

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Manajemen Konstruksi

2.1.1.1 Pengertian Manajemen Konstruksi

Secara umum, manajemen konstruksi adalah ilmu yang mempelajari dan mempraktikkan aspek-aspek manajerial dan teknologi industri konstruksi. Manajemen konstruksi juga dapat diartikan sebagai sebuah model bisnis yang dilakukan oleh konsultan konstruksi dalam memberi nasihat dan bantuan dalam sebuah proyek pembangunan.

Manajemen konstruksi adalah bagaimana agar sumber daya yang terlibat dalam proyek konstruksi dapat diaplikasikan oleh manajer proyek secara tepat. Sumber daya dalam proyek konstruksi dapat dikelompokkan menjadi *manpower*, *material*, *machines*, *money*, *method* (Erviyanto, 2010).

Dalam manajemen proyek, pemimpin organisasi proyek akan mengelola dan mengarahkan perangkat dan sumber daya yang terlibat didalamnya agar dapat mencapai suatu pencapaian yang maksimal dan sesuai dengan standar kinerja proyek dalam hal mutu, waktu, biaya, dan keselamatan kerja. Agar mencapai hasil yang maksimal, kegiatan proyek haruslah disusun dengan detail dan akurat untuk menghindari penyimpangan-penyimpangan yang mungkin dapat terjadi.

2.1.1.2 Manajemen Konstruksi

Manajemen Proyek (*Project Management*) merupakan salah satu ilmu yang sangat penting dalam pengelolaan sebuah proyek agar pelaksanaan proyek dapat diselesaikan dengan efisien dan efektif, (Suryanto, et al. 2009 : 82). Suatu proyek konstruksi biasanya merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Selain itu, suatu proyek konstruksi juga memiliki karakteristik tunggal dan unik. Karakteristik proyek konstruksi yang sangat kompleks menyebabkan kebutuhan akan manajemen proyek konstruksi menjadi sangat penting.

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu (Erviyanto, 2002).

Proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok bangunan, yaitu (Erviyanto, 2005) :

1. Bangunan gedung: rumah, kantor, pabrik dan lain-lain. Ciri-ciri kelompok bangunan ini adalah :
 - a. Proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi pada umumnya sudah diketahui.
 - c. Manajemen dibutuhkan, terutama untuk progressing pekerjaan.
2. Bangunan sipil: jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah :

- a. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia.
- b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lain dalam suatu proyek.
- c. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan.

2.1.1.3 Fungsi dan Tujuan Manajemen Konstruksi

Soeharto (1995 : 48) menjelaskan di dalam bukunya bahwa manajemen proyek diharuskan memenuhi fungsi dasarnya. Fungsi dasar manajemen proyek dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu :

1. Pengelolaan Lingkup Proyek

Lingkup proyek adalah total kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Dalam lingkup proyek, batasan-batasan yang memuat kuantitas, kualitas, dan spesifikasi merupakan hal yang perlu diperhatikan agar dalam pelaksanaannya tidak menimbulkan implementasi-implementasi yang salah antara pihak-pihak yang berkepentingan.

2. Pengelolaan waktu dan Jadwal

Dalam pelaksanaan proyek, waktu dan jadwal merupakan sasaran utama dari kegiatan tersebut. Keterlambatan akan mengakibatkan kerugiankerugian misalnya penambahan biaya. Pengelolaan waktu meliputi perencanaan, penyusunan, dan pengendalian jadwal.

3. Pengelolaan Biaya

Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan antara dana dan kegiatan proyek. Agar pengelolaan dapat efektif, maka disusun berbagai metode dan teknik seperti penyusunan anggaran biaya, konsep nilai hasil, dan sebagainya.

4. Mengelola Kualitas dan Mutu

Agar kegiatan proyek tersebut dapat memenuhi syarat yang telah direncanakan, maka diperlukan proses yang panjang mulai dari mengkaji syarat-syarat pelaksanaan, menjabarkan persyaratan tersebut menjadi spesifikasi teknis, dan menuangkannya menjadi gambar kerja.

Tujuan Manajemen Konstruksi, adalah mengelola fungsi manajemen atau mengatur pelaksanaan pembangunan sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil optimal sesuai dengan persyaratan (*spesification*). Untuk keperluan pencapaian tujuan ini, perlu diperhatikan pula mengenai mutu bangunan, biaya yang digunakan dan waktu pelaksanaan. Dalam rangka pencapaian hasil ini selalu diusahakan pelaksanaan pengawasan mutu (*quality control*), pengawasan biaya (*cost control*) dan pengawasan waktu pelaksanaan (*time control*).

2.1.1.4 Tugas dan Tahapan Manajemen Konstruksi

Setelah memahami tentang pengertian serta fungsi dan tujuan dari manajemen konstruksi, selanjutnya juga perlu diketahui bahwa apa saja tugas manajemen konstruksi. Berikut adalah tugas manajemen konstruksi secara garis besar :

1. Mengawasi proses pekerjaan di lapangan dan memastikan pelaksanaan kerja sesuai dengan metode konstruksi yang tepat.

2. Meminta penjelasan tentang pekerjaan dan laporan tahap demi tahap dari kontraktor secara tertulis.
3. Manajemen konstruksi berhak untuk menegur atau bahkan menghentikan proses pekerjaan bila tidak sesuai dengan yang telah ditentukan.
4. Melakukan rapat rutin baik bulanan maupun mingguan yang melibatkan konsultan perencana, wakil *owner*, dan juga kontraktor.
5. Bertanggung jawab langsung kepada *owner* atau wakilnya dalam menyampaikan informasi progres pekerjaan proyek.
6. Bertanggung jawab dalam pengesahan material yang digunakan dalam proyek.
7. Mengelola, mengarahkan, dan mengkoordinasi pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor dalam aspek mutu dan waktu.
8. Bertanggung jawab dalam pengesahan adanya perubahan kontrak.
9. Melakukan pemeriksaan pada *shop drawing* dari kontraktor sebelum pelaksanaan.
10. Memastikan metode pelaksanaan pekerjaan kontraktor agar sesuai dengan syarat K3LMP (kesehatan dan keselamatan kerja, lingkungan, mutu, dan pengamanan).
11. Bertanggung jawab dalam memberikan instruksi tertulis jika ada pekerjaan yang harus dilakukan untuk mempercepat jadwal namun tidak disebutkan dalam kontrak.

2.1.1.5 Konsep Manajemen Konstruksi

Selanjutnya perlu diketahui bahwa konsep manajemen konstruksi yang baik adalah yang dimulai dari tahap perencanaan, namun juga bisa pada tahap lain sesuai dengan tujuan dan juga kondisi proyek tersebut, sehingga konsep manajemen konstruksi dapat diterapkan pada berbagai tahap proyek sebagai berikut :

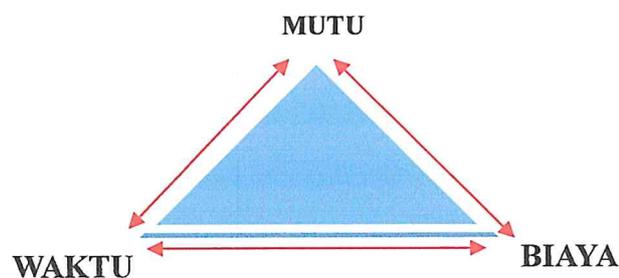
1. Manajemen konstruksi dilakukan pada seluruh tahapan proyek yang mana mencakup pengelolaan teknis operasional proyek dalam bentuk masukan-masukan atau keputusan yang berkaitan dengan teknis operasional proyek konstruksi.
2. Tim manajemen konstruksi akan memberikan masukan dan atau keputusan dalam menyempurnakan design sampai proyek selesai, apabila manajemen konstruksi dilaksanakan setelah tahap design.
3. Manajemen konstruksi berfungsi sebagai koordinator pengelolaan pelaksanaan dan melaksanakan fungsi pengendalian atau pengawasan, apabila manajemen konstruksi dilaksanakan mulai tahap pelaksanaan dengan menekankan pemisahan berbagai kontrak pelaksanaan untuk kontraktor.

2.1.1.6 Keberhasilan Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu kegiatan yang mempunyai jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas, untuk melaksanakan suatu tugas yang telah digariskan. proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan waktu akhir,

sumber daya terbatas/tertentu dan dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Pengertian proyek dalam pembahasan ini bidatasi dalam arti proyek konstruksi, yaitu proyek yang berkaitan dengan bidang konstruksi (pembangunan).

Setiap proyek mempunyai tujuan yang berbeda, misalnya pembuatan rumah tinggal, jalan dan jembatan, ataupun instansi pabrik. Dapat pula berupa produk hasil kerjapenelitian dan pengembangan. Dalam proses mencapai tujuan tersebut terdapat tiga sasaran pokok, yaitu besarnya biaya anggaran yang dialokasikan, jadwal kegiatan, dan mutu yang harus dipenuhi untuk mencapai suatu keberhasilan proyek. Hubungan biaya, waktu, dan mutu digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1
Gambar Sasaran Proyek dan Tiga Kendala

Ketiga batas tersebut artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang berakibat pada kenaikan biaya yang melebihi anggaran. Ketiga batas diatas disebut kendala tiga (*triple constraint*).

1. Biaya

Proyek dikatakan berhasil jika proyek yang dilaksanakan dapat selesai tepat waktu, tepat guna, dan tepat biaya. Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang

tidak melebihi anggaran. Untuk proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal bertahun-tahun, anggarannya bukan ditentukan untuk total proyek, tetapi dipecahkan lagi komponennya, atau periode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian penyelesaian bagian proyek pun harus memenuhi sasaran anggaran perperiode.

2. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang ditentukan

3. Mutu

Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi teknis dan kriteria yang dipersyaratkan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.

Selain itu pada gambar di atas digambarkan biaya (cost), mutu (scope) dan waktu (schedule) sebagai sisi-sisi dari segitiga sama sisi yang saling terkait. Perubahan pada satu sisi akan berdampak pada sisi lainnya. Oleh karena itu dibutuhkan pengelolaan dari ketiga hal tersebut. Selain pengelolaan biaya, mutu dan waktu, dibutuhkan pula pengelolaan berupa manajemen sumberdaya, lingkungan, resiko dan sistem informasi.

Kegiatan pengelolaan tersebut diwujudkan melalui kegiatan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*), dan pengendalian (*controlling*) sebagai berikut :

1. Perencanaan (*Planning*)

Sebuah proyek memerlukan suatu perencanaan yang matang untuk mencapai tujuan, yaitu dengan meletakkan dasar tujuan dan sasaran dari suatu proyek sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administrasi agar dapat diimplementasikan. Hasil dari perencanaan sebagai acuan dari pelaksanaan dan pengendalian harus terus disempurnakan untuk menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi pada proses selanjutnya.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pada kegiatan ini dilakukan identifikasi dan pengelompokan jenis jenis pekerjaan, menentukan pendelegasian wewenang dan tanggung jawab perorangan serta meletakkan dasar bagi hubungan masing-masing unsur organisasi.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Merupakan implementasi dari perencanaan yang telah ditetapkan. Berupa tindakan menyelaraskan seluruh anggota organisasi dalam kegiatan pelaksanaan, serta agar seluruh anggota organisasi dapat bekerja sama dalam pencapaian tujuan bersama. Proses monitoring dan updating selalu dilakukan untuk mendapatkan jadwal pelaksanaan yang realistis agar sesuai dengan tujuan proyek.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Pengendalian mempengaruhi hasil akhir suatu proyek. Tujuan utama dari kegiatan pengendalian yaitu meminimalisasi segala penyimpangan yang dapat terjadi selama berlangsungnya proyek. Kegiatan yang dilakukan dalam proses

pengendalian yaitu berupa pengawasan, pemeriksaan dan koreksi yang dilakukan selama proses implementasi.

2.1.1.7 Tahapan Konstruksi

Menurut Austen dan Neale (1994) dalam Suyatno (2010), tahapan utama proyek konstruksi terdiri dari 5 tahap, yaitu :

1. Tahap briefing

Bertujuan memungkinkan klien menjelaskan fungsi proyek dan biaya yang diijinkan, sehingga para arsitek, insinyur, surveyor kuantitas dan anggota lain kelompok perancang dapat secara tepat menafsirkan keinginannya dan menafsirkan biaya. Yang harus dilakukan selama tahap briefing adalah :

- a. Menyusun rencana kerja dan menunjuk para perancang dan ahli;
- b. Mempertimbangkan kebutuhan pemakai, keadaan lokasi dan lapangan, merencanakan rancangan, taksiran biaya, persyaratan mutu;
- c. Mempersiapkan : Program data departemen, program data ruangan, jadwal waktu, sketsa dengan skala 1 : 1000, 1 : 1500 atau 1 : 2000, yang menggambarkan denah dan batas-batas proyek, taksiran biaya dan implikasinya dan rencana pelaksanaan.

2. Tahap perencanaan dan perancangan

Bertujuan untuk melengkapi penjelasan proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi dan taksiran biaya agar mendapat persetujuan yang perlu dari klien dan pihak berwenang yang terlibat. Kegiatan pada tahap ini meliputi :

- a. Memeriksa masalah teknis

- b. Meminta persetujuan dari klien
 - c. Mempersiapkan rancangan sketsa/pra rancangan, termasuk taksiran biaya, rancangan terinci, spesifikasi dan jadwal, daftar kuantitas, taksiran biaya akhir, program pelaksanaan pendahuluan, termasuk jadwal waktu.
3. Tahap pelelangan (tender)

Menunjuk kontraktor bangunan, atau sejumlah kontraktor yang akan melaksanakan konstruksi. Kegiatan pada tahap ini untuk mendapatkan penawaran dari para kontraktor untuk pembangunan gedung dan untuk menyerahkan kontrak. Dalam tahap ini klien terkait kuat pada sebagian besar pengeluaran proyek, jadi prosedur serta proses harus didefinisikan secara cermat dan ketat.

4. Tahap konstruksi atau tahap pelaksanaan pembangunan

Bertujuan membangun bangunan dalam batasan biaya dan waktu yang telah disepakati, mutu yang telah disyaratkan. Kegiatan dalam tahap ini adalah merencanakan, mengkoordinasi dan mengendalikan operasi lapangan

5. Tahap persiapan penggunaan

Bertujuan menjamin agar bangunan yang telah selesai dibangun sesuai dokumen kontrak, dan semua fasilitas bekerja sebagaimana mestinya. Kegiatannya adalah :

- a. Mempersiapkan catatan pelaksanaan
- b. Meneliti bangunan dengan cermat dan memperbaiki kerusakan
- c. Menguji sifat kedap air bangunan
- d. Memulai menguji dan menyesuaikan semua fasilitas

- e. Mempersiapkan petunjuk operasi serta pedoman pemeliharaan.
- f. Melatih staf

2.1.2 Jembatan

2.1.2.1 Pengertian Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau lalu lintas biasa. Jembatan yang berada diatas jalan lalu lintas biasanya disebut *viaduct*. Jembatan dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Jembatan – jembatan tetap.
2. Jembatan – jembatan dapat digerakkan.

Kedua golongan jembatan tersebut dipergunakan untuk lalu lintas kereta api dan lalu lintas biasa (Struyk dan Veen, 1984).

Jembatan merupakan suatu struktur bangunan yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, saluran irigasi dan pembuangan, jalan kereta api, waduk, dan lain-lain. Pembangun jembatan ini sendiri butuh perencanaan bidang konstruksi. Desain dari jembatan bervariasi tergantung pada fungsi dari jembatan atau kondisi bentuk permukaan bumi dimana jembatan tersebut dibangun.

Konstruksi jembatan adalah suatu konstruksi bangunan pelengkap sarana transportasi jalan yang menghubungkan suatu tempat ke tempat yang lainnya, yang dapat dilintasi oleh sesuatu benda bergerak misalnya suatu lintas yang terputus

akibat suatu rintangan atau sebab lainnya, dengan cara melompati rintangan tersebut tanpa menimbun/menutup rintangan itu dan apabila jembatan terputus maka lalu lintas akan terhenti.

2.1.2.2 Tipe-Tipe Jembatan Rangka Batang

Menurut (Satyarno, 2003) jembatan rangka dibuat dari struktur rangka yang biasanya terbuat dari bahan baja dan dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan las atau baut yang membentuk pola-pola segitiga. Jembatan rangka biasanya digunakan untuk bentang 20 m sampai 375 m. Ada banyak tipe jembatan rangka yang dapat digunakan diantaranya sebagai berikut :

1. Tipe Warren (*Warren Truss*)

Tipe jembatan ini ditemukan oleh *James Warren* dan *Willoughby Theobald Monzani* pada tahun 1848 di Britania Raya. Jembatan rangka batang tipe warren ini tidak memiliki batang vertikal pada bentuk rangkanya yang membentuk segitiga sama kaki atau segitiga sama sisi. Sebagian batang diagonalnya mengalami gaya tekan (*compression*) dan sebagian lainnya mengalami gaya tegangan (*tension*).



Gambar 2.2
Tipe Warren Truss

2. Tipe Pratt (*Pratt Truss*)

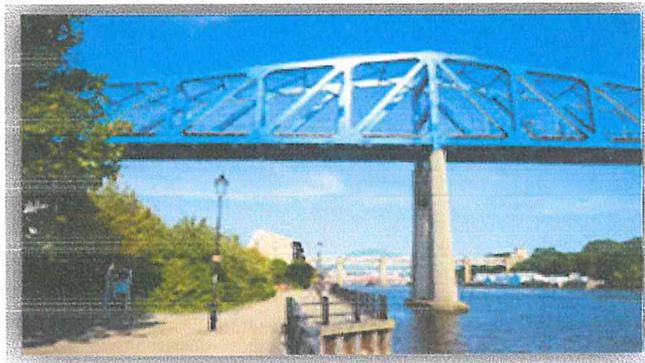
Tipe jembatan rangka batang ini ditemukan oleh Thomas dan Caleb Pratt pada tahun 1844. Jembatan ini memiliki elemen diagonal yang mengarah ke bawah dan bertemu pada titik tengah batang jembatan bagian bawah.



Gambar 2.3
Tipe *Pratt Truss*

3. Tipe Howe (*Howe Truss*)

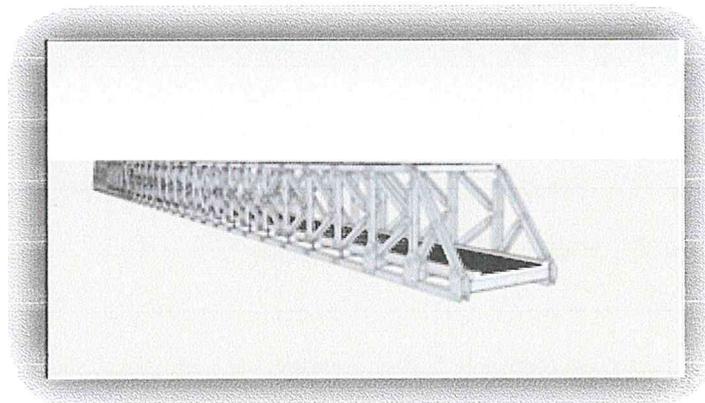
Tipe jembatan rangka batang ini ditemukan oleh William Howe di Massachusetts pada tahun 1840 di Amerika Serikat. Jembatan ini kebalikan dari tipe Pratt dimana elemen diagonalnya mengarah ke atas dan menerima tekanan sedangkan batang vertikalnya menerima tegangan.



Gambar 2.4
Tipe *Howe Truss*

4. Tipe K (K Truss)

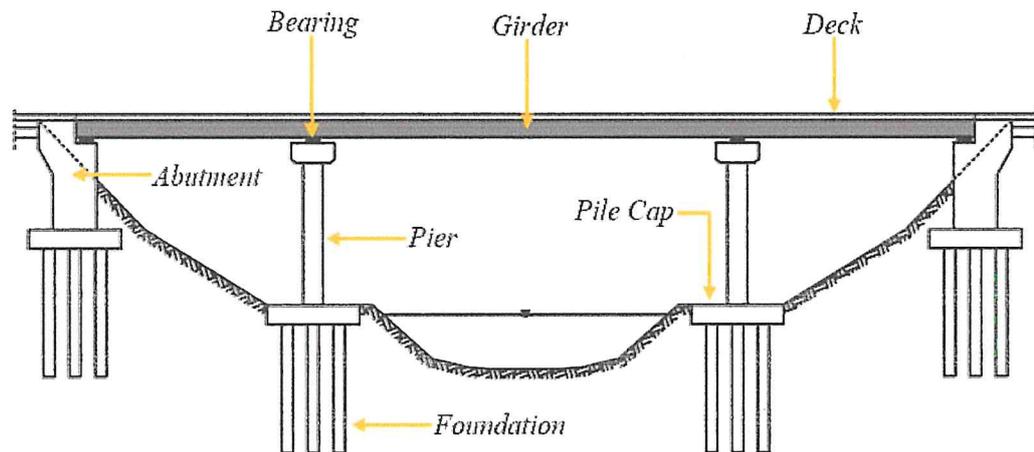
Desain ini merupakan variasi bentuk dari desain truss lainnya. Ide dari desain K adalah memecah batang diagonal jadi kecil untuk mengurangi tekukan dari bawah tekanan. Penggunaan desain ini terbilang sulit karena rumit, mahal, dan pengerjaannya memakan waktu.



Gambar 2.5
Tipe K Truss

2.1.2.3 Struktur Jembatan

Jembatan merupakan sebuah struktur yang memiliki dua komponen utama yang sering disebut setruktur atas dan struktur bawah. Struktur atas pada sebuah jembatan antara lain lantai kendaraan (*Deck*), gelagar jembatan (*Girder*), pengaku jembatan, perletakan jembatan (*Bearing*), dan *expansion joint*. Kemudian untuk struktur bawah jembatan meliputi *Abutment*, plat injak, pilar jembatan, *Pile Cap*, dan pondasi jembatan. Gambaran umum dari satu kesatuan sebuah jembatan dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2.6
Struktur Jembatan

1. Girder

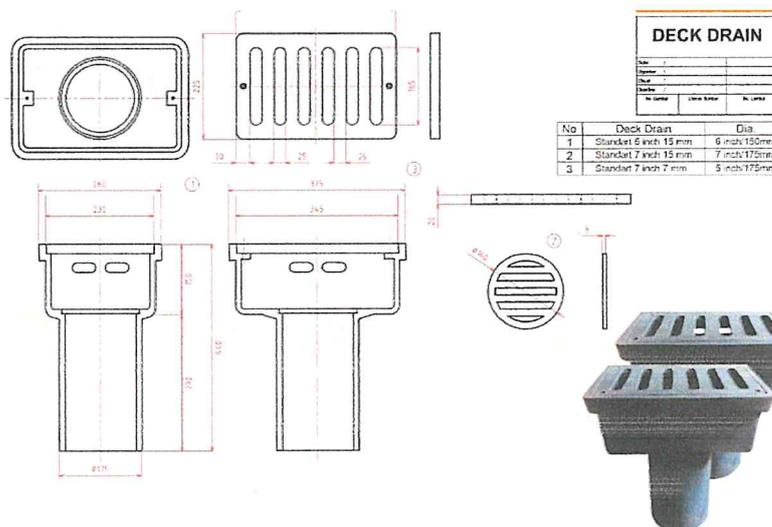
Girder adalah balok yang posisinya ada di antara dua penyangga yang bisa berupa pilar. Bentuk balok girder bervariasi, mulai dari bentuk kotak, trapesium, letter U, letter I hingga letter T. Girder ada yang diproduksi dan dicetak oleh pabrik sehingga sudah berupa barang jadi ketika diangkut ke lokasi proyek. Namun, ada juga girder yang baru dicor di lokasi proyek karena pembuatannya dilakukan secara custom. Secara garis besar, girder jembatan berfungsi sebagai penyalur beban di atas konstruksi jembatan ke bagian bawah yang disebut abutment agar bisa diredam. Tujuan pengiriman beban tersebut adalah menghindari terjadinya persimpangan beban atau gaya.



Gambar 2.7
Girder

2. Deck

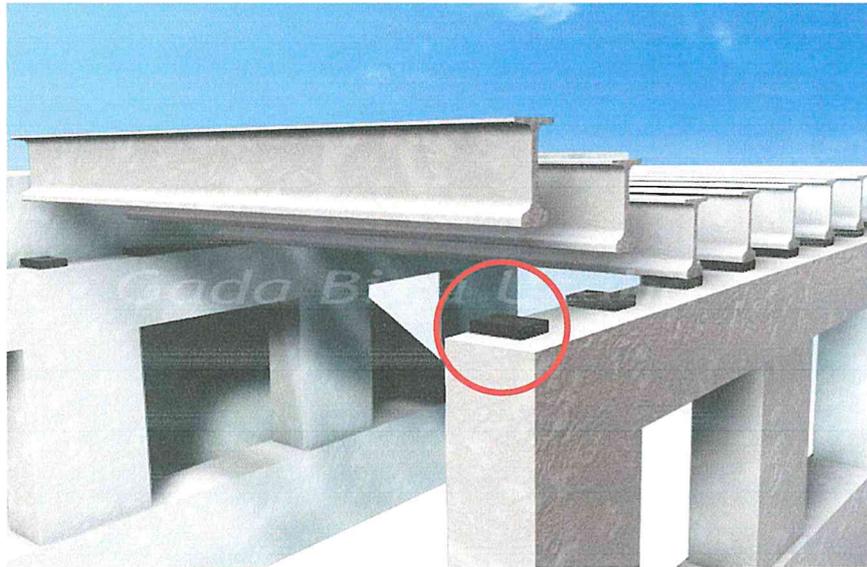
Pada umumnya deck slab adalah sebuah elemen struktur horizontal yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan beban mati dan beban hidup menuju rangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur. Elemen-elemen horizontal tersebut dapat dibuat bekerja dalam satu arah ataupun bekerja dua arah yang saling tegak lurus.



Gambar 2.8
Deck Jembatan

3. Bearing

Dalam konstruksi jembatan, terdapat sebuah bagian yang bernama bridge bearing. Juga dikenal dengan sebutan elastomer jembatan atau bantalan jembatan, bagian ini memegang peranan yang penting bagi jembatan secara keseluruhan. Bridge bearing biasanya menggunakan bantalan yang terbuat dari bahan karet mutu tinggi sehingga mampu mengakomodir beban yang berat. Bridge bearing juga dikenal dengan nama elastomer karena sifat elastis karet yang dapat meredam getaran bagi jembatan. Bantalan karet menjadi elemen yang sangat penting dalam bridge bearing, oleh karena itu dibutuhkan bantalan karet yang berkualitas sehingga dapat menahan beban dan menyalurkannya ke bagian lain. Bantalan umumnya dipasang pada bawah girder jembatan, diatas pier head, abutmen, maupun diatas balok corbel. Bantalan jembatan tersebut mempunyai fungsi sebagai media untuk menyalurkan beban dari bangunan bagian atas (super struktur jembatan) menuju bangunan bawah (sub struktur jembatan). Dengan cara tersebut, beban dapat disalurkan dari bagian atas jembatan atau struktur elevated ke bagian bawahnya ketika dilintasi kendaraan.

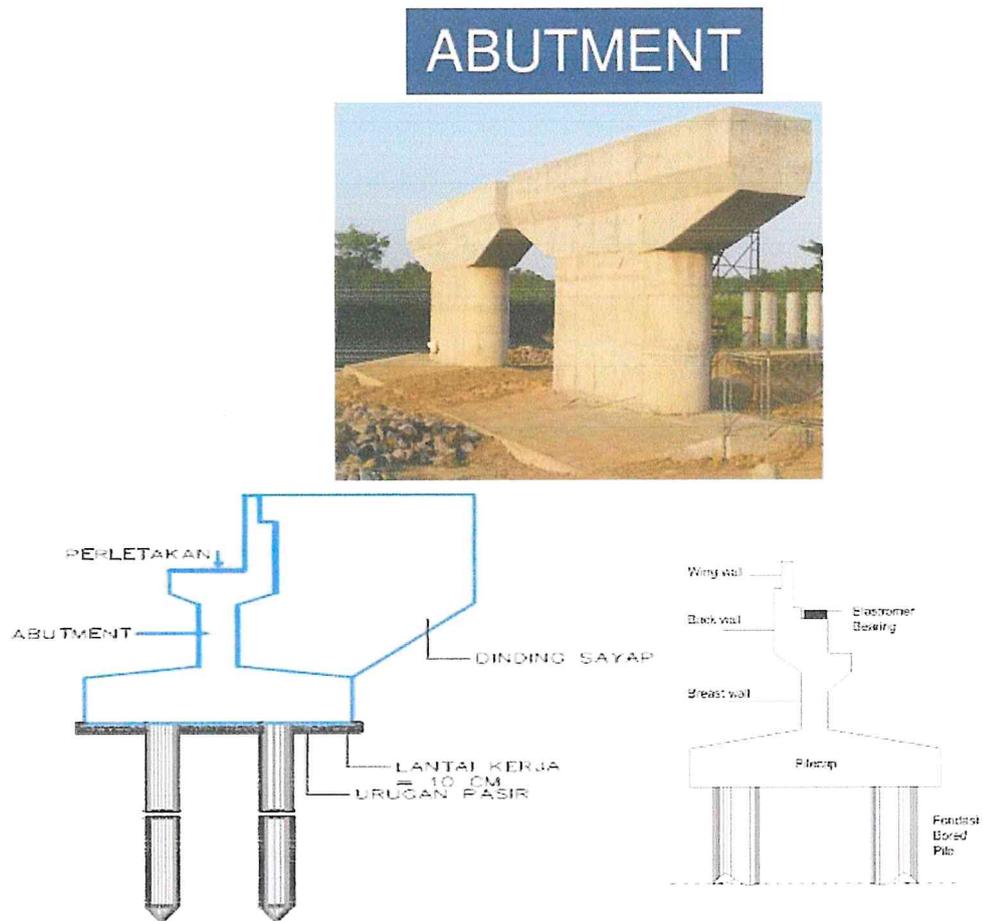


Gambar 2.9
Bearing Jembatan

4. Abutment Jembatan

Abutment atau kepala jembatan adalah bagian konstruksi bawah jembatan yang terdapat pada kedua ujung pilar-pilar jembatan yang berfungsi untuk mendukung atau memikul seluruh beban bangunan di atasnya.

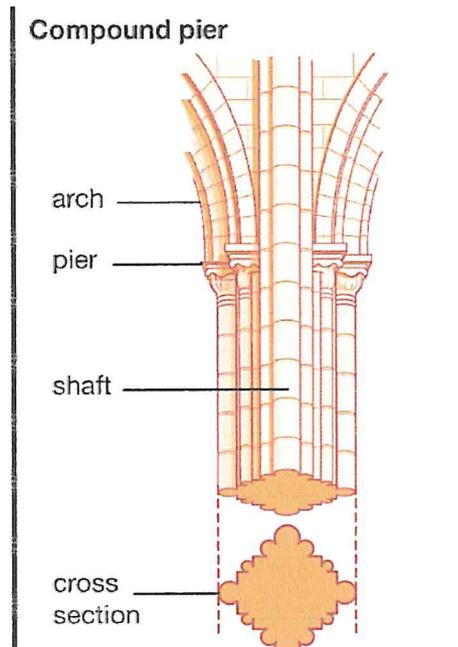
Abutment bekerja dengan menerima beban-beban yang berasal dari bangunan atasnya dan kemudian menyalurkan beban-beban yang diterimanya tersebut ke pondasi. Selanjutnya pondasi yang juga berfungsi sebagai penahan tanah akan meneruskan beban tersebut ke tanah dengan aman sehingga kestabilan tanah terjaga.



Gambar 2.10
Abutment

5. Pier Jembatan

Diterjemahkan dari bahasa Inggris-Dermaga, dalam arsitektur, adalah penyangga tegak untuk struktur atau suprastruktur seperti lengkungan atau jembatan. Bagian dinding struktural antara bukaan dapat berfungsi sebagai pilar. Dinding luar atau dinding yang berdiri sendiri mungkin memiliki tiang di ujung atau di sudutnya.



Gambar 2.11

Pier Jembatan

6. Pile Cap Jembatan

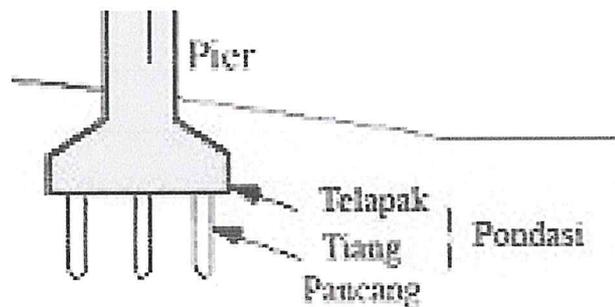
Pile cap berfungsi menyalurkan beban gaya dari struktur kolom atas ke struktur pondasi dalam. Pile Cap juga berfungsi mengikat pondasi kelompok, sehingga gaya-gaya dari kolom tersebar rata kepada pondasi. Secara analitis, pile cap akan menerima gaya aksial dari kolom, tekanan tanah, dan daya dukung dari pondasi.



Gambar 2.12
Pile Cap Jembatan

7. Pondasi Jembatan

Pondasi Merupakan bagian pada jembatan yang berfungsi menerima beban-beban dari bangunan bawah dan menyalurkan ke tanah. Secara umum, pondasi merupakan struktur bangunan yang letaknya berada di bagian paling bawah dan berguna untuk menopang beban seluruh struktur bangunan. Sebagai bagian dari struktur paling bawah, pondasi merupakan salah satu bagian utama dalam menopang beban bangunan di atasnya.



Gambar 2.13
Pondasi Jembatan

2.1.3 Metode Perhitungan Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Kurva S

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kelebihan yang ada pada metode ini adalah dapat mengetahui kegiatan yang melakukan percepatan dari jadwal semula, tetapi informasi tersebut tidak detail sehingga perlu digabungkan dengan metode lain seperti Bagan balok atau Network Planning dengan memperbarui sumber daya maupun waktu pada masing-masing kegiatan. Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Uraian untuk mendapatkan nilai bobot pekerjaan digambarkan dalam skema sebagai berikut :

$$\text{Persentase bobot pekerjaan} = \frac{\text{Volume} \times \text{Harga Satuan}}{\text{Harga Bangunan}} \times 100\%$$

b. *Critical Path Method* (CPM)

Menurut Antonio Prensas, 2002 Critical Path Method (CPM) adalah prosedur yang menggunakan analisis jaringan untuk mengidentifikasi tugas-tugas yang berada di jalur kritis yaitu di mana setiap keterlambatan dalam penyelesaian tugas-tugas akan memperpanjang skala waktu proyek,

kecuali diambil tindakan. Saat melakukan manajemen proyek, *critical path method* adalah pedoman yang sangat penting agar proyek secara keseluruhan bisa selesai tepat waktu, secara efisien, dan tanpa masalah.

Menurut Soeharto dalam Yusuf (2015: 30) metode CPM (Critical Path Method - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Lintasan kritis (Critical Path) melalui aktivitas-aktivitas yang memiliki jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambarkan dengan menggunakan anak panah yang tebal.

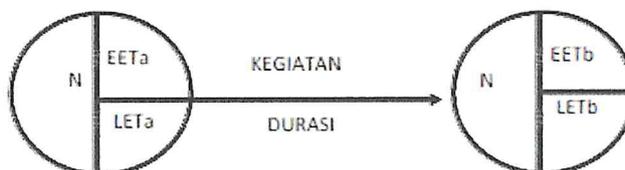
CPM dapat memberikan wawasan berharga tentang cara merencanakan proyek, mengalokasikan sumber daya, dan menjadwalkan tugas.

Berikut beberapa alasan Anda harus menggunakan metode ini :

- 1) Meningkatkan perencanaan mendatang. CPM dapat digunakan untuk membandingkan ekspektasi dengan progres aktual. Data yang digunakan dari proyek saat ini dapat memberitahu rencana proyek mendatang.
- 2) Memfasilitasi manajemen sumber daya yang lebih efektif. CPM membantu manajer proyek memprioritaskan tugas, membuat mereka lebih memahami cara dan tempat menerapkan sumber daya.

- 3) Membantu menghindari penghambat. Penghambat dalam proyek dapat menyebabkan hilangnya waktu berharga. Memetakan dependensi proyek menggunakan diagram jaringan akan membuat Anda lebih memahami aktivitas yang dapat dan tidak dapat berjalan secara bersamaan, memungkinkan Anda membuat jadwal sebagaimana mestinya.

Menurut Surya & Arif (2019: 244) CPM pada dasarnya adalah merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam arti bahwa CPM akan berakhir pada penentuan waktu. Metode ini mengidentifikasi jalur kritis pada aktifitas yang ditentukan ketergantungan antar aktifitasnya. Aktifitas merupakan tugas spesifik yang mempunyai hasil yang dapat diukur dari durasi pengerjaannya Jalur kritis adalah suatu deretan kegiatan kritis yang menentukan jangka waktu penyelesaian bagi keseluruhan proyek. Penggambaran Critical Path Method menggunakan simbol yang dapat berbentuk segi empat atau lingkaran. Di bawah ini adalah gambar contoh penggambaran CPM untuk satu item Pekerjaan.



Gambar 2.14
Diagram CMP Untuk Satu Item Pekerjaan
Sumber: Surya, Arif (2019: 244)

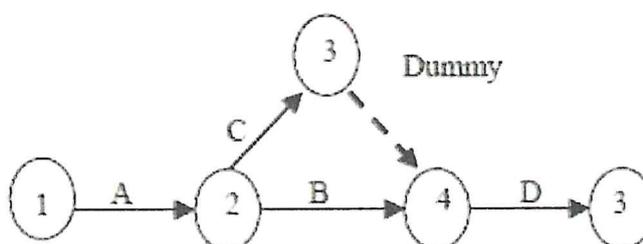
Adapun Keterangan dari beberpa simbol diatas adalah :

- Lingkaran disebut juga node menunjukkan berawalnya suatu pekerjaan ataupun berakhirnya suatu pekerjaan

- Garis panah (arrow) menunjukkan pekerjaan, arah panah ke suatu node menunjukkan urutan antar pekerjaan.
- EETa : Saat paling awal pekerjaan dimulai.
- EETb : Saat paling dini pekerjaan berakhir
- LETa : Saat paling lambat pekerjaan dimulai
- LETb : Saat paling lambat pekerjaan berakhir
- Durasi : Lama pekerjaan berlangsung
- N : Nomor pengidentifikasian node

Dalam pembuatan network planning ada Beberapa hal yang digunakan sebagai pedoman yaitu sebagai berikut :

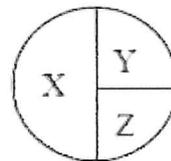
- 1) Dalam penggambaran, network diagram harus jelas dan mudah untuk dibaca.
- 2) Dimulai dari event/kejadian dan diakhiri pada event/kejadian.
- 3) Kegiatan disimbolkan dengan anak panah yang digambar garis lurus dan boleh patah.
- 4) Dihindari terjadinya perpotongan antara anak panah



Gambar 2.15
Contoh Diagram Network Planning
Sumber: Surya, Arif (2019: 245)

Dalam network planning, perlu digunakan simbol-simbol, adapun penjelasan dari beberapa simbol yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- Arrow, (anak panah), menyatakan sebuah kegiatan/aktivitas yang memerlukan durasi (jangka waktu tertentu).
- Node, merupakan lingkaran yang menyatakan sebuah kegiatan atau peristiwa (event) sebagai awal atau akhir atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan.
- Double Arrow, bentuknya merupakan arah panah sejajar, yang menunjukkan kegiatan lintasan kritis (critical path).
- Dummy, bentuknya merupakan arah panah terputusputus yang menyatakan kegiatan semu untuk membatasi mulainya kegiatan

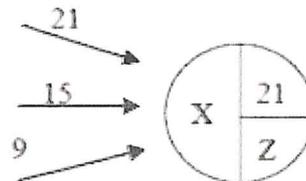


Gambar 2.16
Event (Lingkaran kejadian)
Sumber: Surya, Arif (2019: 225)

Bila suatu lingkaran kejadian dibagi menjadi 3 ruang yang mempunyai arti sebagai berikut :

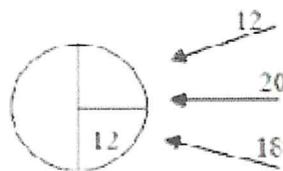
- Ruang X, Yang terletak disebelah kiri disediakan untuk nomor lingkaran kejadian (*Number of event*).
- Ruang Y, Yang terletak di sebelah kiri disediakan untuk menunjukkan “waktu” paling awal peristiwa itu dapat dikerjakan (*EET = Earliest Event Time*).

- Ruang Z. Yang terletak pada bagian kanan bawah disediakan untuk menunjukkan “waktu paling akhir peristiwa itu dapat dikerjakan” (LET = *Latest Event Time*).



Gambar 2.17
Contoh event dengan perhitungan EET
Sumber: Surya, Arif, (2019: 226)

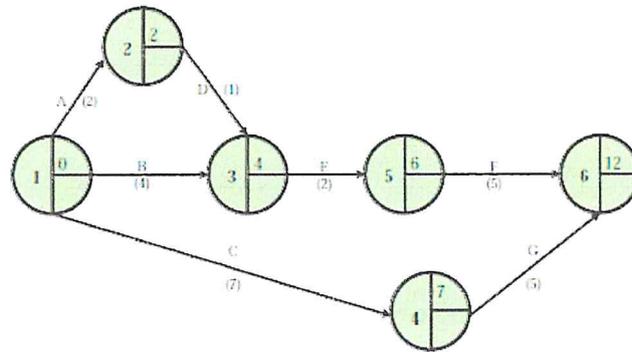
Untuk mempermudah Network Planning di dalam mencari jalur kritis. Perhitungan EET dilakukan melalui event awal bergerak ke event akhir dengan cara menjumlahkan, yaitu antara EET ditambah durasi. Dan bila pada suatu event bertemu dua atau lebih kegiatan, EET yang dipakai adalah waktu yang terbesar.



Gambar 2.18
Contoh event dengan perhitungan LET
Sumber: Surya, Arif (2019: 226)

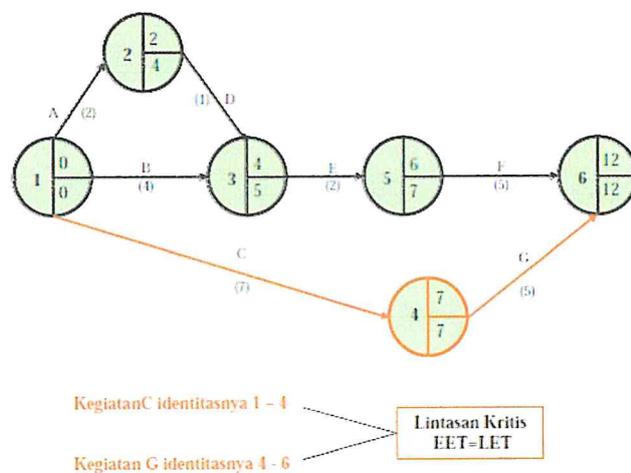
Menghitung LET dilakukan mulai dari event akhir bergerak mundur dengan jalan mengurangi, yaitu antara LET dikurangi durasi. Dan apabila pada suatu event Lintasan kritis merupakan jumlah waktu pelaksanaan di

dalam suatu event yang tidak boleh dilampaui dalam melaksanakan suatu rangkaian kegiatan. Lintasan kritis terjadi pada suatu event yang mempunyai: $EET = LET$



Gambar 2.19
Network Diagram EET (Saat paling cepat terjadi)
Sumber: Surya, Arif (2019: 226)

Membuat network mulai dari event yang pertama kearah kanan menuju event yang terakhir, dibuat dengan cara penjumlahan, dan apabila EET dari satu event tergantung oleh lebih dari satu kegiatan maka yang menentukan adalah hasil penjumlahan yang terbesar.



Gambar 2.20
Network Diagram LET (Saat paling lambat terjadi)
Sumber: Surya, Arif (2019: 227)

Menurut Eddy (2008: 366) salah satu hal penting dalam analisis waktu proyek adalah mengetahui kapan proyek dapat diselesaikan. Untuk menjawab hal itu, perlu diketahui lebih dulu waktu yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan, hubungannya dengan kegiatan lain, serta kapan kegiatan-kegiatan tersebut dimulai dan berakhir.

Istilah – istilah yang digunakan dalam *Critical Path Method* (CPM)

Menurut handoko (2000) :

1) Earliest Start Time (ES)

Waktu yang paling awal (tercepat) suatu kegiatan dapat dimulai dengan memperhatikan waktu kegiatan dan persyaratan urutan pengerjaan.

2) Latest Start Time (LS)

Waktu yang paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.

3) Earliest Finish Time (EF)

Waktu yang paling awal kegiatan dapat diselesaikan atau dengan $ES + \text{waktu kegiatan yang diharapkan}$.

4) Latest Finish Time (LF)

Waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan atau sama dengan $LS + \text{waktu kegiatan yang diharapkan}$.

Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*).

1) **Hitungan Maju**

Dimulai dari Start (*initial event*) menuju Finish (*terminal event*) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E)

2) **Hitungan Mundur**

Dimulai dari Finish menuju Start untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L).

3) **Penentuan Jalur Kritis**

Jalur kritis adalah sebuah Jalur aktivitas yang mempunyai nilai free float (FF) = total float (TF) = 0. Lintasan yang tidak kritis, mempunyai waktu yang bisa terlambat (float) , $FF > 0$.

4) **Penentuan Float/ *Slack Activity***

Float adalah tersedianya sejumlah waktu tertentu untuk dapat ditundanya atau diperpanjangnya waktu pelaksanaan suatu kegiatan. Atau batas toleransi keterlambatan suatu 28 kegiata yang dapat dimanfaatkan untuk optimasi waktu dan alokasi sumber daya.

Total Float adalah sejumlah waktu untuk penundaan atau waktu terlambat yang terdapat pada suatu kegiatan tanpa mempengaruhi terlambatnya proyek secara keseluruhan. Atau waktu tenggang maksimum dimana suatu kegiatan boleh terlambat tanpa menunda waktu penyelesaian proyek.

Rumus Total Float adalah :

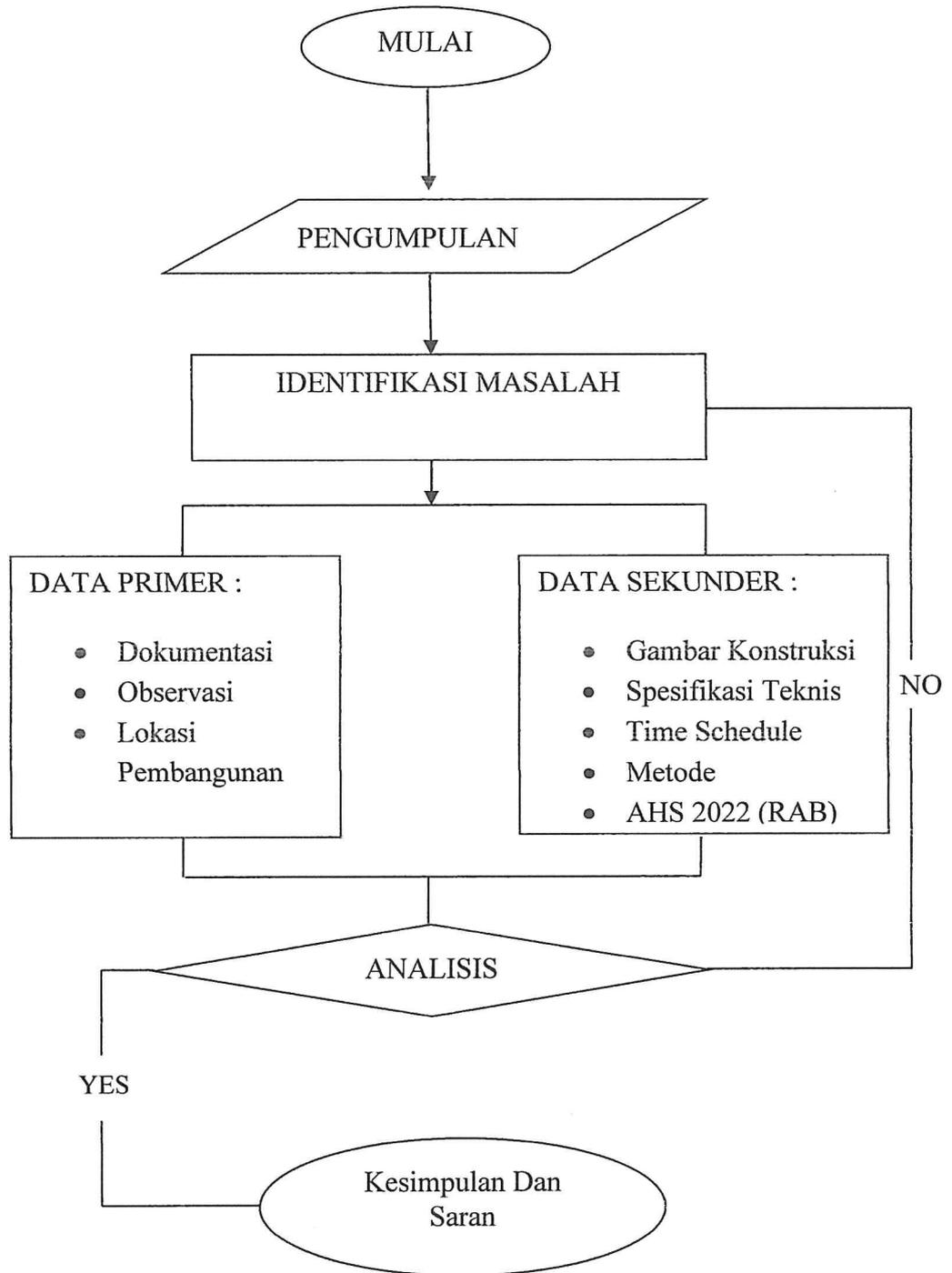
$$TF(ij) = LET(j) - EET(i) - D(ij) \dots\dots\dots (1)$$

Free Float adalah Sejumlah penundaan atau waktu untuk bisa terlambat atau diperlambatkan kegiatan tersebut tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya. Atau waktu tenggang maksimum dimana suatu kegiatan boleh terlambat tanpa menunda waktu penyelesaian suatu kegiatan.

Rumus Free float adalah :

$$FF(ij) = EET(j) - EET(i) - D(ij) \dots\dots\dots(2)$$

2.2 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.21
Kerangka Pemikiran

2.3 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, tidak ditemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian lain sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian yang dibutuhkan. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan.

Aldilla Fiyandi, Martinus Agus Sugiyanto dan Tira Roesdina. (2022) menyajikan penelitian mengenai *Analisis Manajemen Konstruksi Jembatan Cisumengka Jalan Bebas Hambatan Cileunyi Sumedang (Cisumdawu) Tahap III*. Lokasi tempat studi kasus adalah proyek pembangunan Jembatan Cisumengka Jalan Tol Cisumdawu, penelitian ini menggunakan metode Kualitatif, yaitu metode yang dilakukan dengan mengumpulkan data lapangan yang akan digunakan sebagai data dalam penelitian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini ialah plan perkiraan dana Rencanana Anggaran Biaya (RAB) dari pembangunan Jembatan tersebut dalam jangka waktu 71 Minggu.

Deni Setiaji, Saihul Anwar (2018) menyajikan penelitian mengenai *Analisis Manajemen Konstruksi Jembatan Kaligawe Kecamatan Susukan Lebak Kabupaten Cirebon*. Penelitian ini menggunakan metode Kuantitatif dengan factor persiapan survey dan identifikasi lapangan, mencari data primer dan data sekunder di instansi dan departemen terkait. Hasil dari penelitian ini adalah rencana anggaran biaya (RAB) untuk menyelesaikan Pembangunan Jembatan Kaligawe

Kecamatan Susukan Lebak Cirebon lebih kurang biaya Rp. 3.468.708.184.10 dan dari perhitungan berat kerja diperkirakan selesai pekerjaan konstruksi Jembatan Kaligawe memakan waktu selama 34 minggu.

Martinus Agus S, Mira Lestira Hariani, Yudhit Frheza (2022) menyajikan penelitian mengenai *Analisis Manajemen Konstruksi Jembatan di Jalan Lingkar Timur Kuningan*. Penelitian ini menggunakan metode Kualitatif, karena penelitian ini melakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan perencanaan dan analisis data berupa kata-kata, skema, dan gambar. Hasil dari penelitian ini adalah perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) total biaya sewa alat, dan total biaya bahan. Dengan perkiraan biaya untuk pekerjaan tersebut ialah Rp. 506.244.000 untuk pekerjaan persiapan sebesar Rp. 468.549.462 untuk pekerjaan pondasi Rp. 847.146.316 untuk pekerjaan struktur sebesar Rp. 3.750.438.713 untuk pekerjaan drainase sebesar Rp. 14.742.000 dan untuk perhitungan RAB diperoleh Rp. 5.806.326.421

Yafinus Hulu, Hospital Laia, Robinson Sidjabat, Rahelina Ginting (2023) menyajikan penelitian mengenai *Analisa Manajemen Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Jembatan Tano Ponggol Sumatera Utara*. Penelitian ini didapat perhitungan hasil perkalian koefisien dengan harga satuan untuk mendapatkan Jumlah harga dari biaya Tenaga kerja, Bahan/material, Alat dengan Overhead & profit 15%. Total hasil Perhitungan biaya anggaran pada pekerjaan struktur bawah Jembatan Tano Ponggol adalah Rp. 29.117.976.940,52. Berdasarkan hasil analisa waktu pelaksanaan pekerjaan di peroleh lama waktu pelaksanaan adalah (10 bulan) atau (300 Hari).

Yoseph Enrico, Sumarman (2019) menyajikan penelitian mengenai *Manajemen Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Jembatan Untuk Akses Ke Lokasi PT. Pertamina MB-04*. Penelitian ini dilakukan di Desa Sedari Kabupaten Karawang Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif pengumpulan data melalui survei langsung dan pengumpulan data dari media lain. Dari hasil perhitungan data yang diperoleh dari dinas terkait serta perhitungan volume pekerjaan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk kebutuhan tenaga kerja , upah , kebutuhan bahan , alat setiap item pekerjaannya berbeda-beda sesuai dengan volume pekerjaan dan koefisiennya. Berdasarkan perhitungan Rencana anggaran Biaya RAB untuk menyelesaikan pembangunan Jembatan II untuk Jalan Akses ke Lokasi MB 4 Kabupaten Karawang membutuhkan biaya sebesar Rp. 2,009,839,241.00. Dari Metode pengerjaan Kurva S dapat di tinjau proses perkembangan persentase proyek.