



**TUGAS AKHIR - TF 181801**

**PEMODELAN  $H_2S$  REMOVAL UNIT  
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN DI  
PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED**

Yanuar Aji Kusuma  
NRP. 0231154000044

Dosen Pembimbing :  
Dr.Ir. Totok Soehartanto, DEA

DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



**FINAL PROJECT - TF 181801**

***H<sub>2</sub>S REMOVAL UNIT MODELING BASED ON  
NEURAL NETWORK AT PT SAKA INDONESIA  
PANGKAH LIMITED***

*Yanuar Aji Kusuma  
NRP. 0231154000044*

*Supervisors :  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA*

*ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2019*

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Yanuar Aji Kusuma  
NRP : 02311540000044  
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  $H_2S$  Removal Unit Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan di PT Saka Indonesia Pangkah Limited”** 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, 21 Juli 2019  
Yanuar Aji Kusuma



Yanuar Aji Kusuma  
NRP. 02311540000044

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

**LEMBAR PENGESAHAN I**

**PEMODELAN  $H_2S$  REMOVAL UNIT BERBASIS  
PEMODELAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DI PT SAKA  
INDONESIA PANGKAH LIMITED**

Oleh:



**Yanuar Aji Kusuma**  
**NRP.0231154000044**

**Surabaya, 21 Juli 2019**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. Totok Sohartanto, DEA**  
**NIPN.19650309 199002 1 001**



**Mengetahui,  
Kepala Departemen  
Teknik Fisika FTI-ITS**



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

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



## LEMBAR PENGESAHAN II

### PEMODELAN $H_2S$ REMOVAL UNIT BERBASIS PEMODELAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DI PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

#### TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Yanuar Aji Kusuma  
NRP. 0231154000044

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA ..... (Pembimbing)
2. Ir. Matradji, M.Sc ..... (Ketua Penguji)
3. Hendra Cordova, S.T., M.T. .... (Penguji I)
4. Erna Septyaningrum, S.T., M.T. .... (Penguji II)

**SURABAYA**  
**21 Juli 2019**

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

**PEMODELAN  $H_2S$  REMOVAL UNIT BERBASIS  
JARINGAN SYARAF TIRUAN DI PT. SAKA INDONESIA  
PANGKAH LIMITED**

**Nama** : Yanuar Aji Kusuma  
**NRP** : 0231154000044  
**Departemen** : Teknik Fisika FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

**Abstrak**

Pada pemodelan  $H_2S$  removal unit dipergunakan Jaringan Syarif Tiruan (JST) dikarenakan tidak diketahui komposisi masukan *sour gas* pada plant sehingga pemodelan dengan menggunakan persamaan kimia tidak memungkinkan. Arsitektur *feed-forward* dengan algoritma pelatihan Levenberg - Marquardt dipergunakan dalam memodelkan sistem di  $H_2S$  removal unit, dengan jumlah hidden layer 1. Pada *input layer* terdapat 4 node untuk mengetahui dinamika plant tersebut, yaitu laju aliran *sour gas*, temperature *sour gas*, laju *amine*, temperature *amine*, dan perbedaan tekanan antara masukan *sour gas* dan *amine*. Sedangkan pada output layer ada 1 output node yaitu ppm  $H_2S$  pada *sweet gas*. Metode *trial* dan *error* digunakan dalam menentukan model terbaik, dengan menggunakan variasi jumlah hidden node 1-10 pada hidden layer. Parameter yang digunakan adalah nilai RMSE terkecil yang dihasilkan oleh model JST. Simulasi yang dilakukan, model JST terbaik didapatkan dengan struktur 4-7-1. Nilai RMSE yang dihasilkan pada struktur bernilai 0,4947, dengan nilai RMSE 0,4947 menunjukkan bahwa model memiliki persentase error sebesar 9,95 %

**Kata Kunci:**  $H_2S$  Removal, Jaringan Syaraf Tiruan, Levenberg – Marquardt, RMSE

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

***H<sub>2</sub>S REMOVAL UNIT MODELLING BASED ON  
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AT PT SAKA  
INDONESIA PANGKAH LIMITED***

***Name*** : Yanuar Aji Kusuma  
***NRP*** : 0231154000044  
***Department*** : Engineering Physics FTI-ITS  
***Supervisors*** : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

***Abstract***

*In H<sub>2</sub>S removal modeling, Artificial Neural Networks (ANN) are used because the composition of sour gas input is unknown in the plant so modeling using chemical reactions is not possible. Feed-forward architecture with the Levenberg - Marquardt training algorithm is used in designing the dynamics model of the plant process, with the number of hidden layers 1. In the input layer there are 4 nodes to find out the plant dynamics, namely sour gas flow rate, temperature sour gas, amine rate, temperature amine, and the pressure difference between input sour gas and amine. While at the output layer there is 1 node output, ppm H<sub>2</sub>S in sweet gas. The trial and error method is used in determining the best model, using variations in the number of hidden nodes 1-10 in the hidden layer. The parameter used is the smallest RMSE value generated by ANN models. The simulation is done, the best ANN model is obtained with a 4-7-1 structure. The RMSE value generated in the structure is 0.4947, with RMSE 0.4947 indicating that the model has an error percentage of 9.95%.*

***Keywords:*** H<sub>2</sub>S Removal, Artificial Neural Network, Levenberg-Marquardt, RMSE

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, serta shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, hingga terselesaikannya tugas akhir beserta laporan tugas akhir yang berjudul

### **PEMODELAN *H<sub>2</sub>S* REMOVAL UNIT BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED**

Penulis telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir dan laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Fisika yang telah memberikan petunjuk, ilmu, serta bimbingan selama menempuh pendidikan di Teknik Fisika.
2. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan ilmu, serta bimbingan yang sangat bermanfaat.
3. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA. selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi tempat saya mengerjakan tugas akhir yang telah memberikan ilmu, petunjuk, nasihat, serta kemudahan.
4. Bapak Dr. Syamsul Arifin, S.T, M.T selaku dosen wali yang telah membimbing penulis selama perkuliahan.
5. Orang tua serta seluruh keluarga. Terimakasih atas segala cinta, kasih sayang, doa, perhatian, serta dukungan moril dan materiil yang telah diberikan.
6. Seluruh teman Tugas Akhir Workshop Instrumentasi dan Tugas Akhir Jaringan Syaraf Tiruan , terima kasih untuk semuanya.
7. Seluruh dosen, karyawan dan civitas akademik Teknik Fisika, terimakasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuannya.

Penulis sadar bahwa penulisan laporan tugas akhir ini tidak sempurna, namun semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembaca, keluarga besar Teknik Fisika khususnya, dan civitas akademik ITS pada umumnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagai referensi pengerjaan laporan tugas akhir bagi mahasiswa yang lain.

Surabaya, 21 Juli 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	v
LEMBAR PENGESAHAN I .....	vii
LEMBAR PENGESAHAN II .....	ix
Abstrak.....	xi
KATA PENGANTAR .....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Laporan .....	3
BAB II TEORI PENUNJANG.....	5
2.1 <i>H<sub>2</sub>S Removal</i> .....	5
2.2 Kontaktor Amine .....	8
2.3 Parameter Proses pada Contactor.....	11
2.4 Jaringan Syaraf Tiruan.....	12
2.5 Arsitektur Feed-Forward.....	13
2.6 Algoritma Pelatihan <i>Levenberg – Marquardt</i> .....	13
2.7 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> .....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1 Identifikasi Parameter Proses <i>H<sub>2</sub>S removal unit</i> .....	17
3.2 Pengumpulan Data Parameter Proses.....	19
3.3 Menyiapkan pasangan data input – output untuk training dan validasi .....	22
3.4 Pemodelan <i>H<sub>2</sub>S removal unit</i> dalam bentuk Jaringan Syaraf Tiruan.....	25
3.5 Simulasi Model <i>H<sub>2</sub>S removal unit</i> .....	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1 Pelatihan Model JST .....	27
4.2 Validasi Model JS .....	32
4.3 Pembahasan .....	39
 BAB V PENUTUP .....	 41
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41
 DAFTAR PUSTAKA .....	 43
LAMPIRAN A .....	45
LAMPIRAN B .....	51
LAMPIRAN C .....	57
LAMPIRAN D .....	59
LAMPIRAN E .....	61
LAMPIRAN F .....	69
BIODATA PENULIS .....	75

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Proses H <sub>2</sub> S removal .....	5
<b>Gambar 2.2</b>	<i>Tray tower</i> .....	8
<b>Gambar 2.3</b>	Kontaktor Amine.....	10
<b>Gambar 2.4</b>	Absorpsi H <sub>2</sub> S dan CO <sub>2</sub> fungsi temperatur.....	11
<b>Gambar 2.5</b>	Arsitektur <i>Feed forward</i> .....	13
<b>Gambar 2.6</b>	Blok Diagram Algoritma LM.....	14
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram alir penelitian.....	17
<b>Gambar 3.2</b>	Parameter control pada kontaktor .....	18
<b>Gambar 3.2</b>	Data temperatur <i>sour gas inlet</i> ke kontaktor.....	19
<b>Gambar 3.3</b>	Data laju sour gas ke kontaktor .....	20
<b>Gambar 3.4</b>	Data laju amine menuju kontaktor .....	20
<b>Gambar 3.5</b>	Data pressure drop kontaktor .....	21
<b>Gambar 3.6</b>	Data ppm H <sub>2</sub> S.....	21
<b>Gambar 3.7</b>	Pembagian data temperatur amine untuk training dan validasi .....	22
<b>Gambar 3.8</b>	Pembagian data laju sour gas untuk training dan validasi .....	23
<b>Gambar 3.9</b>	Pembagian data laju amine untuk training dan validasi .....	23
<b>Gambar 3.10</b>	Pembagian data perbedaan tekanan untuk training dan validasi .....	24
<b>Gambar 3.11</b>	Pembagian data ppm H <sub>2</sub> S untuk training dan validasi .....	24
<b>Gambar 3.12</b>	Arsitektur Model JST .....	25
<b>Gambar 3.13</b>	JST dari nn tool pada matlab .....	26
<b>Gambar 4.1</b>	Neural Network Training pada Matlab.....	27
<b>Gambar 4.1</b>	Hasi pelatihan model JST terhadap target .....	29
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik MSE model JST dengan hidden node 7 .....	30
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik regresi model JST .....	31
<b>Gambar 4.4</b>	Validasi model JST .....	33

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Pasangan masukan dan keluaran .....	<b>7</b>
<b>Tabel 2.2</b>	Pasangan masukan keluaran DCS PT. Saka.....	<b>10</b>
<b>Tabel 3.1</b>	Parameter proses pasangan masukan dan keluaran ....	<b>18</b>
<b>Tabel 3.1</b>	Perbandingan data.....	<b>18</b>
<b>Tabel 3.2</b>	Parameter Model JST .....	<b>25</b>
<b>Tabel 4.1</b>	Tabel hasil nilai RMSE pelatihan pada tiap node .....	<b>28</b>
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil validasi model .....	<b>32</b>
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Uji JST pada data 1-27 .....	<b>34</b>
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil Uji JST pada data 26 - 51 .....	<b>35</b>
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil Uji JST pada data 52 - 77 .....	<b>36</b>
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil Uji JST pada data 78 - 103 .....	<b>37</b>
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil Uji JST pada data 104 - 125 .....	<b>38</b>

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT Saka Migas memproduksi *liquified petroleum gas (LPG)* dari gas alam yang dieksplorasi melalui dari sumur yang berada di ujung pangkah [1]. Gas alam yang dieksplorasi dari sumur diseparasi terlebih dahulu melalui separator tiga fasa untuk dipisahkan antara air, minyak dan gas alam. Gas hasil separasi ini disebut dengan *sour gas*. Gas ini masih kotor karena mengandung hidrogen sulfida ( $H_2S$ ). Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) perlu dihilangkan dari gas alam dikarenakan gas tersebut sangat beracun dan juga dapat mengakibatkan korosi pada peralatan [2].

Untuk menghilangkan kandungan  $H_2S$  pada gas alam maka dipergunakan  *$H_2S$  removal unit*.  *$H_2S$  removal unit* berupa kolom silinder yang berfungsi menyerap  $H_2S$  pada *sour gas* sehingga berubah menjadi *sweet gas* dengan cara mengkontakkan *sour gas* dengan *metyhldiethanolamine (MDEA)*. Setelah terjadi kontak antara amine dengan *sour gas* maka *rich amine* akan menuju *amine regenerator* untuk dimurnikan agar dapat digunakan untuk menyerap  $H_2S$  lagi pada kontaktor. Sementara *sweet gas* akan diolah lebih lanjut menjadi LPG [3].

Kondisi saat ini, gas yang di eksplorasi memiliki laju *sour gas*  $\pm 22$  *MMSCFD* dengan menggunakan laju amine  $19,4$   $m^3/h$  sedangkan kondisi awal pengoperasian laju *sour gas* sebesar  $\pm 100$  *MMSCFD* dibutuhkan laju amine  $\pm 33$   $m^3/h$ . Adanya perubahan ini akibat dari kandungan air yang meningkat dari sumur. Sehingga membuat gas yang menuju kolom memiliki komposisi gas basah. Sedangkan desain dari  *$H_2S$  removal unit* tidak mengalami perubahan sejak awal beroperasi. Hal ini juga ditemukannya permasalahan pada *flash drum* dimana sensor level selalu menunjukkan level 100%.

Apakah dengan menurunnya kadar gas hasil pemisahan dari separator akan mempengaruhi penyerapan  $H_2S$  oleh amine. Maka pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan dalam bentuk struktur jaringan syaraf tiruan untuk merepresentasikan sistem

pada *H<sub>2</sub>S removal unit*. Hal ini dikarenakan tidak diketahuinya dengan pasti komposisi gas dalam sour gas. Sehingga akan menyulitkan jika pemodelan dilakukan melalui reaksi kimia. Untuk itu *H<sub>2</sub>S removal unit* akan diasumsikan seperti sebuah *blackbox*, melalui asumsi ini dapat diamati perubahan keluaran terhadap perubahan masukan, serta parameter proses yang dikendalikan. Melalui asumsi ini diharapkan dapat dilakukan pemodelan *H<sub>2</sub>S removal unit* dalam bentuk struktur jaringan syaraf tiruan. Untuk itu diperlukan pasangan data input dan output yang dapat merepresentasikan model, pasangan data ini didapatkan dari ruang kontrol di PT. Saka Migas lalu dianalisa untuk dipersiapkan sebagai data training dan data validasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari paparan latar belakang diatas maka permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana mengetahui parameter yang mempengaruhi kinerja *H<sub>2</sub>S removal unit*?
- b. Bagaimana mengolah parameter yang didapatkan ini menjadi pasangan data *input output* untuk dipersiapkan menjadi data training dan data validasi?
- c. Bagaimana merancang struktur jaringan syaraf tiruan sebagai model dinamika *H<sub>2</sub>S removal unit*?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui parameter yang mempengaruhi kinerja *H<sub>2</sub>S removal unit*.
- b. Mengolah parameter yang didapatkan ini menjadi pasangan data input output untuk dipersiapkan menjadi data training dan data validasi.
- c. Merancang struktur jaringan syaraf tiruan sebagai model *H<sub>2</sub>S removal unit*.



#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- a. Unit kontaktor berada dalam *amine regeneration plant* di PT.Saka Migas Energi
- b. Data parameter proses didapatkan dari *control room* PT.Saka Migas
- c. Data parameter proses akan dianalisa untuk dipersiapkan sebagai pasangan data input dan output.
- d. Simulasi dinamika jaringan syaraf tiruan akan menggunakan toolbox Simulink MATLAB

#### 1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut:

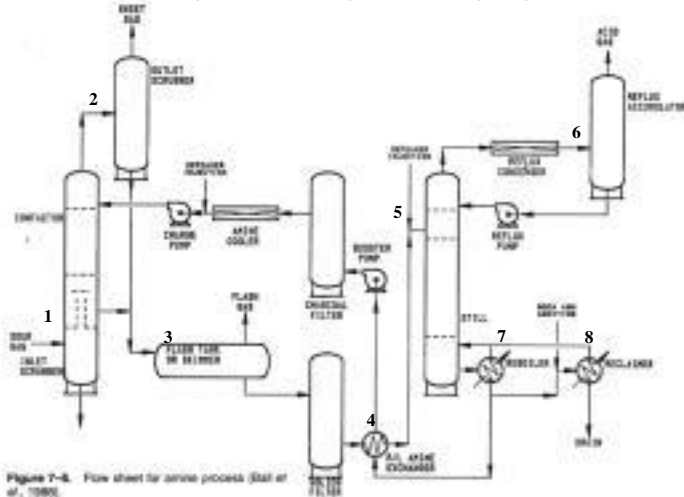
- a. **BAB I PENDAHULUAN**  
Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan.
- b. **BAB II TEORI PENUNJANG**  
Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.
- c. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**  
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 ini memang dikosongkan”*

## BAB II TEORI PENUNJANG

### 2.1 $H_2S$ Removal

Terdapat dua prinsip utama dalam proses *removal  $H_2S$*  pada *sour gas*. Yakni proses absorpsi dan regenerasi. Absorpsi bertujuan menghilangkan kandungan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) pada *sour gas*. Sedangkan proses regenerasi bertujuan memurnikan *rich amine* menjadi *amine* agar siap dipakai kembali pada proses absorpsi. Proses absorpsi dan regenerasi ditunjukkan dengan gambar 2.1



**Gambar 2.1** Proses  $H_2S$  removal [4]

Sistem absorpsi yang digunakan terdiri dari beberapa peralatan yaitu *inlet scrubber*, *contactor* dan *outlet separator*.

#### *Inlet scrubber*

*Inlet scrubber* berfungsi menghilangkan kontaminan seperti *produced water* yang terbawa, partikel – partikel padatan dan hidrokarbon. Dimana saline pada *produced water* yang terbawa oleh gas merupakan sumber kontaminator yang paling sering pada proses *sweetening*. Apabila gas

terkontaminasi partikel kecil maka dapat ditambahkan *washing* dengan air.

#### *Contactor*

Dimana proses utama berupa absorpsi  $H_2S$  terjadi pada ekuipmen ini. Dilakukan dengan cara mengkontakkan antara *sour gas* dengan *amine*. Kebanyakan kontaktor menggunakan *tray* untuk mengkontakkan antara *sour gas* dengan *amine*. Desain standar untuk jumlah *tray* yang dipakai adalah 20. Gas hasil separasi disebut dengan *sweet gas* yang menuju *outlet separator*. Sedangkan *amine* yang digunakan menyerap  $H_2S$  disebut dengan *rich amine*, yang kemudian menuju ke *flash tank*.

#### *Outlet separator*

Fungsinya ialah untuk menghilangkan cairan yang terbawa dari *sweet gas* dan mencegah terjadinya kontaminasi terhadap ekuipmen. Sekaligus juga sebagai sinyal apabila terjadi *foaming* pada kontaktor

Sistem regenerasi yaitu terdapat *flash tank*, *rich/lean amine heat exchanger*, *stripping still*, *reboiler filters* dan *reclaimer*.

#### *Flash Tank*

*Flash tank* berfungsi untuk menghilangkan kandungan hidrokarbon yang terdapat pada *rich amine*. Disebabkan kontaminasi oleh hidrokarbon pada *amine* kerap kali meningkatkan terjadinya *foaming*.

#### *Rich / Lean Amine Heat Exchanger*

*Heat exchanger* disini berfungsi untuk menaikkan temperatur *rich amine* sehingga mengurangi kerja dari reboiler. Serta mengurangi temperatur pada *lean amine* sebelum masuk ke *aerial cooler*.

#### *Stripping Still*

Disebut juga dengan regenerator karena fungsi utamanya untuk meregenerasi *rich amine* menjadi *lean amine*. Proses pemisahan  $H_2S$  dari *amine* larutan dilakukan dengan membalik reaksi awal, dengan cara operasi dilakukan pada tekanan rendah dan temperatur tinggi sehingga asam dan

partikel dapat terlepas dari amine. Kemudian amine yang dimurnikan akan digunakan kembali pada kolom absorber.

### *Reboiler*

Ada beberapa fungsi dari reboiler. Pertama untuk memanaskan amine yang mengandung  $H_2S$  pada *boiling point*. Selain itu untuk memutus ikatan kimia antara amine dengan gas asam dan pemanas dipakai pada make-up water.

### *Reclaimer*

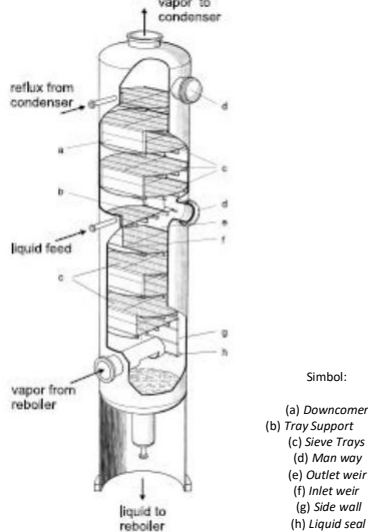
*Reclaimer* berfungsi sebagai regenerator tambahan bagi amine primer, dimana awalnya reclaimer seperti pemanasan digunakan untuk memisahkan antara amine dan kontaminator.

**Tabel 2.1** Pasangan masukan dan keluaran

No	Unit	Masukan	Keluaran
1	Contactora	<i>Sour Gas</i>	<i>Sweet Gas</i>
		<i>Lean Amine</i>	<i>Rich Amine</i>
2	Outlet separator	<i>Sweet Gas</i>	<i>Sweet Gas</i>
3	Flash Tank	<i>Rich Amine</i>	<i>Flash Rich</i>
			<i>Flash Gas</i>
4	R/L Amine Exchanger	Rich Amine	Heated Rich Amine
		Lean Amine	Cooled Lean Amine
5	Amine Regenerator	<i>Flash Rich</i>	<i>Lean Amine</i>
		Air	Air terkondensasi
6	Reflux Accumulator	Air terkondensasi	<i>Acid Gas</i>
			Air
7	Reboiler	Acid Amine	Lean amine
8	Reclaimer	Soda Addition	Lean Amine
		Acid Amine	

## 2.2 Kontaktor Amine

Kontaktor memiliki fungsi primer yaitu menyediakan area luas bagi amine agar proses absorpsi dengan sour gas dapat lebih optimal [5].

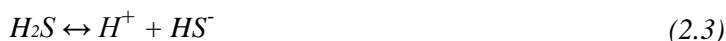
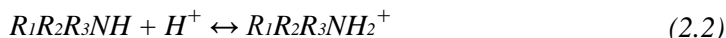


**Gambar 2.2** Tray tower [6]

Tray merupakan suatu alat kontak fase yang dirancang dengan harapan distribusi komposisi-komposisi dalam kedua fase mendekati sempurna. Terjadinya pertukaran antara *sour gas* dan amine secara lawan arah (*countercurrent*). Dimana amine akan mengalir dari satu *tray* menuju *tray* yang lebih rendah dengan jatuh bebas. Pertukaran antara larutan amine dengan *sour gas* terjadi dengan dibantu oleh luas permukaan piringan pada setiap *tray*. Agar terjadinya kontak antara *sour gas* dengan lean amine efektif maka dipasang *weir* untuk menampung amine untuk sementara waktu sebelum turun melalui *downcomer* melibatkan transfer proton secara instan dan reaksi tersebut dapat dibalik [7].

Proses absorpsi asam pada amine didapatkan dengan dua langkah. Langkah pertama *sour gas* akan terurai pada larutan kemudian gas yang terurai akan bereaksi dengan amine. Dikarenakan dari karakteristik alami amine, amine dapat bereaksi dengan asam dan membentuk asam – basa kompleks, dimana reaksi eksotermik tinggi [8]

Pada kasus penyerapan  $H_2S$  penyerapan antara amine dan *sour gas* adalah amine protoanation dan ionisasi sebagai berikut [9].



$H_2$  = Hidrogen

$O_2$  = Oksigen

N = Nitrogen

R = Kelompok methyl

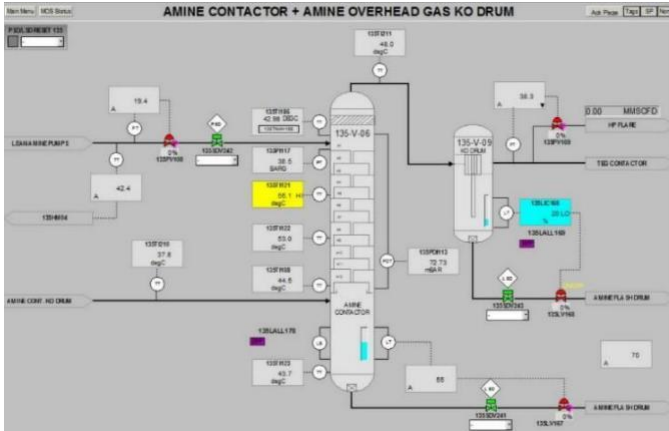
$H_2S$  = Hidrogen sulfida

Seluruh reaksi diatas terjadi secara reversible, dimana reaksi dari arah kiri ke kanan menunjukkan fase penyerapan yang terjadi pada temperatur rendah dan tekanan tinggi (eksotermik). Sedangkan reaksi kanan ke kiri merepresentasikan fase regenerasi terjadi pada temperatur tinggi dan tekanan rendah (endotermik) [5].

Kondisi operasi

Tipe amine yang digunakan PT Saka Migas untuk menyerap  $H_2S$  pada aliran *sour gas* adalah *MDEA (methyldiethanolamine)*. Standar pemurnian yang ditetapkan untuk kandungan  $H_2S$  pada *sweet gas* sendiri tidak boleh melebihi dari 6 ppm dibawah standar yang ditetapkan dari standar acuan internasional yaitu 4 ppm.

Desain kapasitas awal dari kontaktor mampu mengolah sour gas hingga 144 *MMSCFD* [1] .



**Gambar 2.3** Kontaktor Amine [1]

Pada gambar 2.3 didapatkan dari DCS PT. Saka yang menunjukkan kondisi langsung operasi dari kontaktor. Terlihat bahwa terdapat dua masukan dan dua keluaran. Masukan yaitu sour gas yang berasal dari filter amine dan lean amine. Sedangkan keluaran berupa sweet gas dan rich amine. Sedangkan parameter operasi yang digunakan untuk mengawasi jalannya operasi berupa temperatur dan tekanan menggunakan *Temperature Transmitter (TT)* dan *Pressure Differential Transmitter (PDT)*.

**Tabel 2.2** Pasangan masukan keluaran Kontaktor

Unit	Masukan	Keluaran
Kontaktor	Laju Sour gas	Ppm H <sub>2</sub> S
	Laju Amine	
	Temperatur Amine	
	Perbedaan Tekanan	

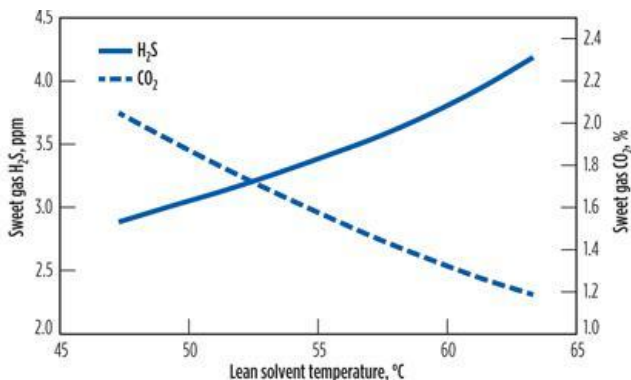


Pada pemodelan jaringan syaraf tiruan, rich amine yang merupakan sisa penyerapan antara amine dan *sour gas* tidak disertakan ke dalam model dikarenakan bukan merupakan parameter keberhasilan proses absorpsi. Sebab parameter utama keberhasilan proses pemurnian *sour gas* adalah nilai ppm  $H_2S$  pada sweet gas dimana ditetapkan oleh PT Saka tidak melebihi 6 ppm.

### 2.3 Parameter Proses pada Contactor

Pada proses *contactor* terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi absorpsi  $H_2S$  oleh amine diantaranya adalah: Temperatur

Temperatur amine merupakan satu-satunya parameter yang dapat dikendalikan pada absorber. Suhu operasi yang rendah umumnya lebih dipilih untuk kinerja kolom absorpsi yang lebih baik dalam menyerap  $H_2S$ . Namun, pelarut MDEA diketahui bereaksi secara kinetik dengan  $CO_2$ , dan setiap penurunan suhu lean amine harus mengurangi laju reaksi konstan, sehingga meningkatkan  $CO_2$  [10].



**Gambar 2.4** Absorpsi  $H_2S$  dan  $CO_2$  fungsi temperatur [11]

Pada gambar 2.4 menunjukkan pengaruh amine sebagai fungsi temperatur terhadap  $H_2S$  dan  $CO_2$ . Ketika amine pada suhu rendah  $47^\circ C$  kandungan  $H_2S$  berada di titik terendah yakni 2.8 ppm sedangkan ketika temperatur dinaikkan berakibat terhadap

kandungan  $H_2S$  pada sweet gas meningkat hingga 4.1 ppm pada temperatur  $63^{\circ}C$  namun terlihat dari grafik dampak ketika temperatur diturunkan terdapat kenaikan kandungan  $CO_2$  pada sweet gas.

Perbedaan temperatur masukan antara amine dan sour gas secara luas direkomendasikan setidaknya  $5^{\circ}C$  lebih tinggi dari masukan *sour gas* untuk mencegah terjadinya kondensasi hidrokarbon. Namun pada saat yang sama, temperatur masukan larutan tinggi dapat menyebabkan kapasitas penyerapan  $H_2S$  pada gas menjadi lebih rendah dan kemungkinan kehilangan air menjadi lebih tinggi. Maka penting untuk dipasang *cooler* maupun *heat exchanger* untuk mengontrol temperatur masukan gas [8].

#### Perbedaan Tekanan

Cara terbaik untuk memantau kinerja absorber dan mendeteksi busa adalah dengan *differential pressure cell* yang terhubung dengan saluran gas masuk dan keluar [4]. Kolom harus dilengkapi dengan instrument perbedaan tekanan untuk memantau segala kelainan pada penurunan tekanan. Misalnya jika penurunan tekanan muncul dengan sangat cepat [8].

Peningkatan tekanan diferensial kolom yang tiba-tiba adalah tanda pertama dari sistem yang berbuis. Biasanya, kolom penyerap amina dilengkapi dengan sel tekanan diferensial untuk memantau kelainan sistem. Ketika kontakor berbuis dan tinggi busa meningkat, volume kosong di dalam kolom berkurang, yang mengarah ke penurunan tekanan yang lebih tinggi [12].

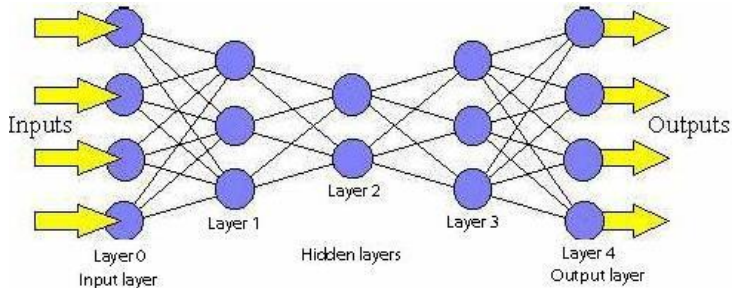
## 2.4 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan sekumpulan dari algoritma, yang dimodelkan secara bebas dalam meniru otak manusia, yang di rancang untuk mengenali pola – pola. Baik pola tersebut berupa numerikal termasuk didalamnya vektor , gambar ,suara ,tulisan maupun deret waktu [13].

Jaringan syaraf tiruan tidak diprogram untuk menghasilkan keluaran tertentu. Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pengalamannya selama mengikuti proses

pembelajaran. Pada proses pembelajaran, ke dalam jaringan saraf tiruan dimasukkan pola-pola masukan (dan keluaran) lalu jaringan akan diajari untuk memberikan jawaban yang bisa diterima [14].

## 2.5 Arsitektur Feed-Forward



**Gambar 2.5** Arsitektur *Feed forward* [15]

Jaringan feed-forward memiliki beberapa karakteristik yang membedakan dengan arsitektur lainnya diantaranya:

Perceptron disusun di layer-layer dimana layer pertama menerima input dan layer terakhir mengeluarkan output. Layer tengah tidak memiliki hubungan dengan pengaruh luar, dan sebab oleh itu disebut hidden layers.

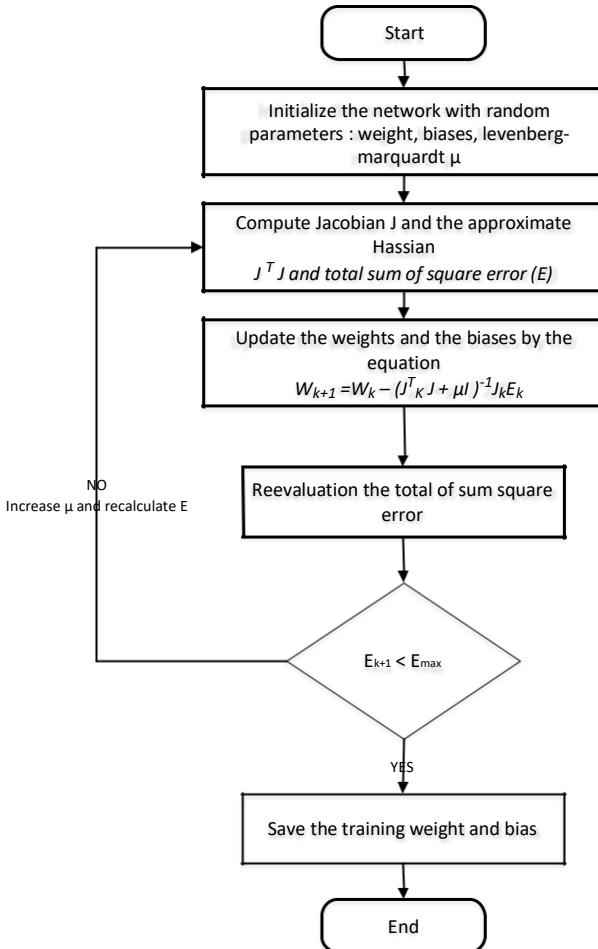
Setiap perceptron pada satu layer terhubung dengan setiap perceptron pada layer berikutnya. Oleh karena itu informasi secara konstan diumpukan maju dari lapisan ini ke lapisan berikutnya.

Tidak ada koneksi diantara perceptron pada layer yang sama. [15]

## 2.6 Algoritma Pelatihan *Levenberg – Marquardt*

Algoritma *Levenberg-Marquardt* (LM) merupakan pengembangan dari algoritma *Back Propagation* (BP). Algoritma ini merupakan gabungan antara algoritma *steepest descent* dan algoritma Gauss-Newton. Dimana algoritma ini menggabungkan

kecepatan dari algoritma Gauss-Newton dan stabilitas dari algoritma *steepest descent* [16].



**Gambar 2.6** Blok Diagram Levenberg - Marquardt [17]

Algoritma *Levenberg–Marquardt* terdiri dari beberapa langkah berikut untuk setiap iterasi atau epoch nya [17].

1. Parameter – parameter jaringan seperti bobot dan bias diinisialisasi secara acak.

2. Menghitung Jacobian ( $J$ ) dengan pendekatan matriks hessian  $J^T J$  yang nantinya untuk mengatasi invers dengan menggunakan algoritma:

$$H \approx J^T J + \mu I \quad (2.5)$$

$\mu$  = koefien kombinasi

$I$  = matriks identitas

3. Nilai SSE dikalkulasi dengan persamaan

$$SSE = \sum_{m=1}^M (y_m - \hat{y}_m)^2 \quad (2.6)$$

dengan :

$x$  = vektor masukan

$w$  = vektor bobot

$p$  = indeks pola

$m$  = indeks luaran

$e_m$  = error pelatihan pada luaran  $m$  saat diberikan pola  $p$  yang didefinisikan sebagai

$$e_m = y_m - \hat{y}_m \quad (2.7)$$

dengan :

$d$  = luaran yang diinginkan

$o$  = luaran yang dihasilkan

4. Bobot dan bias kemudian diperbarui dengan menggunakan persamaan.

$$\theta_{k+1} = \theta_k - W_k J^T (J_k^T J_k + \mu I)^{-1} J_k E_k \quad (2.8)$$

$W_k$  adalah bobot pada iterasi tersebut sedangkan  $W_{k+1}$  adalah bobot setelah terjadi pertambahan iterasi.

5. Nilai dihitung SSE kembali dengan bobot baru yang telah didapatkan.

6. Jika nilai Error lebih besar maka akan dilakukan penghitungan kembali matriks Jacobian dengan menambahkan nilai koefisien kombinasi.
7. Jika nilai SSE lebih kecil dari error target maka nilai bobot dan bias akan disimpan.

### 2.7 Root Mean Square Error (RMSE)

Perancangan model JST menggunakan software MATLAB. Agar data dapat diaktivasi maka rentang data harus berada antara 0 dan 1 oleh karena itu perlu dilakukan normalisasi data dengan menggunakan persamaan 2.9 [18]

$$x' = \frac{0.8(x - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} + 0.1 \quad (2.9)$$

dengan :

- $x'$  = data hasil normalisasi
- $x$  = data asli
- $x_{\max}$  = nilai maksimum data asli
- $x_{\min}$  = nilai minimum data asli

Model JST yang telah dirancang harus dievaluasi untuk mengetahui performanya. Metode RMSE menghitung dengan membandingkan perbedaan nilai estimasi dengan nilai aktual. Semakin kecil nilai RMSE yang dihasilkan menunjukkan semakin sedikit error yang terjadi. Model yang baik menunjukkan nilai RMSE pada validasi bernilai kecil mendekati nol [19].

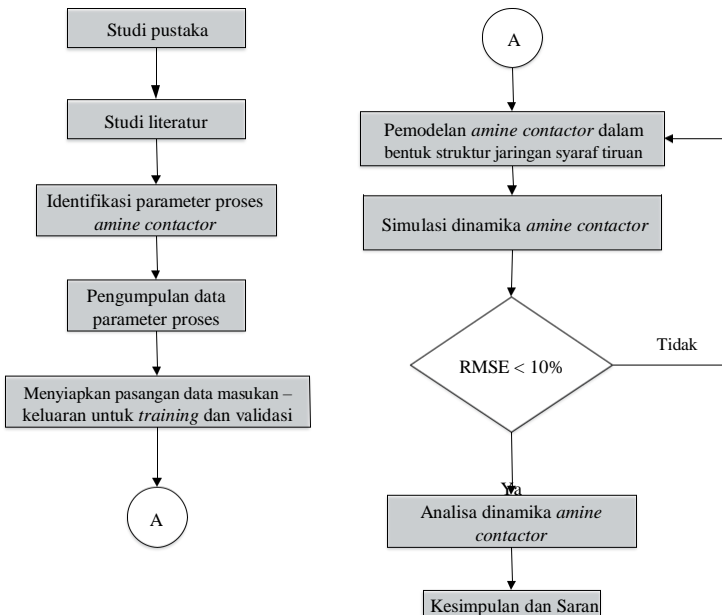
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.10)$$

dengan:

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

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

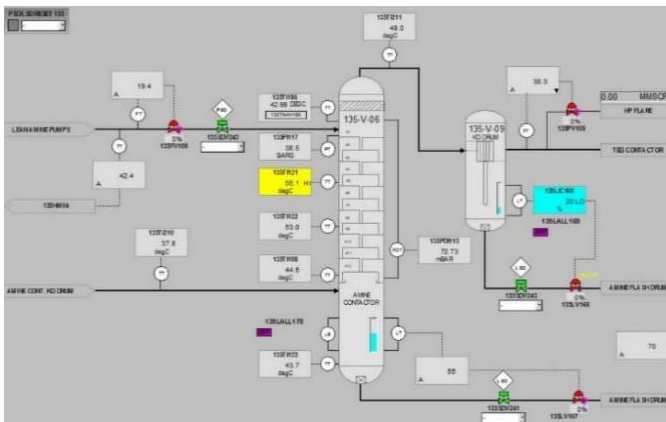
Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan melakukan Tugas Akhir yang ditunjukkan diagram alir (*flowchart*) pada gambar 3.1



**Gambar 3.7** Diagram alir penelitian

### 3.1 Identifikasi Parameter Proses *H<sub>2</sub>S removal unit*

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan dari *textbook* maupun penelitian – penelitian sebelumnya yang terdapat pada bab 2 maka didapatkan parameter – parameter yang dibutuhkan untuk memodelkan *H<sub>2</sub>S removal unit* dalam jaringan syaraf tiruan.



**Gambar 3.8** Parameter control pada kontactor

**Tabel 3.3** Parameter proses pasangan masukan dan keluaran

Unit	Masukan	Keluaran
Kontactor	Laju Sour gas	Ppm H <sub>2</sub> S
	Laju FlowAmine	
	Temperatur Amine	
	Perbedaan tekanan	

**Tabel 3.4** Perbandingan data parameter

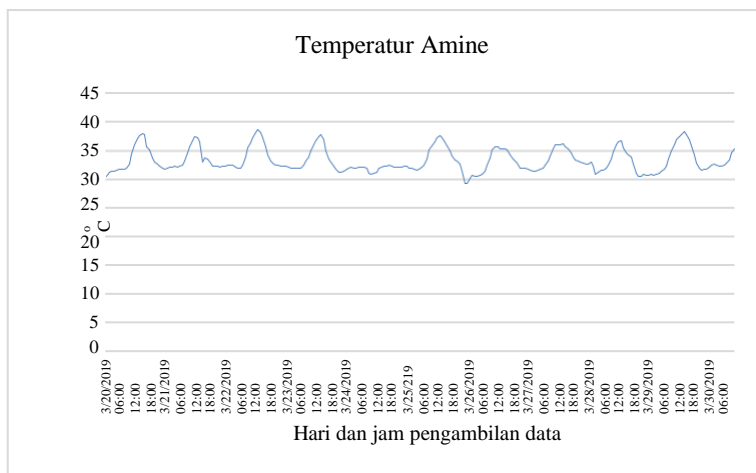
No	Data	Awal	2010	2019
1	Laju sour gas (MMSCFD)	100.789	40.058	22
2	Temperatur masukan ( $^{\circ}C$ )	29.5	37.431	34.58
3	Perbedaan tekanan (bar)	55,907	68.325	79.22
4	Laju lean amine ( $m^3/h$ )	33,311	29.762	19.4
5	Ppm H <sub>2</sub> S ppm	8	5.27	6



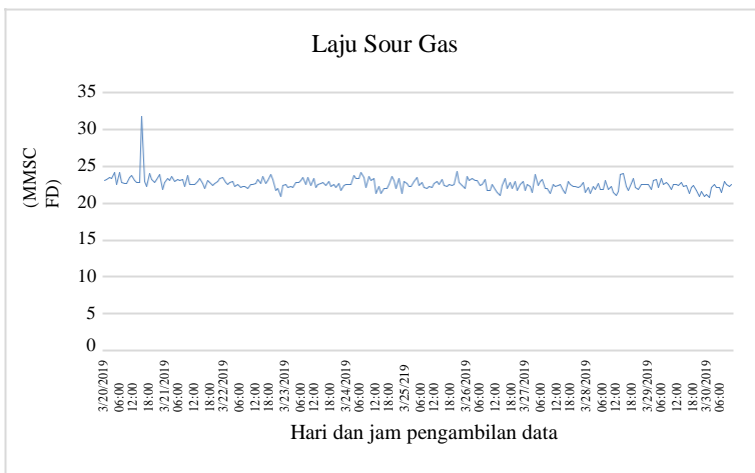
Parameter operasi yang digunakan temperatur dan perbedaan tekanan dikarenakan temperatur mempengaruhi dari absorpsi  $H_2S$  oleh amine sedangkan tekanan sebagai indikasi terjadinya *foaming* yang berakibat pada meningkatnya ppm  $H_2S$  pada *sweet gas*.

### 3.2 Pengumpulan Data Parameter Proses

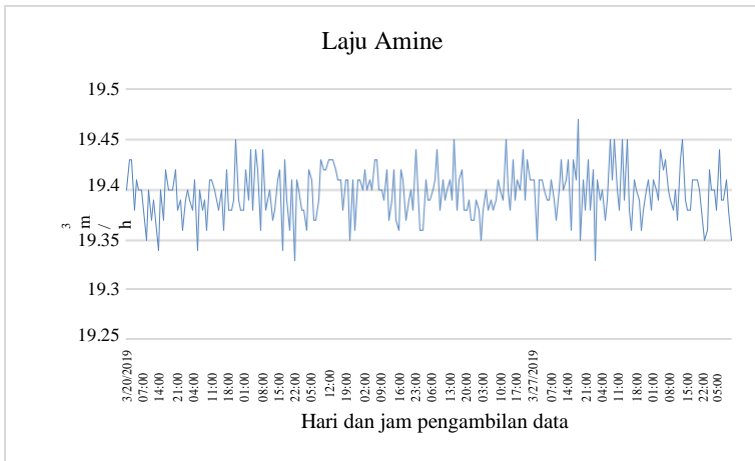
Pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa laju *sour gas*, , *Pressure drop*, laju *amine*, temperatur amine, ppm  $H_2S$  pada *sweet gas*. Dimana data – data tersebut diambil dari operator PT Saka migas selama bulan maret 2019. Data diambil tiap jam pada setiap harinya selama 1 bulan sehingga didapatkan 250 pasang data.



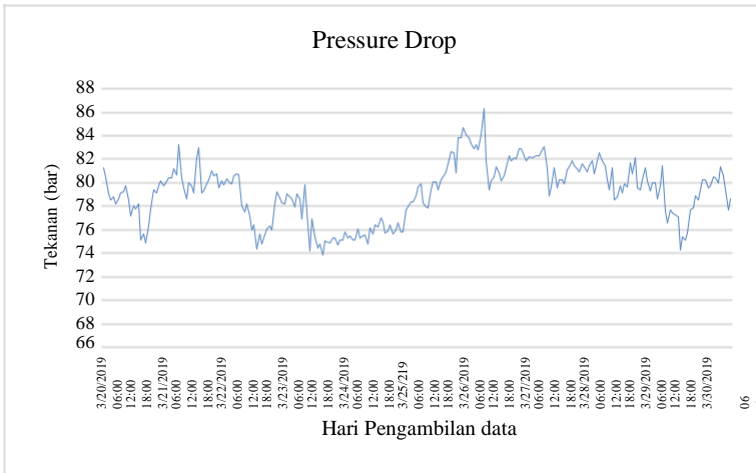
**Gambar 3.9** Data temperatur *sour gas inlet* ke kontaktor



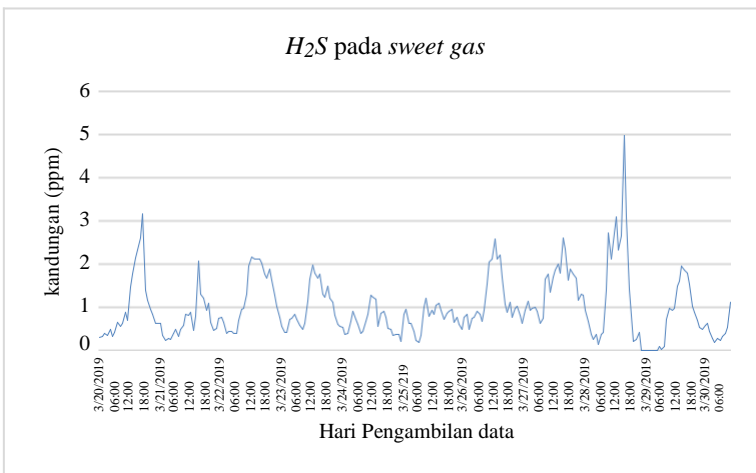
**Gambar 3.10** Data laju sour gas ke kontaktor



**Gambar 3.11** Data laju amine menuju kontaktor



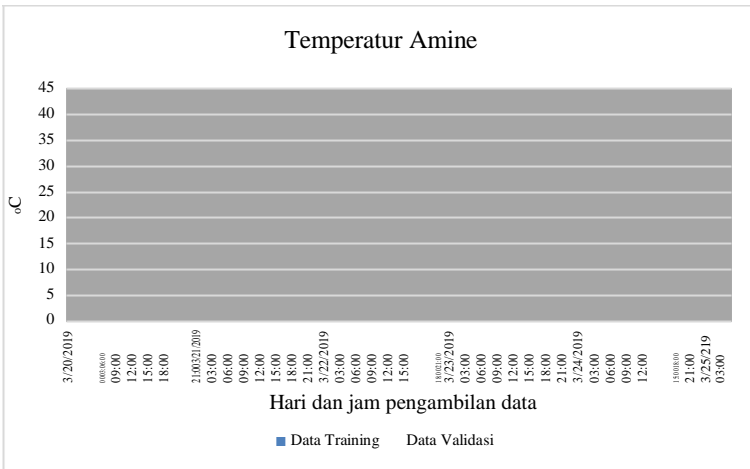
**Gambar 3.12** Data pressure drop kontaktor



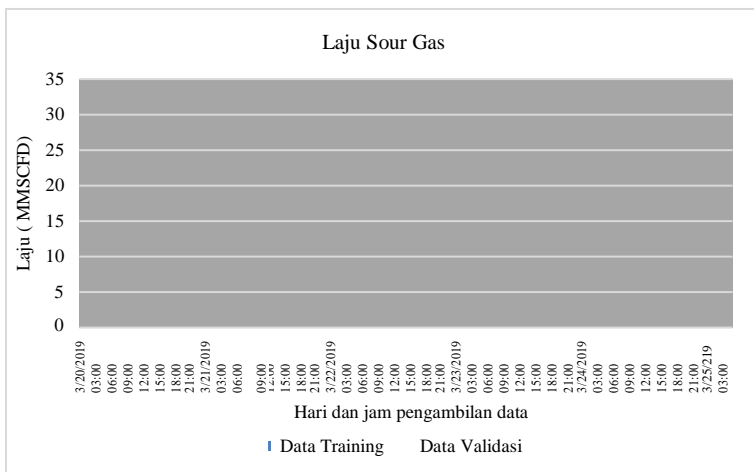
**Gambar 3.13** Data ppm H<sub>2</sub>S

### 3.3 Menyiapkan pasangan data input – output untuk training dan validasi

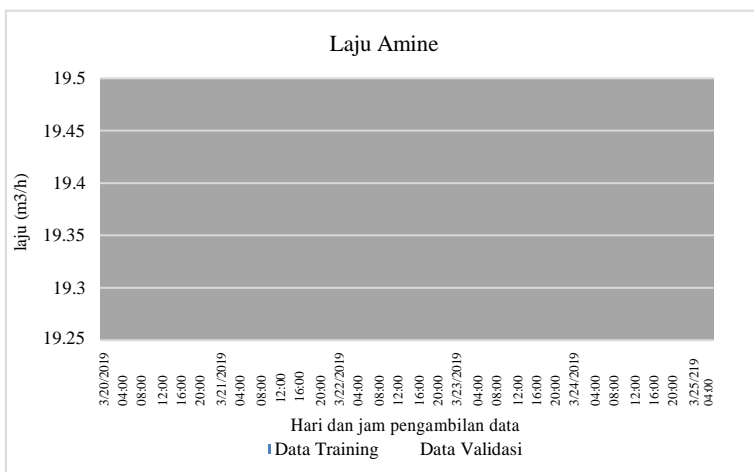
Data yang didapatkan dari DCS PT Saka berupa masukan dan keluaran akan digunakan sebagai pemodelan kolom amine menggunakan jaringan syaraf tiruan. Dalam pemodelan maka data dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama sebagai data pelatihan yang digunakan untuk membuat model jaringan syaraf tiruan dan bagian kedua sebagai data validasi. Dimana data 50% sebagai data pelatihan dan 50% data validasi. Pemilihan data dilakukan secara acak baik data pelatihan maupun validasi.



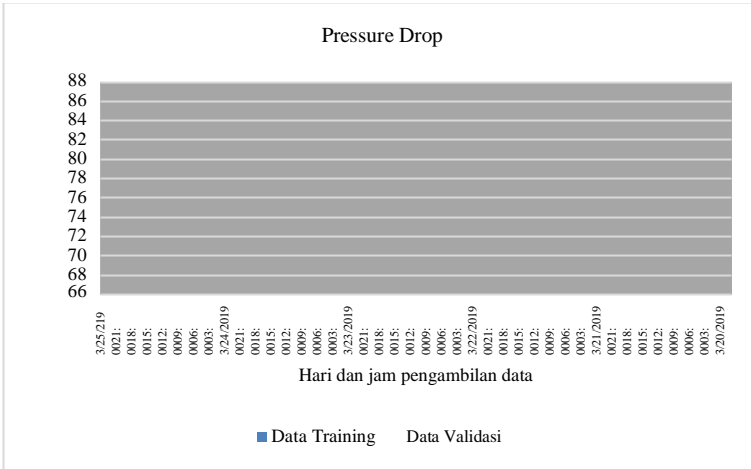
**Gambar 3.14** Pembagian data temperatur amine untuk training dan validasi



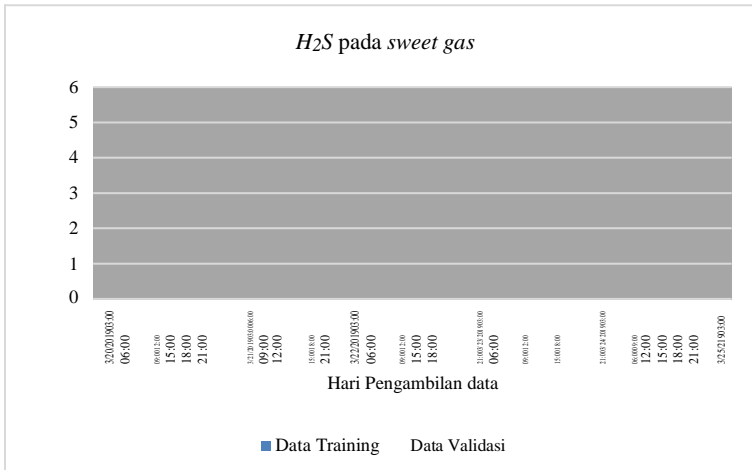
**Gambar 3.15** Pembagian data laju sour gas untuk training dan validasi



**Gambar 3.16** Pembagian data laju amine untuk training dan validasi



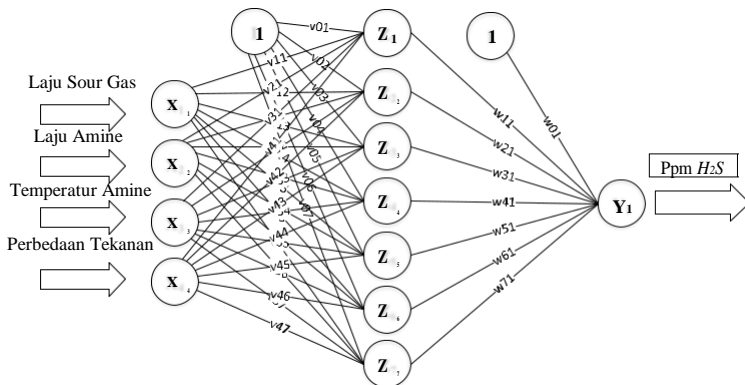
**Gambar 3.170** Pembagian data perbedaan tekanan untuk training dan validasi



**Gambar 3.181** Pembagian data ppm H<sub>2</sub>S untuk training dan validasi

### 3.4 Pemodelan $H_2S$ removal unit dalam bentuk Jaringan Syaraf Tiruan

Pada penelitian ini digunakan perancangan model  $H_2S$  removal unit menggunakan arsitektur *feed forward* yang adaptif terhadap masukan non-linear. Sedangkan algoritma pelatihan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Levenberg-Marquardt*. Dikarenakan algoritma tersebut memiliki keunggulan kecepatan algoritma *Gauss-Newton* dan kestabilan *steepest - descent*. Dengan menggunakan satu *hidden layer*, satu *input layer*, satu *output layer*.



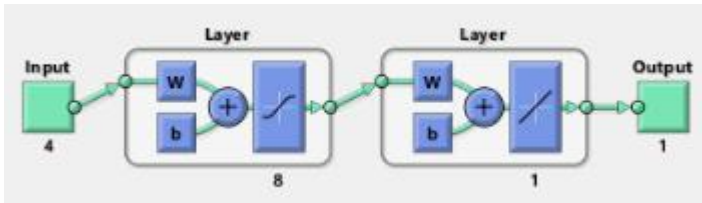
**Gambar 3.119** Arsitektur Model JST

**Tabel 3.5** Parameter Model JST

No	Parameter	Keterangan
1	Arsitektur jaringan	<i>Feed-forward</i> dengan multilayer
2	Algoritma <i>training</i>	<i>Levenberg -Marquardt</i>
3	Jumlah hidden layer	1
4	Fungsi aktivasi	tangen sigmoid dan linear
5	Epoch maksimum	200
6	Target MSE	0.01

Variabel yang digunakan pada input layer berupa laju *sour gas*, laju amine, temperatur amine dan perbedaan tekanan. Data yang digunakan sebanyak 250 set data. Data kemudian dibagi menjadi dua bagian, sebanyak 125 set data untuk pelatihan dan 125 data sebagai validasi data. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah tangen sigmoid untuk layer input ke hidden layer dan linear untuk hidde layer ke output layer. Sedangkan untuk target MSE ditetapkan sebesar 0.01 bedasarkan *trial* dan *error*.

### 3.5 Simulasi Model H<sub>2</sub>S removal unit



**Gambar 3.120** JST dari nn tool pada matlab

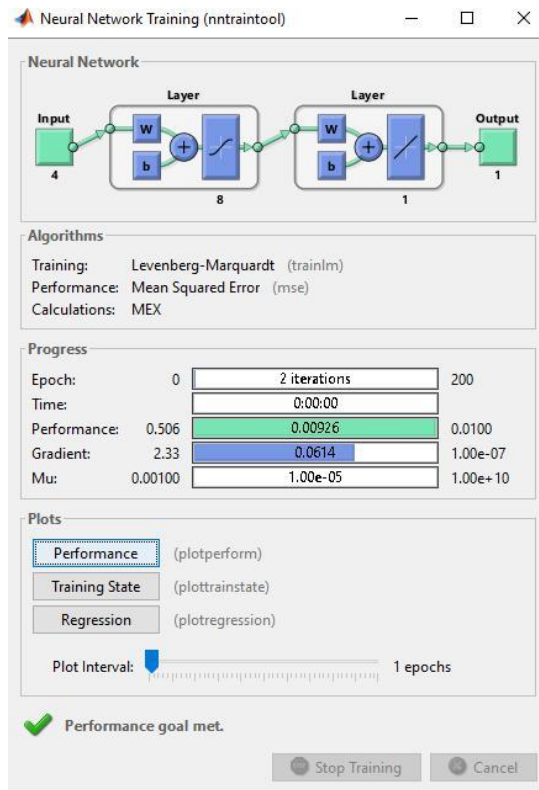
Pada gambar 3.13 menunjukkan simulasi yang dijalankan setelah dilakukan perancangan model dari JST. Struktur model yang telah dibuat terlihat pada bagian atas . 4 node input pada input layer , 8 node pada hidden layer dan dan 1 node pada output layer .Terdapat beberapa parameter pada simulasi diataranya jumlah epoch , performansi dimana simulasi akan berhenti jika nilai error (mse) telah tercapai sesuai target yang telah ditetapkan.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pelatihan Model JST

Model JST yang telah dirancang kemudian dilakukan training agar dapat diketahui apakah struktur tersebut sudah baik dengan indikasi error dan konvergensinya. Pelatihan adalah proses pembentukan konfigurasi bobot dari jaringan. Pembentukan ini mempunyai tujuan akhir agar *input* yang diberikan padanya akan direspon melalui bobot tersebut, menghasilkan *output* yang sesuai dengan target *output* untuk *input* yang bersangkutan.



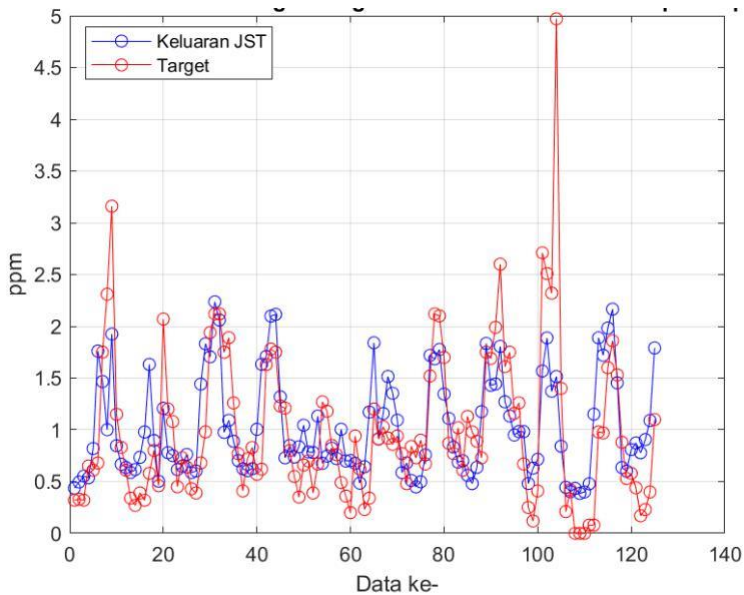
Gambar 4.21 Neural Network Training pada Matlab

Variabel yang dapat digunakan sebagai variabel masukan pada *input layer* untuk melakukan estimasi ppm H<sub>2</sub>S adalah temperatur amine, laju amine, laju sour gas, pressure drop. Pelatihan pada penelitian ini dilakukan variasi pada jumlah node hidden layer dengan menggunakan variasi 1 – 10 node. Nilai RMSE dari setiap *hidden node* dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.1** Tabel hasil nilai RMSE pelatihan pada tiap node

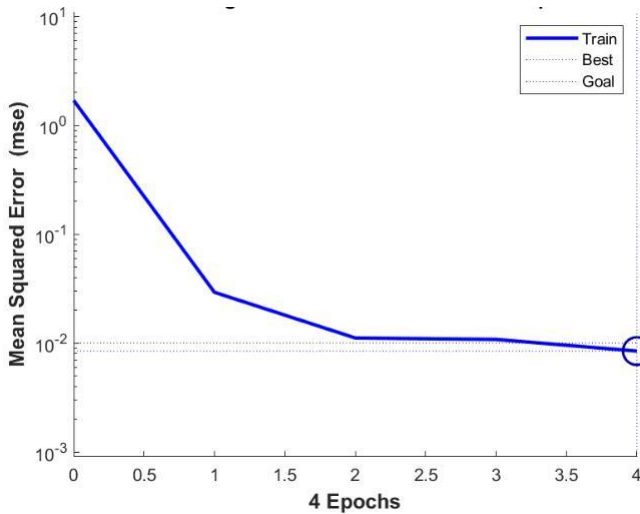
No	Hidden Node	MSE	RMSE	Epoch
1	1	0.3509	0.5923	3
2	2	0.3799	0.6164	4
3	3	0.3443	0.5868	6
4	4	0.378	0.6148	3
5	5	0.3631	0.6026	4
6	6	0.3551	0.5959	3
7	7	0.3259	0.5709	4
8	8	0.3772	0.6142	2
9	9	0.3565	0.5971	2
10	10	0.365	0.6042	3

Tabel 4.1 menerangkan hasil estimasi berupa parameter nilai MSE dan RMSE, dari 10 variasi yang memiliki nilai MSE dan RMSE terkecil adalah hidden layer dengan node 7 dengan nilai sebesar 0,2359 dan 0,5709 pada epoch ke 4.



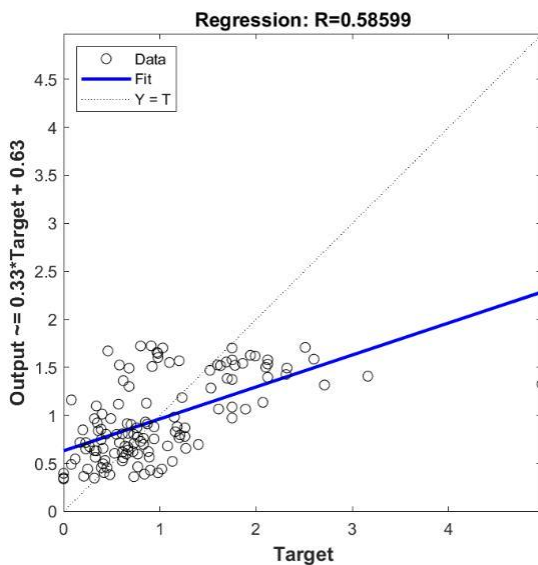
**Gambar 4.22** Hasil pelatihan model JST terhadap target

Gambar 4.1 diatas merupakan grafik perbandingan hasil keluaran model JST yang ditunjukkan dengan lingkaran biru dan nilai sesungguhnya yang ditunjukkan dengan garis merah. Dari Gambar 4.1 tersebut, dapat diketahui bahwa model JST dapat mengikuti pola dari target dengan nilai RMSE 0,5709. Sedangkan performansi dari model ditunjukkan pada gambar 4.2 dimana target MSE dapat dicapai pada epoch 4.



**Gambar 4.23** Grafik MSE model JST dengan hidden node 7

Dari gambar 4.2 diatas, dapat diketahui bahwa pelatihan dengan 7 *hidden node* mampu mencapai *error* yang diinginkan, yakni sebesar  $1 \times 10^{-2}$  sehingga proses pelatihan berhenti pada *epoch* ke-4 . Perbandingan nilai keluaran JST dengan target dengan jumlah *hidden node* sebanyak 9 *node* tersebut juga dapat dilihat grafik estimasi dibawah ini.



**Gambar 4.24** Grafik regresi model JST

Pada gambar 4.3 di atas diketahui pada hidden node 7 memiliki nilai regresi sebesar 0.58859. Meskipun nilai regresi masih belum mendekati 1 namun hasil validasi menunjukkan bahwa model dapat mengikuti target yang belum pernah diujikan. Pada tabel 4.2 menunjukkan nilai RMSE model dengan dilakukan validasi menggunakan data yang belum pernah dilatihkan.

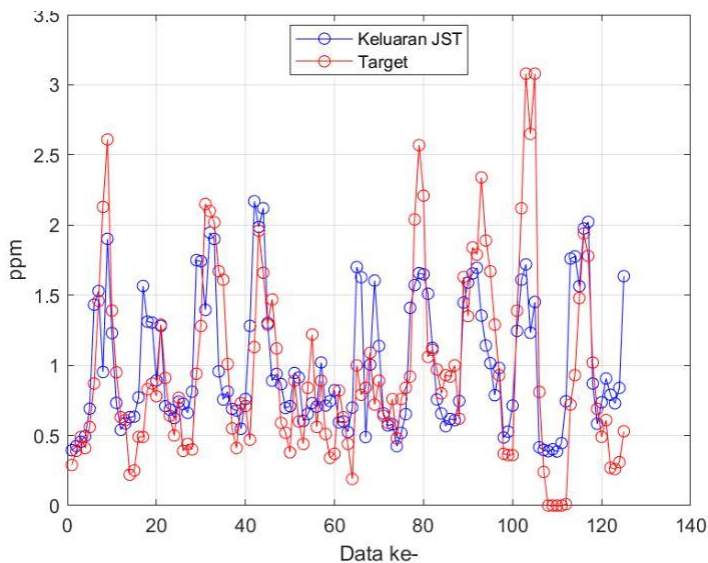
#### 4.2 Validasi Model JS

Setelah dilakukan pelatihan maka model yang telah dibuat divalidasi menggunakan data yang belum pernah dilatihkan untuk mengetahui apakah model mampu mengikuti pola keluaran dari data tersebut. Data validasi yang digunakan sebanyak 125 data. Parameter model baik adalah ditunjukkan dengan nilai RMSE yang mendekati 0, semakin kecil nilai RMSE semaik baik model yang telah dibuat.

**Tabel 4.6** Hasil validasi model

No	Hidden Node	MSE	RMSE
1	1	0.2561	0.5061
2	2	0.2817	0.5307
3	3	0.2551	0.5051
4	4	0.2643	0.5141
5	5	0.2604	0.5103
6	6	0.2603	0.5102
7	7	0.2447	0.4947
8	8	0.2980	0.5459
9	9	0.3046	0.5519
10	10	0.2640	0.5138

Setelah dilakukan pengujian pada variasi hidden node yang dilatihkan didapatkan model JST dengan hidden node 7 memiliki nilai RMSE terkecil yaitu 0.4947 dimana semakin nilai RMSE mendekati 0 menunjukkan bahwa model semakin baik.



**Gambar 4.25** Validasi model JST

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa keluaran model yang dirancang mampu mengikuti pola dari target data, dengan nilai RMSE yang dihasilkan adalah 0,4947. Dengan nilai RMSE 0,4947 menunjukkan bahwa error model dibawah 10%.

Model JST yang telah dibuat digunakan untuk mendapatkan data nilai ppm H<sub>2</sub>S baru yang ditunjukkan pada tabel 4.3

**Tabel 4.2** Hasil Uji JST pada data 1-27

No	Hasil Validasi	Target data	Error	(Error) <sup>2</sup>
1	0.394738	0.29	-0.10474	0.01097
2	0.424674	0.39	-0.03467	0.001202
3	0.45572	0.49	0.03428	0.001175
4	0.495397	0.41	-0.0854	0.007293
5	0.69117	0.56	-0.13117	0.017206
6	1.432282	0.87	-0.56228	0.316161
7	1.529785	1.46	-0.06978	0.00487
8	0.952079	2.13	1.177921	1.387498
9	1.901587	2.61	0.708413	0.501849
10	1.229979	1.39	0.160021	0.025607
11	0.732191	0.95	0.217809	0.047441
12	0.540413	0.63	0.089587	0.008026
13	0.58624	0.61	0.02376	0.000565
14	0.630689	0.22	-0.41069	0.168665
15	0.63374	0.25	-0.38374	0.147257
16	0.772325	0.49	-0.28233	0.079708
17	1.566216	0.49	-1.07622	1.158242
18	1.311705	0.83	-0.4817	0.23204
19	1.305147	0.87	-0.43515	0.189353
20	0.892165	0.78	-0.11216	0.012581
21	1.28059	1.29	0.00941	8.85E-05
22	0.708434	0.91	0.201566	0.040629
23	0.684477	0.64	-0.04448	0.001978
24	0.624246	0.5	-0.12425	0.015437
25	0.740943	0.77	0.029057	0.000844



**Tabel 4.4** Hasil Uji JST pada data 26 - 51

No	Hasil Validasi	Target data	Error	(Error) <sup>2</sup>
26	0.724207	0.39	-0.33421	0.111694
27	0.661212	0.44	-0.22121	0.048935
28	0.811654	0.4	-0.41165	0.169459
29	1.750316	0.94	-0.81032	0.656612
30	1.741816	1.28	-0.46182	0.213274
31	1.395489	2.15	0.754511	0.569287
32	1.945668	2.1	0.154332	0.023818
33	1.900575	2.02	0.119425	0.014262
34	0.956737	1.67	0.713263	0.508744
35	0.756163	1.61	0.853837	0.729037
36	0.812114	1.01	0.197886	0.039159
37	0.69047	0.55	-0.14047	0.019732
38	0.677765	0.41	-0.26777	0.071698
39	0.547909	0.73	0.182091	0.033157
40	0.760846	0.71	-0.05085	0.002585
41	1.281153	0.47	-0.81115	0.657969
42	2.16955	1.13	-1.03955	1.080665
43	1.986373	1.96	-0.02637	0.000696
44	2.119868	1.66	-0.45987	0.211479
45	1.302266	1.29	-0.01227	0.00015
46	0.89032	1.47	0.57968	0.336029
47	0.939123	1.12	0.180877	0.032716
48	0.865962	0.59	-0.27596	0.076155
49	0.695993	0.52	-0.17599	0.030974
50	0.708707	0.38	-0.32871	0.108048
51	0.945524	0.89	-0.05552	0.003083

**Tabel 4.5** Hasil Uji JST pada data 52 - 77

No	Hasil Validasi	Target data	Error	(Error) <sup>2</sup>
52	0.913921	0.6	-0.31392	0.098547
53	0.603578	0.44	-0.16358	0.026758
54	0.652967	0.84	0.187033	0.034981
55	0.731103	1.22	0.488897	0.23902
56	0.705362	0.56	-0.14536	0.02113
57	1.020537	0.89	-0.13054	0.01704
58	0.713219	0.51	-0.20322	0.041298
59	0.744918	0.34	-0.40492	0.163959
60	0.822349	0.37	-0.45235	0.204619
61	0.593398	0.82	0.226602	0.051348
62	0.601041	0.63	0.028959	0.000839
63	0.524958	0.44	-0.08496	0.007218
64	0.69927	0.19	-0.50927	0.259356
65	1.700736	1	-0.70074	0.491031
66	1.628015	0.79	-0.83802	0.702269
67	0.488287	0.84	0.351713	0.123702
68	1.005686	1.09	0.084314	0.007109
69	1.604424	0.72	-0.88442	0.782206
70	1.138318	0.89	-0.24832	0.061662
71	0.657041	0.64	-0.01704	0.00029
72	0.571228	0.59	0.018772	0.000352
73	0.579681	0.76	0.180319	0.032515
74	0.423591	0.48	0.056409	0.003182
75	0.517781	0.76	0.242219	0.05867
76	0.651864	0.84	0.188136	0.035395
77	1.410032	0.92	-0.49003	0.240131

**Tabel 4.6** Hasil Uji JST pada data 78 - 103

No	Hasil Validasi	Target data	Error	(Error) <sup>2</sup>
78	1.5724	2.04	0.4676	0.21865
79	1.657243	2.57	0.912757	0.833125
80	1.649222	2.21	0.560778	0.314472
81	1.509983	1.06	-0.44998	0.202485
82	1.124168	1.11	-0.01417	0.000201
83	0.756988	0.97	0.213012	0.045374
84	0.656435	0.8	0.143565	0.020611
85	0.565609	0.93	0.364391	0.132781
86	0.618071	0.92	0.301929	0.091161
87	0.608974	1	0.391026	0.152902
88	0.745984	0.62	-0.12598	0.015872
89	1.447475	1.63	0.182525	0.033316
90	1.589279	1.35	-0.23928	0.057255
91	1.655081	1.84	0.184919	0.034195
92	1.694869	1.79	0.095131	0.00905
93	1.354214	2.34	0.985786	0.971775
94	1.141147	1.89	0.748853	0.56078
95	1.015549	1.67	0.654451	0.428306
96	0.787034	1.29	0.502966	0.252975
97	0.981497	0.93	-0.0515	0.002652
98	0.485068	0.37	-0.11507	0.013241
99	0.527863	0.36	-0.16786	0.028178
100	0.713355	0.36	-0.35336	0.12486
101	1.245752	1.39	0.144248	0.020807
102	1.610472	2.12	0.509528	0.259619
103	1.719892	3.08	1.360108	1.849894

**Tabel 4.7** Hasil Uji JST pada data 104 – 125

No	Hasil Validasi	Target data	Error	(Error) <sup>2</sup>
104	1.232318	2.65	1.417682	2.009823
105	1.451574	3.08	1.628426	2.651772
106	0.415392	0.81	0.394608	0.155715
107	0.396624	0.24	-0.15662	0.024531
108	0.387103	0	-0.3871	0.149848
109	0.401395	0	-0.40139	0.161118
110	0.386003	0	-0.386	0.148998
111	0.445464	0	-0.44546	0.198438
112	0.743574	0.01	-0.73357	0.538131
113	1.760887	0.72	-1.04089	1.083446
114	1.776862	0.93	-0.84686	0.717175
115	1.5649	1.48	-0.0849	0.007208
116	1.97516	1.94	-0.03516	0.001236
117	2.022877	1.78	-0.24288	0.058989
118	0.870059	1.02	0.149941	0.022482
119	0.583528	0.69	0.106472	0.011336
120	0.736277	0.49	-0.24628	0.060652
121	0.90655	0.61	-0.29655	0.087942
122	0.790654	0.27	-0.52065	0.27108
123	0.728782	0.26	-0.46878	0.219756
124	0.839286	0.31	-0.52929	0.280144
125	1.63585	0.53	-1.10585	1.222904
MSE				0.244704
RMSE				0.494676

### 4.3 Pembahasan

Model JST yang digunakan dalam memodelkan *H<sub>2</sub>S removal unit* merupakan estimator bebas model untuk output parameter yaitu ppm H<sub>2</sub>S. Struktur jaringan syaraf tiruan berupa feedforward memiliki 3 layer. Dengan jumlah node pada layer input 4, jumlah node pada hidden layer 7 dan 1 node pada output layer. Penentuan parameter input didapatkan dengan mencari referensi dari jurnal, textbook serta wawancara dengan pihak PT Saka. Penentuan jumlah node pada hidden layer dilakukan dengan metode *trial and error*, variasi hidden node diberikan pada rentang 1 hingga 10 node. Didapatkan nilai hidden node terbaik yaitu 7. Parameter untuk menentukan hidden node terbaik dalam hal ini adalah nilai RMSE ketika dilakukan validasi.

Semakin kecil nilai RMSE yang dihasilkan maka menunjukkan struktur jaringan syaraf tiruan mampu mengikuti dan memprediksi pola dari data yang belum pernah digunakan sebelumnya. Nilai parameter error pada pelatihan struktur JST ditentukan sebesar 0,01. Sehingga mengakibatkan grafik regresi pelatihan bernilai 0,5859. Hal ini sengaja dilakukan dikarenakan melihat kondisi data target tidak memiliki rentang yang tinggi sehingga dicukupkan dengan nilai error tersebut. Nilai error yang diberikan pada JST dapat saja diperkecil sehingga nilai dari grafik regresi mampu mendekati 1, namun hal ini dapat berakibat ketika dilakukan validasi menggunakan data baru. Ketika data baru diberikan maka model JST tidak dapat mengikuti pola dari data yang diberikan dengan ditunjukkan nilai RMSE yang meningkat. Hal ini disebut dengan *overfitting* yaitu model JST hanya menghasilkan output yang baik untuk data training saja, tapi tidak bisa menghasilkan output yang baik untuk data validasi.

Tidak hanya nilai error yang menyebabkan overfitting namun juga jumlah hidden neuron dan hidden layer yang banyak. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan model yang sederhana dengan menggunakan satu hidden layer, fungsi aktivasi tangen sigmoid pada hidden layer dan linear pada output layer. Model JST yang telah dirancang kemudian divalidasi memiliki nilai MSE sebesar 0.2447 dan nilai RMSE 0.4947. Nilai RMSE yang

didapatkan merupakan nilai terbaik yang dapat dihasilkan oleh model. Oleh karena itu model model JST sudah mampu memodelkan kinerja H<sub>2</sub>S dengan baik.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan dari tugas akhir ini sebagai berikut :

- a. Parameter yang mempengaruhi proses *H<sub>2</sub>S removal unit* diketahui dari penelitian sebelumnya yaitu laju amine, laju *sour gas*, temperatur amine , pressure drop dan ppm *H<sub>2</sub>S*.
- b. Data yang dipersiapkan untuk mentraining, dan memvalidasi JST berjumlah 250 data, dengan 125 data sebagai data training, dan 125 data sebagai data validasi.
- c. Telah dilakukan perancangan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk estimasi *ppm H<sub>2</sub>S* dengan jumlah *node* terbaik sebanyak 4 *node* masukan, , 7 *hidden node*, dan 1 *node* keluaran, yakni *ppm H<sub>2</sub>S*. Dimana model mampu mengenali pola dan memprediksi data dengan nilai RMSE 9,95 %.

#### **5.2 Saran**

Dalam proses tugas akhir ini terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, yaitu data komposisi masukan *sour gas* agar diambil untuk membandingkan dengan data kondisi normal, sehingga nantinya dapat diketahui efisiensi kinerja kolom.

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saka, “www.sakaenergi.com,” 2018. [Online]. Available:  
[https://www.sakaenergi.com/id/news\\_and\\_media#multimedia](https://www.sakaenergi.com/id/news_and_media#multimedia). [Diakses January 2019].
- [2] L. Newpoint Gas, “www.newpointgas.com,” Oil&Gas Solution, 2017. [Online]. Available:  
<https://www.newpointgas.com/services/amine-treating-plants/>. [Diakses Januari 2019].
- [3] P. P. David S.J. Jones, dalam *Handbook of Petroleum Processing*, Dordrecht, Springer, 2006, pp. 417 - 419.
- [4] T. R. Manning Francis, *Oilfield Processing of Petroleum: Volume One : Natural Gas*, Oklahoma: PennWell Publishing, 1995.
- [5] R. N. Athur Kohl, *Gas Purification*, Houston,Texas: Gulf Publishing Company, 1997.
- [6] S. M. Mersmann Alfon, *Thermal Separation Tchnology*, London: Springer, 2011.
- [7] S. Muhamamad, Maret 2018. [Online]. Available:  
<https://docplayer.info/57656489-Pemilihan-tipe-kolom-pemisah-asep-muhamad-samsudin.html>.
- [8] D. M. P. L. D. Prof. Fabrizio Bezzo, *Modelling of natural gas sweetening and dehydration process*, Padova: University of Padova, 2017, pp. 10-11.
- [9] K. B. Blauwhoff P, “Absorber Design in Sour Natural Gas Treatment Plants:Impact of Process Variables on Operation and Economics,” *Chemical Engineer*, vol. II, p. 5, 1982.
- [10] S. D. Dr. Berrouk Abdallah, “Improve amine unit efficiency by optimizing operating conditions,” *Gas*

*and Petroleum LNG*, 2017.

- [11] S. D. Berrouk Abdallah, "Improve amine unit efficiency by optimizing operating conditions," *Gas and Petroleum LNG*, 2017.
- [12] D. Mater, "Identifying sources key to detailed troubleshooting of amine foaming," *Oil and Gas Journal*, Oklahoma, 2007.
- [13] C. Nicholson, "Skymind," Skymind Inc., 2014. [Online]. Available: <https://skymind.ai/wiki/neural-network#define>. [Diakses Jumat Maret 2019].
- [14] D. Puspitaningrum, *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*, Yogyakarta: Andi, 2006.
- [15] S. E. Roberts', 2000. [Online]. Available: <https://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/neural-networks/Architecture/feedforward.html>.
- [16] P. M. S. S. Nahid Ghasemi, "ANN Based modeling of Amine Contactor Column in Natural Gas Sweetening Plant," *Journal of Materials Science & Surface Engineering*, vol. 2, pp. 157-161, 2015.
- [17] E.-s.YassenMahmoud, "ChargedParticle Pseudorapidity Distributions for Pb-Pb and Au-Au Collisions," *Journal of Physic*, p. 712, 2013.
- [18] S. Papantoniou dan D. Kolokotsa, "Prediction of Outdoor Air Temperature Using Neural Networks; Application in 4 European Cities," *Energy & Buildings*, pp. 1-31, 2015.
- [19] J. J. Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*, Yogyakarta: ANDI Offset, 2005.

**LAMPIRAN A**  
**HASIL PENGAMBILAN DATA PELATIHAN**

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
1	31.31	23.25	19.43	80.48	0.32
2	31.47	23.38	19.38	78.51	0.33
3	31.88	22.5	19.4	78.23	0.32
4	31.77	22.88	19.38	79.17	0.65
5	32.77	22.75	19.4	79.78	0.61
6	36.04	23.75	19.39	77.19	0.68
7	37.66	22.88	19.34	77.8	1.75
8	37.79	31.75	19.37	75.17	2.31
9	35.08	22.25	19.4	74.89	3.16
10	32.95	23.25	19.4	77.76	1.15
11	32.35	23.25	19.38	79.17	0.83
12	31.83	21.88	19.36	80.16	0.61
13	32.21	23.38	19.4	80.01	0.34
14	32.28	23.62	19.38	80.44	0.27
15	32.32	23.25	19.34	80.67	0.39
16	33.23	23.25	19.38	80.44	0.32
17	35.69	23.75	19.36	78.6	0.58
18	37.45	22.62	19.41	79.78	0.8
19	36.47	23	19.39	82.18	0.46
20	33.74	22.75	19.4	79.12	2.07
21	32.83	23.12	19.42	79.87	1.2
22	32.33	22.38	19.38	81.05	1.08
23	32.21	23	19.45	80.72	0.45
24	32.36	23.5	19.38	80.2	0.73

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
25	32.6	22.62	19.42	80.34	0.64
26	32.21	23	19.44	79.87	0.43
27	31.99	22.5	19.44	80.77	0.39
28	33.96	22.25	19.36	78.09	0.68
29	36.4	22	19.38	78.18	0.98
30	38.13	22.62	19.4	75.97	1.94
31	38.18	23.25	19.38	74.37	2.12
32	35.59	23.62	19.42	74.84	2.12
33	33.26	23.12	19.43	76.11	1.75
34	32.54	23.25	19.36	76.02	1.89
35	32.41	22	19.33	79.21	1.26
36	32.4	22.38	19.4	78.32	0.77
37	31.98	22.12	19.38	79.07	0.41
38	32.1	22.12	19.42	78.6	0.72
39	32.05	22.88	19.37	79.07	0.83
40	33.19	23.5	19.39	76.91	0.57
41	34.96	23.5	19.42	76.39	0.62
42	36.67	23.38	19.43	76.96	1.63
43	37.71	22.62	19.43	74.47	1.78
44	34.9	22.88	19.41	73.9	1.75
45	32.99	23	19.38	74.94	1.23
46	31.78	22.62	19.41	75.36	1.21
47	31.32	22.75	19.41	74.75	0.8
48	31.77	22.38	19.41	75.17	0.55
49	32.14	22.5	19.4	75.27	0.35
50	31.92	23.75	19.4	75.17	0.66
51	32.22	23.38	19.4	76.11	0.7

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
52	32.09	23.5	19.43	75.45	0.39
53	30.91	23.62	19.4	74.8	0.67
54	31.35	23.38	19.42	75.69	1.27
55	32.21	22.25	19.39	76.25	1.18
56	32.37	22	19.37	76.72	0.85
57	32.29	22.62	19.42	75.88	0.76
58	32.12	23.12	19.37	75.64	0.49
59	32.12	23.38	19.4	76.58	0.36
60	32.33	23	19.44	75.78	0.2
61	31.97	22.25	19.36	77.95	0.94
62	31.68	23	19.41	78.37	0.62
63	32.13	22.38	19.39	79.69	0.23
64	33.55	22.12	19.41	78.27	0.34
65	35.82	22.25	19.38	77.9	1.2
66	37.22	22.75	19.39	80.11	0.91
67	37.28	22.62	19.41	79.4	1.03
68	35.84	22.38	19.45	80.53	0.92
69	34.09	22.5	19.41	81.61	0.86
70	33.19	22.5	19.38	82.55	0.94
71	31.41	22.88	19.39	83.82	0.77
72	29.45	22	19.37	84.72	0.48
73	30.74	23.12	19.38	83.82	0.84
74	30.71	23.12	19.38	82.88	0.73
75	31.02	22.38	19.38	82.83	0.9
76	32.53	23.25	19.38	86.31	0.67
77	35.09	21.75	19.41	79.36	1.52
78	35.59	21.88	19.39	80.53	2.12

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
79	35.24	21	19.4	80.86	2.1
80	35.15	23.38	19.43	80.63	1.7
81	33.53	22.88	19.41	82.32	0.87
82	32.8	23	19.44	82.08	0.77
83	31.91	22.62	19.43	82.88	1.02
84	31.87	21.75	19.41	82.32	0.61
85	31.46	22.25	19.35	82.22	1.13
86	31.58	23.88	19.41	82.22	0.98
87	32.08	23	19.39	82.27	0.89
88	33.24	22	19.41	83.07	0.73
89	35.34	21.38	19.37	78.93	1.75
90	35.92	22.25	19.43	81.24	1.69
91	36.17	22.62	19.41	80.3	1.99
92	35.28	21.38	19.36	79.87	2.6
93	33.87	22.62	19.41	81.38	1.61
94	33.13	22.25	19.35	81.42	1.75
95	32.82	22.25	19.38	80.95	1.16
96	32.65	21.5	19.38	81.38	1.26
97	32.43	21.25	19.33	81.42	0.67
98	31.24	21.88	19.39	80.81	0.25
99	31.62	21.88	19.37	82.55	0.12
100	32.52	23.12	19.45	81.47	0.41
101	34.81	22.25	19.45	79.36	2.71
102	36.6	21	19.38	78.51	2.51
103	35.5	23.88	19.39	79.73	2.32
104	34.32	22.25	19.38	79.92	4.97
105	32.73	22.75	19.41	81.71	1.4

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
106	30.63	22.12	19.39	82.08	0.21
107	30.9	22.5	19.38	79.36	0.42
108	30.87	22.5	19.41	81.24	0
109	30.8	21.88	19.41	79.31	0
110	31.06	23.25	19.39	80.01	0
111	31.78	23.38	19.42	79.73	0.08
112	33.63	22.88	19.4	77.62	0.08
113	36.05	21.88	19.38	77.71	0.98
114	37.34	22.62	19.37	77.29	0.97
115	38.23	22.88	19.45	74.28	1.6
116	36.95	22.38	19.38	75.12	1.86
117	34.23	22.12	19.41	77.71	1.53
118	32.07	21.75	19.41	78.93	0.88
119	31.74	21.62	19.37	79.36	0.53
120	32.15	21.12	19.36	80.3	0.58
121	32.74	22.12	19.4	79.78	0.44
122	32.38	22.12	19.38	80.44	0.17
123	32.49	21.5	19.39	81.38	0.23
124	33.45	22.62	19.41	79.45	0.4
125	35.37	22.5	19.35	78.6	1.1

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



**LAMPIRAN B**  
**HASIL PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN**

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
1	30.56	23.12	19.4	81.24	0.29
2	31.48	23.5	19.43	79.07	0.39
3	31.65	24.12	19.41	78.79	0.49
4	31.77	24.12	19.4	78.6	0.41
5	32.09	22.75	19.35	79.21	0.56
6	34.36	23.5	19.37	78.56	0.87
7	37.12	23.12	19.37	77.99	1.46
8	38.02	22.88	19.4	78.23	2.13
9	35.67	23	19.42	75.69	2.61
10	33.72	24	19.4	76.35	1.39
11	32.65	22.88	19.42	79.4	0.95
12	32.08	23.88	19.39	79.78	0.63
13	32.04	22.88	19.39	79.78	0.61
14	32.24	23.12	19.39	80.39	0.22
15	32.21	23	19.41	81.19	0.25
16	32.53	23.12	19.4	83.26	0.49
17	34.54	22.25	19.39	79.54	0.49
18	36.7	22.62	19.41	79.97	0.83
19	37.25	22.5	19.4	79.17	0.87
20	33.06	23.38	19.38	83.02	0.78
21	33.52	22	19.36	79.31	1.29
22	32.39	22.88	19.38	80.25	0.91
23	32.3	22.75	19.39	80.63	0.64
24	32.3	23.38	19.39	79.54	0.5

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
25	32.5	22.88	19.38	79.83	0.77
26	32.49	22.88	19.39	80.01	0.39
27	32.06	22.25	19.38	80.58	0.44
28	32.56	22.12	19.42	80.67	0.4
29	35.45	22.25	19.44	77.52	0.94
30	37.28	22.5	19.39	77.19	1.28
31	38.58	22.75	19.37	76.39	2.15
32	37.28	22.75	19.41	75.69	2.1
33	34.25	22.75	19.34	75.55	2.02
34	32.76	23.88	19.39	76.35	1.67
35	32.47	21.75	19.41	78.18	1.61
36	32.39	20.88	19.41	78.7	1.01
37	32.26	22.5	19.38	78.23	0.55
38	32.05	22.25	19.36	78.84	0.41
39	31.95	22.88	19.41	77.95	0.73
40	32.52	23.12	19.37	78.65	0.71
41	33.98	22.62	19.43	79.83	0.47
42	35.91	22.38	19.42	74.18	1.13
43	37.33	22.12	19.43	75.41	1.96
44	36.84	22.75	19.42	74.84	1.66
45	33.61	22.38	19.41	75.03	1.29
46	32.36	22.25	19.41	74.89	1.47
47	31.36	22.12	19.35	75.36	1.12
48	31.39	21.75	19.36	75.12	0.59
49	32.01	22.5	19.41	75.78	0.52
50	31.96	22.62	19.42	75.45	0.38
51	32.15	23.38	19.41	75.12	0.89

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
52	32.22	24.12	19.43	75.36	0.6
53	31.1	22.12	19.4	75.55	0.44
54	31.08	23.12	19.39	76.16	0.84
55	31.99	21.25	19.37	76.39	1.22
56	32.29	21.25	19.42	77.05	0.56
57	32.53	22	19.36	75.74	0.89
58	32.17	23.62	19.41	76.39	0.51
59	32.13	22	19.39	75.97	0.34
60	32.28	21.38	19.38	75.83	0.37
61	32.03	22.75	19.4	77.66	0.82
62	31.73	22.25	19.36	78.42	0.63
63	31.86	23.5	19.39	78.89	0.44
64	32.46	22.88	19.4	79.87	0.19
65	35.13	22	19.44	77.95	1
66	36.47	22.12	19.41	79.45	0.79
67	37.52	23	19.4	80.06	0.84
68	36.68	23.25	19.39	80.25	1.09
69	34.96	22.25	19.38	80.91	0.72
70	33.36	22.38	19.42	82.6	0.89
71	32.65	24.25	19.38	80.86	0.64
72	29.44	22.38	19.37	83.87	0.59
73	30.3	23.62	19.39	84.06	0.76
74	30.66	23.38	19.35	83.35	0.48
75	30.73	23.12	19.4	83.21	0.76
76	31.54	22.5	19.39	84.06	0.84
77	33.81	21.75	19.39	81.85	0.92
78	35.69	22.62	19.4	80.16	2.04

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
79	35.24	21.5	19.45	81.33	2.57
80	35.37	22.38	19.38	80.2	2.21
81	34.28	22	19.39	81.24	1.06
82	33.16	22	19.4	81.89	1.11
83	32.09	21.75	19.39	82.04	0.97
84	32.05	23	19.41	82.88	0.8
85	31.64	22.5	19.41	81.89	0.93
86	31.5	21.5	19.41	82.13	0.92
87	31.73	22.38	19.4	82.32	1
88	32.53	23.25	19.39	82.79	0.62
89	34.05	22	19.39	81.28	1.63
90	36.01	22.62	19.4	79.69	1.35
91	35.96	22.38	19.4	79.59	1.84
92	35.71	21.75	19.43	80.25	1.79
93	34.57	23	19.43	81.14	2.34
94	33.41	22.25	19.47	81.85	1.89
95	33.01	22.12	19.41	81.19	1.67
96	32.65	22.88	19.43	81.66	1.29
97	32.97	22.12	19.42	80.95	0.93
98	30.98	22.25	19.41	81.89	0.37
99	31.56	22.75	19.4	81.85	0.36
100	32.02	21.88	19.39	81.85	0.36
101	33.55	21.88	19.41	80.3	1.39
102	36.03	21.5	19.4	81.24	2.12
103	36.74	21.62	19.45	78.84	3.08
104	34.58	24	19.45	79.17	2.65
105	33.87	21.75	19.36	79.64	3.08

No	T <sub>in</sub> Amine (°C)	F <sub>sour gas</sub> (MMSCFD)	F <sub>amine</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Pressure (bar)	ppm
106	31.2	23.38	19.4	80.72	0.81
107	30.6	21.88	19.36	79.54	0.24
108	30.77	22.5	19.4	80.25	0
109	30.89	22.5	19.38	80.2	0
110	30.93	23.12	19.4	79.97	0
111	31.41	22.12	19.44	78.6	0
112	32.44	22.62	19.43	81.47	0.01
113	35.03	22.62	19.39	76.58	0.72
114	36.82	22.5	19.4	77.48	0.93
115	37.81	22.38	19.43	77.1	1.48
116	37.85	22.25	19.39	75.41	1.94
117	35.86	21.38	19.38	75.74	1.78
118	32.91	22.38	19.41	77.85	1.02
119	31.69	20.88	19.4	78.56	0.69
120	31.86	20.88	19.35	80.3	0.49
121	32.54	20.75	19.42	79.59	0.61
122	32.58	22.5	19.4	80.48	0.27
123	32.43	22.12	19.44	80.01	0.26
124	32.82	23	19.39	80.63	0.31
125	34.62	22.25	19.38	77.71	0.53

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## **LAMPIRAN C**

### **PROGRAM PELATIHAN JST MATLAB**

```
% Proses membaca data latih dari
excel Data = xlsread(filename, sheet,
xlRange); data_latih = Data(:,1:4)';
target_latih = Data(:,5);
[m,n] = size(data_latih);
% Pembuatan JST
net = newff(minmax(data_latih),[jumlahnode1],
{'tansig','purelin'},'trainlm');

% Memberikan parameter untuk mempengaruhi
proses pelatihan
net.performFcn = 'mse';
net.trainParam.goal = 0.01;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 200;

% 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;

% Hasil prediksi
hasil_latih = sim(net_keluaran,data_latih);
```

```
hasil_latih = ((hasil_latih-0.1)*(max_data-  
min_data)/0.8)+min_data;
```

```
% Performansi hasil prediksi  
target_latih_asli = xlsread(filename, sheet,  
xlRange); errorbaru=target_latih_asli'-hasil_latih;  
MSE = (1/n)*sum(errorbaru.^2);  
RMSE = sqrt(MSE);
```

```
figure,  
plotregression(target_latih_asli,hasil_latih,'Regression')
```

```
figure,  
plotperform(tr)
```

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



## LAMPIRAN D

### PROGRAM PENGUJIAN JST MATLAB

```
% load jaringan yang sudah dibuat pada proses
pelatihan load netbest.mat
```

```
% Proses membaca data uji dari excel
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;
hasil_uji = ((hasil_uji-0.1)*(max_data-
min_data)/0.8)+min_data;
```

```
% Performansi hasil prediksi
target_uji_asli = xlsread(filename, sheet,
xlRange); errorbaru=target_uji_asli'-hasil_uji;
MSE = (1/n)*sum(errorbaru.^2);
RMSE = sqrt(MSE)
```

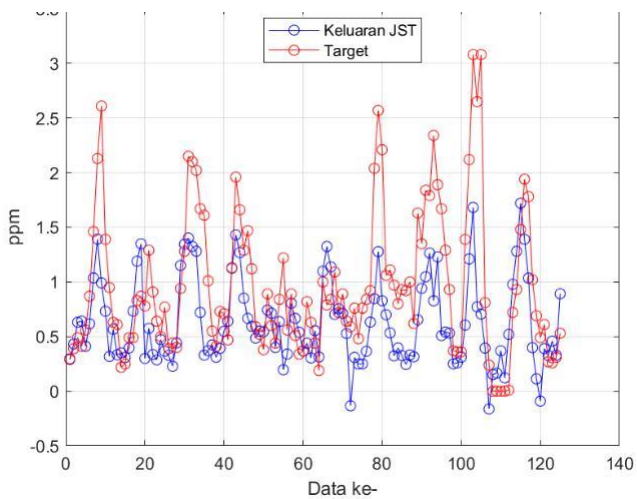
```
figure,
plot(hasil_uji,'bo-')
hold on
plot(target_uji_asli,'ro-')
hold off
grid on
```

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

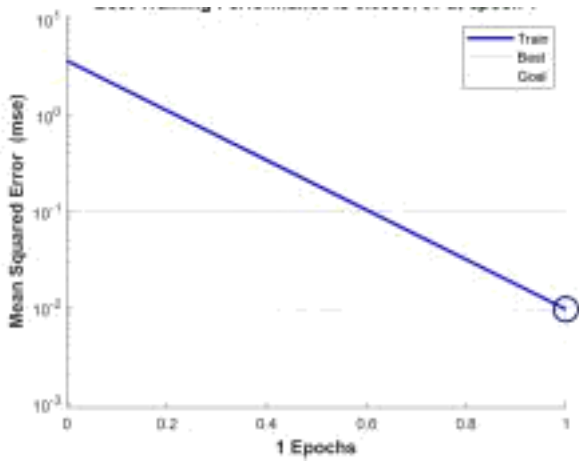
## LAMPIRAN E TRAINING VARIASI MSE

**Tabel 1.** Hasil Validasi target MSE 0.1

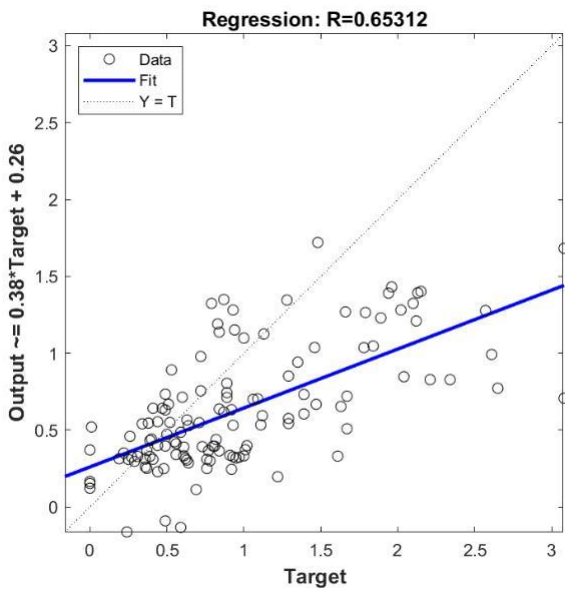
No	Hidden Node	MSE	RMSE
1	1	0.7020	0.8379
2	2	0.6851	0.8277
3	3	0.5669	0.7529
4	4	0.9165	0.9573
5	5	1.0979	1.0478
6	6	0.4368	0.6609
7	7	0.5591	0.7477
8	8	0.4448	0.6670
9	9	0.7348	0.8570
10	10	0.6089	0.7803



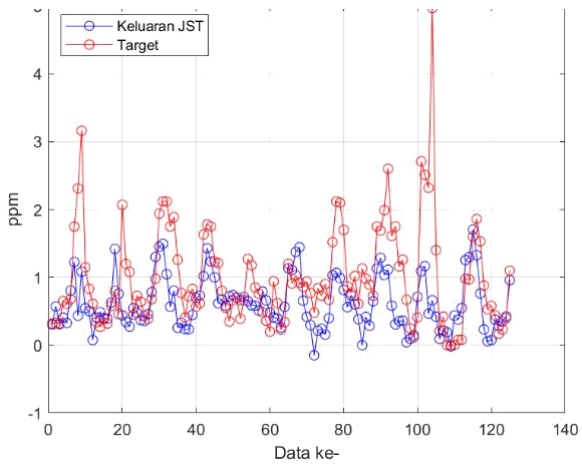
**Gambar 1.** Keluaran *Training* JST pada Target MSE 0.1



**Gambar 2.** Peformansi Target MSE 0.1



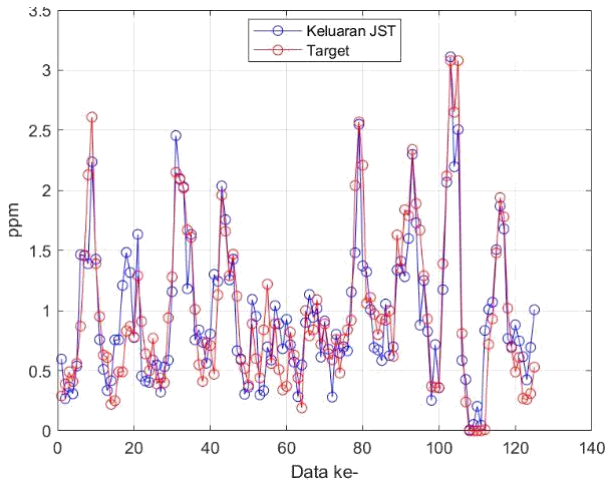
**Gambar 3.** Regresi Target MSE 0.1



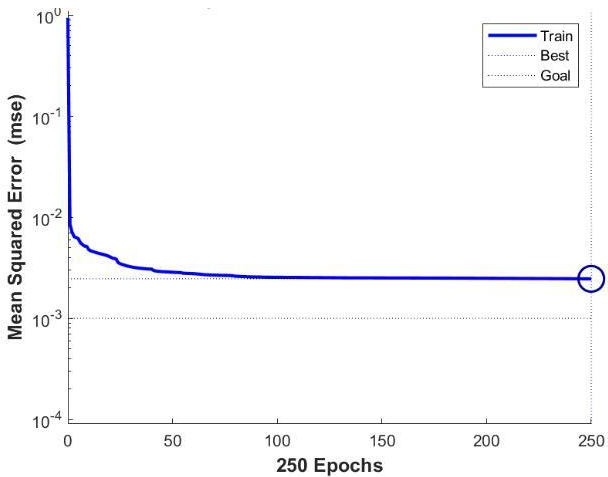
**Gambar 4.** Grafik Validasi JST Target MSE 0.1

**Tabel 2.** Hasil Validasi Target MSE 0.001

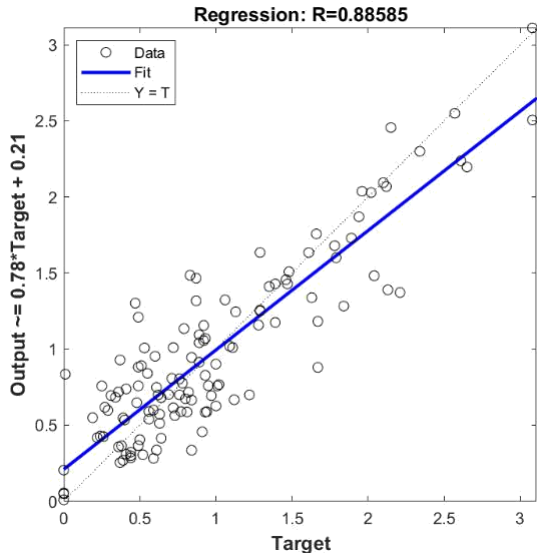
No	Hidden Node	MSE	RMSE
1	1	0.3838	0.6195
2	2	0.4288	0.6548
3	3	0.4217	0.6494
4	4	0.3915	0.6257
5	5	0.5495	0.7413
6	6	0.4943	0.7031
7	7	0.5324	0.7296
8	8	0.6686	0.8177
9	9	0.6900	0.8307
10	10	1.4770	1.2153



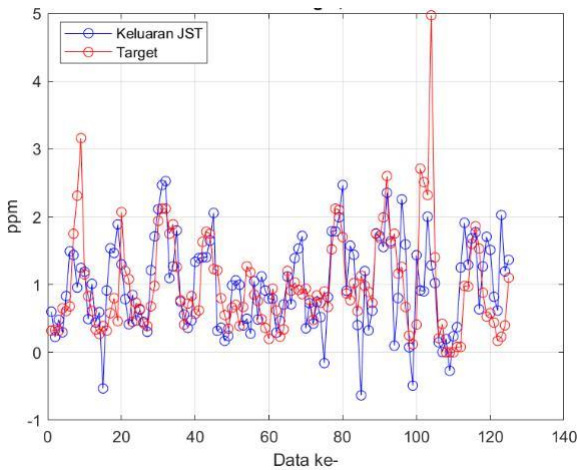
**Gambar 5.** Keluaran *Training JST* Target MSE 0.001



**Gambar 6.** Peformansi Target MSE 0.001



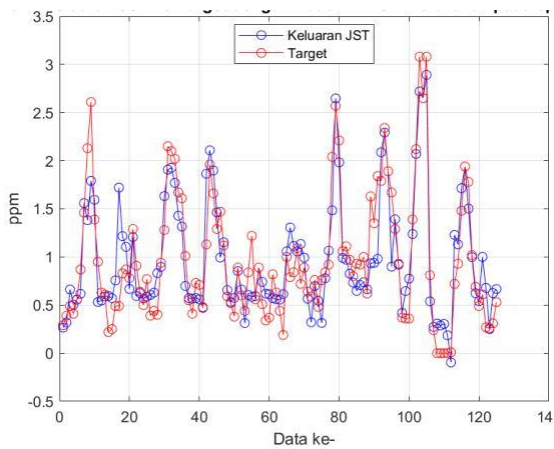
**Gambar 7.** Regresi Target MSE 0.001



**Gambar 8.** Grafik Validasi JST Target MSE 0.001

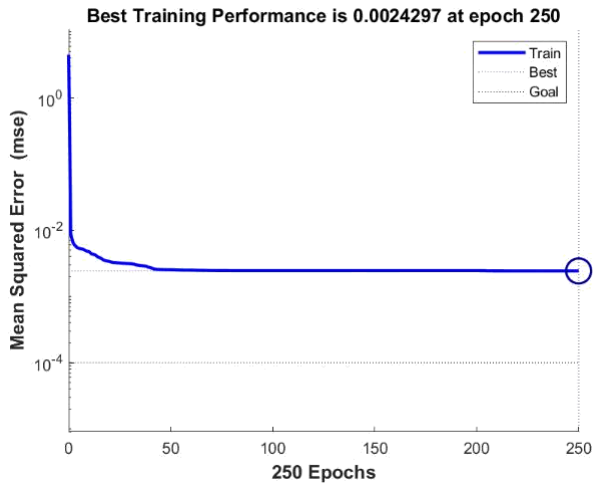
**Tabel 3.** Hasil Validasi Target MSE 0.0001

No	Hidden Node	MSE	RMSE
1	1	0.3838	0.6195
2	2	0.4185	0.6469
3	3	0.4444	0.6667
4	4	0.4690	0.6848
5	5	0.5218	0.7223
6	6	0.6898	0.8305
7	7	10.8870	3.2995
8	8	1.5681	1.2522
9	9	4.6170	2.1487
10	10	145.4329	12.0596

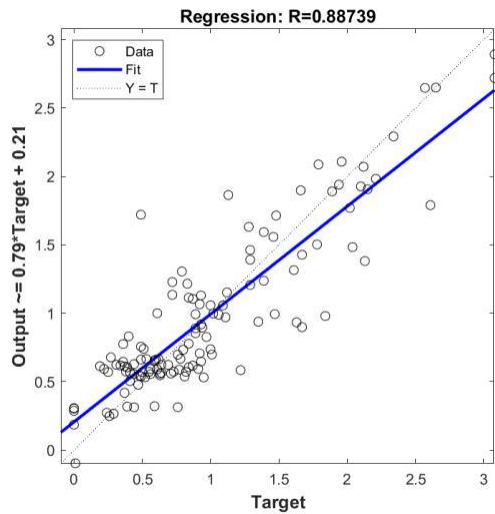


**Gambar 9.** Keluaran *Training* JST Target MSE 0.0001

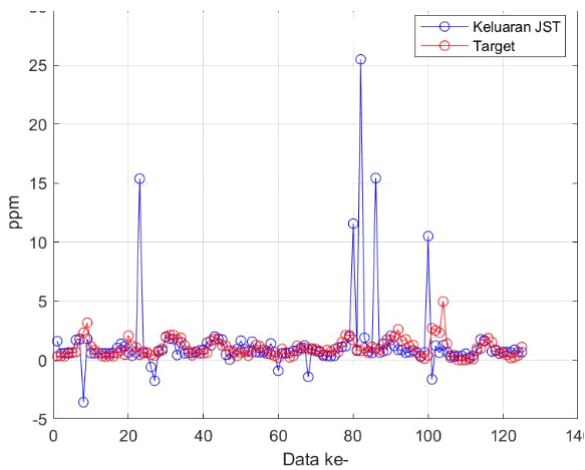




**Gambar 9.** Peformansi Target MSE 0.0001

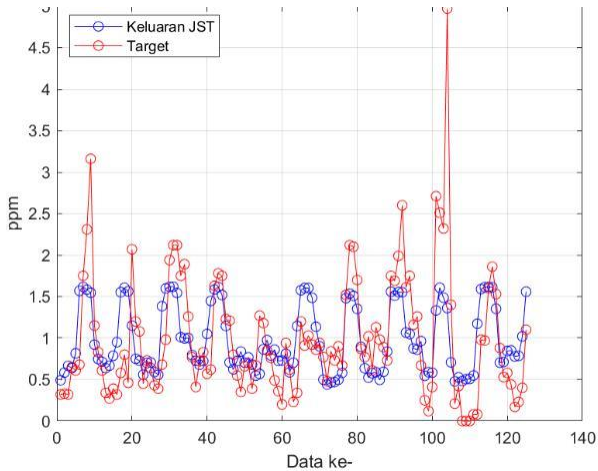


**Gambar 11.** Regresi Target MSE 0.0001

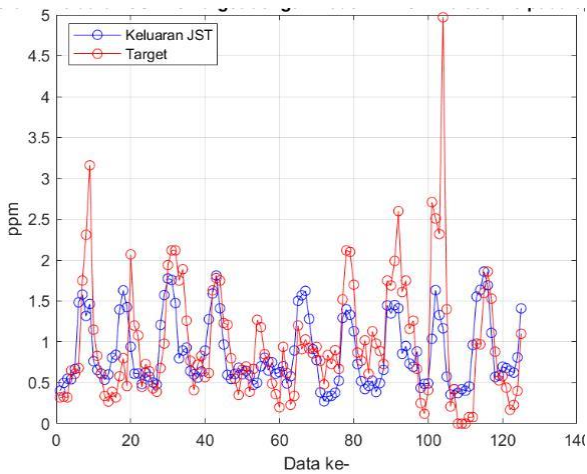


**Gambar 12.** Grafik Validasi JST Target MSE 0.0001

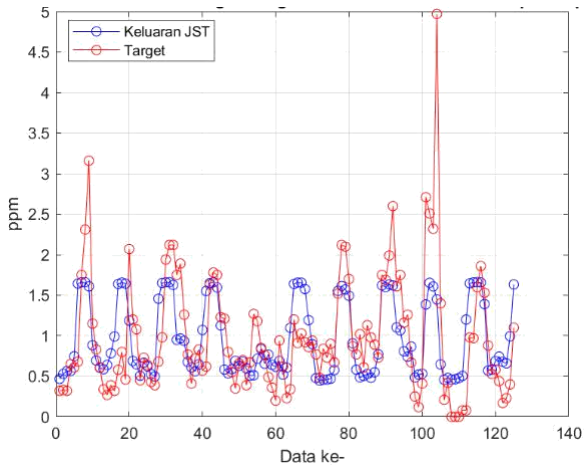
## LAMPIRAN F GRAFIK PELATIHAN



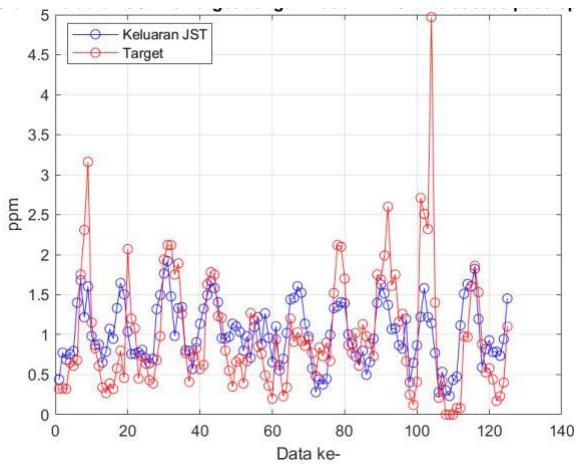
**Gambar 1.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 1 *hidden node*



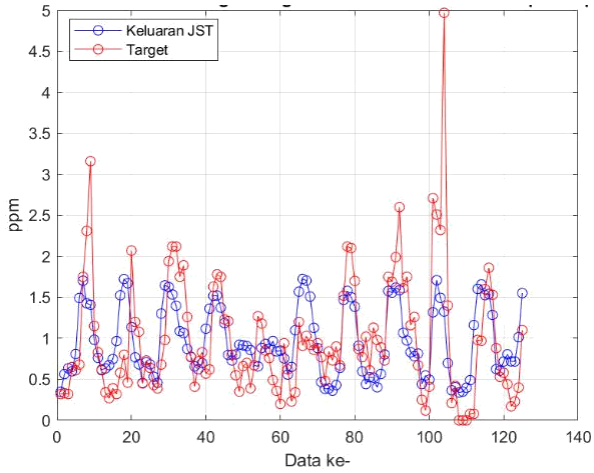
**Gambar 2.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 2 *hidden node*



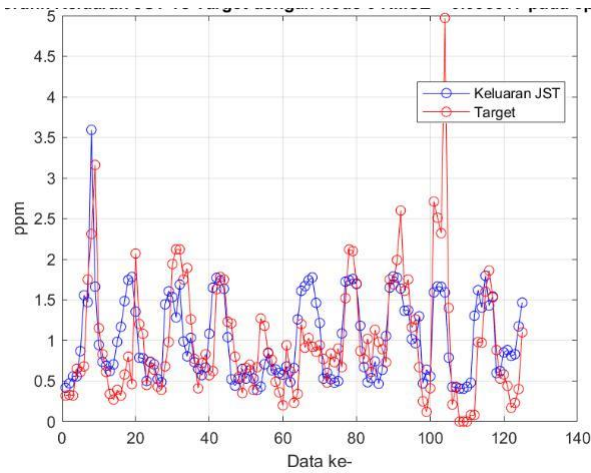
**Gambar 3.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 3 *hidden node*



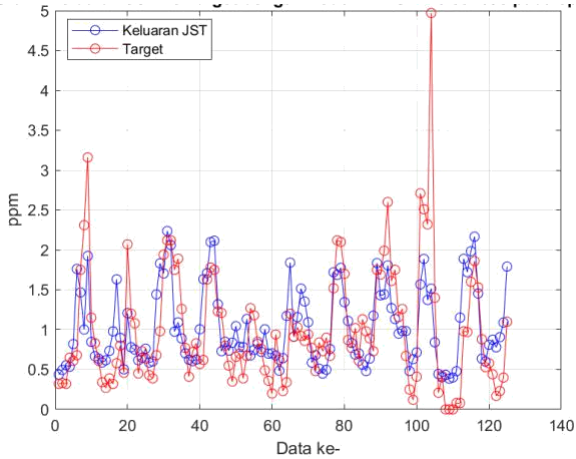
**Gambar 4.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 4 *hidden node*



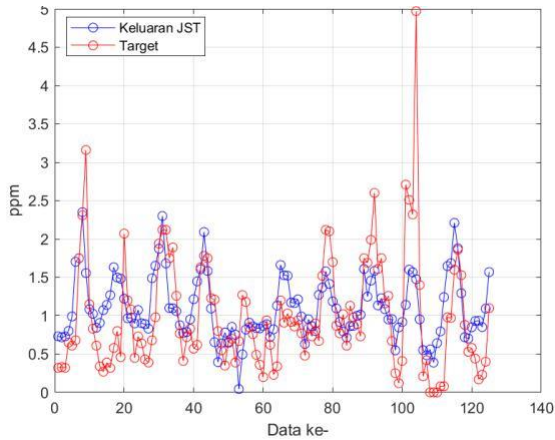
**Gambar 5.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 5 *hidden node*



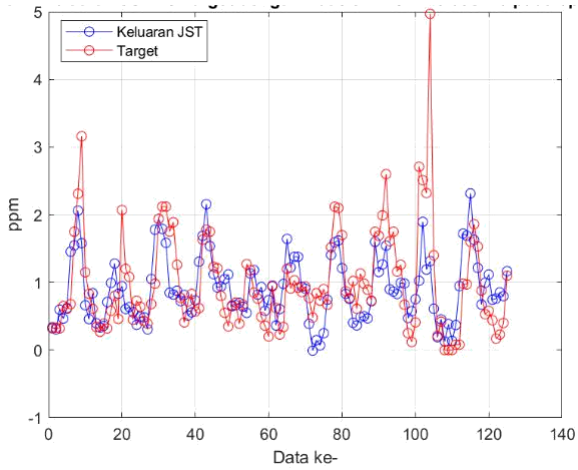
**Gambar 6.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 6 *hidden node*



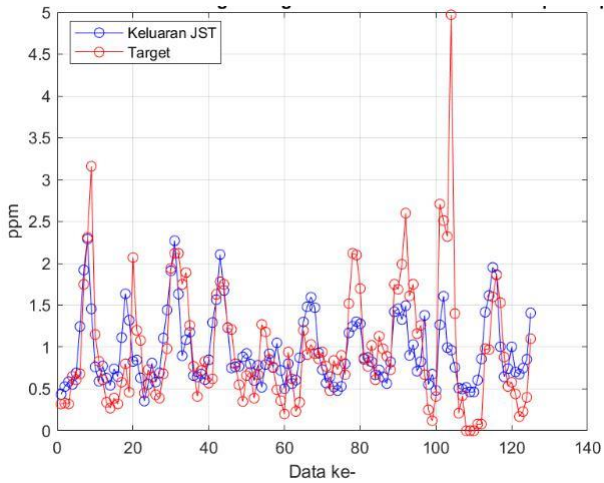
**Gambar 7.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 7 *hidden node*



**Gambar 8.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 8 *hidden node*



**Gambar 9.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 9 *hidden node*



**Gambar 10.** Hasil Pelatihan JST menggunakan 10 *hidden node*

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



## BIODATA PENULIS



Nama penulis Yanuar Aji Kusuma dilahirkan di Nganjuk, 16 Januari 1997 dari ayah bernama Syaiful Wisanggeni dan ibu bernama Windari. Saat ini penulis tinggal di Keputih Permai 1-3A Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SDI Ar-robithoh pada tahun 2009, pendidikan di SMPN 1 Nganjuk pada tahun 2012, pendidikan di SMAN 2 Surabaya, dan sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Fisika FTI di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya hingga sekarang. Pada bulan Juli 2019, penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan Sebagai Estimator Load Disturbance Torque Pada Sistem Servo Modular MS150 DC**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, maupun ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, maka dapat menghubungi penulis melalui email : [ajikusuma275@gmail.com](mailto:ajikusuma275@gmail.com)

*“Halaman ini memang dikosongkan”*