

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Pandemi COVID-19 telah menjadi tantangan sejak pertama kali muncul di Wuhan, China, pada akhir 2019 [1]. Virus ini menyebar dengan cepat dan menunjukkan kemampuan penularan yang sangat tinggi, terutama melalui kontak antar manusia. COVID-19 mempengaruhi sistem pernapasan manusia dan dapat menyebabkan gejala yang bervariasi, mulai dari yang ringan seperti batuk dan demam, hingga kondisi yang lebih parah, termasuk *pneumonia*, sindrom gangguan pernapasan akut, bahkan kematian dalam beberapa kasus [2]. Tingginya tingkat infeksi serta dampak fatal dari penyakit ini mendorong Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) untuk mengambil langkah cepat. Pada Januari 2020, WHO secara resmi meningkatkan status wabah ini menjadi Public Health Emergency of International Concern (PHEIC), yang mengisyaratkan ancaman serius terhadap kesehatan global [3]. Seiring dengan berjalannya waktu, COVID-19 menyebar ke berbagai negara di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Penelitian ini secara khusus berfokus pada kasus COVID-19 di Provinsi Jawa Barat, salah satu provinsi dengan populasi terpadat di Indonesia. Di dalam provinsi ini, Kota Bandung menonjol sebagai salah satu wilayah yang memiliki tingkat penularan yang relatif tinggi, menjadikannya bagian dari kluster kedua yang perlu mendapat perhatian serius. Menghadapi situasi ini, sangat penting untuk memprediksi pola penyebaran COVID-19 dengan menggunakan model penyakit menular yang dapat membantu dalam memahami dinamika penularan COVID-19 di Kota Bandung.

Isu pandemi COVID-19 telah menarik perhatian para peneliti. Beberapa model telah dipublikasikan untuk menganalisis dan memperkirakan perkembangan pandemi. Salah satu model tersebut adalah model SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*). Alenezi [4] menggunakan model SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*) untuk memprediksi dan menganalisis penularan COVID-19 di Kuwait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SIR dapat mengestimasi mengenai tanggal puncak dan akhir epidemi dengan cukup akurat. Roda [5] membandingkan model SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*) dan SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*) untuk memprediksi penyebaran COVID-19 pasca karantina dan *lockdown* di Wuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SIR mengungguli model SEIR dalam mencerminkan informasi yang diperoleh dari data kasus terkonfirmasi. Kesimpulannya adalah prediksi dengan menggunakan model yang lebih kompleks mungkin kurang dapat diandalkan dibandingkan dengan model yang lebih sederhana. Cooper [6] menggunakan model SIR untuk meneliti penyebaran COVID-19 di Italia, India, Korea Selatan, dan Iran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SIR dapat menawarkan estimasi minimum untuk umur virus, jumlah total infeksi, jumlah puncak infeksi aktif, dan jumlah kematian. Hal ini memungkinkan model untuk mengidentifikasi lonjakan awal infeksi. Malavika [7] menggunakan model SIR dan Pertumbuhan Logistik (*logistic growth*) untuk memperkirakan penyebaran COVID-19 di India. Hasilnya menunjukkan bahwa model SIR dapat memprediksi jumlah maksimum kasus aktif dan waktu puncak COVID-19 di India. Guirao [8] menerapkan model SIR untuk mensimulasikan epidemi di Spanyol. Temuan menunjukkan bahwa model tertentu memiliki kekurangan karena memasukkan terlalu banyak parameter, yang mengarah pada potensi masalah *overfitting*. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut sesuai dengan kumpulan data tertentu tetapi kurang akurat saat memprediksi berbagai skenario. Oleh karena itu, menggunakan model sederhana seperti model SIR dengan beberapa parameter berhasil memprediksi situasi pandemi di Spanyol.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*) dengan metode Runge-Kutta Ordo 4 (RK4) untuk mensimulasikan dan memprediksi penyebaran kasus COVID-19 di Kota Bandung. Model SIR merupakan salah satu model yang paling umum dan sederhana digunakan. Model ini telah terbukti efektif dalam memprediksi perkembangan pandemic [4]. Penyelesaian dari persamaan dasar model SIR dilakukan menggunakan metode RK4. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam menyelesaikan *Initial Value Problems* (IVP) untuk *Ordinary Differential Equations* (ODE) dengan tingkat akurasi yang tinggi [9]. Penelitian ini mengevaluasi seberapa efektif metode RK4 dalam memprediksi perkembangan kasus COVID-19, serta mengukur keakuratan hasil simulasi model SIR dengan membandingkannya terhadap data aktual. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis faktor - faktor yang mempengaruhi keakuratan prediksi model SIR dengan metode RK4 dalam memprediksi dinamika penyebaran COVID-19 di Bandung. Dengan fokus khusus pada Kota Bandung, penelitian ini memberikan perspektif baru terkait pengendalian pandemi di tingkat regional, yang membedakannya dari penelitian lain yang menggunakan metodologi serupa di berbagai wilayah.

Topik dan Batasannya

Topik penelitian ini adalah penerapan model SIR yang diselesaikan menggunakan metode RK4 dalam memprediksi penyebaran COVID-19 di Kota Bandung. Penelitian ini tidak hanya mengevaluasi efektivitas metode RK4 dalam memprediksi dinamika penyebaran, tetapi juga mengkaji keakuratan hasil model SIR dibandingkan dengan data aktual dari Kota Bandung. Di samping itu, penelitian ini akan menelaah faktor - faktor yang mempengaruhi keandalan model dalam memprediksi penyebaran COVID-19, seperti variasi dalam laju penularan (β) dan laju kesembuhan (γ). Penelitian ini dibatasi pada data dari Kota Bandung dan difokuskan pada periode tertentu selama pandemi COVID-19. Penelitian ini juga mempertimbangkan keterbatasan model dalam

mencakup faktor - faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi penyebaran virus, seperti intervensi kebijakan kesehatan dan perubahan perilaku masyarakat. Dengan batasan - batasan ini, penelitian ini tidak bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif tentang seluruh dinamika pandemi di Indonesia atau dunia, melainkan fokus pada penerapan lokal di Kota Bandung. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi pola dan tren penyebaran yang relevan dengan konteks Kota Bandung yang diharapkan dapat memberikan wawasan yang bermanfaat bagi pengambilan keputusan di tingkat regional.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan model SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*) dengan metode Runge-Kutta Ordo 4 (RK4) untuk mengetahui penyebaran COVID-19 di Kota Bandung. Penelitian ini mengkaji efektivitas metode RK4 dalam memprediksi perkembangan penyebaran COVID-19 Fokus utama penelitian ini adalah menguji efektivitas metode RK4 dalam memprediksi perkembangan pandemi, serta mengevaluasi keakuratan hasil simulasi model SIR dibandingkan dengan data aktual. Selain itu, penelitian ini juga menyelidiki berbagai faktor yang mempengaruhi keandalan model SIR dengan RK4 dalam memperkirakan dinamika penyebaran COVID-19 di Kota Bandung. Dengan berfokus pada konteks spesifik Kota Bandung, penelitian ini memberikan wawasan unik tentang pengendalian pandemi regional, yang membedakannya dari penelitian sebelumnya yang telah menerapkan metodologi serupa di berbagai wilayah. Prediksi lokal dan analisis yang sesuai berkontribusi pada pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika pandemi di wilayah spesifik ini.

Organisasi Tulisan

Susunan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian utama yang disusun secara sistematis. Bagian pertama adalah pendahuluan, yang memberikan gambaran umum mengenai latar belakang masalah, tujuan penelitian, serta ruang lingkup yang dibahas dalam tugas akhir ini. Bagian kedua membahas mengenai kajian terkait atau tinjauan pustaka, yang berfungsi sebagai landasan teoritis dalam penelitian ini. Di sini, teori - teori yang relevan dengan topik dibahas untuk memberikan dasar ilmiah bagi model atau metode yang digunakan. Bagian ketiga menguraikan secara detail sistem yang dibangun atau metode yang diterapkan dalam penelitian ini. Bagian keempat memaparkan hasil dan evaluasi dari penelitian. Di sini, hasil yang diperoleh dari implementasi sistem dijelaskan disertai dengan evaluasi untuk menilai keberhasilan sistem atau model yang dibangun. Bagian terakhir adalah kesimpulan, yang merangkum seluruh temuan dari penelitian dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut atau pengembangan di masa depan. Selain itu, pada bagian ini disertakan saran untuk penerapan hasil penelitian atau langkah - langkah yang bisa diambil untuk meningkatkan sistem yang telah dibangun.