

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara geografis, Indonesia berada di kawasan *Ring of Fire* atau ‘Cincin Api’ Pasifik, di mana Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng utama dunia yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik (Fuady dkk., 2021). Kondisi tersebut menjadikan Indonesia rawan mengalami bencana alam seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, dan tanah longsor. Bencana alam tersebut dapat terjadi secara tiba-tiba dan hampir tidak mungkin diperkirakan secara akurat kapan dan di mana akan terjadi sehingga diperlukan suatu manajemen mitigasi bencana.

Mitigasi bencana adalah upaya yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menyiapkan, mencegah, serta mengurangi atau menurunkan risiko dan dampak yang diakibatkan oleh bencana (BPBD, 2022). Salah satu komponen dalam mitigasi bencana adalah proses evakuasi. Proses evakuasi merupakan suatu kegiatan atau tindakan untuk memindahkan pengungsi dari tempat terjadinya bencana ke suatu lokasi yang aman agar menjauh dari ancaman yang berpotensi mengancam keselamatan untuk mendapatkan penanganan lanjutan yang memadai (Kurniawan dkk., 2021).

Proses evakuasi dapat ditemukan di berbagai sistem, seperti gedung, area, dan kendaraan (bus, kapal, dan kereta api). Proses evakuasi di sebuah gedung merupakan langkah penting untuk memastikan keselamatan setiap individu dalam situasi darurat. Dengan memperhatikan faktor-faktor seperti populasi, perilaku populasi dalam bereaksi terhadap bahaya, estimasi kecepatan pengungsi, lokasi terjadinya bahaya, lokasi titik berkumpul, serta jumlah persimpangan pada jalur evakuasi, akan memengaruhi perencanaan jalur evakuasi di sebuah gedung. Oleh karena itu, perencanaan jalur evakuasi di sebuah gedung harus dirancang dengan baik untuk memastikan jalur evakuasi yang cepat dan efektif agar banyaknya korban dapat diminimumkan.

Permasalahan terkait jalur evakuasi seringkali dipandang sebagai masalah riset operasi yang diselesaikan secara matematis dengan merancang model matematika untuk meminimalkan dampak bencana. Model-model yang sering

digunakan untuk menyelesaikan perencanaan jalur evakuasi dapat dibagi menjadi dua model, yaitu model makroskopis dan model mikroskopis (Yusoff dkk., 2008). Model makroskopis berfokus pada sistem secara keseluruhan, sedangkan model mikroskopis mempelajari perilaku dan keputusan setiap pengungsi dan interaksinya dengan pengungsi lain di tengah proses evakuasi (Pelechano & Malkawi, 2008). *Regression models*, *route choice models*, *queuing models*, dan *gas-kinetics models* termasuk dalam model makroskopis (Pelechano & Malkawi, 2008). *Regression models* menggunakan hubungan secara statistik antara variabel-variabel aliran untuk memprediksi aliran pengungsi dalam keadaan tertentu di mana karakteristik dari aliran ini tergantung pada infrastruktur (Milazzo et al., 1998). Model yang kedua yaitu *route choice models*, model ini menggambarkan pencarian jalur berdasarkan tujuannya, misalkan dalam meminimalkan waktu tempuh (Hoogendoorn & Bovy, 2005). Model yang ketiga yaitu *queuing models*, model ini menggunakan model Markov-chain untuk menggambarkan bagaimana pengungsi berpindah dari satu simpul jaringan ke simpul lainnya (Løvås, 1994). *Gas-kinetics models* menggunakan analogi aliran fluida atau gas dengan persamaan diferensial parsial untuk mendeskripsikan kepadatan dan kecepatan yang berubah terhadap waktu.

Model mikroskopis antara lain *social forces (particle system)*, *rule based*, dan *cellular automata models (CA)*. Teknik yang paling sering digunakan dalam mensimulasikan proses evakuasi dengan model mikroskopis adalah *social forces* dan CA (Helbing dkk., 2000). Perbedaan utama pada keduanya terletak pada area evakuasi untuk bergerak atau berpindah. *Social forces models* memperlakukan area evakuasi sebagai hal yang kontinu, sedangkan CA memperlakukan area evakuasi sebagai hal yang diskrit. Dalam simulasi CA, area evakuasi dinyatakan dengan sebuah sel dan setiap pengungsi hanya dapat menempati satu sel dalam satu satuan waktu serta kondisi suatu sel bergantung pada kondisi sel tetangga (Balazs, 1959).

Perencanaan jalur evakuasi pada penelitian ini termasuk model makroskopis yaitu *route choice models*. Perencanaan jalur evakuasi juga dapat dipandang sebagai *Multiobjective Optimization Problem (MOP)* yang melibatkan beberapa fungsi objektif untuk dioptimalkan secara bersamaan. Penerapan masalah optimisasi

multiobjektif pada perencanaan jalur evakuasi yaitu, meminimumkan kemacetan akibat penumpukan pengungsi selama proses evakuasi dan secara bersamaan total waktu evakuasi harus diminimumkan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan MOP adalah metode *Pareto* dengan algoritma *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II* (NSGA-II). NSGA-II merupakan algoritma berbasis *Genetic Algorithm* (GA) yang telah dikembangkan sehingga dapat mengurangi kompleksitas komputasi dalam menyelesaikan masalah MOP (Hummeltenberg, 2014). NSGA-II menggunakan teknik pengurutan non-dominasi (*non-dominated sort*) untuk mengklasifikasikan solusi-solusi dalam suatu populasi serta memiliki mekanisme seleksi yang lebih baik sehingga dapat mencapai solusi-solusi terbaik dari satu generasi ke generasi berikutnya dan mempertahankan keberagaman dalam populasi secara efisien daripada menggunakan GA (Deb, 2001).

Penelitian menggunakan pendekatan MOP telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Saadatseresht, dkk (2008) membahas tentang solusi MOP pada jalur evakuasi untuk memaksimalkan kapasitas lokasi aman oleh pengungsi dan meminimumkan jarak pengungsi ke lokasi aman secara bersamaan. Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Li, Fang, dkk. (2010) mengenai solusi MOP pada jalur evakuasi dengan menggunakan NSGA-II untuk meminimumkan total waktu evakuasi, meminimumkan total jarak yang ditempuh seluruh pengungsi, dan meminimumkan kemacetan akibat penumpukan pengungsi selama proses evakuasi.

Penelitian ini akan menentukan jalur evakuasi menggunakan model MOP dengan pendekatan NSGA-II. Model MOP tersebut akan diimplementasikan untuk perencanaan jalur evakuasi di gedung Sekolah Pascasarjana UPI. Sejauh ini belum ada penelitian terkait perencanaan jalur evakuasi yang optimal di gedung tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rujukan bagi pihak pengelola gedung Sekolah Pascasarjana UPI tentang penentuan jalur evakuasi yang efisien di gedung Sekolah Pascasarjana UPI agar ketika terjadi bencana, banyaknya korban dapat diminimumkan.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana model optimasi multiobjektif untuk jalur evakuasi sebuah gedung bertingkat?
2. Bagaimana menentukan jalur evakuasi yang optimal di dalam gedung Sekolah Pascasarjana UPI sebagai implementasi model optimasi multiobjektif berbasis NSGA-II?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji model optimasi berbasis *Multiobjective Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II* dan penyelesaiannya, serta penerapannya untuk menentukan jalur evakuasi yang optimal di gedung Sekolah Pascasarjana UPI.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah bahan kajian sebagai sumber informasi seputar pemodelan optimasi multiobjektif menggunakan pendekatan *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II*.
2. Memberikan rujukan terkait penentuan jalur evakuasi yang optimal di gedung Sekolah Pascasarjana UPI yang sebenarnya.