

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kemacetan lalu lintas merupakan permasalahan umum yang dihadapi berbagai daerah di Indonesia. Kemacetan sering terjadi bila volume arus kendaraan melebihi kapasitas terbesar yang dapat diterima pada suatu jalan (Ganji *et al*, 2010). Kemacetan lalu lintas tidak hanya menghambat kegiatan mobilitas masyarakat tetapi juga menimbulkan masalah keefektifan waktu mobilitas. Jika kemacetan lalu lintas dibiarkan maka akan mengakibatkan lumpuhnya mobilitas dan juga menurunnya keefektifan waktu mobilitas. Berbagai cara dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini dari berbagai disiplin ilmu, termasuk matematika. Dalam disiplin ilmu matematika permasalahan kemacetan dapat di modelkan kedalam sebuah persamaan matematis yang kemudian diselesaikan dan disimulasikan dengan data nyata. Untuk memodelkan kemacetan lalu lintas langkah awalnya adalah menentukan variabel-variabel yang berpengaruh dalam kemacetan lalu lintas. Beberapa variabel yang berpengaruh antara lain kecepatan kendaraan, waktu pengeraman/pegegasan kendaraan dan jarak. Langkah selanjutnya adalah memodelkan kemacetan dengan mempertimbangkan variabel-variabel berpengaruh yang telah ditentukan. Setelah memodelkan kemacetan maka langkah selanjutnya adalah diselesaikan untuk mencari solusi sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan nyata.

Penelitian-penelitian tentang model matematika kemacetan lalu lintas telah diteliti oleh beberapa ahli dalam disiplin ilmu matematika. Tidak hanya dihasilkan

model matematika kemacetan lalu lintas, dalam penelitian-penelitian tersebut dihasilkan juga penyelesaian model matematika kemacetan lalu lintas serta perbandingan penyelesaian analitis dan numerik. Model matematika kemacetan lalu lintas banyak dikemukakan oleh beberapa ahli, seperti model matematika kemacetan kinetik yang dikemukakan oleh Nagel pada tahun 1992. Penelitian tentang kemacetan juga dilakukan oleh Khomenko pada tahun 2004 yang menganalisis fase/waktu transisi dari kemacetan lalu lintas dengan mendefinisikan faktor kemacetan pada jaringan yang kompleks. Model kemacetan lalu lintas dapat memanfaatkan pembentukan termodinamika (Nagatani, 1998) ataupun ditinjau dari segi stokastik (Mahnke, 1999). Model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas dalam bentuk sistem Lorenz dikemukakan oleh Khomenko pada tahun 2001. Model tersebut terdapat juga pada penelitian yang dilakukan oleh Ganji pada tahun 2010. Pada penelitian Ganji, dibahas mengenai cara menyelesaikan model matematika waktu transisi kemacetan dengan menggunakan *Difference Transform Method* dan solusi numerik dengan RK4. Penelitian tentang penerapan model matematika tentang kemacetan lalu lintas dengan sistem Lorenz dilakukan oleh Hartono pada tahun 2017. Pada penelitian Hartono, model Lorenz digunakan untuk menganalisa keadaan lalu lintas.

Terlihat bahwa beberapa model matematika yang dihasilkan, tentang kemacetan lalu lintas, dimodelkan menggunakan sistem Lorenz. Sistem Lorenz sendiri pada awalnya merupakan model matematika yang berkaitan tentang kondisi atmosfer Bumi, yaitu terjadinya perubahan panas dan dingin di atmosfer Bumi. Sistem Lorenz memiliki sifat unik yang berbeda dengan sistem-sistem

pemodelan matematika lainnya yaitu perilaku dinamikanya serta sensitifitasnya terhadap nilai awal. Tidak sedikit peneliti yang meneliti sistem Lorenz karena sifat uniknya tersebut seperti yang dikemukakan oleh Shakhawat Alam dan Prayer Ahmed (2017) tentang beberapa *chaos* yang terjadi dalam sistem Lorenz dan juga membandingkan perilaku dinamikanya dalam variabel kompleks, selain itu peneliti Loong Soon dan Zabidin Salleh (2012) melakukan modifikasi pada sistem Lorenz dan ditemukan bahwa sifat-sifat sistem Lorenz awal masih berlaku pada sistem Lorenz yang sudah dimodifikasi.

Oleh karena model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas tanpa fluktuasi percepatan yang dikemukakan oleh Khomenko (2013) menggunakan sistem Lorenz, maka dapat dikatakan juga bahwa model matematika tersebut merupakan modifikasi atau diturunkan dari sistem Lorenz tentang atmosfer. Selanjutnya pada penulisan skripsi ini akan ditinjau mengenai sifat-sifat yang ada dari solusi sistem model waktu transisi kemacetan lalu lintas. Sifat-sifat sistem yang akan dibahas adalah mengenai kestabilan titik-titik ekuilibriumnya dan bagaimana perilaku solusinya berdasarkan dari simulasi numeriknya dan juga grafik dinamika serta trayektorinya. Sedangkan sifat-sifat yang berlaku akan didasarkan pada sifat-sifat yang berlaku pada sistem Lorenz atmosfer dan kemudian akan dianalisa keberlakuan sifat-sifat tersebut dalam model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas yang merupakan modifikasi dari model sistem Lorenz tidak banyak dijelaskan bagaimana pembentukannya dalam penelitian-penelitian yang telah dilakukan.
2. Simulasi model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas belum banyak diterapkan dalam suatu masalah kemacetan secara nyata.
3. Kajian tentang sifat-sifat dari model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas belum dilakukan.

## **C. Pembatasan Masalah**

Pembatasan permasalahan yang perlu diperhatikan dalam skripsi ini adalah :

1. Model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas yang digunakan adalah model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas Khomenko pada tahun 2013 tanpa parameter fluktuasi percepatan.
2. Model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas ini adalah model mikroskopis yaitu perilaku kendaraan dilihat perindividu (kendaraan tidak berjalan berdampingan dan kendaraan satu tidak melewati kendaraan lainnya).
3. Parameter dari model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas mengacu pada jurnal yang ada.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana model matematika dari waktu transisi kemacetan lalu lintas
2. Sifat-sifat apa saja yang muncul dari solusi sistem dilihat dari kestabilan titik-titik ekuilibrium dan bentuk geometrisnya.

#### **E. Tujuan**

Berdasarkan perumusan masalah, maka tujuan dari penulisan skripsi ini adalah

1. Mengetahui model matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas tanpa parameter fluktuasi percepatan
2. Mengetahui sifat-sifat dari solusi sistem berdasarkan kestabilan titik-titik ekuilibrium dan bentuk geometrisnya.

#### **E. Manfaat**

Manfaat dari penulisan skripsi ini adalah mengaplikasikan disiplin ilmu matematika dalam usaha mengatasi kemacetan lalu lintas, menambah pengetahuan tentang pemodelan matematika waktu transisi kemacetan lalu lintas serta mengetahui sifat-sifat solusi sistem berdasarkan kestabilan titik-titik ekuilibrium yang didukung dengan simulasi numeriknya serta dilihat dari bentuk geometrisnya sehingga dapat menambah wawasan.