

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kemacetan saat ini sudah menjadi hal yang umum di jalan raya terutama di kota-kota yang mempunyai jumlah penduduk yang besar. Jakarta merupakan salah satu kota yang mengalami kemacetan terparah di Indonesia. Di Jakarta, untuk mengurangi tingkat kemacetan yang ada, pemerintah membuat sistem transportasi baru, yang dinamakan dengan *Bus Rapid Transit* atau yang lebih dikenal dengan busway. Sistem ini dibangun dengan harapan agar warganya menggunakan fasilitas kendaran umum dan mengurangi penggunaan kendaran pribadi dalam berpergian. Salah satu kelebihan dari sistem *Bus Rapid Transit* ini adalah sistem mempunyai jalur khusus bus. Sayangnya, jalur tersebut digunakan oleh pengendara kendaraan non-bus, sehingga kemacetan masih sering terjadi.

Salah satu cara yang dilakukan pemerintah untuk mensterilkan jalur bus dari kendaraan non-bus adalah melakukan razia kendaraan. Tetapi, tetap saja kendaraan non-bus masih berseliweran di jalur bus. Oleh karena itu, untuk mensterilkan jalur bus pihak pengelola berencana untuk menerapkan sistem jalur lawan arus (*contraflow*). Sistem ini akan menitikberatkan pada keselamatan dan kinerja bus dan kendaraan non-bus [1].

Meskipun sistem jalur lawan arus terlihat menjanjikan, sistem ini masih mempunyai masalah ketika diterapkan di persimpangan jalan raya. Secara umum, persimpangan membutuhkan lampu lalu lintas untuk mengatur arus lalu lintas yang terlibat di dalamnya. Ketika sistem jalur lawan arus diterapkan, sistem pengendalian lampu dapat menjadi lebih kompleks. Oleh karena itu, sistem harus mampu menjamin keamanan dan kinerja sistem tersebut.

Sebelumnya, pemodelan sistem transportasi menggunakan metode formal sudah pernah dilakukan di beberapa negara diantaranya India, Indonesia, Italy dan Perancis. Di India, Vivek Vishal memodelkan sistem lampu lalu lintas adaptif [2]. Pada pemodelan sistem lampu lalu lintas adaptif, pengecekan dilakukan pada aspek spesifikasi keadilan. Di Perancis, Anthon Staines memodelkan sistem kereta bawah tanah [3]. Pada pemodelan sistem kereta bawah tanah, pengecekan dilakukan pada aspek spesifikasi ketercapaian (*liveness*).

Sedangkan di Universitas Indonesia, pemodelan sistem transportasi yang digunakan untuk menguji coba sistem pengendali lalu lintas kereta api [3]. Pada pemodelan sistem pengendali lalu lintas kereta api, pengecekan dilakukan pada seluruh aspek yang terkait dengan sistem. Pengecekan dilakukan mulai dari spesifikasi keamanan (*safety*) hingga keadilannya (*fairness*).

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis memodelkan model formal dari sistem lampu lalu lintas di persimpangan menggunakan jalur lawan arus (*contraflow*) dengan lokasi bus Transjakarta. Selanjutnya model formal tersebut akan diuji menggunakan *model checker* NuSMV. *Model checker* NuSMV digunakan pada tugas akhir ini karena NuSMV lebih cepat dalam memverifikasi model formal dalam skala yang tidak terlalu besar. Hasil dari spesifikasi tersebut selanjutnya akan digunakan untuk memverifikasi model formal dari sistem lampu lalu lintas pada jalur lawan arus (*contraflow*) di persimpangan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah penulis tuturkan, berikut adalah rumusan masalah yang terdapat pada tugas akhir ini:

1. Bagaimana cara membuat model formal untuk sistem lampu lalu lintas dengan jalur lawan arus (*contraflow*) di persimpangan?
2. Bagaimana cara memverifikasi model formal yang telah dibuat dengan *model checker*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Penulis hanya memodelkan model formal dari sistem lampu lalu lintas di persimpangan tanpa mempertimbangan aspek eksternal seperti tipe kendaraan.
2. Penulis hanya memodelkan perubahan lampu pada sistem lampu lalu lintas di persimpangan secara deterministik, sehingga perubahan kondisi antar lampu lalu lintas bersifat deterministik.
3. Model lampu lalu lintas yang penulis bangun tidak menggunakan durasi waktu.
4. Model lampu lalu lintas menggunakan aturan belok kiri dan lurus langsung (jika memungkinkan), aturan ini hanya berlaku untuk jalur kendaraan non-bus saja.

1.4 Tujuan

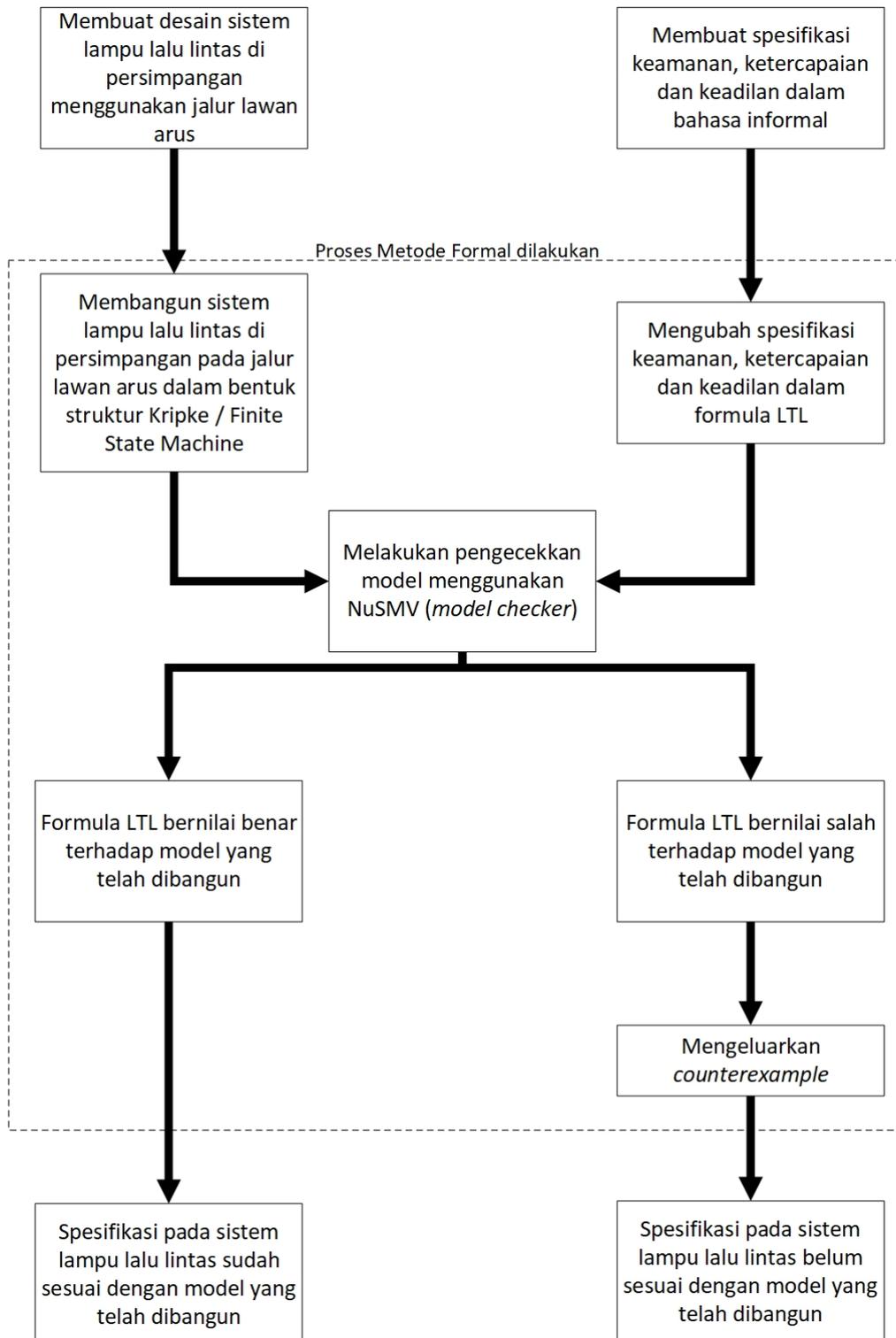
Tujuan dari melakukan tugas akhir ini, yaitu membangun model formal pada sistem lampu lalu lintas di persimpangan menggunakan jalur lawan arus menggunakan logika temporal linier.

1.5 Metodologi Penelitian

Diagram metodologi penelitian dalam mengerjakan tugas akhir yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Hal pertama yang penulis lakukan adalah membuat desain dari sistem lampu lalu lintas di persimpangan menggunakan jalur lawan arus. Selain membuat desain, penulis juga membuat spesifikasi sistem yang ditinjau dari keamanan, ketercapaian dan keadilan dalam bahasa informal. Selanjutnya proses metode formal dilakukan. Hal pertama yang dilakukan pada metode formal setelah desain selesai dibangun adalah desain diubah ke dalam bentuk struktur Kripke. Kemudian struktur Kripke yang sudah dibangun selanjutnya digunakan untuk mengecek kebenaran spesifikasi sistem yang telah diubah dalam bentuk formula logika temporal linier. Hasil dari pengecekan spesifikasi akan memberikan dua buah nilai yaitu benar dan salah. Pada tahap ini, proses metode formal telah selesai dilakukan.

Hasil dari pengecekan spesifikasi selanjutnya dianalisis. Apabila hasil pengecekan spesifikasi sistem bernilai benar, maka dapat dipastikan bahwa desain, spesifikasi, struktur Kripke, dan formula logika temporal linier sudah benar dibuat. Tetapi, apabila hasil pengecekan spesifikasi sistem bernilai salah, maka terdapat satu atau lebih dari desain, spesifikasi, struktur Kripke, atau formula logika temporal linier yang bernilai salah. Hal yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi tersebut diantaranya mengecek ulang struktur Kripke atau mengecek ulang formula logika temporal linier yang telah dibuat. Proses metode formal berhenti ketika hasil dari verifikasi bernilai benar



Gambar 1.1: Metodologi penelitian pada tugas akhir ini

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

- BAB I : Pendahuluan

Menjelaskan sub-bab yang terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

- BAB II : Kajian Pustaka

Menjelaskan mengenai dasar teori yang berkaitan dengan pengerjaan tugas akhir ini diantaranya BRT, sistem jalur lawan arus (*contraflow*), logika temporal linier, dan *model checker* NuSMV.

- BAB III : Konstruksi Model Formal

Menjelaskan mengenai model sistem yang akan digunakan selama pengerjaan tugas akhir, baik dari sisi cara kerja, keamanan, ketercapaian, dan keadilan.

- BAB IV : Verifikasi dan Analisis

Menjelaskan bagaimana model sistem akan diuji. Kemudian hasil dari verifikasi yang telah dibangun akan dianalisis untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik dari sisi cara kerja, keamanan, ketercapaian dan keadilan yang ada pada sistem tersebut.

- BAB V : Kesimpulan dan Saran

Menjelaskan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tugas akhir ini disertai dengan saran yang dapat membangun dalam pengembangan penelitian selanjutnya.