

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Definisi dan Terminologi

Definisi dan terminologi dari penyusunan tugas akhir ini meliputi metode konvensional dan metode precast (*RB-Cont. system precast*)

2.2. Metode Konvensional

Metode konstruksi konvensional didefinisikan sebagai komponen bangunan yang pra-fabrikasi di tempat elemen struktur yang akan dibuat, dengan menggunakan kayu dan juga triplek sebagai bekisting. Sebagian besar metode konstruksi konvensional menggunakan bekisting kayu, dan juga dibangun dengan konsep beton bertulang.

Menurut Khakim dkk.(2011) Sistem konvensional adalah sistem konstruksi dari suatu bangunan yang pengecorannya dilakukan di tempat dimana elemen elemen struktur tersebut harus berada.

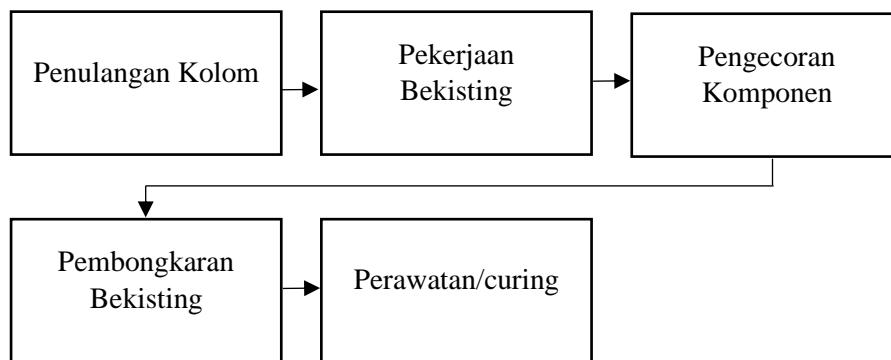
A. Kelebihan metode konvensional :

1. Biaya pelaksanaan relatif lebih murah.
2. Penggunaan alat berat yang relative sedikit.

B. Kekurangan metode konvensional :

1. Membutuhkan pekerja yang banyak.
2. Waktu pelaksanaan relatif lama.
3. Membutuhkan material yang banyak.
4. Mutu/kualitas tidak se bagus pracetak.

Pelaksanaan struktur terhadap metode konvensional mempunyai urutan ataupun tahanan pengerjaan sesuai dengan Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan Konvensional

2.3. Metode Precast (RB-Cont System)

Evrianto (2006), System precast dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur bangunan pada suatu lokasi/tempat yang berbeda dari lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan atau elemen bangunan yang menggunakan beton (bertulang/tidak bertulang) yang akan diproduksi/dicetak dipabrik atau ditempat lain. Ada beberapa macam system precast di Indonesia, salah satunya adalah RB-Cont System Precast.

Metode pracetak *RB-Control system precast* adalah salah satu metode yang menggunakan sistem *precast*. Pada metode *precast* terdapat banyak perbedaan metode dan juga pembuat/pemilik hak paten metode tersebut. Terdapat banyak perkembangan system join balok-kolom dan dinding geser di Indonesia, salah satunya adalah RB-Con system yang di produsen (dicipta) oleh PT. Prima Jaya Persada.

Secara umum keunggulan dan kelemahan beton pracetak adalah:

A. Keunggulan Metode Beton Pracetak :

1. Mutu dan kualitas beton yang lebih bagus. Beton pracetak mempunyai mutu yang lebih baik, karena proses produksinya dilaksanakan dengan pengawasan yang lebih cermat dan tenaga ahli yang teliti.
2. Volume produksi yang banyak.
3. Tidak memerlukan banyak pekerja.
4. Proses installasi dan erection yang mudah.

5. Meminimalisirkan polusi lingkungan akibat sampah dari bekisting.

B. Kelemahan Metode Beton Pracetak :

1. Transportasi/mobilitas

Proses mobilisasi beton precast menyesuaikan kondisi area yang cukup luas, karena disana akan dilakukan pekerjaan pemindahan dan penempatan tumpukan beton pracetak.

2. Tahap *Erection* dan Pengangkatan

Proses *erection* atau penyatuan komponen bangunan yang berupa beton pracetak untuk menjadi bagian dari bangunan tersebut membutuhkan alat bantu seperti *crane*.

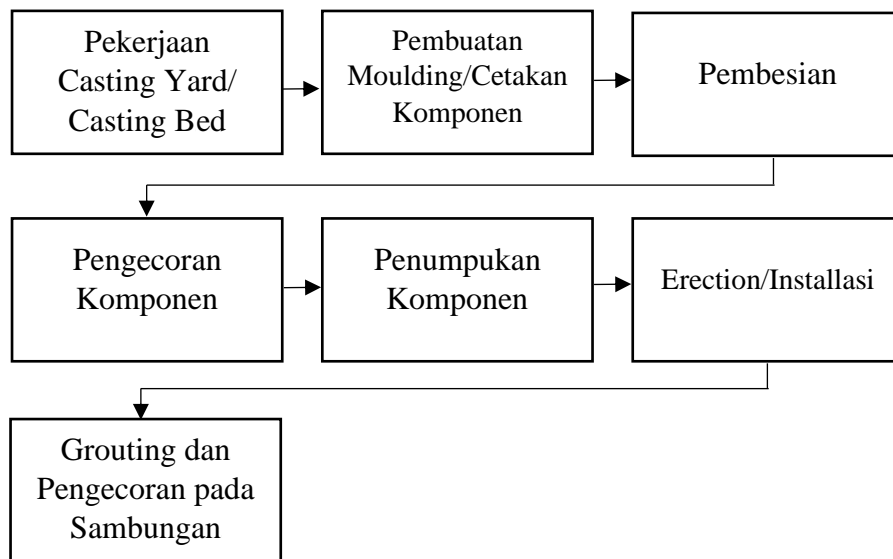
3. Pemilihan Alat Berat.

Karena pada proses pengangkatan dan *erection* membutuhkan alat berat, maka pemilihan alat berat sangat berpengaruh pada proses tersebut, karena dimensi dan berat beton yang akan di install berpengaruh terhadap kekuatan alat berat yang akan dipilih.

4. Tahap Penyambungan (*Joint*).

Diperlukan perencanaan yang detail pada bagian sambungan atau *joint* antar struktur.

Pelaksanaan struktur terhadap metode Precast RB-Cont mempunyai urutan ataupun tahapan pengerjaan sesuai dengan Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Alir Metode Pelaksanaan RB-Cont Precast System

2.4 Alat yang dipakai

Alat termasuk peranan terpenting pada kegiatan proyek dengan skala besar. Alat berat merupakan media untuk mempercepat waktu pengerjaan dan mempermudah pekerjaan suatu konstruksi yang mustahil jika hanya mengandalkan tenaga manusia saja.

Alat yang umum digunakan untuk pekerjaan struktur atas adalah:

1. Crane, untuk pemindahan material atau alat secara vertikal
2. Concrete pump truck, untuk pengecoran dengan jangkauan yang tinggi.
3. Truck ready mix, untuk pengecoran atau pengangkut adukan beton.
4. Concrete Bucket, untuk menampung material atau sebagai wadah untuk adukan beton.
5. Concrete vibrator, alat pematat cor beton.

2.4.1. Tower Crane

Tower crane adalah salah satu alat berat yang sangat penting terutama dalam pengerjaan proyek gedung tinggi. Alat berat ini memiliki fungsi untuk memindahkan material dalam arah horizontal maupun vertikal. Dalam pemilihan tower crane, perlu diperhatikan beberapa hal, antara lain:

- A. Ketinggian tower crane (d disesuaikan dengan tinggi bangunan yang akandilayani).
- B. Lengan Kerja (d disesuaikan dengan kebutuhan bangunan yang akandilayani dalam arah horizontal)
- C. Kapasitas Crane (d disesuaikan dengan beban material yang akan di angkat).



Gambar 2.3 *Tower Crane*

2.4.2. Concrete Pump Truck

Concrete Pump Truck atau truck pemompa campuran beton adalah sebuah peralatan berat yang digunakan dalam proyek bangunan, untuk contoh gambar *concrete pump truck* dapat dilihat pada Gambar 2.4. Alat ini berupa sebuah truk yang dilengkapi dengan pompa dan lengan yang berfungsi untuk memompa campuran beton ke tempat yang sulit dijangkau. Biasanya truk ini dipakai buat pengecoran lantai pada ketinggian tertentu begitu juga pemilihan jenisnya.



Gambar 2.4 *Concrete Pump Truck*

Jika lantai yang akan dicor tingginya lebih tinggi daripada lengan concrete pump truck, kita dapat menambahkan pipa yang disambung secara vertical agar dapat mencapai ketinggian yang dibutuhkan. Pipa tambahan dan lengan truck ini dapat dipasang dengan berbagai kombinasi seperti kombinasi vertical, horizontal, dan kombinasi miring. *Concrete pump truck* sangatlah berguna dalam hal memindahkan campuran beton ke berbagai tempat, khususnya tempat yang sulit untuk dijangkau. Resiko banyaknya beton yang akan terbuang dalam proses perpindahannya bisa dikatakan kecil.

2.4.3. Ready Mixer Truck

Ready mixer mixer adalah salah satu truk pengaduk beton. Mesin ini dapat berupa mesin stansi, semi mobile maupun full mobile yaitu mixer truck itu sendiri. Foto *Ready mixer truck* dapat dilihat pada Gambar 2.5

Truck mixer memiliki beragam jenis dan fungsi yang sama, yaitu mengangkut beton dari pabrik semen ke lokasi konstruksi sambil menjaga konsistensi beton agar tetap cair dan tidak mengeras dalam perjalanan. Truk jenis ini adalah alat transportasi khusus untuk beton cor siap pakai yang dirancang untuk mengangkut campuran beton curah siap pakai dari pabrik olahan beton (*Batching Plant*) ke lokasi pengecoran atau lokasi proyek. Cara kerja *truck mixer* yaitu didalam truk ini diisi dengan bahan material kering dan air yang proses pengadukan atau pencampuran bahan material tersebut terjadi selama waktu transportasi ke lokasi pengecoran dan untuk mempertahankan stabilitas kekentalan beton cor yang berada di dalam *truck mixer* ini melalui proses agitasi atau memutar drum yang berada di *truck mixer*.



Gambar 2.5 Ready Mier Truck

2.4.4. Concrete Bucket dan Pipa Tremie

Concrete Bucket adalah tempat pengangkutan beton dari *truck mixer concrete* sampai ke tempat pengecoran. Setelah dilakukan pengetesan slump dantelah memenuhi persyaratan yang ditetapkan, maka beton dari *truck mixer concrete* dituangkan kedalam *concrete bucket* kemudian pengangkutan dilakukan dengan bantuan *crane*. Dalam pengerjaannya dibutuhkan satu orang sebagai operator *concrete bucket* yang bertugas untuk membuka atau mengunci agaric or-an beton tidak tumpah saat dibawa ke area pengecoran dengan *Crane*.

Pipa *tremie* adalah pipa yang digunakan untuk mengatur tinggi jatuh beton pada saat pengecoran. Pipa tremie biasa dipasang pada ujung bawah *concrete bucket* sehingga beton yang keluar dari *concrete bucket* tidak langsung jatuh dan menumbuk di lokasi pengecoran atau komponen yang akan dicor.

2.4.5. Concrete Vibrator

Concrete vibrator adalah alat yang berfungsi untuk menggetarkan beton pada saat pengecoran agar beton dapat mengisi seluruh ruangan atau komponen yang akan dicor, sehingga tidak terdapat rongga – rongga udara diantara beton yang dapat membuat beton keropos.

2.4.6. Scaffolding

Schafolding merupakan alat bantu untuk menyangga pada waktu pemasangan yang terbuat dari pipa rangka baja. *Schafolding* mempunyai bentuk yang menguntungkan dan system jack yang dapat mengatur ketinggiannya. Komponen-komponen terdiri dari rangka pipa dengan berbagai bentuk dan ukurannya antara:

<i>Walk thru frame</i>	<i>Cross brace</i>	<i>Joint pin</i>
<i>Ladder frame</i>	<i>U-head jack</i>	dll
<i>Cantilever frame</i>	<i>Base jack</i>	

Schafolding memiliki beberapa kelebihan disbanding penyangga tradisional yang menggunakan kayu dolken. *Schafolding* dapat digunakan berulang kali, dapat digunakan diluar atau didalam ruangan, lebih ekonomis karena mengurangi upah tukang kayu, memiliki bentuk yang relatif rapi.

2.5. Produktivitas Tenaga Kerja dan Alat Berat

Di bidang konstruksi pengertian produktivitas bahwa produktivitas tenaga kerja merupakan perbandingan antara volume pekerjaan yang dihasilkan dengan waktu yang digunakan. Pada proyek, produktivitas mutlak dipenuhi karena biayadan waktu.

a. Produktivitas tenaga kerja

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas tenaga kerja adalah dengan menggunakan cara SNI, yaitu membagi satuan dengan koefisien yang adadi SNI ($\text{Satuan} / \text{OH} = \text{Satuan} / \text{OH}$).

b. Produktivitas (kapasitas operasi) peralatan.

Dalam merencanakan proyek yang dikerjakan dengan alat – alat berat, sesuatu hal yang sangat penting adalah menghitung kapasitas operasi alat tersebut. Hal ini karena kapasitas operasi merupakan komponen utama dalam perhitungan waktu

pelaksanaan disamping beban kerja alat (volume pekerjaan). Ada 2 jenis peralatan yang digunakan:

1. Peralatan bertenaga non mesin
2. Peralatan bertenaga mesin

Untuk menengukan durasi suatu pekerjaan, maka hal – hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas alat bergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat, dasar untuk mencari produktivitas alat adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{Cycle Time (CM)}}$$

(Sumber: Sejachdirin, 1998)

Dan Produksi per-jam (Rochmandi, 1984)

$$Qt = q \times \frac{60}{CM} \times ek$$

Dimana:

- Qt = Produksi per-jam
 q = Produksi dalam satu siklus
 CM = Waktu Siklus (*Cycle Time*)
 Ek = Efisiensi Kerja

Untuk memperoleh Cycle Time (CM) adalah dengan cara berikut:

$$CM = TL + TH + TD + TR + TW$$

Dimana:

- CM = Siklus Waktu (detik menit)
 TL = Waktu Pemutaran (detik atau menit)
 TH = Waktu Pengangkutan (detik atau menit)
 TD = Waktu menumpukkan (detik atau menit)
 TR = Waktu Kembali (detik atau menit)

TW = Waktu menunggu (detik atau menit)

A. Kapasitas Cor (Concrete Cor)

Langkah – langkah dalam menentukan delivery capacity adalah:

- a. Menentukan *Horizontal Equivalent Length*, yaitu perkalian panjang pipa dengan factor *horizontal conversion*. Angka untuk *horizontal conversion* dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2. 1. *Horizontal conversiason Table of Boom Pipe*

Boom Position	Horizontal equivalent leght (m)			Symbol
	Slump 5 - 10 cm	Slump 11 - 17 cm	Slump 18 - 23 cm	
Horizontal	94	94	94	LBH
45°	109	115	118	LB45
Vertical	109	116	121	LBV

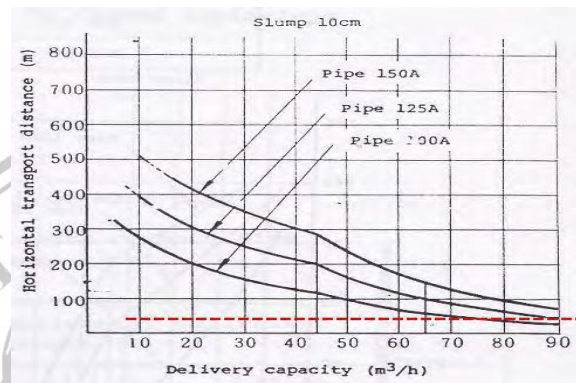
Sumber: Instruction Manual For Concrete Pump Model IPF90B-5N21

Tabel 2. 2. *Horizontal Conversio Table of Boom Pipe*

Item	Unit	Nominal Dimension	Horizontal equivalent leght			Symbol
			Slump 5 - 10 cm	Slump 11 - 17 cm	Slump 18 - 23 cm	
Upward Pipe	Perx 1 m	100 A	2	2,5	3	β_v
		125 A	3	3,5	4	
		150 A	3,5	4,5	5,5	
Taper Pipe	Per 25 A	175 A - 150 A				β_r
		150 A - 125 A		3		
		125 A - 100 A				
Bent Pipe	Per 90°			4	β_R	
Flexibel Hoxe	Per 1 m			2	β_F	

Sumber: Instruction Manual For Concrete Pump Model IPF90B-5N21

- b. Dengan melihat grafik hubungan *delivery capacity* dengan *horizontal transport distance* sesuai dengan nilai slump dan diameter pipanya maka besarnya *delivery capacity* dapat ditentukan. Untuk gambar grafik *delivery capacity* dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Delivery Capacity

Sumber: Instruction Manual For Concrete Pump Model IPF90B-5N21

- c. Mengalikan produktivitas per jam (*delivery capacity*) dengan faktorefisiensi kerja yang tergantung pada kondisi operasi dan pemeliharaan mesin.

B. Kapasitas Cor (Concrete Cor)

Ada tiga faktor yang harus dilihat dalam menghitung produksi peralatan per-satuan waktu, yaitu:

1. Kapasitas produksi.

Kapasitas produksi adalah kemampuan peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu siklus lintasan operasi, dinyatakan dalam satuan volume tergantung dari jenis pekerjaan, cara penanganan material dan peralatan yang dipakai akan dirumuskan sebagai berikut.

Produksi per-satuan waktu (Rochmanhadi, 1984)

$$Q = q \times N \times \text{Efisiensi kerja}$$

Dimana:

- Q = Produksi persatuan waktu
 q = Kapasitas produksi peralatan persatuan waktu
 N = T/W.S (jumlah trip per satuan waktu)
 T = Satuan waktu (jam, menit, detik)
 Ek = Efisiensi kerja

2. Volume pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah kapasitas pekerjaan yang harus diselesaikan dalam setiap pekerjaan.

3. Waktu siklus

Jumlah waktu dalam satu siklus yang dipakai pada operasi individual atau kombinasi dengan peralatan lain tiap satu siklus yang bergantung pada:

- Lintasan operasi
- Kecepatan pada berbagai Gerakan
- Tinggi pengangkatan
- Kehilangan waktu untuk percepatan dan perlambatan
- Waktu menunggu
- Waktu yang dihabiskan untuk pindah posisi ke posisi berikutnya

4. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja dinyatakan dalam suatu besaran faktor koreksi (F_k) yang merupakan suatu faktor yang diperhitungkan pengaruh unsur yang berkaitan dengan mesin, manusia dan keadaan cuaca dan juga faktor waktu kerja efektif terhadap pengoperasian peralatan yang dapat dilihat pada Tabel 2.3, 2.4, 2.4, 2.5, dan 2.6.

Tabel 2. 3. *Tabel factor kerja dan manajemen/tata laksana*

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Tata Laksana			
	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
Baik Sekali	0.84	0.81	0.76	0.7
Baik	0.75	0.75	0.71	0.65
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.6
Jelek	0.68	0.61	0.57	0.52

Sumber: Rochmanhadi, 1984

Tabel 2. 4. *Tabel faktor efektif*

Kondisi	Waktu Kerja Efektif	Efisiensi Kerja
Baik Sekali	55 menit/jam	0.92
Baik	50 menit/jam	0.83
Sedang	45 menit/jam	0.75
Jelek	40 menit/jam	0.67

Sumber: Rochmanhadi, 1984

Tabel 2. 5. *Tabel faktor keadaan cuaca*

Keadaan cuaca	Efisiensi Kerja
Cerah	1
Cuaca debu/mendung/gerimis	0,8

Sumber: Rochmanhadi, 1984

Tabel 2. 6. *Tabel factor keterampilan operator dan crew*

Keterampilan Operator dan Crew	Efisiensi Kerja
Sempurna	1
Rata - rata baik	0.75
Kurang	0,6

Sumber: Rochmanhadi, 1984

2.6. Volume Pekerjaan

Volume suatu pekerjaan ialah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan (Ibrahim, 2012).

2.7. Analisa Biaya

Volume Analisa biaya dilakukan untuk memperoleh perkiraan biaya pelaksanaan suatu pekerjaan dengan berdasarkan sumber daya yang ada dan metode tertentu. Dalam melakukan Analisa biaya harus mengetahui spesifikasi yang digunakan dalam perencanaan konstruksi terlebih dahulu. Misalnya untuk volume menggunakan satuan m³, sedangkan untuk alat berat menggunakan satuan Kg.

Dalam proyek-proyek besar seperti proyek konstruksi, pengoperasian alat harus dipertimbangkan dari segi biaya yang disediakan untuk penggunaan alat, estimasi waktu, keuntungan yang diperoleh dan pertimbangan lainnya. Sedangkan biaya pekerjaan bisa dihitung dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Untuk menghitung RAB dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{RAB} = \Sigma [(\text{Vol. pekerjaan}) \times \text{Harga satuan pekerjaan}]$$

Dalam Rencana Anggaran Biaya terdapat dua komponen yang dibutuhkan, pertama-tama untuk memulai perhitungan yaitu komponen biaya langsung (*direct cost*) seperti pembayaran gaji, pembelian material, alat yang akan di gunakan dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) seperti overhead, profit dan tax.

2.8. Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah satuan harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan bisa didapat dari pasaran dan terkumpul dalam suatu daftar yang dinamakan daftar satuan harga bahan,

sedangkan upah tenaga kerja didapatkan dilokasi atau kota/kabupaten serta dicatat dalam satu daftar yang dinamakan daftar satuan upah.

Harga satuan pekerjaan setiap kota/kabupaten berbeda-beda, maka dalam penyusunan anggaran biaya suatu perencanaan proyek konstruksi harus meninjau dari harga satuan pekerja kota/kabupaten dimana proyek akan dilaksanakan.

2.9. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Direct cost adalah biaya yang mudah ditelusuri ke *cost object*-nya suatu produk. Sebagai contoh adalah meja tulis, maka kayu merupakan *direct cost* terhadap *costobject* meja tulis karena kayu dengan mudah dapat ditelusuri pemakaiannya ke meja.

Dengan kata lain dapat dengan mudah dihitung berapa kebutuhan kayu pada meja. Pembebanan *direct cost* ke *cost object* disebut *tracing*. Komponen biaya langsung terdiri dari:

1. Biaya bahan/material

Harga bahan/material yang digunakan untuk proses pelaksanaan konstruksi yang sudah memasukkan biaya angkutan, biaya *loading* dan *unloading*, biaya pengepakan, penyimpanan sementara gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi.

2. Upah tenaga kerja

Biaya yang dibayarkan kepada pekerja atau buruh dalam menyelesaikan satu jenis pekerjaan sesuai dengan keterampilan dan keahliannya.

3. Biaya peralatan

Biaya yang diperlukan untuk kegiatan sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar, dan biaya operasi, juga upah operator mesin dan pembantu operator.

2.10. Analisa Waktu

Agar kegiatan proyek konstruksi berjalan dengan lancar tanpa ada halangan maka dibutuhkan suatu penjadwalan kegiatan konstruksi yang telah direncanakan dan dilaksanakan sesuai jadwal bahkan akan lebih baik jika bisa lebih cepat dari jadwal yang ditentukan, dengan catatan tidak mengurangi mutu dan kualitas material pada item pekerjaan.

2.11. Durasi Pekerjaan

Untuk menentukan durasi pekerjaan, hal-hal yang dibutuhkan adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat. Produktivitas alat bergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat yang digunakan dengan analisa waktu. Produktivitas tenaga kerja biasanya didapat dengan cara membagi koefisien pekerja yang terdapat dalam Analisa Harga Satuan (AHS) dengan volume pekerjaan.

2.12. Penjadwalan (*Schedule*)

Penjadwalan kegiatan konstruksi merupakan acuan sebagai kegiatan yang dilaksanakan untuk menyelesaikan proyek yang direncanakan sebagaimana mestinya yang dimana suatu kegiatan konstruksi harus dilaksanakan sesuai kerangka waktu pada penjadwalan yang direncanakan dari RAB yang direncanakan (Iraka & Lenggogeni 2013).

Dari penjadwalan akan didapat data yang actual berapa lamanya pekerjaan serta bagian pekerjaan yang terkait dengan pekerjaan yang bisa dilaksanakan bersamaan dalam tempo suatu waktu. Penjadwalan dilakukan dan ditentukan darimana urutan – urutan pekerjaan yang sudah direncanakan dan disesuaikan dengan kebutuhan dari waktu pelaksanaannya. Beberapa metode yang biasa digunakan untuk merencanakan penjadwalan konstruksi diantaranya *Bar Chart*.

2.13. Diagram Balok (*Bar Chart*)

Bar Chart adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dikolom dan waktu pekerjaan dengan daftar urutan *horizontal* sesuai dengan pelaksanaan

konstruksi yang akan dilaksanakan. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasi dapat dilihat dan ditunjukkan pada *horizontal* sebelah kanan untuk setiap kegiatan. Jumlah bar chart menunjukkan Panjang atau durasi suatu pekerja.

Penggunaan *bar chart* biasa digunakan dalam aplikasi *Microsoft Eel* ataupun *Microsoft Project* dimana nanti akan ditunjukkan pada alat kontrol dan waktu yang bisa dilihat pada *Curve S*.

