

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu komponen penting dalam mitigasi bencana, jalur evakuasi diperlukan untuk memindahkan pengungsi (penduduk) dari lokasi bencana ke lokasi yang aman untuk mendapatkan penanganan lebih lanjut. Proses evakuasi harus dilakukan secepat mungkin agar banyaknya korban dapat diminimumkan. Dengan demikian perlu direncanakan jalur evakuasi yang optimal, yaitu jalur evakuasi dengan waktu tercepat yang bisa membawa pengungsi sebanyak mungkin.

Masalah evakuasi dapat ditemukan di beberapa sistem yang berbeda-beda, seperti bangunan, wilayah, dan alat transportasi (kapal, kereta api, dan pesawat). Dengan demikian, struktur sistem seperti populasi, perilaku populasi dalam bereaksi terhadap bahaya, estimasi kecepatan pengungsi, sumber dan lokasi berbahaya, lokasi titik berkumpul, akan sangat mempengaruhi perencanaan evakuasi pada sistem terkait. Jalur evakuasi perlu direncanakan agar pada saat terjadi bencana tidak terjadi penumpukan pengungsi di suatu titik yang dapat menghambat proses evakuasi.

Masalah-masalah terkait jalur evakuasi biasa dipecahkan secara matematis, yaitu dengan menggunakan pemodelan. Beberapa model yang sering digunakan antara lain *Cellular Automata (CA)*, *Flow-based*, dan *Agent-based*. S. V. Malodushev dkk. (2019) menyatakan bahwa area evakuasi dalam simulasi CA dinyatakan dengan sebuah petak dan setiap pengungsi hanya dapat menempati satu sel per satuan waktu. Kondisi suatu petak bergantung pada kondisi petak tetangga. Model dengan tipe ini mudah untuk diimplementasikan tetapi tidak dapat merepresentasikan pergerakan serta perilaku manusia secara akurat dan tepat dikarenakan parameter yang ditentukan hanyalah pergerakan pengungsi. Model kedua yaitu model *Flow-based*, model ini tidak memperhitungkan perilaku pribadi dan setiap partikel atau objek dalam simulasi memiliki parameter yang sama. Model ini juga dikenal sebagai model makroskopis. Model terakhir yaitu model *Agent-based*, model ini mengilustrasikan aksi dan interaksi dari pihak-pihak otonom. Model ini mempertimbangkan parameter-parameter yang lebih spesifik dibandingkan model-model sebelumnya. Model ini juga dikenal sebagai model

mikroskopis dikarenakan perhatian yang tinggi terhadap detail-detail kecil seperti perilaku pribadi tiap pengungsi.

Dalam model berbasis aliran, lingkungan yang tersimulasi merupakan sebuah jaringan simpul (Almeida dkk., 2013). Simpul-simpul tersebut merepresentasikan objek-objek nyata seperti ruangan, tangga, lobi, dan lorong-lorong yang terkoneksi di mana simpul-simpul tertentu akan dipilih menjadi simpul tujuan. Selain simpul, model ini juga mengharuskan adanya busur, yaitu jalur yang dapat dilewati oleh para pengungsi yang secara umum memiliki dua variabel; waktu tempuh dan kapasitas (Almeida dkk., 2013).

Penelitian menggunakan model berbasis aliran telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Malodushev dkk. (2019) telah melakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk membuat sebuah model, algoritma, dan menjalankan simulasi menggunakan *software* untuk mengilustrasikan aliran gerakan manusia pada kasus emergensi pada bangunan tipe koridor. Penelitian tersebut menjelaskan tentang beberapa teknik yang dapat dieksekusi untuk menghitung atau mencari jalur evakuasi dalam kasus emergensi. Penelitian tersebut juga membahas tentang model matematika berbasis *Dynamic Graph Network* (DGN), dengan masalah utama *Quickest Flow Problem* (QFP). Model tersebut digunakan untuk meminimasi waktu dalam proses pengiriman sejumlah aliran tertentu dari sumber ke tujuan. Pemodelan berbasis aliran juga dapat dikaitkan dengan masalah aliran umum seperti *maximum flow problem* dan *minimum cost problem*. Salah satu penelitian yang telah dilakukan dengan pendekatan ini adalah penelitian Naing dan Kyi (2018) yang mengimplementasikan Algoritma Ford-Fulkerson dalam memecahkan sebuah masalah *maximum flow* dengan studi kasus pendistribusian air bersih pada jaringan pipa di Mandalay, Myanmar.

Terdapat dua aspek penting yang perlu diperhatikan pada masalah yang berkaitan dengan optimisasi jalur evakuasi, yaitu aliran dan/atau waktu. Khususnya untuk masalah yang memperhatikan kedua aspek tersebut secara bersamaan, dikenal dengan sebutan *Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP). Model ini bertujuan untuk memaksimalkan banyaknya pengungsi yang dievakuasi dalam rentang waktu tertentu. MDFP merupakan sebuah pendekatan model optimisasi yang memanfaatkan konsep jaringan yang melibatkan simpul sumber, simpul

perantara, simpul tujuan dan busur, di mana setiap busur memiliki bobot berupa waktu tempuh dan kapasitas maksimal. Kapasitas maksimal busur merepresentasikan banyaknya maksimal pengungsi yang dapat melintasi busur pada satu satuan waktu, sedangkan waktu tempuh busur adalah waktu yang dibutuhkan pengungsi untuk melintasi busur tersebut. Solusi yang ingin dicari dalam sebuah MDFP adalah untuk memaksimalkan aliran dinamis yang akan dikirimkan ke simpul tujuan dalam suatu rentang waktu T yang terbatas.

MDFP diselesaikan untuk menentukan banyaknya pengungsi yang dapat dievakuasi dalam rentang waktu T . Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikannya adalah dengan menyelesaikan *Minimum Cost Flow Problem* (MCFP) pada jaringan statis G . Dalam kasus ini, tujuan penyelesaian MCFP adalah untuk mencari jarak terpendek antar semua simpul. Oleh karenanya, algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah Algoritma Dijkstra. Selanjutnya, pendistribusian aliran diulang sepanjang rantai dari jaringan statis untuk setiap satuan waktu dalam rentang waktu T . Pendekatan ini dikenal dengan sebutan pendekatan *Temporally Repeated Flow* yang merujuk kepada penelitian oleh Hamacher dan Tjandra (2001).

Penelitian menggunakan pendekatan MCFP untuk menyelesaikan MDFP telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Lin dan Jaillet (2014) meneliti tentang metode-metode penyelesaian MCFP yang pernah ada lalu membandingkannya dengan algoritma baru yang telah mereka buat dan kembangkan. Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Parpalea dan Ciurea (2011) yang membahas tentang solusi MCFP berbasis *bi-criteria*, yaitu meminimalkan waktu tempuh dan biaya tempuh.

Penelitian ini akan menentukan jalur evakuasi menggunakan model MDFP dengan pendekatan *Temporally Repeated Flow*. Berbeda dengan Darmawan (2021) yang mengimplementasikan MDFP untuk menentukan jalur evakuasi tsunami di Kelurahan Sanur, penelitian ini akan mengimplementasikan MDFP pada masalah penentuan jalur evakuasi di gedung bertingkat. Model MDFP tersebut akan diimplementasikan untuk perencanaan jalur evakuasi di Gedung FPMIPA A UPI. Sejauh ini belum ada penelitian terkait perencanaan jalur evakuasi yang optimal di Gedung tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rujukan bagi

pihak FPMIPA tentang perencanaan jalur evakuasi yang efisien di Gedung FPMIPA A UPI agar jika terjadi bencana, maka banyaknya korban dapat diminimumkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, masalah yang akan dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana model optimasi berbasis *Maximum Dynamic Flow Model* untuk jalur evakuasi sebuah bangunan gedung bertingkat?
2. Bagaimana implementasi model *Maximum Dynamic Flow Model* dalam penentuan jalur evakuasi di Gedung FPMIPA A UPI?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji model optimasi berbasis *Maximum Dynamic Flow Model* dan penyelesaiannya, serta penerapannya untuk perencanaan jalur evakuasi di Gedung FPMIPA A UPI.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah bahan kajian sebagai sumber informasi seputar pemodelan optimasi menggunakan pendekatan *Maximum Dynamic Flow Model*.
2. Memberikan rujukan terkait perencanaan jalur evakuasi di Gedung FPMIPA A UPI yang sebenarnya.