

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penjadwalan (*scheduling*) merupakan aspek penting dalam perencanaan proyek konstruksi yang berperan dalam mengatur waktu, urutan kegiatan, serta pemanfaatan sumber daya agar pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Menurut Angelin dan Ariyanti (2018), “Jadwal merupakan salah satu parameter yang menjadi tolok ukur keberhasilan suatu proyek, di samping anggaran dan mutu. Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan. Penjadwalan perlu diperhatikan dalam manajemen proyek untuk menentukan durasi maupun urutan kegiatan proyek, sehingga terbentuklah penjadwalan yang logis dan realistis.”

Dalam proses pelaksanaannya, ketepatan waktu dalam menyelesaikan semua pekerjaan memiliki peran penting terhadap keberhasilan suatu proyek. Akan tetapi, dalam kenyataannya durasi setiap kegiatan jarang bersifat pasti karena dipengaruhi oleh faktor ketidakpastian (*uncertainty*). Ketidakpastian dalam proyek konstruksi dapat diartikan sebagai kondisi di mana waktu penyelesaian suatu kegiatan tidak dapat ditentukan secara pasti akibat adanya variasi atau perubahan kondisi di lapangan, seperti cuaca yang tidak menentu, keterlambatan material, atau produktivitas tenaga kerja yang tidak stabil akibat kondisi fisik dan lingkungan kerja. Sehingga kondisi ini dapat menyebabkan perbedaan antara durasi aktual dan durasi yang direncanakan.

Sebagai contoh, pada proyek Pembangunan Jembatan Besuk Ruas BTS Kota Bondowoso terjadi perbedaan waktu penyelesaian akibat kondisi cuaca yang tidak menentu atau kendala teknis yang tidak terduga. Ketidakpastian tersebut menyebabkan perbedaan antara durasi aktual dan durasi yang direncanakan. Oleh karena itu, diperlukan metode penjadwalan yang mampu mengakomodasi variabilitas waktu secara probabilistik.

Meskipun objek penelitian ini berupa proyek jembatan, permasalahan ketidakpastian durasi aktivitas pada dasarnya tidak terbatas pada jenis proyek

tertentu. Ketidakpastian waktu pelaksanaan juga dapat dijumpai pada berbagai jenis proyek lainnya, seperti proyek gedung, jalan, bendungan, maupun proyek infrastruktur lainnya. Oleh karena itu, metode penjadwalan yang digunakan dalam penelitian ini pada prinsipnya dapat diterapkan pada berbagai jenis proyek konstruksi, sedangkan proyek jembatan digunakan sebagai studi kasus untuk merepresentasikan kondisi lapangan yang umum terjadi.

Metode penjadwalan seperti *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) banyak digunakan dalam proyek konstruksi. CPM merupakan metode penjadwalan bersifat deterministik yang mengasumsikan bahwa setiap kegiatan memiliki durasi tunggal dan pasti. Dengan metode ini, CPM efektif dalam mengidentifikasi jalur kritis yang menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Namun karena bersifat deterministik (pasti), CPM kurang sesuai dalam menghadapi ketidakpastian yang terjadi di lapangan. Sebaliknya, PERT merupakan metode penjadwalan dengan pendekatan probabilistik yang menggunakan tiga estimasi waktu (optimis, paling mungkin, dan pesimis) sehingga lebih fleksibel dalam memperhitungkan variasi durasi kegiatan. Namun demikian, metode PERT memiliki keterbatasan yaitu ketidakmampuannya dalam menghadapi ketidakpastian yang bersifat ambigu dan subjektif, khususnya ketika estimasi durasi hanya didasarkan pada pengalaman atau pendapat pakar.

Dalam mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkanlah metode PERT *Fuzzy Logic* yaitu metode penjadwalan yang menggabungkan antara pendekatan probabilistik PERT dengan teori himpunan *Fuzzy* (*Fuzzy logic*) yang pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi Aliasger Zadeh tahun 1965. *Fuzzy logic* merupakan suatu pendekatan matematis untuk menangani data yang tidak pasti, samar, atau ambigu dengan menggunakan derajat keanggotaan, sehingga durasi kegiatan tidak lagi dianggap sebagai angka tunggal tetapi direpresentasikan sebagai interval probabilistik dengan derajat keanggotaan tertentu. Penerapan *Fuzzy logic* pada PERT memungkinkan hasil estimasi waktu lebih realistis dan adaptif terhadap kondisi lapangan.

Penelitian terdahulu oleh Maarif et al. (2022) yang menggabungkan metode CPM dan PERT dalam proyek konstruksi menunjukkan peningkatan akurasi estimasi durasi dibandingkan metode tunggal. Akan tetapi, keterbatasan PERT dalam menghadapi ketidakpastian berbentuk ambigu tetap ada, terutama pada saat estimasi durasi bergantung pada penilaian subjektif atau pengalaman di lapangan. Studi lain Dayoub (2020) menegaskan bahwa penerapan *Fuzzy logic* dapat membantu dalam memodelkan ketidakpastian dan memperkuat proses pengambilan keputusan dalam penjadwalan proyek, serta memungkinkan sistem untuk memahami pengalaman dan pengetahuan manusia secara lebih realistis. Berdasarkan hasil-hasil tersebut, pendekatan *Fuzzy Logic* berbasis probabilistik berpotensi memberikan hasil penjadwalan yang lebih optimal dengan mempertimbangkan variasi dan ambiguitas data durasi proyek.

Dengan demikian, penerapan metode PERT berbasis *Fuzzy logic* tidak hanya relevan untuk proyek yang telah mengalami keterlambatan, tetapi juga berperan sebagai langkah proaktif dalam mencegah keterlambatan sejak tahap perencanaan. Metode ini berfungsi sebagai alat bantu prediksi sekaligus pengendalian risiko penjadwalan, sehingga kinerja proyek tetap dapat optimal meskipun terdapat ketidakpastian di lapangan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada “**Optimalisasi Penjadwalan Proyek Secara Probabilistik Berbasis *Fuzzy Logic***” untuk menghadapi ketidakpastian durasi aktivitas. Melalui pendekatan ini, diharapkan diperoleh hasil estimasi waktu yang lebih akurat, serta dapat digunakan untuk menganalisis risiko keterlambatan secara lebih adaptif dan komprehensif sejak tahap perencanaan proyek.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas terdapat beberapa identifikasi masalah yang didapatkan sebagai berikut:

1. Penjadwalan proyek konstruksi sering tidak menggambarkan kondisi nyata di lapangan akibat adanya ketidakpastian durasi kegiatan

2. Metode penjadwalan konvensional seperti CPM yang bersifat deterministik, kurang mampu dalam menangani ketidakpastian durasi yang bersifat subjektif dan ambigu
3. Metode PERT yang bersifat probabilistik masih memiliki keterbatasan dalam menangani data yang samar dan tidak terukur secara eksak
4. Perlunya metode penjadwalan yang mampu mengakomodasi ketidakpastian durasi dengan fleksibilitas dan realisme lebih tinggi, seperti metode PERT *Fuzzy Logic* yang menggabungkan pendekatan probabilistik dan teori himpunan *Fuzzy* untuk memodelkan ketidakpastian ambigu dalam durasi kegiatan

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi masalah di atas terdapat beberapa rumusan masalah yang didapatkan sebagai berikut:

1. Bagaimana menetapkan nilai *Triangular Fuzzy Number* (TFN) berdasarkan estimasi durasi aktivitas proyek secara probabilistik?
2. Bagaimana menganalisis penerapan metode *Fuzzy Logic* dalam penjadwalan proyek?
3. Bagaimana optimalisasi penerapan metode *Fuzzy Logic* dapat digunakan untuk mengendalikan risiko keterlambatan proyek?

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan nilai *Triangular Fuzzy Number* (TFN) untuk setiap aktivitas berdasarkan pendekatan probabilistik guna merepresentasikan ketidakpastian durasi.
2. Menerapkan analisis metode *Fuzzy Logic* dalam proses penjadwalan proyek
3. Mengoptimalkan penerapan metode *Fuzzy Logic* untuk mengendalikan risiko keterlambatan proyek.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat lebih terarah dan fokus, pada penyusunan penelitian ini diperlukan batasan masalah, berikut ini batasan masalah yang digunakan :

1. Penelitian ini difokuskan pada optimalisasi penjadwalan proyek konstruksi menggunakan pendekatan probabilistik berbasis *Fuzzy Logic*, tanpa membahas metode penjadwalan konvensional lainnya.
2. Data penelitian diperoleh dari dokumen perencanaan proyek Pembangunan Jembatan Besuk Ruas BTS Kota Bondowoso, sehingga hasil penelitian tidak digeneralisasikan untuk proyek konstruksi lain.
3. Kajian ketidakpastian yang dianalisis dibatasi pada ketidakpastian durasi aktivitas proyek, tanpa mencakup ketidakpastian biaya, pengadaan material, maupun kondisi eksternal lainnya.
4. Dasar analisis durasi pekerjaan berdasarkan kondisi eksisting proyek
5. Hasil analisis difokuskan pada evaluasi risiko keterlambatan sebagai bentuk pengendalian penjadwalan proyek, tanpa membahas implementasi lapangan secara langsung.

1.6 Manfaat Penelitian

Pada penyusunan penelitian sebuah studi, tentunya terdapat harapan manfaat yang bisa didapatkan, berikut ini manfaat yang didapatkan pada penelitian ini :

1. Bagi akademisi, penelitian ini dapat menjadi referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen konstruksi, khususnya dalam penerapan *Fuzzy Logic* dan metode probabilistik untuk penjadwalan proyek.
2. Bagi praktisi konstruksi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pendekatan alternatif yang digunakan dalam menyusun jadwal proyek secara realistis dan adaptif terhadap ketidakpastian durasi, sehingga membantu pengendalian waktu dan risiko keterlambatan.