

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penjadwalan penerbangan merupakan proses pengaturan waktu keberangkatan dan kedatangan pesawat agar seluruh aktivitas di bandara berjalan tertib dan efisien (Fauziah & Wijaya, 2022). Dalam praktiknya, penyusunan jadwal harus dilakukan dengan baik dan teliti oleh maskapai penerbangan, karena selain berperan dalam meminimalkan kecelakaan, hal ini juga berdampak pada efisiensi operasional (Prasetyo, 2021). Pada periode sibuk, kedekatan jadwal antar penerbangan meningkatkan risiko benturan waktu, yang dapat memicu keterlambatan berantai serta menurunkan efisiensi penjadwalan penerbangan. Oleh karena itu, penjadwalan penerbangan memerlukan pendekatan yang mampu mengatur hubungan antar penerbangan secara sistematis agar tidak terjadi konflik penggunaan waktu.

Lion Air dipilih sebagai objek penelitian karena maskapai ini memiliki volume penerbangan domestik yang sangat tinggi dan jaringan rute yang luas. Berdasarkan catatan Kementerian perhubungan (kemenhub), Lion Air Group menguasai sekitar 70% pasar penerbangan domestik di Indonesia (Merdeka.com, 2024), sehingga jaringannya yang luas dan intensitas penerbangan yang tinggi menjadikannya representatif untuk dianalisis dalam penelitian ini. Kepadatan inilah yang menjadikan Lion Air relevan untuk dikaji, karena setiap perubahan jadwal pada satu rute berpotensi mempengaruhi rute lainnya. Dengan operasional yang demikian, Lion Air menjadi contoh yang tepat untuk menerapkan pendekatan matematis dalam menyelesaikan konflik penjadwalan secara lebih terstruktur.

Kepadatan rute dan tingginya frekuensi penerbangan Lion Air menuntut metode analisis yang mampu menggambarkan hubungan antar bandara secara terstruktur, terutama ketika beberapa rute memiliki potensi benturan jadwal. Untuk memetakan hubungan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan teori graf. Teori graf merupakan cabang matematika diskret yang mempelajari struktur yang terdiri atas simpul (*vertex*) sebagai representasi objek dan sisi (*edge*) sebagai

penghubung antar objek yang memiliki relasi (Gross dkk., 2018). Melalui kerangka tersebut, jaringan rute Lion Air dapat dimodelkan dengan menjadikan setiap bandara sebagai simpul dan setiap rute penerbangan sebagai sisi. Pemodelan ini membantu mengidentifikasi hubungan antar bandara dan menganalisis potensi konflik jadwal secara sistematis, sehingga menjadi dasar matematis yang kuat untuk penerapan pewarnaan graf.

Penyelesaian konflik penjadwalan pada jaringan rute penerbangan dalam penelitian ini dilakukan melalui teknik pewarnaan simpul. Pewarnaan simpul yaitu proses pemberian warna pada setiap simpul dengan aturan bahwa simpul-simpul yang saling bertetangga tidak boleh memiliki warna yang sama (Afriantini dkk., 2019). Pendekatan ini memungkinkan setiap bandara yang terhubung melalui rute penerbangan ditempatkan pada slot waktu yang berbeda sehingga tidak terjadi benturan jadwal. Proses pewarnaan pada penelitian ini dilakukan menggunakan tiga algoritma, yaitu Welch-Powell, *Incidence Degree Ordering* (IDO), dan *Degree of Saturation* (Dsatur). Algoritma Welch-Powell mengutamakan simpul dengan derajat tertinggi (Augusty dkk., 2023), IDO memprioritaskan simpul dengan jumlah tetangga berwarna terbanyak (Jaya dkk., 2019), sedangkan Dsatur menentukan urutan pewarnaan berdasarkan tingkat kejenuhan warna pada setiap simpul (Handrizal, 2017). Pemilihan ketiga algoritma ini didasarkan pada perbedaan strategi dalam menentukan urutan pewarnaan, sehingga memungkinkan diperolehnya gambaran yang lebih luas mengenai efektivitas masing-masing metode dalam menyelesaikan konflik penjadwalan pada jaringan rute Lion Air.

Teori graf telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai penelitian untuk menyelesaikan beragam permasalahan (Afriantini dkk., 2019), termasuk pada penjadwalan penerbangan. Penelitian penjadwalan penerbangan dengan teori graf telah dilakukan oleh Tegar Arifin Prasetyo (2021) yang menerapkan graf dalam pengaturan slot waktu keberangkatan pesawat Garuda Indonesia untuk mengurangi potensi benturan jadwal pada jaringan rute yang padat (Prasetyo, 2021). Selain itu, Gede Wiriana Jaya dkk (2019) membandingkan beberapa algoritma pewarnaan LDO, SDO, dan IDO untuk menilai perbedaan performa algoritma dalam memecahkan masalah pengaturan lalu lintas di persimpangan lima Kota Tua

Ampenan (Jaya dkk., 2019). Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa teori graf, telah banyak diterapkan dan terbukti relevan untuk mengatasi berbagai persoalan permasalahan.

Kepadatan jaringan rute penerbangan Lion Air menuntut adanya pendekatan analitis yang mampu menggambarkan hubungan antar bandara secara akurat dan mengatasi potensi konflik alokasi waktu secara sistematis. Pemanfaatan teori graf dan pewarnaan simpul memberikan kerangka matematis yang sesuai untuk menyusun pembagian waktu keberangkatan yang bebas benturan. Melalui penerapan serta perbandingan algoritma Welch-Powell, IDO, dan Dsatur, penelitian ini diarahkan untuk menemukan metode pewarnaan graf yang paling efektif dalam mendukung penjadwalan penerbangan yang lebih efisien. Temuan yang dihasilkan diharapkan tidak hanya membantu optimalisasi jadwal rute Lion Air, tetapi juga memberikan kontribusi bagi pengembangan pendekatan penjadwalan pada sistem transportasi udara di masa mendatang.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menyelesaikan masalah penjadwalan penerbangan Lion Air menggunakan teori pewarnaan graf dengan algoritma Welch Powell, *Incidence Degree Ordering*, dan Dsatur?
2. Bagaimana perbandingan kinerja algoritma Welch-Powell, *Incidence Degree Ordering* (IDO), dan Dsatur dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan penerbangan Lion Air?

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerbangan domestik yang dioperasikan oleh maskapai Lion Air.
2. Bandara yang dijadikan simpul dalam graf dibatasi pada seluruh bandara di Indonesia yang berada di bawah pengelolaan PT Angkasa Pura.
3. Graf yang digunakan adalah graf tak berarah, dengan simpul merepresentasikan bandara dan sisi merepresentasikan rute penerbangan domestik antar bandara.

4. Penelitian ini tidak mencakup faktor-faktor eksternal lain seperti cuaca, keterlambatan teknis, atau rotasi pesawat dalam proses penjadwalan.
5. Penelitian ini hanya menggunakan satu frekuensi waktu keberangkatan untuk setiap rute penerbangan domestik Lion Air.
6. Penelitian ini tidak mempertimbangkan jumlah maskapai Lion Air yang digunakan.
7. Penelitian ini berfokus pada data dari situs Kementerian Perhubungan Republik Indonesia pada tahun 2025.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui penyelesaian masalah penjadwalan penerbangan Lion Air menggunakan teori pewarnaan graf dengan algoritma Welch-Powell, *Incidence Degree Ordering*, dan DSatur.
2. Membandingkan algoritma pewarnaan graf yang terbaik dalam penjadwalan waktu penerbangan domestik Lion Air.

E. Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan mengenai pewarnaan graf dalam penerapan ilmu teori graf khususnya pada penjadwalan penerbangan.
2. Mengetahui bagaimana cara mengoptimalkan jadwal penerbangan Lion Air dengan meminimalkan jumlah konflik waktu yang digunakan antar rute penerbangan.
3. Menjadi bahan rujukan untuk penelitian lanjutan di bidang matematika kombinatorik, khususnya dalam topik pewarnaan graf dan optimasi penjadwalan pada sistem transportasi.