

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi berbasis dokumen sekunder. Pendekatan kuantitatif dipilih karena data yang dianalisis, seperti durasi pekerjaan, biaya proyek, jam kerja lembur, produktivitas, dan biaya percepatan, dinyatakan dalam bentuk data numerik yang selanjutnya diolah menggunakan metode analisis kuantitatif. Simulasi dilakukan dengan skenario penambahan jam kerja lembur pada lintasan kritis proyek. Setiap skenario dibandingkan untuk memperoleh kombinasi durasi dan biaya proyek yang paling optimal menggunakan metode *Time Cost Trade-Off* (TCTO) dengan bantuan *Microsoft Project* dan *Microsoft Excel Solver*.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Dalam bagian ini, akan dijelaskan mengenai siapa yang menjadi sumber data (subjek) dan apa yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini (objek):

4.2.1 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah pihak-pihak yang terlibat langsung dalam perancangan dan pelaksanaan Proyek Pembangunan Jembatan Gantung Ciharuman, khususnya Pemerintah Desa Kertajaya pihak pelaksana yaitu CV. Lingga Aulia Perkasa.

4.2.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah penjadwalan dan biaya pada Proyek Pembangunan Jembatan Gantung Ciharuman Kabupaten Pangandaran-Tasikmalaya. Analisis difokuskan pada durasi dan biaya proyek, khususnya aktivitas yang berada pada lintasan kritis, serta simulasi percepatan melalui penambahan jam kerja lembur dengan mempertimbangkan penurunan produktivitas tenaga kerja akibat kelelahan (*fatigue factor*).

4.3 Bahan dan Alat

Dalam melaksanakan analisis penelitian ini, bahan dan instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut:

4.3.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan data sekunder proyek konstruksi yang dianalisis, antara lain:

1. Dokumen *Time Schedule* (Jadwal Pelaksanaan): Berupa dokumen Kurva-S atau *Barchart* yang merepresentasikan rencana durasi normal proyek. Dokumen ini menjadi basis fundamental untuk menentukan urutan aktivitas dan penyusunan jaringan kerja awal.
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pelaksana: Digunakan untuk membedah dan mengompilasi besaran biaya normal proyek secara murni. RAB Pelaksana ini diekstraksi untuk memisahkan komponen Biaya Langsung (*Direct Cost*) dari Biaya Tidak Langsung (*Indirect cost*) yang nantinya dikonversi menjadi satuan beban *overhead* per hari.
3. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP): Digunakan sebagai pedoman rincian untuk menemukan penetapan harga upah harian bagi pekerja, tukang, dan mandor.

4.3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan berupa perangkat keras (laptop/komputer) dan perangkat lunak (*software*) pendukung, yaitu:

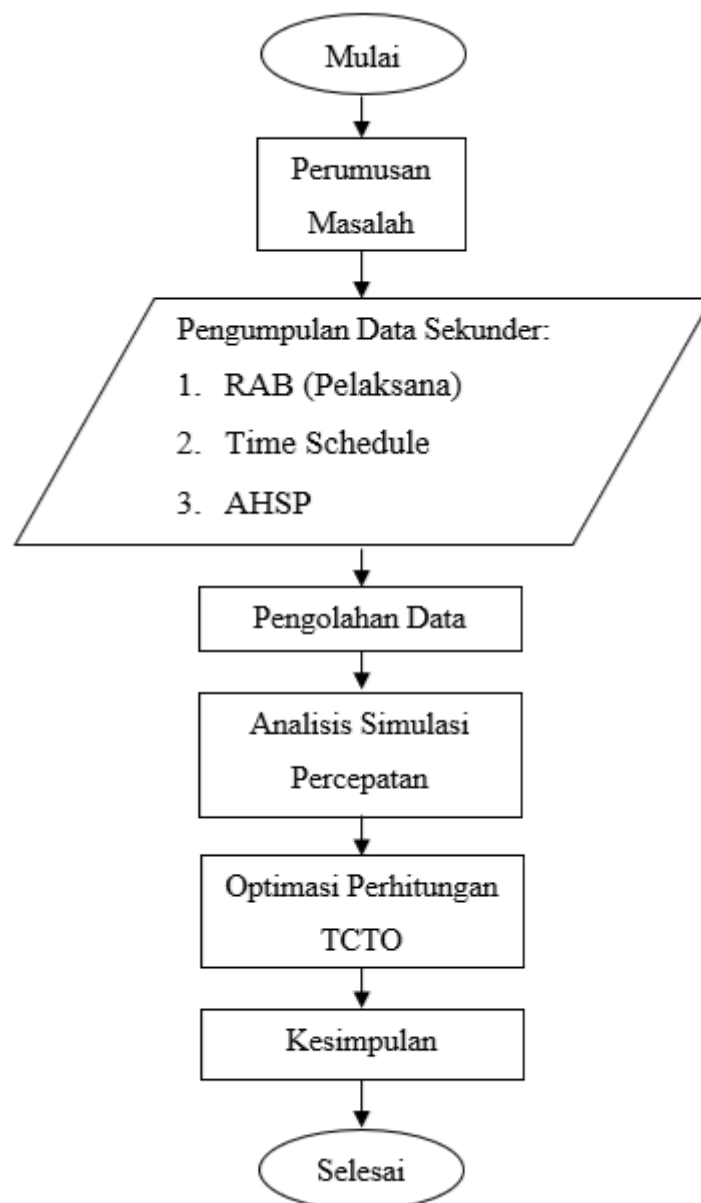
1. *Microsoft Project*: Instrumen ini digunakan pada tahap awal penyusunan jadwal untuk mengubah *Time Schedule* menjadi bentuk relasi ketergantungan secara grafis. Perangkat lunak ini secara otomatis menghitung parameter-parameter penjadwalan (melalui langkah *Forward Pass* dan *Backward Pass*) guna mengidentifikasi secara tepat aktivitas-aktivitas pekerjaan yang memiliki Total *Float* bernilai nol sebagai Lintasan Kritis (*Critical Path*).

2. *Microsoft Excel (Spreadsheet Standar)*: Digunakan sebagai alat untuk menghitung beban penurunan produktivitas akibat kelelahan fisik, kalkulasi durasi baru (*Crash Duration*), kalkulasi biaya percepatan (*Crash Cost*), serta perhitungan gradien kemiringan biaya penalti atau *Cost Slope* pada masing-masing kegiatan kritis.
3. *Microsoft Excel Solver*: digunakan sebagai alat optimasi dengan metode *Evolutionary*. Solver digunakan untuk mencari kombinasi jam kerja lembur yang menghasilkan durasi total proyek minimum dengan pertambahan biaya paling minimum, dan tetap memenuhi batasan yang telah ditentukan, yaitu batas jam lembur, bilangan bulat jam lembur, serta batas nilai *Cost Slope* terhadap biaya *overhead* harian

4.4 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan kerangka kerja sistematis yang memuat tahapan-tahapan yang harus dilalui oleh peneliti, mulai dari tahap persiapan hingga penarikan kesimpulan.

4.4.1 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)



Gambar 4. 1 Diagram Alir penelitian

4.4.2 Uraian Langkah-Langkah Penelitian

Penjelasan terperinci mengenai tahapan pada diagram alir di atas adalah sebagai berikut:

1. Tahap perumusan masalah

Penelitian dimulai dengan studi literatur dan observasi dokumen proyek konstruksi jembatan. Pada tahap ini, diidentifikasi masalah keterlambatan dan kebutuhan optimasi waktu dan biaya. Hasilnya dirumuskan menjadi pertanyaan penelitian yang jelas sebagai panduan untuk tahap selanjutnya.

2. Tahap pengumpulan data

Setelah rumusan masalah ditetapkan, data sekunder dikumpulkan melalui teknik dokumentasi. Data yang digunakan meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pelaksana, jadwal waktu (*time schedule*), dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang diperoleh dari pelaksana.

3. Tahap pengolahan data awal (Analisis jadwal dan biaya awal)

Pada tahap ini, data mentah proyek dikondisikan sebagai tolok ukur sebelum disimulasikan:

- a. Mencari aktivitas pekerjaan yang berada di lintasan kritis menggunakan *software Microsoft Project*.
- b. Memisahkan biaya proyek menjadi biaya langsung dan biaya tidak langsung dari RAB Pelaksana / RAP. Biaya tidak langsung lalu diubah menjadi biaya per hari selama proyek berlangsung.

4. Tahap Analisis Percepatan (*Crashing Program*)

Fase ini merupakan inti dari pengolahan data TCTO, di mana modifikasi variabel mulai dilakukan:

- a. Menentukan skenario penambahan jam kerja lembur mulai dari 1-4 jam per hari khusus pada aktivitas yang berada di lintasan kritis, dan mengaplikasikan faktor penurunan produktivitas (*fatigue factor*), di mana produktivitas pada jam lembur mengalami reduksi dibandingkan jam kerja normal.

- b. Menghitung *crash duration* berdasarkan produktivitas baru serta *crash cost* dengan mempertimbangkan tambahan upah lembur sesuai regulasi ketenagakerjaan.
- c. Menghitung nilai *cost slope* sebagai rasio antara perubahan biaya dan perubahan durasi untuk setiap aktivitas kritis.

5. Tahap Optimasi dan Analisis Data

Untuk memperoleh kombinasi percepatan yang menghasilkan durasi proyek optimum dengan tetap memenuhi batasan biaya dan hubungan ketergantungan antaraktivitas, dilakukan proses optimasi menggunakan *Microsoft Excel Solver* dengan metode *Evolutionary* melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Memasukkan data durasi normal, durasi hasil percepatan, *cost slope*, biaya *overhead* harian, serta parameter produktivitas tenaga kerja ke dalam lembar kerja Microsoft Excel sebagai dasar penyusunan model optimasi.
- b. Menentukan komponen *Set Objective*, *By Changing Variable Cells*, dan *Subject to the Constraints* pada Microsoft Excel Solver. Fungsi tujuan (*objective function*) ditetapkan untuk meminimumkan durasi total proyek setelah dilakukan percepatan (*crashing*). Variabel keputusan (*decision variables*) berupa jumlah jam lembur pada setiap aktivitas kritis.
- c. Menentukan kendala (*constraints*) yang digunakan dalam proses optimasi, yaitu jam lembur setiap aktivitas berada pada rentang 0–4 jam per hari, nilai jam lembur berupa bilangan bulat (*integer*), nilai *cost slope* hasil optimasi tidak melebihi biaya *overhead* harian yang ditetapkan.
- d. Menjalankan proses optimasi menggunakan metode *Evolutionary* hingga diperoleh kombinasi jam lembur yang menghasilkan durasi proyek minimum dengan tetap memenuhi seluruh kendala yang telah ditetapkan.

6. Tahap kesimpulan

Hasil optimasi yang diperoleh dari *Microsoft Excel Solver* selanjutnya dibandingkan dengan jadwal normal untuk melihat efisiensi yang dicapai. Pada tahap ini ditarik kesimpulan tentang durasi optimal proyek, total biaya, serta besarnya efisiensi waktu dan biaya dibandingkan kondisi awal tanpa percepatan.