

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Proyek yang dijadikan lokasi penelitian pada tugas akhir ini Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional (INN). Gedung ini merupakan Gedung 11 lantai dan 1 lantai *basement* dengan struktur utama menggunakan beton bertulang. Adapun deskripsi lokasi penelitian ini, sebagai berikut:

Nama Proyek : Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional
(INN)

Lokasi Proyek : Jl. M.T. Haryono, Cawang, Kec. Kramat Jati, Kota Administratif Jakarta Timur, Prov. DKI Jakarta

Jenis Bangunan : Gedung Pelayanan

Nilai Anggaran Proyek : Rp 75.407.768.693,44

Sumber Dana : APBN (2023&2024) dan fasilitator Pendanaan Tahun 2024

Kontraktor : WIKAPPP KSO



Gambar 3.1 Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional (INN)

3.2 Data Penelitian

3.2.1 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang didapat dari data atau dokumen proyek berupa:

1. *Detail Engineering Design* (DED) pekerjaan struktur Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional (INN) yang meliputi balok, kolom, dan pelat lantai.
2. Kurva S dan *time schedule* Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional (INN).
3. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang digunakan dalam pembangunan Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional (INN) yang terdiri dari harga material, upah pekerja, dan peralatan.
4. *Bill of Quantity* yang digunakan dalam pembangunan Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional (INN) yang memuat tentang jenis pekerjaan, volume pekerjaan, dan satuan pekerjaan.

3.3 Alat Penelitian

Perangkat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian meliputi perangkat lunak serta perlengkapan lain yang dibutuhkan, seperti:

1. Laptop
Laptop dimanfaatkan sebagai sarana untuk menyusun atau menulis dokumen penelitian.
2. Alat Tulis
Dalam penelitian ini alat tulis digunakan untuk mencatat rancangan, kerangka penelitian, serta hal-hal penting yang dapat menunjang penelitian.
3. *Printer*
Printer membantu dalam penyajian data yaitu digunakan untuk membuat salinan fisik dari laporan yang dimana memuat hasil analisis dari penelitian.
4. Microsoft Word
Microsoft Word dimanfaatkan untuk menyusun dokumen laporan penelitian serta melakukan pemeriksaan ejaan dan tata bahasa secara otomatis.

5. Microsoft Excel

Microsoft Excel digunakan untuk menganalisis anggaran biaya serta mengolah data BoQ (*Bill of Quantity*) dan AHSP yang sudah ada.

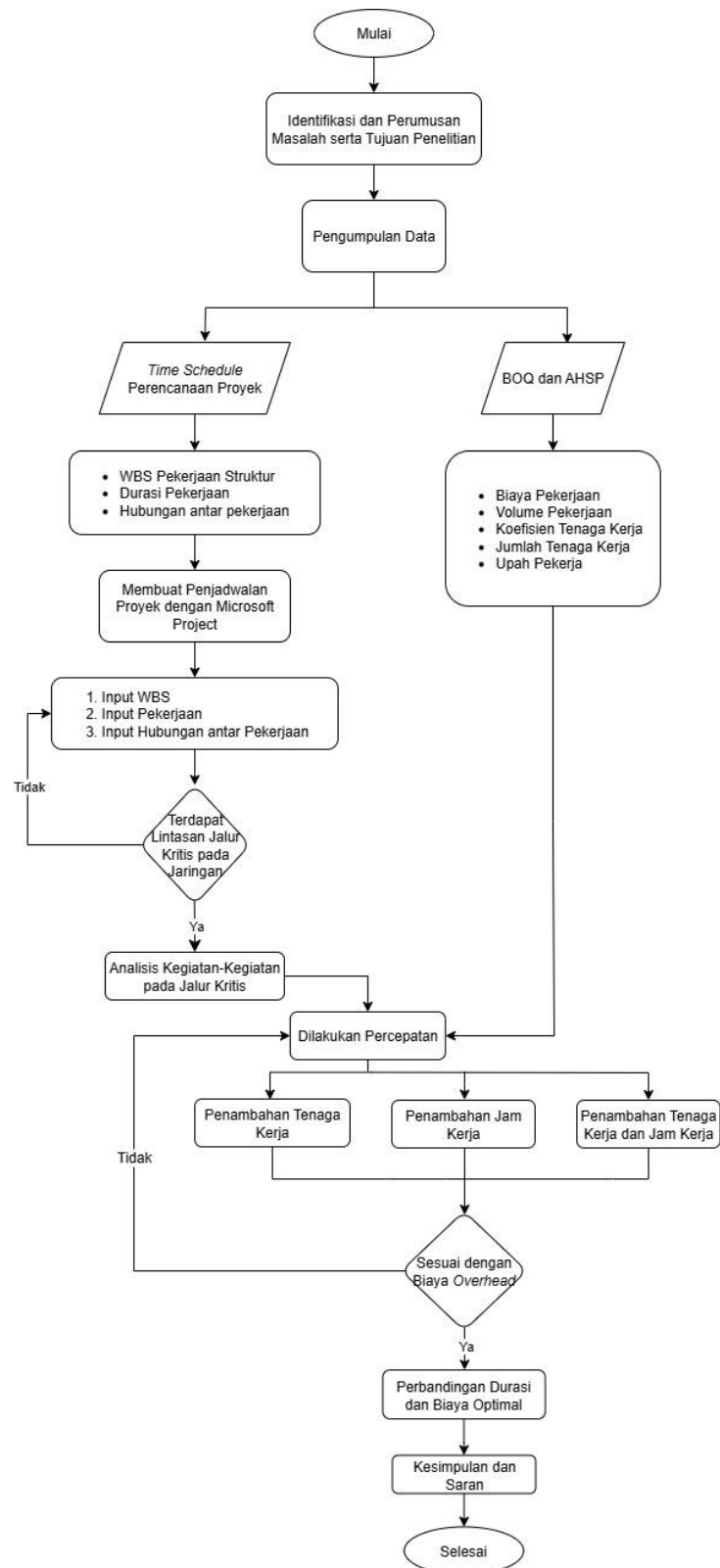
6. Microsoft Project

Microsoft Project digunakan untuk menyusun *Work Breakdown Structure* (WBS) proyek berdasarkan data kurva S dan BoQ, sehingga dapat menghasilkan jalur kritis (*critical path*) yang nantinya akan dianalisis lebih lanjut.

7. Mendeley

Mendeley berfungsi sebagai alat bantu untuk mengelola referensi dan daftar pustaka dalam penelitian, memudahkan peneliti menyimpan, mengatur, serta menyusun sitasi dan daftar pustaka secara otomatis sesuai format yang diinginkan.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.5 Analisis Data

Pendekatan yang digunakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif, yang menganalisis data terkini untuk memberikan gambaran, penjelasan, atau ringkasan mengenai berbagai kondisi dalam proyek tertentu. Penelitian ini menghasilkan data dalam bentuk angka. Untuk mencapai tujuan tersebut tahapan yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah penting dalam penelitian yang membantu memahami konsep, menemukan celah penelitian, dan membangun dasar teoritis. Tahap ini dilakukan dengan membaca literatur dan sumber informasi yang terkait dengan penelitian serta panduan dari perangkat lunak yang akan digunakan pada penelitian ini guna mempelajari fungsi dan memperdalam kegunaan dari tiap fiturnya.

3.5.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini merupakan data sekunder, mencakup *Detail Engineering Design* (DED), Kurva S, *time schedule*, AHSP, dan BoQ yang digunakan untuk pembangunan Gedung Pelayanan Institut Neurosains Nasional (INN).

3.5.3 Menyusun WBS

Pada tahap ini, data dari perencanaan proyek turun dua tingkat dari WBS normal.

3.5.4 Analisis Metode *Precedence Diagram Method* (PDM)

Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) adalah teknik penjadwalan yang membantu dalam menentukan urutan kerja, hubungan antar aktivitas, serta analisis jalur kritis dalam proyek. Dengan fleksibilitasnya, PDM sangat cocok untuk proyek dengan kompleksitas tinggi dan banyak keterkaitan antar pekerjaan. Berikut adalah langkah-langkah dalam penerapan metode PDM:

1. Mengumpulkan data yang diperlukan untuk menunjang penelitian.
2. Mengidentifikasi dan menguraikan aktivitas pekerjaan.

3. Menentukan hubungan antar aktivitas.
4. Membuat diagram jaringan kerja.
5. Menentukan durasi setiap aktivitas.
6. Mengidentifikasi jalur kritis.
7. Menentukan hubungan antara waktu awal dan akhir.

3.5.5 Analisis Metode *Crashing*

Dalam penelitian ini menggunakan metode *crashing* untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek. Metode ini merupakan teknik percepatan proyek dengan menambahkan sumber daya (tenaga kerja, peralatan, atau material) pada aktivitas di jalur kritis agar durasi proyek dapat diperpendek dengan biaya tambahan yang seminimal mungkin. Berikut tahapan dalam penerapan metode *crashing*:

1. Mengidentifikasi jalur kritis, hanya aktivitas di jalur kritis yang bisa dipercepat untuk mengurangi durasi proyek.
2. Menentukan alternatif percepatan untuk setiap aktivitas, dengan menambah jam kerja, tenaga kerja, ataupun keduanya.
3. Menghitung biaya tambahan untuk setiap alternatif yang nantinya dibandingkan dengan potensi keuntungan akibat percepatan.
4. Memilih alternatif dengan biaya tambahan paling optimum, yaitu aktivitas yang memberikan percepatan terbesar dengan biaya tambahan paling minimal.

Dalam tahap analisis metode *crashing*, diperlukan sejumlah rumus atau persamaan matematis guna memperoleh hasil perhitungan yang akurat.

1. Kebutuhan Tenaga Kerja

Perhitungan kebutuhan tenaga kerja merupakan salah satu tahap penting dalam proses perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi. Secara umum, kebutuhan tenaga kerja dapat dihitung menggunakan dua pendekatan, yaitu kebutuhan total dan kebutuhan harian.

a. Kebutuhan tenaga kerja total

Kebutuhan tenaga kerja total diperoleh dengan mengalikan volume pekerjaan dengan koefisien tenaga kerja, sebagaimana ditunjukkan pada persamaan berikut:

Kebutuhan tenaga kerja total = volume $\times$ koefisien

b. Kebutuhan tenaga kerja per hari

Kebutuhan tenaga kerja per hari digunakan untuk mendistribusikan total tenaga kerja terhadap durasi waktu pelaksanaan pekerjaan, sehingga diperoleh estimasi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan setiap hari agar pekerjaan dapat diselesaikan sesuai jadwal yang direncanakan. Berikut adalah persamaan untuk mencari kebutuhan tenaga kerja per hari:

$$\text{Kebutuhan tenaga kerja per hari} = \frac{\text{Kebutuhan tenaga kerja total}}{\text{Durasi}}$$

Koefisien tenaga kerja mencerminkan besarnya tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan volume pekerjaan, yang umumnya dinyatakan dalam satuan orang/hari per satuan volume. Nilai koefisien tersebut diambil berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), serta dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan aktual. Dengan demikian, kedua rumus tersebut berfungsi untuk memberikan dasar kuantitatif dalam perencanaan kebutuhan sumber daya manusia, yang bertujuan mencapai efisiensi tenaga kerja, ketepatan waktu, dan pengendalian biaya pada proyek konstruksi.

2. Produktivitas Tenaga Kerja

Pada Permen PUPR No.8 Tahun 2023 produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara output terhadap input. Dalam konteks konstruksi, output dinyatakan sebagai volume pekerjaan, dan input dinyatakan sebagai jam kerja total, yaitu durasi dikalikan jumlah tenaga kerja.

Total produktivitas tenaga kerja dipengaruhi oleh durasi pekerjaan dan jumlah tenaga kerja yang terlibat. Untuk memperoleh nilai produktivitas tenaga kerja, digunakan beberapa persamaan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan analisis. Persamaan-persamaan tersebut disajikan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi} \times \text{Jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}}$$

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja normal}}$$

Produktivitas lembur = jam lembur $\times$ koef. prod. $\times$ prod. per jam

Persamaan di atas digunakan untuk menghitung tingkat produktivitas tenaga kerja dalam berbagai kondisi, baik dalam satuan waktu harian, per jam, maupun selama periode lembur. Rumus-rumus tersebut membantu dalam menganalisis efisiensi tenaga kerja dan waktu kerja pada suatu proyek konstruksi.

3. Durasi Pekerjaan

(Ervianto, 2023) menyebutkan bahwa perhitungan waktu pekerjaan dapat diperoleh melalui pembagian volume dengan produktivitas tenaga kerja. Hubungan tersebut secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas} \times \text{Jumlah tenaga kerja}}$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi produktivitas atau semakin banyak jumlah tenaga kerja yang terlibat, maka durasi penyelesaian pekerjaan akan semakin singkat. Sebaliknya, jika produktivitas rendah atau jumlah tenaga kerja terbatas, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan akan meningkat.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas harian setelah } crash}$$

Persamaan diatas digunakan untuk menentukan estimasi durasi baru setelah dilakukan percepatan, yaitu upaya memperpendek waktu penyelesaian proyek dengan meningkatkan produktivitas harian. Melalui perhitungan tersebut, dapat diketahui seberapa besar pengaruh peningkatan produktivitas terhadap pengurangan waktu pelaksanaan pekerjaan.

4. Upah Pekerja

Menurut pedoman perhitungan upah tenaga kerja dalam Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), upah tenaga kerja per jam normal dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Upah tenaga kerja per jam normal} = \frac{\text{Upah pekerja per hari} \times 25}{173}$$

Persamaan ini mengacu pada ketentuan umum bahwa dalam satu bulan terdapat rata-rata 25 hari kerja dengan total waktu kerja 173 jam. Nilai tersebut

didasarkan pada ketentuan Kementerian Tenaga Kerja mengenai waktu kerja normal selama 40 jam per minggu.

Dalam kondisi pekerjaan lembur, pekerja berhak memperoleh kompensasi tambahan di luar upah normal. Besarnya upah lembur dihitung berdasarkan ketentuan dalam KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur. Berdasarkan peraturan tersebut, terdapat faktor pengali upah lembur per jam sebagai berikut:

- a. Jam lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah per jam normal
- b. Jam lembur kedua dan seterusnya dibayar sebesar 2 kali upah per jam normal

Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk mencari upah lembur:

Upah lembur = Upah normal + Upah lembur per jam

Setelah nilai upah normal dan upah lembur diketahui, total biaya tenaga kerja selama berlangsungnya proyek dapat dihitung menggunakan persamaan:

Total upah tenaga kerja = Upah setelah *crash* x jumlah tenaga kerja x durasi

Persamaan ini memperhitungkan perubahan upah akibat penambahan jam kerja atau peningkatan produktivitas selama periode percepatan proyek. Dengan demikian, perhitungan upah lembur beserta faktor pengalinya memberikan dasar yang akurat dalam menganalisis peningkatan biaya tenaga kerja akibat penyesuaian durasi proyek.

3.5.6 Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya

Analisis optimal dapat diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif yang ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut dengan *crashing* proyek (Malifa dkk., 2019).

Untuk mencapai optimasi waktu dan biaya proyek, beberapa langkah yang perlu dilakukan meliputi:

1. Memahami spesifikasi setiap pekerjaan yang akan dilakukan.

2. Menguraikan setiap tahapan pekerjaan secara rinci.
3. Menganalisis keterkaitan dan ketergantungan antar kegiatan dalam proyek.
4. Menyusun jaringan kerja proyek untuk memvisualisasikan alur pekerjaan.
5. Melakukan analisis terhadap waktu dan biaya pada masing-masing pekerjaan.
6. Menyusun tabel yang memuat informasi terkait durasi dan biaya pelaksanaan.
7. Mengoptimalkan jadwal dan anggaran proyek untuk meningkatkan efisiensi.
8. Menentukan kombinasi waktu dan biaya yang paling optimal agar proyek berjalan sesuai target.

Analisis ini dibatasi dengan menggunakan biaya *overhead* proyek, maka dari itu untuk mendapatkan waktu dan biaya yang optimal perlu dilakukan perbandingan biaya *overhead* per hari dengan biaya *cost slope*.

Cost Slope merupakan bagian penting dalam analisis percepatan proyek (*project crashing*), yang bertujuan untuk menentukan tambahan biaya yang diperlukan akibat pengurangan durasi suatu aktivitas. Rumus ini digunakan untuk menghitung besarnya kenaikan biaya per satuan waktu yang terjadi ketika durasi aktivitas proyek dipercepat. (Pratiwi et al., 2020) menjelaskan hubungan tersebut dinyatakan ke dalam persamaan berikut:

$$Cost\ Slope = \frac{Biaya\ dipercepat - Biaya\ normal}{Durasi\ normal - Durasi\ dipercepat}$$

Nilai *Cost Slope* menjadi indikator efisiensi dalam pengambilan keputusan percepatan proyek. Semakin kecil nilai *Cost Slope*, semakin efisien aktivitas tersebut untuk dipercepat karena membutuhkan tambahan biaya yang lebih rendah per satuan waktu. Sebaliknya, nilai *Cost Slope* yang tinggi menunjukkan bahwa percepatan aktivitas tersebut relatif mahal dan kurang efisien untuk dilakukan.