

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup PP no 82 tahun 2001 yang dimaksud dengan polusi atau pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain kedalam air/udara dan atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air/udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air/udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi dengan peruntukannya [10]. Oleh karena itu, apabila perkembangan sektor industri dan jenis aktivitas manusia lainnya semakin meningkat, maka tingkat pencemaran pada alam ini juga akan semakin meningkat.

Seperti yang telah diketahui bahwa pada badan air seperti danau telah banyak yang tercemar. Pencemaran pada badan air ini dapat berasal dari polutan organik maupun anorganik yang bersumber dari rumah tangga maupun industri. Wujud polutan ini juga ada yang padat maupun cair.

Salah satu contoh polutan organik yang berwujud cair yaitu aliran air yang berasal dari lahan pertanian yang mengandung pestisida. Lahan pertanian tersebut menggunakan pemupukan yang berat sehingga ketika sebagian dari pupuk ini tercuci oleh air hujan maka air limbah pertanian tersebut masuk kedalam badan air. Air limbah tersebut mengandung fosfat dan nitrogen (senyawa nutrisi) sehingga badan air mengalami proses eutrofikasi. Definisi

eutrofikasi adalah pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya *nutrient* yang berlebihan ke dalam ekosistem air yang berakibat tidak terkontrolnya pertumbuhan tumbuhan air[1]. Bahan organik dan senyawa nutrisi yang muncul dalam badan air, kemudian didekomposisi oleh bakteri menggunakan oksigen terlarut untuk proses biokimia maupun proses biodegradasi. Akibatnya terjadi penurunan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen = DO*) dalam badan air.

Oksigen merupakan gas tak berbau, tak berasa dan hanya sedikit larut dalam air [10]. Untuk mempertahankan hidupnya, makhluk yang tinggal didalam air baik hewan maupun tumbuhan bergantung kepada oksigen terlarut ini. Oksigen terlarut ini dibutuhkan untuk pernapasan, untuk proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Rendahnya kandungan oksigen terlarut dalam air berpengaruh buruk terhadap kehidupan ikan dan kehidupan akuatik lainnya, dan kalau tidak ada sama sekali oksigen terlarut mengakibatkan munculnya kondisi anaerobik dengan bau busuk dan permasalahan estetika.

Konsentrasi DO dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air dan dari atmosfer (udara) yang masuk ke dalam air dengan kecepatan tertentu. Akan tetapi proses tersebut tidak mengakibatkan peningkatan konsentrasi DO yang tinggi karena penggunaan oksigen terjadi terus menerus oleh bakteri dan alga. Pada badan air yang mengalami eutrofikasi, alga sebagai tumbuhan air berukuran mikro memungkinkan untuk tumbuh berkembang biak dengan pesat akibat ketersediaan fosfat yang berlebihan serta kondisi lain yang memadai sehingga berakibat terjadi peledakan populasi ganggang atau *blooming* [1]. Setelah alga mati dan tenggelam ke bagian bawah badan air, terjadi pembusukan oleh

dekomposer yang akhirnya terbentuk detritus yang berlebihan. Detritus yang dibusukkan menggunakan konsentrasi DO sehingga menghabiskan suplai oksigen di danau tersebut. Dengan demikian konsentrasi DO di dalam badan air akan menurun karena polutan organik maupun proses eutrofikasi sehingga mempengaruhi spesies air seperti ikan dan hewan air lain yang membutuhkan oksigen [15].

Permasalahan oksigen terlarut ini telah banyak dikaji oleh mahasiswa sebelumnya. Herlina Wati [17] telah mempelajari konsentrasi oksigen terlarut pada suatu perairan namun tidak melibatkan interaksi DO dengan polutan organik, bakteri, nutrisi dalam badan air yang mengalami eutrofikasi. Andi Yhudo Wijayanto [19] juga telah mempelajari konsentrasi DO namun hanya dari produksi dan konsumsi rumput laut.

Oleh karena itu, bertitik tolak pada masalah oksigen terlarut pada badan air yang mengalami eutrofikasi, dibutuhkan suatu model matematika yang bisa menggambarkan fenomena-fenomena yang menyebabkan penurunan konsentrasi DO serta mengetahui pengaruh simultan dari pencemaran air yang disebabkan oleh polutan organik dan proses eutrofikasi ketika nutrisi yang dipasok ke badan air dari aliran air limbah pertanian. Model dinamis ini telah dikonstruksi oleh J.B.Shukla, A.K. Misra dan Peeyush Chandra pada tahun 2008 [14]. Dari model matematika tersebut akan dianalisis kestabilan sistemnya. Sebelum menganalisis kestabilan, terlebih dahulu dicari titik kesetimbangannya. Analisis kestabilan yang dilakukan dengan menggunakan analisis kestabilan lokal yang bertujuan untuk mengetahui kestabilan disekitar titik kesetimbangannya. Analisa kestabilannya mula-mula dilakukan dengan melinearisasi sistem kemudian mencari nilai eigen

dari matriks Jacobiannya sehingga dapat diketahui perubahan polutan organik, bakteri, nutrisi, alga, detritus dan konsentrasi oksigen terlarut.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang muncul adalah bagaimana menganalisis model penurunan oksigen terlarut pada badan air yang mengalami eutrofikasi sehingga dapat diketahui perilaku dari model seperti yang telah dikemukakan oleh J.B.Shukla, A.K. Misra dan Peeyush Chandra pada tahun 2008 [14].

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penulisan ini menjadi lebih berarah, maka permasalahan ini hanya dibatasi pada pembahasan mengenai analisis kestabilan terhadap model besarnya penurunan oksigen terlarut yang dikemukakan oleh J.B.Shukla, A.K. Misra dan Peeyush Chandra pada tahun 2008 [14]. Dalam hal ini diasumsikan bahwa tidak terdapatnya eceng gondok dan tanaman air lainnya sehingga model ini hanya mempertimbangkan variabel konsentrasi polutan organik, kepadatan bakteri, konsentrasi nutrisi, kepadatan alga, kepadatan detritus dan konsentrasi oksigen terlarut. Sedangkan untuk mengetahui perilaku dari model di sekitar titik kesetimbangan dilakukan dengan cara melinearisasi sistem menggunakan deret Taylor.

1.4 Tujuan Penulisan

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan tujuan penulisan tugas akhir ini adalah menganalisis model matematika penurunan konsentrasi DO pada badan air yang mengalami eutrofikasi sehingga dapat diketahui perilaku dari model tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini meliputi empat bab, yaitu pendahuluan, materi penunjang, pembahasan dan penutup.

Bab I merupakan bab pendahuluan yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah dan tujuan penulisan serta sistematika penulisan.

Bab II merupakan teori-teori penunjang yang terdiri dari penjelasan mengenai oksigen terlarut, eutrofikasi, limit, turunan, matriks, nilai eigen dan vektor eigen, persamaan differensial, titik kesetimbangan, linearisasi sistem persamaan diferensial nonlinear, dan kriteria routh hurwitz.

Bab III merupakan pembahasan mengenai model matematika, titik kesetimbangan, analisis kestabilan pada empat titik kesetimbangan, dan simulasi model.

Bab IV merupakan penutup dari penulisan tugas akhir ini yang terdiri atas kesimpulan dan saran.