

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Persimpangan jalan diartikan sebagai wilayah pertemuan antara berbagai pergerakan, membutuhkan suatu sistem perencanaan jaringan transportasi yang baik dalam usaha meminimalkan waktu penundaan. Persimpangan jalan merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya, sebab sebagian besar dari efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki persimpangan dan mencakup juga pergerakan memutar. Pergerakan lalu lintas ini dikendalikan dengan berbagai cara bergantung pada jenis persimpangannya.

Masalah pengaturan lampu lalu lintas merupakan masalah pengaturan arus kendaraan pada persimpangan jalan dan pengaturan waktu siklus lampu merah dan lampu hijau. Pada persimpangan jalan banyak ditemui lampu lalu lintas dengan durasi lampu hijau yang singkat dan lampu merah yang lama. Misalnya pada Persimpangan Lapangan Sejati Pratama, Jalan A.H. Nasution, Medan Johor. Durasi lampu merah yang lama juga mengakibatkan masa tunggu menjadi lama.

Persimpangan Lapangan Sejati Pratama, Jalan A.H. Nasution, Medan Johor merupakan salah satu persimpangan yang banyak dilewati kendaraan. Hal tersebut dikarenakan Persimpangan Lapangan Sejati Pratama merupakan salah satu akses jalan untuk pergi ke sekolah, rumah sakit, Asrama Haji Medan, kantor pemerintahan, swalayan, kampus, perumahan masyarakat atau tempat bekerja. Persimpangan Lapangan Sejati Pratama juga tidak jarang dilewati oleh kendaraan berat, seperti truk pengangkut barang dan bus yang memiliki lintasan yang sama dengan lintasan kendaraan lainnya. Oleh karena itu, perlu adanya pengaturan lampu lalu lintas yang baik, karena di Persimpangan Lapangan Sejati Pratama sering terjadi kemacetan yang terkadang disebabkan kendaraan yang berjalan

semaunya. Meskipun terkadang ada aparat kepolisian atau pegawai Dinas Perhubungan Kota Medan yang mengatur lalu lintas di Persimpangan Lapangan Sejati Pratama yang menertibkan lalu lintas.

Berdasarkan observasi yang dilakukan di Persimpangan Lapangan Sejati Pratama pada Senin, 5 Januari 2015, terlihat tingkat kemacetan yang cukup tinggi di Persimpangan tersebut, khususnya pada pagi dan sore hari. Di Persimpangan tersebut terdapat empat lampu lalu lintas yang dioperasikan, antara lain :

- Lampu lalu lintas untuk arus yang berasal dari arah Asrama Haji Medan.
- Lampu lalu lintas untuk arus yang berasal dari arah Titi Kuning.
- Lampu lalu lintas untuk arus yang berasal dari arah Arhanud Medan.
- Lampu lalu lintas untuk arus yang berasal dari arah Polonia Medan.

Keempat lampu lalu lintas tersebut beroperasi dengan durasi lampu hijau yang singkat dan lampu merah yang lama serta waktu siklus yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Bahkan waktu siklus antara pagi hari pada pukul 06.30-08.00 WIB dan sore hari pada pukul 16.30-18.00 WIB, berbeda dengan waktu siklus pada siang hari pada pukul 12.00-13.30 WIB.

Berdasarkan wawancara dengan pegawai Dinas Perhubungan Kota Medan yang dilakukan pada 16 Januari 2015, diperoleh informasi bahwa penelitian ini tepat untuk dilakukan pada persimpangan tersebut, dikarenakan belum pernah dilakukan observasi mengenai volume kendaraan oleh Dinas Perhubungan Kota Medan pada Persimpangan Lapangan Sejati Pratama sebagai pertimbangan penentuan waktu tunggu. Oleh karena itu, diduga bahwa waktu siklus yang berlaku pada persimpangan tersebut belum memiliki acuan metode yang tepat atau sesuai dengan keadaan di lapangan.

Lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Sedangkan lampu lalu lintas (*traffic light*) yaitu lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*) dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini menandakan waktu kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah (Undang-undang No 22 tahun 2009). Lalu lintas

merupakan perangkat penting dalam mengendalikan persimpangan untuk mengurangi kemacetan. Tujuan lalu lintas yaitu sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti sebagai model antrian yang dapat menentukan optimasi waktu penyalaan lampu lalu lintas dan meminimalkan waktu tunggu. Akan tetapi, terdapat permasalahan yang harus dihadapi, yaitu penentuan parameter waktu dan pengaturan pergiliran yang kurang sesuai dengan volume dan karakteristik kedatangan kendaraan.

Permasalahan waktu tunggu total optimum tersebut akan diselesaikan menggunakan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel. Hal ini akan menghasilkan arus-arus yang dapat berjalan secara bersamaan. Selain itu juga diperoleh alternatif durasi siklus baru dari algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel. Durasi siklus baru yang dihasilkan dengan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel akan dibandingkan dengan waktu siklus data sekunder tahun 2015 dari Dinas Perhubungan Kota Medan serta membandingkan keefektifan antara aplikasi algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel dalam menentukan waktu tunggu total optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi Dinas Perhubungan Kota Medan dalam rangka mempercepat masa tunggu ketika lampu merah menyala.

Terdapat banyak aplikasi yang berkaitan dengan teori graf. Di dalam aplikasi itu, graf digunakan sebagai alat untuk mempresentasikan atau memodelkan persoalan. Salah satu bagian dari teori graf, yaitu pewarnaan graf. Pewarnaan graf (*graph coloring*) adalah kasus khusus dari pelabelan graf. Pelabelan disini maksudnya, yaitu memberikan warna pada simpul-simpul dengan batas tertentu. Ada tiga macam pewarnaan graf (*graph colouring*), yaitu pewarnaan simpul, pewarnaan sisi dan pewarnaan wilayah (Seymour Lipschutz dan Marc Lars Lipson, 2002).

Pewarnaan simpul adalah pemberian warna pada simpul-simpul di dalam graf sedemikian rupa sehingga setiap dua simpul bertetangga mempunyai warna yang berbeda. Di dalam persoalan pewarnaan graf, kita tidak hanya sekedar mewarnai simpul-simpul dengan warna yang berbeda dari warna simpul teangganya saja. Namun, kita juga menginginkan jumlah warna yang digunakan

sedikit mungkin. Jumlah warna minimum yang dapat digunakan untuk mewarnai simpul disebut bilangan kromatik graf G , disimbolkan dengan $\chi(G)$. Pada pewarnaan simpul terdapat algoritma Welch-Powell yang digunakan untuk mewarnai sebuah graf G secara mangkus (Rinaldi Munir, 2005). Dalam hal ini, aplikasi algoritma Welch-Powell yang digunakan yaitu dalam penentuan waktu tunggu total optimal.

Penyelesaian masalah waktu tunggu total optimum dapat ditinjau dalam perspektif graf, yaitu dengan mempresentasikan persimpangan dalam bentuk graf. Pada algoritma Welch-Powell, simpul graf mewakili arus lalu lintas dan sisi graf menghubungkan pasangan simpul yang arusnya tidak boleh dilakukan secara bersamaan (*incompatible*) atau pasangan arus yang menyebabkan konflik.

Pada graf kompatibel, simpul mewakili arus lalu lintas dan sisinya menghubungkan pasangan simpul yang arusnya kompatibel atau arus yang dapat bergerak pada waktu bersamaan tanpa saling membahayakan.

Adapun kelebihan dari algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel, yaitu pengerjaannya lebih sederhana dan dapat dikerjakan secara manual berdasarkan algoritma dari kedua metode tersebut. Selain itu, juga dihasilkan geometri pengaturan lalu lintas serta waktu siklus lampu lalu lintas yang baru untuk masing-masing kelompok arus lalu lintas yang dapat berhenti dan berjalan secara bersamaan (Arun Kumar Baruah dan Niky Baruah, 2012). Akan tetapi, pada penggunaan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel diperlukan variabel kontrol (misalnya volume kendaraan) agar hasil yang diperoleh lebih sesuai dan tepat dengan kondisi persimpangan.

Selain algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengaturan lampu lalu lintas, antara lain metode *Round Robin* dan *fuzzy logic*. Akan tetapi, terdapat beberapa kekurangan dari kedua metode tersebut, antara lain:

- Kekurangan pengaturan lampu lalu lintas dengan *Round Robin*, yaitu pengerjaannya lebih rumit dibandingkan dengan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel. Selain itu, pada metode *Round Robin* digunakan bahasa pemrograman yang berisi pernyataan *If...Then..* yang merupakan hasil

penerapan pola pikir dari seorang pakar yang tersusun dalam aturan-aturan (*rules*), sehingga pengaturan lampu lintas yang dihasilkan akan bervariasi dan tidak konsisten tergantung dari pola pikir pakarnya (Pristiwanto, 2013: 4).

- Kekurangan pengaturan lampu lalu lintas dengan *fuzzy logic*, yaitu pengerjaannya cukup rumit dan kehandalan sistem sangat tergantung pada baik-buruknya proses pengumpulan aturan seperti prosedur pertanyaan dan komponen-komponen kuisiner, serta sering terjadi kesulitan untuk menyimpulkan suatu pertanyaan tertentu oleh operator. Misalnya yaitu dalam menentukan derajat keanggotaan, akan diperoleh nilai yang bervariasi dan tidak konsisten tergantung dari pola pikir pakarnya (Adhitya Yoga Yudanto, dkk, 2013).

Dari latar belakang di atas, peneliti mengangkat judul **“Aplikasi Algoritma Welch-Powell dan Graf Kompatibel pada Penentuan Waktu Tunggu Total Optimal di Persimpangan Lapangan Sejati Pratama, Jalan A.H. Nasution, Medan Johor.”**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu berapakah waktu tunggu total optimal lampu lalu lintas di Persimpangan Lapangan Sejati Pratama, Jalan A.H. Nasution, Medan Johor dengan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel dengan mempertimbangkan volume kendaraan.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, masalah dibatasi pada pewarnaan simpul dengan menggunakan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel serta aplikasinya pada penentuan waktu tunggu total optimal. Agar pemodelan ini menjadi lebih sederhana, terdapat beberapa asumsi yang digunakan, yaitu:

1. Lampu kuning sama dengan lampu hijau sehingga hanya akan ada dua lampu, yaitu lampu merah untuk menandakan berhenti dan lampu hijau yang berarti dapat berjalan.
2. Jarak antar-persimpangan jalan diabaikan.

3. Waktu pengambilan data primer dibatasi hanya dilakukan selama 1 bulan, yaitu pada bulan Maret (1 Maret 2015 – 23 Maret 2015) dan dilakukan selama 2 hari pada setiap minggunya, yaitu pada hari Senin dengan volume kendaraan yang tinggi dan hari Minggu dengan volume kendaraan yang rendah. Pada hari Senin, waktu pengambilan data primer dibagi menjadi tiga periode waktu, yaitu:
 - a. Pagi hari, dibatasi pada pukul 06.30-08.00 WIB, dengan asumsi banyak pekerja dan pelajar yang berangkat pada jam tersebut .
 - b. Siang hari, dibatasi pada pukul 12.00-13.30 WIB, dengan asumsi banyak pelajar yang pulang dan melakukan aktivitas lainnya pada jam tersebut.
 - c. Sore hari, dibatasi pada pukul 16.30-18.00 WIB, dengan asumsi banyak pekerja yang pulang pada jam tersebut.Pada hari Minggu, waktu pengambilan data primer dibagi menjadi tiga periode waktu, yaitu:
 - a. Pagi hari, dibatasi pada pukul 06.30-08.00 WIB, dengan asumsi banyak masyarakat yang pergi-pulang berbelanja di pasar dan banyak masyarakat beragama Kristen dan Hindu pergi ibadah.
 - b. Siang hari, dibatasi pada pukul 12.00-13.30 WIB, dengan asumsi banyak masyarakat beragama Kristen dan Hindu pulang ibadah.
 - c. Sore hari, dibatasi pada pukul 16.30-18.00 WIB, dengan asumsi banyak masyarakat yang pergi-pulang dari perjalanan *weekend*.
4. Data yang diamati pada tiap ruas jalan, berupa sepeda motor, becak, mobil dan truk. Sedangkan pejalan kaki dan penyeberang jalan diabaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, yaitu untuk menentukan waktu tunggu total optimal lampu lalu lintas di Persimpangan Lapangan Sejati Pratama, Jalan A.H. Nasution, Medan Johor dengan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Bagi Penulis

Penelitian ini sebagai bahan untuk penulis dapat menyelesaikan pendidikan sarjana dan membantu penulis untuk mengetahui bagaimana cara menghitung waktu tunggu total optimal lampu lalu lintas di Persimpangan Lapangan Sejati Pratama, Jalan A.H.Nasution, Medan Johor dengan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel.

b. Bagi Universitas

Penelitian ini dapat menjadi referensi yang berkaitan dengan teori graf dalam menyelesaikan masalah menghitung waktu tunggu total optimal.

c. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dapat dipakai sebagai bahan acuan bagi mahasiswa untuk mengetahui perhitungan jumlah waktu tunggu optimal pada arus lalu lintas di persimpangan jalan dengan menggunakan algoritma Welch-Powell dan graf kompatibel. Selain itu juga dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa yang ingin melanjutkan penelitian perhitungan waktu tunggu total optimal dengan metode yang berbeda.

d. Bagi Instansi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan masukan bagi Dinas Perhubungan Kota Medan untuk menghitung jumlah waktu tunggu total optimal pada persimpangan jalan.