

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penjadwalan proyek merupakan salah satu komponen penting dalam manajemen proyek, terutama pada proyek-proyek berskala besar yang melibatkan banyak aktivitas dan sumber daya. Hal ini disebabkan oleh faktor pembiayaan, di mana semakin lama durasi proyek, semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan. Namun, permasalahan penjadwalan sering terjadi akibat keterbatasan dalam pengelolaan durasi proyek, efisiensi penggunaan sumber daya, dan pelaksanaan tugas yang tidak sepenuhnya sesuai dengan rencana.

Masalah penjadwalan proyek dengan keterbatasan sumber daya sering dikenal sebagai *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP). Masalah RCPSP sendiri adalah masalah yang terjadi ketika mengatur jadwal aktivitas proyek sambil memperhitungkan keterbatasan sumber daya. Ketika banyak aktivitas bersaing untuk sumber daya yang sama, penjadwalan menjadi lebih rumit (Blazewicz, dkk., 1983).

Menurut Rahmawati dan Santosa (2017), RCPSP digolongkan sebagai masalah optimasi kombinatorial yang kompleks, sehingga sulit untuk dipecahkan secara efisien. Berbagai metode, seperti heuristik dan metaheuristik, telah dicoba untuk mencari solusi yang optimal. Dalam konteks penelitian ini, fokus utama adalah meminimalkan waktu penyelesaian proyek sekaligus mengoptimalkan penggunaan sumber daya secara efisien. Penjadwalan proyek termasuk dalam kategori masalah optimasi *NP-hard* (*Non-deterministic Polynomial-time hard*), yang berarti tidak ada algoritma yang paling efisien untuk menyelesaikan pengoptimalan pada data berukuran besar secara komputasi. Oleh karena itu, pendekatan heuristik dan metaheuristik banyak digunakan untuk memperoleh solusi yang baik dalam waktu yang wajar pada permasalahan berskala besar (Hartmann & Briskorn, 2010).

Untuk mengatasi masalah ini, salah satu metode yang bisa digunakan adalah *Critical Path Method* (CPM). CPM merupakan metode yang berfokus pada pengelolaan waktu proyek dengan tujuan untuk menentukan durasi keseluruhan

proyek. Metode ini membantu mengidentifikasi jalur kritis. Setiap aktivitas dalam jalur tersebut merupakan tugas spesifik yang hasilnya dapat diukur berdasarkan durasi pelaksanaannya (Nalhadi & Suntana, 2017).

Penelitian oleh Aristyono, dkk. (2021) menggabungkan CPM dan Algoritma Genetika untuk mengoptimalkan penjadwalan proyek di PT. Hervindo Inti Nusantara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode ini berhasil mengurangi waktu penjadwalan proyek dari 24 minggu menjadi 23 minggu dan menghemat biaya proyek dari Rp 3.125.000.000,00 menjadi Rp 2.994.791.667,00. Selain itu, lintasan kritis proyek dapat diidentifikasi dengan perhitungan maju dan mundur menggunakan CPM, sementara Algoritma Genetika digunakan untuk menentukan urutan pekerjaan yang optimal berdasarkan kromosom terbaik. Contoh penelitian lainnya terkait CPM dapat dilihat pada Aprillia, dkk. (2023), yang membandingkan metode CPM dengan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Hasilnya menunjukkan bahwa CPM mampu menyelesaikan proyek 1 hari lebih cepat dibandingkan PERT. Di sisi lain, Rahayu dan Mawardi (2024) membandingkan CPM dengan Kurva S dalam penjadwalan proyek konstruksi. CPM terbukti lebih efektif dengan estimasi waktu penyelesaian 40 hari, sedangkan Kurva S memperkirakan 53 hari. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa CPM unggul dalam mengelola waktu dan membantu proyek selesai tepat waktu.

Metode lainnya, dikutip dari Pan, dkk. (2019) *Simulated Annealing* (SA) dikenal sebagai salah satu teknik optimasi yang banyak digunakan dalam penjadwalan. Metode ini awalnya diperkenalkan oleh Metropolis pada tahun 1953 untuk mensimulasikan proses pendinginan material dalam lingkungan panas, yang dikenal sebagai *Annealing* artikel yang menyebutkan. Kemudian, pada tahun 1983, Kirkpatrick mengimplementasikan metode ini untuk menyelesaikan masalah *Traveling Salesman Problem* (TSP), penempatan, dan penataan koneksi. Dari penelitian ini SA menunjukkan kinerja yang baik dibandingkan dua algoritma heuristik lainnya, yaitu Algoritma Genetika dan *Tabu Search*. Meskipun demikian, pada saat itu SA masih belum mendapatkan perhatian yang sama seperti masifnya perhatian pada Algoritma Genetika dan *Tabu Search*.

Setelah itu SA mulai banyak digunakan sejak tahun 1989, ketika Wright menerapkannya untuk menyelesaikan masalah penjadwalan kargo dan berhasil menunjukkan kualitas solusi yang lebih baik dibandingkan algoritma heuristik lainnya. Pada tahun 1993, Jeffcoat dan Bulfin menggabungkan SA dengan algoritma pencarian tetangga untuk menangani masalah penjadwalan terbatas sumber daya, dan kembali menghasilkan solusi yang lebih unggul. Kemudian, pada tahun 1996, Boctor menggunakan SA untuk berbagai jenis masalah penjadwalan proyek dengan batasan sumber daya, dan hasilnya juga menunjukkan kualitas solusi yang lebih baik.

Terakhir, pada tahun 1999, Skibniewski menggunakan algoritma optimum lokal dan SA untuk mengembangkan model multi-heuristik dalam menyelesaikan masalah perataan sumber daya, yang membantu menghasilkan solusi yang wajar dan dapat diterapkan pada masalah penjadwalan yang lebih kompleks. Dengan demikian, keberhasilan SA dalam berbagai konteks penjadwalan menunjukkan bahwa metode ini efektif untuk memberikan solusi yang baik, terutama dalam situasi yang rumit dan memiliki banyak kendala. Salah satu keunggulan SA dibandingkan metode lain adalah kemampuannya menghindari jebakan pada solusi optimal lokal, yaitu situasi ketika algoritma berhenti pada solusi yang tampaknya terbaik dalam ruang lingkup terbatas, padahal masih ada solusi yang lebih baik secara global (Hidayati, dkk., 2009). Algoritma ini bekerja dengan pencarian acak yang tidak hanya menerima perubahan yang menurunkan nilai obyektif, tetapi juga sesekali menerima kenaikan nilai obyektif, yaitu peningkatan sementara pada nilai fungsi yang ingin diminimalkan atau dimaksimalkan untuk menghindari solusi lokal yang kurang optimal (Hidayati, dkk., 2009).

Penjadwalan proyek yang efektif sangat penting agar pembangunan dapat berjalan lancar dan tepat waktu. Rencana yang jelas membantu mencegah keterlambatan, memastikan koordinasi antar bagian proyek, serta mendukung kerja sama tim dan penggunaan sumber daya secara efisien. Misalnya, dalam proyek pembangunan suatu gedung di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) kampus Sumedang, penjadwalan yang terstruktur menjadi kunci untuk memastikan setiap tahapan dilakukan sesuai jadwal. Oleh karena itu, metode penjadwalan yang tepat sangat diperlukan demi keberhasilan proyek.

Merujuk pada hasil penelitian yang dijelaskan sebelumnya dan dengan melihat kelebihan SA atau CPM dalam menyelesaikan berbagai masalah optimasi, penelitian ini akan mengimplementasikan kombinasi CPM dan SA untuk mengoptimalkan penjadwalan proyek konstruksi sebuah bangunan di kampus UPI, dengan tujuan mengurangi waktu penyelesaian dan memaksimalkan penggunaan sumber daya manusia. Berbeda dengan penelitian Aristyono, dkk., (2021) yang menggabungkan CPM dan Algoritma Genetika, penelitian ini fokus pada penerapan CPM dan SA. Penelitian ini akan mempertimbangkan berbagai kendala di lapangan, seperti keterbatasan tenaga kerja dan waktu. CPM digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis proyek, sementara SA diterapkan untuk meminimalkan waktu penyelesaian dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

Hasil penelitian ini disusun sebagai saran atau alternatif dalam menghadapi tantangan penjadwalan pada salah satu proyek konstruksi di kampus UPI. Rekomendasi yang diberikan dapat menjadi masukan dalam penyusunan jadwal proyek yang mempertimbangkan keterbatasan sumber daya dan waktu. Selain itu, hasil ini dapat memberikan gambaran awal yang mungkin bermanfaat dalam pengelolaan proyek serupa di masa mendatang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model optimasi untuk masalah penjadwalan proyek yang meminimumkan waktu pelaksanaan dengan mempertimbangkan efisiensi sumber daya manusia?
2. Bagaimana mengimplementasikan CPM dan SA dapat menyelesaikan masalah penjadwalan proyek?
3. Bagaimana hasil penjadwalan proyek pembangunan suatu gedung di Kampus Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Sumedang menggunakan metode CPM dan SA?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengkaji model matematika untuk penjadwalan proyek.

2. Menganalisis cara kerja metode CPM dan SA dalam menyelesaikan masalah penjadwalan proyek.
3. Menentukan solusi optimal dalam penjadwalan proyek pembangunan suatu gedung di kampus Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Sumedang menggunakan metode CPM dan SA.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih tentang penerapan metode CPM dan SA dalam penjadwalan proyek konstruksi.
2. Penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan konstruksi dalam merencanakan dan mengelola proyek dengan lebih efisien, sehingga mengurangi keterlambatan dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.