

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini, pemodelan matematika telah berkembang seiring dengan perkembangan matematika sebagai alat analisis berbagai masalah nyata. Dalam pemodelan matematika, salah satu hal yang ditekankan adalah bagaimana memformulasikan suatu masalah nyata dalam formula matematika. Pemodelan biasanya direpresentasikan dalam sebuah persamaan differensial. Arus lalu lintas merupakan salah satu fenomena yang dapat dideskripsikan melalui pemodelan matematika dalam model dinamik kontinu, sehingga model matematika yang dipelajari akan direpresentasikan dalam sebuah persamaan diferensial biasa yang dapat diselesaikan dengan faktor pengintegralan (Susiliawati, 2009). Dalam fenomena arus lalu lintas, terdapat dua kondisi yang menggambarkan suatu arus lalu lintas, yaitu kondisi jalanan macet dan kondisi jalanan lancar.

Kemacetan dapat diartikan sebagai suatu kondisi dimana arus lalu lintas pada suatu ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas jalan, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya antrian pada suatu ruas jalan (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu masalah lalu lintas yang dihadapi oleh negara berkembang seperti Indonesia dan biasa terjadi di daerah perkotaan yang padat penduduk. Akhir-akhir ini kemacetan sudah menjadi bagian dan ciri khas dari kawasan perkotaan tertentu dikarenakan waktu terjadinya yang rutin terutama pada waktu-waktu dengan mobilitas yang tinggi

seperti pagi hari dan sore hari, yang merupakan waktu ketika para pegawai berangkat dan pulang dari tempat bekerja (Malihah, 2014).

Salah satu penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas adalah ketidak sesuaian luas jalan untuk menampung banyaknya kendaraan yang ada. Kendaraan pribadi memiliki kapasitas angkut yang lebih rendah dibanding angkutan umum, sehingga jumlah kendaraan yang ada di jalan raya lebih banyak (Yulianti, 2002). Hal ini terlihat dari data yang dihimpun oleh BPS DIY yang mencatat pada tahun 2014 jumlah kendaraan bermotor di DIY adalah 1.470.483 unit. Dalam Kurun waktu 4 tahun, jumlah kendaraan pada tahun 2016 naik sekitar 25.34% dari tahun 2010, dimana jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2010 sebanyak 1.173.138 unit. Melihat pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang cukup tinggi ini sudah semestinya diikuti dengan pertumbuhan panjang jalan.

Direktorat Jendral Perhubungan Darat Kementrian Perhubungan Republik Indonesia menyatakan bahwa peningkatan panjang jalan hanya terjadi dari tahun 2009 sampai 2010 saja, sedangkan dari tahun 2010 sampai 2012 terjadi penurunan panjang jalan, sehingga pertumbuhan kendaraan bermotor tidak sebanding dengan penambahan jalan yang ada dan kemacetan tidak dapat dihindari.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (INRIX, 2017) sebuah perusahaan analisis transportasi yang berada di Washington, menempatkan Indonesia masuk ke dalam jajaran negara yang kondisi kemacetan lalu lintasnya paling parah, tepatnya duduk di peringkat kedua terburuk di dunia. Masyarakat Indonesia rata-rata menghabiskan waktu sia-sia di jalan selama 47 jam dalam satu tahun. Sementara

itu, Jakarta dan Yogyakarta menempati posisi ke-12 dan ke-60 sebagai kota termacet di dunia.

Menurut Yusnita (2010), terdapat tiga jenis model yang dapat digunakan sebagai pendekatan fenomena arus lalu lintas, yaitu model mikroskopik, model makroskopik, dan model kinetik. Model mikroskopik memodelkan respon aktual dari kecepatan suatu kendaraan terhadap kecepatan kendaraan didepannya, variabel pada model ini dinyatakan berdasarkan posisi kendaraan dan waktu. Sedangkan model makroskopik ditentukan berdasarkan persamaan dinamika arus lalu lintas yang berhubungan dengan kecepatan arus lalu lintas, kepadatan arus lalu lintas dan arus lalu lintas. Model kinetik memodelkan setiap jalur lalu lintas digambarkan berdasarkan distribusi statistic dari posisi dan kecepatan setiap kendaraan. Dalam tugas akhir ini akan digunakan model mikroskopik untuk kondisi arus lalu lintas, karena model mikroskopik dapat memodelkan perilaku setiap pergerakan kendaraan secara detail sehingga dihasilkan simulasi yang lebih realistis.

Model matematika yang digunakan untuk memodelkan arus lalu lintas adalah sistem Lorenz. Sistem ini merupakan sebuah model matematika untuk kondisi atmosfer, dimana sebuah lapisan udara dipanaskan dari bawah dan di atasnya didinginkan dengan kedua tepinya dijaga pada temperatur tetap. Dalam lapisan tersebut udara panas akan muncul dan udara dingin akan hilang. Hal ini merupakan gambaran dari atmosfer bumi yang paling sederhana. Bagian bawahnya dipanaskan oleh bumi dan pada bagian atasnya didinginkan oleh angkasa luar. Sistem Lorenz seperti dinyatakan oleh Edward Lorenz. Dengan menganalogikan transisi perubahan suhu pada atmosfer bumi, maka dapat pula dilakukan pemodelan

menggunakan sistem Lorenz untuk transisi perubahan dari kondisi jalanan lancar menjadi macet dan sebaliknya (Foelyanti dkk: 2007).

Sistem Lorenz yang merupakan sistem persamaan diferensial yang terdiri dari beberapa persamaan diferensial, dimana dalam kehidupan sehari-hari banyak masalah yang memiliki kaitan yang erat dengan persamaan diferensial. Hanya saja, tidak semua persamaan diferensial dapat diselesaikan secara analitik. Oleh karena itu, diperlukan penyelesaian secara numerik. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan penyelesaian persamaan diferensial secara numerik adalah *Variational Iteration Method*. *Variational Iteration Method* merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan suatu persamaan diferensial. Metode ini memiliki karakteristik membentuk formula iterasi yang merupakan penyelesaian dari persamaan diferensial tersebut. Formula iterasi yang merupakan fungsi penyelesaian disebut fungsi koreksi dan memuat pengali Lagrange. Pada prinsipnya metode ini menggunakan rumus iterasi yang disebut dengan fungsi koreksi yang diturunkan dari metode pengali Lagrange. Kelebihan dari metode ini adalah solusi dari metode ini dapat dicari pendekatan solusi eksak (sebenarnya) secara langsung tanpa diskretisasi numeris (Sahrani, 2016).

Penelitian tentang penyelesaian persamaan diferensial dengan *Variational Iteration Method* ini sebelumnya sudah dilakukan oleh beberapa peneliti lain, diantaranya adalah *Application of Variational Iteration Method to a General Riccati Equation* oleh B. Batiha, M. S. M. Noorani dan I. Hashim pada tahun 2007, *Journal of Computational and Applied Mathematics* yang berjudul *Variational Iteration Method-Some Recent Results and New Interpretations* oleh Ji-Huan He

pada tahun 2007, serta buku karangan Wazwaz, A. M. pada tahun 2009 yang berjudul *Partial Differential Equations and Solitary Waves Theory*.

Berdasarkan analisa di atas, pada tugas akhir ini akan dikaji ulang penelitian yang dikembangkan oleh Olemskoi dan Khomenko yang berjudul *Synergetic Theory for Jamming Transition in Traffic Flow* di tahun 2001. Pada penelitian tersebut hanya memodelkan keadaan lalu lintas dengan menggunakan sistem Lorenz, sehingga pada tugas akhir ini akan ditentukan solusi dari model mikroskopik arus lalu lintas menggunakan sistem Lorenz dengan *Variational Iteration Method* dan Metode Runge-Kutta.

B. Batasan Masalah

Di dalam penelitian ini penulis memandang perlu membatasi masalah. Mengingat masalah yang terlalu luas. Oleh karena itu, sesuai dengan kemampuan penulis, pembahasan masalah ini terbatas pada penyelesaian model mikroskopik arus lalu lintas menggunakan sistem Lorenz, karena dalam model ini memodelkan perilaku setiap pergerakan kendaraan secara detail, sehingga menghasilkan simulasi yang lebih realistis.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka rumusan masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana model mikroskopik arus lalu lintas dengan menggunakan sistem Lorenz ?

2. Bagaimana penyelesaian model mikroskopik arus lalu lintas menggunakan sistem Lorenz dengan *Variational Iteration Method* apabila dibandingkan dengan Metode Runge-Kutta ?

D. Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah :

1. Menjelaskan model mikroskopik arus lalu lintas menggunakan sistem Lorenz.
2. Menjelaskan penyelesaian model mikroskopik arus lalu lintas menggunakan sistem Lorenz dengan *Variational Iteration Method* apabila dibandingkan dengan Metode Runge-Kutta.

E. Manfaat

Bagi penulis, peneliti, dan masyarakat pada umumnya, tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai referensi mengenai model mikroskopik arus lalu lintas menggunakan sistem Lorenz dengan *Variational Iteration Method*, serta dapat pula menambah wawasan dan pengetahuan para pembacanya.