TUGAS AKHIR - TF 181801

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN *DISSOLVED OXYGEN (DO)* PADA *POLISHING UNIT* BERBASIS *LOGIC SOLVER* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (SIPL)

Rico Pardona Pardosi
NRP. 02311640000060

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT - **TF 181801**

DESIGN OF DISSOLVED OXYGEN (DO)'S CONTROL SYSTEM ON POLISHING UNIT BASED ON LOGIC SOLVER AT PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (SIPL)

Rico Pardona Pardosi
NRP. 02311640000060

Supervisor:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

Department of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama	: Rico Pardona Pardosi
NRP	: 02311640000060
Departemen / Prodi	: Teknik Fisika / S1
Fakultas	: Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FT - IRS)
Perguruan Tinggi	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **"*Perancangan Sistem Pengendalian Dissolved Oxygen (DO) Pada Polishing Unit Berbasis Logic Solver di PT. Saka Indonesia Pangkah Llimited (SIPL)*"** 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 sebenarnya-benarnya.

Surabaya, 03 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,

Rico Pardona Pardosi

NRP. 02311640000060

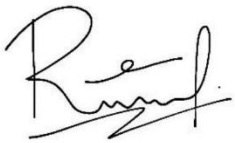
Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN *DISSOLVED OXYGEN (DO)* PADA *POLISHING UNIT* BERBASIS *LOGIC SOLVER* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (SIPL)

Oleh:



Rico Pardona Pardosi

NRP. 02311640000060

Surabaya, 10 Agustus 2020

Menyetujui,

Pembimbing

Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

NIP. 19650309 199002 1 0001

Mengetahui,

Kepala Departemen

Teknik Fisika FT-IRS ITS

Dr. Suyanto, S.T., M.T

NIP. 19711113 199512 1 0002

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN *DISSOLVED OXYGEN (DO)* PADA *POLISHING UNIT* BERBASIS *LOGIC SOLVER* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (SIPL)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Progam Studi S-1 Departemen Teknik Fisika

Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FT - IRS)

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RICO PARDONA PARDOSI

NRP. 02311640000060

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1.	Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA	.....	(Pembimbing)
2.	Hendra Cordova, S.T., M.T.	.....	(Ketua Penguji)
3.	Dr.Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc	.....	(Penguji 1)
4.	Dr. Dhany Arifianto S.T., M.Eng.	.....	(Penguji 2)
5.	Moh Kamalul Wafi, S.T., MSc.DIC	.....	(Penguji 3)

SURABAYA

2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN *DISSOLVED OXYGEN (DO)* PADA *POLISHING UNIT* BERBASIS *LOGIC SOLVER* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (SIPL)

Nama	**:**	**Rico Pardona Pardosi**
NRP	**:**	**02311640000060**
Departemen	**:**	**Teknik Fisika FT-IRS ITS**
Dosen Pembimbing	**:**	**Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA**

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan sistem pengendalian *Dissolved Oxygen* (DO) pada *Polishing Unit* berbasis *Logic Solver* di PT Saka Indonesia Pangkah Limited (SIPL). Perancangan ini dilatarbelakangi oleh pemberian nutrisi pupuk urea dan *Triple Super* Phosphate (TSP) untuk mikroorganisme masih dilakukan secara manual oleh operator di lapangan. Sehingga melalui penelitian ini diharapkan mampu menciptakan simulasi pengendalian otomatis berdasarkan nilai DO sebagai varibel proses serta Urea dan TSP sebagai variabel yang dimanipulasi menggunakan pengendali *logic solver*. Penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu perancangan model dinamik *plant* (*polishing unit*) menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) tipe *Backpropagation* dan perancangan simulasi sistem pengendalian *loop* tertutup pada *simulink* yang terdiri dari (*logic solver*, *control valve,* dan JST *Polishing Unit*). JST *polishing unit* dilatih lalu didapatkan model terbaik berstruktur 4-24-3 dengan 4 masukan (COD *influent*, OIW *influent,* Urea, dan TSP), 24 *node* lapisan tersembunyi dan 3 keluaran (OIW *effluent*, COD *effluent*, DO). Nilai MSE dan RMSE dari JST yang dilatih adalah 0.00485 dan 0.06964 yang diperoleh pada iterasi ke-2. Dari hasil simulasi pada *simulink* dengan memberi sejumlah skenario pada tabel kondisi *logic solver* maka diperoleh aksi berupa pemberian nutrisi urea dan TSP yang dikeluarkan oleh *control valve*. Nilai yang digunakan untuk mencapai *set point* DO (2 mg/L) antara lain: saat COD dan OIW *influent* melebihi baku mutu, COD melebihi baku mutu dan OIW tidak melebihi baku mutu serta eror DO dibawah nol. Dari hasil simulasi tersebut, nilai variabel proses (DO) dapat dikontrol mendekati *set point* dan dihasilkan respon sistem pengendalian yang stabil.

Kata Kunci: Jaringan Syaraf Tiruan, *Dissolved Oxygen, Logic Solver.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

DESIGN OF DISSOLVED OXYGEN (DO) CONTROL SYSTEM IN POLISHING UNIT BASED ON LOGIC SOLVER IN PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (SIPL)

Name	**:**	**Rico Pardona Pardosi**
NRP	**:**	**02311640000060**
Department	**:**	***Engineering Physics* FT-IRS ITS**
Supervisors	**:**	**Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA**

ABSTRACT

A Dissolved Oxygen (DO) control system has been designed on a Logic Solver-based Polishing Unit at PT Saka Indonesia Pangkah Limited (SIPL). This design is motivated by the provision of urea fertilizer fertilizer and Triple Super Phosphate (TSP) for microorganisms still done manually by operators in the field. So, through this research it is expected to be able to create automatic control simulations based on DO values as process variables and Urea and TSP as variables that are manipulated using a logic solver controller. This study consists of two parts, namely the design of a dynamic plant model (polishing unit) using Backpropagation Neural Network (ANN) and the simulation design of a closed loop control system on a simulink consisting of (logic solver, control valve, and ANN Polishing Unit). ANN polishing unit was trained and then obtained the best model with structure 4-24-3 with 4 inputs (COD influent, OIW influent, Urea, and TSP), 24 hidden layer nodes and 3 outputs (OIW effluent, COD effluent, DO). The MSE and RMSE values of the ANN trained were 0.00485 and 0.06964 obtained at the 2nd iteration. From the simulation results on simulink by giving a number of scenarios in the logic solver condition table, the action is obtained in the form of urea and TSP nutrition issued by the control valve. The values used to reach the DO set point (2 mg / L) include: when COD and OIW influent exceeds quality standards, COD exceeds quality standards and OIW does not exceed quality standards and DO errors below zero. From the results of the simulation, the value of the process variable (DO) can be controlled near the set point and a stable control system response is generated.

Keywords: Artificial Neural Network, Dissolved Oxygen, Logic Solver.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya, penelitian dan penulisan tugas akhir dengan judul "**PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN *DISSOLVED OXYGEN (DO)* PADA *POLISHING UNIT* BERBASIS LOGIC SOLVER DI PT SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (SIPL)"** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selama melaksanakan tugas akhir ini baik saat simulasi program dan penyusunan buku laporan banyak kendala dan rintangan yang dialami penulis. Tanpa dukungan mereka, sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan buku laporan tugas akhir ini. Untuk itu, saya ingin mengucapkan terima kasih, kepada:

1. Orangtua tercinta (papa dan mama), adik-adik dan seluruh kerabat keluarga yang selalu memberi dukungan, semangat dan doa kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu, arahan, bimbingan dan motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Hendra Cordova, S.T., M.T. selaku ketua penguji sidang TA
4. Bapak Dr.Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. selaku penguj 1 sidang TA
5. Bapak Dr. Dhany Arifianto S.T., M.Eng. selaku penguj 2 sidang TA
6. Bapak Moh Kamalul Wafi, S.T., MSc.DIC selaku penguj 3 sidang TA
7. Bapak Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T., M.T. selaku dosen wali.
8. Kepala Departemen Teknik Fisika Bapak Dr. Suyanto, S.T., M.T.
9. Seluruh Dosen Departemen Teknik Fisika, yang telah memberi ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama delapan semester sehingga penulis dapat mengerjakan tugas akhir ini.
10. Seluruh staf pegawai Tata Usaha Departemen Teknik Fisika yang telah membantu penulis dalam melengkapi administrasi yang berkaitan dengan tugas akhir ini.
11. Bapak-Ibu yang bekerja di lingkungan departemen Teknik Fisika (Pak Sam, *cleaning service,* dan Bapak/Ibu kantin ijo*)*
12. Teman-teman satu angkatan 2016 "Thalassinus Fortis" yang menjadi teman *sharing* selama pengerjaan tugas akhir.
13. Teman-teman kelas A sebagai teman diskusi dalam belajar selama tiga tahun terakhir.
14. Teman-teman anak bimbingan laboratorium Workshop Instrumentasi (WS: Ndaru, Erryan, Bagas, Hafiz, Bima, Zhafirin) yang menjadi *partner* diskusi selama pengerjan Tugas Akhir
15. Teman-teman satu Persekutuan Doa Teknik Fisika (PDTF)

16. Teman-teman satu tongkrongan (Bang Rafael, Josua, Andre, Onward, Simon, Kevin, Maju, dll)
17. Seluruh Anggota “Rumah Yudas” yang selalu menjadi teman ngobrol penulis (Bang Nando, Bang David, Bang Ricky, Bang Petra, Bang Hebron, Bang Angga, Pra Sumihar, Welfrid, dan Yosafat)
18. Teman-teman Naposobulung HKBP Manyar sebagai teman satu persekutuan yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada penulis.

Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih belum sempurna dan masih banyak hal yang harus diperbaiki. Saran, kritik dan masukan yang membangun dari semua pihak sangatlah membantu penulis terutama untuk berbagai kemungkinan pengembangan lebih lanjut. Semoga laporan tugas akhir ini dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya, terima kasih.

Surabaya, 10 Agustus 2020

Rico Pardona Pardosi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
LEMBAR PENGESAHAN vii
LEMBAR PENGESAHAN ix
ABSTRAK xi
ABSTRACT xiii
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 4
1.3 Tujuan 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Sistematika Laporan 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 7
2.1 Polishing Unit 7
2.2 Identifikasi Parameter Operasional *Polishing Unit* 9
2.3 Regresi Linier Berganda (RLB) 12
2.4 Pelatihan dan Validasi JST 13
2.5 Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* 15
2.6 Pelatihan JST 17
2.7 Sistem Pengendalian *Dissolved Oxygen (DO)* Berbasis *Logic Solver* 18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 25
3.1 Alur Penelitian 25
3.2 Identifikasi Hubungan Antar Parameter *Polishing Unit* 26
3.3 Pengambilan Pasangan Data Masukan dan Keluaran *Polishing Unit* 32
3.4 Persiapan data pelatihan dan validasi 34
3.5 Perancangan Model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Polishing Unit* 36
3.6 Proses Pelatihan JST 40
3.7 Perancangan *Logic Solver* 41
3.8 Perancangan Simulasi Simulink Diagram Sistem Pengendalian DO 49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 53
4.1 Hasil Simulasi Jaringan Syaraf Tiruan *Polishing Unit* 53
4.2 Uji *Close loop* Sistem Pengendalian DO 62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 65
5.1 Kesimpulan 65
5.2 Saran 66
DAFTAR PUSTAKA 67
LAMPIRAN 71
BIODATA PENULIS 133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pada *Polishing Unit* 7
Gambar 2.2 Parameter pada *Polishing Unit* 10
Gambar 2.3 *Toolbox nntool* pada MATLAB (Mathworks, 2020a) 16
Gambar 2.4 *Toolbox Create Network or Data* (Mathworks, 2020a) 16
Gambar 2.5 Pelatihan JST (Mathworks, 2020a) 17
Gambar 2.6 Performansi Pelatihan JST (Mathworks, 2020a) 18
Gambar 2.7 Diagram Blok Sistem pengendalian DO 19
Gambar 2.8 *Truth table* pada *Logic Solver* (Mathworks, 2020b) 20
Gambar 2.9 *Control Valve* (Firmanda and Riza, 2010) 21
Gambar 2.10 *DO Meter* (Zhang, 2018) 22
Gambar 2.11 Skema JST *Polsihing Unit* 23
Gambar 3.1 *Flowchart* Metode Penelitian 25
Gambar 3.2 [Lanjutan] *Flowchart* Metode Penelitian 26
Gambar 3.3 Proses Pengolahan *Produced Water* di *Polishing Unit* 27
Gambar 3.4 *Toolbox create network* (Mathworks, 2020a) 37
Gambar 3.5 *Data manager* JST 38
Gambar 3.6 JST *Polishing Unit pada* MATLAB (Mathworks, 2020a) 38
Gambar 3.7 Arsitektur JST *Polishing Unit* (4 masukan-3 keluaran) 39
Gambar 3.8 *Toolbox Training* JST pada MATLAB (Mathworks, 2020a) 40
Gambar 3.9 *Toolbox training* parameter JST pada matlab (Mathworks, 2020a) 41
Gambar 3.10 *Design Logic Solver* Pada *Simulink* 49
Gambar 3.11 Diagram Blok Sistem Pengendalian DO 49
Gambar 3.12 Model simulink *control valve* untuk bukaan urea (Mathworks, 2020b) 50
Gambar 3.13 Model simulink *control valve* untuk bukaan TSP (Mathworks, 2020b) 51
Gambar 3.14 Model JST *Polishing Unit* pada simulink (Mathworks, 2020b) ... 52
Gambar 4.1 Hasil pelatihan JST 4-24-3 (Mathworks, 2020a) 53

Gambar 4.2 Grafik Perbandingan DO pelatihan JST dengan DO *record polishing unit* 55
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan COD *effluent* JST dengan COD *effluent polishing unit* 56
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan OIW *effluent* JST dengan OIW *effluent polishing unit* 57
Gambar 4.5 Nilai korelasi validasi JST dengan 24 *node hidden layer* 58
Gambar 4.6 Grafik Urea dan TSP terhadap DO JST 60
Gambar 4.7 Grafik urea dan TSP terhadap COD dan OIW efluent JST 61
Gambar 4.8 Grafik respon DO kondisi 1 62
Gambar 4.9 Grafik respon DO kondisi 2 63
Gambar 4.10 Grafik respon DO kondisi 3 63
Gambar 4.11 Grafik respon DO kondisi 4 64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Hasil pemodelan hubungan COD dan OIW *influent* terhadap Urea 28
Tabel 3.2 Nilai koefisien determinasi (R^2) pengaruh COD dan OIW terhadap Urea 29
Tabel 3.3 Hasil pemodelan hubungan COD dan OIW *influent* terhadap TSP 29
Tabel 3.4 Nilai koefisien determinasi (R^2) pengaruh COD dan OIW terhadap TSP 30
Tabel 3.5 Hasil pemodelan pengaruh penambahan urea dan TSP terhadap DO .. 31
Tabel 3.6 Nilai koefisien determinasi (R^2) pengaruh urea dan TSP terhadap DO 32
Tabel 3.7 Rentang Data *Record* parameter *Polishing Unit* 32
Tabel 3.8 Pasangan data masukan dan keluaran perancangan JST (10 data sampel) 33
Tabel 3.9 Data untuk pelatihan dan validasi JST 34
Tabel 3.10 Normalisasi data pelatihan dan validasi 35
Tabel 3.11 Perlengkapan Perancangan Model JST 36
Tabel 3.12 Database kondisi dan Aksi *Logic Solver* 43
Tabel 3.13 Database pada *Condition Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b) .. 45
Tabel 3.14 [Lanjutan] Database pada *Condition Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b) 46
Tabel 3.15 [Lanjutan 1] Database pada *Condition Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b) 46
Tabel 3.16 Database pada *Action Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b) 47
Tabel 3.17 [Lanjutan] Database pada *Action Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b) 48
Tabel 4.1 Data hasil pelatihan JST 54
Tabel 4.2 Data hasil validasi JST 58
Tabel 4.3 Validasi JST dengan data Sampel 59
Tabel 4.4. Hasil Uji close loop Sistem Pengendalian..... 62

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Saka Indonesia Pangkah Limited (SIPL) mendapatkan hasil minyak mentah melalui eksplorasi lepas pantai *(offshore)* lalu memprosesnya menjadi minyak bumi (Anonim, 2018). Dalam proses pengolahan minyak bumi tersebut dihasilkan produk samping berupa *produced water* yang masih mengandung air, minyak, dan polutan kimia berbahaya (Wei *et al.*, 2019). Peningkatan produksi minyak bumi menyebabkan *produced water* yang dihasilkan semakin banyak. *Produced water* harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi baku mutu parameter-parameter yang telah ditetapkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup No.19 Tahun 2010 sebelum dibuang ke laut (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010). Sebelum tahun 2019, unit yang mengolah *produced water* adalah *API* (*American Petroleum Institute*) *Separator*, prinsip kerjanya adalah dengan cara memisahkan kandungan minyak dan air secara fisika, yaitu menyebabkan minyak yang mempunyai densitas lebih kecil dari air akan mengambang di atas air (Andarani and Rezagama, 2015). Banyaknya *produced water* yang dihasilkan menyebabakan *API Separator* tidak mampu untuk mengolah seluruh air limbah yang masih mengandung polutan kimia berbahaya, hal ini berimbas pada kualitas air limbah yang hendak dibuang tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Untuk itu, PT SIPL menambahkan unit pengolah air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dinamakan *polishing unit*. (SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED, 2016). Di dalam *polishing unit* terjadi pengolahan air limbah secara biologis *(biological treatment)* dengan menggunakan media lumpur aktif (*activated sludge*). Lumpur aktif adalah suatu media pengolahan limbah yang memanfaatkan bantuan mikroorganisme aerob. Mikroorganisme membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Mikroorgansme harus dijaga tetap hidup dan dalam kondisi sehat agar dapat mendegradasi senyawa polutan kimia berbahaya pada *produced water* (Ahansazan *et al.*, 2014). Berdasarkan wawancara dengan pihak SAKA, selama ini pemantauan kondisi mikroorganisme yang dilakukan oleh

operator pada *polishing unit* masih menggunakan cara manual yaitu dengan mengambil sampel *produced water* lalu mengamati perubahan warnanya di laboratorium, dari pengamatan ini operator dapat menentukan kondisi mikroorganisme: sehat, sekarat atau sudah mati. Kondisi sehat digambarkan dengan air limbah berwarna coklat, kondisi sekarat digambarkan air limbah berwarna kuning dan pada saat kondisi mikroorganisme mati, warna air limbah adalah hitam kecoklatan *(dark brown)*. Setelah mengetahui kondisi mikroorganisme, apabila kondisinya dalam keadaan sekarat atau mati, maka dilakukan penambahan nutrisi berupa pupuk urea (banyak mengandung unsur Nitrogen) dan *Triple Super Phosphate/*TSP (banyak mengandung unsur Posfor) ke *polishing unit* dalam jumlah yang lebih banyak, namun tidak ada angka pasti penambahan ini (Mumin, 2014). Sementara apabila kondisi mikroorganisme masih sehat, penambahan nutrisi tetap dilakukan dengan dosis yang tidak teralalu banyak. Tidak ada angka standar yang menjadi acuan penambahan nutrisi. Penambahan nutrisi dengan memperhatikan warna dirasa kurang akurat, oleh karenanya penulis berinisiatif untuk merancang konsep otomatisasi pemberian nutrisi (urea dan TSP) berdasarkan nilai parameter-parameter yang berpengaruh langsung terhadap kondisi mikroorganisme. Selain mengamati warna, pihak PT SIPL juga mengukur parameter-parameter air limbah pada setiap proses (*influent*, aerasi, dan *effluent*). Dari data ini kemudian dapat dibandingkan dengan standar baku mutu yang ditetapkan kementrian lingkungan hidup (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010). Adanya data-data parameter yang terukur pada *polishing unit* kemudian mendorong penulis untuk mengamatinya. Pengamatan parameter-parammeter ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antar parameter serta untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penambahan nutrisi pada *polishing unit*. Data-data parameter yang didapatkan dari staf pegawai PT SIPL tersebut selanjutnya diteliti oleh penulis untuk menemukan parameter mana yang paling signifikan dalam mempengaruhi kondisi mikroorganisme selama proses pengolahan *produced water*. Dari parameter-parameter yang dikumpulkan tersebut lalu dianalisa sehingga didapatkan adanya parameter yang dapat dipergunakan sebagai indikasi kondisi mikroorganisme pada *polishing unit*. Parameter tersebut disusun menjadi suatu pasangan data masukan dan keluaran untuk pemodelan dinamika proses *plant polishing unit* menggunakan jaringan saraf

tiruan (JST) atau *artificial neural network* (ANN) (Hamada, Adel Zaqoot and Abu Jreiban, 2018). Alasan penulis menggunakan JST dalam pemodelan dinamika proses *polishing unit* dikarenakan proses biologis untuk melakukan penguraian pada *produced water* sangat rumit sehingga sulit dimodelkan dalam model persamaan matematika (Fitra and Soehartanto, 2019).

Untuk dapat menjaga stabilitas operasional *polishing unit* sebagai pengolah limbah *produced water* maka diperlukan suatu sistem pengendalian (Apriyanto, Hunaini and Effendy, 2019). Variabel proses *polishing unit* yang dikendalikan adalah Dissolved Oxygen (DO) yaitu parameter yang dapat menunjukkkan kondisi mikroorganisme melalui banyaknya jumlah oksigen terlarut dalam air limbah, semakin besar nilai DO maka mikroorganisme yang hidup juga semakin banyak, namun nilai DO harus dijaga pada rentang nilai tertentu agar nilainya tidak lebih dan tidak kurang. Nilai DO pada *polishing unit* didapatkan dari hasil pengukuran secara portabel dan mempergunakan *online analyzer* pada zona 1 dan 2 *polishing unit* (Salmin, 2005). Banyaknya oksigen terlarut yang diukur pada proses aerasi yang diukur dalam parameter DO secara tidak langsung juga merepresentasikan layak atau tidaknya *produced water* untuk dibuang ke laut karena dapat mempengaruhi nilai parameter *effluent* seperti kandungan minyak *(Oil In Water)* dan oksigen kimia pada air limbah *(Chemical Oxygen Demand)* yang menunjukkan kualitas air limbah. (Said, 2010). Sehingga sistem pengendalian yang dirancang pada penelitian ini berbasiskan *logic solver*. *Logic solver* sebagai pengendali dapat menalar nilai eror DO sebagai selisih nilai DO *set point* dengan nilai DO yang terukur oleh *online analyzer* (Wicaksono, Noriyati and Soehartanto, 2010) serta beban OIW dan COD *influent* yang diberikan. Perbedaan nilai DO *set point* dengan nilai DO terukur (eror DO) selanjutnya dipergunakan oleh pengendali *Logic Solver* untuk memberikan sinyal aksi ke aktuator (simulasi alat untuk menentukan banyaknya urea dan TSP yang hendak diberikan) sehingga nilai DO yang terukur pada *polishing unit* di hari berikutnya dapat mendekati rentang *set point* yang telah ditetapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan pada Tugas Akhir ini adalah:

a. Bagaimana memodelkan dinamika proses *polishing unit* dengan mempergunakan jaringan syaraf tiruan (JST)?
b. Bagaimana merancang sistem pengendalian *dissolved oxygen* (DO) pada *polishing unit* yang pengendalinya berbasiskan *logic solver*?
c. Bagaimana kinerja sistem pengendalian *dissolved oxygen* (DO) berbasis l*ogic solver* yang dirancang?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

a. Memodelkan dinamika proses *polishing unit* dengan mempergunakan jaringan syaraf tiruan (JST).
b. Merancang sistem pengendalian *dissolved oxygen* (DO) pada *polishing unit* yang pengendalinya berbasiskan *logic solver.*
c. Mengetahui kinerja sistem pengendalian *dissolved oxygen* (DO) berbasis l*ogic solver* yang dirancang.

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, cakupan bahasan yang akan dikaji akan dibatasi oleh beberapa batasan sebagai berikut.

a. Data yang dipergunakan pada tugas akhir ini adalah data yang tercatat oleh operator *(data record)* yang didapatkan melalui salah satu staf di PT SIPL.
b. Dinamika proses *polishing unit* dimodelkan dalam bentuk struktur jaringan syaraf tiruan (JST) yang dibangun dengan mempergunakan pasangan data masukan dan keluaran yang menunjukkan beban pengolahan *plant* dan kondisi mikroorganisme.
c. Pengendali yang dipergunakan pada sistem pengendalian ini berbasikan *logic solver*.
d. Hubungan antar parameter di *polishing unit* dimodelkan dengan mengguakan *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS)
e. Model dan simulasi sistem pengendalian dibangun dengan mempergunakan *software MATLAB-Simulink*

1.5 Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, dilengkapi dengan daftar pustaka dan lampiran. Secara garis besar, sistematika dari penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

   Pada bab I ini terdiri atas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika laporan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

   Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

c. BAB III METODOLOGI

   Pada bab III ini berisi alur penelitian yang dilakukan, metode, dan langkah-langkah dalam penelitian.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

   Pada bab IV ini berisi tentang hasil penelitian, analisa data dan pembahasan

e. BAB V PENUTUP

   Pada Bab V ini berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan penelitian dan saran yang dapat diberikan.

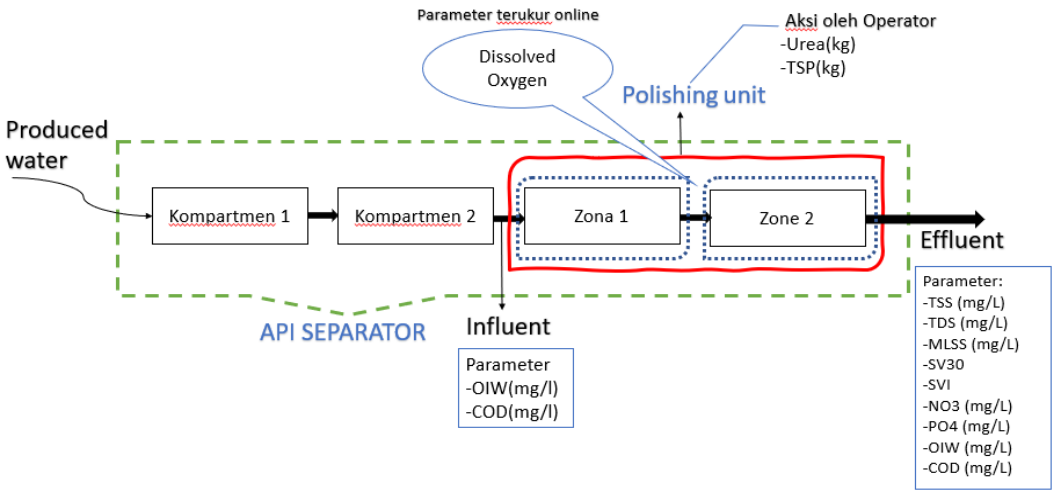
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Polishing Unit

Polishing unit adalah unit tambahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di PT SIPL. Penambahan unit ini dilakukan karena *API Separator* kompartmen 1 dan 2 tidak mampu lagi untuk mengolah *produced water* yang semakin banyak dan masih mengandung polutan kimia berbahaya. *Polishing unit* juga berfungsi untuk memperbaiki kualitas air limbah keluaran dari *API Separator* kompartmen 1 dan 2 yang hendak dibuang ke laut agar sesuai dengan baku mutu Kementrian Lingkungan Hidup (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010). Pada unit ini diterapkan metode pengolahan lumpur aktif yaitu dengan mempergunakan peran mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut merupakan mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dan memanfaatkan polutan organik terlarut sebagai sumber makanannya (Ir. Arie Herlambang, 1999). Sehingga *produced water* yang diolah akan menurun kandungan polutannya akibat aktivitas mikroorganisme tersebut dan layak dibuang ke lingkungan (Ni Luh Gede Sudaryati, I Wayan Kasa, 2012)

Pada penelitian ini, mekanisme proses kerja untuk mengubah *influent load* menjadi *effluent* pada polishing unit dapat ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses pada *Polishing Unit*

Berdasarkan gambar 2.1, mekanisme kerja untuk mengolah *influent load* menjadi *effluent* adalah sebagai berikut:

1. *Produced water* diolah terlebih dahulu di *API Separator* kompartmen 1 dan 2 secara fisika untuk menurunkan kadar minyak dalam air limbah (*oil in water/OIW influent*).
2. Selanjutnya *produced water* keluaran dari kompartmen 2 menjadi *influent load* bagi *polishing unit* untuk diproses. Di tahap ini, *polishing unit* bertugas untuk menurunkan kadar OIW lagi dan *Chemical Oxygen Demand (COD Influent)* serta mendegradasi senyawa polutan organik yang masih terdapat pada *produced water* dengan metode *activated sludge*. Parameter-parameter *influent* seperti COD, OIW dan parameter lainnya diukur pada tahap ini.
3. *Polishing unit* terdiri dari dua zona, yaitu zona 1 dan 2. Pada zona 1 dan 2 terjadi proses aerasi (penambahan oksigen ke *polishing unit*) lalu dilakukan pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) secara portabel dengan DO meter dan secara daring menggunakan alat *online analyzer*. Pengukuran DO ini bertujuan untuk melihat seberapa banyak oksigen terlarut pada *produced water*. Mikroorganisme pada *polishing unit* membutuhkan oksigen untuk perkembangbiakan dan sebagai sarana untuk mendegradasi polutan orgnik yang masih terdapat pada *produced water*. Parameter ini dapat menunjukkan kondisi mikroorganisme karena menunjukkan kondisi mikrroorganisme secara langsung berdasarkan banyaknya oksigen dalam *produced water*.
4. Untuk mengontrol nilai DO agar tetap berada pada rentang yang ditentukan serta menurunkan kadar OIW dan COD, maka dilakukan aksi oleh operator dengan pemberian nutrisi untuk mikroorganisme berupa Urea dan Supernatan (TSP).
5. Setelah melalui proses pada zona 2, didapatkan hasil olahan *produced water* yang dinamakan dengan *effluent*. *Effluent* tersebut diukur parameternya seperti TSS, TDS, MLSS, SV30, SVI, NO3, PO4, dan OIW *effluent* dan COD *effluent* Dari nilai parameter-parameter ini selanjutnya akan menjadi acuan untuk operator dalam menentukan kualitas olahan air limbah. Jika nilai nya sudah

memenuhi standar baku mutu Kementrian Lingkungan Hidup, maka akan dibuang ke laut. Jika belum, maka dilakukan pengolahan kembali.

Pada *polishing unit* diterapkan metode pengolahan *activated sludge* yaitu dengan mempergunakan peran mikroorganisme aerob. Pengolahan dengan metode ini memiliki kekurangan diantaranya perlu pengontrolan yang relatif ketat agar diperoleh perbandingan yang tepat antara jumlah makanan dan jumlah mikroorganisme yang ada, dapat menimbulkan bau apabila jumlah lumpur terlalu banyak serta membutuhkan *suplay* oksigen yang banyak.

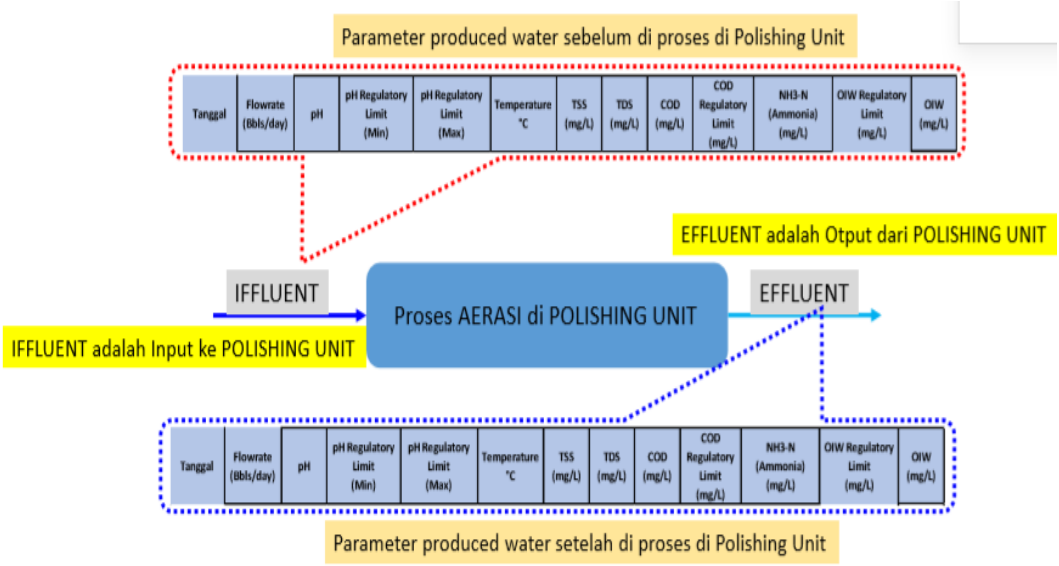
Mikroorganisme pada proses pengolahan air limbah secara *activated sludge* memerlukan oksigen untuk perkembangbiakan. Di dalam air, oksigen memainkan peranan dalam menguraikan komponen-komponen kimia menjadi komponen yang lebih sederhana. Oksigen terlarut dalam air dinamakan dengan istilah *Dissolved Oxygen* (DO) yang diukur dalam mg/l atau ppm. Oksigen memiliki kemampuan untuk beroksidasi dengan zat pencemar seperti komponen organik sehingga zat pencemar tersebut tidak membahayakan. Oksigen juga diperlukan oleh mikroorganisme, baik yang bersifat aerob serta anaerob dalam proses metabolisme. Dengan adanya oksigen dalam air, mikroorganisme semakin giat dalam menguraikan komponen kimia dalam air limbah dengan reaksi biologis.

Jika reaksi penguraian komponen kimia dalam air limbah terus dilakukan, maka kadar oksigen pun akan menurun. Pada klimaksnya, oksigen yang tersedia tidak cukup untuk menguraikan komponen kimia tersebut. Keadaan yang demikian merupakan pencemaran berat pada air. Oleh karenanya, jumlah *Dissolved Oxygen* harus dijaga pada rentang tertentu.

2.2 Identifikasi Parameter Operasional *Polishing Unit*

Produced water merupakan salah satu limbah industri hasil eksplorasi minyak dan gas yang tidak dibutuhkan. *Produced water* mengandung minyak, gas dan polutan kimia berbahaya (Wei *et al.*, 2019). *Produced water* pada PT SIPL merupakan *influent load* untuk diproses di *polishing unit* setelah melalui serangkaian proses di kompartmen 1 dan 2 *API Separator*. *Influent load* merupakan beban yang harus diolah oleh *polishing unit* menjadi *effluent* (hasil pengolahan yang

dibuang ke laut). Terdapat banyak parameter yang diukur pada tahap *influent*, proses aerasi, maupun *effluent* seperti ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Parameter pada *Polishing Unit*

Namun dari sekian banyak parameter tersebut, penulis merinci parameter mana saja yang berpengaruh paling signifikan terhadap kondisi mikroorganisme pada pengolahan *produced water* dari *influent load* menjadi *effluent*. Perincian parameter tersebut didasarkan pada fungsi dari *polishing unit* untuk menurunkan kadar minyak dan medegradasi komponen organik berbahaya serta kebutuhan oksigen dan nutrisi untuk mikroorganisme. Sehingga diperoleh parameter yang dapat menggambarkan proses pengolahan limbah di *polishing unit* tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Oil in Water*/OIW (mg/L)

Oil in Water (OIW) merupakan jumlah kandungan kotoran minyak dalam air yang terbentuk dari proses pengumpulan dan pengendapan kontaminan minyak yang tidak dapat digunakan kembali dalam proses produksi. OIW diukur sebanyak 2 kali, yaitu sebelum dan sesudah memasuki *polishing unit*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa bagus kinerja *polishing unit* dalam menurunkan kadar minyak dalam air. Baku mutu parameter OIW untuk *produced water* menurut peraturan Kementrian Lingkungan Hidup tahun 2010 adalah 25 mg/L (Kementrian

Lingkungan Hidup, 2010). Hal ini berarti apabila OIW pada air limbah di atas 25 mg/L maka limbah tersebut tidak layang dibuang ke laut atau lingkungan.

2. *Chemical Oxygen Demand/*COD (mg/L)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam *ppm (part per milion)* atau ml O_2/Liter. Di PT SIPL, sebelum memasuki *polishing unit* nilai COD pada *produced water* diukur terlebih dahulu. Hal ini dilakukan karena nilai COD awal limbah sebagai beban akan mempengaruhi kinerja *polishing unit*, nilai COD yang berada di atas 200 mg/L (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010) menunjukkan bahwa air limbah tersebut sangat berbahaya apabila dibuang ke lingkungan. Kenaikan nilai COD yang sangat tinggi secara tiba-tiba dapat membuat efisiensi kinerja berkurang karena perubahan keseimbangan kandungan Karbon: Nitrogen: Posfor dalam proses aerasi yang dapat berubah drastis. Dimana beban organik yang begitu tinggi tidak diikuti dengan penambahan nutrisi yang sesuai. Penurunan nilai COD setelah aerasi terjadi karena adanya proses penguraian bahan organik kompleks menjadi seyawa yang lebih sederhana (Mumin, 2014). Baku mutu parameter COD untuk *produced water* menurut Kementrian Lingkungan Hidup tahun 2010 adalah 200 mg/L (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010)

3. *Dissolved Oxygen*/DO (mg/L)

Dissolved Oxygen (DO) merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam *produced water* dan merupakan kebutuhan mutlak bagi mikroorganisme untuk menguraikan zat organik. Dihitung dalam satuan mg/L atau ppm. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk proses metabolisme dan perkembangbiakan. Disamping itu, DO juga dibutuhkan oleh bahan organik maupun anorganik dalam *produced water* untuk oksidasi.(Salmin, 2005).

Pada penelitian ini, DO dijadikan sebagai variabel proses yang akan dikontrol nilainya, dimana nilai DO akan dikontrol agar selalu berada pada *set point* 2 mg/L. (EMERSON Process Management, 2009).

4. Urea dan TSP (kg)

Pupuk Urea dan TSP merupakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme selama proses penguraian senyawa polutan *produced water*. Urea atau TSP

diberikan oleh operator sebagai nutrisi untuk mikroorganisme di dalam *polishing unit*. Banyaknya Urea atau TSP yang diberikan bergantung pada banyaknya jumlah mikroorganisme di dalam *polishing unit*. Untuk itu harus diketahui dinamika proses *polishing unit* dan mengetahui hubungan antar parameter yang dapat menggambarkan kondisi mikroorganisme agar operator bisa mengetahui jumlah Urea atau TSP yang hendak diberikan.

Dari identifikasi parameter yang dilakukan, telah diperoleh parameter yang dapat mempengaruhi kondisi mikroorganisme di *Polishing Unit.* Parameter tersebut menjadi pasangan data masukan dan keluaran. Parameter-parameter tersebut adalah *Oil in water (OIW) influent, Chemical Oxygen Demand (COD) influent,* Urea dan TSP sebagai masukan serta *Oil in water (OIW) effluent, Chemical Oxygen Demand (COD) effluent* dan *Dissolved Oxygen* (DO) sebagai keluaran. Dimana urea dan TSP sebagai *manipulated variable* serta DO sebagai *process variable*. Pasangan data ini diambil lalu digunakan menjadi masukan dan keluaran untuk memodelkan dinamika proses *polishing unit* menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

2.3 Regresi Linier Berganda (RLB)

Regresi Linier Berganda merupakan suatu teknik regresi yang terdiri lebih dari satu variabel bebas. Analisis regresi linier berganda bertujuan untuk mengetahui hubungan atau ada tidaknya pengaruh variabel bebas *(independent variable)* terhadap variabel terikat *(dependent variable).* Model regresi linier berganda dapat ditunjukkan sebagai berikut: (Copeland, 1997)

$$Yi = \beta 0 + \beta 1 Xi1 + \beta 2 Xi2 + \cdots + \beta \mathrm{n} Xin + \varepsilon i \quad \text{(2.1)}$$

dimana:

Yi	: variabel terikat data ke-i
$\beta 0, \beta 1, \beta 2, \beta \mathrm{n}$	: Parameter estimasi
$Xi1, Xi2, Xin$	: variabel bebas data ke-i, n adalah banyaknya data
εi	: eror random pada data ke-i

Regresi Linier Berganda (RLB) pada penelitian ini digunakan untuk mengentahui hubungan atau pengaruh antar parameter pada *polishing unit,* yaitu

a. Pengaruh OIW dan COD *influent* terhadap Urea
b. Pengaruh OIW dan COD *influent* terhadap TSP
c. Pengaruh penambahan urea dan TSP terhadap DO

2.4 Pelatihan dan Validasi JST

Pasangan data masukan (OIW *influent*, COD *influent*, Urea, TSP) dan keluaran (OIW *effluent*, COD *effluent*, DO) yang telah diambil digunakan untuk data pelatihan dan validasi jaringan syaraf tiruan. Data diambil dari tanggal 01 Januari 2019 sampai 29 Desember 2019 sedangkan data validasi adalah tanggal 01 Januari 2020 sampai 10 April 2020 sehingga total ada 98 pasangan data. Pasangan data yang digunakan untuk pelatihan adalah data ke-1 s/d 80 (01 Januari s/d 20 Maret) sedangkan data yang digunakan untuk validasi adalah data ke 81 s/d 98 (21 Maret s/d 07 April). Pembagaian data untuk pelatihan dan validasi adalah 80%:20% (Badieah, Gernowo and Surarso, 2016).

2.4.1 Normalisasi Data Masukan dan Target JST

Normalisasi adalah cara yang digunakan untuk me-*rescale* data dari suatu rentang ke rentang baru. Sebelum melakukan pemodelan dan pelatihan JST, data-data masukan dan target harus dinormalisasi terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan data masukan dan keluaran setiap parameter memiliki rentang yang berbeda sedangkan JST dapat memprediksi target lebih baik apabila rentang semua parameter masukan dan target sama. Normalisasi bertujuan untuk membuat data parameter berada pada rentang yang sama. Metode normalisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Min-max normalization,* dimana data setiap parameter dibuat menjadi satu kolom lalu ditentukan nilai maksimum dan minimumnya. Data akan diubah ke dalam rentang 0 dan 1 dengan menggunnkan rumus normalisasi sebagai berikut:

$s' = \frac{(s-min)}{(max-min)}$ (Chamidah, . and Salamah, 2016)..... **(2.2)**

dengan:

s' = data hasil normalisasi

s = data asli

max = nilai maksimum data asli

min = nilai minimum data asli

2.4.2 Denormalisasi Data Hasil JST

Denormalisasi adalah pengembalian rentang data normalisasi hasil pelatihan dan validasi ke rentang semula. Denormalisasi dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$s = s'(max - min) + min$…….. **(2.3)**

dengan:

s' = data hasil normalisasi

s = data hasil denormalisasi

max = nilai maksimum data asli

min = nilai minimum data asli

2.4.3 Mean Square Error (MSE) dan Root Mean Square Error (RMSE)

Metode pengukuran evaluasi perfomansi model JST dapat menggunakan parameter nilai MSE dan RMSE. Nilai MSE dan RMSE didapat dengan membandingkan perbedaan nilai estimasi dengan nilai aktual. Dari MSE dan RMSE, dapat diketahui kualitas model JST apakah layak atau tidak. Semakin kecil nilai MSE dan RMSE semakin baik karena eror yang dihasilkan hanya sedikit. Model yang bagus memiliki nilai RMSE mendekati nol. Persamaan MSE dan RMSE dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

MSE $= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$……..... **(2.4)**

RMSE $= \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}$(Hamada, Adel Zaqoot and Abu Jreiban, 2018)…. **(2.5)**

dimana:

y_i = data aktual

$\hat{y}_i$ = data hasil prediksi JST

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

$$nRMSE = \frac{RMSE}{y_{max} - y_{min}} \quad \textbf{(2.6)}$$

dimana:

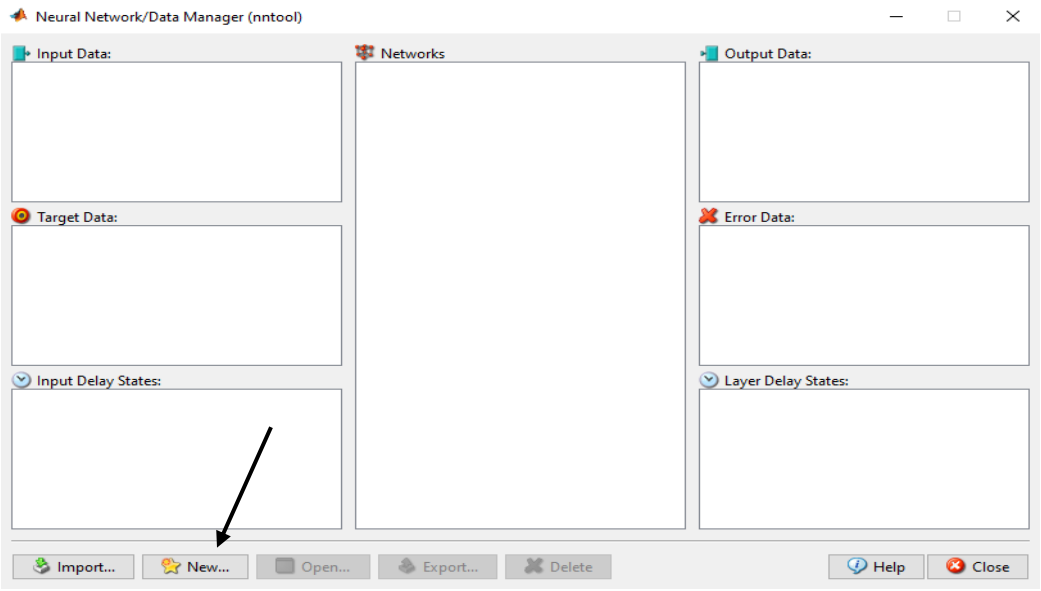
y_{max} = data maksimum aktual

y_{min} = data minimum aktual

2.5 Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

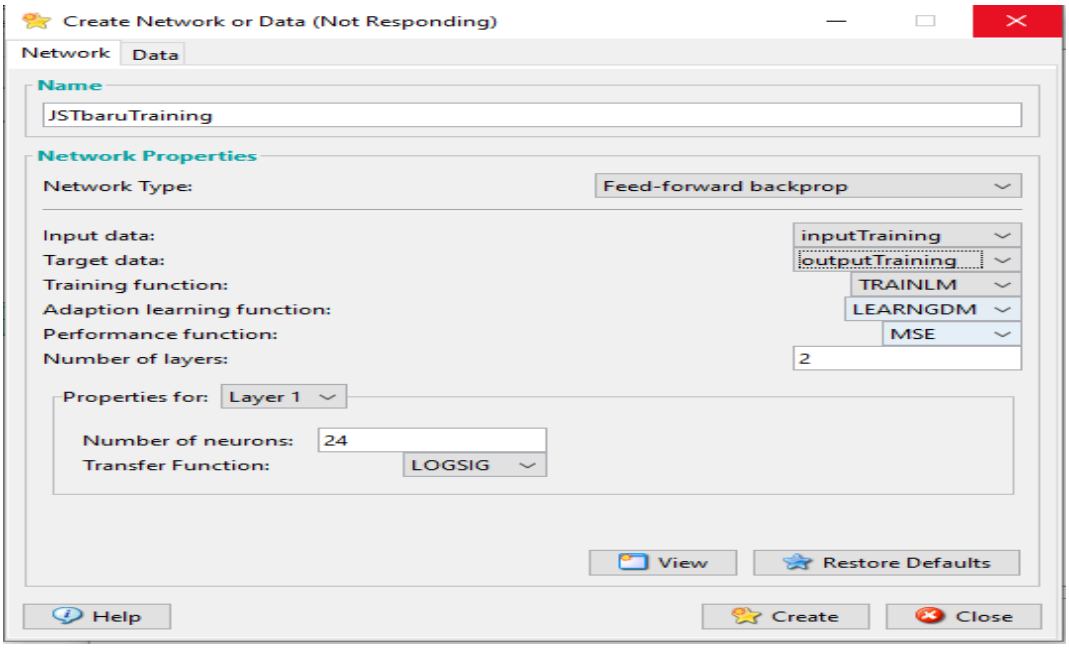
Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik performansi mirip dengan jaringan syaraf otak manusia. Salah satu tipe jaringan saraf tiruan yang sering digunakan adalah *backpropagation (multilayer feedforward networks)*. Jaringan seperti ini terdiri dari sejumlah unit neuron sebagai lapisan masukan, satu atau lebih lapisan *hidden layer*, dan sebuah lapisan keluaran (Wuryandari and Afrianto, 2012).

Pada penelitian ini, jaringan syaraf tiruan dibuat dengan menggunakan tipe jaringan *backpropagation.* Pada MATLAB, tipe ini dapat dipilih dengan menggunakan *toolbox nntool*.



Gambar 2.3 *Toolbox nntool* pada MATLAB (Mathworks, 2020a)

Berdasarkan gambar gambar 2.3, dapat dilihat kolom *input data*, *target data*, dan *networks* yang dipergunakan untuk menampilkan jaringan yang telah disusun. Kolom *output data* menampilkan keluaran JST dan kolom *error data* menunjukkan selisih antara target dengan keluaran JST. Tanda panah hitam menunjuk tombol "new". Jika tombol tersebut di-klik maka tampilannya adalah seperti pada gambar 2.4.

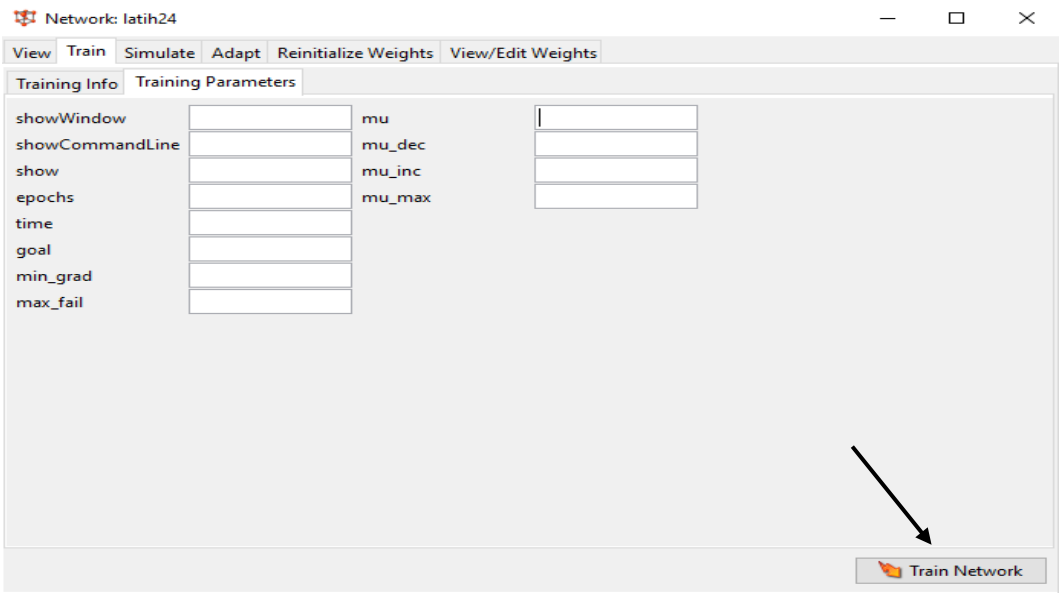


Gambar 2.4 *Toolbox Create Network or Data* (Mathworks, 2020a)

Dapat dilihat pada gambar 2.4 terdapat pilihan *network type*. Pada penelitian ini dipilih tipe jaringan *feedforward backpropagation. Network properties* seperti *input data, target data, training function, performance function* dan *number of layers* untuk perancangan jaringan juga terdapat pada *toolbox* ini. Semua *properties* harus diisi agar perancangan JST dapat berjalan.

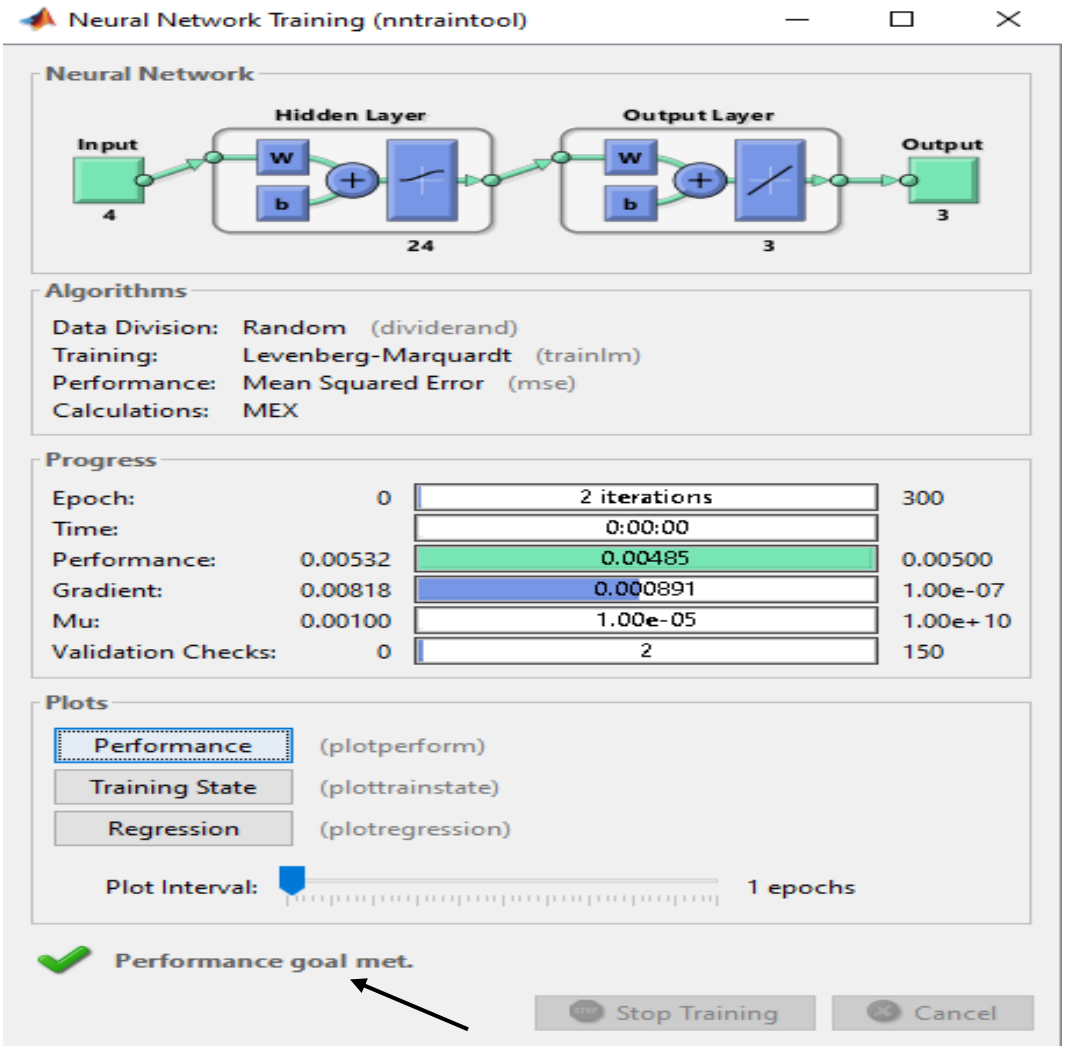
2.6 Pelatihan JST

Pelatihan JST dilakukan untuk melatih struktur JST yang telah dirancang agar dapat memprediksi keluaran *polishing unit* berdasarkan masukan dan target data yang telah diberikan. Pada MATLAB *nntool*, *toolbox* untuk pelatihan struktur JST dapat dilihat seperti gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pelatihan JST (Mathworks, 2020a)

Berdasarkan gambar 2.5 di atas, dapat dilihat bahwa sebelum memulai proses pelatihan, terlebih dahulu harus diisi parameter-parameter pelatihan *(Training Parameters)*. Parameter pelatihan meliputi *goal* yang merupakan MSE yang hendak dituju, *epoch* yang merupakan banyaknya pengulangan maksimum selama pelatihan, *max fail* yang merupakan jumlah kegagalan maksimal dan parameter pelatihan lainnya. Setelah semua data parameter pelatihan diisi, maka dilanjutkan dengan menge-klik tombol "*train network"* yang ditunjukkan dengan tanda panah warna hitam untuk memulai proses pelatihan JST.



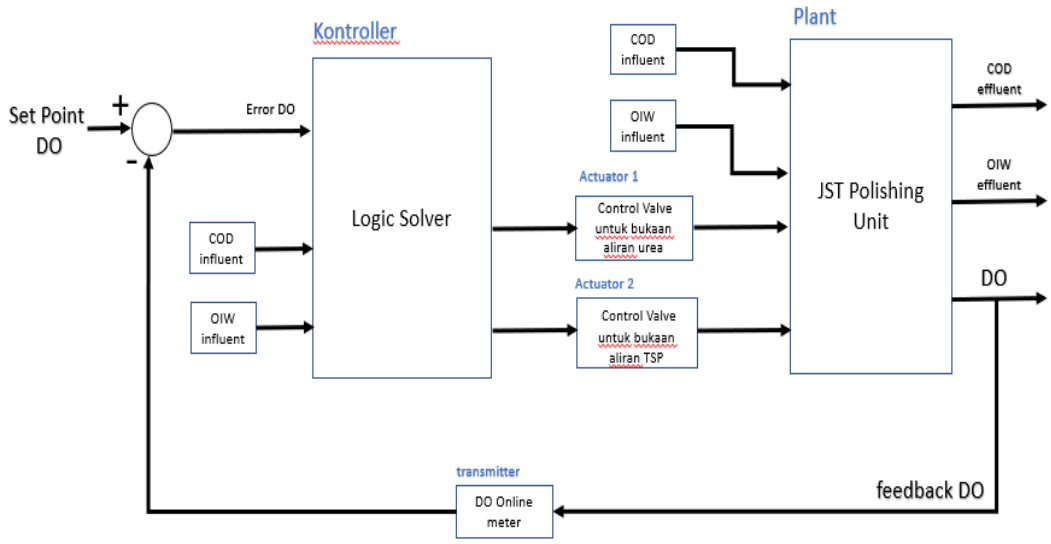
Gambar 2.6 Performansi Pelatihan JST (Mathworks, 2020a)

Performansi pelatihan dapat dilihat pada gambar 2.6. Dari tampilan ini dapat dilihat pada kolom *performance* yang merupakan nilai MSE. Jika terdapat tulisan *"performance goal met"* seperti yang ditunjukkan tanda panah hitam, maka target MSE yang ingin dicapai sudah terpenuhi. Jika belum, maka pelatihan harus dilakukan kembali sampai target MSE dapat dipenuhi.

2.7 Sistem Pengendalian *Dissolved Oxygen (DO)* Berbasis *Logic Solver*

Sistem Pengendalian DO berbasis *logic solver* menggunakan prinsip sistem pengendalian umpan balik (*Feedback close loop Control*) yaitu suatu metode pengendalian dengan cara menjaga keluaran *plant* (variabel proses) yang diukur

oleh sensor agar tetap mendekati *set point*. Variabel terukur tersebut dibandingkan dengan *set point* yang telah ditentukan. Selisih *set point* dengan variabel terukur akan menjadi referensi kontrol bagi pengendali (Ogata, 2004). Pada simulasi penelitian ini, pengendali yang digunakan adalah *Logic Solver*. Sementara variabel proses yang akan dikendalikan adalah DO, sehingga DO keluaran *plant* akan dibandingkan dengan *set point* lalu dihasilkan selisih (eror) nya. Di samping eror DO, terdapat dua parameter yang menjadi acuan *logic solver* yaitu OIW *influent* dan COD *influent*. Penentuan nilai kedua parameter ini didasarkan pada standar baku mutu Kementrian Lingkungan Hidup (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010)

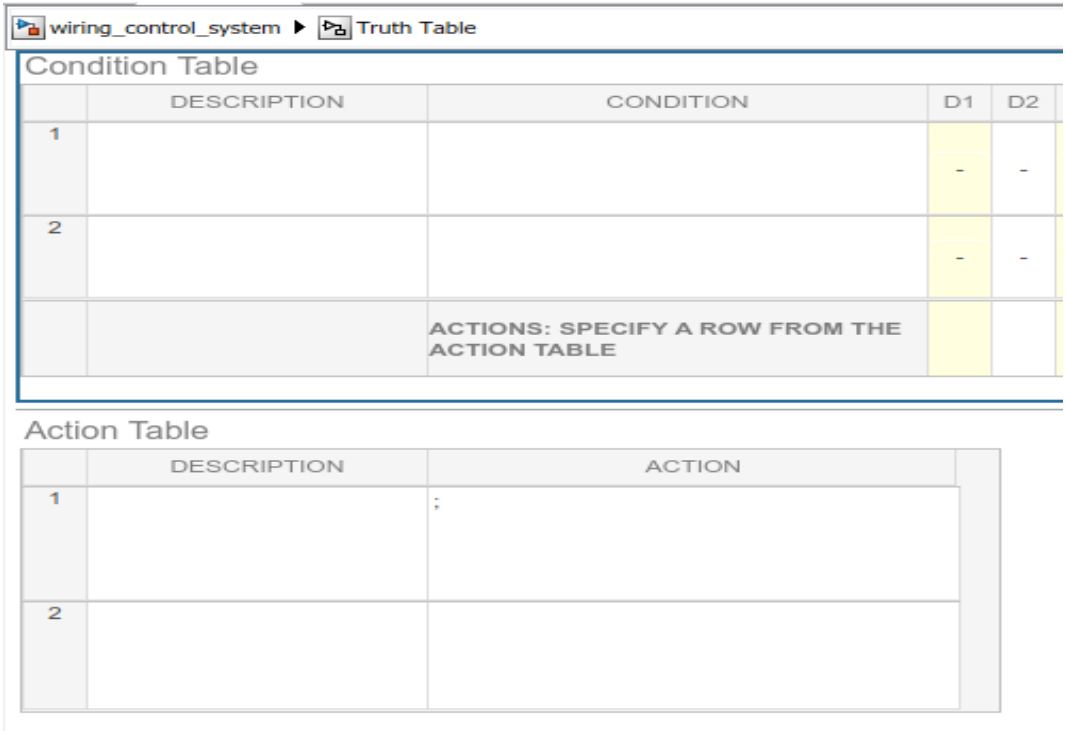


Gambar 2.7 Diagram Blok Sistem pengendalian DO

Gambar 2.7 merupakan diagram blok sistem pengendalian DO berbasis *Logic Solver*. Dapat dilihat pada gambar, selain pemberian urea dan TSP oleh *control valve* terdapat dua parameter tambahan ke *polishing unit* yaitu COD dan OIW *influent*. Penambahan ini didasarkan bahwa COD dan OIW *influent* merupakan beban pengolahan yang harus diturunkan nilainya pada *polishing unit*. Pada keluaran JST, selain DO yang merupakan variabel proses, pada *polishing unit* juga terdapat COD dan OIW *effluent*, penambahan kedua parameter tersebut bertujuan untuk melihat kinerja *polishing unit*. Pada sistem pengendalian ini, terdapat beberapa blok sebagai elemen sistem. Diantaranya adalah sebagai berikut.

2.7.1 *Logic Solver* sebagai Pengendali

Pengendali berbasis *logic solver* adalah suatu tipe pengendali *(controller)* yang bekerja berdasarkan logika. Perbedaan mendasar *logic solver* dengan pengendali lain adalah tidak adanya operasi berupa perhitungan matematik, seperti pada mode kontrol proporsional (P), proporsional integral (PI), maupun proporsional integral derivatif (PID) (Putri, 2011). Dengan kata lain, untuk pengendali berbasis *logic solver*, sudah ditentukan berapa nilai keluaran sinyal kontrol untuk aktuator maupun tanpa aktuator. Prinsip kerjanya adalah dengan mengeluarkan sinyal kontrol berdasarkan masukan *logic solver* untuk memberikan aksi ke aktuator yang selanjutnya menjadi masukan ke *plant* agar variabel proses mendekati *set point*. Pada *logic solver* terdapat *truth table* yang berisi tabel kondisi dan aksi seperti gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Truth table* pada *Logic Solver* (Mathworks, 2020b)

Dari gambar 2.8, *truth table* pada *Logic solver simulink* berisi dua bagian, yakni *condition table* dan *action table.* Pada *condition table*, diberi kondisi berupa logika kerja dan mengisi kolom D1, D2, dan seterusnya sebagai nilai kebenaran *(Truth/False)* lalu pada *action table* diisi aksi berdasarkan persamaan regresi

hubungan parameter COD dan OIW *influent* dengan urea dan TSP. Besaran nilai urea dan TSP menjadi sinyal kontrol ke aktuator untuk mengatur aliran urea dan TSP ke *polishing unit.*

2.7.2 Control valve

Control Valve adalah sebuah piranti dalam industri yang digunakan untuk memanipulasi aliran fluida seperti gas, uap, air, atau bahan kimia untuk mengkompensasi gangguan beban dan menjaga variabel proses yang diatur sedekat mungkin dengan *set point* yang diinginkan (Damayanti, Santosa and Santoso, 2015). *Control valve* pada umumnya memiliki sinyal masukan 4-20 mA, dari sinyal tersebut akan diubah menjadi sinyal pneumatik 3-15 psi oleh I/P converter dan laju aliran fluida (kg/s, kg/h, kg/d).

Gambar 2.9 *Control Valve* (Firmanda and Riza, 2010)

Pemodelan matematis dari *control valve* dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

Untuk menghitung *Gain Control Valve* (K_{CV}) dapat menggunakan persamaan berikut:

$$K_{CV} = \frac{Pemberian\ urea/TSP\ maksimum - pemberian\ ureaTSP\ minimum}{perubahan\ maksimum} \quad \textbf{(2.7)}$$

Untuk menghitung *Gain* I/P (G_t)

$$G_t = \frac{span\ output\ (Psi)}{span\ input\ (mA)} \quad \textbf{(2.8)}$$

Kedua hasil perhitungan dari persamaan diatas dikalikan untuk mendapatkan *gain* total (K_v)

$$K_v = G_t \times K_{ev} \quad \textbf{(2.9)}$$

Time constant control valve (λ) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\lambda = TV(\Delta Q + R) \quad \textbf{(2.10)}$$

Sehingga, didapatkan persamaan fungsi transfer dari *control valve*:

$$G_{CV} = \frac{K_V}{\lambda_S + 1} \quad \textbf{(2.11)}$$

2.7.3 Dissolved Oxygen (DO) Meter

Dissolved Oxygen meter atau yang biasa disebut dengan DO meter adalah alat pengukur jumlah kandungan oksigen dalam suatu cairan. Alat ini biasa digunakan untuk mengukur parameter penting dalam analisis kualitas air. Pada *polishing unit*, DO meter ini digunakan untuk mengukur nilai DO pada *produced water*.

Gambar 2.10 *DO Meter* (Zhang, 2018)

Dissolved Oxygen meter memiliki sensor sebagai *sensing element* nya, sehingga pada penelitian ini dapat diasumsikan sebagai DO *transmitter*. Pemodelan matematis nya diperoleh dari spesifikasi alat dan menggunkan persamaan berikut:

Untuk menghitung *gain* sensor *DO transmitter* digunakan persamaan berikut:

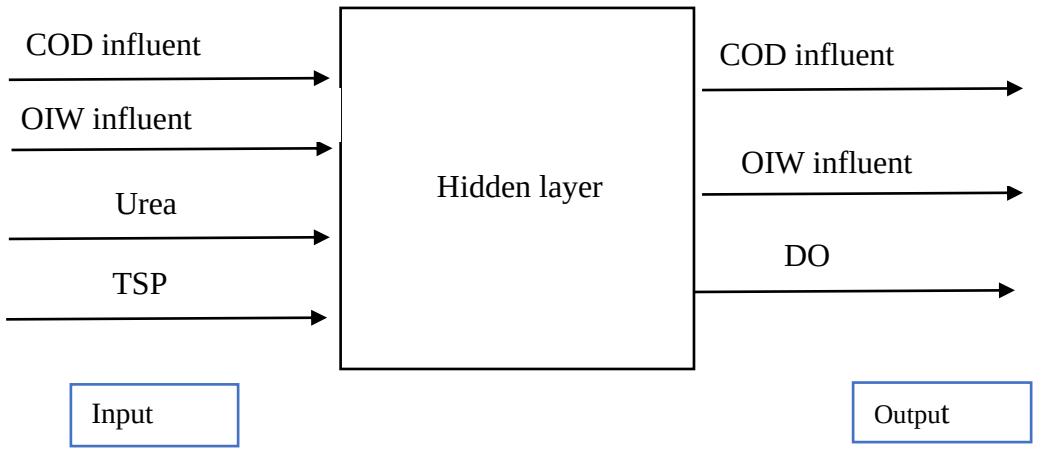
$$G = \frac{\Delta output}{\Delta input} \quad \textbf{(2.12)}$$

Pemodelan matematis DO *transmitter* diperoleh dengan memperhatikan spesifikasi alat dan menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{I(s)}{DO(s)} = \frac{G}{\tau_S + 1} \quad \textbf{(2.13)}$$

2.7.4 Polishing Unit

Polishing unit pada sistem pengendalain DO berperan sebagai *plant*. *Polishing unit* dimodelkan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) *backpropagation* dengan menggunakan pasangan data masukan dan keluaran. Dimana yang menjadi masukannya adalah parameter OIW *influent*, COD *influent*, Urea, dan TSP serta parameter keluaran adalah COD *effluent*, OIW *effluent* dan DO. Pasangan data tersebut akan digunakan untuk merancang JST dinamika proses *polishing unit* dan akan diberi pelatihan lalu divalidasi. Jumlah *node hidden layer* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah 24 *node hidden layer*.



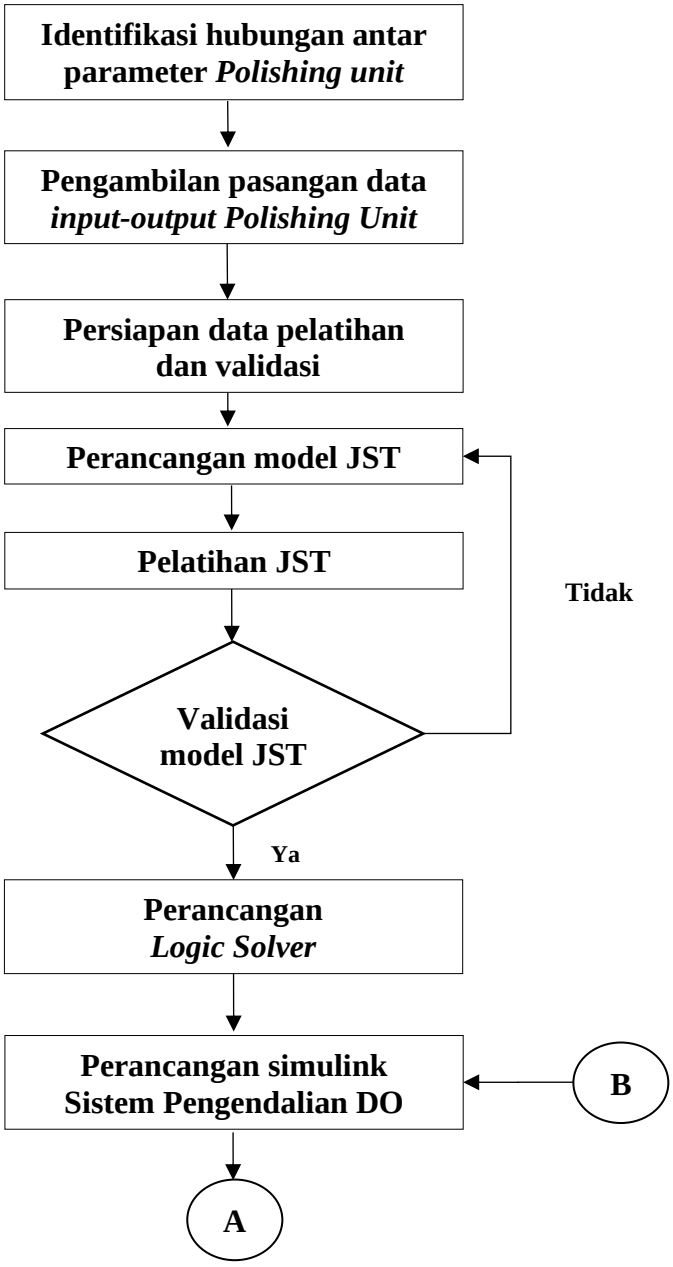
Gambar 2.11 Skema JST *Polsihing Unit*

Halaman ini sengaja dikosongkan

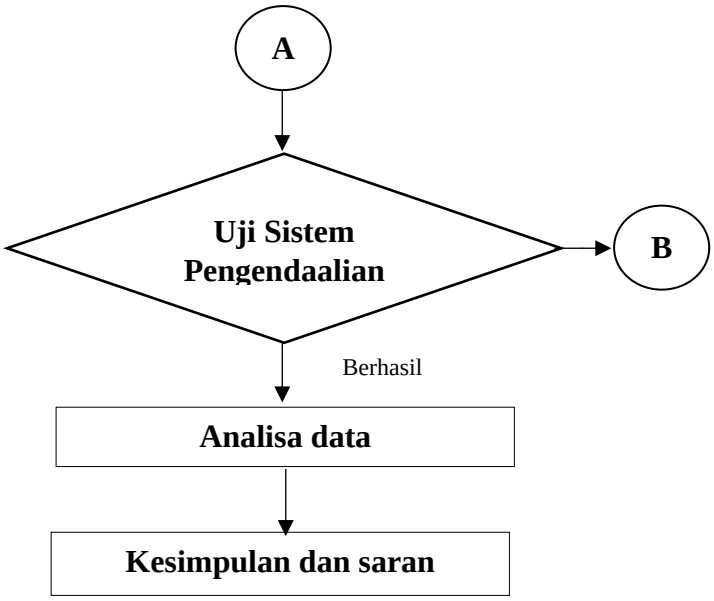
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Agar tujuan penelitian dapat dicapai, maka digunakan metodologi penelitian sesuai dengan diagram alir yang ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Metode Penelitian



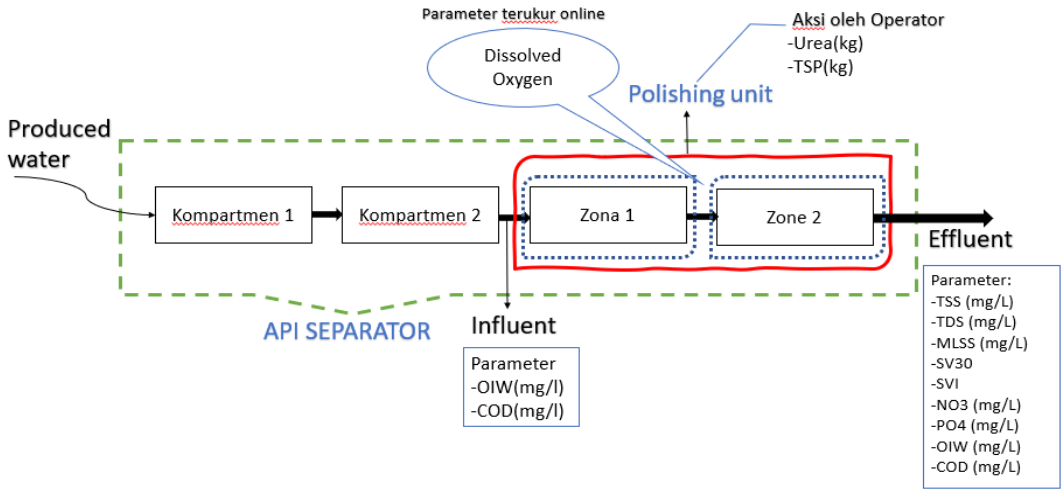
Gambar 3.2 [Lanjutan] *Flowchart* Metode Penelitian

3.2 Identifikasi Hubungan Antar Parameter *Polishing Unit*

Polishing unit di PT SIPL memiliki mekanisme proses sebagai berikut:

- *Produced water* dari *API Separator Compartmen* 2 dialirkan ke *Polishing Unit (zone 1 dan zone 2)*
- Sebelum memasuki *polishing unit*, parameter pengolahan terlebih dahulu diukur seperti OIW dan COD *influent* guna mengetahui beban pengolahan oleh mikroorganisme dalam mengolah *produced water*.
- Pada saat *produced water* di *polishing unit*, diukur parameter aerasi seperti *Dissolved Oxygen* (DO) untuk melihat banyaknya oksigen yang dikandung di dalam air. Oksigen diperlukan mikroorganisme untuk mendegradasi polutan organik pada *produced water*. Kebutuhan oksigen mikroorganisme dalam *produced water* sangat perlu diketahui agar menjaga kondisinya tetap dalam keadaan sehat dan jumlah yang terkontrol. DO yang terukur kemudian dianalisa untuk selanjutnya dilakukan aksi oleh operator berupa penambahan nutrisi Urea dan TSP. Penambahan ini bertujuan untuk menjaga nilai DO tetap berada pada rentang yang diinginkan.

- Setelah dilakukan pengolahan pada *polishing unit*, air limbah memasuki bak penampung akhir sebelum dibuang ke laut. Pada tahap ini, diukur kembali parameter seperti OIW dan COD *effluent* untuk mengetahui penurunan nilainya setelah melalui tahapan di *polishing unit*. Skema nya dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 3.3 Proses Pengolahan *Produced Water* di *Polishing Unit*

Untuk mengetahui keterkaitan atau hubungan antar parameter *polishing unit* yang menunjukkan kinerjanya, maka dibuat suatu model dengan menggunakan metode regresi linier berganda, Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS). Tujuan pemodelan ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan nutrisi urea dan TSP terhadap nilai DO, pengaruh nilai COD dan OIW *influent* terhadap nilai Urea dan TSP, dan mengetahui persamaan matematika yang dapat menunjukkan hubungan antar parameter. Berikut merupakan pemodelan hubungan antar paramater,

3.2.1 Pemodelan pengaruh COD dan OIW *Influent* terhadap dosis Urea

Data yang digunakan untuk pemodelan hubungan antara COD dan OIW *influent* terhadap Urea terdapat di lampiran B. Dimana pada pemodelan ini variabel bebas dan terikat adalah sebagai berikut:

- Variabel (terikat) *dependent*: Urea (Y1)
- Variabel (bebas) *independent*: COD *influent* (X1) dan OIW *influent* (X2)

Tabel 3.1 Hasil pemodelan hubungan COD dan OIW *influent* terhadap Urea

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.947	.634		-4.652	.000
	COD influent	.015	.001	.949	19.017	.000
	OIW influent	-.009	.012	-.037	-.732	.469
a. Dependent Variable: Urea						

Dari tabel 3.1 didapatkan nilai estimator β sebagai berikut,

$\beta_o = -2.947$

$\beta_1 = 0.015$

$\beta_2 = -0.009$

sehingga didapatkan model hubungan pengaruh COD *influent* dan OIW *influent* terhadap urea sebagai berikut:

$Y1 = -2.947 + (0.015)X1 + (-0.009)X2$..... **(3.1)**

Dari persamaan 3.1 dapat dilihat nilai estimator β untuk COD *influent* berinilai positif sedangkan OIW *influent* bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa COD *influent* dan Urea berbanding searah sedangkan hubungan OIW *influent* dan Urea berbanding terbalik. Dari nilai estimator ini juga dapat dilihat bahwa variabel paling berpengaruh terhadap urea adalah X1 atau COD *influent*, sedangkan OIW *influent* memiliki pengaruh yang kecil terhadap penambahan urea.

3.2.2 Validasi Model Pengaruh COD dan OIW *Influent* terhadap Urea

Pemodelan pengaruh COD dan OIW *influent* terhadap urea yang telah dilakukan selanjutnya divalidasi dengan cara melihat nilai koefisien determinasi (R^2) dari tabel *Output Window* SPSS seperti pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Nilai koefisien determinasi (R^2) pengaruh COD dan OIW terhadap Urea

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.961[a]	.924	.919	.49958
a. Predictors: (Constant), OIW influent, COD influent				

Dari tabel 3.2 di atas, dapat dilihat bahwa nilai koefisien determinasi R^2 *(R square)* adalah 0.924 atau 92.4%. Nilai 92.4 % berarti variabel X1 dan X2 mempengaruhi variabel Y1 sebesar 92.4% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor luar (variabel lain). Semakin R^2 mendekati 1 maka model yang didapatkan semakain baik.

3.2.3 Pemodelan Pengaruh COD dan OIW *influent* terhadap TSP

Data yang digunakan untuk pemodelan hubungan antara COD dan OIW *influent* terhadap TSP terdapat di lampiran C. Dimana pada pemodelan ini variabel bebas dan terikat adalah sebagai berikut:

- Variabel dependent: TSP (Y2)
- Variabel independent: COD *influent* (X3) dan OIW *influent* (X4)

Tabel 3.3 Hasil pemodelan hubungan COD dan OIW *influent* terhadap TSP

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.205	.155		1.326	.192
	COD influent	.002	.000	.892	11.618	.000
	OIW influent	-.001	.002	-.022	-.282	.779
a. Dependent Variable: TSP						

Dari tabel 3.3 didapatkan nilai estimator β sebagai berikut,

$\beta_o = 0.205$

$\beta_1 = 0.002$

$\beta_2 = -0{,}001$

sehingga didapatkan model hubungan COD dan OIW *influent* terhadap TSP sebagai berikut:

$Y2 = 0.205 + (0.002)X3 + (-0{,}001)X4$ ..... **(3.2)**

Dari persamaan 3.2 dapat dilihat nilai estimator β untuk COD *influent* berinilai positif sedangkan OIW *influent* bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa COD *influent* dan TSP berbanding searah sedangkan hubungan OIW *influent* dan TSP berbanding terbalik, yang berarti jika nilai COD *influent* semakin besar maka diikuti dengan penambahan TSP yang besar sedangkan semakin besar nilai OIW *influent* maka TSP yang ditambahkan semakin kecil. Dari nilai estimator ini juga dapat dilihat bahwa variabel paling berpengaruh terhadap TSP adalah X3 atau COD *influent.*

3.2.4 Validasi model pengaruh COD dan OIW *influent* terhadap TSP

Pemodelan pengaruh COD dan OIW *influent* terhadap TSP yang telah dilakukan selanjutnya divalidasi dengan cara melihat nilai koefisien determinasi (R^2) dari tabel *Output Window* SPSS. Berikut adalah hasil validasi model pengaruh COD dan OIW *influent* terhadap TSP

Tabel 3.4 Nilai koefisien determinasi (R^2) pengaruh COD dan OIW terhadap TSP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.904[a]	.817	.809	.21233

a. Predictors: (Constant), OIW influent, COD influent

Dari tabel 3.4, dapat dilihat bahwa nilai R^2 *(R square)* adalah 0.817 atau 81.7%. Nilai 81.7 % berarti variabel X3 dan X4 mempengaruhi variabel Y1 sebesar 81.7% sedangkan sisanya (18.3%) dijelaskan oleh faktor luar (variabel lain) yang tidak diteliti. Semakin R^2 mendekati 1 maka model yang didapatkan semakain baik.

3.2.5 Pemodelan pengaruh penambahan Urea dan TSP terhadap DO

Data yang digunakan untuk pemodelan hubungan antara COD dan OIW *influent* terhadap Urea terdapat di lampiran D. Dimana pada pemodelan ini variabel bebas dan terikat adalah sebagai berikut:

- Variabel (terikat) *dependent*: DO (Y3)
- Variabel (bebas) *independent*: Urea (X5) dan TSP (X6)

Tabel 3.5 Hasil pemodelan pengaruh penambahan urea dan TSP terhadap DO

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.349	.480		.727	.477
	Urea	.047	.055	.109	.855	.404
	TSP	.939	.143	.832	6.552	.000

a. Dependent Variable: DO

Dari tabel 3.3 didapatkan nilai estimator β sebagai berikut,

$\beta_o = 0.349$

$\beta_1 = 0.047$

$\beta_2 = 0.939$

sehingga didapatkan model hubungan urea dan TSP terhadap DO sebagai berikut:

$Y3 = 0.205 + (0.002)X5 + (-0{,}001)X6$…… **(3.3)**

Dari persamaan 3.3 dapat dilihat nilai estimator β untuk Urea dan TSP berinilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan urea dan TSP berbanding searah. Yang berarti jika nilai Urea dan TSP semakain besar maka diikuti dengan nilai DO yang semakin besar. Dari nilai estimator ini juga dapat dilihat bahwa variabel paling berpengaruh terhadap urea adalah X6 atau TSP karena memiliki nilai estimator lebih besar.

Tabel 3.6 Nilai koefisien determinasi (R^2) pengaruh urea dan TSP terhadap DO

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.843[a]	.710	.678	.34546
a. Predictors: (Constant), TSP, Urea				

Dari tabel 3.6 di atas, dapat dilihat bahwa nilai R^2 *(R square)* adalah 0.710 atau 71.0%. Nilai 71.0% berarti variabel X5 dan X6 mempengaruhi variabel Y3 sebesar 71.0% sedangkan sisanya (29%) dijelaskan oleh faktor luar (variabel lain) yang tidak diteliti. Semakin R^2 mendekati 1 maka model yang didapatkan semakain baik.

Tabel 3.7 Rentang Data *Record* parameter *Polishing Unit*

Parameter	Rentang	Rata-rata
Influent		
OIW (mg/L)	8.2-170	23.86
COD (mg/l)	273-1662	541.14
Aerasi		
DO (mg/l)	0.97-4.64	2.25
Urea (kg)	0.17-21.6	7.80
TSP (kg)	0.96-3.49	1.64
Effluent		
OIW (mg/l)	2-11	2.28
COD (mg/l)	22-105	44.95

3.3 Pengambilan Pasangan Data Masukan dan Keluaran *Polishing Unit*

Data masukan dan keluaran yang telah diambil dari data yang tercatat dikelompokkan menjadi masukan dan keluaran dalam pemodelan dinamika proses *polishing unit* menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Pada pemodelan JST ini,

berdasarkan wawancara dengan staf SAKA (lampiran Y), pasangan data masukan dan keluaran diambil dengan aturan:

a. Data masukan (COD *influent*, OIW *influent*, Urea, TSP) merupakan data hari ke-1,2,3 dan seterusnya.
b. Data keluaran COD *effluent* adalah data hari ke-3,4,5, dan seterusnya. Hal ini didasarkan pada dampak dari penambahan Urea dan TSP terhadap COD *effluent* baru dapat dilihat setelah 2 hari pengolahan oleh mikroorganisme di *polishing unit*.
c. Data keluaran OIW *effluent* dan DO merupakan data hari ke-2,3,4, dan seterusnya. Hal ini didasarkan pada dampak dari penambahan Urea dan TSP terhadap COD *effluent* dan DO baru dapat dilihat setelah 1 hari pengolahan oleh mikroorganisme di *polishing unit*

   Sehingga pasangan data masukan dan keluaran untuk pemodelan JST *polishing unit* adalah sebagai berikut.

Tabel 3.8 Pasangan data masukan dan keluaran perancangan JST (10 data sampel)

Tanggal	Masukan				Keluaran		
	COD *influent* (mg/L)	**OIW *influent* (mg/L)**	**Urea (kg)**	**TSP (kg)**	**COD *effluent* (mg/L)**	**OIW *effluent* (mg/L)**	**DO (mg/L)**
01-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	52	2	3.188915
02-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	35	2	3.190277
03-Jan-19	1087	15	13.223	2.364	48	2	3.188915
04-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	51	2	1.834202
05-Jan-19	562	15	5.348	1.314	55	2	1.831478
06-Jan-19	562	17	5.33	1.312	68	2	1.597787
07-Jan-19	471	16	3.974	1.131	69	2	1.599149
08-Jan-19	471	15	3.983	1.132	67	2	1.667528
09-Jan-19	498	16	4.379	1.185	75	2	1.66889
s/d 10 Apr 20	518	19.1	4.6511	1.2219	41	3.4	1.863136

Data pada tabel 3.8 adalah pasangan data sampel dari 01 Januari - 09 Januari 2019. Data keseluruhan untuk 01 Januari 2019 s/d 10 April 2020 dapat dilihat di lampiran E dan F.

3.4 Persiapan data pelatihan dan validasi

Data yang telah diambil dibagi menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan dan validasi. Pembagian data untuk pelatihan dan validasi adalah 362 dan 101 data atau dalam persentase mendekati 80%:20% (Badieah, Gernowo and Surarso, 2016).

Tabel 3.9 Data untuk pelatihan dan validasi JST

Data pelatihan JST							
Tanggal	**Masukan JST**				**Keluaran JST**		
	COD *influent* (mg/L)	**OIW *influent* (mg/L)**	**Urea (kg)**	**TSP (kg)**	**COD *effluent* (mg/L)**	**OIW *effluent* (mg/L)**	**DO (mg/L)**
01-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	52	2	3.188915
02-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	35	2	3.190277
03-Jan-19	1087	15	13.223	2.364	48	2	3.188915
04-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	51	2	1.834202
05-Jan-19	562	15	5.348	1.314	55	2	1.831478
06-Jan-19	562	17	5.33	1.312	68	2	1.597787
07-Jan-19	471	16	3.974	1.131	69	2	1.599149
08-Jan-19	471	15	3.983	1.132	67	2	1.667528
09-Jan-19	498	16	4.379	1.185	75	2	1.66889
s/d 29 Des 19	777	26.4	8.4704	1.7326	41	2	2.382192
Data Validasi							
01-Jan-20	686	23.6	7.1306	1.5534	44	2	2.026969
02-Jan-20	638	17.6	6.4646	1.4634	45	2	2.0316
03-Jan-20	638	14.2	6.4952	1.4668	46	2	2.055119
04-Jan-20	647	14	6.632	1.485	40	2	2.053757
05-Jan-20	647	15	6.623	1.484	45	2	2.140358
06-Jan-20	680	14	7.127	1.551	43	2	2.138996
07-Jan-20	680	15	7.118	1.55	69	2	2.143082
08-Jan-20	680	12	7.145	1.553	67	2	2.119966
09-Jan-20	672	13.8	7.0088	1.5352	40	2	2.159519
s/d 10 Apr 20	518	19.1	4.6511	1.2219	41	3.4	1.863136

Data pada tabel 3.9 adalah pasangan data masukan dan keluaran untuk pelatihan dan validasi, dimana data pelatihan adalah tanggal 01 Januari 2019 sampai 29 Desember 2019 sedangkan data validasi adalah tanggal 01 Januari 2020 sampai 10 April 2020. Untuk data lengkapnya dapat dilihat di lampiran E dan F.

3.4.1 Normalisasi Data

Data setiap parameter akan diubah ke dalam rentang 0 dan 1 dengan menggunakan rumus normalisasi sebagai berikut:

$s' = \frac{(s-min)}{(max-min)}$ (Chamidah, . and Salamah, 2016)…… **(3.4)**

dengan:

s' = data hasil normalisasi

s = data asli

max = nilai maksimum data asli

min = nilai minimum data asli

Tabel 3.10 Normalisasi data pelatihan dan validasi

Normalisasi Data Pelatihan							
Tanggal	**Normalisasi data masukan pelatihan JST**				**Normalisasi data keluaran pelatihan JST**		
	COD *influent*	**OIW *influent***	**Urea**	**TSP**	**COD *effluent***	**OIW *effluent***	**DO**
01-Jan-19	0.548	0.212	0.555	0.554	0.126	0.130	0.554
02-Jan-19	0.548	0.212	0.555	0.554	0.054	0.130	0.555
03-Jan-19	0.548	0.185	0.555	0.554	0.109	0.130	0.554
04-Jan-19	0.548	0.212	0.555	0.554	0.121	0.130	0.139
05-Jan-19	0.135	0.185	0.140	0.139	0.138	0.130	0.138
06-Jan-19	0.135	0.239	0.139	0.138	0.192	0.130	0.067
07-Jan-19	0.064	0.212	0.067	0.067	0.197	0.130	0.067
08-Jan-19	0.064	0.185	0.068	0.067	0.188	0.130	0.088
09-Jan-19	0.085	0.212	0.088	0.088	0.222	0.130	0.088
s/d 29 Des 19	0.304	0.495	0.305	0.304	0.079	0.130	0.307
Normalisasi Data Validasi							
Tanggal	**Normalisasi data masukan validasi JST**				**Normalisasi data keluaran pelatihan JST**		
	COD *influent*	**OIW *influent***	**Urea**	**TSP**	**COD *effluent***	**OIW *effluent***	**DO**
01-Jan-20	0.721	0.073	0.737	0.732	0.194	0.000	0.721
02-Jan-20	0.637	0.035	0.666	0.658	0.226	0.000	0.637
03-Jan-20	0.637	0.014	0.670	0.661	0.258	0.000	0.637
04-Jan-20	0.653	0.013	0.684	0.676	0.065	0.000	0.653
05-Jan-20	0.653	0.019	0.683	0.675	0.226	0.000	0.653

06-Jan-20	0.710	0.013	0.736	0.730	0.161	0.000	0.710
07-Jan-20	0.710	0.019	0.735	0.729	1.000	0.000	0.710
08-Jan-20	0.710	0.000	0.738	0.731	0.935	0.000	0.710
09-Jan-20	0.696	0.011	0.724	0.717	0.065	0.000	0.696
s/d 10 Apr 20	0.428	0.045	0.474	0.462	0.097	0.156	0.558

Data pada tabel 3.10 adalah pasangan data masukan dan keluaran JST yang sudah dinormalisasi. Untuk data lengkapnya, dapat dilihat di lampiran G dan H.

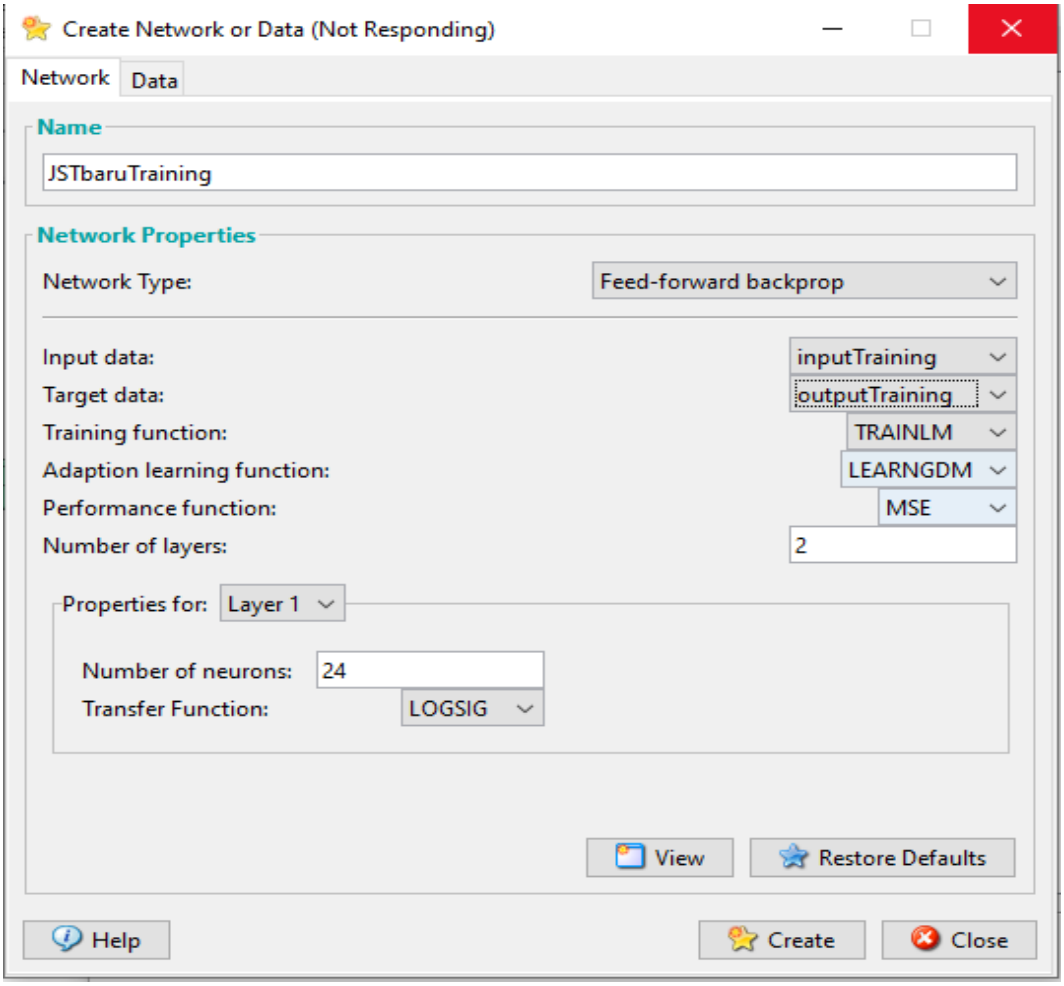
3.5 Perancangan Model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Polishing Unit*

Perancangan model dinamika proses pada *polishing unit* dimodelkan dalam bentuk JST. Pemodelan dengan menggunakan JST dikarenakan plant *polsihing unit* merupakan plant pengolahan limbah *produced water* yang sangat kompleks dan mengandung komponen-komponen kimia organik, mikroorganisme, dan material berbahaya lainnya sehingga sulit dimodelkan dalam bentuk persamaan matematis. Atas dasar ini, maka dilakukan pemodelan dengan cara alternatif yaitu Jaringan Syaraf Tiruan dengan menyiapkan data masukan dan keluaran dari data yang tercatat. Dimana yang menjadi masukan adalah (COD *influent*, OIW *influent*, Urea, dan TSP) sedangkan keluaran adalah (COD *effluent*, OIW *effluent*, DO). Dengan demikian, model ini dapat merepresentasikan proses di *polishing unit* berdasarkan nilai paramater masukan dan keluaran *polishing unit*. Sebelum melakukan pemodelan JST, terlebih dahulu harus menentukan *properties* model JST yang akan digunakan sebagai berikut.

Tabel 3.11 Perlengkapan Perancangan Model JST

No	Parameter	Keterangan
1	*Network type*	*Multi-layer feedforward backpropagation*
2	*Training Function*	Levenberg-Marquardt
3	*Activate Function*	Logsig, Pureline
4	*Maximum epoch*	300
5	*MSE target*	0.005
6	*Number of layers*	1 *hidden layer* (24 *hidden node*) dengan 1 *output layer*

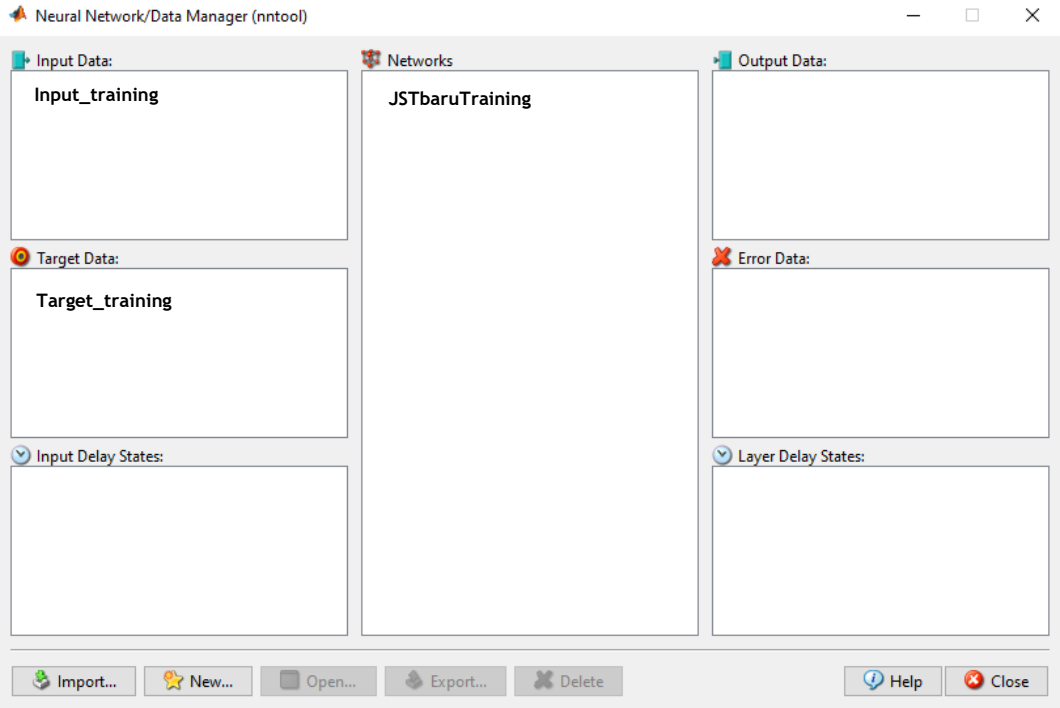
Perlengkapan perancangan JST pada tabel 3.11 tersebut kemudian dimasukkan pada *toolbox "create network data"* seperti pada gambar 3.4 sehingga dihasilkan arsitekrtur JST seperti gambar 3.5 dan 3.6



Gambar 3.4 *Toolbox create network* (Mathworks, 2020a)

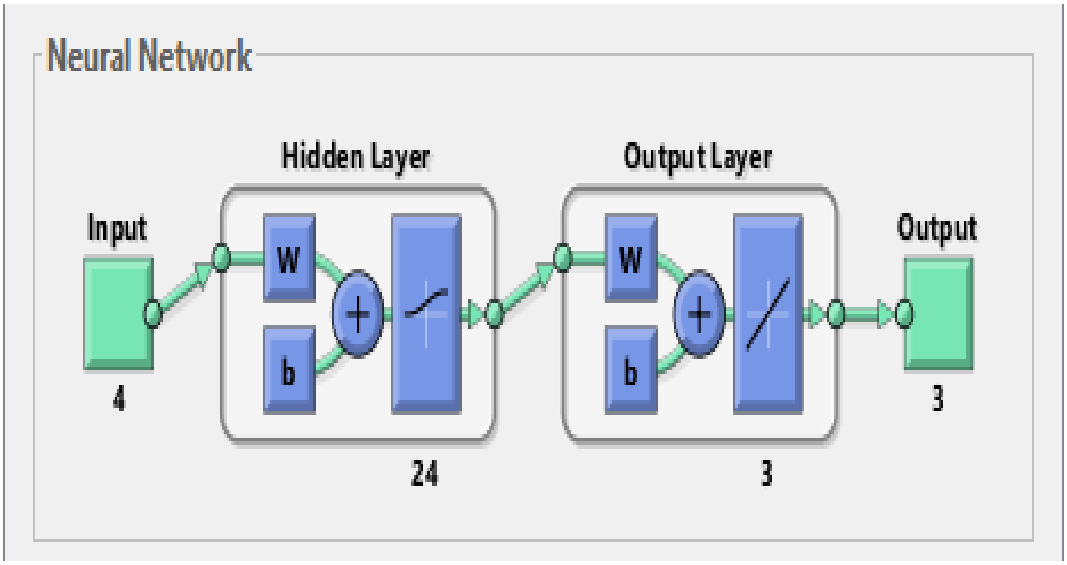
Dapat dilihat pada gambar 3.4, *properties* untuk pemodelan JST seperti jenis jaringan, *input-target data*, fungsi pelatihan, *goal (performansi function)* untuk menunjukkan keakuratan prediksi sesuai dengan properties yang terdapat pada tabel 3.11. Lalu di-klik tombol *create* untuk membuat model JST yang diinginkan.

Setelah dilakukan *create* model JST, maka dihasilkan tampilan *data manager* pada *nntool matlab*. Data masukan dan *target* pelatihan kemudian di *import* ke kotak dialog *input data* dan *target data* sebagai berikut.



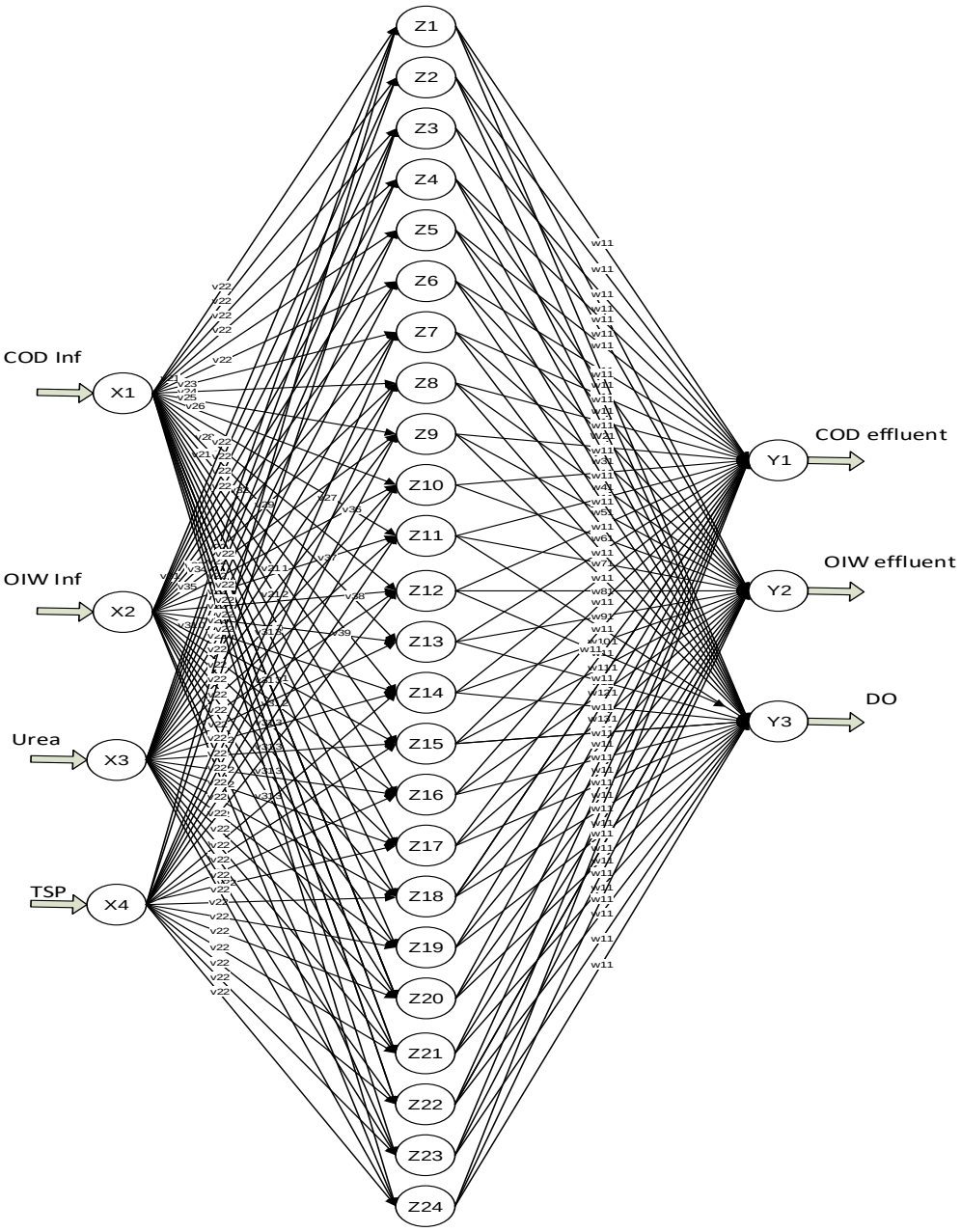
Gambar 3.5 *Data manager* JST

Dengan menge-klik model JST yang telah dibuat “JSTbaruTraining” pada gambar 3.5 maka didapatkan arsitektur jaringan sebagai berikut.



Gambar 3.6 JST *Polishing Unit pada* MATLAB (Mathworks, 2020a)

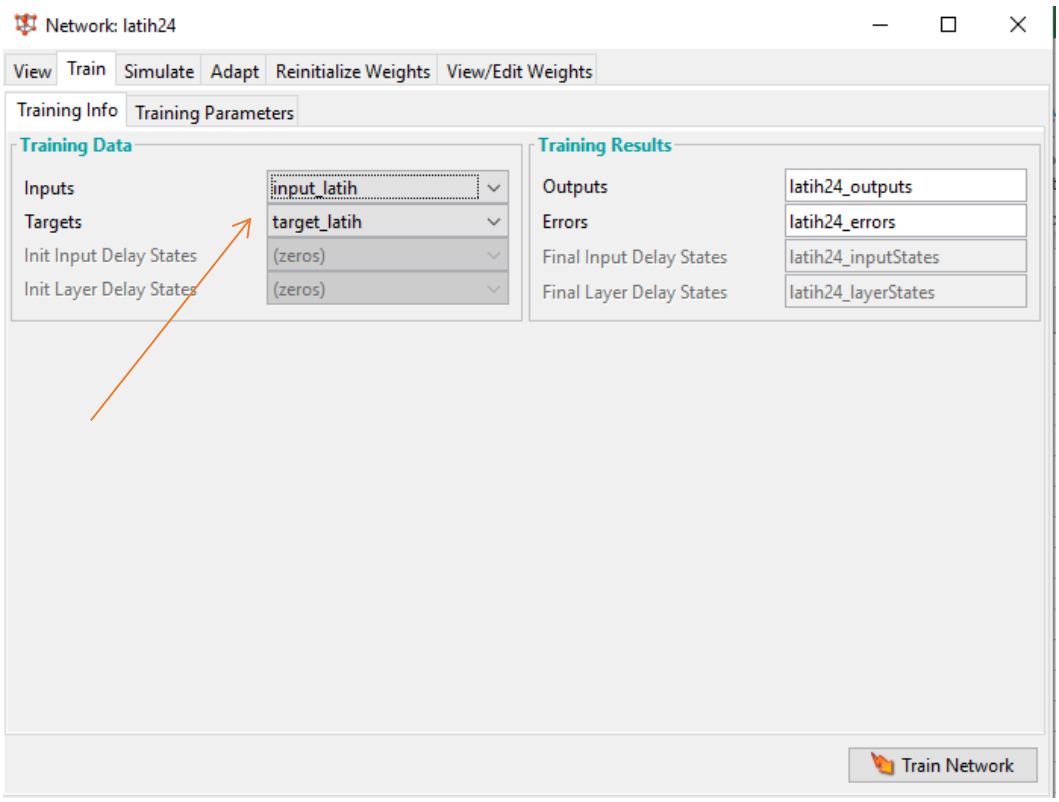
Arsitektur JST pada *nntool matlab* pada gambar 3.6 apabila ditelusur maka pola jaringannya adalah sebagai berikut (4 masukan, 24 *node hidden layer*, dan 3 keluaran). Dimana masukan (COD *influent*, OIW *influent*, Urea, dan TSP); 24 *node hidden layer*; keluaran (COD *effluent*, OIW *effluent*, DO). Untuk lebih jelasnya, arsitektur JST disusun di dalam *software microsoft visio* 2016 sebagai berikut



Gambar 3.7 Arsitektur JST *Polishing Unit* (4 masukan-3 keluaran)

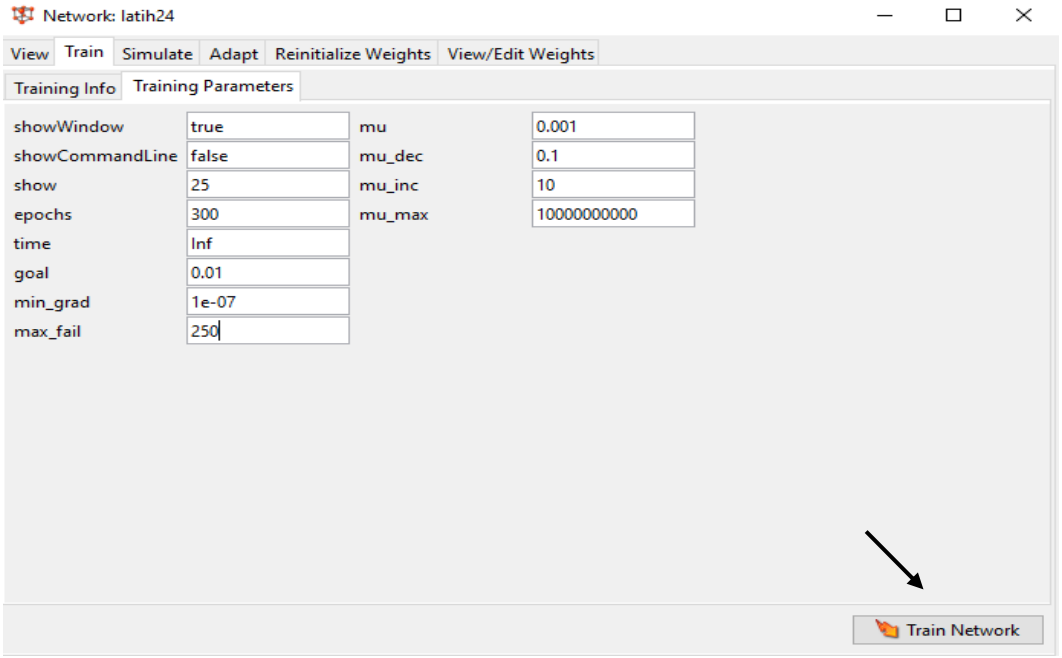
3.6 Proses Pelatihan JST

Arsitektur JST yang telah di dapat, selanjutnya akan dilatih. Eror MSE JST diatur pada angka 0.005, iterasi maksimum 300 dan maksimal kesalahan 150. Pelatihan dilakukan dengan memasukkan data *inputs-targets* serta parameter pelatihan ke *toolbox train* pada MATLAB. Tampilannya adalah sebagai berikut



Gambar 3.8 *Toolbox Training* JST pada MATLAB (Mathworks, 2020a)

Proses pelatihan JST dilakukan pada *toolbox nntool*-MATLAB. Dengan memasukkan data-data parameter *inputs-targets* ke kotak yang tersedia, kemudian di-klik "*train network"* untuk memulai proses pelatihan seperti yang ditunjukkan oleh tanda panah warna hitam pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Toolbox training* parameter JST pada matlab (Mathworks, 2020a)

3.6.1 Denormalisasi Data

Denormalisasi merupakan pengembalaian skala data hasil pelatihan ke bentuk skala semula, dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$s = s'(max - min) + min$ ..... **(3.5)**

dengan:

s' = data hasil normalisasi

s = data hasil denormalisasi

max = nilai maksimum data asli

min = nilai minimum data asli

3.7 Perancangan *Logic Solver*

Logic Solver dirancang dengan memasukkan data-data kondisi dan aksi pada *simulink stateflow "truth table"*. Data kondisi dan aksi ini menjadi *database* dari *logic solver* dalam menjalankan tugasnya. Berdasarkan data *record* pada lampiran F, nilai COD berada pada rentang 273-1662 mg/L sementara untuk nilai OIW berada pada rentang 8.2-170 mg/L. Baku mutu menurut Peraturan Menteri

Lingkungan Hidup untuk parameter COD adalah 200 mg/L dan untuk parameter OIW adalah 25 mg/L (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010). Rentang nilai COD *influent* pada data *record* tersebut semuanya berada di atas baku mutu sementara nilai OIW *influent* sebagian berada di bawah nilai baku mutu dan sebagian di atas baku mutu. Dari persamaan 3.1 dan 3.2 variabel yang paling berpengaruh terhadap penambahan urea dan TSP adalah COD *influent*. Oleh karena itu, disusun *database logic solver* berdasarkan rentang COD *influent* menggunakan persamaan 3.1 dan 3.2. Adapaun nilai COD dan OIW *influent* yang dipilih sebagai data uji sistem pegendalian adalah:

a. Untuk COD *influent* tidak memenuhi baku mutu dan OIW *influent* memenuhi baku mutu (COD=560, OIW=20),
   - $Y1 = -2.947 + (0.015)X1 + (-0.009)X2$
     $Urea = -2.947 + (0.015)560 + (-0.009)20$
     $Urea = 5.273$ kg
   - $Y2 = 0.205 + (0.002)X3 + (-0{,}001)X4$
     $TSP = 0.205 + (0.002)560 + (-0{,}001)20$
     $TSP = 1{,}305$ kg
b. Untuk COD dan OIW *influent* tidak memenuhi baku mutu (COD=596, OIW=28),
   - $Y1 = -2.947 + (0.015)X1 + (-0.009)X2$
     $Urea = -2.947 + (0.015)596 + (-0.009)28$
     $Urea = 5.741$ kg
   - $Y2 = 0.205 + (0.002)X3 + (-0{,}001)X4$
     $TSP = 0.205 + (0.002)596 + (-0{,}001)28$
     $TSP = 1.369$ kg
c. Untuk COD *influent* tidak memenuhi baku mutu dan OIW *influent* memenuhi baku mutu (COD=653, OIW=22),
   - $Y1 = -2.947 + (0.015)X1 + (-0.009)X2$
     $Urea = -2.947 + (0.015)653 + (-0.009)22$
     $Urea = 6.65$ kg
   - $Y2 = 0.205 + (0.002)X3 + (-0{,}001)X4$

$TSP = 0.205 + (0.002)653 + (-0{,}001)22$

$TSP = 1.489$ kg

d. Untuk COD dan OIW *influent* tidak memenuhi baku mutu (COD=751, OIW=29),

- $Y1 = -2.947 + (0.015)X1 + (-0.009)X2$

  $Urea = -2.947 + (0.015)751 + (-0.009)29$

  $Urea = 8.057$ kg
- $Y2 = 0.205 + (0.002)X3 + (-0{,}001)X4$

  $TSP = 0.205 + (0.002)751 + (-0{,}001)29$

  $TSP = 1.678$ kg

Dari perhitungan di atas, maka dapat disusun database kondisi dan aksi pada *Logic Solver* yang ditunjukkan oleh tabel 3.12.

Tabel 3.12 Database kondisi dan Aksi *Logic Solver*

No	*Condition*			*Action*		Keterangan
	COD (mg/L)	OIW (mg/L)	Eror DO	Urea (kg)	TSP (kg)	
1	250 > COD <= 350	<= 25	< 0	5.273	1.305	Rentang COD 1, OIW di bawah baku mutu
2		> 25	< 0	5.273	1.305	Rentang COD 1, OIW di atas baku mutu
3	350 > COD <= 450	<= 25	< 0	5.273	1.305	Rentang COD 2, OIW di bawah baku mutu
4		> 25	< 0	5.273	1.305	Rentang COD 2, OIW di atas baku mutu

No	*Condition*			*Action*		Keterangan
	COD (mg/L)	OIW (mg/L)	Eror DO	Urea (kg)	TSP (kg)	
5	450 > COD <= 550	<= 25	< 0	6.65	1.489	Rentang COD 3, OIW di bawah baku mutu
6		> 25	< 0	11.06	2.076	Rentang COD 3, OIW di atas baku mutu
7	550 > COD <= 650	<= 25	< 0	**5.273**	**1.305**	Rentang COD 4, OIW di bawah baku mutu
8		> 25	< 0	**5.741**	**1.369**	Rentang COD 4, OIW di atas baku mutu
9	650 > COD <= 750	<= 25	< 0	**6.65**	**1.489**	Rentang COD 5, OIW di bawah baku mutu
10		> 25	< 0	**8.057**	**1.678**	Rentang COD 5, OIW di atas baku mutu
11	750 > COD <= 850	<= 25	< 0	5.741	1.369	Rentang COD 6, OIW di bawah baku mutu
12		> 25	< 0	5.741	1.369	Rentang COD 6, OIW di atas baku mutu
13	850 > COD <= 950	<= 25	< 0	5.741	1.369	Rentang COD 7, OIW di bawah baku mutu

No	*Condition*			*Action*		Keterangan
	COD (mg/L)	OIW (mg/L)	Eror DO	Urea (kg)	TSP (kg)	
14		> 25	< 0	8.057	1.678	Rentang COD 7, OIW di atas baku mutu
15	COD > 950	<= 25	< 0	8.057	1.678	Rentang COD 8, OIW di bawah baku mutu
16		> 25	< 0	8.057	1.678	Rentang COD 8, OIW di atas baku mutu
17	Kondisi Default (Diluar kondisi 1-16)			6.495	1.466	Default

Setelah dilakukan perancangan database *logic solver* seperti tabel di atas, maka selanjutnya database tersebut dimasukkan ke *simulink truth table* sehingga diperoleh tampilan pada tabel 3.13

Tabel 3.13 Database pada *Condition Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b)

Condition Table

	DESCRIPTION	CONDITION	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
1	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 1	COD>250&&COD<=350&&OIW<=25&&errorDO<0	T	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
2	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 2	COD>350&&COD<=450&&OIW<=25&&errorDO<0	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
3	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 3	COD>450&&COD<=550&&OIW<=25&&errorDO<0	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
4	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 4	COD>550&&COD<=650&&OIW<=25&&errorDO<0	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
5	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 5	COD>650&&COD<=750&&OIW<=25&&errorDO<0	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
		ACTIONS: SPECIFY A ROW FROM THE ACTION TABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Tabel 3.14 [Lanjutan] Database pada *Condition Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b)

Condition Table

	DESCRIPTION	CONDITION	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
6	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 6	COD>750&&COD<=850&&OIW<=25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
7	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 7	COD>850&&COD<=950&&OIW<=25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
8	COD tidak memenuhi baku mutu dan OIW memenuhi baku mutu 8	COD>950&&OIW<=25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F	-
9	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 1	COD>250&&COD<=350&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	-
10	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 2	COD>350&&COD<=450&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	-
11	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 3	COD>450&&COD<=550&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	-
		ACTIONS: SPECIFY A ROW FROM THE ACTION TABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Tabel 3.15 [Lanjutan 1] Database pada *Condition Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b)

Condition Table

	DESCRIPTION	CONDITION	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
12	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 4	COD>550&&COD<=650&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	-
13	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 5	COD>650&&COD<=750&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	-
14	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 6	COD>750&&COD<=850&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	-
15	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 7	COD>850&&COD<=950&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	-
16	COD dan OIW tidak memenuhi baku mutu 8	COD>950&&OIW>25&&errorDO<0	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	-
		ACTIONS: SPECIFY A ROW FROM THE ACTION TABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Pada *condition table* 3.13, 3.14 dan dan 3.15 dapat dilihat pada kolom *condition* merupakan database yang berisi banyaknya kondisi yang mungkin terjadi. Kolom D1 sampai dengan D16 adalah kolom kebenaran *decision* (*True dan False*) pada *condition table* yang merepresentasikan semua kondisi 1 sampai 16. Sebagai contoh jika masukan *logic solver* adalah pada kondisi 5 maka *logic solver*

akan mencari nilai *True* (T) pada D5. Untuk kolom D17 merupakan kondisi default (di luar semua kondisi yanga ada) *logic solver* diberi tanda (–) dan diberi index (17).

Setelah *Logic Solver* menentukan kondisi mana yang sedang disimulasikan maka *logic solver* akan melakukan aksi dengan memberi nilai sinyal y dan u. Database aksi pada *logic solver* dapat dilihat pada tabel 3.16 dan 3.17. Pada *action table* terdapat 17 aksi, dimana aksi 1-16 merupakan aksi yang dilakukan berdasarkan tabel kondisi 1-16 dan aksi 17 adalah untuk kondisi default (kondisi diluar 1-12). Sinyal y merupakan sinyal kontrol yang dikeluarkan *logic solver* untuk *control valve* aliran urea sedangkan sinyal u merupakan sinyal kontrol untuk *control valve* aliran TSP.

Action table bekerja berdasarkan *condition table*. Sebagai contoh, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya tentang kondisi, apabila *logic solver* menentukan kondisi 5 yang disimulasikan maka *action* yang dikeluarkan adalah *action* 5 pada *action table*. Sehingga sinyal y dan u pada action 5 akan diberikan ke *control valve* urea dan TSP. Begitu juga untuk kondisi lainnya.

Tabel 3.16 Database pada *Action Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b)

Action Table

	DESCRIPTION	ACTION
1	Action 1 called from D1 column in condition table	1; y=5.273; u=1.305
2	Action 2 called from D2 column in condition table	2; y=5.273; u=1.305
3	Action 3 called from D3 column in condition table	3; y=5.273; u=1.305
4	Action 4 called from D4 column in condition table	4; y=5.273; u=1.305
5	Action 5 called from D5 column in condition table	5; y=6.65; u=1.489
6	Action 6 called from D6 column in condition table	6; y=11.066; u=2.076
7	Action 7called from D7 column in condition table	7; y=11.066; u=2.076
8	Action 8 called from D8 column in condition table	8; y=11.066; u=2.076
9	Action 9 called from D9 column in condition table	9; y=5.741; u=1.369

Tabel 3.17 [Lanjutan] Database pada *Action Table Logic Solver* (Mathworks, 2020b)

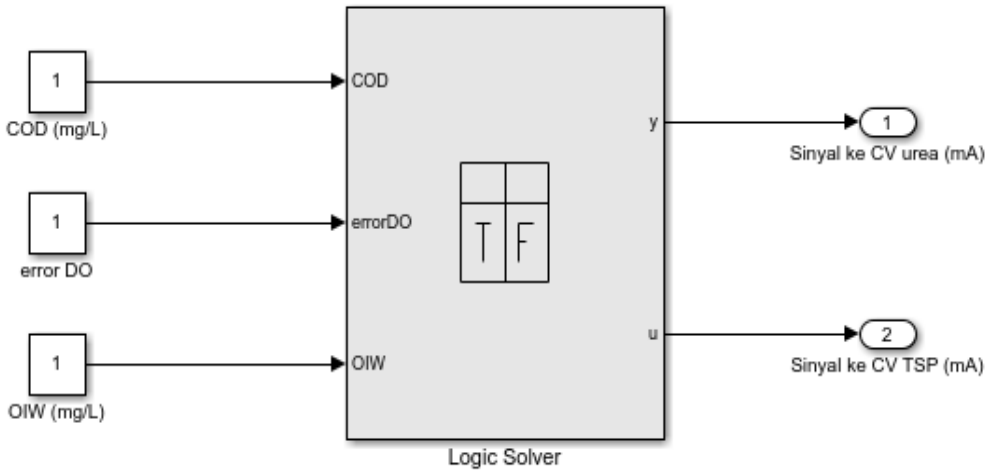
Action Table

	DESCRIPTION	ACTION
10	Action 10 called from D10 column in condition table	10; y=5.741; u=1.369
11	Action 11 called from D11 column in condition table	11; y=5.741; u=1.369
12	Action 12 called from D12 column in condition table	12; y=5.741; u=1.369
13	Action 13 called from D13 column in condition table	13; y=5.741; u=1.369
14	Action 14 called from D14 column in condition table	14; y=8.057; u=1.678
15	Action 15 called from D15 column in condition table	15; y=8.057; u=1.678
16	Action 16 called from D16 column in condition table	16; y=8.057; u=1.678
17	Action 17 called from D17 (default)	17; y=6.4952; u=1.4660

Adapun langkah-langkah untuk merancang *Logic Solver* "*truth table"* pada simulink adalah sebagai berikut

1. Dibuka Jendela Editing pada Truth Table.
2. Dimasukkan Truth Table Condition.
3. Dimasukkan Truth Table Decisions (True/False) pada D1-D13.
4. Dimasukkan Truth Table Action.
5. Assigning Truth Table (Wicaksono, Noriyati and Soehartanto, 2010)

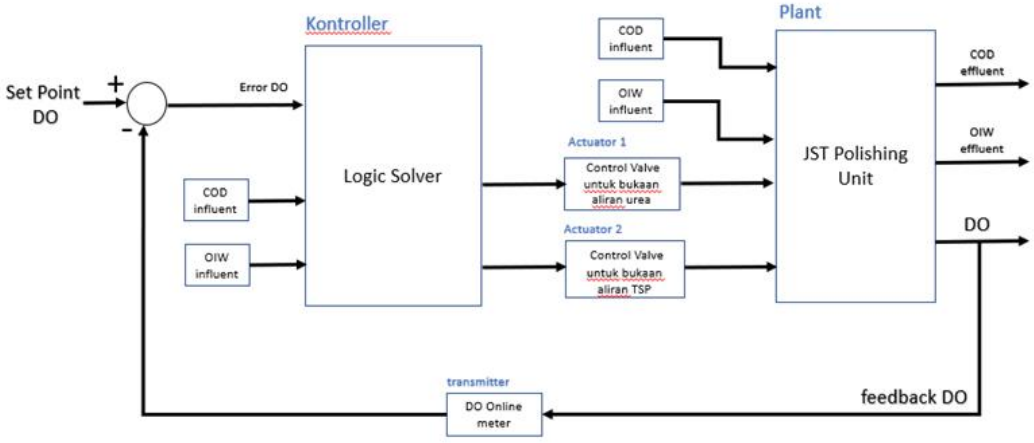
Setelah langkah-langkah di atas dilakukan, maka diperoleh *function blok logic solver* pada *simulink* seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 *Design Logic Solver* Pada *Simulink*

3.8 Perancangan Simulasi Simulink Diagram Sistem Pengendalian DO

Perancangan simulasi simulink diagram sistem pengendalian DO mengikuti diagram blok seperti gambar di bawah ini,



Gambar 3.11 Diagram Blok Sistem Pengendalian DO

dari diagram blok pada gambar 3.11 di atas, maka dilakukan perancangan pemodelan pada setiap blok yang ditunjukkan langkah 3.8.1 – 3.8.3 sebagai berikut.

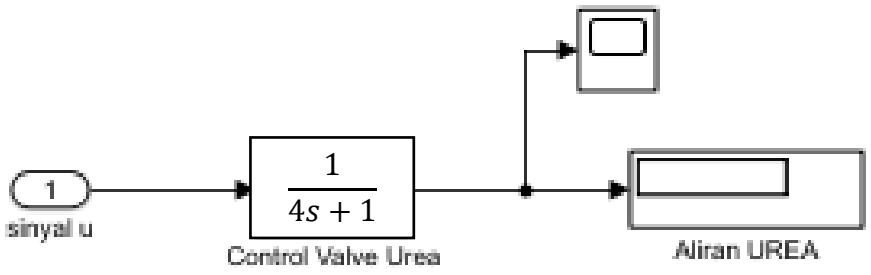
3.8.1 Pemodelan *Control Valve* untuk bukaan Urea

Pada umumnya *control valve* digunakan sebagai aktuator untuk mengatur laju aliran fluida (gas dan cair). Namun pada penelitian ini, karena parameter yang berperan dalam aksi sistem adalah urea yang merupakan benda padat maka dapat dibuat analogi laju pemberian urea dengan asumsi urea merupakan jenis fluida. Sampai saat ini, pemberian urea ke *Polishing Unit* masih menggunakan cara manual sehingga belum diketahui spesifikasi *control valve* yang cocok untuk disimulasikan. Oleh karena itu, penulis mengasumsikan gain *control valve* $(K_{CV} = 1)$ dan *Time konstan* (λ) = 4

Sehingga, didapatkan persamaan fungsi transfer dari *control valve*:

$$G_{CV} = \frac{K_{CV}}{\lambda s + 1}$$

$$G_{CV} = \frac{1}{4s + 1}$$



Gambar 3.12 Model simulink *control valve* untuk bukaan urea (Mathworks, 2020b)

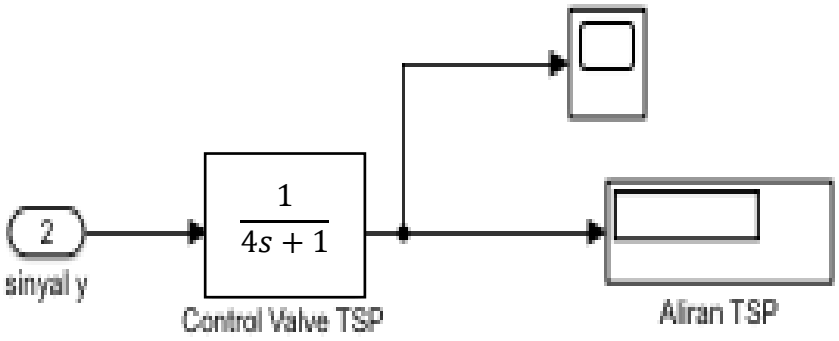
3.8.2 Pemodelan *control valve* untuk bukaan TSP

Pemodelan *control valve* untuk bukaan TSP sama hal nya dengan urea. Sampai saat ini, pemberian TSP *ke Polishing Unit* masih menggunakan cara manual sehingga belum diketahui spesifikasi *control valve* yang cocok untuk disimulasikan. Oleh karena itu, penulis mengasumsikan gain *control valve* untuk simulasi adalah $(K_{CV} = 1)$ dan *Time konstan* (λ) = 4.

Sehingga, didapatkan persamaan fungsi transfer dari *control valve*:

$$G_{CV} = \frac{K_{CV}}{\lambda s + 1}$$

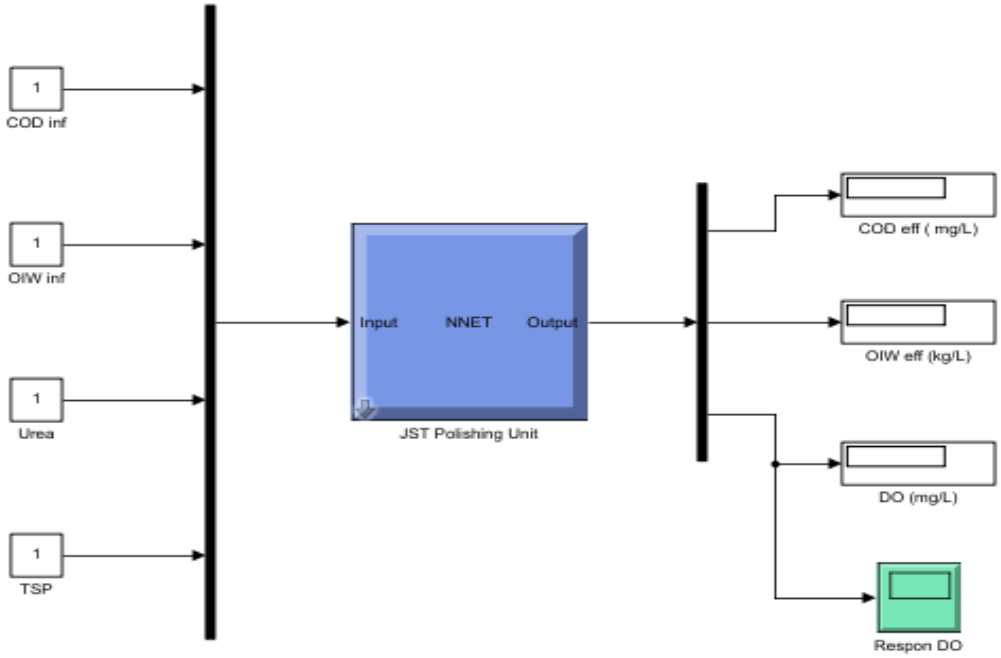
$$G_{CV} = \frac{1}{4s + 1}$$



Gambar 3.13 Model simulink *control valve* untuk bukaan TSP (Mathworks, 2020b)

3.8.3 Pemodelan Plant *Polishing Unit*

Pemodelan *polishing unit* sebagai *plant* sistem pengendalian tidak dapat dimodelkan dalam bentuk persamaan matematis karena proses yang rumit di dalamnya seperti keberadaan mikroorganisme, polutan organik dan banyaknya parameter yang mempengaruhi kinerjanya. Untuk itu *polishing unit* dimodelkan dalam bentuk jaringan syaraf tiruan seperti langkah 3.1 sampai 3.6 sehingga didapatkan model tampilan seperti gambar 3.15 yang sudah di-*import* ke MATLAB-*simulink* sebagai berikut.



Gambar 3.14 Model JST *Polishing Unit* pada simulink (Mathworks, 2020b)

Masukan pada JST adalah COD, OIW, Urea dan TSP sedangkan keluarannya adalah COD *effluent*, OIW *effluent* dan DO.

Setelah semua komponen pada diagram blok dimodelkan, maka selanjutnya adalah merangkai semua komponen menjadi *wiring* diagram lengkap simulasi sistem pengendalian (dapat dilihat di lampiran).

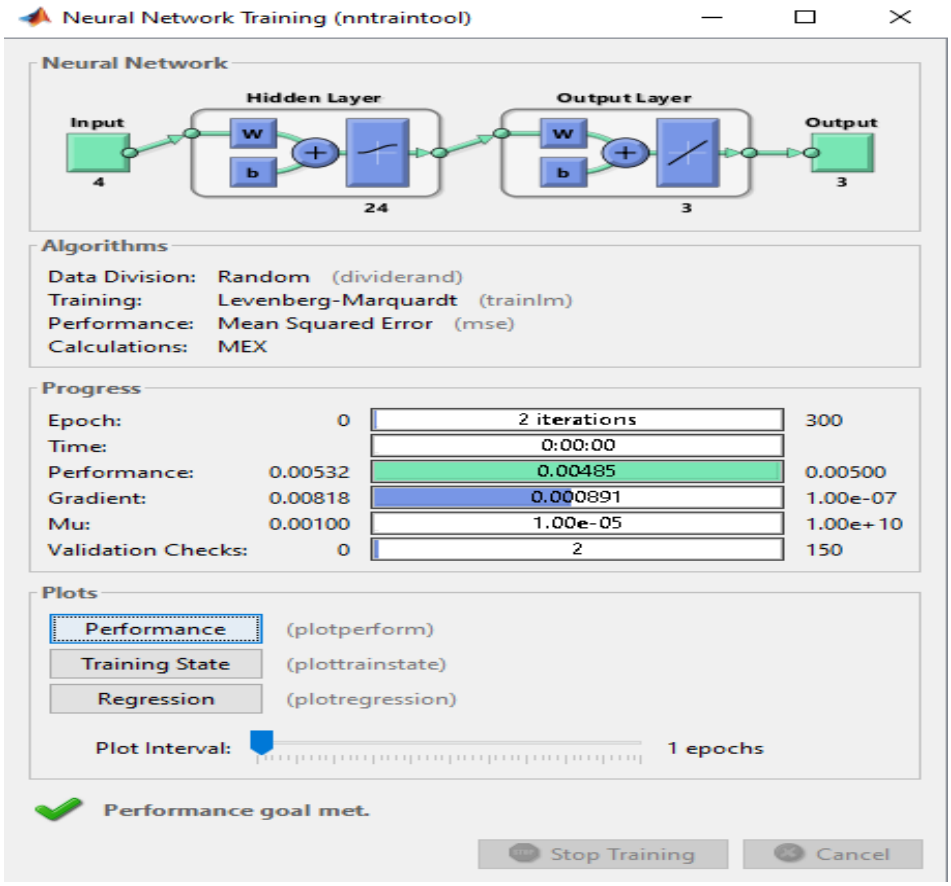
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi Jaringan Syaraf Tiruan *Polishing Unit*

Telah dilakukan pelatihan dan validasi JST untuk pemodelan proses *polishing unit*. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan model JST berstruktur 4-24-3 (4 masukan, 24 *node hidden layer*, dan 3 keluaran), jenis pelatihan Levenberg-Maarquardt, serta target atau tujuan pelatihan adalah Mean Square Eror (MSE).

4.1.1 Hasil Pelatihan JST

Dari pelatihan yang telah dilakukan, didapatkan hasil pelatihan pada gambar 4.1. Nilai MSE pelatihan dengan menggunakan data normalisasi adalah 0.00485 yang didapatkan pada iterasi ke-2. Nilai ini sudah mencapai target mse yang ditentukan sebelumnya (0.005) sehingga proses pelatihan telah berhasil dilakukan.



Gambar 4.1 Hasil pelatihan JST 4-24-3 (Mathworks, 2020a)

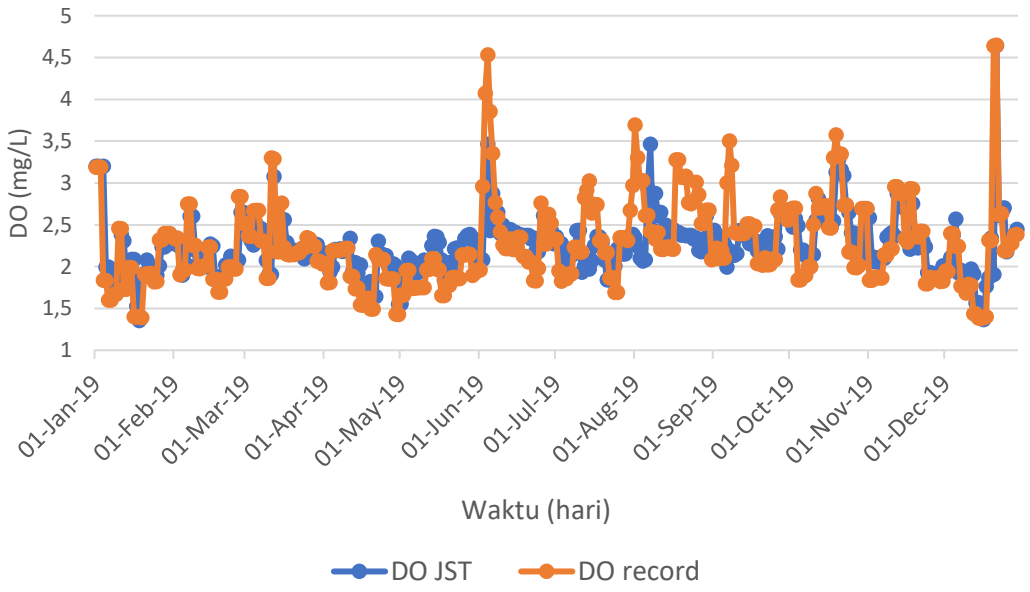
Berdasarkan pelatihan JST yang telah dilakukan, didapatkan keluaran pelatihan hasil prediksi JST dan nilai erornya. Keluaran dan eror ini didapatkan setelah mengembalikan data normalisasi hasil pelatihan ke skala semula (persamaan 3.5). Keluaran dan eror hasil pelatihan dapat dilihat pada tabel 4.1. Dari tabel 4.1, nilai MSE masing-masing parameter keluaran COD *effluent*, OIW *effluent*, dan DO berturut-turut adalah 63.98, 0.03 dan 0,15. Sedangkan nilai MSE masing-masing parameter keluaran COD *effluent*, OIW *effluent*, dan DO berturut-turut adalah 8.00, 0.18 dan 0,39. Jika dibandingkan dengan referensi yang digunakan (59,48) (Hamada, Adel Zaqoot and Abu Jreiban, 2018), nilai RMSE dari COD hasil pelatihan sudah lebih baik. Sementara untuk parameter DO, nilai RMSE jika dibandingkan dengan referensi (0.8831) (Areerachakul, Junsawang and Pomsathit, 2011) juga lebih baik. Nilai nRMSE digunakan untuk membandingkan nilai RMSE dari ketiga keluaran. Dari tabel didapatkan bahwa nilai nRMSE dari parameter COD *effluent* lebih kecil dibandingkan dengan OIW *effluent* dan DO, yang berarti prediksi yang dilakukan oleh JST lebih akurat untuk parameter COD. Hal ini menununjukkan bahwa Jaringan syaraf tiruan yang dirancang sudah bekerja cukup baik dalam memodelkan proses di plant *polsihing unit*.

Tabel 4.1 Data hasil pelatihan JST

Tanggal	Keluaran Pelatihan JST			Data *Record*			Eror^2		
	COD *effluent*	OIW *effluent*	DO	COD *effluent*	OIW *effluent*	DO	COD *effluent*	OIW *eflue nt*	DO
01-Jan-19	49.93	2.04	3.20	52	2	3.19	4.30	0.00	0.00
02-Jan-19	49.93	2.04	3.20	35	2	3.19	222.82	0.00	0.00
03-Jan-19	49.78	1.96	3.18	48	2	3.19	3.15	0.00	0.00
04-Jan-19	49.93	2.04	3.20	51	2	1.83	1.15	0.00	1.86
05-Jan-19	47.95	2.04	1.99	55	2	1.83	49.69	0.00	0.03
06-Jan-19	50.11	1.98	1.99	68	2	1.60	320.16	0.00	0.16
07-Jan-19	46.15	1.93	1.78	69	2	1.60	522.08	0.01	0.03
08-Jan-19	43.93	1.96	1.78	67	2	1.67	532.01	0.00	0.01
09-Jan-19	47.51	1.95	1.85	75	2	1.67	755.92	0.00	0.03
s/d 29 Des 19	49.38	2.12	2.44	41	2	2.38	70.25	0.02	0.00
MSE							63.98	0.03	0.15

Tanggal	Keluaran Pelatihan JST			Data *Record*			Eror^2		
	COD *effluent*	OIW *effluent*	DO	COD *effluent*	OIW *effluent*	DO	COD *effluent*	OIW *effluent*	DO
RMSE							8.00	0.18	0.39
nRMSE							0.03	0.08	0.12

Data pada tabel 4.1 merupakan sebagian dari keseluruhan data hasil pelatihan. Untuk data lengkapnya, dapat dilihat pada lampiran I. Apabila data keluaran pelatihan dibuat dalam bentuk grafik kemudian dibandingkan dengan data *record polishing unit*, maka didapatkan hasil seperti gambar 4.2; 4.3 dan 4.4 berikut.

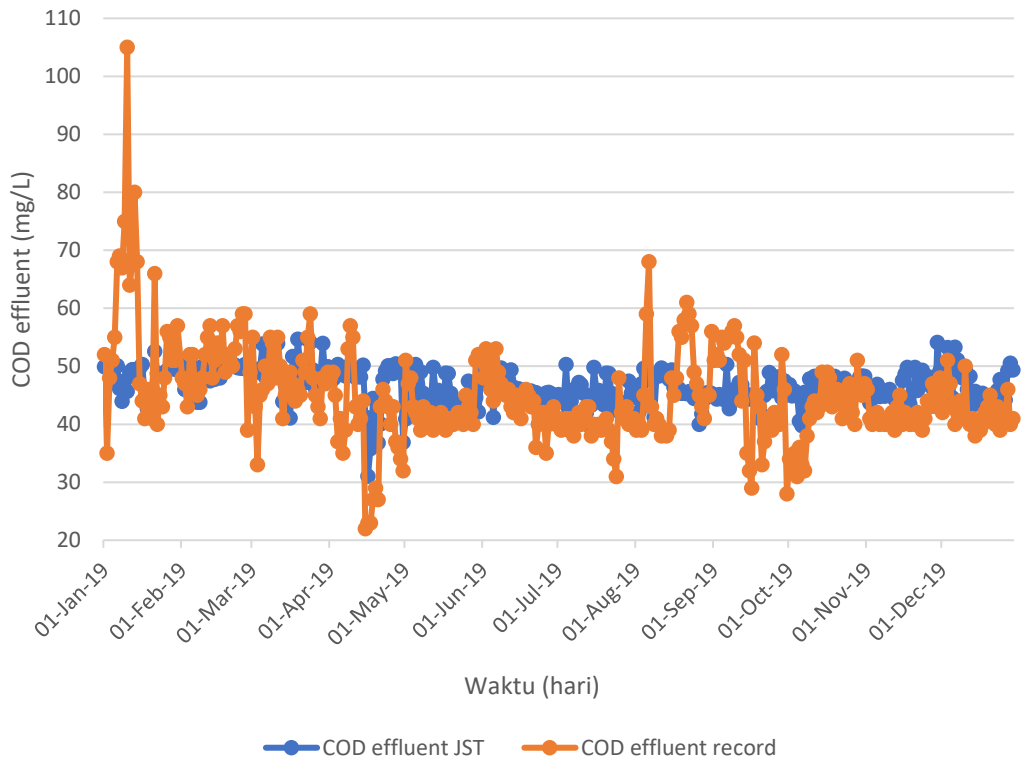


Gambar 4.2 Grafik Perbandingan DO pelatihan JST dengan DO *record polishing unit*

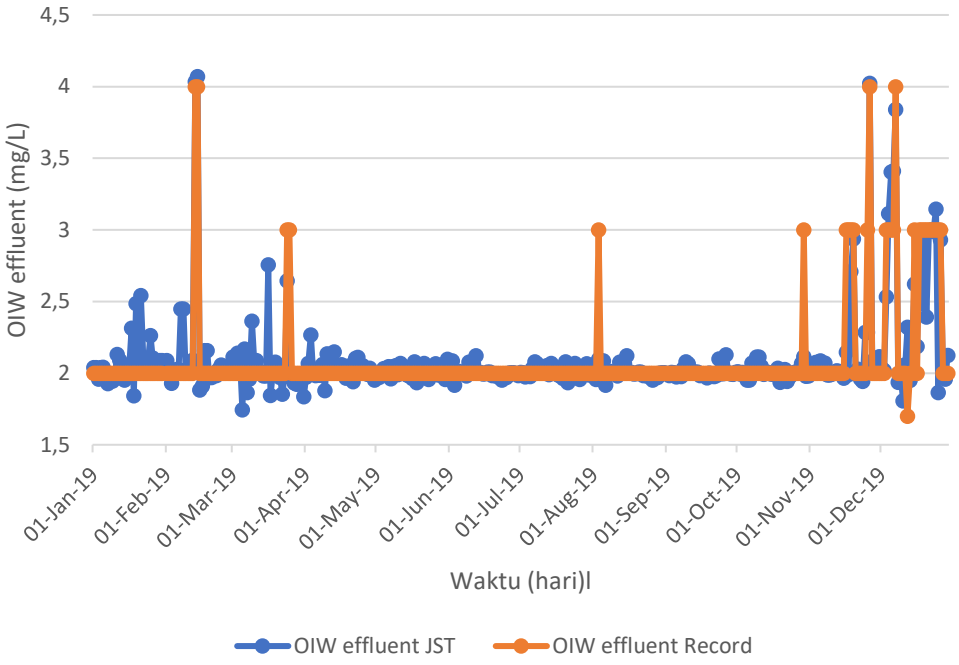
Dapat dilihat pada gambar 4.2 di atas merupakan Perbandingan DO hasil pelatihan JST dengan DO *record polishing unit*. Adapun rentang eror perbandingan DO JST dengan data *record* adalah 0.000161 - 2.735014. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa keluaran DO JST sudah dapat mengikuti pola data yang tercatat *(record)* dengan baik, namun ada beberapa data yang menyimpang cukup jauh seperti data tanggal 11 Maret 2019, 05 Juni 2019 dan 20 Desember 2019 dimana

eror masing-masing adalah 1.40, 1.42, dan 2.74. Hal ini terjadi dikarenakan nilai data pada tanggal tersebut berbeda jauh dengan rentang data kebanyakan sehingga JST tidak mampu mengikuti dengan baik target yang diinginkan. Secara keseluruhan nilai data *record* sudah dapat diprediksi oleh JST dengan baik yang ditunjukkan dengan banyaknya nilai eror yang kecil mendekati nol.

Pada gambar 4.3 dan 4.4, dapat dilihat perbandingan COD dan OIW *effluent* hasil pelatihan JST dengan COD dan OIW *effluent record polishing unit.* Rentang eror untuk COD *effluent* 0.009565 - 59.35001 dan OIW *effluent* 8.6 x 10^{-5} - 1.135028.



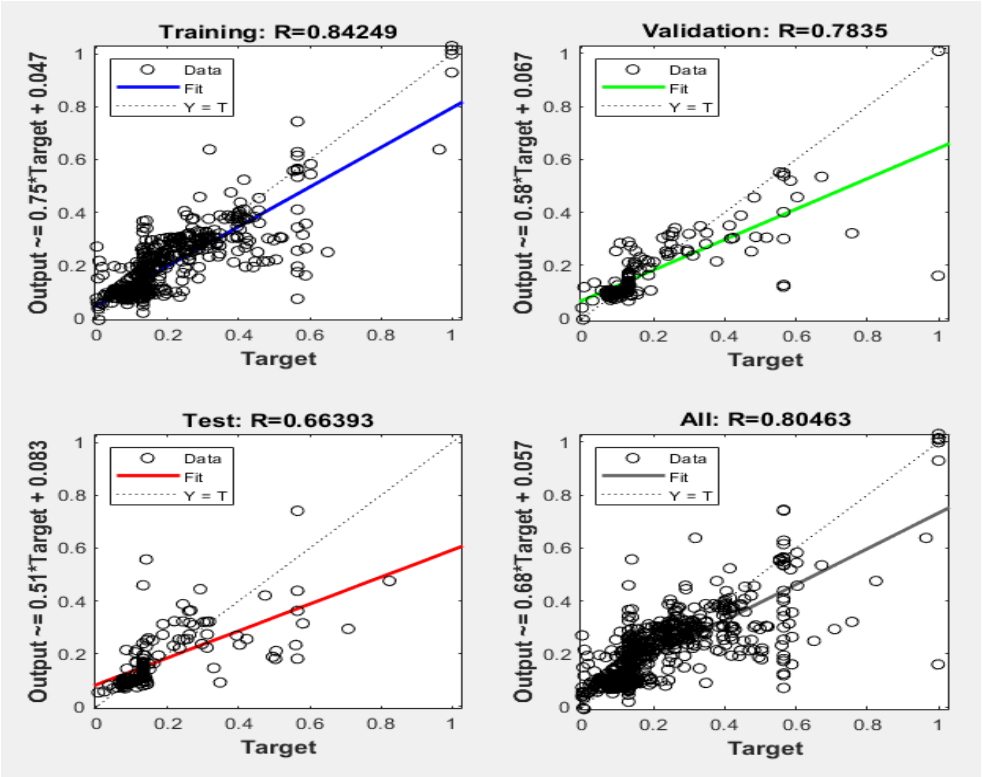
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan COD *effluent* JST dengan COD *effluent polishing unit*



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan OIW *effluent* JST dengan OIW *effluent polishing unit*

4.1.2 Hasil validasi JST

Dari validasi JST yang telah dilakukan, didapatkan nilai korelasi antar parameter pada gambar 4.5. Dapat dilihat bahwa nilai R/korelasi keseluruhan 0.80463, jika dibandingkan dengan korelasi sumber (0.7594) (Hamada, Adel Zaqoot and Abu Jreiban, 2018), maka korelasi antar parameter pada JST lebih baik, yang artinya jaringan dapat memprediksi target tang diberikan dengan cukup baik dengan sejumlah skenario masukan.



Gambar 4.5 Nilai korelasi validasi JST dengan 24 *node hidden layer*

Tabel 4.2 Data hasil validasi JST

Tanggal	Keluaran Pelatihan JST			Data *Record*			Eror^2		
	COD *eff*	OIW *eff*	DO	COD *eff*	OIW *eff*	DO	COD *eff*	OIW *eff*	DO
01-Jan-20	40.864	4.628	2.606	44	2	2.027	9.833	6.907	0.335
02-Jan-20	41.146	2.496	1.942	45	2	2.032	14.856	0.246	0.008
03-Jan-20	41.027	2.581	2.004	46	2	2.055	24.735	0.337	0.003
04-Jan-20	40.958	2.571	2.083	40	2	2.054	0.918	0.326	0.001
05-Jan-20	40.991	2.561	2.065	45	2	2.140	16.072	0.314	0.006
06-Jan-20	40.681	3.404	2.530	43	2	2.139	5.379	1.971	0.153
07-Jan-20	40.705	3.476	2.527	69	2	2.143	800.616	2.180	0.147
08-Jan-20	40.633	3.277	2.537	67	2	2.120	695.237	1.631	0.174
09-Jan-20	40.751	3.105	2.411	40	2	2.160	0.564	1.220	0.063
s/d 10 Apr 20	41.643	3.420	1.675	41	3.4	1.863	0.413	0.000	0.035
MSE							22.870	7.743	0.221
RMSE							4.782	2.783	0.470
nRMSE							0.159	0.093	0.016

Dari hasil validasi JST dengan meggunakan data validasi dan jaringan yang sama seperti pelatihan, maka didapatkan keluaran prediksi JST dan nilai erornya. Nilai MSE masing-masing parameter keluaran COD *effluent*, OIW *effluent*, dan DO berturut-turut adalah 22.870, 7.743 dan 0.021. Sedangkan nilai RMSE masing-masing parameter keluaran COD *effluent*, OIW *effluent*, dan DO berturut-turut adalah 4.782, 2.783 dan 0.470. Jika dibandingkan dengan referensi yang dipakai (Hamada, Adel Zaqoot and Abu Jreiban, 2018), nilai RMSE dari COD dan OIW *effluent*. Sementara untuk parameter DO, nilai RMSE jika dibandingkan dengan referensi (0.8831) (Areerachakul, Junsawang and Pomsathit, 2011) juga lebih baik. Terdapat sebagian kecil data yang memiliki eror besar dan jika dilihat kembali RMSE pelatihan untuk parameter OIW *influent* dan DO lebih besar dibandingkan dengan validasi. Hal ini dapat diakibatkan oleh adanya *overfitting*. *Overfitting* adalah suatu keadaan dimana data yang digunakan untuk pelatihan itu adalah yang "terbaik". Sehingga apabila dilakukan tes dengan menggunakan data yang berbeda dapat mengurangi akurasi (hasil yang dibuat tidak sesuai yang diharapkan) (Badieah, Gernowo and Surarso, 2016). Dalam hal ini ketika diberi data validasi, JST tidak bisa menghasilkan eror yang lebih kecil seperti hal nya saat pelatihan.

4.1.3 Validasi JST dengan data sampel

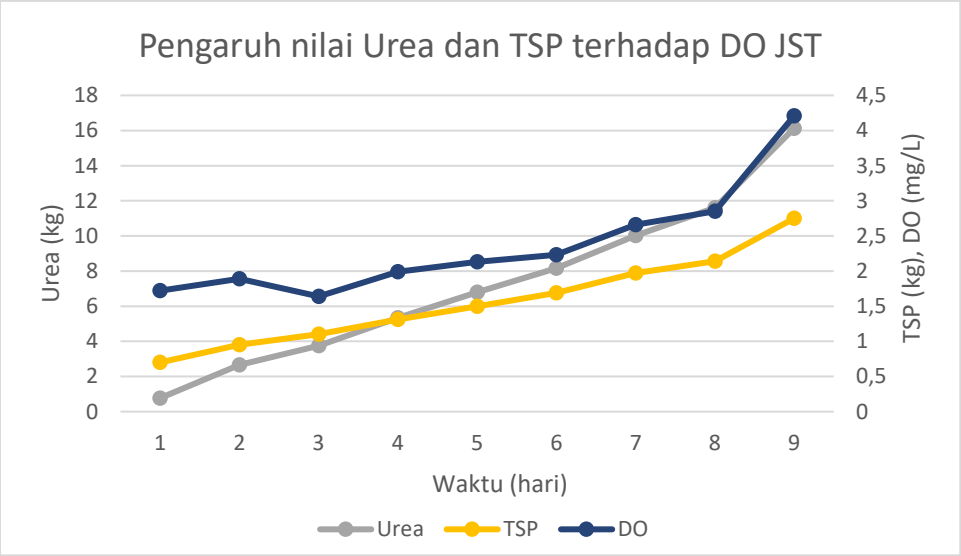
Data sampel untuk validasi dilakukan dengan mengambil 9 data pada rentang COD (273 – 1279) dan rentang OIW (10.9 - 40.2).

Tabel 4.3 Validasi JST dengan data Sampel

Masukan JST				Keluaran JST			Keluaran data tercatat		
COD inf	OIW inf	Urea	TSP	COD eff	OIW eff	DO	COD eff	OIW eff	DO
273	41.2	0.77	0.70	41.91	4.40	1.72	68	2	1.597787
392	30.1	2.66	0.95	42.65	2.48	1.89	55	2	2.319665
461	24.6	3.75	1.10	44.07	2.14	1.64	43	2	1.902017
562	17	5.33	1.31	47.74	1.98	1.99	51	2	1.848197
660	16.7	6.80	1.50	47.71	2.05	2.13	50	2	2.668886

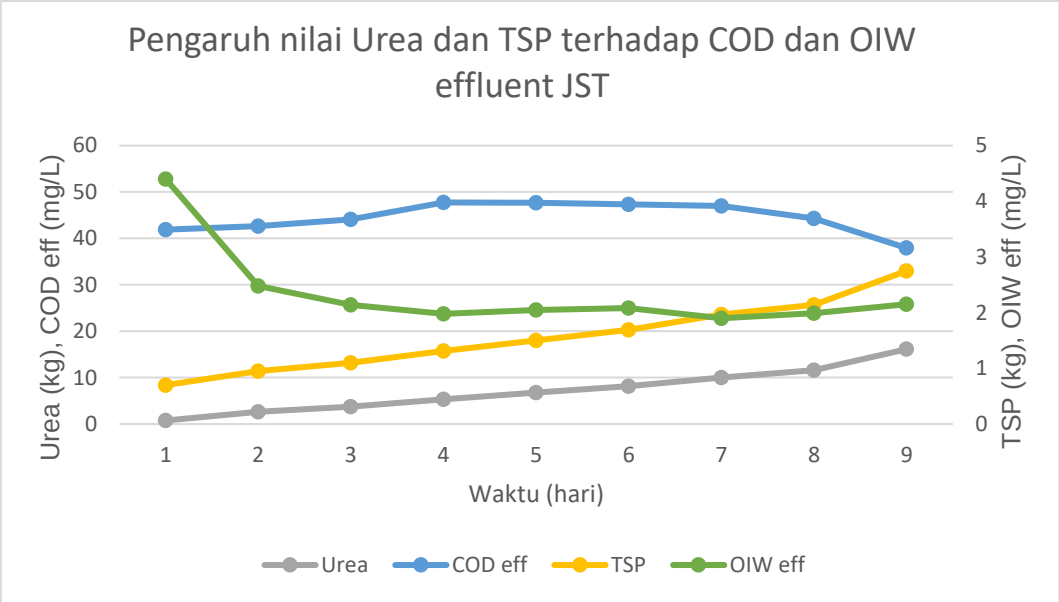
Masukan JST				Keluaran JST			Keluaran data tercatat		
COD inf	OIW inf	Urea	TSP	COD eff	OIW eff	DO	COD eff	OIW eff	DO
751	17	8.16	1.69	47.33	2.08	2.23	40	2	1.854185
873	14	10.02	1.97	47.02	1.90	2.66	38	2	3.022523
977	12	11.60	2.14	44.28	1.99	2.85	39	2	2.742338
1279	10.9	16.13	2.75	37.94	2.15	4.21	40	2	3.30244

Dari tabel 4.3 di atas, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai COD *infuent* maka nutrisi urea dan TSP yang diberikan juga semakin banyak. Penambahan urea dan TSP yang semakin banyak diikuti dengan peningkatan nilai DO di keluaran JST.



Gambar 4.6 Grafik Urea dan TSP terhadap DO JST

Dari tabel 4.3 juga dapat dilihat pengaruh penambahan urea dan TSP terhadap nilai COD *effluent* dan OIW *effluent* JST pada gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Grafik urea dan TSP terhadap COD dan OIW efluent JST

Dapat dilihat bahwa jika nilai urea dan TSP semakin banyak maka nilai OIW *effluent* cenderung menurun, sementara untuk COD *effluent* terjadi naik-turun (nilainya tidak stabil). Dari pemaparan sebelumnya, dapat dilihat bahwa JST mampu mengikuti logika kerja *polishing unit* berdasarkan data *record*, yaitu

1. Penambahan nilai urea dan TSP diikuti dengan nilai DO yang semakin besar pula. Yang berarti semakin banyak nutrisi yang diberikan maka oksigen dalam air semakin banyak dan diikuti dengan penambahan jumlah mikroorganisme.
2. Tidak diketahui pasti pengaruh penambahan urea dan TSP terhadap OIW dan COD *effluent*, hal ini juga sesuai dengan data *record* bahwa tidak terdapat hubungan yang jelas antara urea dan TSP dengan COD dan OIW *effluent*. Hal ini dikarenakan nilai COD dan OIW *effluent* banyak dipengaruhi oleh faktor lain di *polishing unit*.

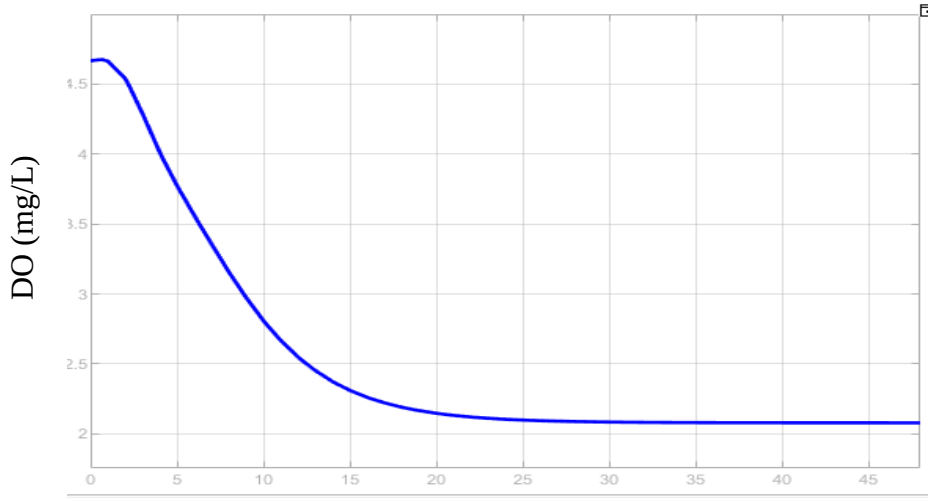
4.2 Uji *Close loop* Sistem Pengendalian DO

Dilakukan uji *close loop* Sistem Pengendalian dengan variasi kondisi masukan pada *polishing unit* yaitu manipulasi laju aliran yang keluar dari *control valve* urea dan TSP serta beban pengolahan yaitu parameter OIW dan COD *influent*

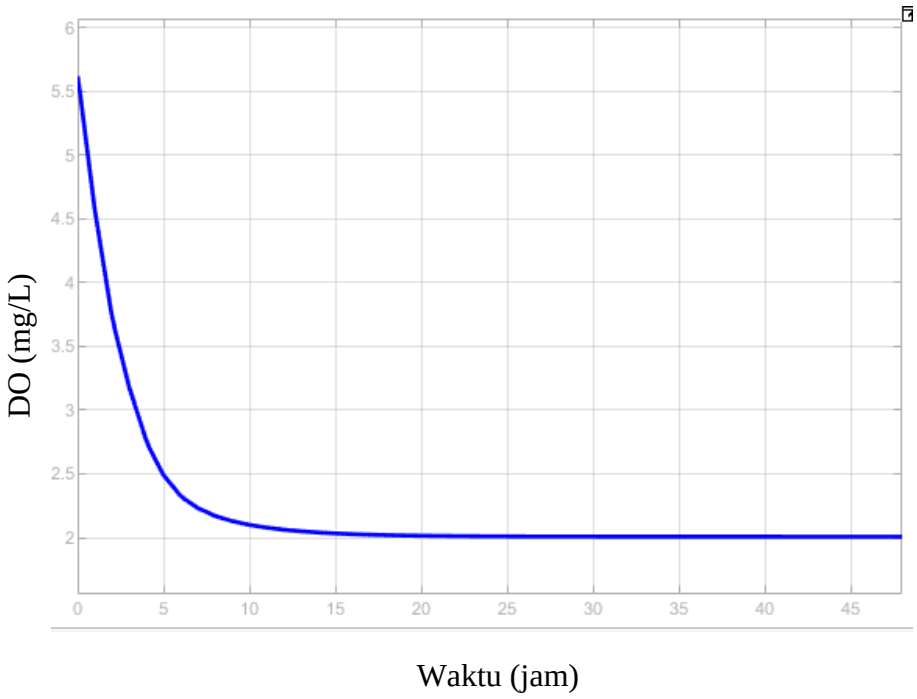
Tabel 4.4. Hasil Uji close loop Sistem Pengendalian

No	*Set Point*	Kondisi			Aksi		Keluaran		
		COD (mg/L)	OIW (mg/L)	Eror DO	Urea (kg)	TSP (kg)	COD (mg/L)	OIW (mg/L)	DO (mg/L)
1	2	596	28	-0.0793	5.741	1.369	31.71	2.547	2.079
2	2	560	20	-0.0090	5.273	1.305	30.67	2.108	2.008
3	2	653	22	-0.1473	6.650	1.489	30	2.038	2.147
4	2	751	29	-0.0747	8.057	1.678	32.38	2.365	2.075

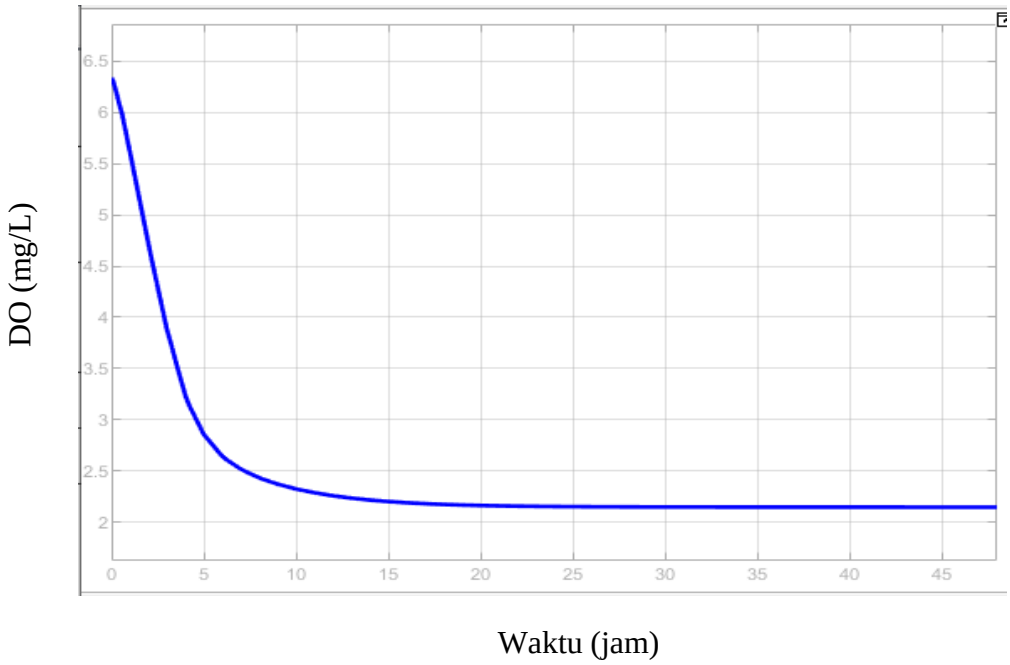
Dari tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai COD dan OIW *influent* maka pemberian nutrisi urea dan TSP semakin besar. Dapat juga dilihat pada tabel bahwa untuk mengendalikan nilai DO yang mendekati *set point* (2 mg/L) (EMERSON Process Management, 2009) maka diberikan aksi yang berbeda berdasarkan kondisi yang ada. Adapun responnya seperti gambar 4.8



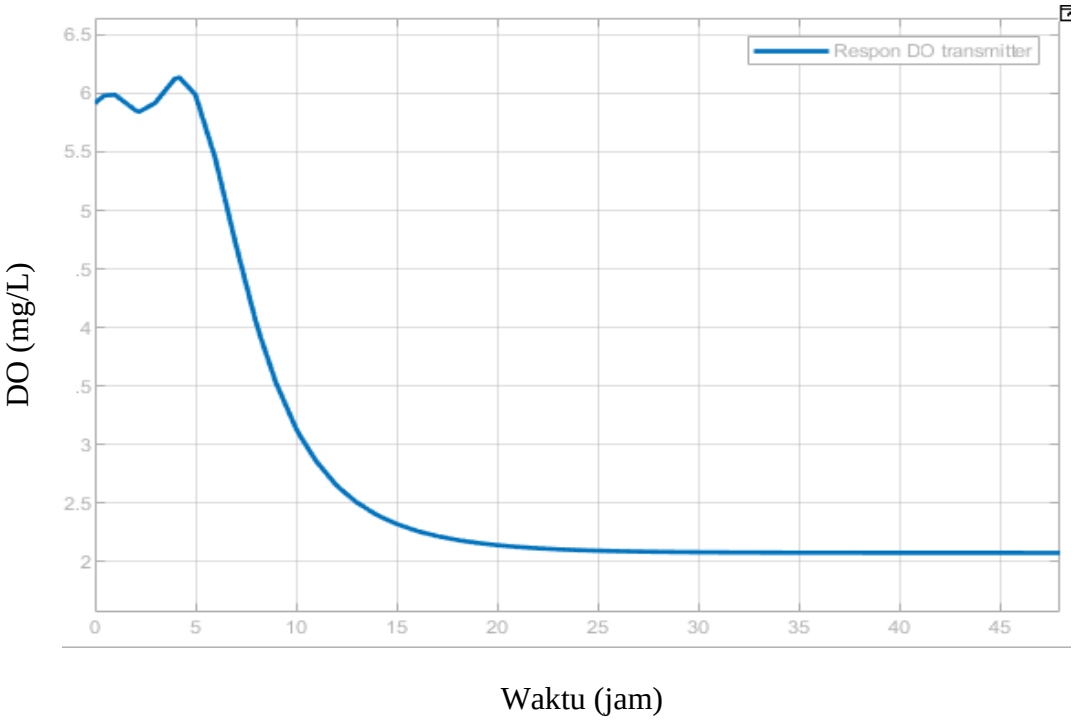
Gambar 4.8 Grafik respon DO kondisi 1



Gambar 4.9 Grafik respon DO kondisi 2



Gambar 4.10 Grafik respon DO kondisi 3



Gambar 4.11 Grafik respon DO kondisi 4

Pada gambar 4.8, 4.9, 4.10 dan 4.11 dengan *set point* DO (2 mg/L) yang sudah ditetapkan menurut referensi (EMERSON Process Management, 2009), maka dilakukan simulasi *closeloop feedback control*. Dari simulasi ini, dengan kondisi 1, 2, 3 dan 4 pada tabel 4.5 didapkan nilai DO masing-masing sebesar 2.079 mg/L, 2.008 mg/L, 2.147 mg/L, 2.075 mg/L. sehingga didapatkan eror sistem masing-masing kondisi adalah 0.079 (3.95%), 0.008 (0.4%), 0.147 (7.35%) dan 0.075 (3.75%). Dari keempat hasil ini, eror terkecil terjadi saat kondisi 2. Dengan hasil ini dapat dilihat bahwa *Logic Solver* sebagai kontroller sudah bekerja cukup baik untuk mengendaliakan *Dissolved Oxygen* (DO) agar tetap mendekati *set point*. Jika dilihat grafik respon yang dihasilkan pada gambar 4.8, 4.9, 4.10 dan 4.11 masing-masing kondisi mencapai respon stabil pada jam ke-25, 15, 18 dan 23. Respon ini tergolong lambat, hal ini sesuai dengan efek penambahan nutrisi urea dan TSP yang dapat dilihat +/- satu hari setelahnya. Adapun jenis respon yang dihasilkan adalah respon *transient overdamped*, dimana nilai *process variable* (DO) berhasil mendekati *set point*.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada Bab 4, maka kesimpulan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

a. Model dinamika proses *Polishing Unit* untuk mengetahui kondisi mikroorganisme pada plant dapat dimodelkan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) *backpropagation* berstruktur 4-24-3 (4 masukan OIW *influent*, COD *influent*, Urea, dan TSP); 24 *node hidden layer*; dan 3 keluaran OIW *effluent*, COD *effluent* dan DO). JST *polishing unit* yang di pelatihan menghasilkan MSE 0.00485 pada iterasi ke-2. Dengan tercapainya nilai MSE ini, maka JST yang dirancang sudah memenuhi target 0.005. JST *Polishing unit* yang telah dirancang ini kemudian digunakan sebagai plant sistem pengendalian DO di simulink. JST *polishing unit* diuji secara *open loop* dengan beberapa skenario perubahan kondisi pada masukan (tabel 4.3) lalu diamati keluarannya. Dari hasil simulasi terlihat bahwa semua parameter keluaran sudah berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dan didaptkan eror yang kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa JST yang telah dirancang mampu mengikuti logika proses yang terjadi pada *polishing unit* asli berdasarkan data *record*.
b. Sitem pengendalian DO dirancang dengan menggunakan *truth table* pada blok *stateflow* simulink sebagai *Logic Solver* nya. Dimana terlebih dahulu dengan menentukan kondisi dan aksi pada tabel. Eror (selisih *set point* DO dengan *process variable* (DO) kemudian menjadi referensi masukan bagi *logic solver* bersama dengan nilai OIW *influent* dan COD *influent*. Selisih DO serta nilai dari COD *influent* dan OIW *influent* yang ditempatkan di *condition table* akan dinalar oleh *logic solver* untuk kemudian menentukan sinyal kontrol pada *action table.* Penalaran ini berlangsung apabila masukan *logic solver* memenuhi salah satu kondisi pada *condition table* lalu memutuskan *decision* untuk mengeluarkan aksi pada *action table*. Dari hasil simulasi dengan skenario beberapa kondisi yang diberikan (tabel 4.5)

maka untuk mengendalikan *process variable* DO agar tetap mendekati *set point*, kondisi yang diberikan adalah dengan nilai COD dan OIW *influent* melebihi baku mutu, COD *influent* melebihi baku mutu dan OIW tidak, serta eror DO lebih kecil dari nol.

c. Kinerja sistem pengendalian DO secara *close loop* dapat dilihat dari respon kurva pada gambar 4.8, 4.9, 4.10 dan 4.11. Dari grafik tersebut diperoleh *process variable* (DO) setelah dilakukan simulasi pengendalian sudah mendekati *set point*. Adapun jenis respon yang dihasilkan adalah respon *transient overdamped* yang merupakan salah satu jenis respon yang stabil. Berdasarkan respon ini, maka kinerja sistem pengendalian yang dirancang sudah cukup baik berdasarkan beberapa skenario kondisi yang diberikan.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Untuk kedepannya, data penelitian sebaiknya diambil langsung oleh mahasiswa agar mahasiswa mengetahui secara langsung bagaimana data-data tersebut diambil.
b. Untuk penelitian selanjutnya, pemodelan JST mungkin bisa menggunakan tipe jaringan selain *backpropagation* untuk dilihat apakah bisa diterapkan dalam sistem pengendalian atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

Ahansazan, B. *et al.* (2014) 'Activated Sludge Process Overview', *International Journal of Environmental Science and Development*, 5(1), pp. 81–85. doi: 10.7763/IJESD.2014.V5.455.

Andarani, P. and Rezagama, A. (2015) 'Analisis Pengolahan Air Terproduksi Di Water Treating Plant Perusahaan Eksploitasi Minyak Bumi (Studi Kasus: Pt Xyz)', *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2), p. 78. doi: 10.14710/presipitasi.v12i2.78-85.

Anonim (2018) *No Title*, *Saka Energi Indonesia*. Available at: https://www.sakaenergi.com/id.

Apriyanto, S. T. W., Hunaini, F. and Effendy, D. U. (2019) 'RANCANG BANGUN PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN pH LIMBAH CAIR DENGAN METODE FUZZY SECARA WIRELESS', *Universitas Widyagama Malang*, (Ciastech), pp. 375–382.

Areerachakul, S., Junsawang, P. and Pomsathit, A. (2011) 'Prediction of dissolved oxygen using artificial neural network', *... International Conference on ...*, 5(January), pp. 524–528. Available at: http://www.ipcsit.net/vol5/96-ICCCM2011-C078.pdf.

Badieah, B., Gernowo, R. and Surarso, B. (2016) 'Metode Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Performa Mahasiswa Pada Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning (PBL)', *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), p. 46. doi: 10.21456/vol6iss1pp46-58.

Chamidah, N., . W. and Salamah, U. (2016) 'Pengaruh Normalisasi Data pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagasi Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi', *Jurnal Teknologi & Informasi ITSmart*, 1(1), p. 30. doi: 10.20961/its.v1i1.582.

Copeland, K. A. F. (1997) *Applied Linear Statistical Models, Journal of Quality Technology*. doi: 10.1080/00224065.1997.11979760.

Damayanti, R., Santosa, P. and Santoso, B. (2015) 'Penentuan Ukuran Control Valve Pada Unit Pengolahan Air Bebas Mineral Iradiator Gamma PRFN', *Prima*,

12(1), pp. 9–19.

EMERSON Process Management (2009) ‘Dissolved Oxygen Measurement in Wastewater Treatment’, *Water and Wastewater Industry*, (January), pp. 1–4.

Firmanda, D. and Riza, A. (2010) *Sistem kontrol: elemen-elemen sistem instrumentasi dan kontrol*.

Fitra, R. and Soehartanto, T. (2019) ‘Pemodelan Polishing Unit Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan di PT Saka Indonesia Pangkah Limited’, 8(2), pp. 194–199.

Hamada, M., Adel Zaqoot, H. and Abu Jreiban, A. (2018) ‘Application of artificial neural networks for the prediction of Gaza wastewater treatment plant performance-Gaza strip’, *Journal of Applied Research in Water and Wastewater*, 5(9), pp. 399–406. doi: 10.22126/ARWW.2018.874.

Ir. Arie Herlambang, M. S. (1999) ‘Teknologi Pengolahan Limbah Tekstil Dengan Sistem Lumpur Aktif’, *Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*.

Kementrian Lingkungan Hidup, 2010 (2010) ‘Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010’, in *Kementrian lingkungan hidup*, pp. 1–12.

Mathworks (2020a) ‘Deep Learning’.

Mathworks (2020b) ‘Simulink’.

Mumin, U. U. (2014) ‘PEMILIHAN NUTRISI PADA KOLAM AERASI UNIT PENGOLAHAN LIMBAH CAIR MENGGUNAKAN PERHITUNGAN C, N DAN P (STUDI KASUS PT. XXX)’, *Gait and Posture*. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.03.005.

Ni Luh Gede Sudaryati, I Wayan Kasa, I. W. B. S. (2012) ‘PEMANFAATAN SEDIMEN PERAIRAN TERCEMAR SEBAGAI BAHAN LUMPUR AKTIF DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU’, 3(1), pp. 21–29.

Ogata, K. (2004) *System Dynamics Fourth Edition.* New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Putri, I. M. (2011) ‘PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN FLOW SEAWATER INLET DAN pH SODIUM HYPOCHLORITE (NaOCl) PADA HIPOCHLORINATION PACKAGE BERBASIS LOGIC SOLVER, HESS (INDONESIA-PANGKAH) Ltd., GRESIK’, *Jurusan Teknik Fisika*, pp. 1–14.

Said, N. I. (2010) ‘Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Lumpur

Aktif', 3(2), pp. 160–174.

SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED (2016) 'Studi Pemilihan Teknologi untuk Produced Water Polishing Unit di Onshore Processing Facility', p. 8.

Salmin (2005) 'Oksigen terlarut (DO) Dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan', *Oseana,* 30(3), pp. 21–26.

Wei, X. *et al.* (2019) 'Treatment of petrochemical wastewater and produced water from oil and gas', pp. 1025–1033. doi: 10.1002/wer.1172.

Wicaksono, A. A., Noriyati, R. D. and Soehartanto, T. (2010) 'PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN PEMBAKARAN PADA DUCT BURNER WASTE HEAT BOILER (WHB) BERBASIS LOGIC SOLVER', *Teknik Fisika - ITS,* pp. 1–9.

Wuryandari, M. D. and Afrianto, I. (2012) 'Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah', *Komputa,* 1(1), pp. 45–51.

Zhang, B. (2018) *Jfa307 Digital Online Aquaculture Do Dissolved Oxygen Meter Controller, Hunan Yanheng Instrument Equipment Co., Ltd.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

A. Data Record Parameter-parameter Polishing Unit

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
01-Jan-19	1087	16	8	1	4.155	250	2
02-Jan-19	1087	16	0	0	3.71	261	2
03-Jan-19	1087	15	8	1	3.99	52	2
04-Jan-19	1087	16	0	0	3.85	35	2
05-Jan-19	562	15	8	1	4.235	48	2
06-Jan-19	562	17	0	0	4.43	51	2
07-Jan-19	471	16	0	0	4.33	55	2
08-Jan-19	471	15	0	0	4.17	68	2
09-Jan-19	498	16	7	1	4.07	69	2
10-Jan-19	498	15	0	0	3.62	67	2
11-Jan-19	803	16	10	0	3.99	75	2
12-Jan-19	803	17	5	0	3.935	105	2
13-Jan-19	522	16	0	0	4.185	64	2
14-Jan-19	522	17	0	0	4.45	68	2
15-Jan-19	622	16	0	0	4.36	80	2
16-Jan-19	622	17	0	0	4.13	68	2
17-Jan-19	396	18	0	0	4.13	47	2
18-Jan-19	396	23	0	0	3.95	44	2
19-Jan-19	401	30	15	0	3.925	41	2
20-Jan-19	401	36	0	0	3.76	46	2
21-Jan-19	596	28	0	0	3.815	45	2
22-Jan-19	596	23	0	0	3.69	41	2
23-Jan-19	598	23	0	0	3.67	66	2
24-Jan-19	598	23	0	0	3.615	40	2
25-Jan-19	560	23	0	0	28.44	45	2
26-Jan-19	560	20	5	0	3.38	43	2
27-Jan-19	751	17	0	0	3.3	48	2
28-Jan-19	751	17	15	0	3.86	56	2
29-Jan-19	780	17	0	0	2.99	55	2
30-Jan-19	780	17	0	0	3.595	51	2
01-Feb-19	780	17	15	1.5	3.555	51	2
02-Feb-19	760	23	0	0	3.245	57	2
03-Feb-19	760	20	5	0	3.235	48	2
04-Feb-19	593	24	10	0	2.19	47	2
05-Feb-19	615	23	0	1.5	3.25	43	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
06-Feb-19	615	23	0	0	3.015	52	2
07-Feb-19	919	21	20	0	2.935	52	2
08-Feb-19	919	21	0	1.5	3.61	47	2
09-Feb-19	726	18	0	0	2.64	45	2
10-Feb-19	726	18	15	0	3.305	46	2
11-Feb-19	619	18	0	1.5	3.66	48	2
12-Feb-19	619	22	0	0	3.24	52	2
13-Feb-19	639	40	10	0	2.925	55	2
14-Feb-19	639	30	0	0	3.245	57	4
15-Feb-19	721	25	5	0	2.4	48	4
16-Feb-19	721	24	0	2	2.83	51	2
17-Feb-19	572	24	0	0	2.925	54	2
18-Feb-19	572	24	0	0	2.89	52	2
19-Feb-19	509	18	12	2	3.085	57	2
20-Feb-19	509	18	0	0	2.985	49	2
21-Feb-19	569	18	15	1.5	2.94	52	2
22-Feb-19	569	17	0	0	3.18	51	2
23-Feb-19	625	19	0	0	3.16	50	2
24-Feb-19	625	16	0	0	3.33	53	2
25-Feb-19	615	16	0	0	3.48	57	2
26-Feb-19	615	17	0	2	3.045	56	2
27-Feb-19	950	17	0	0	3.045	59	2
28-Feb-19	950	17	7	2	2.605	59	2
01-Mar-19	825	16	0	0	2.695	39	2
02-Mar-19	825	16	0	2	2.72	49	2
03-Mar-19	767	16	0	0	3.35	55	2
04-Mar-19	767	17	0	2	3.75	43	2
05-Mar-19	892	29	10	0	2.145	33	2
06-Mar-19	892	27	0	0	2.805	45	2
07-Mar-19	892	28	0	0	2.925	46	2
08-Mar-19	751	27	0	0	2.845	50	2
09-Mar-19	751	29	10	2	2.525	47	2
10-Mar-19	578	26	0	0	2.43	55	2
11-Mar-19	578	26	7	2	2.32	54	2
12-Mar-19	1130	16	0	0	2.33	48	2
13-Mar-19	1130	25	7	2	2.705	55	2
14-Mar-19	699	22	0	0	2.59	50	2
15-Mar-19	699	22	7	2	2.87	41	2
16-Mar-19	924	23	7	2	1.975	45	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
17-Mar-19	719	26	0	0	2.305	48	2
18-Mar-19	686	21	0	0	2.54	49	2
19-Mar-19	686	28	7	0	2.055	47	2
20-Mar-19	685	18.8	0	0	2.085	44	2
21-Mar-19	685	22.5	7	0	2.26	46	2
22-Mar-19	693	24	0	1	2.02	45	2
23-Mar-19	693	21	7	1	2.085	51	2
24-Mar-19	715	29	0	0	2.645	49	2
25-Mar-19	715	19.1	7	1	2.815	55	3
26-Mar-19	763	22	0	0	2.34	59	3
27-Mar-19	757	20	7	1	0.755	48	2
28-Mar-19	727	24.2	0	0	2.3615	45	2
29-Mar-19	727	27.8	10	2	2.775	43	2
30-Mar-19	655	23	0	0	2.435	41	2
31-Mar-19	655	24	7	1	2.375	48	2
01-Apr-19	643	23	0	0	2.495	47	2
02-Apr-19	643	20.7	7	2	2.58	49	2
03-Apr-19	554	22	0	0	2.505	48	2
04-Apr-19	554	18.6	7	1	2.305	49	2
05-Apr-19	703	19.5	0	0	2.525	45	2
06-Apr-19	703	19	0	0	2.945	37	2
07-Apr-19	703	20	0	0	2.52	41	2
08-Apr-19	703	17	0	0	2.35	35	2
09-Apr-19	710	24.1	0	0	2.255	39	2
10-Apr-19	710	15.7	10	1	2.21	53	2
11-Apr-19	710	14	0	0	2.8	57	2
12-Apr-19	584	23	0	0	3.015	55	2
13-Apr-19	584	21	0	0	3.275	43	2
14-Apr-19	525	19	0	0	3.275	40	2
15-Apr-19	525	11.9	0	0	3.86	41	2
16-Apr-19	446	11.5	0	0	4.025	44	2
17-Apr-19	446	13	0	0	4.385	22	2
18-Apr-19	478	15	0	0	4.325	23	2
19-Apr-19	478	13	0	0	4.14	23	2
20-Apr-19	429	14	7	1	3.25	27	2
21-Apr-19	429	15	0	0	3.175	29	2
22-Apr-19	681	13.6	10	2	2.815	27	2
23-Apr-19	660	15.5	0	0	2.805	43	2
24-Apr-19	660	16.7	0	0	2.525	46	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
25-Apr-19	660	16.7	0	0	2.54	44	2
26-Apr-19	570	15.5	0	0	2.84	43	2
27-Apr-19	570	18	0	0	3.11	40	2
28-Apr-19	570	19	10	2	3.86	43	2
29-Apr-19	570	17	0	0	3.86	37	2
30-Apr-19	405	15	0	0	3.39	36	2
01-May-19	405	16.2	0	0	3.37	34	2
02-May-19	495	15.2	0	1	3.355	32	2
03-May-19	495	18.4	0	0	2.815	51	2
04-May-19	609	19	10	3	2.91	47	2
05-May-19	609	17	0	0	2.35	48	2
06-May-19	527	14.1	5	2	2.83	43	2
07-May-19	527	16.4	0	0	3.795	42	2
08-May-19	527	14.1	7	3	3.775	41	2
09-May-19	527	12.2	0	0	3.945	39	2
10-May-19	527	11	0	0	4.075	43	2
11-May-19	527	13	0	0	4.565	42	2
12-May-19	612	16.2	5	0	4.535	41	2
13-May-19	612	12	0	0	4.495	42	2
14-May-19	660	11.2	0	0	4.75	39	2
15-May-19	660	10.6	0	0	5.265	41	2
16-May-19	611	10.2	0	0	5.42	41	2
17-May-19	611	15.2	0	0	5.115	42	2
18-May-19	492	17	0	0	2.425	41	2
19-May-19	492	15	0	0	4.9	39	2
20-May-19	538	12.1	0	0	4.76	40	2
21-May-19	538	12.8	0	0	4.615	41	2
22-May-19	573	10.9	0	0	4.765	40	2
23-May-19	573	10.4	0	0	4.745	41	2
24-May-19	568	11.8	0	0	4.445	42	2
25-May-19	568	11.8	0	0	4.365	41	2
26-May-19	678	13	0	0	3.825	40	2
27-May-19	678	10.6	7	2	3.715	45	2
28-May-19	680	11	0	0	3.59	43	2
29-May-19	680	10	0	0	3.53	42	2
30-May-19	582	10.2	5	3	2.955	40	2
31-May-19	596	13.8	0	0	3.425	51	2
01-Jun-19	610	16	0	0	3.95	52	2
02-Jun-19	610	15	0	0	3.875	51	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
03-Jun-19	996	14	0	0	3.73	48	2
04-Jun-19	1429	17	7	1	2.365	53	2
05-Jun-19	1606	16	0	0	3.27	51	2
06-Jun-19	1343	15	5	2	3.29	46	2
07-Jun-19	1150	17	0	0	3.885	44	2
08-Jun-19	923	16	4	1	3.99	53	2
09-Jun-19	855	17	0	0	4.43	49	2
10-Jun-19	786	14	5	2	3.435	47	2
11-Jun-19	725	13.2	0	0	2.925	46	2
12-Jun-19	710	16	0	0	3.28	45	2
13-Jun-19	736	11.3	5	2	3.13	46	2
14-Jun-19	751	10.6	0	0	4.07	43	2
15-Jun-19	703	11.1	7	1	4.145	42	2
16-Jun-19	703	10.4	0	0	3.7	45	2
17-Jun-19	759	10.2	7	0	3.93	43	2
18-Jun-19	759	10.1	0	0	4.195	41	2
19-Jun-19	670	10.9	0	0	4.565	44	2
20-Jun-19	670	11	0	0	3.83	46	2
21-Jun-19	645	10.3	0	0	3.795	45	2
22-Jun-19	645	11.1	0	0	3.795	43	2
23-Jun-19	558	9.8	7	2	3.65	44	2
24-Jun-19	558	10.8	0	0	3.63	36	2
25-Jun-19	615	10.8	7	2	3.855	40	2
26-Jun-19	918	10.8	0	0	2.695	42	2
27-Jun-19	728	10.4	0	0	3.66	42	2
28-Jun-19	728	10.2	0	0	3.655	35	2
29-Jun-19	866	10	0	0	3.5	40	2
30-Jun-19	824	9	5	0	3.915	41	2
01-Jul-19	749	10	0	0	3.94	43	2
02-Jul-19	749	9.4	0	0	3.73	40	2
03-Jul-19	603	11	0	0	3.865	41	2
04-Jul-19	559	17.4	7	0	3.45	39	2
05-Jul-19	568	11	0	2	0.985	40	2
06-Jul-19	568	12	0	0	3.23	41	2
07-Jul-19	591	13	0	2	3.55	39	2
08-Jul-19	591	12.7	0	0	4.125	41	2
09-Jul-19	714	12.3	5	2	4.245	38	2
10-Jul-19	714	11.8	0	0	4.365	40	2
11-Jul-19	691	11.1	7	0	4.31	42	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
12-Jul-19	691	10	0	0	4.235	40	2
13-Jul-19	942	13	7	0	4.165	41	2
14-Jul-19	977	12	0	2	4.42	43	2
15-Jul-19	1021	13	0	0	4.09	43	2
16-Jul-19	873	14	0	0	4.58	38	2
17-Jul-19	912	12	0	0	3.52	40	2
18-Jul-19	912	13	7	0	3.91	39	2
19-Jul-19	745	14	0	2	3.905	40	2
20-Jul-19	745	12	0	0	3.13	39	2
21-Jul-19	688	12	0	0	3.84	40	2
22-Jul-19	688	10.2	0	2	3.855	41	2
23-Jul-19	571	9.8	0	0	3.8	39	2
24-Jul-19	571	9.2	5	0	3.97	37	2
25-Jul-19	503	9.2	0	2	4.555	34	2
26-Jul-19	503	9.5	0	0	5.11	31	2
27-Jul-19	757	11	0	0	4.91	48	2
28-Jul-19	757	10	0	0	4.925	42	2
29-Jul-19	757	8.9	0	0	4.725	41	2
30-Jul-19	743	8.8	0	0	4.635	43	2
31-Jul-19	883	9.1	7	0	4.235	40	2
01-Aug-19	999	9.6	0	2	3.575	40	2
02-Aug-19	1279	10.9	0	0	3.785	41	2
03-Aug-19	1129	12.3	0	0	4.295	39	2
04-Aug-19	1023	13	0	0	4.81	40	3
05-Aug-19	1023	12.8	7	2	2.145	39	2
06-Aug-19	861	12	0	0	4.47	45	2
07-Aug-19	861	10.5	0	0	4.37	59	2
08-Aug-19	785	10.5	7	0	4.225	68	2
09-Aug-19	785	12	0	2	4.715	43	2
10-Aug-19	751	12	0	0	3.645	40	2
11-Aug-19	783	13	7	0	3.31	41	2
12-Aug-19	704	9.6	0	0	4.31	40	2
13-Aug-19	704	12.2	0	2	4.435	38	2
14-Aug-19	714	11.6	7	0	4.285	39	2
15-Aug-19	714	10.5	0	0	4.15	38	2
16-Aug-19	706	11.3	0	0	3.63	39	2
17-Aug-19	706	13	0	0	3.705	48	2
18-Aug-19	1118	12	5	0	3.14	45	2
19-Aug-19	1118	12	0	2	3.475	48	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
20-Aug-19	1037	9.8	0	0	3.275	56	2
21-Aug-19	1037	11.3	0	2	2.72	55	2
22-Aug-19	1043	12	0	0	2.82	58	2
23-Aug-19	919	9.4	7	2	2.94	61	2
24-Aug-19	915	11	10	0	2.725	59	2
25-Aug-19	927	11	12	0	2.55	57	2
26-Aug-19	1015	11.6	0	0	2.68	49	2
27-Aug-19	956	10.4	0	0	3.045	47	2
28-Aug-19	822	10.6	0	0	3.005	45	2
29-Aug-19	822	9.6	9	1	3.2	43	2
30-Aug-19	884	9.4	0	0	3.225	41	2
31-Aug-19	884	10	7	0	3.125	45	2
01-Sep-19	656	12	0	2	2.94	45	2
02-Sep-19	661	11	0	0	3.17	56	2
03-Sep-19	710	12	10	0	2.475	51	2
04-Sep-19	661	10	0	0	3.05	52	2
05-Sep-19	698	9.2	7	0	3.335	51	2
06-Sep-19	664	13	0	0	2.65	55	2
07-Sep-19	1012	14	0	0	2.825	54	2
08-Sep-19	1207	13	8	2	2.82	55	2
09-Sep-19	1091	9.2	7	0	3.18	55	2
10-Sep-19	783	10	0	0	3.15	56	2
11-Sep-19	776	9.4	0	0	3.36	57	2
12-Sep-19	776	12	7	2	3.275	55	2
13-Sep-19	776	10	0	0	2.76	52	2
14-Sep-19	776	10	0	0	1.52	44	2
15-Sep-19	821	9	0	0	3.09	51	2
16-Sep-19	821	9.2	0	2	3.035	35	2
17-Sep-19	810	9.4	7	0	3.185	32	2
18-Sep-19	810	8.4	0	0	3.475	29	2
19-Sep-19	636	8.2	0	0	3.705	54	2
20-Sep-19	636	8.6	0	2	4.065	45	2
21-Sep-19	630	11	0	0	3.885	43	2
22-Sep-19	665	11	0	0	3.29	33	2
23-Sep-19	634	15.2	0	0	4.01	37	2
24-Sep-19	634	11.6	0	0	3.73	41	2
25-Sep-19	659	11.6	7	2	3.695	40	2
26-Sep-19	659	14.3	0	0	3.475	39	2
27-Sep-19	887	12	0	0	2.69	42	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
28-Sep-19	945	10	7	0	2.875	41	2
29-Sep-19	887	12.9	7	2	2.54	40	2
30-Sep-19	887	11.6	0	0	2.78	52	2
01-Oct-19	839	12	0	0	2.815	46	2
02-Oct-19	887	10	7	2	2.42	28	2
03-Oct-19	894	11	10	0	1.31	34	2
04-Oct-19	894	10	0	0	2.605	33	2
05-Oct-19	561	10	0	0	2.685	35	2
06-Oct-19	561	9.6	5	2	3.09	31	2
07-Oct-19	583	12.8	0	0	3.24	36	2
08-Oct-19	583	12.2	0	0	3.015	33	2
09-Oct-19	624	14.2	0	0	3.035	32	2
10-Oct-19	624	14.2	0	0	2.86	38	2
11-Oct-19	818	14	0	0	2.795	41	2
12-Oct-19	963	12	0	0	2.92	43	2
13-Oct-19	896	12.1	0	0	2.59	44	2
14-Oct-19	896	11.2	0	0	2.925	42	2
15-Oct-19	906	10.1	6	0	2.815	43	2
16-Oct-19	906	10	10	0	3.135	49	2
17-Oct-19	803	11	0	2	2.93	45	2
18-Oct-19	803	13.4	0	0	2.96	49	2
19-Oct-19	1130	14	0	0	2.74	48	2
20-Oct-19	1234	13	7	0	2.55	43	2
21-Oct-19	1146	11.5	0	0	2.46	45	2
22-Oct-19	1146	12.7	0	0	2.645	46	2
23-Oct-19	909	13.4	0	0	2.775	44	2
24-Oct-19	909	11.6	7	0	2.8	41	2
25-Oct-19	691	11.6	0	0	2.555	43	2
26-Oct-19	691	12	0	2	2.65	45	2
27-Oct-19	620	12	0	0	2.675	47	2
28-Oct-19	620	12.8	0	0	2.925	42	2
29-Oct-19	631	14.4	0	0	3.55	40	2
30-Oct-19	894	13.8	7	0	3.31	51	3
31-Oct-19	892	13.8	0	0	2.91	46	2
01-Nov-19	892	11.2	7	0	3.21	45	2
02-Nov-19	561	12	0	0	3.17	47	2
03-Nov-19	561	13	0	0	3.35	46	2
04-Nov-19	577	13	0	1	3.82	41	2
05-Nov-19	577	14	0	0	3.945	40	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
06-Nov-19	572	12.5	0	0	3.8	41	2
07-Nov-19	572	12.8	0	0	4.005	42	2
08-Nov-19	678	10.2	0	0	3.785	40	2
09-Nov-19	678	11	0	0	3.93	41	2
10-Nov-19	706	11	7	0	3.815	40	2
11-Nov-19	706	10.2	0	0	3.075	40	2
12-Nov-19	993	10.1	7	0	3.3	41	2
13-Nov-19	993	9.6	0	0	3.15	42	2
14-Nov-19	961	10	0	0	3.715	39	2
15-Nov-19	961	13	0	0	2.76	43	2
16-Nov-19	754	15.2	0	0	3.215	45	2
17-Nov-19	741	18.3	12	0	2.19	40	3
18-Nov-19	989	19.8	3	0	2.21	42	3
19-Nov-19	989	22.1	0	0	2.255	41	3
20-Nov-19	767	18.1	7	0	2.335	40	3
21-Nov-19	767	23.1	5	0	1.795	41	2
22-Nov-19	792	21.3	0	0	1.4	40	2
23-Nov-19	792	19	0	0	2.545	42	2
24-Nov-19	550	22	8	1	2.325	40	2
25-Nov-19	550	22	0	0	1.255	39	2
26-Nov-19	589	39.4	0	0	1.94	41	3
27-Nov-19	580	36.2	0	0	2.115	44	4
28-Nov-19	580	30.8	5	0	2.56	43	2
29-Nov-19	580	26.4	0	0	2.9	47	2
30-Nov-19	560	20.1	0	0	2.705	46	2
01-Dec-19	560	19	0	0	2.695	43	2
02-Dec-19	610	23.2	8	2	2.205	48	2
03-Dec-19	610	28	5	0	1.95	42	2
04-Dec-19	788	33	0	0	1.64	43	3
05-Dec-19	788	35	0	0	3.21	51	3
06-Dec-19	728	30	6	1	3.82	47	3
07-Dec-19	728	31	0	0	3.065	43	3
08-Dec-19	543	28	0	0	3.09	40	4
09-Dec-19	543	28.5	0	1	3.57	42	2
10-Dec-19	509	26.3	0	0	2.71	44	2
11-Dec-19	543	14.1	0	0	3.14	41	2
12-Dec-19	543	22	0	1	3.645	50	2
13-Dec-19	408	15.8	0	0	3.85	41	1.7
14-Dec-19	408	18	0	0	4.28	40	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
15-Dec-19	390	19	0	0	4.41	41	2
16-Dec-19	390	22.2	0	0	4.315	38	3
17-Dec-19	401	37.3	0	1	4.18	40	2
18-Dec-19	401	30	7	0	3.985	39	3
19-Dec-19	759	36	0	1	4.185	40	3
20-Dec-19	759	38.9	4	0	2.72	42	3
21-Dec-19	1662	41.2	0	0	2.85	43	3
22-Dec-19	1662	38	0	0	3.675	45	3
23-Dec-19	882	45	0	0	3.74	41	3
24-Dec-19	882	35	0	0	3.94	40	3
25-Dec-19	709	35	0	0	2.56	43	3
26-Dec-19	709	33.2	0	1	3.065	39	3
27-Dec-19	739	25.3	0	0	2.205	40	3
28-Dec-19	739	26	0	0	3.08	41	2
29-Dec-19	777	26.4	0	0	2.61	46	2
30-Dec-19	777	20.4	0	0	2.61	40	2
31-Dec-19	686	23	0	0	3.17	41	2
01-Jan-20	686	23.6	0	1	3.41	38	3
02-Jan-20	638	17.6	0	0	3.265	40	2
03-Jan-20	638	14.2	0	0	3.34	44	2
04-Jan-20	647	14	0	0	3.725	45	2
05-Jan-20	647	15	5	0	3.94	46	2
06-Jan-20	680	14	0	2	3.1	40	2
07-Jan-20	680	15	7	0	3.285	45	2
08-Jan-20	680	12	0	0	2.92	43	2
09-Jan-20	672	13.8	0	0	2.39	69	2
10-Jan-20	689	17	7	1	1.96	67	2
11-Jan-20	689	14	0	0	2.115	40	2
12-Jan-20	662	18.6	5	0	2.12	45	2
13-Jan-20	662	14	0	1	2.32	40	2
14-Jan-20	752	15.8	0	0	2.615	41	2
15-Jan-20	752	16	7	0	3.56	40	2
16-Jan-20	696	17.1	0	0	2.7	40	2
17-Jan-20	696	19.4	0	0	3.245	42	2
18-Jan-20	693	18.3	0	1	2.915	41	2
19-Jan-20	693	13.8	7	0	3.03	40	2
20-Jan-20	669	12.2	0	0	3.06	42	2
21-Jan-20	669	13.4	0	1	3.375	40	2
22-Jan-20	846	14.1	0	1	3.185	41	2

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
23-Jan-20	846	15.4	0	0	3.845	45	2
24-Jan-20	740	14	0	0	3.63	43	2
25-Jan-20	740	14	5	1	3.545	46	2
26-Jan-20	642	14	0	0	3.165	40	2
27-Jan-20	642	18.6	0	0	2.965	39	2
28-Jan-20	586	18	0	0	1.91	40	2
29-Jan-20	630	21.4	7	1	1.94	41	2
30-Jan-20	581	24	0	0	2.09	40	2
31-Jan-20	581	27.4	5	1	1.55	40	2
01-Feb-20	489	23	0	0	1.81	42	3
02-Feb-20	489	23	0	0	2.355	43	2
03-Feb-20	461	24.6	0	0	2.34	43	2
04-Feb-20	461	23.6	0	0	2.395	40	2
05-Feb-20	426	21.3	0	0	2.37	45	2
06-Feb-20	426	17.1	0	0	3.03	48	2
07-Feb-20	368	19.2	0	0	2.99	52	2
08-Feb-20	368	18	0	1	2.635	44	2
09-Feb-20	648	19	7	0	2.455	46	2
10-Feb-20	648	19	0	1	1.805	41	2
11-Feb-20	683	18	0	0	2.275	46	2
12-Feb-20	773	19	0	1	2.655	43	2
13-Feb-20	653	22	0	0	2.7	42	2
14-Feb-20	634	23	0	0	3.525	41	2
15-Feb-20	567	22	7	1	2.98	40	3
16-Feb-20	567	38	0	0	2.265	40	3
17-Feb-20	362	37.6	0	0	3.125	43	3
18-Feb-20	362	29.7	0	0	2.385	41	3
19-Feb-20	353	34.2	0	0	2.475	40	3
20-Feb-20	273	41.2	7	1	2.17	41	3
21-Feb-20	290	44.2	0	1	1.945	44	3
22-Feb-20	290	38	0	1	2.465	47	3.9
23-Feb-20	310	170	7	2	0.965	46	3.9
24-Feb-20	310	56.1	0	0	2.33	52	5
25-Feb-20	477	56.1	0	0	3.08	48	5.9
26-Feb-20	477	56.1	0	1	2.915	44	4.4
27-Feb-20	505	127.1	0	0	3	44	4.4
28-Feb-20	570	130.2	5	1	2.69	42	5
29-Feb-20	533	150	0	0	2.62	44	5.4
01-Mar-20	533	98	0	1	3.41	40	6

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
02-Mar-20	468	115	0	0	3.515	41	9
03-Mar-20	468	93	0	1	3.345	43	11
04-Mar-20	340	44.7	0	0	3.14	42	9
05-Mar-20	340	53	7	1	3.52	44	9.7
06-Mar-20	392	30.1	0	1	3.265	49	6.7
07-Mar-20	392	32	0	0	3.805	45	5.4
08-Mar-20	296	29	0	2	3.81	48	5.4
09-Mar-20	296	16.4	0	0	3.685	44	4
10-Mar-20	364	22.4	0	0	3	43	5
11-Mar-20	499	26.2	7	1	2.55	44	5.2
12-Mar-20	510	21.4	0	0	1.79	43	4.8
13-Mar-20	510	20.1	0	0	1.71	41	3.8
14-Mar-20	671	21	7	1	2.14	41	3.6
15-Mar-20	671	19	0	0	1.7	43	4
16-Mar-20	516	20	0	1	2.13	45	3
17-Mar-20	516	17.4	0	0	2.3	41	3
18-Mar-20	478	16.4	7	0	2.6	42	3.2
19-Mar-20	478	17.8	0	0	2.75	41	3.2
20-Mar-20	476	16.9	0	1	2.81	40	3
21-Mar-20	476	18	0	0	3.52	42	3.2
22-Mar-20	515	16	0	1	4.13	41	3.2
23-Mar-20	515	19	0	0	4.48	40	3.2
24-Mar-20	542	16	0	1	4.3	41	3.2
25-Mar-20	542	16	0	1	3.92	41	3.2
26-Mar-20	610	13.9	0	0	3.66	40	3.2
27-Mar-20	610	14.3	7	1	3.65	42	3
28-Mar-20	314	15	0	0	3.1	44	3.2
29-Mar-20	314	15	0	0	2.67	40	3
30-Mar-20	581	24	0	1	2.04	40	3
31-Mar-20	581	27.4	0	0	2.63	40	2
01-Apr-20	487	36.2	5	0	2.91	42	3
02-Apr-20	487	30.8	4	2	2.99	41	3.1
03-Apr-20	486	25	0	0	3.18	44	3.1
04-Apr-20	486	24	4	0	3.28	42	3.1
05-Apr-20	501	23	0	1	3	43	3.1
06-Apr-20	501	21.1	0	0	2.95	42	3.1
07-Apr-20	443	16.9	7	1	3.26	43	3.4
08-Apr-20	443	15.5	0	1	3.68	40	2.7
09-Apr-20	518	15.8	0	0	3.61	44	2.7

Tanggal	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)
10-Apr-20	518	19.1	0	1	3.67	40	3.4
11-Apr-20	578	24.1	0	0	3.34	43	3.4
12-Apr-20	578	25	0	0	3.42	41	3.4

B. Seleksi data untuk Pemodelan Hubungan COD dan OIW *influent* terhadap Urea

Tanggal	COD Influent (mg/L)	OIW Influent (mg/L)	Urea aktual (Kg)	Urea hasil regresi	Eror
05-Mar-19	892	29	10	10.172	-0.172
15-Mar-19	699	22	7	7.34	-0.34
19-Mar-19	686	28	7	7.091	-0.091
21-Mar-19	685	22.5	7	7.1255	-0.1255
23-Mar-19	693	21	7	7.259	-0.259
25-Mar-19	715	19.1	7	7.6061	-0.6061
31-Mar-19	655	24	7	6.662	0.338
02-Apr-19	643	20.7	7	6.5117	0.4883
06-May-19	527	14.1	5	4.8311	0.1689
27-May-19	678	10.6	7	7.1276	-0.1276
30-May-19	582	10.2	5	5.6912	-0.6912
15-Jun-19	703	11.1	7	7.4981	-0.4981
25-Jun-19	615	10.8	7	6.1808	0.8192
11-Jul-19	691	11.1	7	7.3181	-0.3181
24-Jul-19	571	9.2	5	5.5352	-0.5352
14-Aug-19	714	11.6	7	7.6586	-0.6586
24-Aug-19	915	11	10	10.679	-0.679
25-Aug-19	927	11	12	10.859	1.141
29-Aug-19	822	9.6	9	9.2966	-0.2966
05-Sep-19	698	9.2	7	7.4402	-0.4402
25-Sep-19	659	11.6	7	6.8336	0.1664
03-Oct-19	894	11	10	10.364	-0.364
06-Oct-19	561	9.6	5	5.3816	-0.3816
16-Oct-19	906	10	10	10.553	-0.553
10-Nov-19	706	11	7	7.544	-0.544
28-Nov-19	580	30.8	5	5.4758	-0.4758
03-Dec-19	610	28	5	5.951	-0.951

Tanggal	COD Influent (mg/L)	OIW Influent (mg/L)	Urea aktual (Kg)	Urea hasil regresi	Eror
07-Jan-20	680	15	7	7.118	-0.118
10-Jan-20	689	17	7	7.235	-0.235
19-Jan-20	693	13.8	7	7.3238	-0.3238
29-Jan-20	630	21.4	7	6.3104	0.6896
31-Jan-20	581	27.4	5	5.5214	-0.5214
09-Feb-20	648	19	7	6.602	0.398
14-Mar-20	671	21	7	6.929	0.071
27-Mar-20	610	14.3	7	6.0743	0.9257
02-Apr-20	487	30.8	4	4.0808	-0.0808
04-Apr-20	486	24	4	4.127	-0.127

C. Seleksi data untuk Pemodelan Hubungan COD dan OIW *influent* terhadap TSP

Tanggal	COD Influent (mg/L)	OIW Influent (mg/L)	TSP (Kg)	TSP hasil regresi	Error
09-Jan-19	498	16	1	1.185	-0.185
05-Feb-19	615	23	1.5	1.412	0.088
11-Feb-19	619	18	1.5	1.425	0.075
16-Feb-19	721	24	2	1.623	0.377
21-Feb-19	569	18	1.5	1.325	0.175
28-Feb-19	950	17	2	2.088	-0.088
02-Mar-19	825	16	2	1.839	0.161
04-Mar-19	767	17	2	1.722	0.278
09-Mar-19	751	29	2	1.678	0.322
15-Mar-19	699	22	2	1.581	0.419
16-Mar-19	924	23	2	2.03	-0.03
29-Mar-19	727	27.8	2	1.6312	0.3688
20-Apr-19	429	14	1	1.049	-0.049
02-May-19	495	15.2	1	1.1798	-0.1798
10-Jun-19	786	14	2	1.763	0.237
13-Jun-19	736	11.3	2	1.6657	0.3343
09-Jul-19	714	12.3	2	1.6207	0.3793
14-Jul-19	977	12	2	2.147	-0.147
19-Jul-19	745	14	2	1.681	0.319
22-Jul-19	688	10.2	2	1.5708	0.4292
01-Aug-19	999	9.6	2	2.1934	-0.1934

Tanggal	COD Influent (mg/L)	OIW Influent (mg/L)	TSP (Kg)	TSP hasil regresi	Error
09-Aug-19	785	12	2	1.763	0.237
13-Aug-19	704	12.2	2	1.6008	0.3992
23-Aug-19	919	9.4	2	2.0336	-0.0336
12-Sep-19	776	12	2	1.745	0.255
16-Sep-19	821	9.2	2	1.8378	0.1622
29-Sep-19	887	12.9	2	1.9661	0.0339
02-Oct-19	887	10	2	1.969	0.031
17-Oct-19	803	11	2	1.8	0.2
26-Oct-19	691	12	2	1.575	0.425
17-Dec-19	401	37.3	1	0.9697	0.0303
08-Feb-20	368	18	1	0.923	0.077
20-Feb-20	273	41.2	1	0.7098	0.2902
21-Feb-20	290	44.2	1	0.7408	0.2592
22-Feb-20	290	38	1	0.747	0.253
26-Feb-20	477	56.1	1	1.1029	-0.1029
03-Mar-20	468	93	1	1.048	-0.048
05-Mar-20	340	53	1	0.832	0.168
06-Mar-20	392	30.1	1	0.9589	0.0411
11-Mar-20	499	26.2	1	1.1768	-0.1768
16-Mar-20	516	20	1	1.217	-0.217
20-Mar-20	476	16.9	1	1.1401	-0.1401
22-Mar-20	515	16	1	1.219	-0.219
07-Apr-20	443	16.9	1	1.0741	-0.0741
08-Apr-20	443	15.5	1	1.0755	-0.0755
10-Apr-20	518	19.1	1	1.2219	-0.2219

D. Seleksi data untuk pemodelan hubungan Pemberian Urea dan TSP terhadaap nilai DO

Tanggal	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	DO hasil Regresi	Eror
28-Feb-19	7	2	2.605	2.556	0.049
09-Mar-19	10	2	2.525	2.697	-0.172
11-Mar-19	7	2	2.32	2.556	-0.236
13-Mar-19	7	2	2.705	2.556	0.149
15-Mar-19	7	2	2.87	2.556	0.314
27-Mar-19	7	1	0.755	1.617	-0.862

Tanggal	Urea (Kg)	TSP (Kg)	DO (mg/L)	DO hasil Regresi	Eror
29-Mar-19	10	2	2.775	2.697	0.078
02-Apr-19	7	2	2.58	2.556	0.024
22-Apr-19	10	2	2.815	2.697	0.118
06-May-19	5	2	2.83	2.462	0.368
08-May-19	7	3	3.775	3.495	0.28
30-May-19	5	3	2.955	3.401	-0.446
05-Aug-19	7	2	2.145	2.556	-0.411
23-Aug-19	7	2	2.94	2.556	0.384
08-Sep-19	8	2	2.82	2.603	0.217
29-Sep-19	7	2	2.54	2.556	-0.016
02-Oct-19	7	2	2.42	2.556	-0.136
02-Dec-19	8	2	2.205	2.603	-0.398
10-Jan-20	7	1	1.96	1.617	0.343
29-Jan-20	7	1	1.94	1.617	0.323
31-Jan-20	5	1	1.55	1.523	0.027

E. Generate Data Record Untuk Training JST Dengan Persamaan Regresi yang diperoleh

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
01-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	52	2	3.188915
02-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	35	2	3.190277
03-Jan-19	1087	15	13.223	2.364	48	2	3.188915
04-Jan-19	1087	16	13.214	2.363	51	2	1.834202
05-Jan-19	562	15	5.348	1.314	55	2	1.831478
06-Jan-19	562	17	5.33	1.312	68	2	1.597787
07-Jan-19	471	16	3.974	1.131	69	2	1.599149
08-Jan-19	471	15	3.983	1.132	67	2	1.667528
09-Jan-19	498	16	4.379	1.185	75	2	1.66889
10-Jan-19	498	15	4.388	1.186	105	2	2.455343
11-Jan-19	803	16	8.954	1.795	64	2	2.453981
12-Jan-19	803	17	8.945	1.794	68	2	1.72952
13-Jan-19	522	16	4.739	1.233	80	2	1.728158
14-Jan-19	522	17	4.73	1.232	68	2	1.98782

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
15-Jan-19	622	16	6.239	1.433	47	2	1.986458
16-Jan-19	622	17	6.23	1.432	44	2	1.401338
17-Jan-19	396	18	2.831	0.979	41	2	1.394528
18-Jan-19	396	23	2.786	0.974	46	2	1.397909
19-Jan-19	401	30	2.798	0.977	45	2	1.389737
20-Jan-19	401	36	2.744	0.971	41	2	1.904318
21-Jan-19	596	28	5.741	1.369	66	2	1.911128
22-Jan-19	596	23	5.786	1.374	40	2	1.916294
23-Jan-19	598	23	5.816	1.378	45	2	1.916294
24-Jan-19	598	23	5.816	1.378	43	2	1.81814
25-Jan-19	560	23	5.246	1.302	48	2	1.822226
26-Jan-19	560	20	5.273	1.305	56	2	2.319665
27-Jan-19	751	17	8.165	1.69	55	2	2.319665
28-Jan-19	751	17	8.165	1.69	51	2	2.394572
29-Jan-19	780	17	8.6	1.748	51	2	2.394572
30-Jan-19	780	17	8.6	1.748	57	2	2.394572
01-Feb-19	780	17	8.6	1.748	48	2	2.33474
02-Feb-19	760	23	8.246	1.702	47	2	2.338826
03-Feb-19	760	20	8.273	1.705	43	2	1.902017
04-Feb-19	593	24	5.732	1.367	52	2	1.960205
05-Feb-19	615	23	6.071	1.412	52	2	1.960205
06-Feb-19	615	23	6.071	1.412	47	2	2.748161
07-Feb-19	919	21	10.649	2.022	45	2	2.748161
08-Feb-19	919	21	10.649	2.022	46	2	2.253728
09-Feb-19	726	18	7.781	1.639	48	2	2.253728
10-Feb-19	726	18	7.781	1.639	52	2	1.977347
11-Feb-19	619	18	6.176	1.425	55	2	1.971899
12-Feb-19	619	22	6.14	1.421	57	2	1.999043
13-Feb-19	639	40	6.278	1.443	48	4	2.012663
14-Feb-19	639	30	6.368	1.453	51	4	2.231279
15-Feb-19	721	25	7.643	1.622	54	2	2.232641
16-Feb-19	721	24	7.652	1.623	52	2	1.847774
17-Feb-19	572	24	5.417	1.325	57	2	1.847774
18-Feb-19	572	24	5.417	1.325	49	2	1.693217
19-Feb-19	509	18	4.526	1.205	52	2	1.693217
20-Feb-19	509	18	4.526	1.205	51	2	1.848197
21-Feb-19	569	18	5.426	1.325	50	2	1.849559

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
22-Feb-19	569	17	5.435	1.326	53	2	1.991483
23-Feb-19	625	19	6.257	1.436	57	2	1.995569
24-Feb-19	625	16	6.284	1.439	56	2	1.969739
25-Feb-19	615	16	6.134	1.419	59	2	1.968377
26-Feb-19	615	17	6.125	1.418	59	2	2.833682
27-Feb-19	950	17	11.15	2.088	39	2	2.833682
28-Feb-19	950	17	11.15	2.088	49	2	2.512169
01-Mar-19	825	16	9.284	1.839	55	2	2.512169
02-Mar-19	825	16	9.284	1.839	43	2	2.362355
03-Mar-19	767	16	8.414	1.723	33	2	2.360993
04-Mar-19	767	17	8.405	1.722	45	2	2.667524
05-Mar-19	892	29	10.172	1.96	46	2	2.670248
06-Mar-19	892	27	10.19	1.962	50	2	2.668886
07-Mar-19	892	28	10.181	1.961	47	2	2.306045
08-Mar-19	751	27	8.075	1.68	55	2	2.303321
09-Mar-19	751	29	8.057	1.678	54	2	1.860548
10-Mar-19	578	26	5.489	1.335	48	2	1.860548
11-Mar-19	578	26	5.489	1.335	55	2	3.299984
12-Mar-19	1130	16	13.859	2.449	50	2	3.287726
13-Mar-19	1130	25	13.778	2.44	41	2	2.178539
14-Mar-19	699	22	7.34	1.581	45	2	2.178539
15-Mar-19	699	22	7.34	1.581	48	2	2.758352
16-Mar-19	924	23	10.706	2.03	49	2	2.224751
17-Mar-19	719	26	7.604	1.617	47	2	2.146322
18-Mar-19	686	21	7.154	1.556	44	2	2.136788
19-Mar-19	686	28	7.091	1.549	46	2	2.146735
20-Mar-19	685	18.8	7.1588	1.5562	45	2	2.141696
21-Mar-19	685	22.5	7.1255	1.5525	51	2	2.160317
22-Mar-19	693	24	7.232	1.567	49	2	2.164403
23-Mar-19	693	21	7.259	1.57	55	2	2.210333
24-Mar-19	715	29	7.517	1.606	59	3	2.223817
25-Mar-19	715	19.1	7.6061	1.6159	48	3	2.343851
26-Mar-19	763	22	8.3	1.709	45	2	2.331077
27-Mar-19	757	20	8.228	1.699	43	2	2.247867
28-Mar-19	727	24.2	7.7402	1.6348	41	2	2.242963
29-Mar-19	727	27.8	7.7078	1.6312	48	2	2.063525
30-Mar-19	655	23	6.671	1.492	47	2	2.062163

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
31-Mar-19	655	24	6.662	1.491	49	2	2.032529
01-Apr-19	643	23	6.491	1.468	48	2	2.035662
02-Apr-19	643	20.7	6.5117	1.4703	49	2	1.804004
03-Apr-19	554	22	5.165	1.291	45	2	1.808635
04-Apr-19	554	18.6	5.1956	1.2944	37	2	2.192276
05-Apr-19	703	19.5	7.4225	1.5915	41	2	2.192957
06-Apr-19	703	19	7.427	1.592	35	2	2.191595
07-Apr-19	703	20	7.418	1.591	39	2	2.195681
08-Apr-19	703	17	7.445	1.594	53	2	2.204092
09-Apr-19	710	24.1	7.4861	1.6009	57	2	2.215533
10-Apr-19	710	15.7	7.5617	1.6093	55	2	2.217848
11-Apr-19	710	14	7.577	1.611	43	2	1.880132
12-Apr-19	584	23	5.606	1.35	40	2	1.882856
13-Apr-19	584	21	5.624	1.352	41	2	1.733183
14-Apr-19	525	19	4.757	1.236	44	2	1.742853
15-Apr-19	525	11.9	4.8209	1.2431	22	2	1.539341
16-Apr-19	446	11.5	3.6395	1.0855	23	2	1.537298
17-Apr-19	446	13	3.626	1.084	23	2	1.61723
18-Apr-19	478	15	4.088	1.146	27	2	1.619954
19-Apr-19	478	13	4.106	1.148	29	2	1.492025
20-Apr-19	429	14	3.362	1.049	27	2	1.490663
21-Apr-19	429	15	3.353	1.048	43	2	2.143486
22-Apr-19	681	13.6	7.1456	1.5534	46	2	2.086655
23-Apr-19	660	15.5	6.8135	1.5095	44	2	2.085021
24-Apr-19	660	16.7	6.8027	1.5083	43	2	2.085021
25-Apr-19	660	16.7	6.8027	1.5083	40	2	1.854185
26-Apr-19	570	15.5	5.4635	1.3295	43	2	1.85078
27-Apr-19	570	18	5.441	1.327	37	2	1.849418
28-Apr-19	570	19	5.432	1.326	36	2	1.852142
29-Apr-19	570	17	5.45	1.328	34	2	1.428671
30-Apr-19	405	15	2.993	1	32	2	1.427037
01-May-19	405	16.2	2.9822	0.9988	51	2	1.660869
02-May-19	495	15.2	4.3412	1.1798	47	2	1.65651
03-May-19	495	18.4	4.3124	1.1766	48	2	1.950155
04-May-19	609	19	6.017	1.404	43	2	1.952879
05-May-19	609	17	6.035	1.406	42	2	1.745023
06-May-19	527	14.1	4.8311	1.2449	41	2	1.74189

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
07-May-19	527	16.4	4.8104	1.2426	39	2	1.745023
08-May-19	527	14.1	4.8311	1.2449	43	2	1.747611
09-May-19	527	12.2	4.8482	1.2468	42	2	1.749245
10-May-19	527	11	4.859	1.248	41	2	1.746521
11-May-19	527	13	4.841	1.246	42	2	1.961718
12-May-19	612	16.2	6.0872	1.4128	39	2	1.967438
13-May-19	612	12	6.125	1.417	41	2	2.092512
14-May-19	660	11.2	6.8522	1.5138	41	2	2.093329
15-May-19	660	10.6	6.8576	1.5144	42	2	1.967307
16-May-19	611	10.2	6.1262	1.4168	41	2	1.960497
17-May-19	611	15.2	6.0812	1.4118	39	2	1.650668
18-May-19	492	17	4.28	1.172	40	2	1.653392
19-May-19	492	15	4.298	1.174	41	2	1.77616
20-May-19	538	12.1	5.0141	1.2689	40	2	1.775206
21-May-19	538	12.8	5.0078	1.2682	41	2	1.868199
22-May-19	573	10.9	5.5499	1.3401	42	2	1.86888
23-May-19	573	10.4	5.5544	1.3406	41	2	1.854058
24-May-19	568	11.8	5.4668	1.3292	40	2	1.854058
25-May-19	568	11.8	5.4668	1.3292	45	2	2.136554
26-May-19	678	13	7.106	1.548	43	2	2.139823
27-May-19	678	10.6	7.1276	1.5504	42	2	2.144444
28-May-19	680	11	7.154	1.554	40	2	2.145806
29-May-19	680	10	7.163	1.555	51	2	1.8924
30-May-19	582	10.2	5.6912	1.3588	52	2	1.923658
31-May-19	596	13.8	5.8688	1.3832	51	2	1.956824
01-Jun-19	610	16	6.059	1.409	48	2	1.958186
02-Jun-19	610	15	6.068	1.41	53	2	2.956586
03-Jun-19	996	14	11.867	2.183	51	2	4.070939
04-Jun-19	1429	17	18.335	3.046	46	2	4.529492
05-Jun-19	1606	16	20.999	3.401	44	2	3.851525
06-Jun-19	1343	15	17.063	2.876	53	2	3.350282
07-Jun-19	1150	17	14.15	2.488	49	2	2.765303
08-Jun-19	923	16	10.754	2.035	47	2	2.588297
09-Jun-19	855	17	9.725	1.898	46	2	2.414156
10-Jun-19	786	14	8.717	1.763	45	2	2.257683
11-Jun-19	725	13.2	7.8092	1.6418	46	2	2.215124
12-Jun-19	710	16	7.559	1.609	43	2	2.288683

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
13-Jun-19	736	11.3	7.9913	1.6657	42	2	2.328382
14-Jun-19	751	10.6	8.2226	1.6964	45	2	2.203717
15-Jun-19	703	11.1	7.4981	1.5999	43	2	2.20467
16-Jun-19	703	10.4	7.5044	1.6006	41	2	2.349591
17-Jun-19	759	10.2	8.3462	1.7128	44	2	2.349727
18-Jun-19	759	10.1	8.3471	1.7129	46	2	2.11875
19-Jun-19	670	10.9	7.0049	1.5341	45	2	2.118614
20-Jun-19	670	11	7.004	1.534	43	2	2.054992
21-Jun-19	645	10.3	6.6353	1.4847	44	2	2.053903
22-Jun-19	645	11.1	6.6281	1.4839	36	2	1.830952
23-Jun-19	558	9.8	5.3348	1.3112	40	2	1.82959
24-Jun-19	558	10.8	5.3258	1.3102	42	2	1.976821
25-Jun-19	615	10.8	6.1808	1.4242	42	2	2.75947
26-Jun-19	918	10.8	10.7258	2.0302	35	2	2.269245
27-Jun-19	728	10.4	7.8794	1.6506	40	2	2.269518
28-Jun-19	728	10.2	7.8812	1.6508	41	2	2.626244
29-Jun-19	866	10	9.953	1.927	43	2	2.51912
30-Jun-19	824	9	9.332	1.844	40	2	2.324033
01-Jul-19	749	10	8.198	1.693	41	2	2.32485
02-Jul-19	749	9.4	8.2034	1.6936	39	2	1.945553
03-Jul-19	603	11	5.999	1.4	40	2	1.823184
04-Jul-19	559	17.4	5.2814	1.3056	41	2	1.855148
05-Jul-19	568	11	5.474	1.33	39	2	1.853786
06-Jul-19	568	12	5.465	1.329	41	2	1.911833
07-Jul-19	591	13	5.801	1.374	38	2	1.912242
08-Jul-19	591	12.7	5.8037	1.3743	40	2	2.230495
09-Jul-19	714	12.3	7.6523	1.6207	42	2	2.231176
10-Jul-19	714	11.8	7.6568	1.6212	40	2	2.172721
11-Jul-19	691	11.1	7.3181	1.5759	41	2	2.174219
12-Jul-19	691	10	7.328	1.577	43	2	2.818466
13-Jul-19	942	13	11.066	2.076	43	2	2.910233
14-Jul-19	977	12	11.6	2.147	38	2	3.022523
15-Jul-19	1021	13	12.251	2.234	40	2	2.638877
16-Jul-19	873	14	10.022	1.937	39	2	2.742338
17-Jul-19	912	12	10.625	2.017	40	2	2.740976
18-Jul-19	912	13	10.616	2.016	39	2	2.308253
19-Jul-19	745	14	8.102	1.681	40	2	2.310977

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
20-Jul-19	745	12	8.12	1.683	41	2	2.163746
21-Jul-19	688	12	7.265	1.569	39	2	2.166198
22-Jul-19	688	10.2	7.2812	1.5708	37	2	1.864531
23-Jul-19	571	9.8	5.5298	1.3372	34	2	1.865349
24-Jul-19	571	9.2	5.5352	1.3378	31	2	1.689705
25-Jul-19	503	9.2	4.5152	1.2018	48	2	1.689296
26-Jul-19	503	9.5	4.5125	1.2015	42	2	2.343335
27-Jul-19	757	11	8.309	1.708	41	2	2.344697
28-Jul-19	757	10	8.318	1.709	43	2	2.346195
29-Jul-19	757	8.9	8.3279	1.7101	40	2	2.310169
30-Jul-19	743	8.8	8.1188	1.6822	40	2	2.671381
31-Jul-19	883	9.1	10.2161	1.9619	41	2	2.970328
01-Aug-19	999	9.6	11.9516	2.1934	39	2	3.691797
02-Aug-19	1279	10.9	16.1399	2.7521	40	2	3.30244
03-Aug-19	1129	12.3	13.8773	2.4507	39	3	3.027689
04-Aug-19	1023	13	12.281	2.238	45	2	3.027961
05-Aug-19	1023	12.8	12.2828	2.2382	59	2	2.610605
06-Aug-19	861	12	9.86	1.915	68	2	2.612648
07-Aug-19	861	10.5	9.8735	1.9165	43	2	2.41634
08-Aug-19	785	10.5	8.7335	1.7645	40	2	2.414297
09-Aug-19	785	12	8.72	1.763	41	2	2.326475
10-Aug-19	751	12	8.21	1.695	40	2	2.407769
11-Aug-19	783	13	8.681	1.758	38	2	2.208343
12-Aug-19	704	9.6	7.5266	1.6034	39	2	2.204802
13-Aug-19	704	12.2	7.5032	1.6008	38	2	2.231449
14-Aug-19	714	11.6	7.6586	1.6214	39	2	2.232947
15-Aug-19	714	10.5	7.6685	1.6225	48	2	2.211193
16-Aug-19	706	11.3	7.5413	1.6057	45	2	2.208878
17-Aug-19	706	13	7.526	1.604	48	2	3.274436
18-Aug-19	1118	12	13.715	2.429	56	2	3.274436
19-Aug-19	1118	12	13.715	2.429	55	2	3.068209
20-Aug-19	1037	9.8	12.5198	2.2692	58	2	3.066166
21-Aug-19	1037	11.3	12.5063	2.2677	61	2	3.080711
22-Aug-19	1043	12	12.59	2.279	59	2	2.76396
23-Aug-19	919	9.4	10.7534	2.0336	57	2	2.751449
24-Aug-19	915	11	10.679	2.024	49	2	2.782445
25-Aug-19	927	11	10.859	2.048	47	2	3.008932

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
26-Aug-19	1015	11.6	12.1736	2.2234	45	2	2.858169
27-Aug-19	956	10.4	11.2994	2.1066	43	2	2.511775
28-Aug-19	822	10.6	9.2876	1.8384	41	2	2.513137
29-Aug-19	822	9.6	9.2966	1.8394	45	2	2.673555
30-Aug-19	884	9.4	10.2284	1.9636	45	2	2.672738
31-Aug-19	884	10	10.223	1.963	56	2	2.08109
01-Sep-19	656	12	6.785	1.505	51	2	2.095367
02-Sep-19	661	11	6.869	1.516	52	2	2.220572
03-Sep-19	710	12	7.595	1.613	51	2	2.096729
04-Sep-19	661	10	6.878	1.517	55	2	2.19339
05-Sep-19	698	9.2	7.4402	1.5918	54	2	2.100392
06-Sep-19	664	13	6.896	1.52	55	2	2.997914
07-Sep-19	1012	14	12.107	2.215	55	2	3.502961
08-Sep-19	1207	13	15.041	2.606	56	2	3.208509
09-Sep-19	1091	9.2	13.3352	2.3778	57	2	2.411855
10-Sep-19	783	10	8.708	1.761	55	2	2.394591
11-Sep-19	776	9.4	8.6084	1.7476	52	2	2.39105
12-Sep-19	776	12	8.585	1.745	44	2	2.393774
13-Sep-19	776	10	8.603	1.747	51	2	2.393774
14-Sep-19	776	10	8.603	1.747	35	2	2.511371
15-Sep-19	821	9	9.287	1.838	32	2	2.511099
16-Sep-19	821	9.2	9.2852	1.8378	29	2	2.482413
17-Sep-19	810	9.4	9.1184	1.8156	54	2	2.483775
18-Sep-19	810	8.4	9.1274	1.8166	45	2	2.034606
19-Sep-19	636	8.2	6.5192	1.4688	43	2	2.034061
20-Sep-19	636	8.6	6.5156	1.4684	33	2	2.015294
21-Sep-19	630	11	6.404	1.454	37	2	2.105699
22-Sep-19	665	11	6.929	1.524	41	2	2.019906
23-Sep-19	634	15.2	6.4262	1.4578	40	2	2.024809
24-Sep-19	634	11.6	6.4586	1.4614	39	2	2.089384
25-Sep-19	659	11.6	6.8336	1.5114	42	2	2.085706
26-Sep-19	659	14.3	6.8093	1.5087	41	2	2.677763
27-Sep-19	887	12	10.25	1.967	40	2	2.830301
28-Sep-19	945	10	11.138	2.085	52	2	2.676537
29-Sep-19	887	12.9	10.2419	1.9661	46	2	2.678308
30-Sep-19	887	11.6	10.2536	1.9674	28	2	2.553779
01-Oct-19	839	12	9.53	1.871	34	2	2.680487

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
02-Oct-19	887	10	10.268	1.969	33	2	2.697206
03-Oct-19	894	11	10.364	1.982	35	2	2.698568
04-Oct-19	894	10	10.373	1.983	31	2	1.838429
05-Oct-19	561	10	5.378	1.317	36	2	1.838974
06-Oct-19	561	9.6	5.3816	1.3174	33	2	1.891441
07-Oct-19	583	12.8	5.6828	1.3582	32	2	1.892259
08-Oct-19	583	12.2	5.6882	1.3588	38	2	1.995438
09-Oct-19	624	14.2	6.2852	1.4388	41	2	1.995438
10-Oct-19	624	14.2	6.2852	1.4388	43	2	2.496812
11-Oct-19	818	14	9.197	1.827	44	2	2.874071
12-Oct-19	963	12	11.39	2.119	42	2	2.700874
13-Oct-19	896	12.1	10.3841	1.9849	43	2	2.7021
14-Oct-19	896	11.2	10.3922	1.9858	49	2	2.729428
15-Oct-19	906	10.1	10.5521	2.0069	45	2	2.729564
16-Oct-19	906	10	10.553	2.007	49	2	2.462153
17-Oct-19	803	11	8.999	1.8	48	2	2.458884
18-Oct-19	803	13.4	8.9774	1.7976	43	2	3.302708
19-Oct-19	1130	14	13.877	2.451	45	2	3.572702
20-Oct-19	1234	13	15.446	2.66	46	2	3.347441
21-Oct-19	1146	11.5	14.1395	2.4855	44	2	3.345807
22-Oct-19	1146	12.7	14.1287	2.4843	41	2	2.732682
23-Oct-19	909	13.4	10.5674	2.0096	43	2	2.735134
24-Oct-19	909	11.6	10.5836	2.0114	45	2	2.17204
25-Oct-19	691	11.6	7.3136	1.5754	47	2	2.171495
26-Oct-19	691	12	7.31	1.575	42	2	1.988102
27-Oct-19	620	12	6.245	1.433	40	2	1.987012
28-Oct-19	620	12.8	6.2378	1.4322	51	2	2.013246
29-Oct-19	631	14.4	6.3884	1.4526	46	3	2.693392
30-Oct-19	894	13.8	10.3388	1.9792	45	2	2.688226
31-Oct-19	892	13.8	10.3088	1.9752	47	2	2.691768
01-Nov-19	892	11.2	10.3322	1.9778	46	2	1.835705
02-Nov-19	561	12	5.36	1.315	41	2	1.834343
03-Nov-19	561	13	5.351	1.314	40	2	1.875671
04-Nov-19	577	13	5.591	1.346	41	2	1.874309
05-Nov-19	577	14	5.582	1.345	42	2	1.863437
06-Nov-19	572	12.5	5.5205	1.3365	40	2	1.863028
07-Nov-19	572	12.8	5.5178	1.3362	41	2	2.140368

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
08-Nov-19	678	10.2	7.1312	1.5508	40	2	2.139278
09-Nov-19	678	11	7.124	1.55	40	2	2.211602
10-Nov-19	706	11	7.544	1.606	41	2	2.212692
11-Nov-19	706	10.2	7.5512	1.6068	42	2	2.954149
12-Nov-19	993	10.1	11.8571	2.1809	39	2	2.95483
13-Nov-19	993	9.6	11.8616	2.1814	43	2	2.871629
14-Nov-19	961	10	11.378	2.117	45	2	2.867543
15-Nov-19	961	13	11.351	2.114	40	2	2.329866
16-Nov-19	754	15.2	8.2262	1.6978	42	3	2.292064
17-Nov-19	741	18.3	8.0033	1.6687	41	3	2.930605
18-Nov-19	989	19.8	11.7098	2.1632	40	3	2.927473
19-Nov-19	989	22.1	11.6891	2.1609	41	3	2.359495
20-Nov-19	767	18.1	8.3951	1.7209	40	2	2.352685
21-Nov-19	767	23.1	8.3501	1.7159	42	2	2.419711
22-Nov-19	792	21.3	8.7413	1.7677	40	2	2.422844
23-Nov-19	792	19	8.762	1.77	39	2	1.793672
24-Nov-19	550	22	5.105	1.283	41	2	1.793672
25-Nov-19	550	22	5.105	1.283	44	3	1.87071
26-Nov-19	589	39.4	5.5334	1.3436	43	4	1.851822
27-Nov-19	580	36.2	5.4272	1.3288	47	2	1.859176
28-Nov-19	580	30.8	5.4758	1.3342	46	2	1.865169
29-Nov-19	580	26.4	5.5154	1.3386	43	2	1.82209
30-Nov-19	560	20.1	5.2721	1.3049	48	2	1.823588
01-Dec-19	560	19	5.282	1.306	42	2	1.947018
02-Dec-19	610	23.2	5.9942	1.4018	43	2	1.94048
03-Dec-19	610	28	5.951	1.397	51	3	2.393444
04-Dec-19	788	33	8.576	1.748	47	3	2.39072
05-Dec-19	788	35	8.558	1.746	43	3	2.24255
06-Dec-19	728	30	7.703	1.631	40	3	2.241188
07-Dec-19	728	31	7.694	1.63	42	4	1.767419
08-Dec-19	543	28	4.946	1.263	44	2	1.766738
09-Dec-19	543	28.5	4.9415	1.2625	41	2	1.681912
10-Dec-19	509	26.3	4.4513	1.1967	50	2	1.786351
11-Dec-19	543	14.1	5.0711	1.2769	41	2	1.775591
12-Dec-19	543	22	5	1.269	40	1.7	1.43533
13-Dec-19	408	15.8	3.0308	1.0052	41	2	1.432334
14-Dec-19	408	18	3.011	1.003	38	2	1.384478

Data Training JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (mg/L)
15-Dec-19	390	19	2.732	0.966	40	3	1.38012
16-Dec-19	390	22.2	2.7032	0.9628	39	2	1.387966
17-Dec-19	401	37.3	2.7323	0.9697	40	3	1.397909
18-Dec-19	401	30	2.798	0.977	42	3	2.314451
19-Dec-19	759	36	8.114	1.687	43	3	2.310501
20-Dec-19	759	38.9	8.0879	1.6841	45	3	4.639818
21-Dec-19	1662	41.2	21.6122	3.4878	41	3	4.644176
22-Dec-19	1662	38	21.641	3.491	40	3	2.619902
23-Dec-19	882	45	9.878	1.924	43	3	2.633522
24-Dec-19	882	35	9.968	1.934	39	3	2.186663
25-Dec-19	709	35	7.373	1.588	40	3	2.189115
26-Dec-19	709	33.2	7.3892	1.5898	41	3	2.277364
27-Dec-19	739	25.3	7.9103	1.6577	46	2	2.276411
28-Dec-19	739	26	7.904	1.657	40	2	2.37402
29-Dec-19	777	26.4	8.4704	1.7326	41	2	2.382192
Max data latih	1662	45	21.641	3.491	105	4	4.644176
Min data latih	390	8.2	2.7032	0.9628	22	1.7	1.38012

F. Genrate Data Record Untuk Validasi JST dengan persamaan regresi yang diperoleh

Data Validasi JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (kg)
01-Jan-20	686	23.6	7.1306	1.5534	44	2	2.026969
02-Jan-20	638	17.6	6.4646	1.4634	45	2	2.0316
03-Jan-20	638	14.2	6.4952	1.4668	46	2	2.055119
04-Jan-20	647	14	6.632	1.485	40	2	2.053757
05-Jan-20	647	15	6.623	1.484	45	2	2.140358
06-Jan-20	680	14	7.127	1.551	43	2	2.138996
07-Jan-20	680	15	7.118	1.55	69	2	2.143082
08-Jan-20	680	12	7.145	1.553	67	2	2.119966
09-Jan-20	672	13.8	7.0088	1.5352	40	2	2.159519
10-Jan-20	689	17	7.235	1.566	45	2	2.163605

Data Validasi JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (kg)
11-Jan-20	689	14	7.262	1.569	40	2	2.087599
12-Jan-20	662	18.6	6.8156	1.5104	41	2	2.093864
13-Jan-20	662	14	6.857	1.515	40	2	2.323882
14-Jan-20	752	15.8	8.1908	1.6932	40	2	2.32361
15-Jan-20	752	16	8.189	1.693	42	2	2.177464
16-Jan-20	696	17.1	7.3391	1.5799	41	2	2.174331
17-Jan-20	696	19.4	7.3184	1.5776	40	2	2.16808
18-Jan-20	693	18.3	7.2833	1.5727	42	2	2.174209
19-Jan-20	693	13.8	7.3238	1.5772	40	2	2.114397
20-Jan-20	669	12.2	6.9782	1.5308	41	2	2.112762
21-Jan-20	669	13.4	6.9674	1.5296	45	2	2.569
22-Jan-20	846	14.1	9.6161	1.8829	43	2	2.567229
23-Jan-20	846	15.4	9.6044	1.8816	46	2	2.295338
24-Jan-20	740	14	8.027	1.671	40	2	2.295338
25-Jan-20	740	14	8.027	1.671	39	2	2.042204
26-Jan-20	642	14	6.557	1.475	40	2	2.035939
27-Jan-20	642	18.6	6.5156	1.4704	41	2	1.892108
28-Jan-20	586	18	5.681	1.359	40	2	2.001129
29-Jan-20	630	21.4	6.3104	1.4436	40	2	1.871021
30-Jan-20	581	24	5.552	1.343	42	2	1.86639
31-Jan-20	581	27.4	5.5214	1.3396	43	3	1.634747
01-Feb-20	489	23	4.181	1.16	43	2	1.634747
02-Feb-20	489	23	4.181	1.16	40	2	1.560244
03-Feb-20	461	24.6	3.7466	1.1024	45	2	1.561606
04-Feb-20	461	23.6	3.7556	1.1034	48	2	1.474333
05-Feb-20	426	21.3	3.2513	1.0357	52	2	1.480054
06-Feb-20	426	17.1	3.2891	1.0399	44	2	1.32738
07-Feb-20	368	19.2	2.4002	0.9218	46	2	1.329014
08-Feb-20	368	18	2.411	0.923	41	2	2.050892
09-Feb-20	648	19	6.602	1.482	46	2	2.050892
10-Feb-20	648	19	6.602	1.482	43	2	2.142659
11-Feb-20	683	18	7.136	1.553	42	2	2.373767
12-Feb-20	773	19	8.477	1.732	41	2	2.059721
13-Feb-20	653	22	6.65	1.489	40	2	2.009282
14-Feb-20	634	23	6.356	1.45	40	3	1.837583
15-Feb-20	567	22	5.36	1.317	43	3	1.815791
16-Feb-20	567	38	5.216	1.301	41	3	1.286821

Data Validasi JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (kg)
17-Feb-20	362	37.6	2.1446	0.8914	40	3	1.297581
18-Feb-20	362	29.7	2.2157	0.8993	41	3	1.268205
19-Feb-20	353	34.2	2.0402	0.8768	44	3	1.052031
20-Feb-20	273	41.2	0.7772	0.7098	47	3	1.091856
21-Feb-20	290	44.2	1.0052	0.7408	46	3.9	1.1003
22-Feb-20	290	38	1.061	0.747	52	3.9	0.972176
23-Feb-20	310	170	0.173	0.655	48	5	1.127308
24-Feb-20	310	56.1	1.1981	0.7689	44	5.9	1.558669
25-Feb-20	477	56.1	3.7031	1.1029	44	4.4	1.558669
26-Feb-20	477	56.1	3.7031	1.1029	42	4.4	1.534291
27-Feb-20	505	127.1	3.4841	1.0879	44	5	1.697964
28-Feb-20	570	130.2	4.4312	1.2148	40	5.4	1.575425
29-Feb-20	533	150	3.698	1.121	41	6	1.646249
01-Mar-20	533	98	4.166	1.173	43	9	1.4552
02-Mar-20	468	115	3.038	1.026	42	11	1.485164
03-Mar-20	468	93	3.236	1.048	44	9	1.220325
04-Mar-20	340	44.7	1.7507	0.8403	49	9.7	1.20902
05-Mar-20	340	53	1.676	0.832	45	6.7	1.374526
06-Mar-20	392	30.1	2.6621	0.9589	48	5.4	1.371938
07-Mar-20	392	32	2.645	0.957	44	5.4	1.128056
08-Mar-20	296	29	1.232	0.768	43	4	1.145217
09-Mar-20	296	16.4	1.3454	0.7806	44	5	1.312689
10-Mar-20	364	22.4	2.3114	0.9106	43	5.2	1.656219
11-Mar-20	499	26.2	4.3022	1.1768	41	4.8	1.691169
12-Mar-20	510	21.4	4.5104	1.2036	41	3.8	1.69294
13-Mar-20	510	20.1	4.5221	1.2049	43	3.6	2.107577
14-Mar-20	671	21	6.929	1.526	45	4	2.110301
15-Mar-20	671	19	6.947	1.528	41	3	1.708574
16-Mar-20	516	20	4.613	1.217	42	3	1.712115
17-Mar-20	516	17.4	4.6364	1.2196	41	3.2	1.615323
18-Mar-20	478	16.4	4.0754	1.1446	40	3.2	1.613416
19-Mar-20	478	17.8	4.0628	1.1432	42	3	1.609476
20-Mar-20	476	16.9	4.0409	1.1401	41	3.2	1.607978
21-Mar-20	476	18	4.031	1.139	40	3.2	1.711439
22-Mar-20	515	16	4.634	1.219	41	3.2	1.707353
23-Mar-20	515	19	4.607	1.216	41	3.2	1.78118
24-Mar-20	542	16	5.039	1.273	40	3.2	1.78118

Data Validasi JST							
Tanggal	Input JST				Output JST		
	COD influent (mg/L)	OIW influent (mg/L)	Urea (kg)	TSP (kg)	COD effluent (mg/L)	OIW effluent (mg/L)	DO (kg)
25-Mar-20	542	16	5.039	1.273	42	3.2	1.959684
26-Mar-20	610	13.9	6.0779	1.4111	44	3	1.959139
27-Mar-20	610	14.3	6.0743	1.4107	40	3.2	1.193618
28-Mar-20	314	15	1.628	0.818	40	3	1.193618
29-Mar-20	314	15	1.628	0.818	40	3	1.871021
30-Mar-20	581	24	5.552	1.343	42	2	1.86639
31-Mar-20	581	27.4	5.5214	1.3396	41	3	1.611603
01-Apr-20	487	36.2	4.0322	1.1428	44	3.1	1.618957
02-Apr-20	487	30.8	4.0808	1.1482	42	3.1	1.624274
03-Apr-20	486	25	4.118	1.152	43	3.1	1.625636
04-Apr-20	486	24	4.127	1.153	42	3.1	1.665743
05-Apr-20	501	23	4.361	1.184	43	3.1	1.668331
06-Apr-20	501	21.1	4.3781	1.1859	40	3.4	1.524237
07-Apr-20	443	16.9	3.5459	1.0741	44	2.7	1.526144
08-Apr-20	443	15.5	3.5585	1.0755	40	2.7	1.71946
09-Apr-20	518	15.8	4.6808	1.2252	43	3.4	1.714966
10-Apr-20	518	19.1	4.6511	1.2219	41	3.4	1.863136
MAX	846	170	9.6161	1.8829	69	11	2.569
MIN	273	12	0.173	0.655	39	2	0.972176

G. Normalisasi Data Training JST

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
01-Jan-19	0.547956	0.211957	0.555017	0.553833	0.125523	0.130435	0.554155682
02-Jan-19	0.547956	0.211957	0.555017	0.553833	0.054393	0.130435	0.554572954
03-Jan-19	0.547956	0.184783	0.555492	0.554228	0.108787	0.130435	0.554155682
04-Jan-19	0.547956	0.211957	0.555017	0.553833	0.121339	0.130435	0.139115979
05-Jan-19	0.13522	0.184783	0.139657	0.138913	0.138075	0.130435	0.138281434
06-Jan-19	0.13522	0.23913	0.138707	0.138122	0.192469	0.130435	0.066686164
07-Jan-19	0.063679	0.211957	0.067104	0.06653	0.196653	0.130435	0.067103436
08-Jan-19	0.063679	0.184783	0.067579	0.066925	0.188285	0.130435	0.088052523
09-Jan-19	0.084906	0.211957	0.08849	0.087889	0.221757	0.130435	0.088469795
10-Jan-19	0.084906	0.184783	0.088965	0.088284	0.34728	0.130435	0.329413242
11-Jan-19	0.324686	0.211957	0.33007	0.329167	0.175732	0.130435	0.32899597

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
12-Jan-19	0.324686	0.23913	0.329595	0.328771	0.192469	0.130435	0.107044842
13-Jan-19	0.103774	0.211957	0.107499	0.106874	0.242678	0.130435	0.106627569
14-Jan-19	0.103774	0.23913	0.107024	0.106479	0.192469	0.130435	0.186179504
15-Jan-19	0.18239	0.211957	0.186706	0.185982	0.104603	0.130435	0.185762231
16-Jan-19	0.18239	0.23913	0.186231	0.185587	0.09205	0.130435	0.006500623
17-Jan-19	0.004717	0.266304	0.006748	0.006408	0.079498	0.130435	0.004414262
18-Jan-19	0.004717	0.402174	0.004372	0.00443	0.100418	0.130435	0.00545009
19-Jan-19	0.008648	0.592391	0.005006	0.005617	0.096234	0.130435	0.002946456
20-Jan-19	0.008648	0.755435	0.002154	0.003243	0.079498	0.130435	0.160597225
21-Jan-19	0.16195	0.538043	0.160409	0.160668	0.1841	0.130435	0.162683586
22-Jan-19	0.16195	0.402174	0.162786	0.162645	0.075314	0.130435	0.164266279
23-Jan-19	0.163522	0.402174	0.16437	0.164228	0.096234	0.130435	0.164266279
24-Jan-19	0.163522	0.402174	0.16437	0.164228	0.087866	0.130435	0.134195108
25-Jan-19	0.133648	0.402174	0.134271	0.134167	0.108787	0.130435	0.135446924
26-Jan-19	0.133648	0.320652	0.135697	0.135353	0.142259	0.130435	0.287845945
27-Jan-19	0.283805	0.23913	0.288407	0.287635	0.138075	0.130435	0.287845945
28-Jan-19	0.283805	0.23913	0.288407	0.287635	0.121339	0.130435	0.310794997
29-Jan-19	0.306604	0.23913	0.311377	0.310577	0.121339	0.130435	0.310794997
30-Jan-19	0.306604	0.23913	0.311377	0.310577	0.146444	0.130435	0.310794997
01-Feb-19	0.306604	0.23913	0.311377	0.310577	0.108787	0.130435	0.292464432
02-Feb-19	0.290881	0.402174	0.292684	0.292382	0.104603	0.130435	0.293716248
03-Feb-19	0.290881	0.320652	0.29411	0.293569	0.087866	0.130435	0.159892274
04-Feb-19	0.159591	0.429348	0.159934	0.159877	0.125523	0.130435	0.177719172
05-Feb-19	0.176887	0.402174	0.177835	0.177676	0.125523	0.130435	0.177719172
06-Feb-19	0.176887	0.402174	0.177835	0.177676	0.104603	0.130435	0.419123089
07-Feb-19	0.415881	0.347826	0.419574	0.418954	0.096234	0.130435	0.419123089
08-Feb-19	0.415881	0.347826	0.419574	0.418954	0.100418	0.130435	0.267645008
09-Feb-19	0.264151	0.266304	0.26813	0.267463	0.108787	0.130435	0.267645008
10-Feb-19	0.264151	0.266304	0.26813	0.267463	0.125523	0.130435	0.182970919
11-Feb-19	0.180031	0.266304	0.183379	0.182818	0.138075	0.130435	0.18130183
12-Feb-19	0.180031	0.375	0.181478	0.181236	0.146444	0.130435	0.189617863
13-Feb-19	0.195755	0.86413	0.188765	0.189938	0.108787	1	0.193790585
14-Feb-19	0.195755	0.592391	0.193518	0.193893	0.121339	1	0.260767369
15-Feb-19	0.26022	0.456522	0.260843	0.260739	0.133891	0.130435	0.261184641
16-Feb-19	0.26022	0.429348	0.261319	0.261134	0.125523	0.130435	0.143273995
17-Feb-19	0.143082	0.429348	0.143301	0.143264	0.146444	0.130435	0.143273995
18-Feb-19	0.143082	0.429348	0.143301	0.143264	0.112971	0.130435	0.095922791
19-Feb-19	0.093553	0.266304	0.096252	0.095799	0.125523	0.130435	0.095922791

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
20-Feb-19	0.093553	0.266304	0.096252	0.095799	0.121339	0.130435	0.143403588
21-Feb-19	0.140723	0.266304	0.143776	0.143264	0.117155	0.130435	0.14382086
22-Feb-19	0.140723	0.23913	0.144251	0.14366	0.129707	0.130435	0.187301727
23-Feb-19	0.184748	0.293478	0.187656	0.187169	0.146444	0.130435	0.188553543
24-Feb-19	0.184748	0.211957	0.189082	0.188355	0.142259	0.130435	0.180640077
25-Feb-19	0.176887	0.211957	0.181161	0.180445	0.154812	0.130435	0.180222805
26-Feb-19	0.176887	0.23913	0.180686	0.180049	0.154812	0.130435	0.445323923
27-Feb-19	0.440252	0.23913	0.446029	0.44506	0.07113	0.130435	0.445323923
28-Feb-19	0.440252	0.23913	0.446029	0.44506	0.112971	0.130435	0.346822867
01-Mar-19	0.341981	0.211957	0.347495	0.346571	0.138075	0.130435	0.346822867
02-Mar-19	0.341981	0.211957	0.347495	0.346571	0.087866	0.130435	0.300924763
03-Mar-19	0.296384	0.211957	0.301556	0.300688	0.046025	0.130435	0.300507491
04-Mar-19	0.296384	0.23913	0.30108	0.300293	0.096234	0.130435	0.394418552
05-Mar-19	0.394654	0.565217	0.394386	0.394431	0.100418	0.130435	0.395253097
06-Mar-19	0.394654	0.51087	0.395336	0.395222	0.117155	0.130435	0.394835825
07-Mar-19	0.394654	0.538043	0.394861	0.394826	0.104603	0.130435	0.283673223
08-Mar-19	0.283805	0.51087	0.283655	0.28368	0.138075	0.130435	0.282838679
09-Mar-19	0.283805	0.565217	0.282704	0.282889	0.133891	0.130435	0.14718753
10-Mar-19	0.147799	0.483696	0.147103	0.147219	0.108787	0.130435	0.14718753
11-Mar-19	0.147799	0.483696	0.147103	0.147219	0.138075	0.130435	0.588183587
12-Mar-19	0.581761	0.211957	0.589076	0.587849	0.117155	0.130435	0.584428137
13-Mar-19	0.581761	0.456522	0.584799	0.584289	0.079498	0.130435	0.24460956
14-Mar-19	0.242925	0.375	0.244844	0.244522	0.096234	0.130435	0.24460956
15-Mar-19	0.242925	0.375	0.244844	0.244522	0.108787	0.130435	0.422245277
16-Mar-19	0.419811	0.402174	0.422583	0.422119	0.112971	0.130435	0.258767404
17-Mar-19	0.258648	0.483696	0.258784	0.258761	0.104603	0.130435	0.234739326
18-Mar-19	0.232704	0.347826	0.235022	0.234633	0.09205	0.130435	0.231818421
19-Mar-19	0.232704	0.538043	0.231695	0.231865	0.100418	0.130435	0.234865978
20-Mar-19	0.231918	0.288043	0.235275	0.234712	0.096234	0.130435	0.233322071
21-Mar-19	0.231918	0.388587	0.233517	0.233249	0.121339	0.130435	0.239026936
22-Mar-19	0.238208	0.429348	0.239141	0.238984	0.112971	0.130435	0.240278753
23-Mar-19	0.238208	0.347826	0.240566	0.240171	0.138075	0.130435	0.254350201
24-Mar-19	0.255503	0.565217	0.25419	0.25441	0.154812	0.565217	0.258481195
25-Mar-19	0.255503	0.296196	0.258895	0.258326	0.108787	0.565217	0.295255744
26-Mar-19	0.293239	0.375	0.295536	0.295151	0.096234	0.130435	0.291342208
27-Mar-19	0.288522	0.320652	0.291734	0.291195	0.087866	0.130435	0.265849267
28-Mar-19	0.264937	0.434783	0.265976	0.265802	0.079498	0.130435	0.264347087
29-Mar-19	0.264937	0.532609	0.264265	0.264378	0.108787	0.130435	0.209373037

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
30-Mar-19	0.208333	0.402174	0.209517	0.209319	0.104603	0.130435	0.208955764
31-Mar-19	0.208333	0.429348	0.209042	0.208923	0.112971	0.130435	0.199876877
01-Apr-19	0.198899	0.402174	0.200013	0.199826	0.108787	0.130435	0.200836603
02-Apr-19	0.198899	0.339674	0.201106	0.200736	0.112971	0.130435	0.1298643
03-Apr-19	0.128931	0.375	0.129994	0.129816	0.096234	0.130435	0.131283026
04-Apr-19	0.128931	0.282609	0.13161	0.131161	0.062762	0.130435	0.248818127
05-Apr-19	0.246069	0.307065	0.2492	0.248675	0.079498	0.130435	0.249026763
06-Apr-19	0.246069	0.293478	0.249438	0.248873	0.054393	0.130435	0.248609491
07-Apr-19	0.246069	0.320652	0.248962	0.248477	0.07113	0.130435	0.249861308
08-Apr-19	0.246069	0.23913	0.250388	0.249664	0.129707	0.130435	0.252438101
09-Apr-19	0.251572	0.432065	0.252558	0.252393	0.146444	0.130435	0.255943188
10-Apr-19	0.251572	0.203804	0.25655	0.255716	0.138075	0.130435	0.25665255
11-Apr-19	0.251572	0.157609	0.257358	0.256388	0.087866	0.130435	0.153187427
12-Apr-19	0.152516	0.402174	0.153281	0.153152	0.075314	0.130435	0.154021971
13-Apr-19	0.152516	0.347826	0.154231	0.153944	0.079498	0.130435	0.108167065
14-Apr-19	0.106132	0.293478	0.10845	0.108061	0.09205	0.130435	0.111129697
15-Apr-19	0.106132	0.100543	0.111824	0.110869	0	0.130435	0.048780223
16-Apr-19	0.044025	0.089674	0.049441	0.048533	0.004184	0.130435	0.048154315
17-Apr-19	0.044025	0.130435	0.048728	0.047939	0.004184	0.130435	0.072642862
18-Apr-19	0.069182	0.184783	0.073124	0.072463	0.020921	0.130435	0.073477407
19-Apr-19	0.069182	0.130435	0.074074	0.073254	0.029289	0.130435	0.03428415
20-Apr-19	0.03066	0.157609	0.034788	0.034095	0.020921	0.130435	0.033866878
21-Apr-19	0.03066	0.184783	0.034312	0.0337	0.087866	0.130435	0.233870407
22-Apr-19	0.228774	0.146739	0.234578	0.233605	0.100418	0.130435	0.216459311
23-Apr-19	0.212264	0.19837	0.217042	0.216241	0.09205	0.130435	0.215958585
24-Apr-19	0.212264	0.230978	0.216472	0.215766	0.087866	0.130435	0.215958585
25-Apr-19	0.212264	0.230978	0.216472	0.215766	0.075314	0.130435	0.145238115
26-Apr-19	0.141509	0.19837	0.145756	0.145044	0.087866	0.130435	0.144194935
27-Apr-19	0.141509	0.266304	0.144568	0.144055	0.062762	0.130435	0.143777663
28-Apr-19	0.141509	0.293478	0.144093	0.14366	0.058577	0.130435	0.144612207
29-Apr-19	0.141509	0.23913	0.145043	0.144451	0.050209	0.130435	0.014874559
30-Apr-19	0.011792	0.184783	0.015303	0.014714	0.041841	0.130435	0.014373833
01-May-19	0.011792	0.217391	0.014732	0.014239	0.121339	0.130435	0.086012301
02-May-19	0.082547	0.190217	0.086494	0.085832	0.104603	0.130435	0.084677029
03-May-19	0.082547	0.277174	0.084973	0.084566	0.108787	0.130435	0.174640181
04-May-19	0.17217	0.293478	0.174983	0.174512	0.087866	0.130435	0.175474725
05-May-19	0.17217	0.23913	0.175934	0.175303	0.083682	0.130435	0.111794392
06-May-19	0.107704	0.160326	0.112363	0.111581	0.079498	0.130435	0.110834666

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
07-May-19	0.107704	0.222826	0.11127	0.110672	0.07113	0.130435	0.111794392
08-May-19	0.107704	0.160326	0.112363	0.111581	0.087866	0.130435	0.112587209
09-May-19	0.107704	0.108696	0.113266	0.112333	0.083682	0.130435	0.113087936
10-May-19	0.107704	0.076087	0.113836	0.112808	0.079498	0.130435	0.112253391
11-May-19	0.107704	0.130435	0.112885	0.112016	0.083682	0.130435	0.178182583
12-May-19	0.174528	0.217391	0.17869	0.177992	0.07113	0.130435	0.179935126
13-May-19	0.174528	0.103261	0.180686	0.179654	0.079498	0.130435	0.218253582
14-May-19	0.212264	0.081522	0.219086	0.217942	0.079498	0.130435	0.218503945
15-May-19	0.212264	0.065217	0.219371	0.218179	0.083682	0.130435	0.179894869
16-May-19	0.173742	0.054348	0.18075	0.179574	0.079498	0.130435	0.177808508
17-May-19	0.173742	0.190217	0.178373	0.177597	0.07113	0.130435	0.082887171
18-May-19	0.080189	0.23913	0.083262	0.082747	0.075314	0.130435	0.083721715
19-May-19	0.080189	0.184783	0.084213	0.083538	0.079498	0.130435	0.121333749
20-May-19	0.116352	0.105978	0.122026	0.121074	0.075314	0.130435	0.121041658
21-May-19	0.116352	0.125	0.121693	0.120797	0.079498	0.130435	0.149531607
22-May-19	0.143868	0.07337	0.150318	0.149237	0.083682	0.130435	0.149740243
23-May-19	0.143868	0.059783	0.150556	0.149434	0.079498	0.130435	0.145199329
24-May-19	0.139937	0.097826	0.14593	0.144925	0.075314	0.130435	0.145199329
25-May-19	0.139937	0.097826	0.14593	0.144925	0.096234	0.130435	0.231746731
26-May-19	0.226415	0.130435	0.232487	0.231469	0.087866	0.130435	0.232748184
27-May-19	0.226415	0.065217	0.233628	0.232418	0.083682	0.130435	0.234163968
28-May-19	0.227987	0.076087	0.235022	0.233842	0.075314	0.130435	0.234581241
29-May-19	0.227987	0.048913	0.235497	0.234238	0.121339	0.130435	0.156945817
30-May-19	0.150943	0.054348	0.15778	0.156633	0.125523	0.130435	0.16652249
31-May-19	0.16195	0.152174	0.167158	0.166284	0.121339	0.130435	0.176683344
01-Jun-19	0.172956	0.211957	0.177201	0.176489	0.108787	0.130435	0.177100616
02-Jun-19	0.172956	0.184783	0.177676	0.176885	0.129707	0.130435	0.482977684
03-Jun-19	0.476415	0.157609	0.483889	0.482636	0.121339	0.130435	0.824378954
04-Jun-19	0.816824	0.23913	0.825429	0.823985	0.100418	0.130435	0.964864578
05-Jun-19	0.955975	0.211957	0.9661	0.964402	0.09205	0.130435	0.757157689
06-Jun-19	0.749214	0.184783	0.758261	0.756744	0.129707	0.130435	0.603593247
07-Jun-19	0.597484	0.23913	0.604442	0.603275	0.112971	0.130435	0.424374836
08-Jun-19	0.419025	0.211957	0.425118	0.424096	0.104603	0.130435	0.370145994
09-Jun-19	0.365566	0.23913	0.370782	0.369907	0.100418	0.130435	0.316794894
10-Jun-19	0.311321	0.157609	0.317555	0.31651	0.096234	0.130435	0.268856568
11-Jun-19	0.263365	0.13587	0.269619	0.268571	0.100418	0.130435	0.255818006
12-Jun-19	0.251572	0.211957	0.256408	0.255597	0.087866	0.130435	0.278354198
13-Jun-19	0.272013	0.084239	0.279235	0.278024	0.083682	0.130435	0.290516487

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
14-Jun-19	0.283805	0.065217	0.291449	0.290167	0.096234	0.130435	0.252323214
15-Jun-19	0.246069	0.078804	0.253192	0.251997	0.087866	0.130435	0.252615304
16-Jun-19	0.246069	0.059783	0.253525	0.252274	0.079498	0.130435	0.297014169
17-Jun-19	0.290094	0.054348	0.297975	0.296654	0.09205	0.130435	0.297055896
18-Jun-19	0.290094	0.05163	0.298023	0.296693	0.100418	0.130435	0.22629223
19-Jun-19	0.220126	0.07337	0.227149	0.225971	0.096234	0.130435	0.226250502
20-Jun-19	0.220126	0.076087	0.227101	0.225931	0.087866	0.130435	0.206758927
21-Jun-19	0.200472	0.057065	0.207632	0.206431	0.09205	0.130435	0.20642511
22-Jun-19	0.200472	0.078804	0.207252	0.206115	0.058577	0.130435	0.138120407
23-Jun-19	0.132075	0.043478	0.13896	0.137806	0.075314	0.130435	0.137703135
24-Jun-19	0.132075	0.070652	0.138485	0.13741	0.083682	0.130435	0.182809893
25-Jun-19	0.176887	0.070652	0.183633	0.182501	0.083682	0.130435	0.422587919
26-Jun-19	0.415094	0.070652	0.423629	0.422198	0.054393	0.130435	0.27239897
27-Jun-19	0.265723	0.059783	0.273326	0.272051	0.075314	0.130435	0.272482424
28-Jun-19	0.265723	0.054348	0.273421	0.27213	0.079498	0.130435	0.381771712
29-Jun-19	0.374214	0.048913	0.382822	0.381378	0.087866	0.130435	0.348952426
30-Jun-19	0.341195	0.021739	0.35003	0.348548	0.075314	0.130435	0.289184157
01-Jul-19	0.282233	0.048913	0.29015	0.288822	0.079498	0.130435	0.289434521
02-Jul-19	0.282233	0.032609	0.290435	0.289059	0.07113	0.130435	0.173230279
03-Jul-19	0.167453	0.076087	0.174033	0.172929	0.075314	0.130435	0.135740485
04-Jul-19	0.132862	0.25	0.13614	0.135591	0.079498	0.130435	0.145533147
05-Jul-19	0.139937	0.076087	0.146311	0.145242	0.07113	0.130435	0.145115875
06-Jul-19	0.139937	0.103261	0.145835	0.144846	0.079498	0.130435	0.162899575
07-Jul-19	0.158019	0.130435	0.163578	0.162645	0.066946	0.130435	0.163024757
08-Jul-19	0.158019	0.122283	0.16372	0.162764	0.075314	0.130435	0.2605273
09-Jul-19	0.254717	0.111413	0.261334	0.260225	0.083682	0.130435	0.260735936
10-Jul-19	0.254717	0.097826	0.261572	0.260422	0.075314	0.130435	0.242827054
11-Jul-19	0.236635	0.078804	0.243687	0.242505	0.079498	0.130435	0.243286054
12-Jul-19	0.236635	0.048913	0.24421	0.24294	0.087866	0.130435	0.440662239
13-Jul-19	0.433962	0.130435	0.441593	0.440313	0.087866	0.130435	0.468776642
14-Jul-19	0.461478	0.103261	0.469791	0.468396	0.066946	0.130435	0.503178622
15-Jul-19	0.496069	0.130435	0.504166	0.502808	0.075314	0.130435	0.38564205
16-Jul-19	0.379717	0.157609	0.386465	0.385333	0.07113	0.130435	0.417339112
17-Jul-19	0.410377	0.103261	0.418306	0.416977	0.075314	0.130435	0.41692184
18-Jul-19	0.410377	0.130435	0.417831	0.416581	0.07113	0.130435	0.284349682
19-Jul-19	0.279088	0.157609	0.285081	0.284076	0.075314	0.130435	0.285184227
20-Jul-19	0.279088	0.103261	0.286031	0.284867	0.079498	0.130435	0.240077469
21-Jul-19	0.234277	0.103261	0.240883	0.239775	0.07113	0.130435	0.240828559

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
22-Jul-19	0.234277	0.054348	0.241739	0.240487	0.062762	0.130435	0.148407914
23-Jul-19	0.142296	0.043478	0.149257	0.14809	0.050209	0.130435	0.148658277
24-Jul-19	0.142296	0.027174	0.149542	0.148327	0.037657	0.130435	0.094846707
25-Jul-19	0.088836	0.027174	0.095682	0.094534	0.108787	0.130435	0.094721525
26-Jul-19	0.088836	0.035326	0.095539	0.094415	0.083682	0.130435	0.295097658
27-Jul-19	0.288522	0.076087	0.296011	0.294755	0.079498	0.130435	0.29551493
28-Jul-19	0.288522	0.048913	0.296486	0.295151	0.087866	0.130435	0.29597393
29-Jul-19	0.288522	0.019022	0.297009	0.295586	0.075314	0.130435	0.284936804
30-Jul-19	0.277516	0.016304	0.285968	0.28455	0.075314	0.130435	0.39560015
31-Jul-19	0.387579	0.024457	0.396715	0.395182	0.079498	0.130435	0.487187721
01-Aug-19	0.478774	0.038043	0.488357	0.486749	0.07113	0.130435	0.708222321
02-Aug-19	0.698899	0.07337	0.709517	0.707737	0.075314	0.130435	0.588936147
03-Aug-19	0.580975	0.111413	0.590042	0.588521	0.07113	0.565217	0.504761315
04-Aug-19	0.497642	0.130435	0.50575	0.50439	0.096234	0.130435	0.504844769
05-Aug-19	0.497642	0.125	0.505845	0.50447	0.154812	0.130435	0.376980435
06-Aug-19	0.370283	0.103261	0.377911	0.376632	0.192469	0.130435	0.377606343
07-Aug-19	0.370283	0.0625	0.378624	0.377225	0.087866	0.130435	0.317464
08-Aug-19	0.310535	0.0625	0.318427	0.317103	0.075314	0.130435	0.316838091
09-Aug-19	0.310535	0.103261	0.317714	0.31651	0.079498	0.130435	0.289932306
10-Aug-19	0.283805	0.103261	0.290784	0.289613	0.075314	0.130435	0.314838126
11-Aug-19	0.308962	0.130435	0.315654	0.314532	0.066946	0.130435	0.253740468
12-Aug-19	0.246855	0.038043	0.254697	0.253382	0.07113	0.130435	0.252655561
13-Aug-19	0.246855	0.108696	0.253461	0.252353	0.066946	0.130435	0.26081939
14-Aug-19	0.254717	0.092391	0.261667	0.260502	0.07113	0.130435	0.26127839
15-Aug-19	0.254717	0.0625	0.26219	0.260937	0.108787	0.130435	0.254613799
16-Aug-19	0.248428	0.084239	0.255473	0.254292	0.096234	0.130435	0.253904436
17-Aug-19	0.248428	0.130435	0.254665	0.253619	0.108787	0.130435	0.580356516
18-Aug-19	0.572327	0.103261	0.581472	0.579938	0.142259	0.130435	0.580356516
19-Aug-19	0.572327	0.103261	0.581472	0.579938	0.138075	0.130435	0.517175439
20-Aug-19	0.508648	0.043478	0.51836	0.516731	0.150628	0.130435	0.51654953
21-Aug-19	0.508648	0.084239	0.517647	0.516138	0.16318	0.130435	0.521005519
22-Aug-19	0.513365	0.103261	0.522067	0.520608	0.154812	0.130435	0.423963446
23-Aug-19	0.415881	0.032609	0.425086	0.423542	0.146444	0.130435	0.420130424
24-Aug-19	0.412736	0.076087	0.421158	0.419745	0.112971	0.130435	0.429626584
25-Aug-19	0.42217	0.076087	0.430662	0.429238	0.104603	0.130435	0.499014723
26-Aug-19	0.491352	0.092391	0.500079	0.498616	0.096234	0.130435	0.452825999
27-Aug-19	0.444969	0.059783	0.453918	0.452417	0.087866	0.130435	0.346702097
28-Aug-19	0.339623	0.065217	0.347686	0.346333	0.079498	0.130435	0.34711937

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
29-Aug-19	0.339623	0.038043	0.348161	0.346729	0.096234	0.130435	0.396266315
30-Aug-19	0.388365	0.032609	0.397364	0.395855	0.096234	0.130435	0.396015951
31-Aug-19	0.388365	0.048913	0.397079	0.395617	0.142259	0.130435	0.214754377
01-Sep-19	0.209119	0.103261	0.215537	0.214461	0.121339	0.130435	0.219128383
02-Sep-19	0.21305	0.076087	0.219973	0.218812	0.125523	0.130435	0.257487095
03-Sep-19	0.251572	0.103261	0.258309	0.257179	0.121339	0.130435	0.219545655
04-Sep-19	0.21305	0.048913	0.220448	0.219207	0.138075	0.130435	0.249159298
05-Sep-19	0.242138	0.027174	0.250135	0.248794	0.133891	0.130435	0.220667878
06-Sep-19	0.215409	0.130435	0.221398	0.220394	0.138075	0.130435	0.49563923
07-Sep-19	0.488994	0.157609	0.496562	0.495293	0.138075	0.130435	0.650369093
08-Sep-19	0.642296	0.130435	0.651491	0.649949	0.142259	0.130435	0.560158519
09-Sep-19	0.551101	0.027174	0.561417	0.559687	0.146444	0.130435	0.316089943
10-Sep-19	0.308962	0.048913	0.31708	0.315719	0.138075	0.130435	0.31080088
11-Sep-19	0.303459	0.032609	0.311821	0.310418	0.125523	0.130435	0.309715972
12-Sep-19	0.303459	0.103261	0.310585	0.30939	0.09205	0.130435	0.310550516
13-Sep-19	0.303459	0.048913	0.311536	0.310181	0.121339	0.130435	0.310550516
14-Sep-19	0.303459	0.048913	0.311536	0.310181	0.054393	0.130435	0.346578386
15-Sep-19	0.338836	0.021739	0.347654	0.346175	0.041841	0.130435	0.346494932
16-Sep-19	0.338836	0.027174	0.347559	0.346096	0.029289	0.130435	0.337706665
17-Sep-19	0.330189	0.032609	0.338751	0.337315	0.133891	0.130435	0.338123937
18-Sep-19	0.330189	0.005435	0.339226	0.337711	0.096234	0.130435	0.200513079
19-Sep-19	0.193396	0	0.201502	0.200142	0.087866	0.130435	0.20034617
20-Sep-19	0.193396	0.01087	0.201312	0.199984	0.046025	0.130435	0.194596637
21-Sep-19	0.188679	0.076087	0.195419	0.194288	0.062762	0.130435	0.222293769
22-Sep-19	0.216195	0.076087	0.223141	0.221976	0.079498	0.130435	0.196009481
23-Sep-19	0.191824	0.190217	0.196591	0.195791	0.075314	0.130435	0.197511661
24-Sep-19	0.191824	0.092391	0.198302	0.197215	0.07113	0.130435	0.217295326
25-Sep-19	0.211478	0.092391	0.218103	0.216992	0.083682	0.130435	0.216168691
26-Sep-19	0.211478	0.165761	0.21682	0.215924	0.079498	0.130435	0.397555447
27-Sep-19	0.390723	0.103261	0.398505	0.3972	0.075314	0.130435	0.444288095
28-Sep-19	0.436321	0.048913	0.445395	0.443873	0.125523	0.130435	0.397179902
29-Sep-19	0.390723	0.127717	0.398077	0.396844	0.100418	0.130435	0.397722356
30-Sep-19	0.390723	0.092391	0.398695	0.397358	0.025105	0.130435	0.359570809
01-Oct-19	0.352987	0.103261	0.360485	0.359228	0.050209	0.130435	0.398389991
02-Oct-19	0.390723	0.048913	0.399455	0.397991	0.046025	0.130435	0.403512145
03-Oct-19	0.396226	0.076087	0.404524	0.403133	0.054393	0.130435	0.403929417
04-Oct-19	0.396226	0.048913	0.405	0.403528	0.037657	0.130435	0.140410993
05-Oct-19	0.134434	0.048913	0.141241	0.1401	0.058577	0.130435	0.140577902

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
06-Oct-19	0.134434	0.038043	0.141431	0.140258	0.046025	0.130435	0.156652256
07-Oct-19	0.15173	0.125	0.157336	0.156396	0.041841	0.130435	0.15690262
08-Oct-19	0.15173	0.108696	0.157621	0.156633	0.066946	0.130435	0.188513287
09-Oct-19	0.183962	0.163043	0.189146	0.188276	0.079498	0.130435	0.188513287
10-Oct-19	0.183962	0.163043	0.189146	0.188276	0.087866	0.130435	0.342117985
11-Oct-19	0.336478	0.157609	0.342901	0.341824	0.09205	0.130435	0.45769779
12-Oct-19	0.450472	0.103261	0.458702	0.457321	0.083682	0.130435	0.404635839
13-Oct-19	0.397799	0.105978	0.405586	0.40428	0.087866	0.130435	0.405011384
14-Oct-19	0.397799	0.081522	0.406013	0.404636	0.112971	0.130435	0.41338385
15-Oct-19	0.40566	0.05163	0.414457	0.412982	0.096234	0.130435	0.413425577
16-Oct-19	0.40566	0.048913	0.414504	0.413021	0.112971	0.130435	0.331499603
17-Oct-19	0.324686	0.076087	0.332446	0.331145	0.108787	0.130435	0.330498149
18-Oct-19	0.324686	0.141304	0.331306	0.330195	0.087866	0.130435	0.589018131
19-Oct-19	0.581761	0.157609	0.590026	0.58864	0.096234	0.130435	0.671735452
20-Oct-19	0.663522	0.130435	0.672876	0.671308	0.100418	0.130435	0.602722857
21-Oct-19	0.59434	0.089674	0.603887	0.602286	0.09205	0.130435	0.602222131
22-Oct-19	0.59434	0.122283	0.603317	0.601812	0.079498	0.130435	0.414380891
23-Oct-19	0.408019	0.141304	0.415265	0.41405	0.087866	0.130435	0.415131981
24-Oct-19	0.408019	0.092391	0.41612	0.414761	0.096234	0.130435	0.242618418
25-Oct-19	0.236635	0.092391	0.24345	0.242307	0.104603	0.130435	0.242451509
26-Oct-19	0.236635	0.103261	0.24326	0.242149	0.083682	0.130435	0.186265899
27-Oct-19	0.180818	0.103261	0.187023	0.185982	0.075314	0.130435	0.185932081
28-Oct-19	0.180818	0.125	0.186643	0.185666	0.121339	0.130435	0.193969259
29-Oct-19	0.189465	0.168478	0.194595	0.193735	0.100418	0.565217	0.402343783
30-Oct-19	0.396226	0.152174	0.403194	0.402025	0.096234	0.130435	0.40076109
31-Oct-19	0.394654	0.152174	0.401609	0.400443	0.104603	0.130435	0.401845998
01-Nov-19	0.394654	0.081522	0.402845	0.401471	0.100418	0.130435	0.139576448
02-Nov-19	0.134434	0.103261	0.140291	0.139309	0.079498	0.130435	0.139159176
03-Nov-19	0.134434	0.130435	0.139816	0.138913	0.075314	0.130435	0.151820722
04-Nov-19	0.147013	0.130435	0.152489	0.15157	0.079498	0.130435	0.15140345
05-Nov-19	0.147013	0.157609	0.152013	0.151175	0.083682	0.130435	0.148072625
06-Nov-19	0.143082	0.116848	0.148766	0.147813	0.075314	0.130435	0.147947444
07-Nov-19	0.143082	0.125	0.148623	0.147694	0.079498	0.130435	0.232915093
08-Nov-19	0.226415	0.054348	0.233818	0.232577	0.075314	0.130435	0.232581275
09-Nov-19	0.226415	0.076087	0.233438	0.23226	0.075314	0.130435	0.254738981
10-Nov-19	0.248428	0.076087	0.255616	0.25441	0.079498	0.130435	0.255072798
11-Nov-19	0.248428	0.054348	0.255996	0.254727	0.083682	0.130435	0.482231006
12-Nov-19	0.474057	0.05163	0.483367	0.481805	0.07113	0.130435	0.482439642

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
13-Nov-19	0.474057	0.038043	0.483604	0.482003	0.087866	0.130435	0.456949641
14-Nov-19	0.448899	0.048913	0.458068	0.45653	0.096234	0.130435	0.455697824
15-Nov-19	0.448899	0.130435	0.456642	0.455344	0.075314	0.130435	0.290971075
16-Nov-19	0.286164	0.190217	0.291639	0.290721	0.083682	0.565217	0.279390025
17-Nov-19	0.275943	0.274457	0.279869	0.279211	0.079498	0.565217	0.475018079
18-Nov-19	0.470912	0.315217	0.475589	0.474804	0.075314	0.565217	0.474058353
19-Nov-19	0.470912	0.377717	0.474495	0.473894	0.079498	0.565217	0.300048492
20-Nov-19	0.296384	0.269022	0.300558	0.299858	0.075314	0.130435	0.297962131
21-Nov-19	0.296384	0.404891	0.298181	0.29788	0.083682	0.130435	0.318496886
22-Nov-19	0.316038	0.355978	0.318839	0.318369	0.075314	0.130435	0.319456612
23-Nov-19	0.316038	0.293478	0.319932	0.319279	0.07113	0.130435	0.126698914
24-Nov-19	0.125786	0.375	0.126826	0.126651	0.079498	0.130435	0.126698914
25-Nov-19	0.125786	0.375	0.126826	0.126651	0.09205	0.565217	0.150300896
26-Nov-19	0.156447	0.847826	0.149447	0.150621	0.087866	1	0.144514047
27-Nov-19	0.149371	0.76087	0.143839	0.144767	0.104603	0.130435	0.146767317
28-Nov-19	0.149371	0.61413	0.146406	0.146903	0.100418	0.130435	0.148603315
29-Nov-19	0.149371	0.494565	0.148497	0.148643	0.087866	0.130435	0.135405197
30-Nov-19	0.133648	0.32337	0.135649	0.135314	0.108787	0.130435	0.135864196
01-Dec-19	0.133648	0.293478	0.136172	0.135749	0.083682	0.130435	0.173678984
02-Dec-19	0.172956	0.407609	0.173779	0.173641	0.087866	0.130435	0.171676078
03-Dec-19	0.172956	0.538043	0.171498	0.171743	0.121339	0.565217	0.310449415
04-Dec-19	0.312893	0.673913	0.31011	0.310577	0.104603	0.565217	0.309614871
05-Dec-19	0.312893	0.728261	0.309159	0.309786	0.087866	0.565217	0.264220434
06-Dec-19	0.265723	0.592391	0.264012	0.264299	0.075314	0.565217	0.263803162
07-Dec-19	0.265723	0.619565	0.263536	0.263903	0.083682	1	0.118655854
08-Dec-19	0.120283	0.538043	0.11843	0.118741	0.09205	0.130435	0.118447218
09-Dec-19	0.120283	0.55163	0.118192	0.118543	0.079498	0.130435	0.092459432
10-Dec-19	0.093553	0.491848	0.092307	0.092516	0.117155	0.130435	0.124455938
11-Dec-19	0.120283	0.160326	0.125036	0.124239	0.079498	0.130435	0.121159487
12-Dec-19	0.120283	0.375	0.121281	0.121114	0.075314	0	0.016914781
13-Dec-19	0.014151	0.206522	0.017299	0.016771	0.079498	0.130435	0.015996782
14-Dec-19	0.014151	0.266304	0.016253	0.015901	0.066946	0.130435	0.001335271
15-Dec-19	0	0.293478	0.001521	0.001266	0.075314	0.565217	0
16-Dec-19	0	0.380435	0	0	0.07113	0.130435	0.002404003
17-Dec-19	0.008648	0.790761	0.001537	0.002729	0.075314	0.565217	0.00545009
18-Dec-19	0.008648	0.592391	0.005006	0.005617	0.083682	0.565217	0.286248546
19-Dec-19	0.290094	0.755435	0.285714	0.286449	0.087866	0.565217	0.285038457
20-Dec-19	0.290094	0.834239	0.284336	0.285302	0.096234	0.565217	0.998664729

Normalisasi Data Training							
Tanggal	Normalisasi Input latih JST				Normalisasi Output latih JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
21-Dec-19	1	0.896739	0.998479	0.998734	0.079498	0.565217	1
22-Dec-19	1	0.809783	1	1	0.075314	0.565217	0.379828731
23-Dec-19	0.386792	1	0.378861	0.380191	0.087866	0.565217	0.384001453
24-Dec-19	0.386792	0.728261	0.383614	0.384147	0.07113	0.565217	0.247098488
25-Dec-19	0.250786	0.728261	0.246586	0.247291	0.075314	0.565217	0.247849578
26-Dec-19	0.250786	0.679348	0.247442	0.248003	0.079498	0.565217	0.274886427
27-Dec-19	0.274371	0.464674	0.274958	0.27486	0.100418	0.130435	0.274594336
28-Dec-19	0.274371	0.483696	0.274625	0.274583	0.075314	0.130435	0.304498599
29-Dec-19	0.304245	0.494565	0.304534	0.304485	0.079498	0.130435	0.307002232

H. Normalisasi Data Validasi JST

Normalisasi Data Validasi							
Tanggal	Normalisasi Input validasi JST				Normalisasi Output validasi JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
01-Jan-20	0.720768	0.073418	0.736792	0.731656	0.193548	0	0.660557
02-Jan-20	0.636998	0.035443	0.666264	0.65836	0.225806	0	0.663457
03-Jan-20	0.636998	0.013924	0.669505	0.661129	0.258065	0	0.678186
04-Jan-20	0.652705	0.012658	0.683991	0.675951	0.064516	0	0.677333
05-Jan-20	0.652705	0.018987	0.683038	0.675136	0.225806	0	0.731566
06-Jan-20	0.710297	0.012658	0.736411	0.729701	0.16129	0	0.730713
07-Jan-20	0.710297	0.018987	0.735458	0.728887	1	0	0.733272
08-Jan-20	0.710297	0	0.738317	0.73133	0.935484	0	0.718796
09-Jan-20	0.696335	0.011392	0.723894	0.716834	0.064516	0	0.743565
10-Jan-20	0.726003	0.031646	0.747848	0.741917	0.225806	0	0.746124
11-Jan-20	0.726003	0.012658	0.750707	0.74436	0.064516	0	0.698526
12-Jan-20	0.678883	0.041772	0.703434	0.696637	0.096774	0	0.702449
13-Jan-20	0.678883	0.012658	0.707818	0.700383	0.064516	0	0.846497
14-Jan-20	0.835951	0.024051	0.849064	0.845509	0.064516	0	0.846326
15-Jan-20	0.835951	0.025316	0.848874	0.845346	0.129032	0	0.754803
16-Jan-20	0.73822	0.032278	0.758872	0.753237	0.096774	0	0.752841
17-Jan-20	0.73822	0.046835	0.756679	0.751364	0.064516	0	0.748927
18-Jan-20	0.732984	0.039873	0.752962	0.747374	0.129032	0	0.752765
19-Jan-20	0.732984	0.011392	0.757251	0.751038	0.064516	0	0.715308
20-Jan-20	0.691099	0.001266	0.720653	0.71325	0.096774	0	0.714284
21-Jan-20	0.691099	0.008861	0.719509	0.712273	0.225806	0	1
22-Jan-20	1	0.013291	1	1	0.16129	0	0.998891

Normalisasi Data Validasi							
Tanggal	Normalisasi Input validasi JST				Normalisasi Output validasi JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
23-Jan-20	1	0.021519	0.998761	0.998941	0.258065	0	0.828621
24-Jan-20	0.815009	0.012658	0.831718	0.827429	0.064516	0	0.828621
25-Jan-20	0.815009	0.012658	0.831718	0.827429	0.032258	0	0.670098
26-Jan-20	0.643979	0.012658	0.676049	0.667807	0.064516	0	0.666174
27-Jan-20	0.643979	0.041772	0.671665	0.664061	0.096774	0	0.576101
28-Jan-20	0.546248	0.037975	0.583283	0.573337	0.064516	0	0.644375
29-Jan-20	0.623037	0.059494	0.649935	0.642235	0.064516	0	0.562896
30-Jan-20	0.537522	0.075949	0.569622	0.560306	0.129032	0	0.559996
31-Jan-20	0.537522	0.097468	0.566382	0.557537	0.16129	0.111111	0.414931
01-Feb-20	0.376963	0.06962	0.424437	0.411271	0.16129	0	0.414931
02-Feb-20	0.376963	0.06962	0.424437	0.411271	0.064516	0	0.368273
03-Feb-20	0.328098	0.079747	0.378435	0.364362	0.225806	0	0.369126
04-Feb-20	0.328098	0.073418	0.379388	0.365176	0.322581	0	0.314473
05-Feb-20	0.267016	0.058861	0.325984	0.310042	0.451613	0	0.318055
06-Feb-20	0.267016	0.032278	0.329987	0.313462	0.193548	0	0.222444
07-Feb-20	0.165794	0.04557	0.235855	0.217282	0.258065	0	0.223467
08-Feb-20	0.165794	0.037975	0.236998	0.218259	0.096774	0	0.675539
09-Feb-20	0.65445	0.044304	0.680815	0.673508	0.258065	0	0.675539
10-Feb-20	0.65445	0.044304	0.680815	0.673508	0.16129	0	0.733007
11-Feb-20	0.715532	0.037975	0.737364	0.73133	0.129032	0	0.877737
12-Feb-20	0.8726	0.044304	0.879372	0.877107	0.096774	0	0.681068
13-Feb-20	0.663176	0.063291	0.685898	0.679208	0.064516	0	0.649481
14-Feb-20	0.630017	0.06962	0.654764	0.647447	0.064516	0.111111	0.541955
15-Feb-20	0.513089	0.063291	0.54929	0.539132	0.16129	0.111111	0.528308
16-Feb-20	0.513089	0.164557	0.534041	0.526101	0.096774	0.111111	0.197044
17-Feb-20	0.155323	0.162025	0.208787	0.192524	0.064516	0.111111	0.203782
18-Feb-20	0.155323	0.112025	0.216317	0.198958	0.096774	0.111111	0.185386
19-Feb-20	0.139616	0.140506	0.197732	0.180634	0.193548	0.111111	0.050008
20-Feb-20	0	0.18481	0.063983	0.044629	0.290323	0.111111	0.074949
21-Feb-20	0.029668	0.203797	0.088128	0.069875	0.258065	0.211111	0.080237
22-Feb-20	0.029668	0.164557	0.094037	0.074925	0.451613	0.211111	0
23-Feb-20	0.064572	1	0	0	0.322581	0.333333	0.09715
24-Feb-20	0.064572	0.279114	0.108555	0.09276	0.193548	0.433333	0.367287
25-Feb-20	0.356021	0.279114	0.373829	0.364769	0.193548	0.266667	0.367287
26-Feb-20	0.356021	0.279114	0.373829	0.364769	0.129032	0.266667	0.352021
27-Feb-20	0.404887	0.728481	0.350637	0.352553	0.193548	0.333333	0.45452
28-Feb-20	0.518325	0.748101	0.450932	0.4559	0.064516	0.377778	0.377781
29-Feb-20	0.453752	0.873418	0.373288	0.37951	0.096774	0.444444	0.422134

Normalisasi Data Validasi							
Tanggal	Normalisasi Input validasi JST				Normalisasi Output validasi JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
01-Mar-20	0.453752	0.544304	0.422848	0.421858	0.16129	0.777778	0.30249
02-Mar-20	0.340314	0.651899	0.303396	0.302142	0.129032	1	0.321255
03-Mar-20	0.340314	0.512658	0.324364	0.320059	0.193548	0.777778	0.155401
04-Mar-20	0.116928	0.206962	0.167074	0.150908	0.354839	0.855556	0.148322
05-Mar-20	0.116928	0.259494	0.159164	0.144149	0.225806	0.522222	0.251969
06-Mar-20	0.207679	0.114557	0.263589	0.247496	0.322581	0.377778	0.250348
07-Mar-20	0.207679	0.126582	0.261778	0.245948	0.193548	0.377778	0.097619
08-Mar-20	0.04014	0.107595	0.112145	0.092027	0.16129	0.222222	0.108366
09-Mar-20	0.04014	0.027848	0.124154	0.102288	0.193548	0.333333	0.213244
10-Mar-20	0.158813	0.065823	0.226451	0.20816	0.16129	0.355556	0.428377
11-Mar-20	0.394415	0.089873	0.437272	0.424953	0.096774	0.311111	0.450265
12-Mar-20	0.413613	0.059494	0.45932	0.446779	0.096774	0.2	0.451373
13-Mar-20	0.413613	0.051266	0.460559	0.447838	0.16129	0.177778	0.711037
14-Mar-20	0.69459	0.056962	0.715443	0.709341	0.225806	0.222222	0.712743
15-Mar-20	0.69459	0.044304	0.717349	0.71097	0.096774	0.111111	0.461164
16-Mar-20	0.424084	0.050633	0.470185	0.457692	0.129032	0.111111	0.463382
17-Mar-20	0.424084	0.034177	0.472663	0.459809	0.096774	0.133333	0.402767
18-Mar-20	0.357766	0.027848	0.413254	0.39873	0.064516	0.133333	0.401572
19-Mar-20	0.357766	0.036709	0.41192	0.397589	0.129032	0.111111	0.399105
20-Mar-20	0.354276	0.031013	0.409601	0.395065	0.096774	0.133333	0.398167
21-Mar-20	0.354276	0.037975	0.408552	0.394169	0.064516	0.133333	0.462958
22-Mar-20	0.422339	0.025316	0.472408	0.459321	0.096774	0.133333	0.4604
23-Mar-20	0.422339	0.044304	0.469549	0.456878	0.096774	0.133333	0.506633
24-Mar-20	0.469459	0.025316	0.515297	0.503298	0.064516	0.133333	0.506633
25-Mar-20	0.469459	0.025316	0.515297	0.503298	0.129032	0.133333	0.61842
26-Mar-20	0.588133	0.012025	0.625314	0.615767	0.193548	0.111111	0.618079
27-Mar-20	0.588133	0.014557	0.624932	0.615441	0.064516	0.133333	0.138677
28-Mar-20	0.071553	0.018987	0.154081	0.132747	0.064516	0.111111	0.138677
29-Mar-20	0.071553	0.018987	0.154081	0.132747	0.064516	0.111111	0.562896
30-Mar-20	0.537522	0.075949	0.569622	0.560306	0.129032	0	0.559996
31-Mar-20	0.537522	0.097468	0.566382	0.557537	0.096774	0.111111	0.400437
01-Apr-20	0.373473	0.153165	0.408679	0.397264	0.193548	0.122222	0.405042
02-Apr-20	0.373473	0.118987	0.413826	0.401661	0.129032	0.122222	0.408372
03-Apr-20	0.371728	0.082278	0.417765	0.404756	0.16129	0.122222	0.409225
04-Apr-20	0.371728	0.075949	0.418718	0.40557	0.129032	0.122222	0.434342
05-Apr-20	0.397906	0.06962	0.443498	0.430817	0.16129	0.122222	0.435962
06-Apr-20	0.397906	0.057595	0.445309	0.432364	0.064516	0.155556	0.345725
07-Apr-20	0.296684	0.031013	0.357181	0.341314	0.193548	0.077778	0.346919

Normalisasi Data Validasi							
Tanggal	Normalisasi Input validasi JST				Normalisasi Output validasi JST		
	COD influent	OIW influent	Urea	TSP	COD effluent	OIW effluent	DO
08-Apr-20	0.296684	0.022152	0.358516	0.342455	0.064516	0.077778	0.467982
09-Apr-20	0.427574	0.024051	0.477364	0.46437	0.16129	0.155556	0.465167
10-Apr-20	0.427574	0.044937	0.474219	0.461683	0.096774	0.155556	0.557957

I. Perbandingan Hasil Ttraining JST vs Data Record

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
49.93	2.04	3.20	52	2	3.19	4.30	0.00	0.00
49.93	2.04	3.20	35	2	3.19	222.82	0.00	0.00
49.78	1.96	3.18	48	2	3.19	3.15	0.00	0.00
49.93	2.04	3.20	51	2	1.83	1.15	0.00	1.86
47.95	2.04	1.99	55	2	1.83	49.69	0.00	0.03
50.11	1.98	1.99	68	2	1.60	320.16	0.00	0.16
46.15	1.93	1.78	69	2	1.60	522.08	0.01	0.03
43.93	1.96	1.78	67	2	1.67	532.01	0.00	0.01
47.51	1.95	1.85	75	2	1.67	755.92	0.00	0.03
45.65	1.98	1.85	105	2	2.46	3522.42	0.00	0.36
48.96	2.13	2.38	64	2	2.45	226.24	0.02	0.01
49.39	2.09	2.31	68	2	1.73	346.16	0.01	0.33
48.36	1.97	1.91	80	2	1.73	1001.03	0.00	0.03
49.54	1.95	1.91	68	2	1.99	340.75	0.00	0.01
49.68	2.05	2.08	47	2	1.99	7.18	0.00	0.01
50.31	2.02	2.08	44	2	1.40	39.86	0.00	0.47
44.53	2.31	1.53	41	2	1.39	12.47	0.10	0.02
42.67	1.84	1.35	46	2	1.40	11.10	0.02	0.00
44.79	2.49	1.87	45	2	1.39	0.05	0.24	0.23
46.03	2.02	1.91	41	2	1.90	25.25	0.00	0.00
52.54	2.54	2.08	66	2	1.91	181.11	0.29	0.03
48.74	2.08	1.97	40	2	1.92	76.38	0.01	0.00
48.72	2.07	1.97	45	2	1.92	13.83	0.01	0.00
48.72	2.07	1.97	43	2	1.82	32.70	0.01	0.02
48.89	2.26	1.89	48	2	1.82	0.80	0.07	0.01
49.28	2.11	2.01	56	2	2.32	45.13	0.01	0.10
49.67	2.08	2.24	55	2	2.32	28.42	0.01	0.01

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
49.67	2.08	2.24	51	2	2.39	1.77	0.01	0.03
49.50	2.09	2.27	51	2	2.39	2.25	0.01	0.01
49.50	2.09	2.27	57	2	2.39	56.23	0.01	0.01
49.50	2.09	2.27	48	2	2.33	2.25	0.01	0.00
45.99	2.00	2.34	47	2	2.34	1.03	0.00	0.00
48.32	1.93	2.23	43	2	1.90	28.32	0.00	0.11
50.71	2.01	1.90	52	2	1.96	1.67	0.00	0.00
48.53	2.03	2.01	52	2	1.96	12.04	0.00	0.00
48.53	2.03	2.01	47	2	2.75	2.34	0.00	0.54
43.76	2.45	2.60	45	2	2.75	1.53	0.20	0.02
43.76	2.45	2.60	46	2	2.25	5.00	0.20	0.12
49.96	2.01	2.20	48	2	2.25	3.84	0.00	0.00
49.96	2.01	2.20	52	2	1.98	4.17	0.00	0.05
50.37	2.01	2.10	55	2	1.97	21.45	0.00	0.02
47.51	2.09	2.08	57	2	2.00	90.01	0.01	0.01
48.09	4.04	2.00	48	4	2.01	0.01	0.00	0.00
47.74	4.07	2.11	51	4	2.23	10.65	0.00	0.02
49.70	1.88	2.27	54	2	2.23	18.47	0.01	0.00
48.01	1.91	2.25	52	2	1.85	15.94	0.01	0.16
50.62	2.16	1.87	57	2	1.85	40.69	0.02	0.00
50.62	2.16	1.87	49	2	1.69	2.63	0.02	0.03
50.02	1.97	1.88	52	2	1.69	3.92	0.00	0.04
50.02	1.97	1.88	51	2	1.85	0.96	0.00	0.00
50.42	1.99	2.02	50	2	1.85	0.17	0.00	0.03
50.17	1.98	2.01	53	2	1.99	8.03	0.00	0.00
49.74	2.03	2.12	57	2	2.00	52.76	0.00	0.02
49.69	2.06	2.09	56	2	1.97	39.86	0.00	0.01
49.67	2.05	2.07	59	2	1.97	87.12	0.00	0.01
50.32	2.01	2.08	59	2	2.83	75.41	0.00	0.57
49.67	2.02	2.65	39	2	2.83	113.87	0.00	0.03
49.67	2.02	2.65	49	2	2.51	0.45	0.00	0.02
48.97	2.11	2.42	55	2	2.51	36.31	0.01	0.01
48.97	2.11	2.42	43	2	2.36	35.69	0.01	0.00
49.04	2.14	2.31	33	2	2.36	257.35	0.02	0.00
49.57	2.09	2.26	45	2	2.67	20.90	0.01	0.17
53.82	1.74	2.51	46	2	2.67	61.17	0.07	0.03
48.22	2.17	2.39	50	2	2.67	3.18	0.03	0.08
51.14	1.86	2.45	47	2	2.31	17.10	0.02	0.02

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
51.84	1.96	2.36	55	2	2.30	9.97	0.00	0.00
54.65	2.36	2.07	54	2	1.86	0.42	0.13	0.05
53.92	2.09	1.90	48	2	1.86	35.05	0.01	0.00
53.92	2.09	1.90	55	2	3.30	1.17	0.01	1.95
49.26	2.01	3.08	50	2	3.29	0.54	0.00	0.04
43.90	2.01	2.21	41	2	2.18	8.40	0.00	0.00
46.74	1.98	2.21	45	2	2.18	3.04	0.00	0.00
46.74	1.98	2.21	48	2	2.76	1.58	0.00	0.30
41.06	2.76	2.56	49	2	2.22	63.04	0.57	0.11
51.66	1.84	2.29	47	2	2.15	21.74	0.02	0.02
47.27	2.01	2.21	44	2	2.14	10.70	0.00	0.01
54.66	2.08	2.21	46	2	2.15	75.07	0.01	0.00
49.68	2.00	2.18	45	2	2.14	21.89	0.00	0.00
47.04	1.97	2.18	51	2	2.16	15.71	0.00	0.00
48.92	1.85	2.15	49	2	2.16	0.01	0.02	0.00
47.26	2.00	2.21	55	2	2.21	59.97	0.00	0.00
54.12	2.64	2.09	59	3	2.22	23.85	0.13	0.02
49.34	1.98	2.20	48	3	2.34	1.80	1.05	0.02
46.16	1.97	2.30	45	2	2.33	1.36	0.00	0.00
48.32	1.93	2.23	43	2	2.25	28.35	0.00	0.00
48.09	1.92	2.27	41	2	2.24	50.28	0.01	0.00
53.95	1.94	2.26	48	2	2.06	35.36	0.00	0.04
47.98	1.96	2.10	47	2	2.06	0.97	0.00	0.00
49.91	1.84	2.04	49	2	2.03	0.83	0.03	0.00
48.15	1.97	2.08	48	2	2.04	0.02	0.00	0.00
47.77	2.07	2.16	49	2	1.80	1.51	0.00	0.13
48.20	2.27	1.93	45	2	1.81	10.22	0.07	0.02
50.29	2.01	1.99	37	2	2.19	176.69	0.00	0.04
48.94	1.98	2.20	41	2	2.19	62.97	0.00	0.00
49.45	1.98	2.19	35	2	2.19	208.78	0.00	0.00
48.34	1.99	2.21	39	2	2.20	87.24	0.00	0.00
49.98	2.06	2.18	53	2	2.20	9.13	0.00	0.00
48.56	1.88	2.21	57	2	2.22	71.29	0.01	0.00
49.14	2.14	2.23	55	2	2.22	34.35	0.02	0.00
48.11	2.12	2.34	43	2	1.88	26.06	0.01	0.21
48.83	2.13	1.94	40	2	1.88	78.03	0.02	0.00
48.13	2.15	2.05	41	2	1.73	50.82	0.02	0.10
50.17	2.04	1.92	44	2	1.74	38.10	0.00	0.03

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
41.23	2.04	2.02	22	2	1.54	369.93	0.00	0.23
31.02	2.06	1.74	23	2	1.54	64.24	0.00	0.04
35.77	2.04	1.71	23	2	1.62	163.14	0.00	0.01
44.43	1.97	1.80	27	2	1.62	303.84	0.00	0.03
39.49	2.05	1.82	29	2	1.49	109.98	0.00	0.11
36.78	1.99	1.64	27	2	1.49	95.65	0.00	0.02
40.02	1.94	1.64	43	2	2.14	8.90	0.00	0.25
47.79	2.10	2.30	46	2	2.09	3.20	0.01	0.05
49.20	2.11	2.15	44	2	2.09	27.00	0.01	0.00
50.09	2.05	2.13	43	2	2.09	50.21	0.00	0.00
50.09	2.05	2.13	40	2	1.85	101.73	0.00	0.08
48.77	2.03	2.00	43	2	1.85	33.27	0.00	0.02
50.42	1.99	2.02	37	2	1.85	180.10	0.00	0.03
50.03	2.03	2.03	36	2	1.85	196.95	0.00	0.03
50.17	1.99	2.01	34	2	1.43	261.46	0.00	0.34
36.90	1.95	1.55	32	2	1.43	23.98	0.00	0.01
40.91	1.98	1.55	51	2	1.66	101.80	0.00	0.01
45.89	1.97	1.85	47	2	1.66	1.24	0.00	0.04
49.98	2.00	1.84	48	2	1.95	3.93	0.00	0.01
49.81	2.03	2.10	43	2	1.95	46.37	0.00	0.02
50.31	2.01	2.07	42	2	1.75	69.11	0.00	0.10
45.33	2.05	1.93	41	2	1.74	18.75	0.00	0.04
49.02	1.96	1.92	39	2	1.75	100.32	0.00	0.03
45.33	2.05	1.93	43	2	1.75	5.43	0.00	0.03
41.90	2.05	2.01	42	2	1.75	0.01	0.00	0.07
39.84	1.99	2.08	41	2	1.75	1.35	0.00	0.11
43.29	2.07	1.97	42	2	1.96	1.68	0.00	0.00
49.83	2.04	2.07	39	2	1.97	117.30	0.00	0.01
45.62	2.02	2.25	41	2	2.09	21.31	0.00	0.02
45.81	1.99	2.36	41	2	2.09	23.09	0.00	0.07
45.11	1.98	2.35	42	2	1.97	9.68	0.00	0.15
43.36	1.96	2.29	41	2	1.96	5.58	0.00	0.11
48.84	2.08	2.08	39	2	1.65	96.80	0.01	0.18
48.76	1.93	1.84	40	2	1.65	76.74	0.00	0.03
45.31	1.98	1.84	41	2	1.78	18.61	0.00	0.00
42.48	2.04	2.05	40	2	1.78	6.13	0.00	0.07
43.58	2.07	2.01	41	2	1.87	6.67	0.00	0.02
42.80	1.97	2.21	42	2	1.87	0.63	0.00	0.12

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
42.01	1.96	2.22	41	2	1.85	1.02	0.00	0.14
43.74	2.02	2.15	40	2	1.85	14.01	0.00	0.09
43.74	2.02	2.15	45	2	2.14	1.58	0.00	0.00
47.44	2.07	2.33	43	2	2.14	19.70	0.00	0.04
45.35	1.99	2.37	42	2	2.14	11.22	0.00	0.05
45.83	1.99	2.38	40	2	2.15	33.96	0.00	0.06
44.64	1.99	2.34	51	2	1.89	40.42	0.00	0.20
42.14	1.96	2.24	52	2	1.92	97.29	0.00	0.10
47.01	2.10	2.10	51	2	1.96	15.92	0.01	0.02
49.65	2.04	2.07	48	2	1.96	2.73	0.00	0.01
48.60	2.09	2.08	53	2	2.96	19.33	0.01	0.77
48.81	1.92	2.93	51	2	4.07	4.79	0.01	1.29
47.64	2.01	3.46	46	2	4.53	2.68	0.00	1.14
41.17	2.01	2.43	44	2	3.85	8.02	0.00	2.02
48.75	2.00	2.88	53	2	3.35	18.06	0.00	0.23
48.31	2.00	2.60	49	2	2.77	0.47	0.00	0.03
49.69	1.98	2.65	47	2	2.59	7.23	0.00	0.00
49.31	2.08	2.39	46	2	2.41	10.93	0.01	0.00
48.23	2.07	2.49	45	2	2.26	10.45	0.01	0.06
47.79	2.06	2.42	46	2	2.22	3.20	0.00	0.04
49.36	2.12	2.21	43	2	2.29	40.39	0.02	0.01
46.40	2.00	2.44	42	2	2.33	19.39	0.00	0.01
45.73	2.01	2.41	45	2	2.20	0.54	0.00	0.04
46.11	2.00	2.41	43	2	2.20	9.65	0.00	0.04
45.35	2.00	2.38	41	2	2.35	18.90	0.00	0.00
45.35	2.01	2.38	44	2	2.35	1.82	0.00	0.00
45.25	2.01	2.37	46	2	2.12	0.56	0.00	0.06
45.61	1.98	2.37	45	2	2.12	0.37	0.00	0.06
45.72	1.99	2.37	43	2	2.05	7.40	0.00	0.10
44.45	1.98	2.33	44	2	2.05	0.20	0.00	0.08
45.45	1.98	2.34	36	2	1.83	89.34	0.00	0.26
39.96	1.95	2.19	40	2	1.83	0.00	0.00	0.13
41.79	1.97	2.18	42	2	1.98	0.04	0.00	0.04
44.36	1.97	2.30	42	2	2.76	5.58	0.00	0.21
45.41	2.00	2.61	35	2	2.27	108.30	0.00	0.12
45.48	2.00	2.39	40	2	2.27	30.04	0.00	0.01
45.27	2.00	2.37	41	2	2.63	18.21	0.00	0.07
45.00	2.00	2.43	43	2	2.52	3.99	0.00	0.01

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
44.36	1.98	2.27	40	2	2.32	18.99	0.00	0.00
45.14	2.01	2.36	41	2	2.32	17.12	0.00	0.00
44.56	2.00	2.30	39	2	1.95	30.93	0.00	0.12
44.23	1.97	2.27	40	2	1.82	17.87	0.00	0.20
50.28	1.98	1.99	41	2	1.86	86.06	0.00	0.02
42.67	1.98	2.19	39	2	1.85	13.50	0.00	0.12
43.99	2.03	2.14	41	2	1.91	8.96	0.00	0.05
45.99	2.08	2.14	38	2	1.91	63.77	0.01	0.05
45.67	2.07	2.15	40	2	2.23	32.20	0.00	0.01
47.21	2.02	2.43	42	2	2.23	27.18	0.00	0.04
46.82	2.01	2.43	40	2	2.17	46.47	0.00	0.07
45.33	2.05	1.93	41	2	2.17	18.76	0.00	0.06
41.90	2.05	2.01	43	2	2.82	1.22	0.00	0.66
39.84	1.99	2.08	43	2	2.91	9.99	0.00	0.70
43.29	2.07	1.97	38	2	3.02	28.03	0.00	1.11
49.83	2.04	2.07	40	2	2.64	96.64	0.00	0.33
45.62	2.02	2.25	39	2	2.74	43.77	0.00	0.24
45.81	1.99	2.36	40	2	2.74	33.70	0.00	0.14
45.11	1.98	2.35	39	2	2.31	37.35	0.00	0.00
43.36	1.96	2.29	40	2	2.31	11.31	0.00	0.00
48.84	2.08	2.08	41	2	2.16	61.44	0.01	0.01
48.76	1.93	1.84	39	2	2.17	95.26	0.00	0.11
45.31	1.98	1.84	37	2	1.86	69.12	0.00	0.00
42.48	2.04	2.05	34	2	1.87	71.83	0.00	0.03
43.58	2.07	2.01	31	2	1.69	158.34	0.00	0.10
42.80	1.97	2.21	48	2	1.69	27.08	0.00	0.27
42.01	1.96	2.22	42	2	2.34	0.00	0.00	0.01
43.74	2.02	2.15	41	2	2.34	7.53	0.00	0.04
43.74	2.02	2.15	43	2	2.35	0.55	0.00	0.04
47.44	2.07	2.33	40	2	2.31	55.33	0.00	0.00
45.35	1.99	2.37	40	2	2.67	28.63	0.00	0.09
45.83	1.99	2.38	41	2	2.97	23.31	0.00	0.34
44.64	1.99	2.34	39	2	3.69	31.84	0.00	1.83
42.14	1.96	2.24	40	2	3.30	4.57	0.00	1.12
47.01	2.10	2.10	39	3	3.03	64.16	0.81	0.86
49.65	2.04	2.07	45	2	3.03	21.65	0.00	0.93
48.60	2.09	2.08	59	2	2.61	108.08	0.01	0.28
48.81	1.92	2.93	68	2	2.61	368.16	0.01	0.10

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
47.64	2.01	3.46	43	2	2.42	21.52	0.00	1.10
41.17	2.01	2.43	40	2	2.41	1.37	0.00	0.00
48.75	2.00	2.88	41	2	2.33	60.06	0.00	0.30
48.31	2.00	2.60	40	2	2.41	69.08	0.00	0.04
49.69	1.98	2.65	38	2	2.21	136.64	0.00	0.19
49.31	2.08	2.39	39	2	2.20	106.21	0.01	0.04
48.23	2.07	2.49	38	2	2.23	104.72	0.01	0.07
47.79	2.06	2.42	39	2	2.23	77.23	0.00	0.03
49.36	2.12	2.21	48	2	2.21	1.84	0.02	0.00
46.40	2.00	2.44	45	2	2.21	1.97	0.00	0.05
45.73	2.01	2.41	48	2	3.27	5.15	0.00	0.75
46.11	2.00	2.41	56	2	3.27	97.89	0.00	0.75
45.35	2.00	2.38	55	2	3.07	93.18	0.00	0.48
45.35	2.01	2.38	58	2	3.07	160.03	0.00	0.47
45.25	2.01	2.37	61	2	3.08	247.92	0.00	0.51
45.61	1.98	2.37	59	2	2.76	179.29	0.00	0.15
45.72	1.99	2.37	57	2	2.75	127.25	0.00	0.14
44.45	1.98	2.33	49	2	2.78	20.71	0.00	0.20
45.45	1.98	2.34	47	2	3.01	2.40	0.00	0.45
39.96	1.95	2.19	45	2	2.86	25.40	0.00	0.44
41.79	1.97	2.18	43	2	2.51	1.47	0.00	0.11
44.36	1.97	2.30	41	2	2.51	11.30	0.00	0.05
45.41	2.00	2.61	45	2	2.67	0.17	0.00	0.00
45.48	2.00	2.39	45	2	2.67	0.23	0.00	0.08
45.27	2.00	2.37	56	2	2.08	115.20	0.00	0.08
45.00	2.00	2.43	51	2	2.10	36.04	0.00	0.11
44.36	1.98	2.27	52	2	2.22	58.40	0.00	0.00
45.14	2.01	2.36	51	2	2.10	34.36	0.00	0.07
44.56	2.00	2.30	55	2	2.19	108.96	0.00	0.01
44.23	1.97	2.27	54	2	2.10	95.50	0.00	0.03
50.28	1.98	1.99	55	2	3.00	22.31	0.00	1.01
42.67	1.98	2.19	55	2	3.50	151.92	0.00	1.72
43.99	2.03	2.14	56	2	3.21	144.16	0.00	1.14
45.99	2.08	2.14	57	2	2.41	121.32	0.01	0.08
45.67	2.07	2.15	55	2	2.39	86.97	0.00	0.06
47.21	2.02	2.43	52	2	2.39	22.91	0.00	0.00
46.82	2.01	2.43	44	2	2.39	7.93	0.00	0.00
45.18	2.01	2.36	51	2	2.39	33.89	0.00	0.00

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
45.18	2.01	2.36	35	2	2.51	103.59	0.00	0.02
44.36	1.98	2.27	32	2	2.51	152.82	0.00	0.06
44.51	1.99	2.30	29	2	2.48	240.62	0.00	0.03
44.67	2.00	2.31	54	2	2.48	87.01	0.00	0.03
43.92	1.97	2.19	45	2	2.03	1.16	0.00	0.02
41.03	2.00	2.17	43	2	2.03	3.88	0.00	0.02
41.66	2.00	2.21	33	2	2.02	74.96	0.00	0.04
45.02	1.98	2.32	37	2	2.11	64.32	0.00	0.05
45.66	1.98	2.37	41	2	2.02	21.69	0.00	0.12
48.92	2.10	2.12	40	2	2.02	79.65	0.01	0.01
45.77	2.00	2.31	39	2	2.09	45.77	0.00	0.05
46.20	2.00	2.36	42	2	2.09	17.64	0.00	0.07
48.15	2.13	2.21	41	2	2.68	51.12	0.02	0.22
46.64	2.00	2.63	40	2	2.83	44.06	0.00	0.04
44.57	1.99	2.64	52	2	2.68	55.28	0.00	0.00
47.49	1.99	2.67	46	2	2.68	2.21	0.00	0.00
46.26	2.01	2.60	28	2	2.55	333.61	0.00	0.00
46.81	2.01	2.57	34	2	2.68	164.05	0.00	0.01
44.91	1.99	2.47	33	2	2.70	141.73	0.00	0.05
45.70	2.01	2.57	35	2	2.70	114.39	0.00	0.02
44.87	1.99	2.49	31	2	1.84	192.39	0.00	0.42
40.56	1.95	2.20	36	2	1.84	20.76	0.00	0.13
39.74	1.95	2.20	33	2	1.89	45.46	0.00	0.09
45.53	2.07	2.13	32	2	1.89	182.94	0.01	0.06
44.86	2.04	2.17	38	2	2.00	47.10	0.00	0.03
47.84	2.11	2.14	41	2	2.00	46.75	0.01	0.02
47.84	2.11	2.14	43	2	2.50	23.40	0.01	0.13
48.28	2.05	2.55	44	2	2.87	18.34	0.00	0.10
46.38	1.99	2.81	42	2	2.70	19.20	0.00	0.01
46.70	2.00	2.65	43	2	2.70	13.70	0.00	0.00
45.86	2.01	2.59	49	2	2.73	9.85	0.00	0.02
44.89	1.99	2.52	45	2	2.73	0.01	0.00	0.04
44.81	1.99	2.52	49	2	2.46	17.59	0.00	0.00
46.04	2.01	2.47	48	2	2.46	3.84	0.00	0.00
47.96	2.04	2.54	43	2	3.30	24.62	0.00	0.57
48.24	1.94	3.13	45	2	3.57	10.52	0.00	0.20
44.22	2.00	3.28	46	2	3.35	3.15	0.00	0.00
44.39	2.03	3.16	44	2	3.35	0.16	0.00	0.04

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	OIW effluen t JST	DO JST	COD effluent record	OIW effluent record	DO record	COD effluent	OIW efluent	DO
46.22	1.94	3.09	41	2	2.73	27.20	0.00	0.13
47.95	1.97	2.72	43	2	2.74	24.50	0.00	0.00
46.18	2.00	2.65	45	2	2.17	1.38	0.00	0.22
46.53	2.00	2.40	47	2	2.17	0.22	0.00	0.05
46.87	2.01	2.40	42	2	1.99	23.70	0.00	0.17
45.82	2.02	2.27	40	2	1.99	33.91	0.00	0.08
46.51	2.07	2.22	51	2	2.01	20.19	0.00	0.04
48.10	2.12	2.14	46	3	2.69	4.39	0.78	0.30
48.30	1.98	2.70	45	2	2.69	10.86	0.00	0.00
48.29	1.98	2.69	47	2	2.69	1.66	0.00	0.00
45.88	2.01	2.58	46	2	1.84	0.01	0.00	0.56
43.65	2.03	2.12	41	2	1.83	7.03	0.00	0.08
44.97	2.08	2.06	40	2	1.88	24.70	0.01	0.03
45.56	2.08	2.10	41	2	1.87	20.79	0.01	0.05
46.86	2.09	2.05	42	2	1.86	23.59	0.01	0.03
44.77	2.06	2.12	40	2	1.86	22.77	0.00	0.07
45.14	2.07	2.10	41	2	2.14	17.13	0.01	0.00
44.86	1.99	2.35	40	2	2.14	23.66	0.00	0.04
45.81	1.99	2.38	40	2	2.21	33.77	0.00	0.03
46.02	2.00	2.41	41	2	2.21	25.19	0.00	0.04
45.14	2.00	2.36	42	2	2.95	9.86	0.00	0.35
44.27	2.02	2.87	39	2	2.95	27.74	0.00	0.01
43.81	2.01	2.86	43	2	2.87	0.66	0.00	0.00
44.45	2.00	2.71	45	2	2.87	0.31	0.00	0.03
47.53	1.96	2.83	40	2	2.33	56.64	0.00	0.25
48.67	2.15	2.34	42	3	2.29	44.44	0.73	0.00
49.83	1.99	2.21	41	3	2.93	77.93	1.02	0.53
43.44	2.71	2.75	40	3	2.93	11.82	0.08	0.03
40.17	2.94	2.42	41	3	2.36	0.69	0.00	0.00
49.78	2.00	2.22	40	2	2.35	95.66	0.00	0.02
45.81	2.03	2.36	42	2	2.42	14.54	0.00	0.00
46.53	1.96	2.30	40	2	2.42	42.58	0.00	0.01
49.31	1.94	2.23	39	2	1.79	106.37	0.00	0.19
48.21	2.29	1.93	41	2	1.79	52.05	0.08	0.02
48.21	2.29	1.93	44	3	1.87	17.76	0.51	0.00
48.09	4.02	1.91	43	4	1.85	25.88	0.00	0.00
46.29	2.03	1.85	47	2	1.86	0.50	0.00	0.00
43.12	2.10	1.91	46	2	1.87	8.28	0.01	0.00

Output training JST			Data Record			Eror^2		
COD efffluent JST	**OIW effluen t JST**	**DO JST**	**COD effluent record**	**OIW effluent record**	**DO record**	**COD effluent**	**OIW efluent**	**DO**
54.09	2.10	1.94	43	2	1.82	122.93	0.01	0.01
49.19	2.12	2.01	48	2	1.82	1.41	0.01	0.03
50.09	2.03	2.01	42	2	1.95	65.39	0.00	0.00
48.92	2.02	1.99	43	2	1.94	35.01	0.00	0.00
53.22	2.53	2.11	51	3	2.39	4.91	0.22	0.08
49.49	3.11	2.37	47	3	2.39	6.22	0.01	0.00
44.58	3.41	2.57	43	3	2.24	2.49	0.16	0.11
53.29	3.41	1.93	40	3	2.24	176.73	0.17	0.10
51.06	3.84	1.95	42	4	1.77	82.03	0.03	0.04
49.23	1.94	1.89	44	2	1.77	27.38	0.00	0.02
47.98	2.01	1.83	41	2	1.68	48.69	0.00	0.02
49.43	1.81	1.82	50	2	1.79	0.32	0.04	0.00
45.99	2.06	1.97	41	2	1.78	24.89	0.00	0.04
48.25	2.32	1.91	40	1.7	1.44	68.00	0.39	0.23
40.02	1.95	1.56	41	2	1.43	0.96	0.00	0.02
45.67	2.22	1.57	38	2	1.38	58.86	0.05	0.03
45.38	2.62	1.51	40	3	1.38	28.93	0.14	0.02
43.38	2.19	1.37	39	2	1.39	19.16	0.03	0.00
45.34	2.96	1.77	40	3	1.40	28.57	0.00	0.13
44.79	2.49	1.87	42	3	2.31	7.77	0.26	0.20
41.77	2.99	2.34	43	3	2.31	1.51	0.00	0.00
41.49	2.39	1.90	45	3	4.64	12.35	0.37	7.48
42.77	2.99	4.64	41	3	4.64	3.13	0.00	0.00
41.26	3.00	2.61	40	3	2.62	1.59	0.00	0.00
45.83	2.99	2.64	43	3	2.63	8.01	0.00	0.00
47.69	3.15	2.70	39	3	2.19	75.53	0.02	0.26
41.77	1.86	2.18	40	3	2.19	3.15	1.29	0.00
44.17	2.93	2.30	41	3	2.28	10.06	0.00	0.00
49.27	1.97	2.36	46	2	2.28	10.72	0.00	0.01
50.52	1.96	2.37	40	2	2.37	110.77	0.00	0.00
49.38	2.12	2.44	41	2	2.38	70.25	0.02	0.00
MSE						63.98	0.03	0.15
RMSE						8.00	0.18	0.39
nRMSE						0.03	0.08	0.12

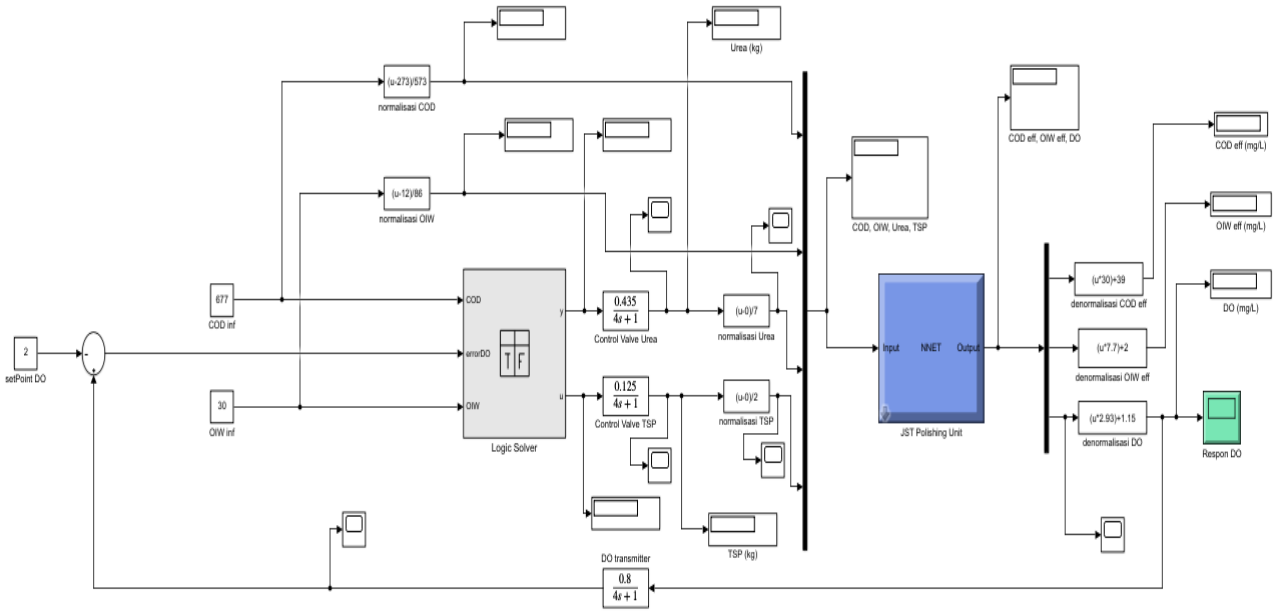
J. Perbandingan Hasil Validasi JST vs Data Record

Output JST validasi			Output Data Record			Eror^2		
COD efffluent	OIW effluent	DO	COD efffluent	OIW effluent	DO	COD efffluent	OIW effluent	DO
40.864	4.628	2.606	44	2	2.027	9.833	6.907	0.335
41.146	2.496	1.942	45	2	2.032	14.856	0.246	0.008
41.027	2.581	2.004	46	2	2.055	24.735	0.337	0.003
40.958	2.571	2.083	40	2	2.054	0.918	0.326	0.001
40.991	2.561	2.065	45	2	2.140	16.072	0.314	0.006
40.681	3.404	2.530	43	2	2.139	5.379	1.971	0.153
40.705	3.476	2.527	69	2	2.143	800.616	2.180	0.147
40.633	3.277	2.537	67	2	2.120	695.237	1.631	0.174
40.751	3.105	2.411	40	2	2.160	0.564	1.220	0.063
40.651	4.095	2.674	45	2	2.164	18.914	4.387	0.261
40.588	3.781	2.665	40	2	2.088	0.346	3.174	0.334
40.984	2.950	2.208	41	2	2.094	0.000	0.902	0.013
40.843	2.819	2.265	40	2	2.324	0.710	0.672	0.003
39.867	7.085	3.062	40	2	2.324	0.018	25.858	0.545
39.877	7.087	3.059	42	2	2.177	4.508	25.877	0.777
40.569	4.495	2.789	41	2	2.174	0.186	6.227	0.378
40.621	4.783	2.797	40	2	2.168	0.385	7.747	0.396
40.632	4.474	2.746	42	2	2.174	1.873	6.122	0.326
40.540	3.945	2.724	40	2	2.114	0.291	3.782	0.372
40.733	2.958	2.384	41	2	2.113	0.071	0.917	0.073
40.766	2.995	2.371	45	2	2.569	17.923	0.991	0.039
38.843	6.664	-0.015	43	2	2.567	17.284	21.752	6.667
39.009	6.295	-0.016	46	2	2.295	48.876	18.445	5.341
39.935	6.499	3.142	40	2	2.295	0.004	20.244	0.717
39.935	6.499	3.142	39	2	2.042	0.874	20.244	1.210
40.993	2.561	2.037	40	2	2.036	0.986	0.315	0.000
41.153	2.480	1.956	41	2	1.892	0.024	0.231	0.004
41.426	3.802	1.955	40	2	2.001	2.035	3.246	0.002
41.341	2.478	1.843	40	2	1.871	1.798	0.228	0.001
41.649	3.517	1.891	42	2	1.866	0.123	2.301	0.001
41.779	3.324	1.864	43	3	1.635	1.490	0.105	0.053
41.770	3.435	1.622	43	2	1.635	1.513	2.060	0.000
41.770	3.435	1.622	40	2	1.560	3.133	2.060	0.004
41.834	3.455	1.605	45	2	1.562	10.026	2.117	0.002
41.809	3.476	1.600	48	2	1.474	38.331	2.180	0.016
41.762	3.524	1.579	52	2	1.480	104.815	2.324	0.010

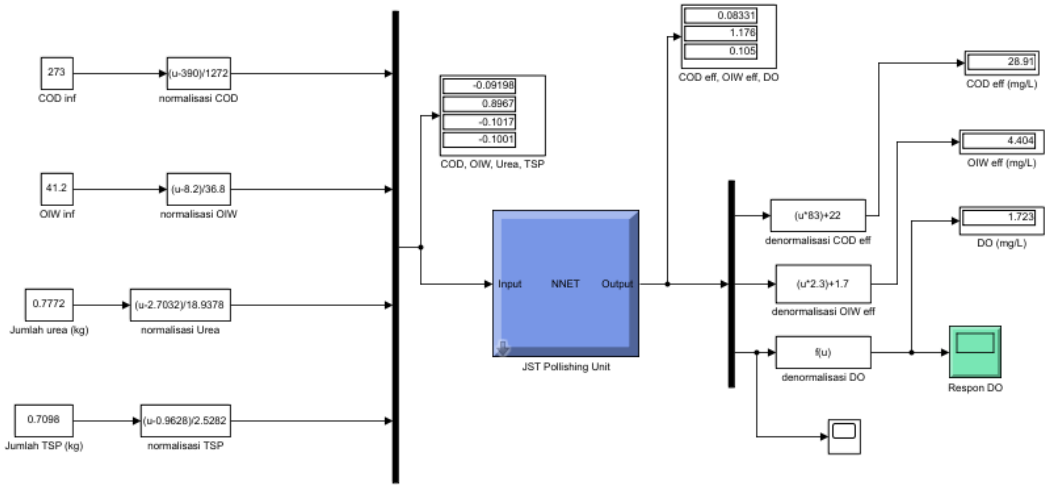
Output JST validasi			Output Data Record			Eror^2		
COD efffluent	OIW effluent	DO	COD efffluent	OIW effluent	DO	COD efffluent	OIW effluent	DO
41.654	3.602	1.553	44	2	1.327	5.503	2.568	0.051
41.536	3.401	1.551	46	2	1.329	19.928	1.962	0.049
41.486	3.450	1.551	41	2	2.051	0.237	2.102	0.250
41.121	2.553	2.010	46	2	2.051	23.809	0.305	0.002
41.121	2.553	2.010	43	2	2.143	3.532	0.305	0.018
40.745	3.883	2.572	42	2	2.374	1.576	3.544	0.039
39.979	6.880	2.561	41	2	2.060	1.043	23.818	0.251
41.181	2.729	2.033	40	2	2.009	1.396	0.531	0.001
41.375	2.400	1.837	40	3	1.838	1.891	0.360	0.000
41.616	3.566	1.876	43	3	1.816	1.914	0.320	0.004
42.205	2.737	1.791	41	3	1.287	1.452	0.069	0.254
42.049	3.556	1.375	40	3	1.298	4.198	0.310	0.006
41.841	3.390	1.470	41	3	1.268	0.708	0.152	0.041
41.903	3.542	1.392	44	3	1.052	4.398	0.294	0.115
41.106	2.579	1.097	47	3	1.092	34.739	0.177	0.000
41.747	2.566	1.152	46	3.9	1.100	18.092	1.779	0.003
41.287	3.037	1.182	52	3.9	0.972	114.771	0.744	0.044
42.178	14.020	1.452	48	5	1.127	33.893	81.351	0.105
42.548	2.320	1.153	44	5.9	1.559	2.110	12.817	0.164
42.266	2.906	1.380	44	4.4	1.559	3.006	2.232	0.032
42.266	2.906	1.380	42	4.4	1.534	0.071	2.232	0.024
41.563	8.501	1.851	44	5	1.698	5.937	12.259	0.024
41.170	7.557	2.011	40	5.4	1.575	1.368	4.654	0.189
41.199	22.019	1.751	41	6	1.646	0.039	256.599	0.011
42.192	1.759	1.742	43	9	1.455	0.653	52.429	0.082
41.971	8.446	1.617	42	11	1.485	0.001	6.521	0.017
41.980	3.783	1.617	44	9	1.220	4.081	27.217	0.157
42.254	3.025	1.282	49	9.7	1.209	45.503	44.561	0.005
42.516	2.611	1.251	45	6.7	1.375	6.170	16.716	0.015
41.964	3.378	1.529	48	5.4	1.372	36.430	4.088	0.025
42.000	3.445	1.509	44	5.4	1.128	4.000	3.820	0.145
40.803	3.447	1.267	43	4	1.145	4.827	0.306	0.015
39.956	3.230	1.391	44	5	1.313	16.352	3.132	0.006
41.636	3.281	1.539	43	5.2	1.656	1.861	3.683	0.014
41.842	3.347	1.650	41	4.8	1.691	0.709	2.111	0.002
41.708	3.412	1.657	41	3.8	1.693	0.502	0.151	0.001
41.678	3.422	1.653	43	3.6	2.108	1.747	0.032	0.207
40.962	3.503	2.342	45	4	2.110	16.302	0.247	0.054

Output JST validasi			Output Data Record			Eror^2		
COD efffluent	**OIW effluent**	**DO**	**COD efffluent**	**OIW effluent**	**DO**	**COD efffluent**	**OIW effluent**	**DO**
40.905	3.357	2.355	41	3	1.709	0.009	0.127	0.418
41.667	3.417	1.670	42	3	1.712	0.111	0.174	0.002
41.609	3.421	1.664	41	3.2	1.615	0.371	0.049	0.002
41.640	3.484	1.566	40	3.2	1.613	2.689	0.081	0.002
41.667	3.491	1.576	42	3	1.609	0.111	0.241	0.001
41.651	3.493	1.567	41	3.2	1.608	0.424	0.086	0.002
41.673	3.498	1.575	40	3.2	1.711	2.798	0.089	0.019
41.582	3.413	1.657	41	3.2	1.707	0.338	0.046	0.003
41.646	3.421	1.664	41	3.2	1.781	0.417	0.049	0.014
41.517	3.504	1.789	40	3.2	1.781	2.302	0.093	0.000
41.517	3.504	1.789	42	3.2	1.960	0.233	0.093	0.029
41.183	3.468	1.969	44	3	1.959	7.934	0.219	0.000
41.197	3.452	1.963	40	3.2	1.194	1.432	0.063	0.592
40.455	3.341	1.462	40	3	1.194	0.207	0.116	0.072
40.455	3.341	1.462	40	3	1.871	0.207	0.116	0.168
41.649	3.517	1.891	42	2	1.866	0.123	2.301	0.001
41.779	3.324	1.864	41	3	1.612	0.607	0.105	0.064
42.121	3.091	1.626	44	3.1	1.619	3.530	0.000	0.000
41.978	3.236	1.641	42	3.1	1.624	0.000	0.018	0.000
41.823	3.406	1.627	43	3.1	1.626	1.386	0.094	0.000
41.797	3.426	1.623	42	3.1	1.666	0.041	0.106	0.002
41.758	3.409	1.642	43	3.1	1.668	1.544	0.096	0.001
41.713	3.430	1.634	40	3.4	1.524	2.934	0.001	0.012
41.660	3.581	1.550	44	2.7	1.526	5.475	0.775	0.001
41.631	3.582	1.538	40	2.7	1.719	2.660	0.777	0.033
41.572	3.414	1.669	43	3.4	1.715	2.040	0.000	0.002
41.643	3.420	1.675	41	3.4	1.863	0.413	0.000	0.035
MSE						22.870	7.743	0.221
RMSE						4.782	2.783	0.470
nRMSE						0.159	0.093	0.016

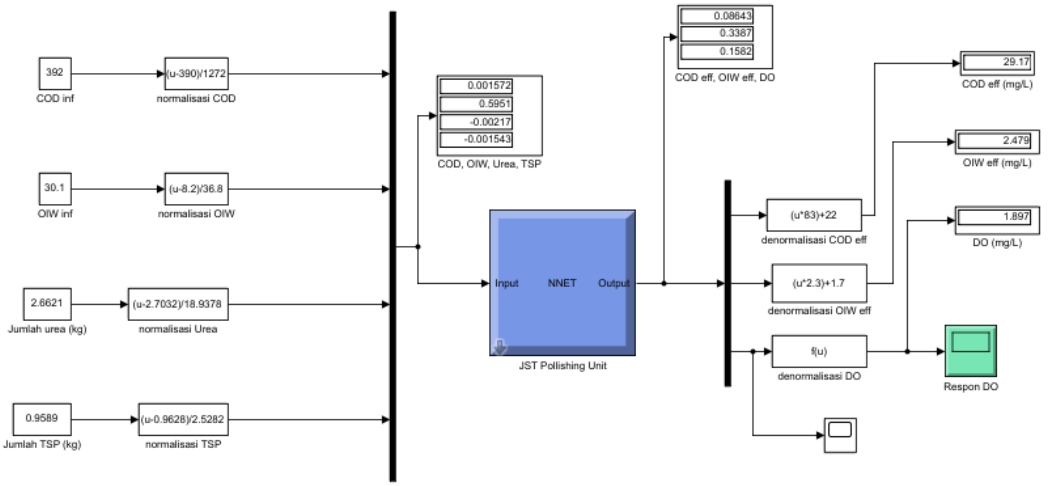
K. Wiring diagram Sistem Pengendalian DO



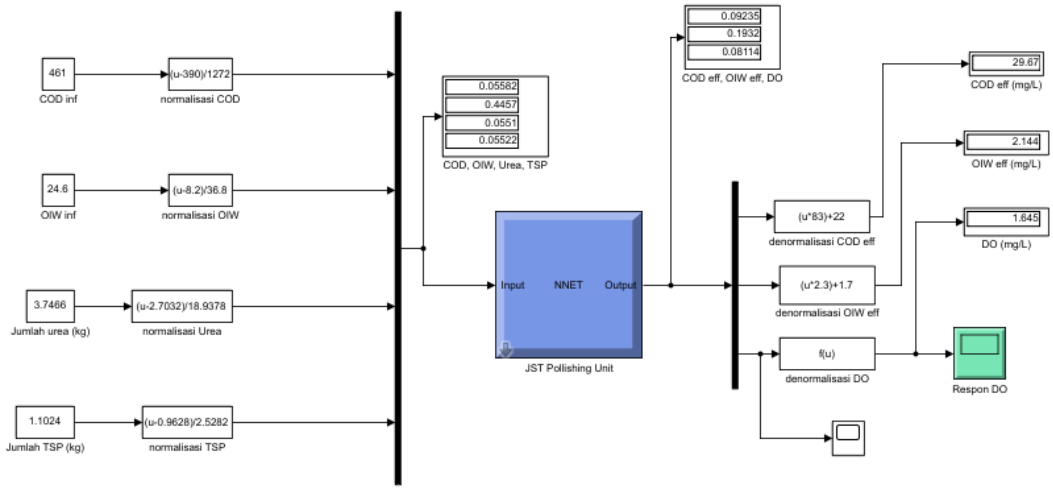
L. Uji Open Loop JST Polishing Unit 1



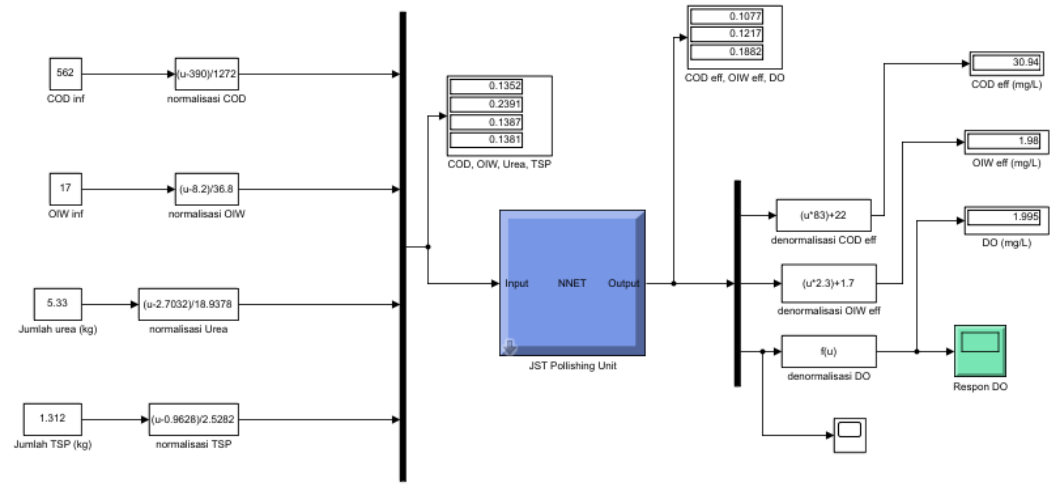
M. Uji Open Loop JST Polishing Unit 2



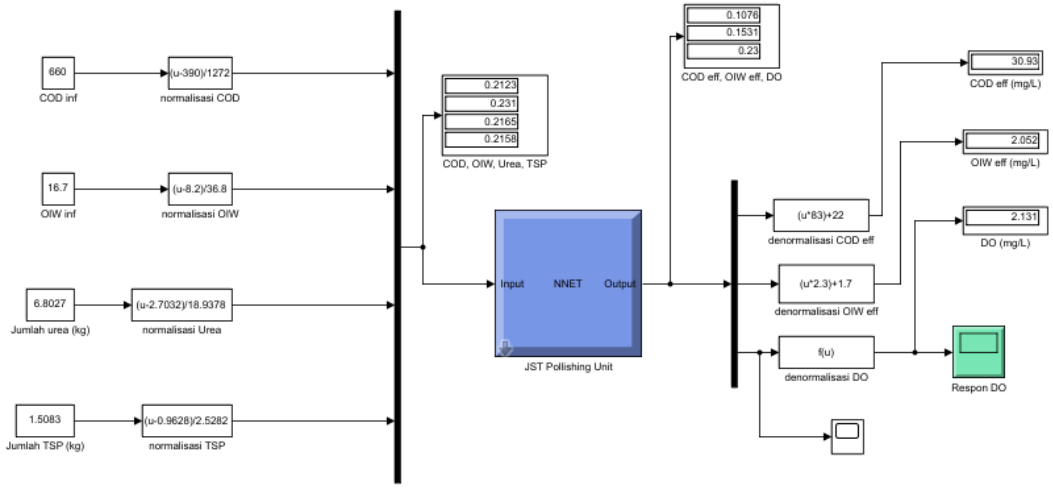
N. Uji Open Loop Polishing Unit 3



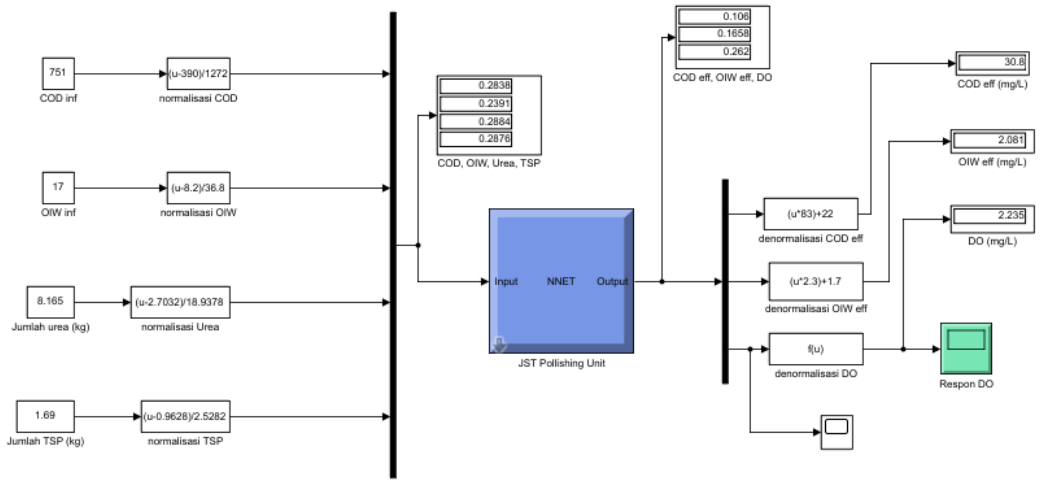
O. Uji open loop polishing unit 4



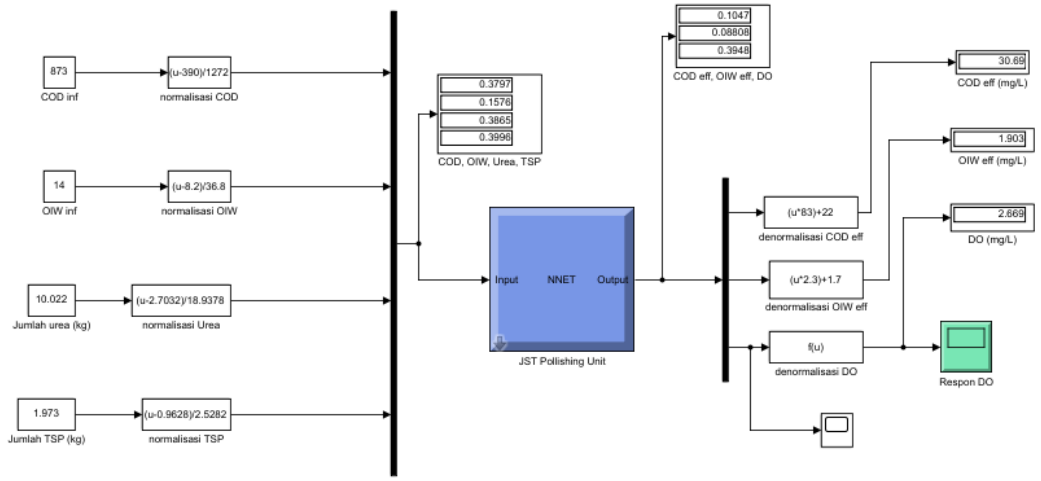
P. Uji open loop polishing unit 5



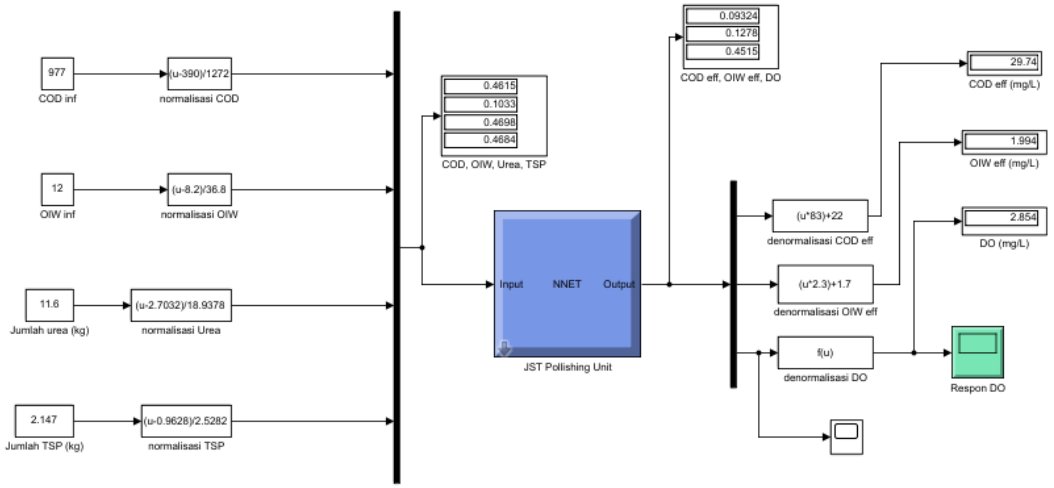
Q. Uji open loop polishing unit 6



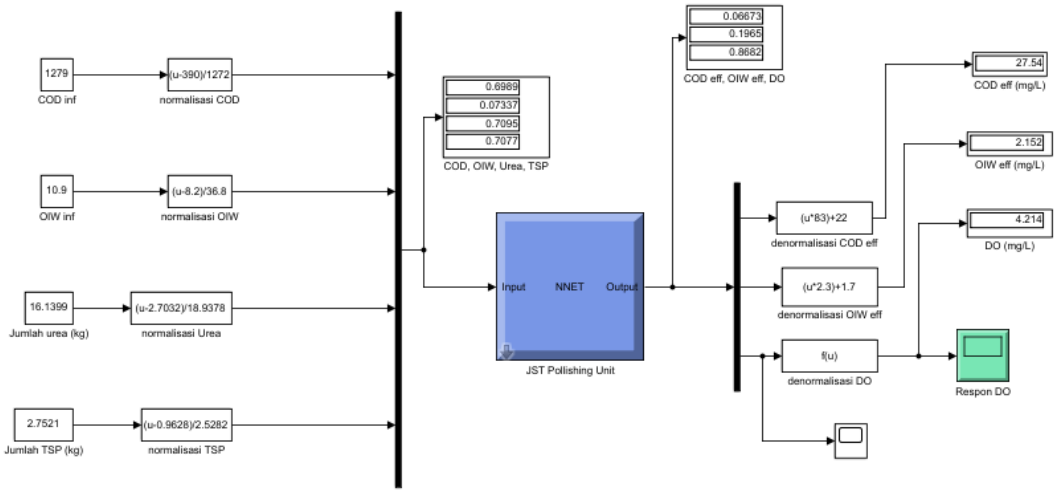
R. Uji open loop Polishing Unit 7



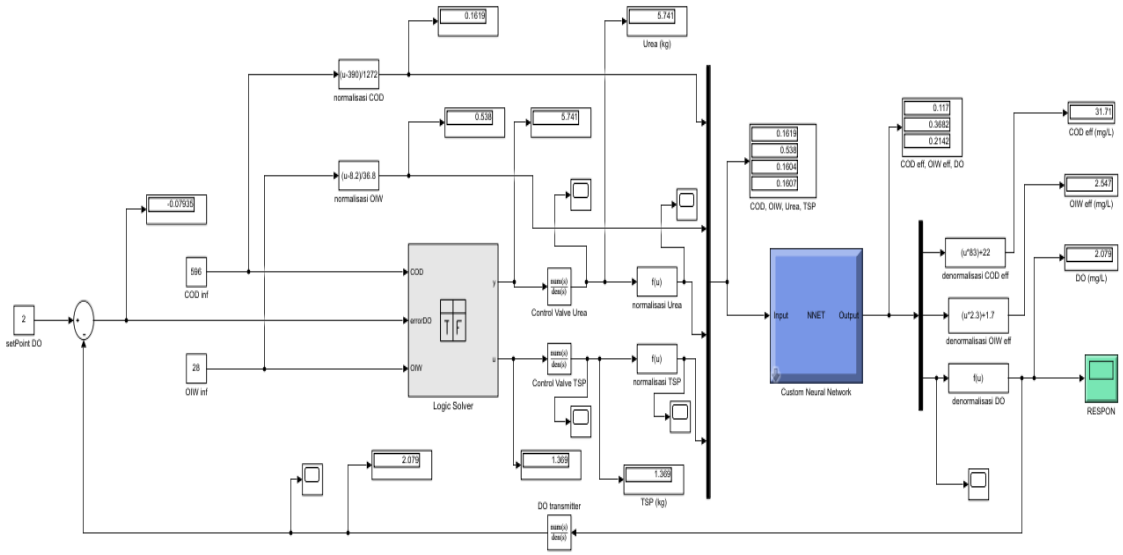
S. Uji open loop Polishing Unit 8



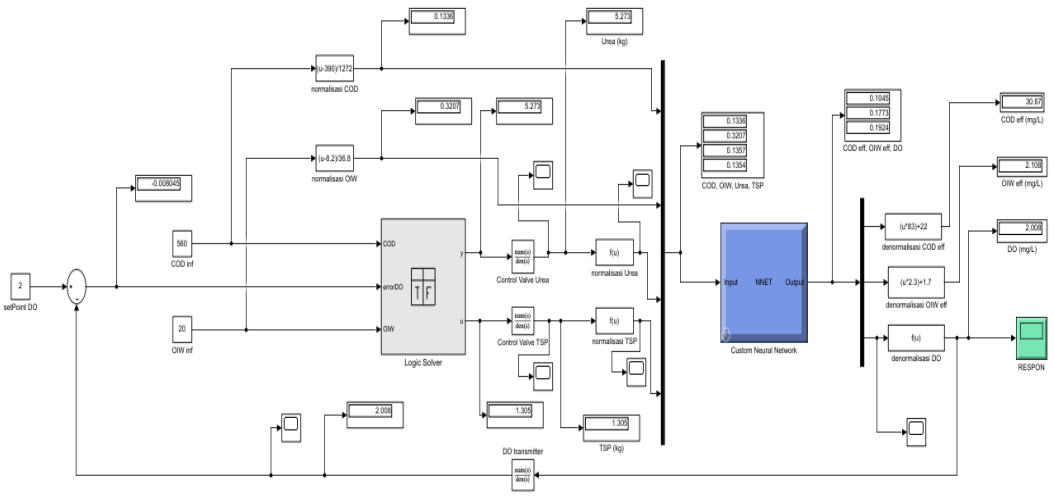
T. Uji open loop Polishing Unit 9



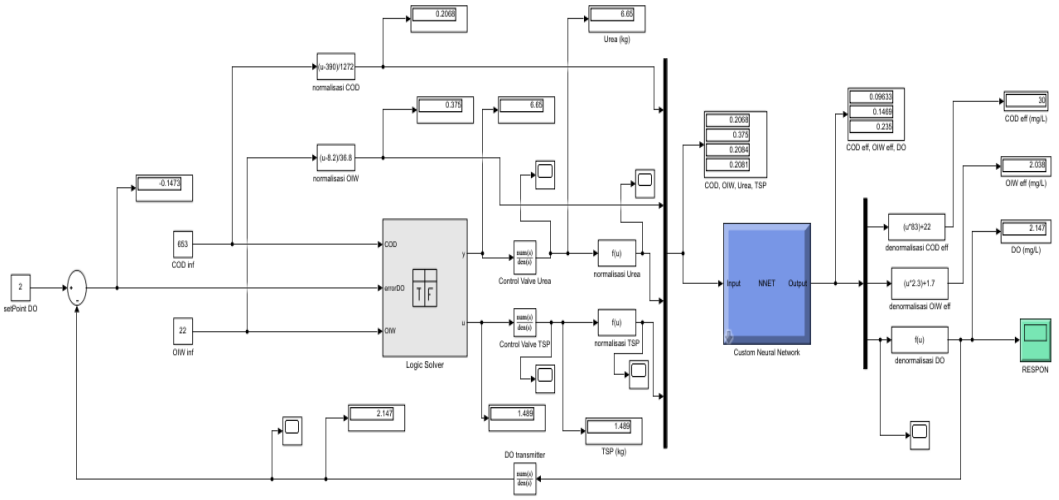
U. Uji close LOOP sistem pengendalian 1



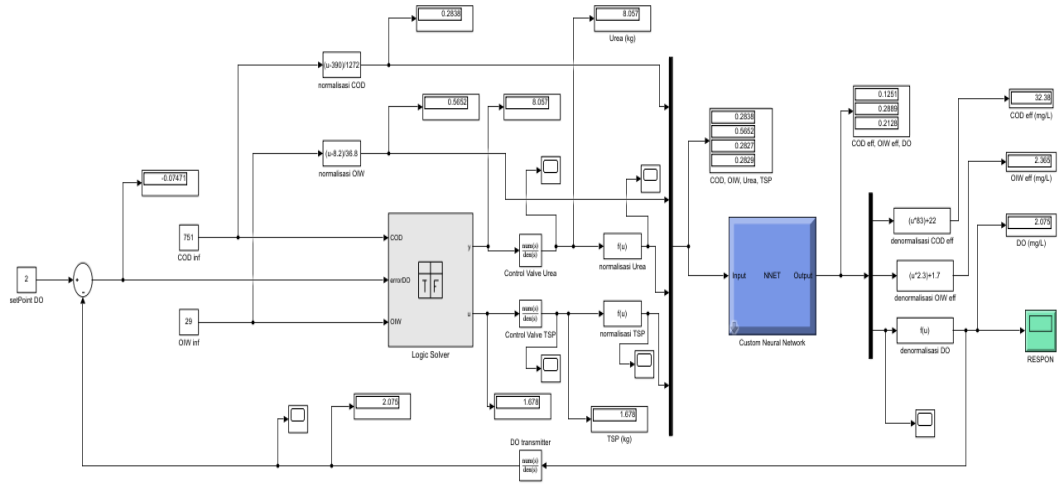
V. Uji close loop sistem pengendalian 2



W. Uji close loop Sistem pengendalian 3



X. Uji close loop sistem pengendalian 4



Y. Transkrip Wawancara dengan Bapak Kusnadi (Staff PT. Saka Indonesia Pangkah Limited)

Tempat: Sidoarjo

Tanggal/Waktu: 5 Juli 2020, pukul 15.00 - 17.00

Peneliti: 1. Hafidz Firmansyah Ghufara (P)

2. Rico Pardona Pardosi (P)

Narasumber: Kusnadi (N)

P:	Parameter operasional yang digunakan oleh operator dalam menentukan kondisi operasi *polishing* unit apa saja ya Pak?
N:	Parameternya ada beberapa, operator biasanya mengamati parameter fisis seperti *foaming, water/bacteria colour,* serta aerasi. Selain itu diamati pula parameter MLSS, COD, dan OIW.
P:	Perlakuan yang dilakukan oleh operator dalam menjaga kondisi operasi *polishing unit* apa saja ya pak?
N:	Operator bisa memberikan nutrisi berupa Urea dan TSP untuk memenuhi kebutuhan bakteri. Karena dalam menguraikan *produced water*, bakteri kan memerlukan nutrisi. Selain itu operator bisa mengatur laju aerasi dan *influent*.
P:	Berarti dalam menentukan dosis nutrisi, besar kilogram Urea atau TSP yang ditambahkan bergantung terhadap besar kecilnya parameter yang diamati oleh operator pak?
N:	Ya, betul.
P:	Kalau untuk parameter *water/bacteria colour*, saya lihat ada tiga warna, tiap warna itu menandakan apa ya pak?
N:	Nah jadi kan ada tiga warna ya. Kalau untuk *brown* itu menandakan bakteri masih sehat atau proses penguraian oleh bakteri lancar, kalau *yellow* menandakan bakteri sekarat atau proses penguraian mulai melambat. Terus terakhir *dark brown*, kadang saya nyebutnya *red brown*, itu menunjukkan bakteri sudah mati.
P:	Kalau standar perhitungan dosis nutrisi yang digunakan operator itu apakah ada *guideline* atau rumus yang digunakan?
N:	Ada nanti saya kirimi, namun untuk operasi sekarang, operator menggunakan pengalaman dan perkiraan dalam mengamati parameter. Karena sebelumnya saat menggunakan standar perhitungan, hasil *effluent* dari *polishing unit* kurang memenuhi. Selain itu juga terlalu boros dalam segi biaya pengeluaran untuk nutrisi.
P:	*Polishing unit* ini kan sebuah plant biologis pak, yang ketika diberikan perlakuan seperti penambahan nutrisi, efeknya tidak dapat diamati secara

	langsung beberapa detik kemudian. Nah waktu tunggu dari pengaruh nutrisi terhadap *effluent* itu berapa lama ya pak? Apakah dalam hitungan hari?
N:	Iya mas. Kalau untuk *effluent* OIW itu bisa diamati satu hari setelahnya. Soalnya dalam pengukuran nilai *effluent* sendiri juga diperlukan waktu yang lama. Contoh buat COD, itu sampelnya sewaktu di lab bisa memakan waktu hampir sehari kerja. Nah kalau buat COD *effluent*, pengamatannya dua hari sekali, dikarenakan perlu menghemat alat ujinya juga mas, sedangkan buat DO, pengamatannya satu hari setelahnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS

Rico Pardona Pardosi atau sering dipanggil Rico lahir di Garoga, 27 Januari 1998. Penulis merupakan anak pertama dari tujuh bersaudara. Penulis mengawali pendidikannya di SD Natumingka No 177660 Garoga, kemudian dilanjutkan di SMP Negeri 1 Garoga dan SMA Negeri 3 Tarutung, Sumatera Utara. Pada tahun 2016, penulis diterima sebagai mahasiswa baru Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) di Departemen Teknik Fisika. Selama mengenyam bangku kuliah, penulis menekuni bidang minat instrumentasi dan kontrol. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan selama kuliah diantaranya: panitia *event* nasional *Engineering Physics Week (EPW)* 2017-2018, panitia Piala Rektor (PIRES) 2018, ketua panitia Pemilihan Umum (Pemilu) Kahima HMTF 2019/2020. Disamping itu, penulis juga pernah aktif dalam beberapa organisasi yaitu staf MBP 2017/2018 dan organisasi luar kampus (Pemuda HKBP Manyar Surabaya 2019). Penulis juga pernah mengikuti beberapa kegiatan pelatihan dasar kampus seperti LKMM Pra-TD, PKTI-TD, dan LKMW-TD.

Email : pardosirico@gmail.com
HP/WA : 082294492763
Line : pardosirico
Instagram : ricoppardosi
Twitter : Rico Pardosi