

# 1. Pendahuluan

## 1.1.Latar Belakang

Kemacetan lalu lintas merupakan satu masalah yang sering terjadi di kota-kota besar dan negara-negara besar. Di daerah ibukota Indonesia, Jakarta, misalnya kemacetan sering terjadi diakibatkan belum adanya sistem lalu lintas yang dapat menjadwalkan lampu lalu lintas sesuai dengan volume kendaraan yang ada di lalu lintas saat itu. Sistem pengatur lampu lalu lintas di Indonesia selama ini adalah berbasis *Fixed Time Traffic Light Controller* yang mengendalikan lampu lalu lintas berdasarkan durasi dan urutan nyala lampunya sudah ditetapkan sebelumnya. Disini lampu lalu lintas tidak mampu menyesuaikan kondisi di lalu lintas sebenarnya yang tingkat kepadatannya berubah-ubah secara dinamis. Penentuan durasi lampu lalu lintas akan diatur berdasarkan jam sibuk (*peak hour*), misalnya pagi, siang dan sore. Kemacetan akibat sistem lampu lalu lintas yang kurang handal seperti hal di atas dapat diperbaiki dengan suatu metode optimasi penjadwalan.

Untuk melakukan penjadwalan lampu lalu lintas dibutuhkan suatu algoritma optimisasi penjadwalan yang efektif. Tugas Akhir ini mensimulasikan *Artificial Bee Colony Algorithm* (Algoritma ABC) dengan menggunakan pemodelan Cellular Automata yang pada akhirnya bertujuan untuk proses optimasi penjadwalan lampu lalu lintas. Pemilihan pemodelan Cellular Automata dilakukan dengan pertimbangan Cellular Automata dapat mensimulasikan kendaraan yang masuk ke dalam simulasi lalu lintas. Cellular Automata banyak diimplementasikan untuk pemodelan dan aproksimasi. Cellular Automata telah digunakan untuk memodelkan proses fisika seperti penyebaran panas, aliran fluida dan pertumbuhan salju. Cellular Automata juga digunakan untuk memodelkan proses biologi seperti pertumbuhan sel dan organisme. Dalam ilmu komputer dan matematika, Cellular Automata telah digunakan sebagai pembangkit bilangan random, kriptografi dan alternatif aproksimasi selain menggunakan persamaan diferensial [10]. Cellular Automata juga dapat digunakan untuk memodelkan arus lalu lintas kendaraan di jalan raya. Arus lalu lintas dapat dimodelkan dengan cellular automata berdasarkan teori *car following* [10] yang menunjukkan bahwa kecepatan kendaraan di jalan raya pada suatu saat dapat dianggap hanya dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan itu dan keadaan jalan di sekitarnya pada saat sebelumnya. Hal ini sesuai dengan karakteristik Cellular Automata dimana status suatu sel pada suatu saat hanya ditentukan oleh status sel itu sendiri dan status sel-sel tetangganya pada saat sebelumnya [10]. Kelebihan model arus lalu lintas dengan cellular automata antara lain:

- Model arus lalu lintas dengan Cellular Automata merupakan model pendekatan mikroskopis. Disini arus lalu lintas dipandang sebagai hasil interaksi antara individu-individu kendaraan yang ada pada ruas jalan sehingga tingkah laku arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut diperoleh dengan menghitung pergerakan masing-masing kendaraan. Dalam model ini, dapat dirancang simulasi lalu lintas dengan ketelitian tinggi dan dapat memperhitungkan pergerakan masing-masing kendaraan.

Algoritma ABC adalah algoritma optimisasi yang berdasarkan kecerdasan perilaku mencari makanan daripada kumpulan lebah madu (*honey bee swarm*) [3]. Masalah alokasi durasi lampu hijau dalam simulasi suatu persimpangan lalu lintas dapat dikaitkan dengan masalah alokasi kawanan lebah madu saat mencari makanan. Alokasi durasi lampu hijau juga merupakan masalah yang dapat diselesaikan dengan Algoritma ABC ini. Hal ini akan dibahas lebih lanjut dalam Tugas Akhir ini.

## 1.2. Perumusan Masalah

Banyak faktor yang dapat menjadi faktor efisien tidaknya suatu penjadwalan lampu lalu lintas. Optimumnya waktu layanan (*service time*) yaitu lama kendaraan dapat dilayani ditandai dengan durasi lampu hijau yang diberikan oleh *Traffic Light Controller*. *Waiting time* akan menunjukkan waktu tunggu suatu kendaraan yang juga turut mempengaruhi performansi sistem pengatur lampu lalu lintas. Maka dari penjabaran diatas dibuat perumusan masalah:

1. Bagaimana cara kerja Cellular Automata dan *Artificial Bee Colony Algorithm* dalam membangun sistem simulasi penjadwalan lampu lalu lintas yang optimal?
2. Bagaimana *Artificial Bee Colony Algorithm* mampu melakukan optimasi waktu tunggu dalam simulasi penjadwalan lampu lalu lintas?
3. Bagaimana mengetahui performansi sistem simulasi penjadwalan lampu lalu lintas yang telah dibangun?

## 1.3. Batasan Masalah

Dalam melakukan implementasi Tugas Akhir ini, ditemukan beberapa batasan yaitu:

1. Sistem pengatur lalu lintas disini hanya terbatas pada simulasi dan tidak menangani input dan pengolahan gambar.
2. Pemodelan simulasi yang digunakan adalah *Cellular Automata* dan optimasi penjadwalan dengan *Artificial Bee Colony Algorithm*.
3. Sistem hanya mensimulasikan persimpangan dengan 3 ruas jalan dengan jarak yang sama dari pusat persimpangan lampu lalu lintas.
4. Sistem hanya mensimulasikan persimpangan dengan 2 lajur di tiap ruas jalan.
5. Simulasi hanya mensimulasikan maksimum 40 kendaraan tiap ruas jalan.
6. Simulasi hanya menampilkan grafik akhir simulasi berupa kepadatan kendaraan (*density*), jumlah kendaraan (*number of vehicles*) dan waktu tunggu total tiap ruas (*waiting time*)
7. Simulasi belum bersifat *real time*, data-data yang disimulasikan merupakan data-data pembangkitan antrian oleh Cellular Automata. Agar dapat bekerja secara *real time*, hal yang harus diperhatikan adalah masalah *delay* antara komunikasi *controller*.
8. Durasi lampu hijau yang digunakan dalam skenario pengujian mengikuti preferensi wawancara terhadap petugas *Traffic Management Center* (TMC). Durasi lampu hijau minimum adalah 15 detik dan maksimum 70 detik.
9. Parameter performansi dari sistem optimasi penjadwalan lalu lintas ini diukur melalui rata-rata waktu tunggu (*average waiting time*) dan standar waktu tunggu (*standard of waiting time*).

#### 1.4. Tujuan

Adapun tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem simulasi penjadwalan lalu lintas dengan menggunakan pemodelan *Cellular Automata* (CA) dan Algoritma Optimasi *Artificial Bee Colony* (ABC).
2. Menganalisis parameter algoritma Optimasi *Artificial Bee Colony* dalam mengoptimasi durasi hijau dan optimasi waktu tunggu rata-rata kendaraan.
3. Melakukan analisis komparatif performansi *Fixed Time Traffic Light Controller* dengan sistem simulasi penjadwalan lampu lalu lintas menggunakan *Artificial Bee Colony Algorithm* ini dalam hal optimasi waktu tunggu.

#### 1.5. Metodologi Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

1. Studi literatur
  - a. Pencarian referensi dan sumber-sumber yang berhubungan dengan penjadwalan menggunakan Algoritma Optimasi *Artificial Bee Colony* (ABC).
  - b. Pencarian referensi dan sumber-sumber yang berhubungan dengan pemodelan *Cellular Automata* (CA).

#### 2. Pembangunan model

Pada tahap ini akan dilakukan analisis model sistem yang akan dibuat dan perancangan sistem yaitu menentukan data dan fungsi-fungsi yang harus disediakan oleh sistem dan juga menentukan langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan perbandingan.

Tahapan pembangunan model simulasi meliputi:

- a. Data antrian kendaraan akan dibangkitkan secara acak dengan menggunakan pemodelan *Cellular Automata* (CA).
- b. Data kepadatan dan antrian kendaraan pada ruas persimpangan menjadi objek yang dioptimasi *ABC Algorithm* untuk menentukan durasi hijau yang optimal bagi tiap ruas jalan dan yang dapat mengurangi waktu tunggu.
- c. Membangun desain dari perangkat lunak menggunakan pendekatan struktural.

#### 3. Implementasi sistem

Mengimplementasikan perancangan sistem menjadi perangkat lunak untuk simulasi penjadwalan lampu lalu lintas menggunakan Matlab R2008a.

#### 4. Pengujian sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem simulasi yang telah dibangun memenuhi tujuan pembangunan sistem atau tidak. Pengujian sistem dilakukan dengan menguji parameter-parameter dalam algoritma yang membangun sistem penjadwalan lampu lalu lintas. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian performansi sistem simulasi penjadwalan lampu lintas yang telah dibangun.

#### 5. Analisis hasil

Analisis hasil dilakukan pada hasil-hasil yang telah diperoleh dari pengujian sistem dan berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan. Analisis hasil dilakukan dengan menganalisa pengaruh parameter-parameter dalam algoritma dalam optimasi sistem simulasi penjadwalan lampu lalu lintas berdasarkan hasil observasi. Kemudian dilanjutkan dengan menganalisa performansi sistem simulasi penjadwalan lalu lintas yang telah dibangun.

## 6. Pembuatan laporan

Tahap terakhir adalah pelaporan tugas akhir meliputi hasil analisa dan deskripsi proses pengerjaan pembangunan sistem simulasi penjadwalan lalu lintas. Laporan ini dapat berfungsi sebagai dokumentasi pembuatan sistem guna pengembangan berikutnya (*future work*). Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### 1. Bagian Pendahuluan

Bagian ini berisikan latar belakang pengangkatan masalah kemacetan lalu lintas untuk diselesaikan dalam tugas akhir ini. Disertakan juga perumusan masalah, tujuan tugas akhir, batasan masalah serta metodologi penyelesaian masalah tugas akhir ini.

### 2. Bagian Landasan Teori

Bagian ini berisikan landasan teori yang digunakan guna memperkuat justifikasi dan argumen dalam tugas akhir ini. Disini dijabarkan cukup detail mengenai konsep pemodelan menggunakan Cellular Automata. Serta dijabarkan penggunaan algoritma optimasi *Artificial Bee Colony* dalam proses optimasi waktu tunggu dalam simulasi penjadwalan lampu lalu lintas pada tugas akhir ini.

### 3. Bagian Analisis Perancangan dan Implementasi

Bagian ini berisikan analisis kebutuhan sistem serta perancangan pembuatan sistem simulasi optimasi penjadwalan lampu lalu lintas. Perancangan

### 4. Bagian Pengujian dan Analisis

Bagian ini berisikan skenario pengujian simulasi penjadwalan lampu lalu lintas dengan dua tipe skenario, yaitu: *Fixed-time* dan *Adaptive Artificial Bee Colony*. Kemudian dilakukan analisis berdasarkan jumlah kendaraan, waktu tunggu tiap kendaraan dan kepadatan ruas jalan yang dihasilkan oleh sistem simulasi penjadwalan lampu lalu lintas yang sudah dibangun.

### 5. Bagian Kesimpulan dan Saran

Bagian ini berisikan kesimpulan hasil pengujian dan analisis pada tugas akhir ini. Lalu disampaikan pula saran-saran agar tugas akhir ini dapat dikembangkan ke depannya dan harapan agar konsep tugas akhir ini dapat diujikan dan diimplementasikan pada sistem pengaturan lampu lalu lintas yang sebenarnya.