

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis akan menjelaskan latar belakang pembuatan sistem, tujuan penelitian dan hasil yang diharapkan dari penelitian tersebut. Selain itu, penulis juga akan menjelaskan tentang bagaimana proses penelitian dan kerangka penulisan laporan hasil penelitian ini.

I.1 LATAR BELAKANG

Lalu lintas merupakan tulang punggung perekonomian suatu bangsa. Tanpa struktur lalu lintas yang baik, perekonomian bangsa akan sangat sulit untuk berkembang. Salah satu permasalahan utama yang hampir pasti ditemukan di setiap sudut kota besar adalah kemacetan. Meningkatnya jumlah kendaraan, meningkatnya jumlah persimpangan pada suatu jalan serta sistem pengaturan lalu lintas yang kurang baik merupakan sumber utama kemacetan.

Persimpangan merupakan titik penting dalam menentukan lancarnya perpindahan arus kendaraan antar jalan raya karena pada titik tersebut terjadi konflik antara kendaraan yang ingin melewati persimpangan dari arah yang berbeda. Semakin banyak persimpangan yang ada, semakin besar kemungkinan kemacetan bisa terjadi.

Banyak cara untuk mengatasi permasalahan di persimpangan. Salah satunya adalah dengan membuat *fly over* sehingga kendaraan dapat langsung berjalan untuk melewati persimpangan. Tetapi cara ini tidak bisa berlaku di jalan-jalan sempit yang padat penduduk. Selain itu cara tersebut juga tidak efektif dan membutuhkan banyak biaya dalam penerapannya. Banyak pembangunan *fly over* yang sudah ada justru terbengkalai karena kekurangan dana dan masalah dalam pembebasan lahan.

Sistem lalu lintas membutuhkan suatu cara lain untuk mengefektifkan penggunaan lalu lintas. Sebuah cara lain yang sebaiknya bukan dengan menambah infrastruktur seperti pembuatan *fly over*, tetapi dengan memaksimalkan infrastruktur yang sudah ada. Salah satu caranya adalah dengan pemanfaatan lampu lalu lintas secara maksimal.

Lampu lalu lintas memberikan sinyal kepada pengemudi kendaraan. Dengan adanya lampu lalu lintas, pengemudi dapat mengetahui apakah mereka harus berhenti dahulu di persimpangan tersebut sehingga kendaraan yang menuju arah berlawanan dapat lewat, atau dia dapat langsung jalan karena kendaraan dari arah lain sedang berhenti. Jika pengaturan ini dapat diatur seefektif mungkin, arus kendaraan dapat ditingkatkan sehingga resiko kemacetan dapat berkurang.

Perubahan antara lampu merah dan lampu hijau pada sebuah persimpangan harus diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan arus kendaraan dapat melaju dengan lancar. Pengaturan ini meliputi *offset*, *green split*, dan *cycle time*. *Offset* merupakan selisih waktu antara nyala lampu hijau pertama dengan nyala lampu hijau berikutnya. *Green split* merupakan perbandingan waktu antara lampu hijau dengan lampu merah. Perbandingan ini memungkinkan arus lalu lintas padat mendapatkan lampu hijau yang lebih lama dibandingkan dengan arus lalu lintas yang kurang padat. *Cycle time* merupakan total waktu yang diperlukan oleh satu lampu lalu lintas untuk menyelesaikan satu putaran perubahan. Dengan kata lain, *cycle time* adalah lamanya lampu merah ditambah dengan lamanya lampu hijau.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Pada suatu persimpangan, kendaraan harus berhenti jika lampu lalu lintas berwarna merah. Ketika lampu lalu lintas sudah berwarna hijau, kendaraan tersebut pasti langsung melaju dan berharap di persimpangan berikutnya tidak akan terkena lampu merah lagi. Namun jika tidak ada pengaturan untuk hal tersebut, maka kendaraan tersebut memiliki kemungkinan untuk terkena lampu merah lagi di persimpangan berikutnya.

Jika kendaraan selalu terkena lampu merah pada setiap persimpangan, kondisi lalu lintas dapat berubah menjadi tidak lancar dan berujung kepada kemacetan. Hal ini akan membuat fungsi lampu lalu lintas tidak efektif dan akan menambah *stop and go cost*¹. Dibutuhkan adanya sistem yang dapat mensinkronisasi lampu lalu lintas tersebut sehingga terjadi *green wave*² pada setiap persimpangan lalu lintas. Dengan adanya *green wave* ini, waktu tunda karena berhenti saat kemungkinan kendaraan mendapatkan lampu merah dapat diperkecil sehingga dapat memperlancar lalu lintas.

I.3 RUANG LINGKUP

Penelitian kali ini hanya terfokus pada persimpangan yang berbentuk *grid* dengan jarak antar persimpangan yang konstan dan sama. Selain itu, kendaraan pada jalur hanya melaju lurus ke depan dengan batasan kecepatan maksimum yang ditentukan. Tidak ada kendaraan yang berbelok ataupun mundur. Lingkungan lalu lintas juga bersifat ideal dengan asumsi tidak ada faktor eksternal yang mengganggu kecepatan kendaraan, seperti jalanan yang rusak, penyeberang jalan, dan lain-lain.

I.4 METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian yang penulis lakukan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

↳ Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian, penulis terlebih dulu melakukan studi literatur mengenai penelitian yang pernah dilakukan. Penelitian tersebut dilakukan oleh Carlos Geherson dengan judul "*Self-Organizing Traffic Lights*" dan Angus P. Devol dengan judul "*Modelling of Traffic Signal Control and Transit Signal Priority Strategies in a Microscopic Simulation Laboratory*". Selain kedua penelitian diatas, penulis juga membaca literatur tentang

¹ *Stop and Go Cost* merupakan biaya atau waktu yang diperlukan sebuah kendaraan untuk berhenti dan berjalan kembali.

² *Green Wave* merupakan gelombang lampu hijau lalu lintas yang memungkinkan sebuah kendaraan untuk mendapatkan lampu hijau pada setiap persimpangan.

kondisi lalu lintas di Jakarta yang dibuat oleh Drs. Djoko Susilo, SH, M.Si dengan judul “Lalu lintas Jakarta, Dari Metropolitan Menuju Megapolitan”.

↳ **Pemahaman dan Penjabaran Algoritma Matematika**

Setelah melakukan studi literatur, penulis akan melakukan penjabaran matematika pada penelitian Isao Takagawa yang berjudul “*Self-Organizing Control of Urban Traffic Signal Network*”. Pada penelitian itu, Takagawa melakukan sinkronisasi lampu lalu lintas dengan menggunakan metode *non linier coupled oscillator*. Sinkronisasi yang dilakukan merupakan inspirasi dari sinkronisasi Kuramoto.

↳ **Implementasi Sistem**

Dengan algoritma matematika yang telah dijabarkan dari penelitian tersebut, penulis menerapkan implementasinya ke dalam simulasi sistem. Tiga parameter penting yang terdapat pada algoritma matematika itu akan menentukan hasil akhir dari simulasi. Parameter penting tersebut adalah *Split Time*, *Cycle Time*, dan *Offset*.

↳ **Analisis Hasil Implementasi Sistem**

Setelah pembuatan simulasi berdasarkan algoritma yang dibuat oleh Takagawa selesai, penulis akan menganalisa apakah hasilnya lebih baik dengan menggunakan pengaturan seperti ini atau dengan pengaturan yang dilakukan secara *random*. Definisi hasil yang lebih baik terletak pada kecepatan rata-rata kendaraan pada jalur lalu lintas. Semakin tinggi kecepatan rata-rata kendaraan menunjukkan bahwa lalu lintas lebih lancar sehingga kendaraan dapat melaju lebih cepat.

↳ **Membuat Kesimpulan**

Kesimpulan akan diambil penulis berdasarkan dengan hasil analisa pada bab sebelumnya. Baik atau tidaknya hasil penelitian akan membantu penulis untuk menentukan langkah yang akan dibuat dikemudian hari. Setelah kesimpulan dibuat, penulis juga akan mencantumkan beberapa saran yang

mungkin akan berguna untuk peneliti lain yang ingin melakukan riset tentang sistem lalu lintas seperti ini di Indonesia.

I.5 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian sistem pengaturan lalu lintas terdistribusi ini adalah untuk memodelkan lampu lalu lintas yang sudah ada. Penelitian ini merupakan tahap awal di mana penulis membuat suatu landasan matematika berdasarkan teori sinkronisasi dari Kuramoto dan penelitian dari Takagawa [2]-[9].

Dengan teori sinkronisasi yang telah dibuat oleh Takagawa, penulis mencoba untuk membuat algoritma pengaturan lampu lalu lintas dengan penyesuaian dengan teori tersebut. Penelitian ini baru terbatas pada lingkungan lalu lintas yang berbentuk *grid* dan dengan asumsi kendaraan yang melaju tidak pernah belok di persimpangan.

I.6 HASIL YANG DIHARAPKAN

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan algoritma pengaturan lalu lintas secara terdistribusi yang dapat meningkatkan efektifitas lampu lalu lintas dalam pengaturan lalu lintas pada persimpangan. Hasil algoritma penelitian ini akan digunakan sebagai landasan bagi penulis untuk diterapkan di dalam program simulasi.

Simulasi yang akan ditampilkan akan berisi:

1. Persimpangan antar jalan.
2. Kendaraan yang bergerak dengan akselerasi.
3. Jalan lurus.

Selain menampilkan ketiga hal diatas, simulasi juga dapat diatur sedemikian rupa supaya kondisi lalu lintasnya sesuai dengan yang diinginkan, seperti: jumlah (*debit*) kendaraan yang melaju pada satu ruas jalan, kecepatan maksimal kendaraan, dan jumlah persimpangan yang ditampilkan pada simulasi.

Simulasi ini dapat digunakan untuk melihat hasil algoritma yang dipakai sehingga dapat dilihat ada atau tidaknya optimisasi dari lampu lalu lintas di setiap persimpangan. Optimisasi ini bisa dilihat dari kecepatan rata-rata seluruh kendaraan pada simulasi tersebut. Dengan optimisasi ini diharapkan dapat terciptanya koordinasi antar lampu lalu lintas sehingga bisa mengurangi biaya “*stop and go*” dari kendaraan.

I.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah:

↳ **Bab I. Pendahuluan**

Penulis akan menjelaskan tentang latar belakang penelitian tugas akhir ini, tujuan dari penelitian tersebut beserta hasil yang diharapkan setelah proses penelitian ini berakhir. Selain itu, pada bab ini juga dimasukkan metodologi penelitian yang digunakan oleh penulis beserta sistematika penulisan laporannya.

↳ **Bab II. Landasan Teori**

Penulis akan menjelaskan sekilas tentang Sinkronisasi Kuramoto yang digunakan oleh Isao Takagawa dalam penelitian terdahulunya. Selain itu, untuk mensinkronisasikan penelitian Takagawa dengan kondisi lalu lintas di Indonesia, penulis juga menyertakan peraturan pemerintah yang berkaitan dengan sistem lalu lintas.

↳ **Bab III. Desain dan Pengendalian Sistem Lampu Lalu lintas**

Penulis akan menjabarkan algoritma matematika yang dibuat Takagawa dalam penelitiannya yang terdahulu. Algoritma inilah yang akan diimplementasikan oleh penulis pada simulasi sistemnya.

↳ **Bab IV. Rancangan Simulasi**

Penulis akan menjelaskan lebih lanjut mengenai penerapan 3 parameter penting yang telah dijabarkan pada Bab 4. Pada bab ini, penulis akan mencantumkan