

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek Konstruksi

Proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu (Cleland dan King 1987),.

Menurut Kerzner (2009), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (bangunan atau konstruksi) dengan Batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi membutuhkan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu).

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan, mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur, meskipun tidak jarang juga melibatkan disiplin lain seperti Teknik industry, mesin, elektro, geoteknik, maupun lansekap. Adapun jenis-jenis proyek konstruksi adalah sebagai berikut.

1. Proyek bangunan perumahan atau bangunan pemukiman (*residential construction*), adalah suatu proyek pembangunan perumahan atau pemukiman berdasarkan pada tahapan pembangunan yang serempak dengan penyediaan prasarana penunjang.
2. Konstruksi bangunan gedung (*building construction*), adalah tipe proyek konstruksi yang paling banyak dikerjakan. Tipe konstruksi bangunan ini menitikberatkan pada pertimbangan konstruksi, teknologi praktis, dan pertimbangan pada peraturan.
3. Proyek konstruksi teknik sipil (*heavy engineering construction*), adalah proses penambahan infrastruktur pada suatu lingkungan terbangun (*built environment*). Biasanya pemilik proyek adalah pemerintah, baik pada tingkat nasional maupun daerah proyek ini elemen desain, finansial dan pertimbangan

hukum tetap menjadi pertimbangan penting, walaupun proyek ini lebih bersifat *non-profit* dan mengutamakan pelayanan masyarakat (*public services*).

Didalam proses mencapai tujuan tersebut ada tiga batasan yang harus dipenuhi yaitu biaya, waktu, dan mutu. Menurut Soeharto (1995) ketiga batasan tersebut disebut tiga kendala (*triple constraint*).

1. Biaya, proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran, baik biaya tiap pekerjaan ataupun total anggaran sampai akhir proyek,
2. Waktu, proyek harus dikerjakan sesuai dengan jadwal pelaksanaan proyek,
3. Mutu, produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan oleh pemilik proyek.

3.2 Metode Pelaksanaan Konstruksi

Pengertian dari metode pelaksanaan, metode adalah cara atau prosedur yang di tempuh untuk mencapai tujuan tertentu, pelaksanaan adalah suatu kegiatan atau usaha tertentu yang di kerjakan untuk mewujudkan program atau rencana dalam kenyataan, konstruksi adalah sutu kegiatan membangun sarana ataupun prasarana. Dari pengertian tersebut, Metode pelaksanaan konstruksi dapat diartikan sebagai suatu kegiatan pembangunan sarana maupun prasarana dengan cara tertentu demi mencapai suatu tujuan.

Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa yang saling berketerkaitan antara persyaratan dalam dokumen pelelangan, keadaan teknis dan ekonomis di lapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor, hal yang meliputi metode pelaksanaan konstruksi adalah, pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton, pekerjaan pasangan dan plesteran, pekerjaan lantai/ keramik, pekerjaan rangka dan penutup plafond, pekerjaan alluminium, kaca dan penggantung, pekerjaan pengecatan, pekerjaan sanitair, juga pekerjaan instalasi listrik.

3.3 Struktur Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

Apabila terdapat kegagalan pada kolom, maka akan menyebabkan runtuhnya bagian bangunan lain yang berhubungan dengannya atau bahkan dapat menyebabkan struktur bangunan runtuh total (Dipohusodo, 1999).

3.3.1 Dasar-Dasar Perhitungan Kolom

Menurut SNI-03-2847-2002 ada empat ketentuan terkait perhitungan kolom yaitu adalah:

1. Kolom direncanakan untuk memikul beban aksial yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban pada suatu bentang terdekat dari lantai ataupun atap. Kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial juga harus diperhitungkan.
2. Pada konstruksi struktur menerus, pengaruh dari adanya beban tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar atau dalam harus diperhitungkan. Demikian juga perhitungan dari beban eksentris karena sebab lain juga harus diperhitungkan.
3. Dalam perhitungan momen akiat beban grafitasi yang bekerja pada kolom, ujung-ujung terjauh kolom dapat dianggap jepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu dengan komponen struktur lainnya.
4. Momen yang bekerja pada setiap lantai atau atap harus didistribusikan pada kolom di atas dan di bawah lantai tersebut berdasarkan kekakuan relative kolom dengan memperhatikan kondisi kekekangan pada ujung kolom.

3.4 Pelaksanaan Pekerjaan Kolom

Dalam konstruksi dikenal memiliki dua metode pekerjaan beton yang sering dipakai yaitu metode konvensional dan metode pracetak (*precast*). Beton konvensional merupakan beton dengan atau tanpa tulangan yang dicetak langsung di proyek, dimana dalam pengerjaannya memerlukan tenaga kerja yang cukup besar dan membutuhkan waktu yang lebih lama dibanding beton pracetak, pekerjaan beton konvensional dapat dikerjakan dengan menunggu pekerjaan lain harus selesai terlebih dahulu. Sedangkan beton pracetak (*precast*) adalah beton dengan atau tanpa tulangan yang dicetak terlebih dahulu pada lokasi proyek atau ditempat lain yang kemudian dipasangkan pada strukturnya.

3.4.1 Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Beton Konvensional

Pekerjaan kolom yang dimaksud adalah pembuatan atau pencetakan kolom-kolom yang nantinya akan digunakan sebagai struktur utama pada Proyek. Pekerjaan kolom meliputi:

1. Persiapan

Besi tulangan yang diangkat tersebut dipilih dan dikelompokkan lagi menurut kebutuhan pekerjaan, pengelompokan tersebut terdiri dari kelompok tulangan yang akan dipotong terlebih dahulu dan kelompok tulangan yang akan dibelokan. Kemudian tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai kebutuhan. kemudian tulangan tersebut dipasang dan dirakit sesuai dengan gambar rencana pelaksanaan.

2. Penulangan kolom

Tata cara dan urutan pekerjaan penulangan kolom sebagai berikut.

- 1) Baja tulangan yang telah disusun berdasarkan dimensi tulangan yang direncanakan dibawa ke lokasi pekerjaan penulangan.
- 2) Tulangan tersebut kemudian dirakit dan diikat menggunakan bendrat sesuai dengan kebutuhan daerah tumpuan dan daerah lapangan dan sengkang.
- 3) Perakitan tulangan dimulai dengan perakitan tulangan pokok diteruskan dengan perakitan tulangan geser terhadap tulangan pokok. Tiap-tiap tulangan

tersebut diikat satu sama lain dengan menggunakan bendrat agar posisinya tidak berubah.



Gambar 3.1 Penulangan Kolom
(Sumber: Pembangunan Rusun Gowok, 2018)

3. Pemasangan bekisting kolom

Cara pemasangan bekisting untuk kolom sebagai berikut.

- 1) Menentukan ukuran kolom sesuai dengan perancangan.
- 2) Pembuatan bekisting berdasarkan perencanaan dan volume pekerjaan dan ditopang dengan sekur yang dikontrol dengan unting-unting. Namun terlebih dahulu kolom ditegakkan dengan *support*.
- 3) Untuk memperoleh permukaan yang halus biasanya pada permukaan bekisting diolesi dengan solar atau oli
- 4) Pastikan bekisting terpasang dengan baik dan tidak ada celah kebocoran pada saat pengecoran.



Gambar 3.2 Bekisting Kolom yang Telah Terpasang
(Sumber: Pembangunan Rusun Gowok,2018)

4. Pengecoran kolom

Pelaksanaan pengecoran pada kolom, Beton tersebut dituang langsung ke dalam bekisting kolom, setelah beton yang digunakan dalam pengecoran sesuai dengan mutu yang disyaratkan



Gambar 3.3 Pengecoran Kolom
(Sumber: Pembangunan Rusun Gowok,2018)

5. Perawatan hasil pengecoran kolom

beton kolom yang tidak dirawat sampai benar-benar *setting* akan menyebabkan beton tersebut mengalami kerusakan, terutama kembang susut akibat cuaca. Perawatan beton yang sederhana misalkan dengan menyiram air ke badan kolom. Yang lebih praktis lagi adalah dengan membungkus kolom beton dengan karung yang dibasahi dengan air dan atau dengan plastik.

3.4.2 Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Beton Pracetak (*Precast*)

Menurut Ervianto (2006), Proses pelaksanaan beton pracetak memerlukan persiapan dari berbagai pihak agar pembangunan dapat berjalan dengan lancar sehingga tidak terjadi keterlambatan proyek dan berpengaruh pada bertambahnya biaya yang harus dikeluarkan. Tahapan dalam pelaksanaan yaitu sebagai berikut.

1. Produksi

Tahap produksi dilakukan pada pihak produsen atau pabrikator pracetak, sehingga dengan menyerahkan pekerjaan tersebut kepada pabrikator factor maka hambatan teknis dapat dikurangi selama tidak adanya perubahan dimensi dan spesifikasi yang sudah di pesan. Hal penting dalam factor produksi yaitu penentuan prioritas, komponen mana yang lebih dulu diproduksi harus sesuai rencana kerja, lalu diperlukan koordinasi terhadap semua pihak agar pelaksanaan dilapangan dapat berjalan dengan baik.

2. Transportasi

Tahap transportasi merupakan tanggung jawab pihak produsen, sehingga alat transportasi di seuaikan dengan berat dan dimensi elemen pracetak. Jarak serta akses jalan yang akan dilalui harus diperhitngkan, jarak yang masih layak antara lokasi pabrik dengan lokasi proyek adalah ± 200 km.

3. Erection

Tahap *erection* merupakan penyatuan komponen bangunan yang berupa beton pracetak yang telah di produksi dan layak untuk disatukan menjadi bagian bangunan. Pada tahap ini harus diperhitungkan berapa kapasitas crane dan jumlah tenaga kerja yang akan diperlukan.

Adapun tahanan prosedur pemasangan komponen kolom pracetak (*precast*) yaitu sebagai berikut.

Pada bagian bawah komponen kolom dibuat lubang yang berfungsi sebagai tempat stek dari poer pile cap dan kolom bawah. Lubang tersebut dibelokkan kesisi kolom tempat grouting menyalurkan bahan grouting. Pada bagian atas komponen kolom terdapat stek kolom untuk menyambung kolom, titik kumpul dan kolom bawah ke bagian kolom atas.

3.5 Perbedaan Beton Konvensional Dan Beton Pracetak (*Precast*)

Menurut Ervianto (2006), Beton konvensional adalah suatu komponen struktur yang paling utama dalam sebuah bangunan. Struktur kolom dirancang untuk bisa menahan beban aksial tekan. Beton konvensional dalam pembuatannya direncanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembetonan dilakukan secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat. Pembetonan konvensional memerlukan biaya bekisting, biaya upah kerja yang cukup banyak.

Sedangkan beton pracetak adalah komponen atau elemen struktur yang tidak dicetak ditempat dimana elemen tersebut dipasang, melainkan dicetak ditempat lain dimana proses pengecoran dan perawatan dilakukan dengan baik sesuai metode yang ada. Setelah elemen itu jadi, lalu dibawa ke lokasi untuk disusun menjadi suatu struktur yang utuh sesuai fungsinya. Pada dasarnya beton pracetak itu tidak dibuat pada tempat pelaksanaan proyek, melainkan pabrik pracetak.

Tabel 3.1 Perbedaan Sistem Pelaksanaan Antara Sistem Konvensional Dengan Sistem Pracetak.

Uraian		Konvensional	Pracetak
1	Perencanaan	Lebih sederhana	Scope perencanaan lebih luas
2	Bentuk dan ukuran gedung	Lebih bervariasi	Typical/repetitif
3	Pelaksanaan		

Lanjutan Tabel 3.1 Perbedaan Sistem Pelaksanaan Antara Sistem Konvensional dengan Sistem Pracetak

Uraian		Konvensional	Pracetak
3.1	Waktu	Lebih lama	Lebih singkat
3.2	Biaya	Relatif lebih mahal jika dalam volume yang besar	Lebih murah jika sesuai kondisinya
3.3	Teknologi	Konvensional	Perlu keahlian khusus
3.4	Tenaga kerja di lapangan	Banyak	Lebih sedikit sebagian di pabrik
3.5	Koordinasi	Kompleks	Sederhana
3.6	Pengawasan/pengendalian	Kompleks	Sederhana
3.7	Sarana Kerja	Kompleks	Sederhana
3.8	Kondisi lapangan	Harus cukup luas	Site yang sempit bisa
3.9	Pengaruh cuaca	Relatif besar	Relatif kecil
3.10	Finishing	Menunggu lebih lama dan perlu banyak perbaikan	Relatif lebih sedikit perbaikan
4	Hasil Kerja		
4.1	Dimensi	Kurang presisi	Lebih presisi
4.2	Mutu	Kurang terjamin	Lebih terjamin, QC dilakukan di pabrik
4.3	Finishing	Perlu banyak penyempurnaan, resiko biaya tak terduga tinggi	Penyempurnaan relatif lebih sedikit, resiko biaya tak terduga rendah

(Sumber: Joko Widodo Soetjipto 2004)

3.6 Biaya Proyek

3.6.1 Perkiraan Biaya Proyek

Perkiraan biaya proyek memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Segala sesuatu mengenai penyelenggaraan kegiatan proyek mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian akan dihitung dalam nilai uang. Maka pengalaman dan ketelitian sangat penting dalam perhitungan penyusunan perkiraan biaya pada proyek (Soeharto, 1995).

3.6.2 Modal Tetap

Menurut Soeharto (1995) modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan, mulai dari pengeluaran studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan, pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh. Selanjutnya modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

1. Biaya langsung (*Direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang terjadi pada suatu segmen dan terjadinya karena adanya segmen tersebut. Biaya ini merupakan biaya yang dapat ditelusuri dengan jelas dan nyata ke bagian segmen tertentu yang akan dianalisa, Biaya langsung terdiri dari.

- a. Penyiapan lahan (*Site Preparation*) pekerjaan ini terdiri dari *clearing*, *grubbing*, menimbun dan memotong tanah, memadatkan tanah, membuatkan pagar, jalan, dan jembatan,
- b. alat-alat listrik dan instrument terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi dan instrument,
- c. pembangunan gedung, pusat pengendalian operasi (*control room*), gudang, dan bangunan sipil lainnya, dan
- d. fasilitas pendukung seperti utility dan *off site*. e. Pembebasan tanah.

2. Biaya tidak langsung (*Indirect cost*)

Biaya tidak Langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berkaitan dengan segmen, Biaya tidak langsung meliputi.

- a. Gaji dan pengeluaran lain bagi bagi tenaga administrasi, tim penyelia, dan manajemen proyek,
- b. Biaya pengadaan fasilitas sementara untuk pekerja, seperti perumahan,
- c. Menyewa atau membeli alat alat berat untuk konstruksi,
- d. Ongkos menyewa kantor, termasuk keperluan utility seperti listrik dan air,
- e. Bunga dari dana yang diperlukan proyek,
- f. Kontigensi laba atau *fee*. Dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti, dan
- g. Pajak, pungutan/sumbangan, biaya izin, dan asuransi.

3.6.3 Unsur-Unsur Biaya

Suatu perkiraan biaya akan lengkap bila mengandung unsur-unsur biaya.

Menurut Soeharto (1995) unsur-unsur biaya ialah.

1. Biaya pembelian material dan peralatan,
2. Biaya penyewaan atau pembelian peralatan konstruksi,
3. Upah tenaga kerja,
4. Biaya subkontrak,
5. Biaya transportasi,
6. *Overhead* dan administrasi, dan
7. *Fee*/laba dan kontigensi.

3.6.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah rencana aktivitas aktivitas dalam suatu proyek yang dinyatakan dalam satuan uang, secara garis esar RAB memiliki komponen penting yaitu.

1. Biaya pokok yang berhubungan dengan material, upah kerja dan peralatan, dan
2. Biaya operasional termasuk biaya perizinan, fasilitas atau sarana.

Rincian yang harus ada dalam pembuatan RAB,

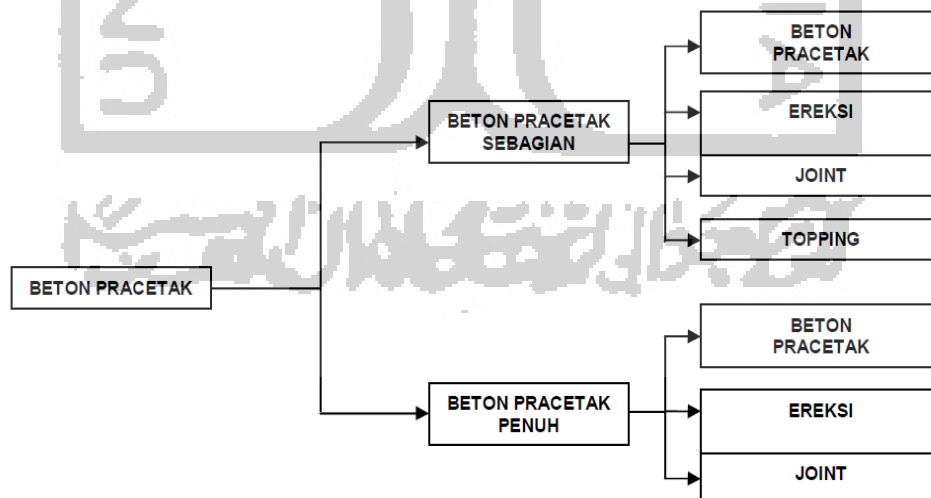
- 1) Uraian pekerjaan berdasarkan jenis pekerjaan
- 2) Volume pekerjaan
- 3) Harga satuan unit dari setiap pekerjaan
- 4) Total upah dari pekerja

- 5) Total upah dari material dan bahan
- 6) Total dari semua biaya, baik dari pengerjaan setiap pekerjaan, upah pekerja, sarana prasarana dan sebagainya.

Langkah - langkah dalam pembuatan RAB yaitu,

- 1) Persiapan dan pengecekan gambar kerja
Penggunaan gambar kerja pada RAB diperlukan untuk menentukan berbagai jenis pekerjaan, spesifikasi dan ukuran material bangunan,
- 2) Menghitung Volume
Menghitung banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan, misalkan per m², m³, atau per unit kemudian volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan, dan
- 3) Membuat dan menentukan Harga Satuan Pekerjaan (HSP)
Untuk menghitung Harga Satuan Pekerjaan yang perlu dipersiapkan ialah:
 - a. Indeks (koefisien) analisa pekerjaan,
 - b. Harga material/bahan sesuai satuan, dan
 - c. Harga upah tenaga kerja per hari, termasuk mandor, kepala tukang, tukang dan pekerja.

Berikut bagan analisis biaya beton pracetak



Gambar 3.4 Bagan Analisis Biaya Beton Pracetak

(Sumber: SNI 7832-2012 Aplikasi Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak Untuk Bangunan Gedung)

1. Sistem struktur komponen pracetak sebagian, dimana kekakuan sistem tidak terlalu dipengaruhi oleh pemutusan kompenisasi, misalnya pracetak pelat dan dinding dimana pemutusan dilakukan tidak pada balok dan kolom, bukan pada titik kumpul.
2. Sistem pracetak penuh, dalam sistem ini kolom dan balok serta pelat dipracetak dan disambung, sehingga membentuk suatu bangunan yang monolit. Pada dasarnya penerapan sisten pracetak penuh akan lebih mengoptimalkan manfaat dari aspek fabrikasi pracetak dengan catatan bahwa segala aspek kekuatan (*strength*), kekakuan, layanan, dan ekonomi dimasukkan dalam proses perencanaan.

3.6.5 Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Beton Pracetak

Dalam hal ini penulis menggunakan beton pracetak dengan cetak di pabrik, sehingga menggunakan analisa kombinasi harga satuan pekerjaan beton pracetak sebagai berikut ini.

1. Harga barang yang terdiri dari komponen kolom beton pracetak.
2. Harga pengiriman komponen kolom beton pracetak.
3. Erection/pemasangan dan langsir komponen kolom merupakan gabungan dari analisa.
 - 1) Biaya sewa alat seperti crane dan genset.
 - 2) Upah mandor erection, tukang erection, rigger precast, operator crane, pekerja/helper.
 - 3) Biaya bahan seperti solar, dan air bersih.
4. Joint/sambungan kolom merupakan gabungan dari analisa.
 - 1) Biaya bahan seperti, semen grout dan air.
 - 2) Upah tukang batu, kepala tukang, dan mandor.
5. Biaya alat
 - 1) Sewa *crane* untuk mengangkat komponen pracetak.
 - 2) Sewa truk untuk mengantar komponen pracetak.

3.6.6 Koefisien Bahan, Alat dan Tenaga Kerja

Menurut Asiyanto (2003). Faktor yang menentukan Biaya konstruksi antara lain material, sumber daya manusia dan alat. Pekerjaan konstruksi ditentukan dalam kuantitas pekerjaan dengan satuan meter, meter persegi (m^2) ataupun meter kubik (m^3).

Tabel 3.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Koefisien	Variabel	Harga Satuan	Total Harga
X	Material	@Rp.	Rp.
Y	Tenaga Kerja	@Rp.	Rp.
Z	Alat	@Rp.	Rp.

(sumber: Asiyanto, 2003)

Menganalisa pekerjaan untuk perhitungan kebutuhan bahan, upah, dan alat untuk melaksanakan pekerjaan, analisa pekerjaan ini mengaju dan merujuk ke SNI seperti dibawah ini.

$$\text{Koefisien} \times \text{Harga Bahan/Upah} = \text{Jumlah}$$

3.6.7 Total Biaya Proyek

Total biaya proyek adalah jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya makin lama proyek berjalan maka makin tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1995).

3.7 Perencanaan Waktu

Perencanaan waktu dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu (Callahan, 1992).