

PENENTUAN KONSENTRASI KOAGULAN DAN PH OPTIMUM DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN

DETERMINING THE OPTIMUM COAGULANT CONCENTRATION AND PH IN WASTE WATER TREATMENT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL

Ulil Hamida

Sekolah Tinggi Manajemen Industri Jakarta, Kementerian Perindustrian
Jl. Letjend Suprpto No. 26 Cempaka Putih Jakarta Pusat, Indonesia
e-mail: ulil-h@kemenperin.go.id

diajukan:03/03/2014, direvisi: 01/04/2014, disetujui: 14/04/2014

ABSTRACT

Industrial growth in Indonesia not only causes positive impacts but also has a negative impact on the environment. Environmental pollution is caused by improper waste management. In reducing the impact of environmental pollution, enterprise uses chitosan as an alternative coagulant. From the obtained data, analysis is required to determine the coagulant concentration and pH of waste water. The analysis uses Artificial Neural Network (ANN), which is expected to provide a better model. ANN architecture used to conduct training is 2-9-1. With that architecture, performance (indicated by MSE) generated by the model from the training process is 0.0000015, while MSE resulting from the validation process is 0.016731. The concentration of chitosan coagulant recommended to obtain optimum results is greater than or equal to 500ppm. While the optimum pH value is greater than or equal to 9.

Keywords: waste treatment, concentration of coagulant, optimum pH, turbidity, chitosan, artificial neural network

ABSTRAK

Pertumbuhan industri di Indonesia yang meningkat selain memberikan manfaat positif juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan, tanah maupun udara. Pencemaran lingkungan tersebut salah satunya diakibatkan oleh pengolahan limbah yang tidak tepat. Dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan, perusahaan melakukan pengolahan dengan mencoba alternatif penggunaan koagulan kitosan. Dari data yang diperoleh, diperlukan analisis yang lebih mendalam untuk menentukan kadar konsentrasi koagulan dan pH limbah yang tepat untuk pengolahan tersebut. Dalam melakukan analisis digunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang diharapkan mampu memberikan model yang lebih baik. Arsitektur JST yang digunakan untuk melakukan training adalah 2-9-1. Dengan arsitektur tersebut, performansi (ditunjukkan dengan MSE) yang dihasilkan oleh model tersebut untuk proses training adalah 0,0000015, sedangkan MSE yang dihasilkan dari proses validasi adalah 0,016731. Konsentrasi koagulan kitosan yang disarankan untuk mendapatkan hasil optimum adalah menggunakan konsentrasi lebih besar atau sama dengan 500ppm. Sedangkan pH yang memberikan nilai optimum disarankan menggunakan pH lebih besar atau sama dengan 9.

Kata Kunci: pengolahan limbah, konsentrasi koagulan, pH optimum, turbiditas, kitosan, jaringan syaraf tiruan

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri di Indonesia didorong untuk mengalami kenaikan setiap tahunnya. Pertumbuhan tersebut diyakini bagi semua pihak dapat memberikan manfaat yang cukup besar bagi masyarakat dan negara. Meskipun demikian, keberadaan industri yang semakin banyak juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan perairan, tanah dan udara.

Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan oleh adanya berbagai industri adalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh pengolahan limbah yang tidak tepat. Salah satu jenis limbah yang banyak dihasilkan oleh industri adalah limbah berbentuk cairan. Pemerintah, khususnya Kementerian Lingkungan Hidup, berupaya untuk mengurangi dampak limbah industri dengan salah satunya menentukan syarat standar baku limbah olahan industri.

Standar tersebut tertuang dalam PerMen Lingkungan Hidup No. 3 Tahun 2010 dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, salah satu kriteria penting dalam standar mutu air hasil olahan industri adalah zat padat terlarut (TSS). Dalam memenuhi standar tersebut, salah satu proses yang dilakukan pada pengolahan limbah cair hasil produksi adalah dengan melakukan proses koagulasi/flokulasi. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah penentuan zat koagulan baik jenis dan kadar yang digunakan. Penggunaan zat koagulan berdasarkan pada jumlah dan kualitas air yang akan diolah, kekeruhan, metode penyaringan serta sistem pembuangan lumpur endapan. Jenis koagulan antara lain Alum (Aluminium Sulfat), Ferro Sulfat, dan Poly Aluminium Chlorida (PAC).

Tabel 1 Baku Mutu Air Limbah Kawasan Industri

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	pH	-	6-9
2	TSS	mg/L	150
3	BOD	mg/L	50
4	COD	mg/L	100
5	Sulfida	mg/L	1
6	Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	20
7	Fenol	mg/L	1
8	Minyak & Lemak	mg/L	15
9	MBAS	mg/L	10
10	Kadmium	mg/L	0,1
11	Krom Heksavalen (Cr ₆₊₊)	mg/L	0,5
12	Krom total (Cr)	mg/L	1
13	Tembaga (Cu)	mg/L	2
14	Timbal (Pb)	mg/L	1
15	Nikel (Ni)	mg/L	0,5
16	Seng (Zn)	mg/L	10
17	Kuantitas Air Limbah Maksimum	0,8 L perdetik per Ha Lahan	

Kitosan dapat digunakan sebagai koagulan. Kitosan memiliki keunggulan bersifat biokompatibel yang berarti sebagai polimer alam tidak mempunyai efek samping, tidak beracun, dapat dicerna dan mudah diuraikan oleh mikroba. Kitosan dapat digunakan sebagai koagulan karena

dapat mengikat lemak dan logam berat pencemar. Gugus amina yang dimilikinya terdiri dari unsur nitrogen (N) yang bersifat sangat reaktif dan bersifat basa. Limbah cair yang direaksikan dengan logam berat akan berubah menjadi koloid dan menjadi flok. Dengan keunggulan kitosan tersebut, dilakukan uji coba penggunaan kitosan sebagai koagulan dalam mengolah limbah yang dihasilkan. Penggunaan tersebut memerlukan analisis mengenai konsentrasi koagulan kitosan dan pH limbah yang tepat untuk dapat menghasilkan koagulasi yang optimum.

Dalam mendapatkan nilai konsentrasi koagulan dan pH tersebut, perusahaan melakukan percobaan dalam bentuk jar-test karena keterbatasan biaya dan waktu. Terkait dengan permasalahan tersebut, maka diperlukan analisis tambahan terhadap data percobaan yang diperoleh. Analisis tersebut diperlukan untuk mengetahui konsentrasi koagulan dan pH limbah yang memberikan hasil yang optimum. Dalam melakukan analisis terhadap data percobaan tersebut digunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan untuk mengetahui komposisi terbaik dari konsentrasi koagulan kitosan dan pH limbah untuk mendapatkan turbiditas terbaik dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)/*artificial neural network*(ANN).

Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk membangun arsitektur model JST untuk memprediksi tingkat konsentrasi koagulan kitosan dan pH cairan limbah untuk mendapatkan turbiditas terbaik. Pada penelitian ini juga dilakukan perancangan dan implementasi perangkat lunak untuk menerapkan arsitektur jaringan JST yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah implementasi, dilakukan penentuan konsentrasi koagulan kitosan dan pH cairan limbah untuk mendapatkan turbiditas terbaik dengan menggunakan JST

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan salah satu bagian dari pengembangan ilmu komputer dalam bidang intelejensia komputasional dan banyak diinspirasi oleh cara kerja otak manusia (Hamida & Suprayogi, 2012). Kemampuan untuk menangani banyak variabel dalam bentuk yang kompleks menyebabkan model JST dipakai untuk

menyelesaikan berbagai masalah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Nirmawaty (2013) mengemukakan bahwa JST memberikan hasil yang baik untuk melakukan deteksi kanker serviks pada citra hasil rekaman CT-Scan. Jaringan Syaraf Tiruan juga digunakan dalam peramalan produksi BAN GT3 (Fitrissia et al 2010), peramalan penjualan mobil (Pakaja et al, 2012) dan penentuan dosis tawas dalam pengolahan air bersih (Narita et al 2009). JST juga memberikan kinerja yang baik dalam memperkirakan produksi tebu pada PTPN IX (Kusuma et al 2011) dan pada penentuan merk (Suhari, 2010).

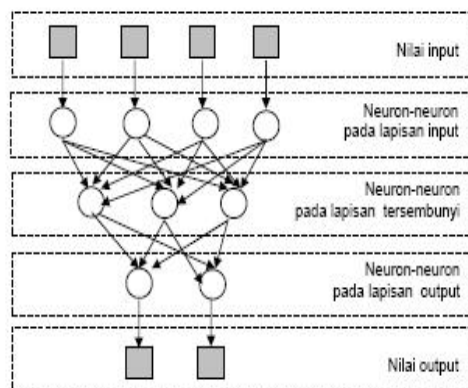
Berbeda dengan penentuan dosis koagulan dalam skala jar test, penentuan dosis koagulan dengan JST menggunakan model yang diharapkan dapat mendekati kondisi sebenarnya dan dapat memberikan hasil tanpa perlu menyiapkan percobaan. Permatasari et al (2013) menggunakan persamaan non linier dalam penentuan dosis tawas. Narita et al (2009) menggunakan JST untuk

Karakteristik ANN yang ditiru dari jaringan syaraf biologis adalah kemampuan belajar yang dimiliki manusia. Kemampuan ini adalah faktor utama yang membedakan sistem saraf tiruan dari aplikasi sistem pakar (expert system). Sistem pakar diprogram untuk membuat kesimpulan (inference) berdasarkan data atau pengetahuan dari lingkungan, sedangkan sistem saraf tiruan dapat menyesuaikan bobot node sebagai tanggapan atas input dan mungkin pada output yang diinginkan.

Aplikasi JST dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Beberapa penggunaan JST antara lain untuk estimasi/prediksi (aproksimasi fungsi, peramalan), pengenalan pola (klasifikasi, diagnosis dan analisis diskriminan), klustering (pengelompokan tanpa adanya pengetahuan sebelumnya), dan optimasi (pencarian solusi terhadap model linier dan non linier yang melibatkan variabel kontinyu/diskrit)

Beberapa bentuk jaringan pada JST terdiri dari yang paling sederhana hanya berupa satu layer (single layer), lalu meningkat lebih rumit menjadi layer majemuk (multiple layer) dan dapat berupa

jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*). Kemampuan jaringan tersebut berbeda-beda. Semakin rumit suatu jaringan, maka persoalan yang dapat diselesaikan menjadi lebih luas. Jaringan dengan layer kompetitif diperuntukkan untuk pencarian pola secara mandiri karena setiap neuron pada jaringan tersebut saling berkompetisi untuk mendapatkan hak aktif. Struktur jaringan yang umum digunakan adalah multilayer dan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jaringan Syaraf Tiruan (Kusumadewi & Hartati, 2010)

Pada JST yang dibangun diperlukan proses pembelajaran agar dapat menentukan bobot yang tepat pada setiap neuron. Pembelajaran pada JST terdiri dari dua macam yakni supervised learning (pembelajaran terawasi) dan unsupervised learning (pembelajaran tak terawasi).

Pada penelitian kali ini, proses pembelajaran yang digunakan adalah backpropagation yang merupakan salah satu jenis supervised learning. Proses pembelajaran sendiri diawali dari proses *feedforward*, dan kemudian dilanjutkan pada proses *backpropagation*. Setelah proses *backpropagation*, akan dilakukan pengecekan apakah nilai target *error* telah dicapai, jika target *error* telah dicapai, maka proses pembelajaran selesai, yang menghasilkan koreksi dari bobot jaringan. Jika tidak maka akan kembali ke proses *feedforward*. Hal ini akan terus berlangsung sampai menemukan nilai *epoch* maksimum.

Model jaringan syaraf tiruan memiliki kelemahan yaitu kemungkinan adanya over fitting. Overfitting terjadi bila penggunaan data untuk training, testing dan validasi tidak

sebanding (proportional). Hal ini dapat dihindari dengan menggunakan k-fold validasi silang.

Kelemahan berikutnya adalah sifat jaringan syaraf tiruan berupa *black box thinking*, yaitu hubungan antara variabel input dan output tidak dijelaskan penyebabnya. Sedangkan perbedaan pokok antara jaringan syaraf dengan model regresi adalah kemampuan jaringan syaraf tiruan untuk menghitung bobot setiap data dalam layar yang tersembunyi dan digunakan terus pada layar selanjutnya untuk mendapatkan output. Dalam melakukan proses validasi k-fold dapat digunakan langkah-langkah yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Proses validasi k-fold dilakukan sebagai berikut yakni (1) melakukan pembagian data yang tersedia menjadi bagian untuk training, validasi dan testing, (2) memilih arsitektur dan parameter training, (3) melakukan training model yang dipilih menggunakan data yang sudah ditentukan, (4) mengevaluasi model menggunakan data validasi, (5) mengulangi langkah 2 s/d 4 dengan menggunakan arsitektur dan parameter yang berbeda, (6) memilih arsitektur terbaik dari proses training dan validasi, (7) mengimplementasikan arsitektur jaringan yang dipilih dengan data testing.

METODE

Bahan

Bahan/ data yang diperlukan pada penelitian ini meliputi kadar konsentrasi koagulan, pH air limbah dan turbiditas. Data penelitian diperoleh dari Waste Water Treatment Plant (WWTP) yang dimiliki oleh PT XYZ. Selama ini penelitian yang dilakukan masih dalam skala jar test. Penelitian yang dilakukan berada di rentang konsentrasi koagulan dari 250 ppm hingga 500 ppm. PH limbah diatur dari rentang 5 hingga 9. Dari percobaan yang dilakukan diperoleh data pada Tabel 2. Data penelitian tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan metode jaringan syaraf tiruan.

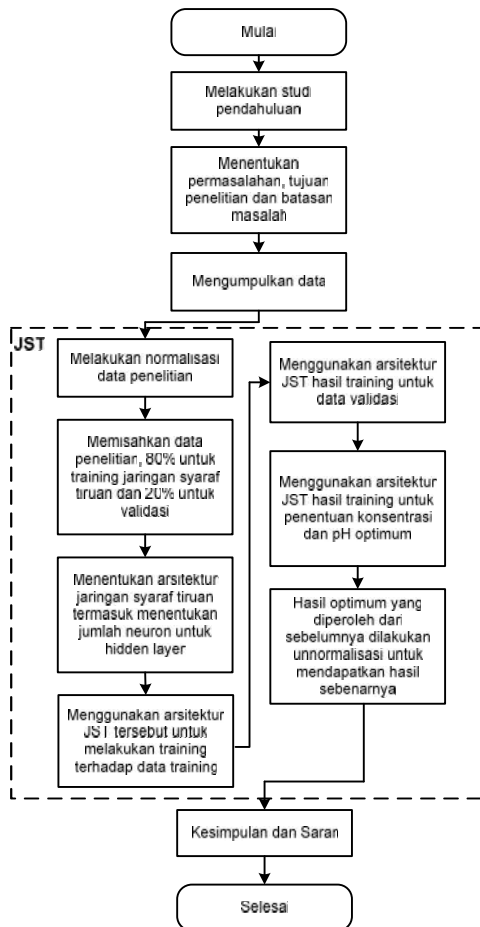
Tabel 2 Data Penelitian

Konsentrasi koagulan (ppm)	pH	Turbiditas (NTU)
250	5	35.4
250	6	20.5
250	7	21.5
250	8	10.2
250	9	7.04
300	5	38.6
300	6	19.2
300	7	18.3
300	8	17.4
300	9	8.73
350	5	38.7
350	6	20.6
350	7	21.8
350	8	18.8
350	9	3.88
400	5	40.9
400	6	18.8
400	7	19.6
400	8	10.86
400	9	9.52
450	5	14.1
450	6	20.9
450	7	19.6
450	8	8.64
450	9	3.42
500	5	13.8
500	6	17.7
500	7	24.5
500	8	18.9
500	9	2.42

Sumber: PT XYZ, 2013

Metode yang digunakan dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 2. Langkah tersebut antara lain: studi pustaka, pengumpulan data dari waste water treatment plant (WWTP). Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan data awal sebelum kemudian dilakukan perancangan model JST. Setelah model JST diketahui, dilakukan implementasi dengan program Matlab, dan diakhiri dengan simulasi yang digunakan untuk menentukan kadar

konsentrasi koagulan dan pH optimum dalam pengolahan limbah.



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah

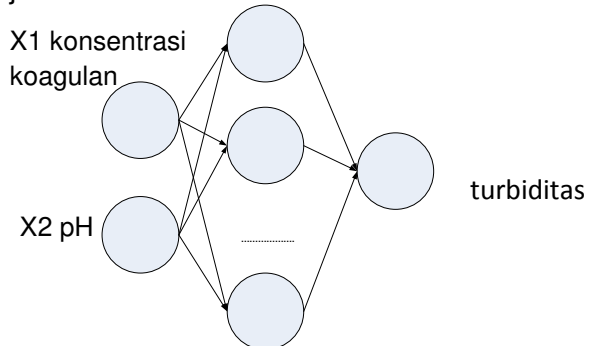
Dengan menggunakan data percobaan yang terdiri dari 3 variabel yaitu konsentrasi koagulan, pH limbah dan turbiditas maka dibuat model jaringan syaraf tiruan. Dua faktor yang menjadi input pada jaringan adalah konsentrasi koagulan dan pH limbah. Sebagai output dari jaringan tersebut adalah turbiditas. Model tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.

Penjelasan dari kerangka pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

Pembagian Data Training dan Validasi

Setelah data penelitian dinormalisasi, selanjutnya, data seluruh data variabel dibagi menjadi dua yaitu data yang digunakan untuk melakukan training JST (data *in-sample*) data yang digunakan untuk validasi (data *out-sample*). Data yang

digunakan untuk melakukan training merupakan 80% dari jumlah data yaitu 24 data, dan data yang digunakan validasi sejumlah 6 data.



Gambar 3. Pemodelan Penentuan Konsentrasi Koagulan dan pH pada Pengolahan Limbah

$$\hat{X}_i = \frac{X_i - \text{Min}(X_i)}{\text{Max}(X_i) - \text{Min}(X_i)} \dots \dots \dots (1)$$

Penentuan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Arsitektur yang dipilih untuk JST pada penelitian ini merupakan arsitektur dengan 3 layer. Layer pertama merupakan layer input, layer kedua merupakan hidden layer, dan layer ketiga merupakan output layer.

Layer input memiliki neuron sebanyak variabel input yaitu 2. Layer output memiliki neuron sebanyak 1 yaitu variabel output. Pada hidden layer, harus ditentukan jumlah layer yang dapat memberikan performansi terbaik pada jaringan.

Untuk menentukan jumlah neuron pada hidden layer, dilakukan simulasi dengan menggunakan jumlah neuron yang bervariasi pada hidden layer yaitu 1 hingga 10. Hidden layer yang memiliki performansi terbaik ditunjukkan dengan nilai MSE yang paling baik.

Simulasi dengan Arsitektur JST terbaik

Arsitektur JST yang diperoleh pada proses sebelumnya kemudian digunakan untuk melakukan training dengan data training yang telah ditentukan. Setelah training dilakukan, data validasi kemudian digunakan dalam jaringan tersebut. Setiap pengolahan tersebut kemudian dicatat

performansinya dengan ukuran MSE (*Mean Squared Error*).

Simulasi Penentuan Konsentrasi Koagulan dan pH Optimum

Setelah mendapatkan jaringan syaraf tiruan yang dianggap baik untuk memodelkan hubungan antara konsentrasi koagulan, pH dan turbiditas setelah pengolahan, maka dilakukan simulasi untuk menentukan konsentrasi koagulan dan pH optimum.

Simulasi dilakukan dengan menyiapkan data yang dirancang sedemikian rupa untuk memungkinkan tercakupnya seluruh kemungkinan komposisi konsentrasi koagulan dan pH pada rentang yang diinginkan.

Unnormalisasi Data Hasil Simulasi

Kombinasi konsentrasi dan pH dianggap optimum apabila menghasilkan nilai mendekati 0 pada simulai sebelumnya. Akan tetapi data yang diperoleh merupakan bukan data sebenarnya karena masih dalam rentang normalisasi JST.

Untuk mendapatkan data sebenarnya dilakukan unnormalisasi dengan rumus sebagai berikut:

$$X_i = \hat{X}_i(\text{Max}(X_i) - \text{Min}(X_i)) - \text{Min}(X_i) \dots\dots\dots(2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab yang menyediakan fasilitas modul *Artificial Neural Network*.

Langkah pertama dalam pengolahan data adalah dengan melakukan normalisasi pada data yang dimiliki untuk mendapatkan input yang memiliki rentang dari -1 hingga 1 sebagai syarat dari input pada jaringan syaraf tiruan. Normalisasi ini diterapkan untuk seluruh data baik konsentrasi koagulan, pH limbah maupun turbiditas.

Normalisasi Data Penelitian

Normalisasi data dilakukan dengan memasukkan data penelitian pada Tabel 2

ke dalam persamaan 1. Hasil normalisasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Mencari Jumlah Neuron yang Tepat untuk Hidden Layer

Setelah normalisasi input, langkah selanjutnya adalah mencari jumlah neuron yang tepat untuk digunakan pada hidden layer di jaringan JST. Caranya adalah dengan mencoba satu persatu jaringan dengan hidden layer 1 hingga hidden layer ke 10. Pencarian tersebut menghasilkan data pada Tabel 4.

Dari tabel tersebut diperoleh bahwa jumlah neuron pada hidden layer yang memberikan nilai MSE terkecil adalah 9 neuron. Berdasarkan hal tersebut maka arsitektur yang digunakan untuk melakukan training pada jaringan syaraf tiruan untuk persoalan tersebut adalah 2-9-1.

Menggunakan JST untuk Data Validasi

Untuk menghindari kondisi overfitting yang dihasilkan dari pemodelan JST, maka digunakan metode k-fold yang membagi data training dan data validasi.

Data yang diperoleh dari pencarian perbandingan yang tepat tercantum pada Tabel 5.

Melakukan Simulasi untuk Menentukan Konsentrasi Koagulan dan pH Optimum

Setelah data training digunakan untuk menentukan jaringan JST yang digunakan, maka jaringan tersebut kemudian digunakan untuk menentukan konsentrasi koagulan dan pH optimum.

Data konsentrasi koagulan yang digunakan sebanyak 21 data dengan interval dari 200 ppm hingga 700 ppm. Data pH yang digunakan berkisar dari 0 hingga 10. Dari dua jenis data tersebut menghasilkan 231 (21 x 11) buah kombinasi data yang menjadi input dari JST yang telah dibuat.

Hasil simulasi dari data tersebut diperoleh dan menghasilkan kombinasi yang memberikan turbiditas optimum (lihat Tabel 6).

Tabel 3 Normalisasi Data Penelitian

Konsentrasi koagulan (ppm)	pH	Turbiditas (NTU)
0.1	0.5	0.3540
0.1	0.6	0.2050
0.1	0.7	0.2150
0.1	0.8	0.1020
0.1	0.9	0.0704
0.2	0.5	0.3860
0.2	0.6	0.1920
0.2	0.7	0.1830
0.2	0.8	0.1740
0.2	0.9	0.0873
0.3	0.5	0.3870
0.3	0.6	0.2060
0.3	0.7	0.2180
0.3	0.8	0.1880
0.3	0.9	0.0388
0.4	0.5	0.4090
0.4	0.6	0.1880
0.4	0.7	0.1960
0.4	0.8	0.1086
0.4	0.9	0.0952
0.5	0.5	0.1410
0.5	0.6	0.2090
0.5	0.7	0.1960
0.5	0.8	0.0864
0.5	0.9	0.0342
0.6	0.5	0.1380
0.6	0.6	0.1770
0.6	0.7	0.2450
0.6	0.8	0.1890
0.6	0.9	0.0242

Tabel 4 Pencarian Jumlah Hidden Layer

Jumlah Layer	MSE
1	0,003
2	0,0008
3	0,0007
4	0,00018
5	0,00013
6	0,000024
7	0,0000094
8	0,0000036
9	0,0000015
10	0,0000021

Tabel 5 Hasil MSE yang diperoleh dari Proses Training dan Proses Validasi

MSE Training	MSE Validasi
0,0000015	0,016731

Melakukan Unnormalisasi Data

Sebagai tahap akhir dari simulasi menggunakan jaringan syaraf tiruan tersebut adalah mengubah data normalisasi tersebut menjadi data sebenarnya dengan unnormalisasi. Unnormalisasi dilakukan dengan memasukkan data pada Tabel 6 dalam persamaan 2. Hasil dari unnormalisasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6 Data Hasil Simulasi dengan Turbiditas Rendah

Konsentrasi koagulan (ppm)	pH	Turbiditas (NTU)
0.65	1	0
0.7	1	0
0.75	0.9	0
0.75	1	0
0.8	0.9	0
0.8	1	0
0.85	0.8	0
0.85	0.9	0
0.85	1	0
0.9	0.8	0
0.9	0.9	0
0.9	1	0
0.95	0.8	0
0.95	0.9	0
0.95	1	0
0.95	0.7	0.0001
0.7	0.9	0.0003
0.8	0.8	0.0005
0.9	0.7	0.0012
0.65	1	0.0015
0	0.9	0.0071
0.65	0.9	0.0087
0.55	1	0.0161
0.6	0.9	0.0206
0	1	0.0221

Dari data, beberapa kombinasi konsentrasi dan pH dapat digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu konsentrasi di atas 500 ppm, PH antara 9 hingga 10.

Perbandingan Antara Hasil Model Jaringan Syaraf Tiruan dengan Hasil Aktual

Hasil simulasi, terdapat komposisi konsentrasi koagulan dan pH limbah yang memberikan turbiditas baik (Tabel 7). Dibanding dengan hasil Jar test, diperoleh komposisi yang memiliki nilai konsentrasi koagulan dan pH limbah mendekati rentang percobaan (data training), Tabel 2, seperti pada no 22, 23 dan 24 memberikan hasil yang sesuai. Sedangkan komposisi yang jauh dari rentang percobaan memberikan hasil tidak sama dengan hasil simulasi.

Berdasarkan kondisi tersebut, saat terdapat data baru, dilakukan training model JST kembali untuk menghasilkan model yang lebih baik. Demikian seterusnya, sehingga model yang dihasilkan semakin sesuai dengan kondisi aktual.

Tabel 7 Data Hasil Unnormalisasi

No	Konsentrasi koagulan (ppm)	pH	Turbiditas (NTU)
1	525	10	0
2	550	10	0
3	575	9	0
4	575	10	0
5	600	9	0
6	600	10	0
7	625	8	0
8	625	9	0
9	625	10	0
10	650	8	0
11	650	9	0
12	650	10	0
13	675	8	0
14	675	9	0
15	675	10	0
16	675	7	0.01
17	550	9	0.03
18	600	8	0.05
19	650	7	0.12
20	525	10	0.15
21	200	9	0.71
22	525	9	0.87
23	475	10	1.61
24	500	9	2.06
25	200	10	2.21

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan antara lain: model JST untuk pencarian konsentrasi koagulan dan pH yang optimum dalam pengolahan air limbah memiliki 2 input variabel yaitu konsentrasi koagulan dan pH. Variabel output yang dimiliki adalah turbiditas sebagai salah satu indikator dalam waste water treatment. MSE yang dihasilkan JST pada proses training adalah 0,0000015, sedangkan MSE yang dihasilkan dari proses validasi adalah 0,016731. Berdasarkan MSE tersebut, performansi JST cukup baik. Konsentrasi koagulan kitosan yang disarankan untuk mendapatkan hasil optimum adalah menggunakan konsentrasi lebih besar atau sama dengan 500ppm. Sedangkan pH yang memberikan nilai optimum disarankan menggunakan pH lebih besar atau sama dengan 9. Konsentrasi koagulan. Berdasarkan perbandingan hasil simulasi dengan jar test diketahui bahwa hasil yang sesuai dengan aktual diperoleh saat nilai konsentrasi koagulan dan pH yang digunakan mendekati nilai yang digunakan pada saat training.

SARAN

JST memiliki kelemahan yang sangat harus diperhatikan yaitu overfitting. Untuk mengurangi kesalahan yang dihasilkan akibat overfitting ini data yang digunakan harus cukup banyak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan sebesar-besarnya kepada Bagian WWTP PT XYZ yang telah membantu dalam mendapatkan data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Fitrisia. Adiwijaya & Rakhmatsyah, A. 2010. Prediksi Produksi BAN GT3 Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Resilient Propagation dan Weight-Elimination. *Makalah dalam Konferensi Nasional Sistem dan*

- Informatika*. Bali: STIMIK STIKOM Bali.
- Hamida, U., Suprayogi. 2012. Pendekatan Non Parametrik dan Artificial Neural Network untuk Sistem Peringatan Dini Krisis Komoditas Crude Palm Oil. *Seminar Diseminasi Hasil Penelitian Kementerian Perindustrian dan Pusdiklat Desember 2012*.
- Kusumadewi, Sri & Hartati, Sri. 2010. *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf* Edisi 2. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusuma I,W & Abadi A,M. 2011. Aplikasi Model Backpropagation Neural Network untuk Perkiraan Produksi Tebu pada PT. Perkebunan Nusantara IX. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Yogyakarta* 3 Desember 2011 ISBN 978 – 979 – 16353 – 6 – 3
- Narita,K, dkk. 2009. *Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Penentuan Dosis Tawas pada Proses Koagulasi Sistem Pengolahan Air Bersih*. Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nirmawaty, D.A., Suhariningsih, & Saraswati, D.A. 2013 Deteksi Kanker Serviks (Carsinoma Serviks Uteri) pada Citra Hasil Rekaman CT-Scan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Fisika dan Terapannya* Vol.1, No.2, April 2013.
- Pakaja F., Naba A., & Purwanto. 2012. Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor. *Jurnal EECCIS* Vol. 6, No. 1, Juni 2012
- Permatasari, T,J & Apriliani, E. 2013. Optimasi Penggunaan Koagulan Dalam Proses Penjernihan Air *Jurnal Sains dan Seni Pomits* Vol. 2, No.1, (2013) 2337-3520 (2301-928X Print)
- Permen KLH No 03 Thn 2010. Diakses dari: <http://blh.jogjaprov.go.id/%20wp-content/uploads/Permen-No.13-thn-2010-UKL-UPL.pdf> (September 2014)
- Suhari, 2010. Jaringan Syaraf Tiruan : Aplikasi Pemilihan Merek, *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* Volume XV No.2, Juli 2.

