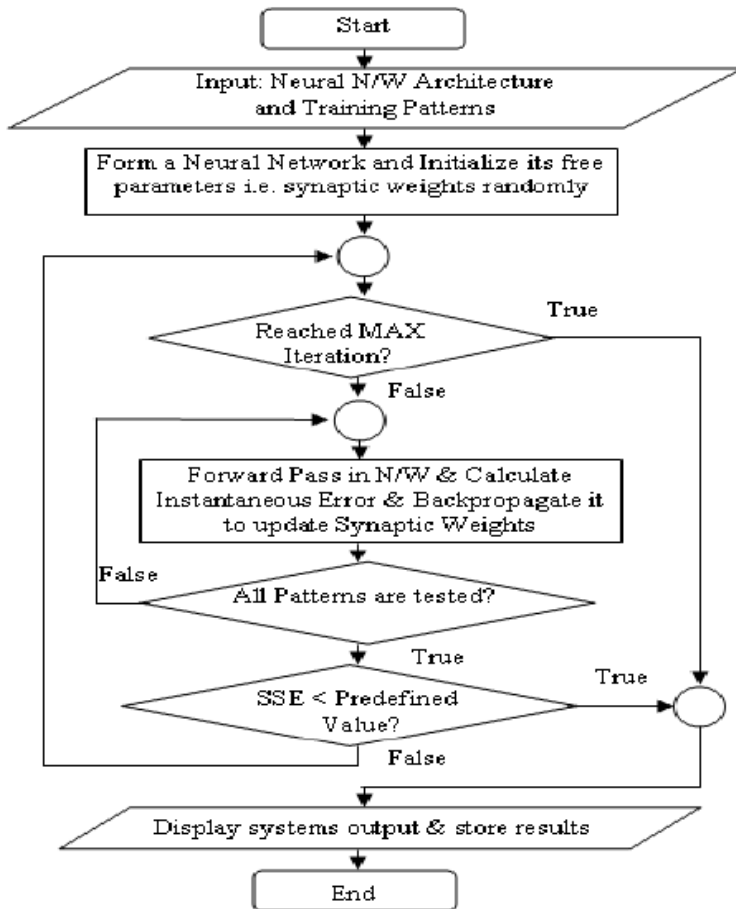
### 2.3.1 Feed Forward Backpropagation

Multi layer net mempunyai tambahan layer lagi selain input, dan output layer berupa hidden layer. Salah satu contoh dari multi layer ini adalah backpropagation. Gambar 2.5 akan menunjukkan gambar detail dari feedforward backpropagation



**Gambar 2.5** Struktur Feed Forward Backpropagation<sup>[6]</sup>

Backpropagation merupakan salah satu algoritma *training* (Penentuan faktor bobot) pada JST. Backpropagation mempunyai algoritma yang ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut



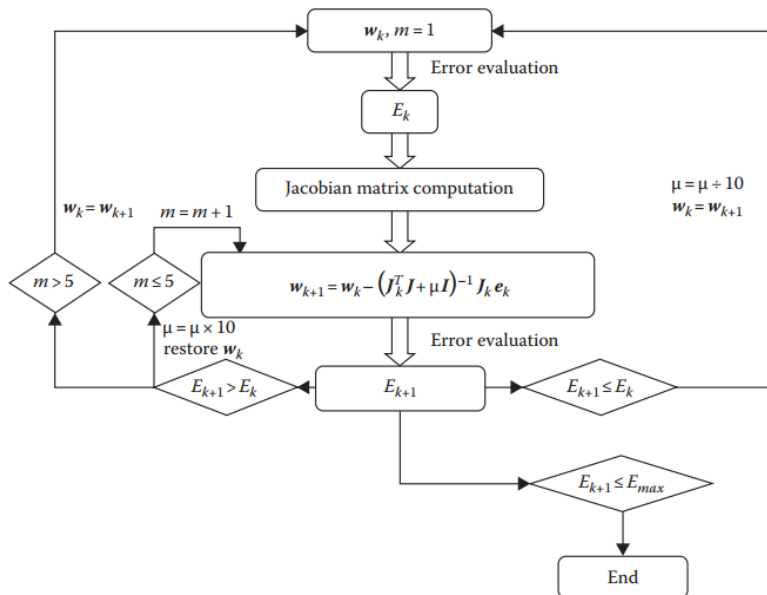
**Gambar 2.6** Flowchart Backpropagation Algorithm<sup>[6]</sup>

Gambar 2.6, dapat dijelaskan sebagai berikut

- a. Pertama, JST akan menerima input data, dan pola data
- b. Kedua, JST akan membentuk noda input, dan noda output berdasar data, untuk hidden noda akan ditentukan oleh pembuat. Selain itu, JST akan menentukan bobot secara acak

- c. Ketiga, JST akan melakukan pelatihan dengan iterasi, hingga mencapai batas iterasi.
- d. Keempat, jika batas iterasi maupun target error (pada hal ini SSE) tercapai, maka JST akan menghentikan pelatihan

Pada tugas akhir ini, digunakan algoritma Levenberg-Marquardt yang merupakan turunan dari algoritma backpropagation. Yang membedakan dengan backpropagation adalah, algoritma ini menggunakan matrix jacobian dalam perhitungan bobot. Flowchart algoritma dapat diperhatikan pada gambar 2.7 berikut



**Gambar 2.7** Algoritma Levenberg-Marquardt<sup>[6]</sup>

Gambar 2.7 dapat dijelaskan sebagai berikut

- a. Dengan memberikan bobot awal (acak), dihitung nilai SSE melalui persamaan

$$E(x, w) = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^p \sum_{m=1}^m e^2_{p,m} \quad (2.25)$$

dengan :

x = vektor input

w = vektor bobot

p = indeks pola

m = indeks output

$e_{p,m}$  = *error* pelatihan pada *output* m saat diberikan pola p yang didefinisikan sebagai

$$e_{p,m} = d_{p,m} - o_{p,m} \quad (2.26)$$

dengan :

d = output yang diinginkan

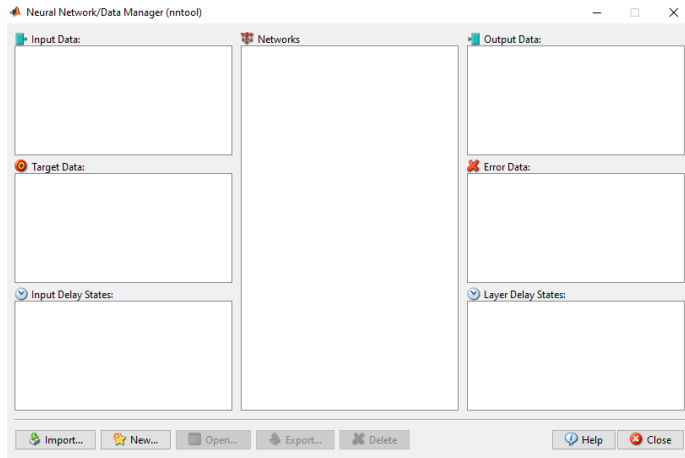
o = output yang dihasilkan

- b. Menghitung elemen matriks Jacobian
- c. Memperbarui bobot dan menghitung kembali SSE.
- d. Jika nilai SSE yang diperbarui lebih besar, maka nilai  $w_k$  tidak diubah dan koefisien kombinasi dinaikkan dengan faktor 10 atau faktor lainnya. Kemudian kembali ke langkah b dan perbarui bobot lagi.
- e. Jika nilai SSE yang diperbarui lebih kecil, maka nilai  $w_k$  diperbarui dan koefisien kombinasi diturunkan dengan faktor 10 atau faktor yang sesuai dengan faktor langkah d
- f. Kembali ke langkah b dengan bobot baru sampai nilai SSE lebih kecil dari yang diinginkan.

Pembuatan Jaringan Syaraf Tiruan beralgoritma Levenberg-Marquardt, dapat dilakukan dengan Matlab. Dengan menggunakan toolbox di Matlab berupa `nntool`, maka dapat dibuat suatu JST berstruktur Backpropagation. Toolbox ini dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini

Toolbox `nntool`, dapat dibuka dengan mengetikkan `nntool` pada command line. Toolbox ini akan berguna sebagai alat untuk mentraining, dan mensimulasikan jaringan yang telah dibuat

Untuk mentraining menggunakan nntool, maka JST harus diberi data input-output dari API Separator. Hal ini dapat dilakukan dengan mengimport nilai data input-output API Separator melalui tombol import pada gambar 2.8

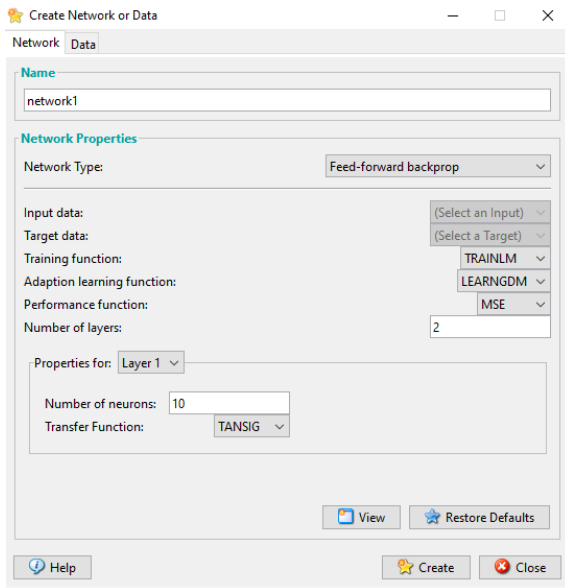


**Gambar 2.8** Nntool Matlab

Data yang akan menjadi input JST akan diimport ke nntool, melalui tombol ‘import’ pada gambar 2.8, dan akan ditampilkan pada kolom input data. Data yang akan menjadi output JST juga dimasukkan melalui cara yang sama dengan data input, dan ditampilkan pada kolom target data. Kolom neural network akan menampilkan network yang telah dibuat

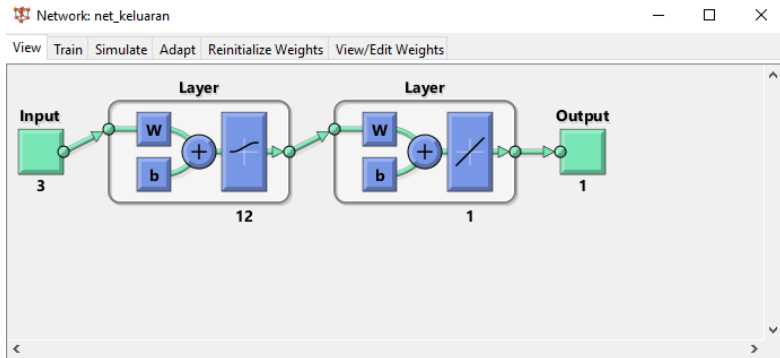
Kolom output data akan menampilkan nilai keluaran JST yang telah disimulasikan di nntool Matlab. Error data menunjukkan selisih antar target, dengan keluaran JST

Sehingga JST berstruktur feedforward backpropagation dapat dibuat melalui tombol ‘new’ pada gambar 2.8. Sehingga akan memunculkan window pada gambar 2.9



**Gambar 2.9** Membuat Neural Network dari nntool

Pada gambar 2.9 merupakan window untuk membuat neural network melalui nntool. Parameter jaringan syaraf tiruan dapat ditentukan di kolom ‘Network Properties’. Network type dapat dipilih menjadi *feedforward backprop*. Algoritma untuk JST dapat dipilih melalui bagian training function yaitu “TRAINLM” yaitu algoritma Levenberg-Marquardt. Untuk jumlah hidden layer dapat ditentukan pada *number of layers*. Untuk jumlah hidden neuron, dapat ditentukan pada *number of neurons*. Transfer function tiap neuron juga dapat ditentukan menjadi *tangen sigmoid* melalui “TANSIG”. Sehingga menghasilkan network pada nntool seperti pada gambar 2.10



**Gambar 2.10** JST dengan nntool

Gambar 2.10 merupakan JST yang telah dibuat dengan nntool. JST pada gambar 2.10 dapat juga dibuat menggunakan kode pada Matlab pada gambar 2.11 yaitu fungsi *newff*

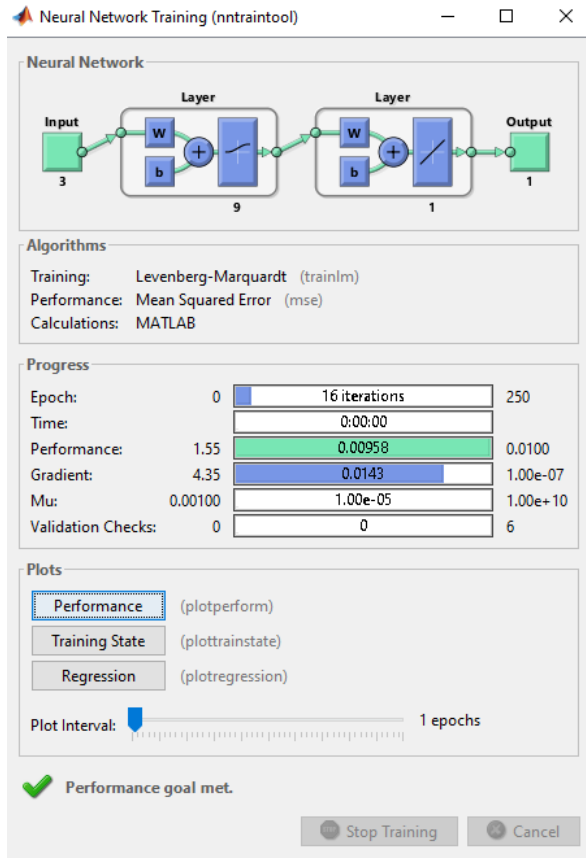
```
% Pembuatan JST
net = newff(minmax(data_latih),[jumlahnode jumlahnode_2 1],{'tansig','logsig','purelin'},'trainlm');

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

**Gambar 2.11** Fungsi untuk Membuat dan Mentrain JST

Fungsi *newff* pada gambar 2.11, dipergunakan untuk membuat JST berstruktur *feedforward backpropagation*. Pada kode, 'trainlm' adalah algoritma training Levenberg-Marquardt. Fungsi *train()* digunakan untuk melatih JST yang telah dibuat melalui kode *newff*

Fungsi *train()* akan memunculkan *nntool* Matlab untuk mengetrain JST yang dibuat. *Nntool* akan muncul seperti gambar 2.12



**Gambar 2.12** Nntrain Tool

Gambar 2.12, merupakan *nntool* yang melatih JST dengan data yang dimasukkan, yaitu *ntraintool*

## 2.4 Root Mean Square Error

Model JST yang dirancang harus dievaluasi performansinya. Metode pengukuran evaluasi performansi model JST dapat menggunakan metode RMSE. Metode RMSE mengukur dengan membandingkan perbedaan nilai estimasi dengan nilai aktual. Dari



RMSE, dapat diketahui kualitas model JST 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 di bawah

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.9)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.10)$$

dengan:

- $y_i$  = data aktual
- $\hat{y}_i$  = data hasil prediksi
- $n$  = jumlah data

Untuk membandingkan nilai RMSE pada data yang berbeda ukuran, maka dapat dilakukan dengan menormalisasi RMSE yang dikenal sebagai *normalized* RMSE (nRMSE). Persamaan untuk menghitung nilai nRMSE yaitu

$$nRMSE = \frac{RMSE}{y_{max} - y_{min}} \quad (2.11)$$

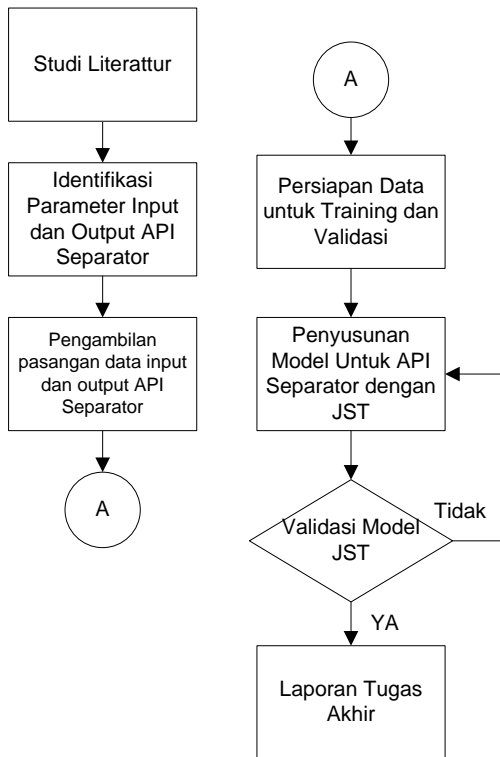
dengan:

- $y_{max}$  = data maksimum aktual
- $y_{min}$  = data minimum aktual

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada gambar 3.1, dapat dilihat flowchart tentang bagaimana penelitian Tugas Akhir ini akan berjalan  
Terdapat 5 tahapan pada penelitian ini, berikut merupakan detailnya



**Gambar 3.1** Flowchart Penelitian

### 3.1 Identifikasi Parameter API Separator

Identifikasi parameter didapatkan dengan melakukan wawancara langsung dengan karyawan dari PT Saka Indonesia Pangkah Limited, serta mengadopsi dari referensi yang telah ada. Sehingga, seperti yang telah disebutkan pada sub bab 2.2.2,

**Tabel 3.1** Parameter Operasi API Separator

Parameter Input	Parameter Output
PH	TSS
Temperature	
TSS	

Dengan melihat tabel 3.1, maka dapat ditentukan bahwa parameter input API Separator adalah pH, Temperature, dan TSS. Sementara parameter output adalah TSS

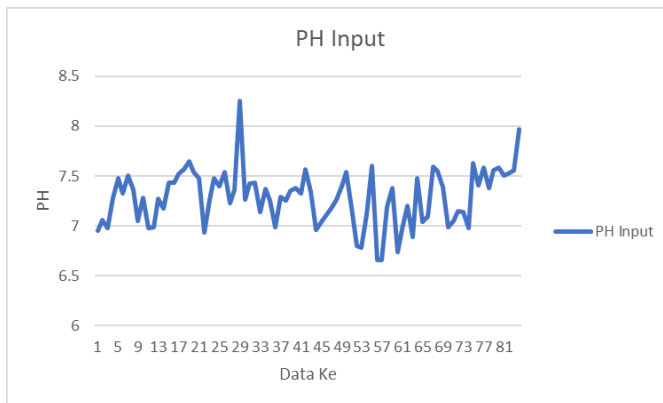
### 3.2 Pengambilan Data Tiap Parameter API Separator

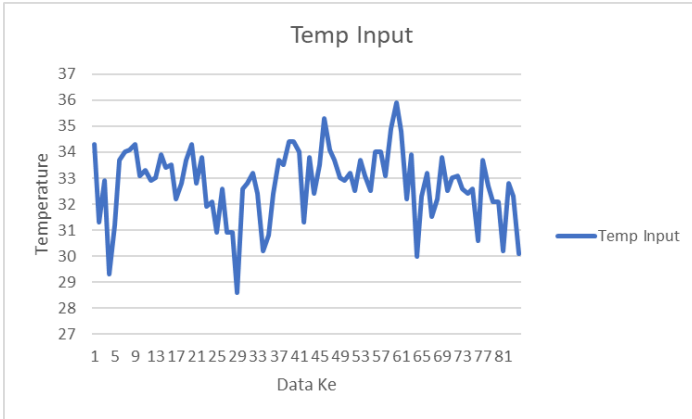
Data parameter API Separator yang dikumpulkan adalah data sekunder, sehingga data diambil tidak langsung dengan pengukuran melainkan dengan meminta kepada pegawai PT Saka Indonesia Pangkah Limited, data yang diambil merupakan data dari setiap parameter yang dimonitor oleh PT Saka Indonesia Pangkah Limited. Berhubung keterbatasan operasional, maka PT Saka hanya dapat memberi data tiap parameter API Separator pada awal masuk kompartemen 1, dan output dari kompartemen 3. Pada tabel 3.2 berikut dapat dilihat perbandingan data parameter operasi

**Tabel 3.2** Perbandingan Data Parameter Operasi

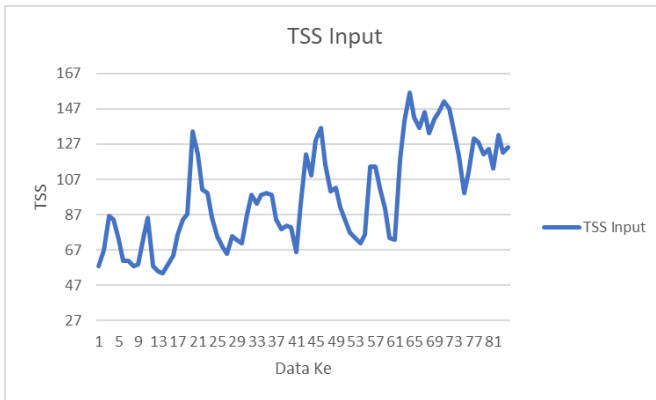
No	Parameter	Range	Average
1	pH Input	6.7 – 8.35	8.8453
2	Temperature Input	28.5 – 36.1	35.8832
3	TSS Input	49 – 149	98.7465
4	TSS Output	27-136	60

Berikut merupakan grafik yang dibuat setelah pengumpulan data di PT Saka Indonesia Pangkah Limited

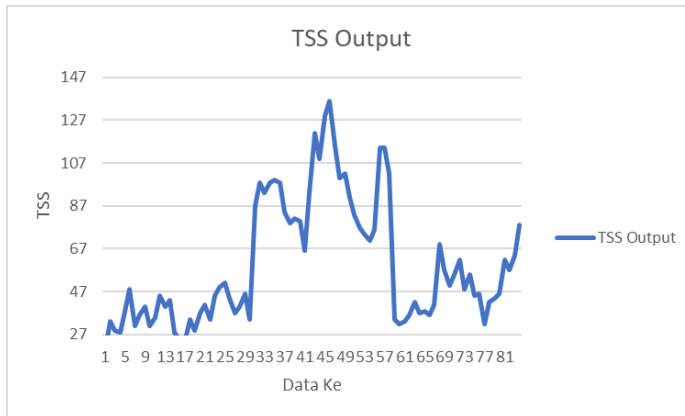
**Gambar 3.2** Data PH Input



**Gambar 3.3** Data Temperature Input



**Gambar 3.4** Data TSS Input



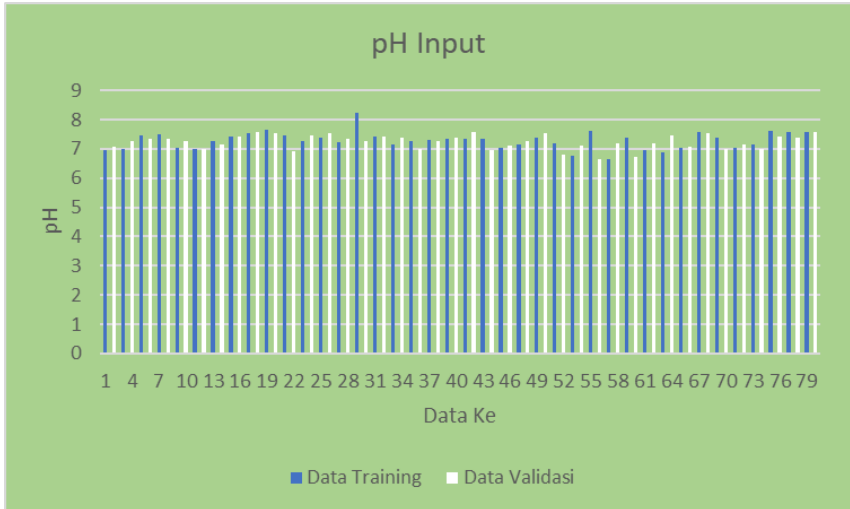
**Gambar 3.5** Data TSS Output

Dengan melihat grafik dari gambar 3.2 sampai 3.4, maka dapat dipastikan bahwa pH, Temperature, TSS akan berpengaruh terhadap TSS output. Hal ini diperlihatkan pada grafik TSS output yang akan berubah ubah saat 3 parameter input juga berubah

### 3.3 Persiapan Data untuk Training dan Validasi

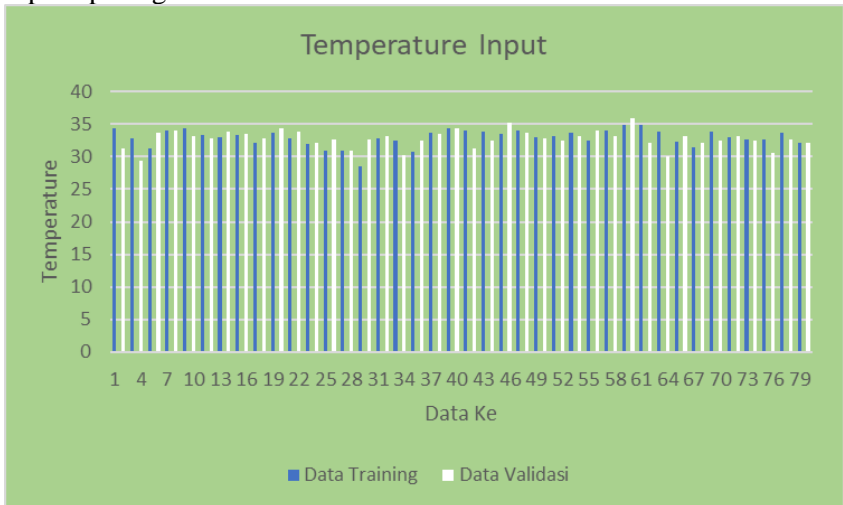
Data yang ada dipersiapkan untuk mentraining, dan memvalidasi jaringan syaraf tiruan yang telah dibuat. Data yang dibuat validasi adalah data yang belum pernah dibuat untuk mentraining JST sebelumnya.

Dari gambar 3.2, maka data yang ada akan dibagi menjadi dua jenis data yaitu data validasi, dan data training



**Gambar 3.6** Pembagian Data PH

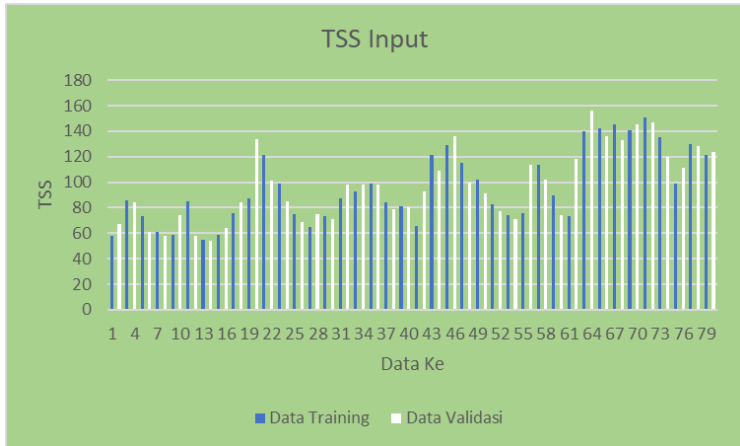
Setelah data pada gambar 3.3 dibagi, maka didapat grafik seperti pada gambar 3.7 berikut



**Gambar 3.7** Pembagian Data Temperature

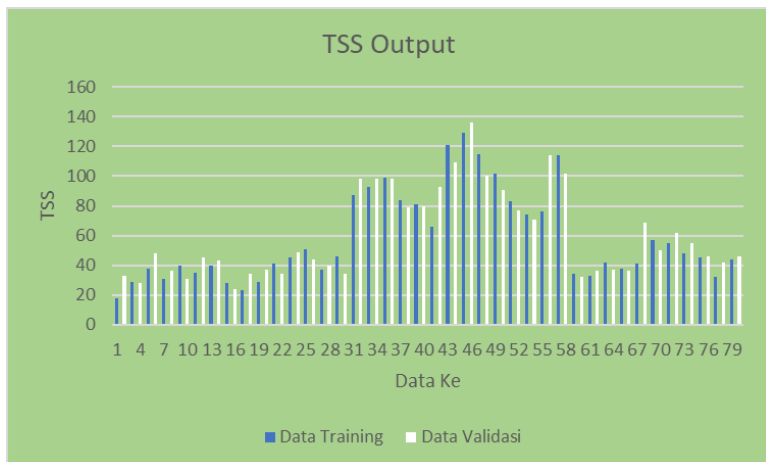


Dari gambar 3.4, dapat dibagi menjadi data validasi, dan data latih



**Gambar 3.8** Pembagian Data TSS

Dari data di gambar 3.5, maka dapat dibagi menjadi beberapa data seperti pada gambar 3.9



**Gambar 3.9** Pembagian Data TSS Output

Dari gambar 3.6 hingga 3.9, dapat dilihat bahwa dari data yang berada di grafik tersebut dibagi menjadi dua jenis data yaitu data latih (warna biru), dan data validasi (warna putih). Alasan dilakukannya pembagian tersebut adalah, agar JST menjadi lebih terlatih saat dimasukkan data yang berbeda beda karena JST telah dilatih dengan data yang mengapit data untuk validasi

### 3.4 Penyusunan Model untuk API Separator dengan JST

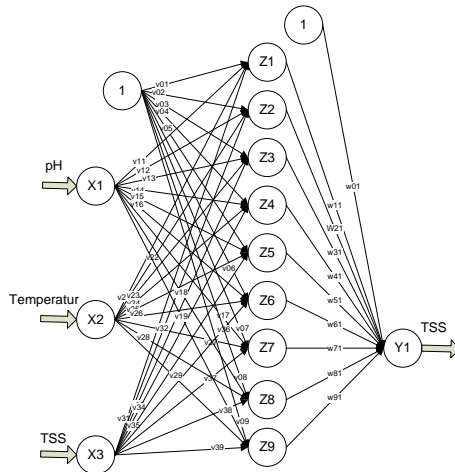
Model JST untuk API Separator dibuat, dengan menggunakan MATLAB, dikarenakan tidak ada metode tertentu yang digunakan untuk menentukan hidden node pada layer, maka hidden node akan divariasikan hingga 20 hidden node, dan dicari nilai RMSE terbaik.

Sehingga parameter perancangan JST ini terlihat pada tabel 3.4

**Tabel 3.3** Parameter Perancangan JST untuk Output PH

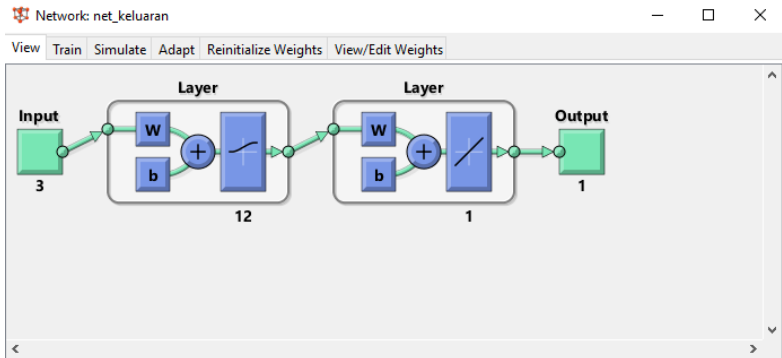
No	Parameter	Keterangan
1	Arsitektur	<i>Multi-layer feedforward</i>
2	Algoritma pelatihan	Levenberg-Marquardt
3	Jumlah <i>hidden layer</i>	1 (Var 20 node)
4	Epoch maksimum	250
5	Fungsi aktivasi	tangen sigmoid, linear

Sehingga dari tabel 3.4, dapat dibuat struktur JST seperti pada gambar 3.10



**Gambar 3.10** Rancangan JST

Gambar 3.10 merupakan contoh rancangan JST yang akan dibuat, JST akan divariasikan hingga 20 hidden node untuk mencari nilai RMSE model terbaik. Pada gambar 3.11, merupakan contoh gambar JST saat telah dibuat oleh Matlab



**Gambar 3.11** JST dari nntool Matlab

Gambar 3.11 menunjukkan JST dengan 12 hidden node, dan 1 output node

### 3.5 Validasi Model

Model akan divalidasi dengan diberi data yang belum pernah digunakan untuk training JST, seperti yang terlihat pada bagian sub bab 3.3. Data yang akan digunakan untuk validasi model sebesar 40 buah data, sementara data yang digunakan untuk latih model sebesar 40 buah data dari total 80 data. Model akan divalidasi dengan menggunakan coding di Matlab, dengan menggunakan fungsi `sim(net)`, dilihat pada gambar 3.11 berikut ini

```
% Hasil validasi
hasil_uji = sim(net_keluaran,data_uji);
nilai_error = hasil_uji-target_uji;

max_data = 150;
min_data = 0;
hasil_uji = ((hasil_uji-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;

% Performansi hasil validasi
error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2);
error_RMSE = sqrt(error_MSE);

filename = 'simulasi1.xlsx';
sheet = 4;
xlRange = 'W5:W46';

target_uji_asli = xlsread(filename, sheet,
xlRange);
```

**Gambar 3.12** Script Coding Matlab

Dari gambar 3.12 di atas, dapat di run sehingga nantinya akan memanggil toolbox nntool di matlab, dan mensimulasikan JST, dan membandingkannya dengan target asli

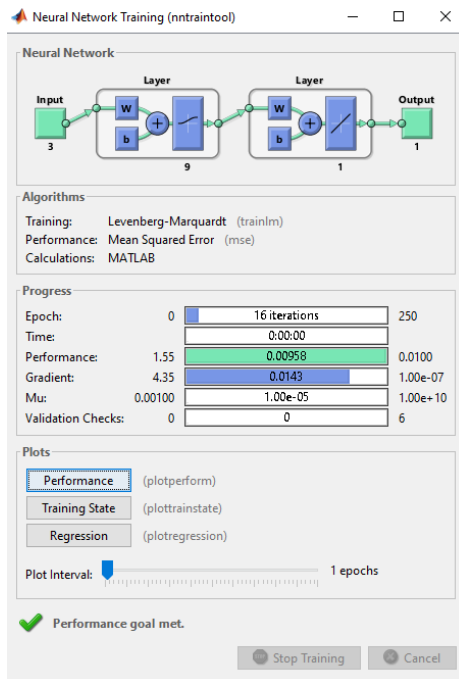
*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

# BAB IV

## ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Data

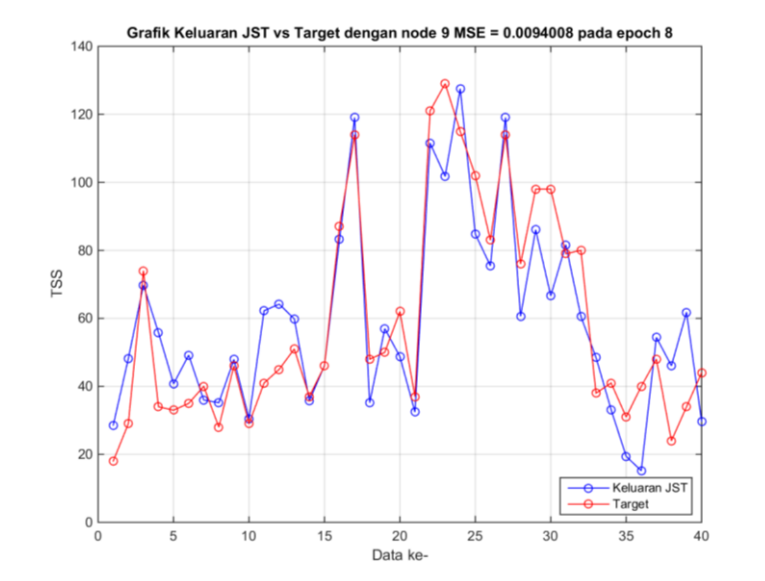
Training yang dilakukan untuk model JST dengan variasi 20 hidden node dengan Matlab telah dilakukan. Training dilakukan dengan menggunakan neural network toolbox Matlab, yaitu ntrain tool, training dilakukan untuk tiap tiap hidden node yang ada pada tiap model JST yang mana ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut



Gambar 4.1 Hasil ntrain Tool Matlab

Nntrain tool pada gambar 4.1 menunjukkan proses training JST dalam 16 epoch. JST akan berhenti mentraining ketika tujuan error telah tercapai. Setelah nntrain tool selesai melatih JST maka dengan menggunakan kode matlab, maka dapat dibuat plot yang akan membandingkan nilai keluaran JST dengan target asli seperti yang terlihat pada gambar 4.2

Pada gambar 4.2 berikut merupakan perbandingan antara keluaran JST dengan struktur terbaik hasil training, dengan keluaran asli API Separator

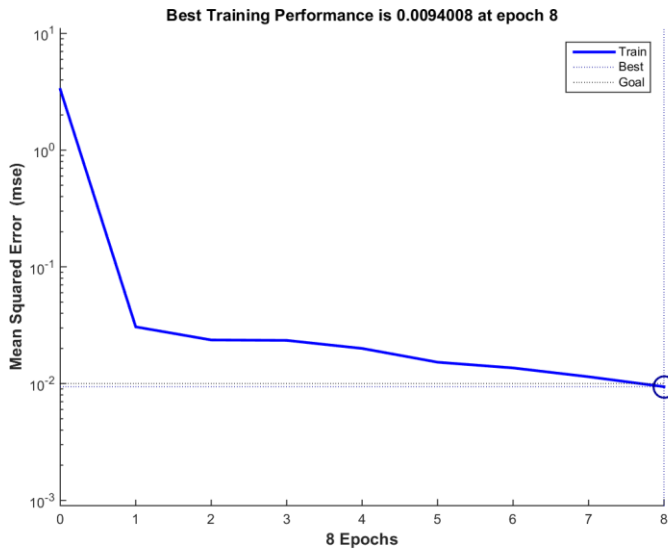


**Gambar 4.2** Hasil Perbandingan Output TSS Milik JST dan Asli di Training

Dari gambar 4.2, dapat diperhatikan bahwa JST sudah mampu mengikuti nilai keluaran asli (target) dari nilai parameter API Separator, dengan error MSE normalisasi bernilai 0.0094008 yang mana apabila dilakukan pengembalian menjadi nilai asli didapatkan MSE sebesar 178.89



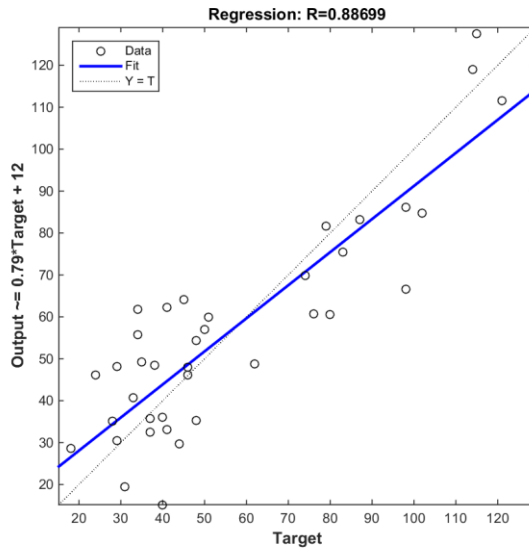
Pada gambar 4.3, merupakan grafik yang menunjukkan nilai MSE yang dicapai oleh JST pada epoch 8 dengan dibandingkan dengan nilai goal yang ditentukan pada proses training Matlab



**Gambar 4.3** Error MSE Training pada JST dengan 9 Hidden Node

Di gambar 4.3, nilai error MSE saat proses training lebih kecil dari nilai MSE yang diinginkan (target) pada training

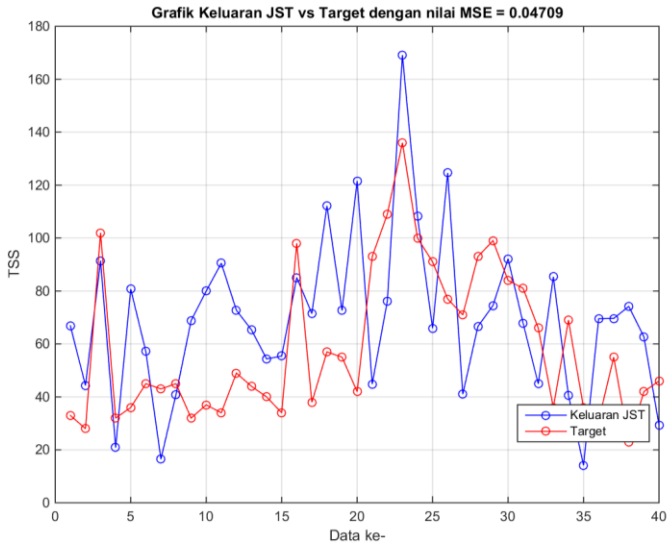
Pada gambar 4.4, juga diperlihatkan hasil uji regresi pada struktur JST setelah ditraining



**Gambar 4.4** Hasil Uji Regresi JST dengan 9 Hidden Node

Dari gambar 4.4 terlihat bahwa nilai R setelah uji regresi mendapatkan nilai 0.88699, yang mana menunjukkan bahwa struktur JST yang dibuat telah dapat mengikuti keluaran API Separator asli dengan baik

Pada gambar 4.5 dapat dilihat perbandingan nilai keluaran JST dengan target asli hasil uji validasi JST



**Gambar 4.5** Hasil Validasi Model JST

Model JST yang dihasilkan diuji validasi, dan pada gambar 4.5 dapat dilihat perbandingannya, dengan nilai target asli. Terlihat bahwa dari gambar 4.5 JST sudah mampu mengikuti target asli, walau dengan error. Error yang diperlihatkan pada gambar 4.5 merupakan error MSE dari data yang dinormalisasi, error ini akan diubah menjadi error RMSE dari data asli senilai 32.65. Error RMSE ini dapat ditoleransi karena, error sudah lebih baik dari error model JST lain di referensi<sup>[8]</sup> yang ada

Selain itu, terdapat juga hasil training dari JST dengan struktur lain yang dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut

**Tabel 4.1** Tabel Hasil Training Model JST 1 Hidden Layer

No	Hidden Node	MSE	RMSE	Epoch
1	1	459.64	21.44	51
2	2	440.75	20.99	77
3	3	365.11	19.11	250
4	4	264.08	16.25	250
5	5	223.51	14.95	88
6	6	200.17	14.15	16
7	7	178.89	13.38	14
8	8	227.44	15.08	21
9	9	204.85	14.31	8
10	10	218.11	14.77	9
11	11	229.32	15.14	11
12	12	239.71	15.48	11
13	13	207.44	14.4	10
14	14	191.81	13.85	8
15	15	223.77	14.96	6
16	16	218.08	14.77	19
17	17	216.24	14.71	6
18	18	214.47	14.64	6
19	19	187.79	13.70	9
20	20	195.32	13.98	2

Pada tabel 4.1, dapat dilihat bahwa nilai error MSE yang terbaik dari seluruh hidden node adalah hidden node yang berjumlah 7 buah. Namun, setelah dilakukan validasi dari tiap tiap hidden node seperti hasil pada tabel 4.2, diketahui bahwa nilai MSE yang terbaik, dan lebih baik daripada salah satu sumber adalah struktur JST dengan jumlah hidden node 9 node yang mana mempunyai MSE validasi bernilai 1065.7, yang apabila dicari nilai RMSE nya maka didapat nilai 32.65, yang mana nilai tersebut sudah lebih baik dari nilai pada sumber<sup>[8]</sup> lain yaitu 37.38

**Tabel 4.2** Hasil Validasi Tiap Node

No	Hidden Node	MSE	RMSE
1	1	1988.6	44.59
2	2	1723.2	41.51
3	3	4704.9	68.59
4	4	4299.4	65.57
5	5	101188	319.18
6	6	2901.5	53.86
7	7	2145.9	46.32
8	8	1844.2	42.94
9	9	1065.7	32.65
10	10	3136.1	56
11	11	2645.2	51.43
12	12	3526.6	59.39
13	13	1858.3	43.11
14	14	1343	36.65
15	15	2603.3	51.02
16	16	8095.6	89.98
17	17	4396.3	66.1
18	18	1421.3	37.01
19	19	1749.6	41.83
20	20	1621.2	40.27

Pada tabel 4.3 berikut merupakan perbandingan data asli API Separator dengan keluaran JST yang telah dibuat

**Tabel 4.3** Perbandingan Data JST dengan Data Asli

Data ke -	Keluaran JST	Target	Error	Error <sup>2</sup>
1	66.87286	33	-33.8729	1147.371
2	44.33426	28	-16.3343	266.8081
3	91.45767	102	10.54233	111.1408
4	20.86928	32	11.13072	123.8929
5	80.71187	36	-44.7119	1999.151
6	57.17626	45	-12.1763	148.2613
7	16.53791	43	26.46209	700.2424
8	40.93361	45	4.066389	16.53552
9	68.82833	32	-36.8283	1356.326
10	79.97963	37	-42.9796	1847.248
11	90.50925	34	-56.5093	3193.296
12	72.72316	49	-23.7232	562.7883
13	65.3404	44	-21.3404	455.4125
14	54.3541	40	-14.3541	206.0401
15	55.424	34	-21.424	458.9877
16	85.08549	98	12.91451	166.7846
17	71.47192	38	-33.4719	1120.369
18	112.1749	57	-55.1749	3044.266
19	72.62468	55	-17.6247	310.6294
20	121.5381	42	-79.5381	6326.304
21	44.8742	93	48.1258	2316.093
22	76.22543	109	32.77457	1074.173
23	169.1225	136	-33.1225	1097.098

**Tabel 4.3** Perbandingan Data JST dengan Data Asli

Data ke -	Keluaran JST	Target	Error	Error <sup>2</sup>
24	108.1747	100	-8.17472	66.82599
25	65.95739	91	25.04261	627.1322
26	124.588	77	-47.588	2264.62
27	41.05344	71	29.94656	896.7965
28	66.58942	93	26.41058	697.519
29	74.53198	99	24.46802	598.684
30	92.16841	84	-8.16841	66.72298
31	67.7911	81	13.2089	174.4751
32	44.94868	66	21.05132	443.1581
33	85.37339	36	-49.3734	2437.731
34	40.61462	69	28.38538	805.7297
35	14.15946	36	21.84054	477.0092
36	69.52467	31	-38.5247	1484.15
37	69.64035	55	-14.6404	214.3399
38	74.19104	23	-51.191	2620.523
39	62.70637	42	-20.7064	428.7538
40	29.3847	46	16.6153	276.0681
Jumlah Error <sup>2</sup>				42629.46
MSE				1065.736
RMSE				32.64562

Dari tabel 4.3, dapat diketahui range dari keluaran JST untuk parameter TSS adalah 169.12 -14.16, bila dibandingkan data asli dari API Separator yaitu 18-136, maka terdapat sedikit error dari range data namun tidak terlalu besar. Selain itu, dengan hasil dari tabel 4.3, maka telah terbukti bahwa nilai TSS output dipengaruhi

oleh parameter input pH, Temperature, dan TSS di JST yang telah dibuat

## 4.2 Pembahasan

Model JST yang dibuat untuk menjadi pemodelan API Separator, yang berfungsi sebagai estimator nilai parameter output TSS mempunyai struktur feedforward backpropagation, dengan jumlah input node 3, hidden node 9, dan output node 1. Input node ditentukan dengan jumlah parameter input yang mana data tersebut diberikan dari wawancara dengan karyawan PT Saka, dan bersumber dari penelitian sebelumnya. Hidden node ditentukan dengan *trial and error*, di mana hidden node divariasikan menjadi 20 node, dan diambil struktur yang menghasilkan nilai MSE terbaik saat dilakukan validasi, dalam hal ini hidden node berjumlah 9. Output node ditentukan dari parameter output yang menunjukkan performansi plant, yaitu TSS

Model JST yang dihasilkan mempunyai nilai MSE 1065.7, dan dari nilai tersebut dicari nilai RMSE nya, dan dibandingkan dengan nilai RMSE dari sumber lain. Dibuktikan bahwa nilai RMSE yang dihasilkan oleh JST yang dirancang bernilai 32.65, yang mana lebih baik dari nilai RMSE dari penelitian sebelumnya yaitu 37.38, yang mana dapat dinyatakan bahwa model JST yang dirancang sudah mampu menjadi estimator yang baik untuk parameter plant, dengan begitu model JST sudah mampu memodelkan kinerja API separator dengan baik

Adapun alasan mengapa RMSE hasil validasi mempunyai nilai yang jauh lebih besar dari RMSE hasil training, dapat mungkin diakibatkan adanya overfitting<sup>[11]</sup> pada model JST, yang menyebabkan model JST terlalu terbiasa dengan data yang diberikan untuk training, sehingga ketika diberi data baru model JST tidak sanggup memberikan nilai output yang hampir sama dengan nilai output asli



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari Tugas Akhir ini maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut

- a. Telah berhasil disusun JST dengan struktur yang terdiri atas 3 input node, 9 hidden node, dan 1 output node. Dengan 3 input node berupa 3 parameter inpur pH, Temperature, dan TSS. Sementara 1 output node adalah parameter TSS
- b. Data yang dipersiapkan untuk mentraining, dan memvalidasi JST berjumlah 80 data, dengan 40 data sebagai data training, dan 40 data sebagai data validasi. Data validasi yang diambil berada di antara data training, agar JST memberikan RMSE baik pada saat validasi
- c. JST yang dirancang mampu menghasilkan prediksi terhadap output dari API separator dengan nilai RMSE bernilai 32.65, yang mana sudah lebih baik dari nilai RMSE JST dari referensi lain bernilai 37.38
- d. Hasil keluaran JST setelah dilakukan validasi mempunyai rentang 169.12 – 14.16, yang mana berbeda sedikit dengan rentang keluaran dari API Separator asli yang berkisar 136 – 27

#### **5.2 Saran**

Setelah dilakukan Tugas Akhir ini, dapat diberi saran sebagai berikut

- a. Perlu ditambahkan variasi noda yang lebih banyak, untuk melihat struktur manakah yang lebih baik untuk memodelkan API Separator
- b. Perlu ditambahkan data yang lebih variatif lagi, agar JST bisa lebih terbiasa dengan berbagai macam pola data

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

## REFERENSI

- [1] Igunnu, Ebenezer T. 2012. Produced Water Treatment Technologies. Nottingham, UK. International Journal of Low Carbon Technologies
- [2] Anonim. 2010. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Indonesia no 19 Baku Mutu Limbah. Jakarta, Indonesia. Menteri Lingkungan Hidup
- [3] Yudhanto, Risma. 2018. Pengolahan Produced Water Treatment di Onshore Facility PT Saka Indonesia Pangkah Limited. Gresik, Indonesia. ITS
- [4] Abdel-AAL, H. K. 2003. Petroleum and Gas Field Processing. New York, USA. Marcel Dekker, inc
- [5] Anonim. 1990. Monographs on Refinery Enviromental Control-Management of Water Discharges. Seattle, USA. American Petroleum Institute
- [6] Fausett, Laurene. 1994. Fundamentals of Neural Network Architectures, Algorithms, and Applications. New York, USA. Prentice Hall
- [7] Anonim. 2013. Install API Separator: Process Design Phylosophy. Gresik, Indonesia. Gastech Engineering
- [8] Hamada, Mazen. 2018. Application of Neural Networks for The Prediction of Gaza Wastewater Treatment Plant Performance-Gaza Strip. Gaza, Palestine. Journal of Applied Research in Water and Wastewater
- [9] Tumer, Erdal Abdullah. 2015. An Artificial Neural Network for Wastewater Treatment Plant of Konya. Konya, Turkey. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering
- [10] Munir, Syahrul. 2018. Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan Sebagai Estimator Load Disturbance Torque pada Sistem Servo Modular MS150 DC. Surabaya, Indonesia. ITS
- [11] Tetko V, Igor. 1995. Comparison of Overfitting and Overtraining. Portsmouth, United Kingdom.

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

## LAMPIRAN A

### Data Input-Output yang Digunakan untuk Training

Berikut merupakan data input-output yang digunakan untuk melakukan pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

**Tabel 1** Data Input-Output untuk Pelatihan JST

No	PH	Temperature	TSS Input	TSS Out
1	0.245912	0.724657534	0.131373	0.1
2	0.261006	0.571232877	0.35098	0.174576
3	0.160377	0.65890411	0.256863	0.479661
4	0.462264	0.790410959	0.382353	0.208475
5	0.255975	0.779452055	0.24902	0.201695
6	0.261006	0.615068493	0.343137	0.215254
7	0.406918	0.582191781	0.107843	0.249153
8	0.487421	0.626027397	0.139216	0.167797
9	0.477358	0.319178082	0.547059	0.289831
10	0.598113	0.65890411	0.358824	0.174576
11	0.512579	0.560273973	0.62549	0.255932
12	0.401887	0.461643836	0.452941	0.283051
13	0.472327	0.352054795	0.264706	0.323729
14	0.386792	0.352054795	0.186275	0.228814
15	0.9	0.1	0.24902	0.289831
16	0.48239	0.560273973	0.358824	0.567797
17	0.1	0.691780822	0.570588	0.750847

18	0.437107	0.65890411	0.154902	0.30339
19	0.266038	0.52739726	0.813725	0.316949
20	0.371698	0.494520548	0.601961	0.222034
21	0.512579	0.253424658	0.9	0.228814
22	0.442138	0.669863014	0.62549	0.798305
23	0.291195	0.636986301	0.688235	0.852542
24	0.356604	0.702739726	0.578431	0.757627
25	0.472327	0.582191781	0.476471	0.669492
26	0.361635	0.604109589	0.327451	0.540678
27	0.1	0.691780822	0.570588	0.750847
28	0.572956	0.52739726	0.272549	0.49322
29	0.457233	0.275342466	0.445098	0.642373
30	0.266038	0.516438356	0.445098	0.642373
31	0.396855	0.636986301	0.296078	0.513559
32	0.462264	0.735616438	0.303922	0.520339
33	0.291195	0.505479452	0.790196	0.235593
34	0.567925	0.417808219	0.813725	0.255932
35	0.522642	0.691780822	0.154902	0.188136
36	0.296226	0.724657534	0.139216	0.249153
37	0.341509	0.538356164	0.735294	0.30339
38	0.487421	0.636986301	0.178431	0.140678
39	0.557862	0.560273973	0.335294	0.208475
40	0.55283	0.483561644	0.62549	0.276271

## LAMPIRAN B

### Data Input-Output untuk Validasi JST

**Tabel 2** Data Input-Output untuk Validasi

No	PH	Temperature	TSS Input	TSS Out
1	0.301258	0.39589	0.201961	0.201695
2	0.411195	0.176712	0.335294	0.167797
3	0.366667	0.593151	0.476471	0.669492
4	0.140252	0.9	0.256863	0.194915
5	0.346541	0.593151	0.829412	0.398305
6	0.266038	0.571233	0.131373	0.283051
7	0.356604	0.680822	0.1	0.269492
8	0.58805	0.538356	0.452941	0.283051
9	0.562893	0.658904	0.696078	0.194915
10	0.542767	0.724658	0.727451	0.228814
11	0.235849	0.669863	0.468627	0.208475
12	0.512579	0.483562	0.343137	0.310169
13	0.542767	0.538356	0.217647	0.276271
14	0.452201	0.352055	0.264706	0.249153
15	0.401887	0.538356	0.233333	0.208475
16	0.487421	0.60411	0.445098	0.642373
17	0.512579	0.384932	0.24902	0.235593
18	0.467296	0.669863	0.782353	0.364407
19	0.296226	0.582192	0.860784	0.350847
20	0.215723	0.680822	0.77451	0.262712
21	0.557862	0.39589	0.405882	0.608475
22	0.250943	0.516438	0.531373	0.716949

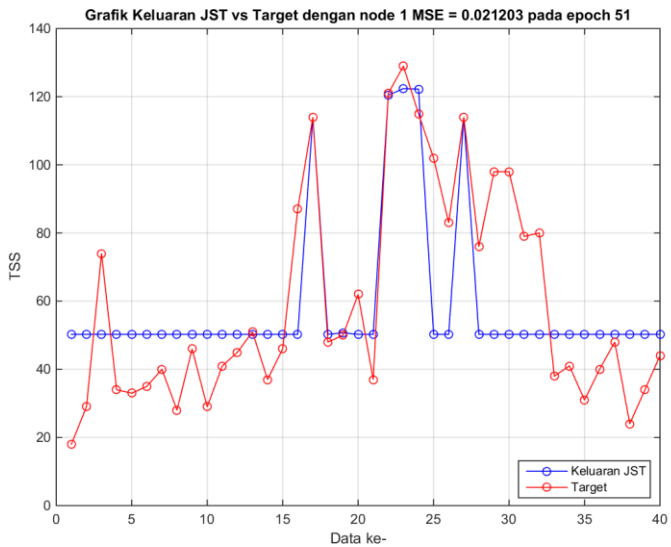
23	0.321384	0.834247	0.743137	0.9
24	0.401887	0.658904	0.460784	0.655932
25	0.542767	0.571233	0.390196	0.594915
26	0.17044	0.527397	0.280392	0.5
27	0.326415	0.593151	0.233333	0.459322
28	0.341509	0.516438	0.405882	0.608475
29	0.396855	0.341096	0.452941	0.649153
30	0.416981	0.658904	0.335294	0.547458
31	0.44717	0.735616	0.311765	0.527119
32	0.437107	0.691781	0.194118	0.425424
33	0.316352	0.60411	0.743137	0.222034
34	0.547799	0.494521	0.719608	0.445763
35	0.452201	0.70274	0.131373	0.222034
36	0.41195	0.593151	0.256863	0.188136
37	0.261006	0.516438	0.617647	0.350847
38	0.532704	0.494521	0.272549	0.133898
39	0.462264	0.549315	0.680392	0.262712
40	0.562893	0.483562	0.64902	0.289831



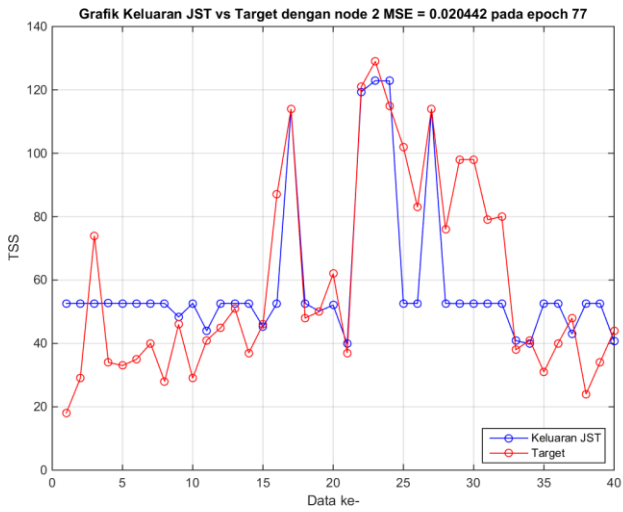
## LAMPIRAN C

### Hasil Training JST Matlab

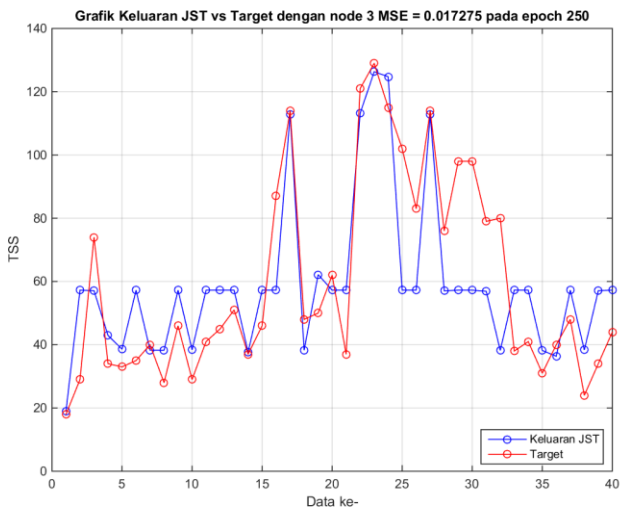
Gambar grafik hasil perbandingan antara keluaran JST training dengan output asli dari setiap struktur JST dengan 20 hidden node berbeda akan ditampilkan berikut ini



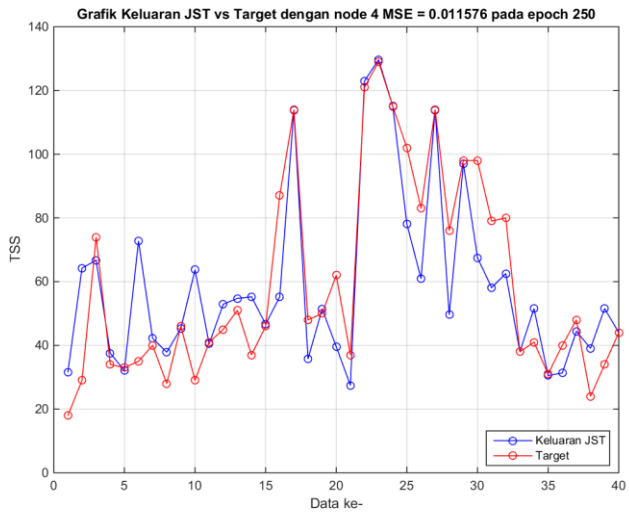
**Gambar 1** Hasil Training Struktur Hidden Node 1



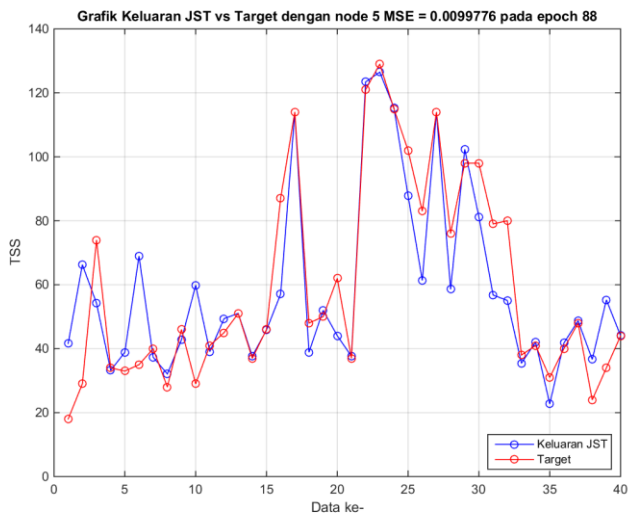
**Gambar 2** Hasil Training Struktur Hidden Node 2



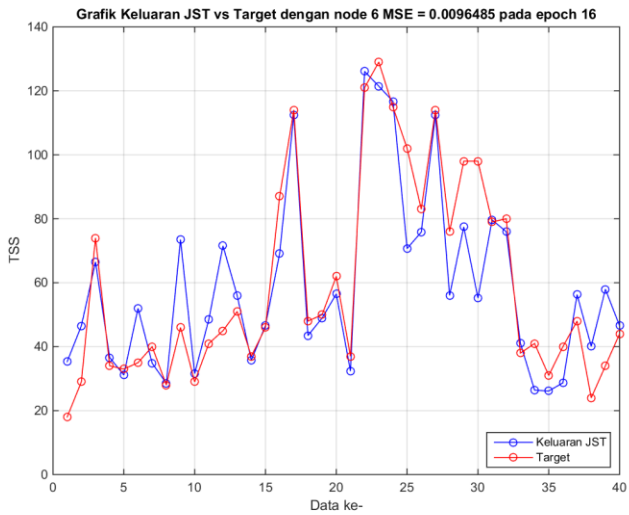
**Gambar 3** Hasil Training Struktur Hidden Node 3



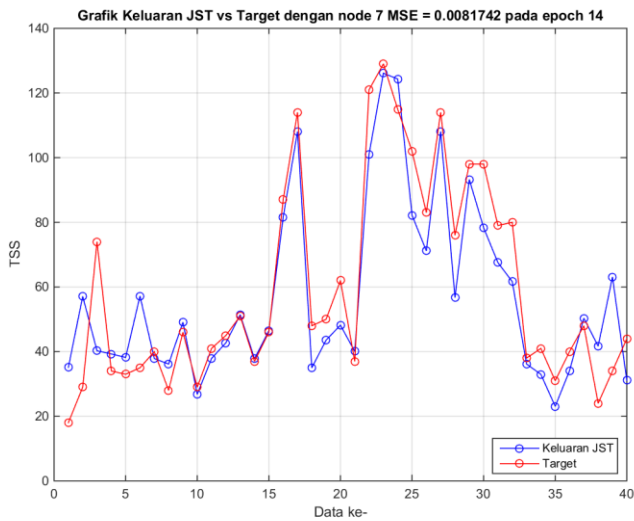
**Gambar 4** Hasil Training Struktur Hidden Node 4



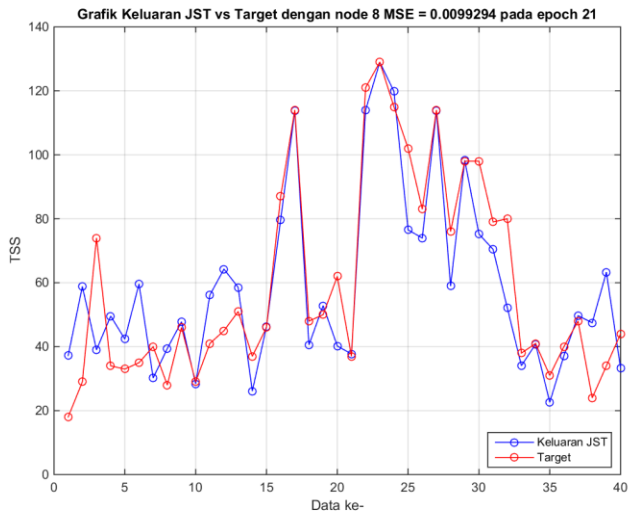
**Gambar 5** Hasil Training Struktur Hidden Node 5



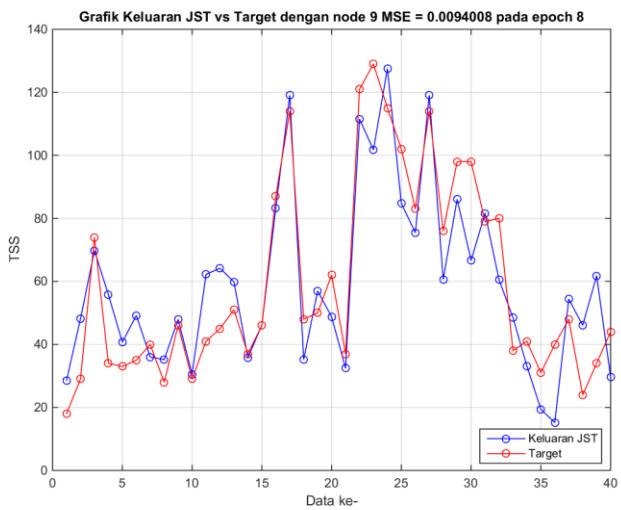
**Gambar 6** Hasil Training Struktur Hidden Node 6



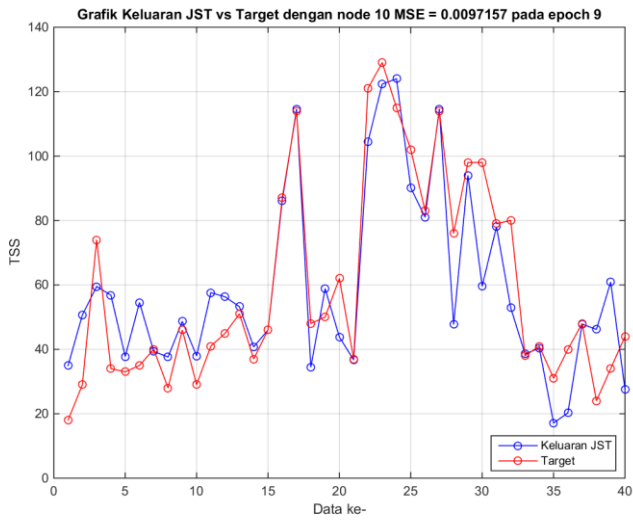
**Gambar 7** Hasil Training Struktur Hidden Node 7



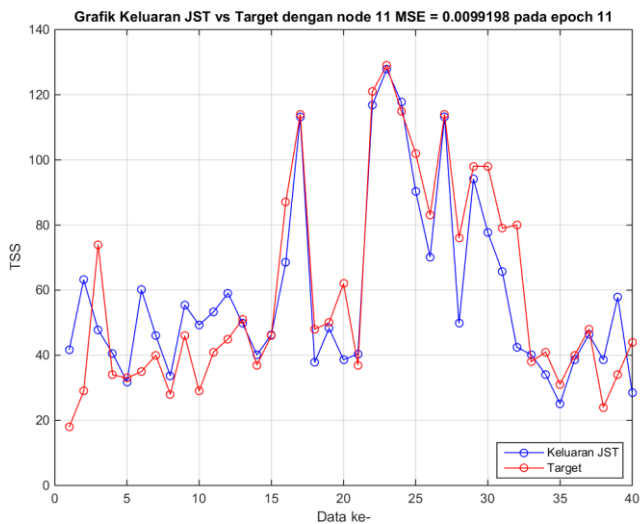
**Gambar 8** Hasil Training Struktur Hidden Node 8



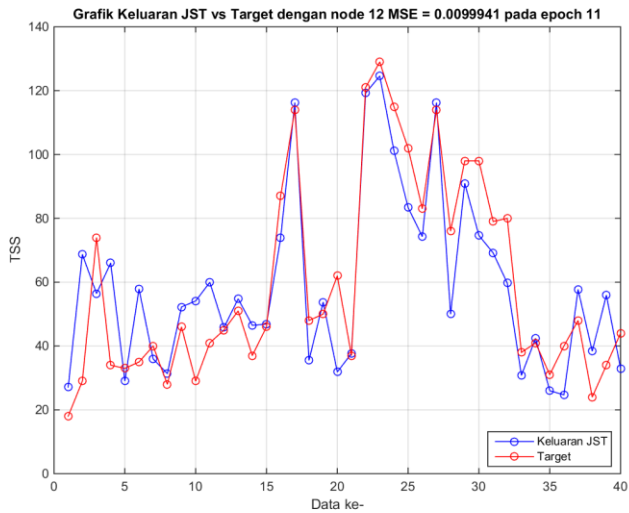
**Gambar 9** Hasil Training Struktur Hidden Node 9



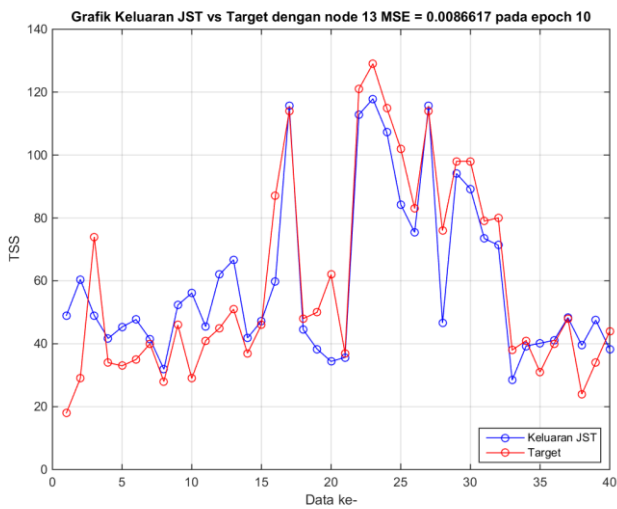
**Gambar 10** Hasil Training Struktur Hidden Node 10



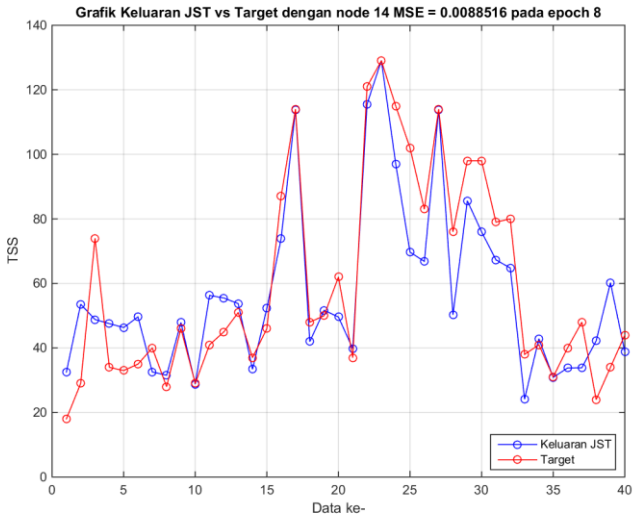
**Gambar 11** Hasil Training Struktur Hidden Node 11



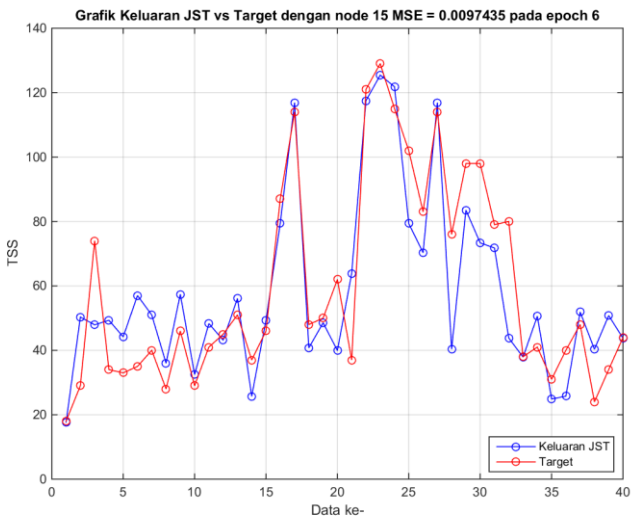
**Gambar 12** Hasil Training Struktur Hidden Node 12



**Gambar 13** Hasil Training Struktur Hidden Node 13

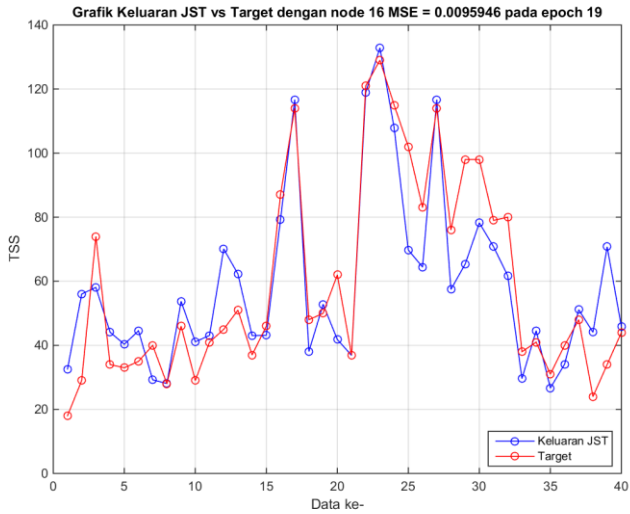


**Gambar 14** Hasil Training Struktur Hidden Node 14

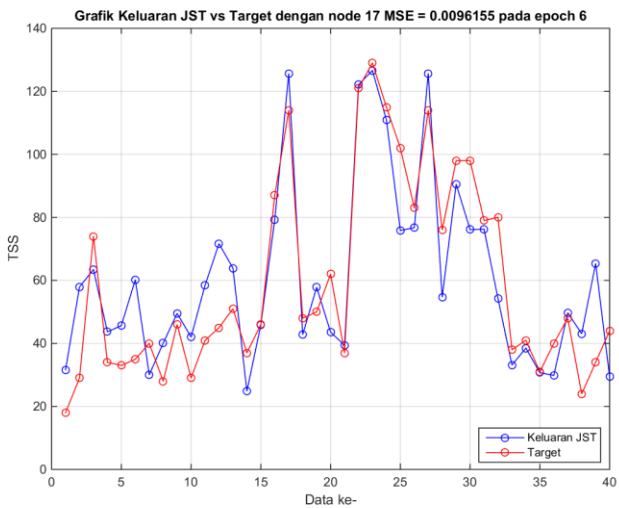


**Gambar 15** Hasil Training Struktur Hidden Node 15

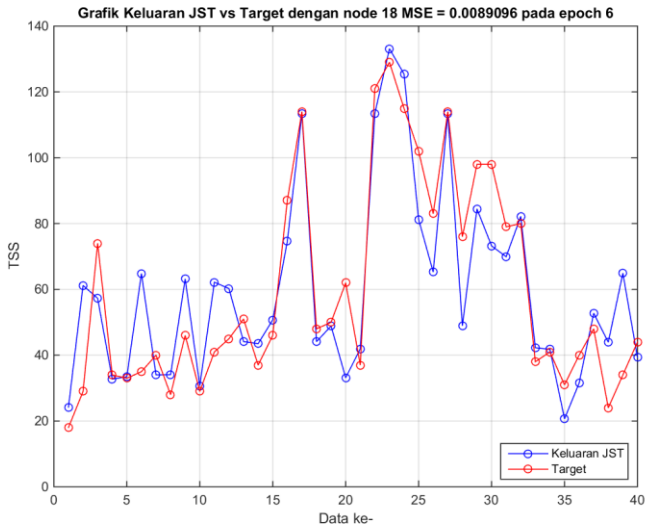




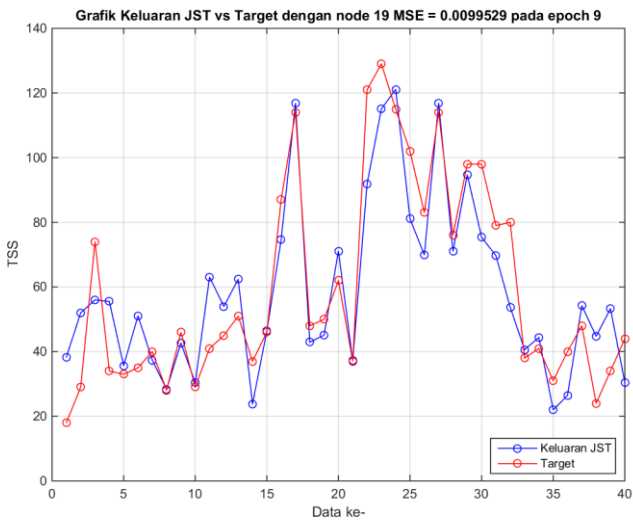
**Gambar 16** Hasil Training Struktur Hidden Node 16



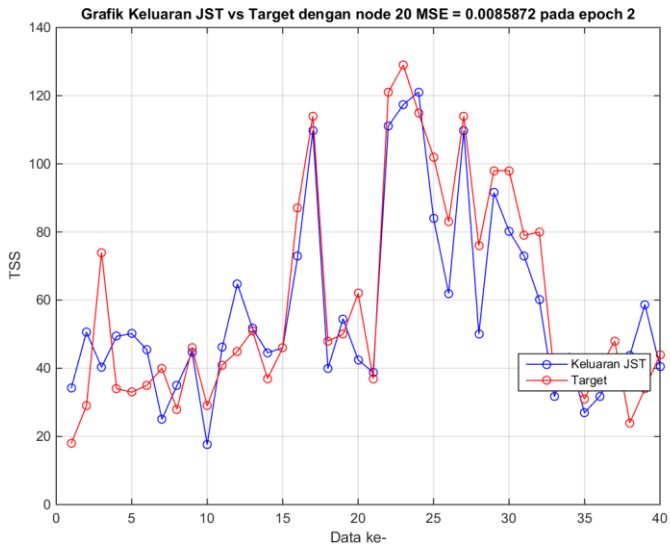
**Gambar 17** Hasil Training Struktur Hidden Node 17



**Gambar 18** Hasil Training Struktur Hidden Node 18



**Gambar 19** Hasil Training Struktur Hidden Node 19

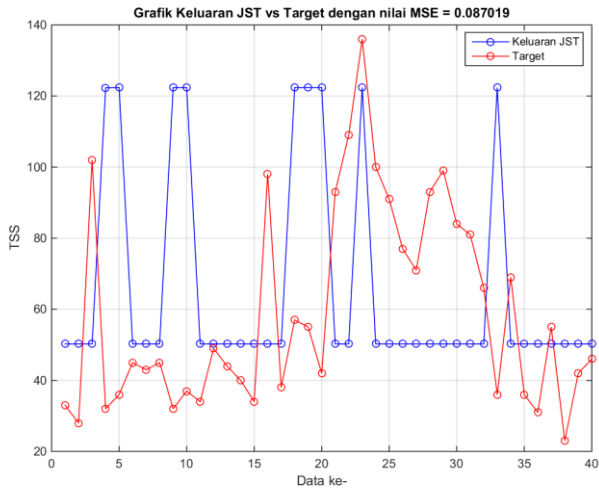


**Gambar 20** Hasil Training Struktur Hidden Node 20

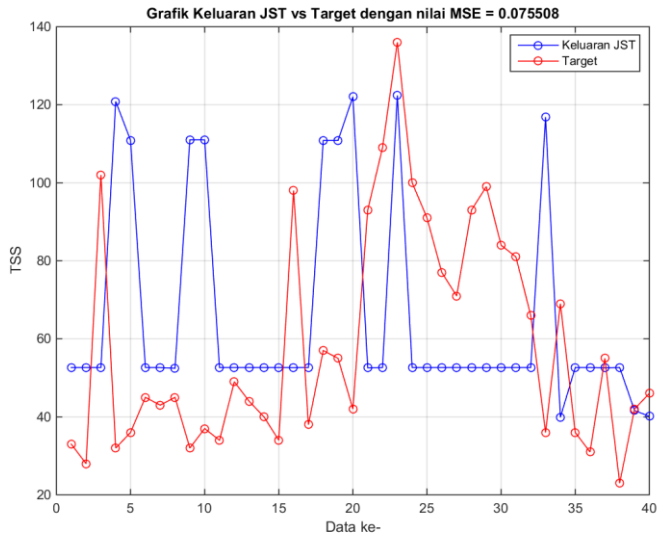
## LAMPIRAN D

### Hasil Validasi JST Matlab

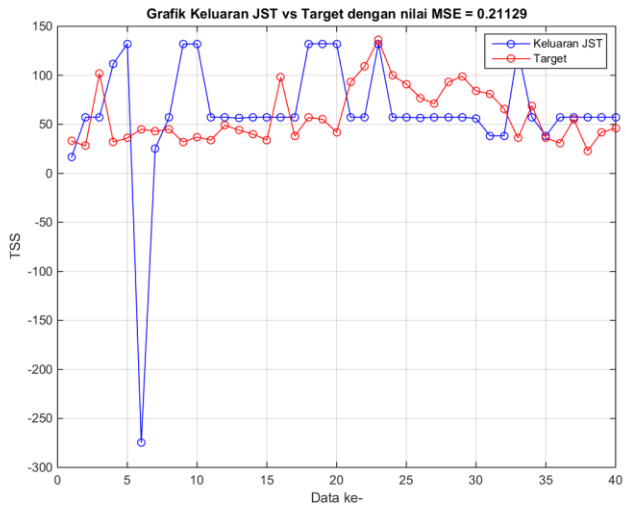
Gambar grafik hasil perbandingan antara output JST hasil validasi dari 20 struktur JST dengan data asli akan ditampilkan pada gambar berikut ini



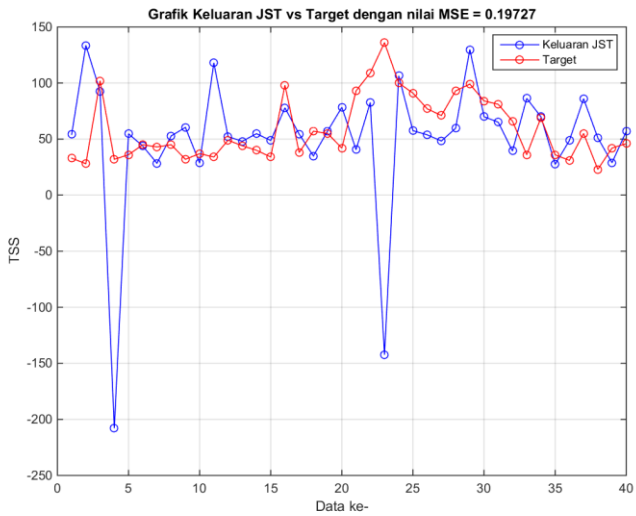
**Gambar 21** Hasil Validasi Struktur JST Node 1



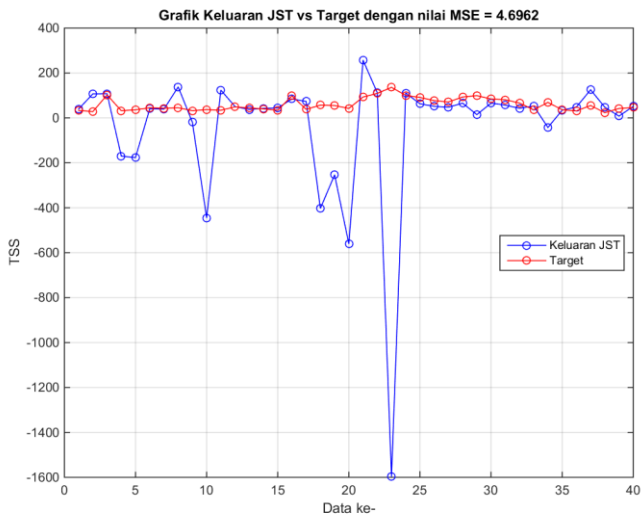
**Gambar 22** Hasil Validasi Struktur JST Node 2



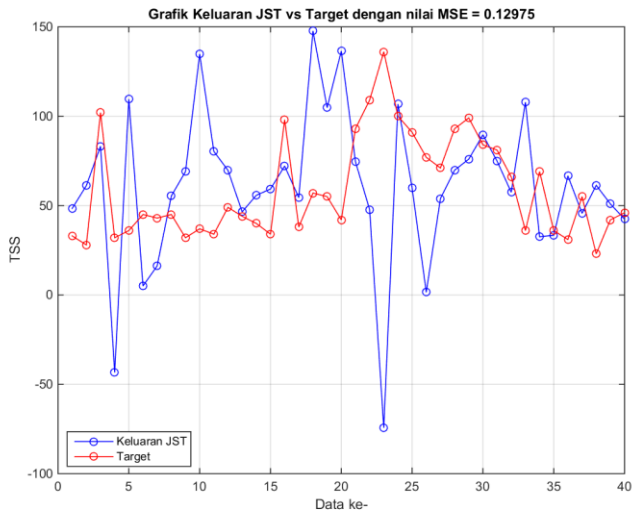
**Gambar 23** Hasil Validasi Struktur JST Node 3



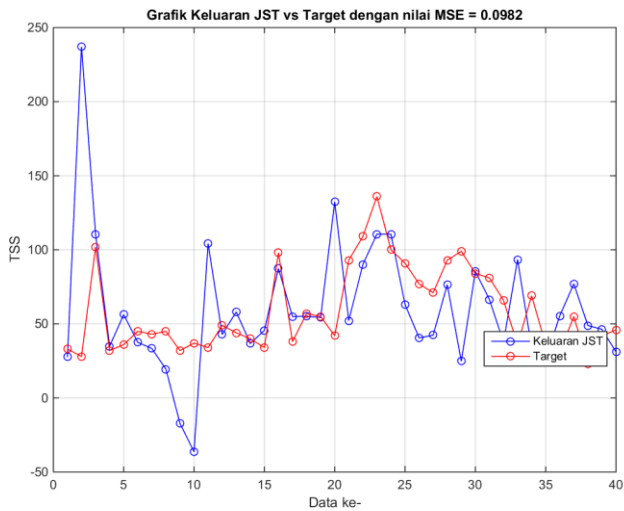
**Gambar 24** Hasil Validasi Struktur JST Node 4



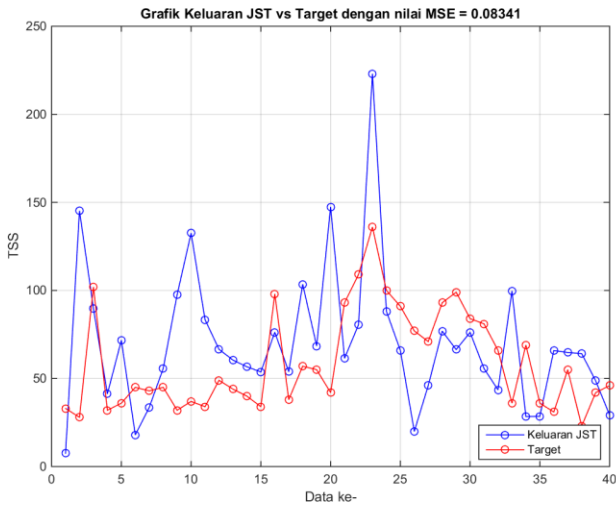
**Gambar 25** Hasil Validasi Struktur JST Node 5



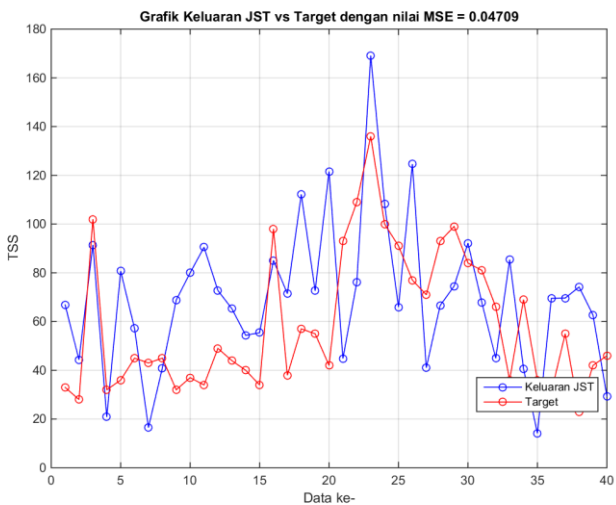
**Gambar 26** Hasil Validasi Struktur JST Node 6



**Gambar 27** Hasil Validasi Struktur JST Node 7

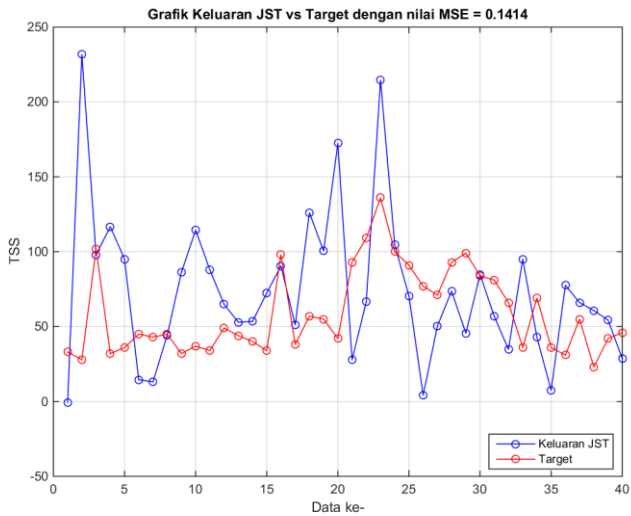


**Gambar 28** Hasil Validasi Struktur JST Node 8

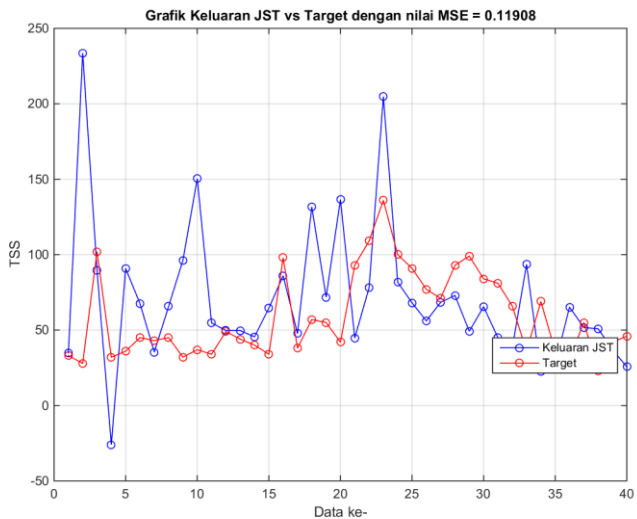


**Gambar 29** Hasil Validasi Struktur JST Node 9

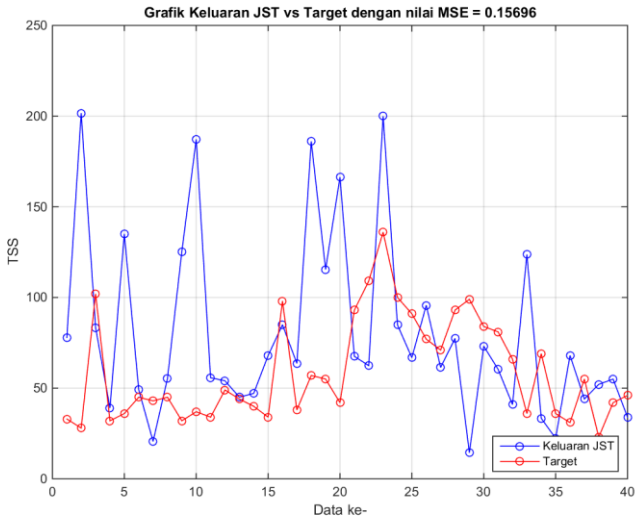




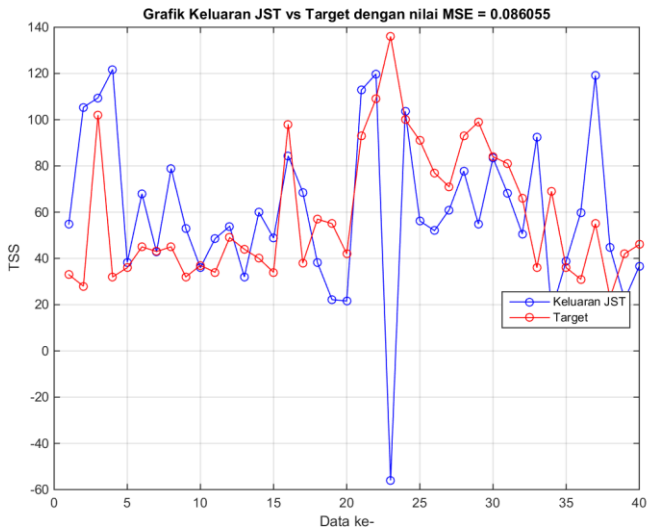
**Gambar 30** Hasil Validasi Struktur JST Node 10



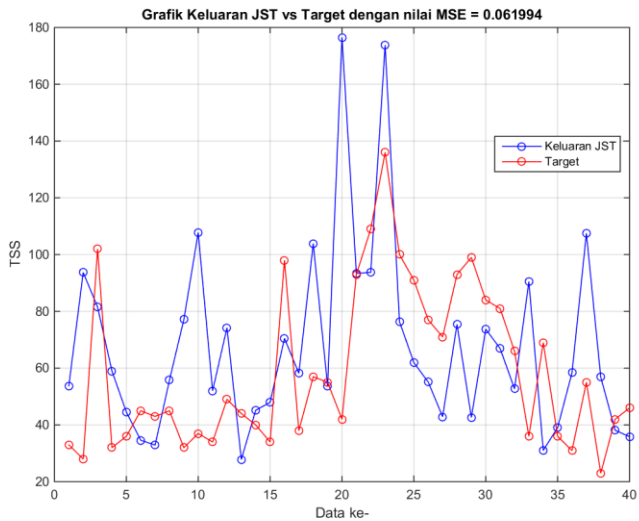
**Gambar 31** Hasil Validasi Struktur JST Node 11



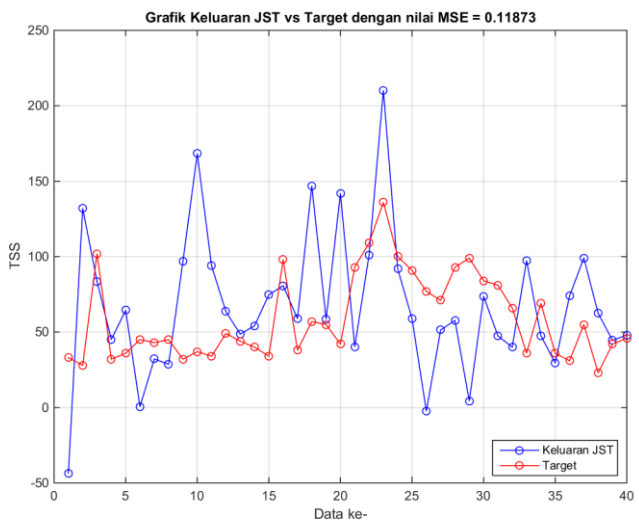
Gambar 32 Hasil Validasi Struktur JST Node 12



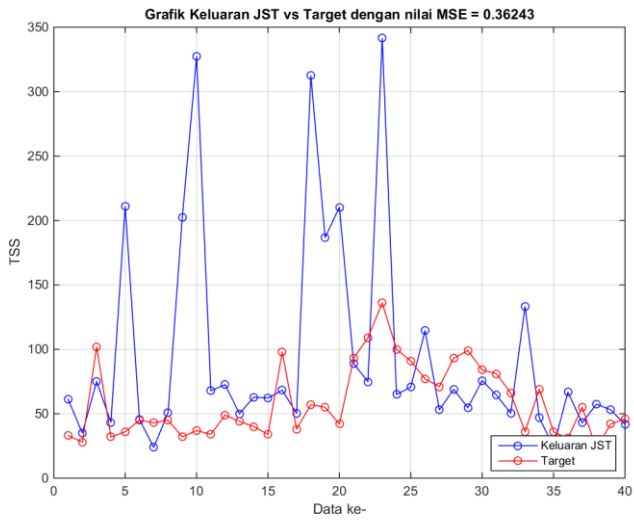
Gambar 33 Hasil Validasi Struktur JST Node 13



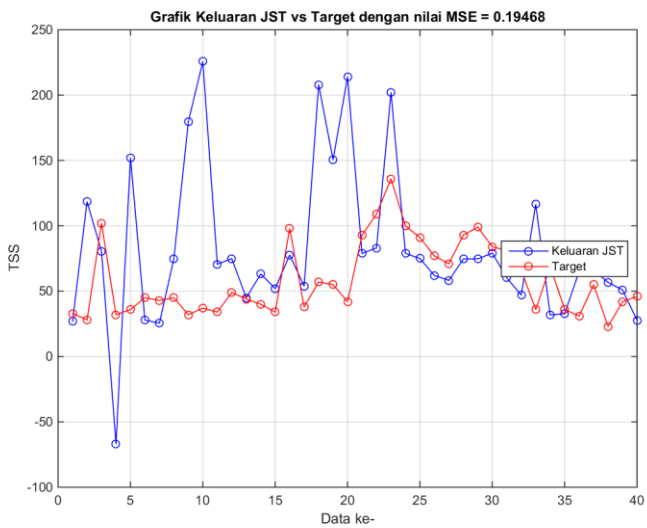
**Gambar 34** Hasil Validasi Struktur JST Node 14



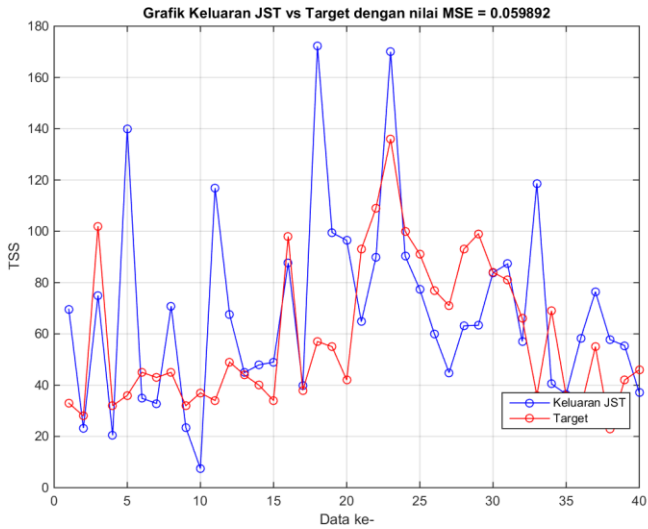
**Gambar 35** Hasil Validasi Struktur JST Node 15



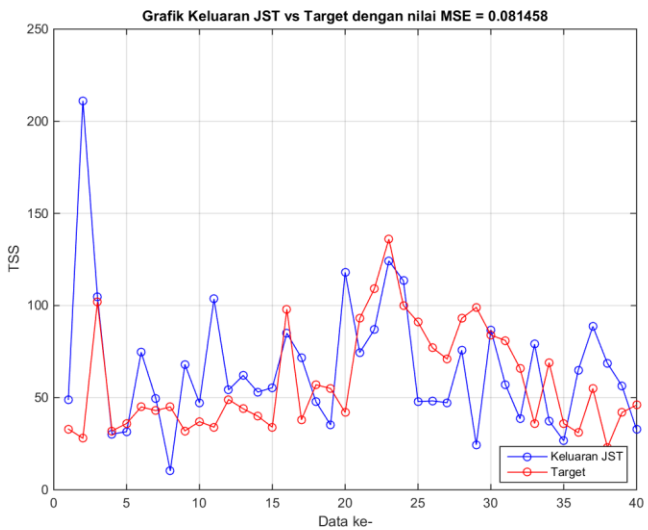
**Gambar 36** Hasil Validasi Struktur JST Node 16



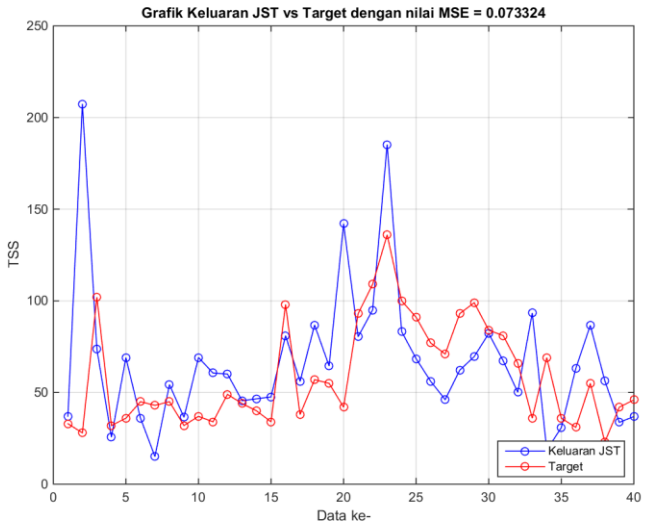
**Gambar 37** Hasil Validasi Struktur JST Node 17



**Gambar 38** Hasil Validasi Struktur JST Node 18



**Gambar 39** Hasil Validasi Struktur JST Node 19



**Gambar 40** Hasil Validasi Struktur JST Node 20

## LAMPIRAN E

### Source Code Matlab

#### a. Proses Training JST

```

clc;clear;close all;warning off;

% Proses membaca data latih dari excel
filename = 'Data TA API Separator.xlsm';
sheet = 6;
xlRange = 'I4:L43';

Data = xlsread(filename, sheet, xlRange);
data_latih = Data(:,1:3)';
target_latih = Data(:,4)';
[m,n] = size(data_latih);

for jumlahnode=1:20
    % Pembuatan JST
    net = newff(minmax(data_latih),[jumlahnode
1],{'logsig','purelin'},'trainlm');

    % Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses
    pelatihan
    net.performFcn = 'mse';
    net.trainParam.goal = 0.01;
    net.trainParam.show = 20;
    net.trainParam.epochs = 250;

    % 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;
nilai_keluaran = Y;
nilai_error = E;
error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2);

if(jumlahnode==1)
    MSE_best=error_MSE;
    node_best=1;
    save('netbest.mat','net_keluaran');

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

save('bobotbiasbest.mat','bobot_hidden','bobot_keluaran','bias_hidden','bias_keluaran');
end
end
filename=sprintf('net%d.mat', jumlahnode);
save(filename,'net_keluaran');

% Hasil prediksi
hasil_latih = sim(net_keluaran,data_latih);
max_data = 136;
min_data = 18;
hasil_latih = ((hasil_latih-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;

% Performansi hasil prediksi
filename = 'Data TA API Separator.xlsm';
sheet = 6;
xlRange = 'N4:N43';

```



```

    target_latih_asli = xlsread(filename, sheet,
xlRange);

    figure,

plotregression(target_latih_asli,hasil_latih,'Re
gression')
    filename=sprintf('reg%d.png', jumlahnode);
    saveas(gcf,filename)

    figure,
    plotperform(tr)
    filename=sprintf('perf%d.png', jumlahnode);
    saveas(gcf,filename)

    figure,
    plot(hasil_latih,'bo-')
    hold on
    plot(target_latih_asli,'ro-')
    hold off
    grid on
    title(strcat(['Grafik Keluaran JST vs Target
dengan node ',num2str(jumlahnode),' MSE =
',num2str(error_MSE),' pada epoch
',num2str(jumlah_iterasi)]))
    xlabel('Data ke-')
    ylabel('TSS')
    legend('Keluaran
JST','Target','Location','Best')

    filename=sprintf('latih%d.png', jumlahnode);
    saveas(gcf,filename)

    errorbaru=target_latih_asli'-hasil_latih;
    MSE = (1/n)*sum(errorbaru.^2)
    RMSE = sqrt(MSE)

end
node_best

```

## b. Proses Validasi JST

```
clc;clear;

% load jaringan yang sudah dibuat pada proses
pelatihan
load net20.mat

% Proses membaca data uji dari excel
filename = 'Data TA API Separator.xlsm';
sheet = 7;
xlRange = 'Q4:T43';

Data = xlsread(filename, sheet, xlRange);
data_uji = Data(:,1:3)';
target_uji = Data(:,4)';
[m,n] = size(data_uji);

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

max_data = 136;
min_data = 18;
hasil_uji = ((hasil_uji-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;

% Performansi hasil prediksi
error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2)

filename = 'Data TA API Separator.xlsm';
sheet = 7;
xlRange = 'V4:V43';
```

```
target_uji_asli = xlsread(filename, sheet,
xlRange);

figure,
plot(hasil_uji, 'bo-')
hold on
plot(target_uji_asli, 'ro-')
hold off
grid on
title(strcat(['Grafik Keluaran JST vs Target
dengan nilai MSE = ', ...
num2str(error_MSE)]))
xlabel('Data ke-')
ylabel('TSS')
legend('Keluaran
JST', 'Target', 'Location', 'Best')
saveas(gcf, 'uji20.png')

errorbaru=target_uji_asli'-hasil_uji;
MSE = (1/n)*sum(errorbaru.^2)
RMSE = sqrt(MSE)
```

## Biodata Penulis



Nama penulis Abdussalam Darmaatmaja dilahirkan di Blitar, 5 Oktober 1998 dari ayah bernama Guntoro dan ibu bernama Resti Sulistyoningsih. Saat ini penulis tinggal di Keputih Gang 2C no 1. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SD Sidokumpul 2 Gresik pada tahun 2010, pendidikan di SMPN

1 Gresik pada tahun 2013, pendidikan di SMAN 1 Gresik pada tahun 2015, dan sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Fisika FTI di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya hingga sekarang. Pada bulan Juni 2019, penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Pemodelan API Separator pada PT Saka Indonesia Pangkah Limited Berbasis Jaringan Ssyaraf Tiruan**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, maupun ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, maka dapat menghubungi penulis melalui email : [abdussalamd68@gmail.com](mailto:abdussalamd68@gmail.com)