

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemodelan Lingkungan

Model dapat diartikan sebagai penggambaran, penyederhanaan, miniatur, atau peniruan. Pemodelan lingkungan adalah penggambaran proses lingkungan beserta hubungan antar komponen atau variabel pembentuknya menggunakan representasi logika dan matematika. Pemodelan merupakan salah satu cabang dari analisis ilmiah. Kegiatan pemodelan meliputi pembuatan konsep, pengorganisasian, komunikasi, pemahaman, analisis, uji coba pengukuran lapangan, ramalan, prediksi, peringatan dini (*early warning*), dan optimasi pengambilan keputusan (Asep, 2012).

Pemodelan dapat dipergunakan untuk membantu menjelaskan fenomena fisik, kimia, dan biologi yang mungkin terjadi dalam proses tersebut. Model merupakan perumusan matematika dari proses-proses fisika/kimia/biologi suatu fenomena alam, sehingga jika dimasukkan data-data penunjang, kemudian dihitung dengan metode perhitungan tertentu, akan dapat dihasilkan gambaran proses secara keseluruhan. Kelebihan model adalah model dapat digunakan sebagai sarana simulasi, sehingga dengan model kita dapat memperkirakan, memprediksi dan mempelajari berbagai kemungkinan yang dapat terjadi jika berbagai skenario diaplikasikan dalam model tersebut (Asep, 2012).

2.2 Tahapan Pemodelan

Pemodelan yang berkaitan dengan lingkungan terbagi melalui tahapan-tahapan dalam menentukan nilai model. Tahapan dalam membangun model pada dasarnya terbagi menjadi empat yaitu mengidentifikasi dan menentukan spesifikasi permasalahan, pengembangan model, mengevaluasi model dan mengaplikasikan model. Pengidentifikasian dan menspesifikasikan suatu masalah merupakan langkah awal dalam menentukan keputusan yang akan diambil dan sejalan dengan tujuan yang diinginkan. Pengembangan model dilakukan secara konseptual untuk merepresentasikan suatu data dalam kajian matematis, sehingga diperoleh hasil model. Evaluasi model merupakan tahapan untuk menguji kebenaran dari hasil

pemodelan melalui tahapan verifikasi untuk mengetahui besar kesalahan yang terjadi, sedangkan pengujian hasil *output* model dilakukan dengan membandingkannya menggunakan data empiris untuk mengetahui tingkat keakurasian hasil model dengan hasil pengujian. Tahapan terakhir, model dapat diaplikasikan dan hasilnya dianalisa untuk memberikan informasi prediksi atau informasi lain sesuai dengan tujuan pengembangan model (EPA, 2009).

2.3 Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

ANN merupakan sebuah sistem pemrosesan dengan karakteristik hampir sama dengan jaringan syaraf biologi. Sistem ini mewakili tiruan otak manusia dengan terdapat berjuta-juta sel syaraf (neuron). Berfungsi dalam memproses informasi. Neuron pada biologi memiliki karakteristik yang sama dalam ANN. Perbedaan neuron dalam biologi dengan ANN adalah neuron dalam ANN terdiri dari kelompok-kelompok dengan sebutan layer. Sifat dari setiap layer memiliki keterkaitan satu sama lain dengan jarak yang saling berdekatan. Kemampuan hubungan setiap layer diwakilkan dengan bobot. Pada umumnya ANN memiliki tiga layer yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Layer *input* meliputi neuron-neuron penerima data *input* yang berasal dari lingkungan luar. Data *input* dijadikan sebagai gambaran dari suatu masalah. Layer tersembunyi berperan sebagai neuron-neuron penerima masukan dari layer *input*. Kemudian *output* dibawa menuju layer berikutnya. Lapisan *output* ini disebut dengan unit-unit *output* yang berasal dari layer tersembunyi untuk dikirimkan kepada pengguna (Dharma dkk., 2011).

ANN yang sistem kerjanya penyederhanaan dari sistem saraf biologis yang sangat kompleks memiliki keterkaitan satu sama lain, sehingga berkemampuan untuk melakukan pembelajaran yang akan digunakan untuk perhitungan kompleks (Rajasekaran dan Pai, 2007).

Keunggulan metode *artificial neural network* (ANN) memiliki kemampuan dalam memodelkan data yang linier maupun non linier. Persamaan sigmoid sebagai fungsi aktivasi dalam pemodelan *artificial neural network* (ANN) berfungsi untuk mengaktifkan jaringan saraf tiruan tersebut. Fungsi sigmoid yang digunakan adalah

fungsi sigmoid biner. Fungsi sigmoid biner merupakan fungsi aktivasi yang menggunakan konsep nilai hampiran dengan kesalahan kecil (tingkat akurasi yang baik). Fungsi ini memiliki interval *output* 0 hingga 1 (Pratikno dkk., 2015).

Keunggulan lain yang dimiliki oleh ANN menurut (Sutojo dkk., 2010) meliputi :

1. *Adaptive*, sistem kerja ANN ditentukan dari data yang diberikan
2. *Self organisation*, ANN berkemampuan untuk membuat representasi berdasarkan informasi yang diberikan
3. *Real time operation*, perhitungan bisa dikerjakan secara paralel.

Selain kelebihan, ANN juga memiliki kelemahan menurut (Sutojo dkk., 2010) yaitu :

1. Tidak efektif untuk digunakan pada pengoperasian numerik yang memiliki presisi tinggi
2. Tidak efektif apabila digunakan dalam mengoperasikan aritmatik, logika, algoritma dan simbolis
3. Jumlah data yang banyak dapat menyebabkan proses pelatihan berlangsung sangat lama.

Backpropagation adalah salah satu algoritma yang banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang rumit. Algoritma *backpropagation* di dalamnya *input* akan dilewati melalui lapisan-lapisan sampai hasil akhir terhitung. Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan *output* nyata sebagai proses mencari kesalahan. Kesalahan yang ditemukan akan disebarkan kembali ke *input* agar nilai bobot dapat disesuaikan dan membias pada setiap lapisan. Proses belajar dapat dipercepat dengan menyesuaikan laju pembelajaran dan momentum dalam algoritma *backpropagation* (Agarkar dan Ghatol, 2010).

RMSE (*root mean square error*) pada dasarnya digunakan sebagai studi untuk mengevaluasi suatu model. Sejauh ini RMSE telah digunakan dalam metrik standar statistik pengukuran model penelitian kualitas udara dan iklim. RMSE memiliki tingkat sensitif yang tinggi terhadap data *outlier* dan keuntungan yang diperoleh adalah RMSE menghindari penggunaan nilai yang bersifat absolut (Chai, T. dan Draxler, R, R., 2014).

RMSE memiliki rentang nilai untuk mendefinisikan besar kesalahan dari hasil pemodelan sehingga dapat disimpulkan. Rentang nilai RMSE 1 mencerminkan bahwa kemampuan model buruk dalam memprediksi parameter *output*. Model dikatakan baik untuk bisa memprediksi parameter *output* haruslah bernilai kecil yaitu $<0,3$ (Veerasamy dkk., 2011).

Koefisien determinasi (R^2) dijadikan sebagai alat ukur untuk mengetahui kemampuan model dalam menjelaskan variabel dependen yang bervariasi. Rentang nilai R^2 adalah nol hingga satu yang mana semakin mendekati nol maka variabel independen berkemampuan terbatas dalam menerangkan variabel dependen yang bervariasi. Nilai R^2 yang mendekati satu mengartikan variabel independen dapat menginformasikan hampir keseluruhan hal-hal yang dibutuhkan untuk melakukan prediksi terhadap variabel dependen (Ghozali, 2012).

R^2 memiliki rentang nilai untuk mendefinisikan besar kelinieritas suatu data. Rentang nilai R^2 dimulai dari $< 0,3$ yang mencerminkan kelinieritasnya sangat lemah. R^2 dengan nilai $0,3 < r < 0,5$ linieritasnya rendah, R^2 dengan nilai $0,5 < r < 0,7$ linieritasnya sedang dan R^2 dengan nilai $r > 0,7$ linieritasnya kuat (Moore dkk., 2013).

2.4 Kasus Pencemaran di Sungai Code

Penelitian sebelumnya menggambarkan kondisi Sungai Code yang sangat memprihatinkan dengan warna air yang sangat keruh, berasa dan bau. Hasil pengujian yang dilakukan oleh Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular (BBTKL) Yogyakarta menemukan bahwa sumur warga disekitar dan air Sungai Code mengandung parameter mangan sebesar 0,66 mg/l. Parameter lain yang terkandung dalam sampel uji adalah nitrat sebesar 0,97 mg/l. Kebiasaan membuang limbah domestik ke sungai menjadi alasan terjadinya pencemaran oleh bakteri *E.Coli* (Puspitasari, 2009).

Penelitian lain tentang kajian kualitas air Sungai Code, menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran. Kesimpulan tersebut didasari oleh hasil pengujian yang telah dilakukan pada 10 titik pengambilan sampel. Parameter COD dari keseluruhan sampel memiliki kadar minimum 0,26 mg/l dan maksimum sebesar 13,7 mg/l.

Peningkatan kadar COD terjadi pada bagian hilir sungai karena area hilir sungai terdapat banyak kegiatan perindustrian, pencucian komersial, perhotelan, limbah pupuk dan limbah rumah tangga. Melihat kondisi sungai yang tercemar, penelitian dilanjutkan untuk mengetahui keragaman hayati Sungai Code. Didapatkan nilai C=1 yang artinya tidak terdapat spesies yang dominan dalam ekosistem (Imroatushshoolikhah, 2013).

2.5 Chemical Oxygen Demand dan Biological Oxygen Demand

COD menunjukkan banyaknya kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk melakukan penguraian seluruh bahan-bahan organik dalam air baik yang *degradable* maupun yang *non degradable*. Tingginya kandungan COD menandakan bahwa terdapat banyak bahan-bahan organik di dalamnya (Atima, 2015).

Pengujian COD sangat cocok untuk diterapkan, sebab kandungan bahan-bahan organik yang terdapat di dalam perairan sangat beragam serta memiliki sifat-sifat yang berbeda. Terdapat bahan-bahan organik dalam perairan yang sangat resisten terhadap mikroorganisme, sehingga tidak dapat diasumsikan kadarnya menggunakan konsentrasi BOD. Bahan-bahan organik yang resisten terhadap degradasi secara biologis meliputi selulosa, tanin, lignin, fenol, polisakarida, benzena dan lain sebagainya (Effendi, 2012).

Metode pengukuran COD berdasarkan bahwa hampir seluruh bahan organik dapat terdegradasi menjadi karbon dioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat dalam keadaan asam. Umumnya oksidator yang digunakan adalah kalium dikromat dengan perkiraan jumlah bahan organik yang teroksidasi mencapai 95% - 100% (Effendi, 2012).

Namun, pengujian COD masih belum dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahan organik yang bersifat sangat mudah menguap. Beberapa bahan organik tersebut seperti glukosa dan lignin yang akan teroksidasi secara sempurna. Lain halnya dengan asam amino yang akan teroksidasi menjadi amonia nitrogen dan nitrogen organik menjadi nitrat (Effendi, 2012)

BOD adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Salmin, 2000). Secara tidak langsung nilai BOD menunjukkan jumlah bahan organik yang terdapat di dalam perairan, sebab dalam proses degradasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air secara aerob mikroba membutuhkan oksigen (Effendi, 2012).

Keterbatasan pengujian konsentrasi BOD hanya pada penggambaran bahan organik yang dapat didegradasi secara biologis. Bahan-bahan organik yang mampu didegradasi oleh mikroba meliputi glukosa, kanji, protein, aldehida, lemak, ester dan lainnya. Umumnya proses oksidasi bahan organik membutuhkan waktu lama dan terdapat bahan organik yang proses pendegradasiannya secara biologis berlangsung lambat seperti selulosa. Pengujian BOD dalam tahapan inkubasi selama ini berlangsung selama lima hari dan dianggap cukup. Jumlah bahan organik yang mampu teroksidasi selama lima hari diperkirakan sebesar 70% - 80 % (Effendi, 2012).

Proses oksidasi dalam suatu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, sehingga nilai BOD juga akan terpengaruh. Faktor-faktor tersebut meliputi densitas plankton, jenis dan kandungan bahan organik, keberadaan mikroba dan suhu. Kandungan bahan organik pada perairan alami umumnya berasal dari pembusukan tumbuhan. Kisaran BOD pada perairan alami berkisar 0,5 hingga 7 mg/l, sedangkan perairan dengan nilai BOD lebih dari 10 mg/l telah dianggap tercemar (Effendi, 2012).

Hasil pengukuran COD akan selalu melebihi nilai BOD, hal ini disebabkan oleh senyawa an-organik dapat dioksidasi dalam proses. Kadar COD dalam perairan yang tidak tercemar pada umumnya berada pada kisaran <20 mg/l. Kelebihan dari pengukuran COD dibandingkan dengan BOD adalah dapat menguji air yang sangat beracun. Pengujian BOD tidak dapat menguji air beracun karena akan menyebabkan bakteri akan mati dan membutuhkan waktu pengujian lebih singkat selama 3 jam (Rahmawati, 2011).

Keberadaan COD dan BOD yang tinggi dalam perairan sungai dapat menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi DO. Rendahnya konsentrasi DO

dalam perairan sungai berimplikasi pada terganggunya kehidupan organisme di dalamnya, bahkan akan menyebabkan kematian pada komunitas sungai (Wijaya, 2009).

2.6 Parameter yang Mempengaruhi COD dan BOD

Nilai pH dan oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang menjadi indikator kesehatan ekosistem perairan. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH di perairan waduk stabil pada nilai 8 yang menunjukkan perairan memiliki pH sedikit basa. Nilai ini masih memenuhi baku mutu. Rentang pH 6 - 9 masih cocok untuk kehidupan ikan dan biota akuatik lainnya. pH yang ideal bagi kehidupan biota air tawar antara 6,8 – 8,5. pH yang sangat rendah menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar dan bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang juga bersifat toksik bagi organisme air (Tatangindatu dkk., 2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi BOD adalah jumlah senyawa organik yang diuraikan, tersedianya mikroorganisme aerob dan tersedianya sejumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses penguraian tersebut (Salmin, 2000).

Parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat cemaran pada air dengan melakukan pengujian DO dan COD. Kedua parameter tersebut memiliki korelasi, pada saat kadar DO tinggi maka nilai COD rendah. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa air tidak tercemar. Sebaliknya, ketika kadar DO rendah maka kadar COD meningkat; mengindikasikan air mengalami pencemaran (Prativi, 2015).

Pengaruh suhu dikontrol dengan suhu tanpa kontrol mengalami pengurangan nilai COD lebih dominan dikarenakan bakteri pengurai lebih optimum dalam menguraikan substrat. Pengaruh pH terhadap pengurangan nilai COD lebih dominan daripada suhu. Suhu terkontrol menyebabkan penurunan nilai COD sebesar 33,94% dan pada kontrol pH mengalami penurunan nilai COD sebesar 43,52%. Penurunan nilai COD paling besar terdapat pada kondisi suhu dikontrol dan pH dikontrol, ini merupakan kondisi dimana proses penguraian mengalami

penguraian lebih optimum dan proses pengendapan terjadi lebih banyak (Danil dkk., 2017).

Turbiditas atau kekeruhan merupakan sifat fisik air yang berhubungan dengan intensitas cahaya yang dapat diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan dapat terjadi akibat adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam perairan. Sumber penyebab terjadinya kekeruhan berasal dari bahan tersuspensi yang berupa koloid dan partikel halus (Effendi, 2012).

2.7 Penelitian yang Terkait

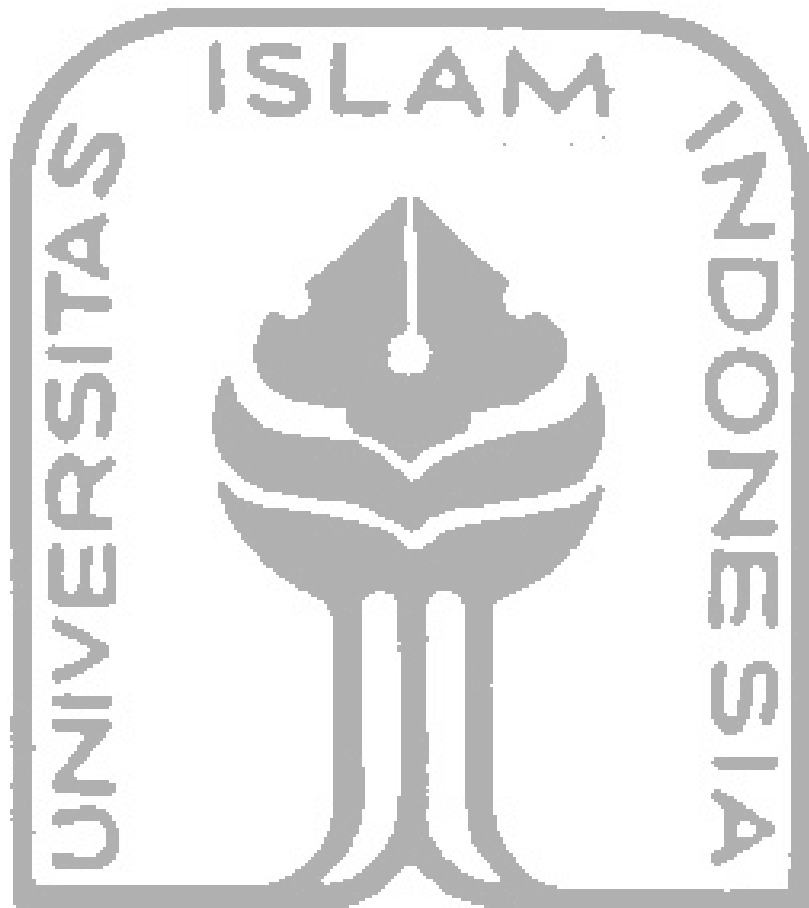
Penelitian-penelitian yang terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Sarkar dan Pandey, 2015) melakukan pengembangan ANN yang dibuat sebanyak tiga model dengan nilai RMSE dan R yang berbeda yang ditunjukkan dalam data berikut,
 - a. Model 1 : RMSE dan R kalibrasi sebesar 2,89 dan 0,879 sedangkan RMSE dan R validasi sebesar 3,05 dan 0,794
 - b. Model 2 : RMSE dan R kalibrasi sebesar 1,71 dan 0,907 sedangkan RMSE dan R validasi sebesar 1,52 dan 0,928
 - c. Model 3 : RMSE dan R kalibrasi sebesar 2,35 dan 0,852 sedangkan RMSE dan R validasi sebesar 0,691 dan 0,654.
2. Penelitian pengembangan ANN oleh (Dharma dkk., 2011) menggunakan metode *backpropagation*, menghasilkan 6 model. Nilai MSE yang dihasilkan untuk masing-masing model sebagai berikut, model 1 (0,081); model 2 (0,070); model 3 (0,063); model 4 (0,076); model 5 (0,063) dan model 6 (0,056)
3. Penelitian (Yudha, 2017) melakukan pengembangan ANN dengan menggunakan *software neurosolution*. Hasil kesalahan relatif (KR) terkecil untuk masing-masing parameter adalah, DO 4,50 %; pH 0,98 %; suhu 1,0267%; BOD 15,58% dan COD 16,90%.
4. Kajian kualitas air Sungai Code oleh (Imroatushshoolikhah, 2014) menyimpulkan besar konsentrasi COD pada 10 titik lokasi sampling secara

berturut-turut adalah 0,26 mg/l; 0,52 mg/l; 1,31 mg/l; 1,56 mg/l; 1,83 mg/l; 2,61 mg/l; 3,39 mg/l; 9,3 mg/l; 13,7 mg/l dan 11,4 mg/l.

5. Penelitian oleh (Atima, 2015) menyimpulkan bahwa pengujian BOD dan COD masih diperlukan sebagai parameter dalam baku mutu air limbah atau sebagai parameter pencemaran perairan. Hal tersebut dikarenakan dapat sebagai acuan dalam menduga adanya bahan organik sebagai pencemar dan berkaitan dengan penurunan kandungan oksigen terlarut suatu perairan.





جامعة الإسلام في إندونيسيا