

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemacetan adalah situasi tersendatnya atau terhentinya arus lalu lintas yang disebabkan terhambatnya mobilitas kendaraan. Masalah kemacetan lalu lintas nampaknya sudah menjadi semacam ciri khusus kota-kota besar di Negara berkembang, termasuk Indonesia (Tamin, 1992). Waktu-waktu rawan terjadinya kemacetan yaitu saat jam berangkat sekolah, berangkat kerja, jam pulang kerja, akhir pekan dan hari libur.

Kemacetan lalu lintas disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu perbandingan jumlah kendaraan dengan ruas jalan yang tersedia tidak seimbang, jumlah kendaraan pribadi yang terus meningkat, parkir liar, kurang maksimalnya penggunaan transportasi umum, dan adanya kecelakaan lalu lintas. Selain itu, pengguna jalan yang tidak tertib pada peraturan lalu lintas juga dapat menyebabkan kemacetan. Seiring berjalannya waktu, kemacetan lalu lintas menjadi masalah yang cukup serius. Hal ini dikarenakan kemacetan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti pemborosan bahan bakar, pemborosan waktu dan polusi udara.

Menurut Tamin (1992), masalah lalu lintas atau kemacetan menimbulkan kerugian yang sangat besar bagi pengguna jalan, terutama dalam hal pemborosan waktu, pemborosan bahan bakar, pemborosan tenaga dan rendahnya kenyamanan berlalu lintas serta meningkatnya polusi baik suara maupun polusi udara. Pada

kondisi kemacetan pengendara cenderung menjadi tidak sabar yang menjurus ke tindakan tidak disiplin yang pada akhirnya justru memperburuk kondisi kemacetan lebih lanjut lagi.

Penelitian yang dilakukan oleh Inrix sepanjang 2017 menempatkan Indonesia yang diwakili oleh Jakarta berada di peringkat 12 dalam daftar kota-kota termacet di dunia. Peringkat ini diketahui naik dibandingkan tahun sebelumnya yaitu 2016 yang menempatkan Jakarta pada posisi 22. Sementara itu, berdasarkan lama waktu kemacetan yang dirasakan pengendara di Jakarta, dalam setahun rata-rata mencapai 63 jam dengan porsi 20 persen. Angka ini juga mengalami kenaikan dibandingkan tahun 2016 yang menyebut para pengendara harus menghabiskan waktu 55 jam di jalan saat macet (Kota, 2018).

Sistem Lorenz merupakan suatu model matematika yang dapat menggambarkan kondisi atmosfer. Apabila suatu lapisan udara dipanaskan dari bawah akan muncul udara panas. Sedangkan, apabila lapisan bumi bagian atas didinginkan, maka udara akan terasa dingin. Sistem Lorenz mendefinisikan 3 variabel tergantung waktu yaitu laju konveksi yang mengacu pada intensitas gerakan konvektif, laju konveksi yang mengacu pada perbedaan temperatur antara arus yang naik dan yang turun, dan laju konveksi yang mengacu pada distribusi temperatur secara vertikal (Lorenz, 1963). Terdapat beberapa sistem persamaan yang merupakan aplikasi dari sistem persamaan Lorenz, antara lain sistem persamaan gerak kincir air yang diteliti oleh Moyerman pada tahun (2006) dan sistem persamaan kemacetan lalu lintas yang diteliti oleh Olemskoi & Khomenko pada tahun (2001).

Menurut Yusnita (2002), 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 papernya pada tahun (2001), "*Synergetic Theory for Jamming Transition in Traffic Flow*", Olemskoi menyebutkan bahwa transisi kemacetan serupa dengan fase transisi gas ke cair, dimana fase bebas macet dan macet, masing-masing sesuai dengan fase gas dan cair. Penelitian ini terus berkembang, Khomenko, *et al* (2004) melanjutkan penelitian mengenai model kemacetan lalu lintas dengan mempertimbangkan fluktuasi dari karakteristik waktu percepatan/waktu pengereman. Ganji, *et al* (2010) meneliti mengenai penyelesaian secara numerik dari model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz dengan *Differential Transform Method* (DTM). Ganji, *et al* (2011) melanjutkan penelitiannya yaitu mengenai perbandingan penyelesaian secara numerik dengan Runge Kutta orde-4 dan dua metode secara analitik yaitu *Homotopy Perturbation Method* (HPM) dan *Variational Iteration Method* (VIM) dari model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz.

Salah satu upaya untuk mengatasi masalah kemacetan adalah menganalisa bagaimana mendapatkan suatu keadaan lalu lintas yang tidak macet. Dalam suatu sistem, keadaan transisi antara macet menjadi tidak macet dan sebaliknya dapat dianalisa dengan melihat perubahan kestabilan sistem tersebut. Untuk melihat kestabilan suatu sistem dapat dilihat dari nilai-nilai eigen atas matriks yang bersesuaian dengan sistem tersebut. Nilai-nilai eigen akan menunjukkan stabil atau tidaknya titik ekuilibrium suatu sistem. Titik ekuilibrium tersebut akan stabil apabila nilai eigennya mempunyai bagian real negatif, sedangkan akan tidak stabil apabila terdapat nilai eigen yang mempunyai bagian real positif (Olsder & Woude, 2004: 57).

Apabila pada suatu sistem mempunyai nilai eigen yang bagian realnya bernilai 0 (nol) atau imajiner murni maka sistem tersebut dalam kondisi rentan terhadap gangguan. Sedikit saja sistem diganggu, maka nilai eigen dapat berpindah ke daerah positif (menjadi titik ekuilibrium yang tidak stabil) atau ke daerah negatif (menjadi titik ekuilibrium yang stabil). Hal ini yang memungkinkan terjadinya bifurkasi (Wiggins, 1990: 254).

Menurut Wiggins (1990: 245-246), kestabilan di sekitar titik ekuilibrium dengan nilai eigen 0 (nol) atau imajiner murni dapat ditentukan dengan mereduksi sistem ke sistem berdimensi rendah dengan menggunakan teori *center manifold*. Selanjutnya dari sistem tereduksi, kestabilan titik ekuilibrium diperoleh berdasarkan teori bifurkasi. Selain itu, parameter juga berpengaruh terhadap keadaan titik ekuilibriumnya. Titik ekuilibrium mungkin akan terbagi menjadi beberapa bagian, bergabung, atau menghilang seluruhnya.

Masalah nilai awal merupakan suatu topik yang klasik dalam matematika yang pada dasarnya melibatkan suatu persamaan diferensial. Suatu persamaan diferensial akan diperoleh solusi khusus tergantung pada persyaratan awal yang diberikan pada solusi tersebut. Sehingga, suatu nilai awal tertentu yang diberikan pada suatu persamaan dapat mempengaruhi solusi dari persamaan tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada skripsi ini akan dianalisis perubahan kestabilan dan pengaruh nilai awal terhadap perilaku solusi model dari kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz sehingga dapat diketahui karakteristiknya.

B. Identifikasi Masalah

1. Masalah kemacetan masih banyak terjadi di Indonesia.
2. Upaya keberhasilan mengatasi kemacetan lalu lintas masih belum tercapai.

C. Pembatasan Masalah

Pada skripsi ini akan dibahas tentang analisis kestabilan lokal dan kemungkinan terjadinya bifurkasi pada model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz dan pengaruh nilai awal terhadap perilaku solusi model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz?

2. Bagaimana jenis bifurkasi yang terjadi pada model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz?
3. Bagaimana pengaruh nilai awal terhadap perilaku solusi model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz?.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan penurunan model kemacetan lalu lintas sistem Lorenz .
2. Menjelaskan jenis bifurkasi yang terjadi pada model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz.
3. Menjelaskan pengaruh nilai awal terhadap solusi model kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Bagi penulis, peneliti, dan masyarakat pada umumnya penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan, serta dapat menjadi referensi mengenai sistem Lorenz pada pemodelan kemacetan lalu lintas.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam rangka mendukung proses tidak terjadinya kemacetan lalu lintas.