BAB II

TEORI DASAR PENELITIAN

2.1 Tinjauan Secara Umum Manajemen Konstruksi

Dalam kegiatan mengelola kegiatan proyek menggunakan suatu sistem konsep managemen merupakan langkah yang relative baru, dimana konsep ini ditandai dengan menerapkan suatu pendekatan, metode dan teknik tertentu pada pemikiran – pemikiran manajemen dengan tujuan meningkatkan daya guna dan hasil guna dalam rangka menghadapi kegiatan yang dinamis dan non rutin yaitu kegiatan konstruksi. (**Soeharto 1999**)

Adapun pengertian manajemen konstuksi adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan. Yang dimaksud dengan proyek adalah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan tenaga, keahlian, dana dan informasi. (**Soeharto 1999**)

Yang dimaksud dengan proyek adalah suatu usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang dibatasi oleh waktu dan sumber daya yang terbatas. Sehingga pengertian proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentunk bangunan atau infrastruktur. Bangunan ini pada umumnya mencakup pekerjaan pokok yang termasuk di dalamnya bidang teknik sipil dan arsitektur, juga tidak jarang melibatkan disiplin lain seperti teknik industri, teknik mesin, elektro dan sebagainya.

Manajemen proyek konstruksi adalah proses penerapan fungsi – fungsi manajemen (perencanaan, pelaksanaan dan penerapan) secara sistimatis pada suatu proyek dengan menggunkan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal.

Manajemen Konstruksi meliputi mutu fisik konstruksi, biaya dan waktu. manajemen material dan manjemen tenaga kerja yang akan lebih ditekankan. Hal itu dikarenakan manajemen perencanaan berperan hanya 20% dan sisanya manajemen pelaksanaan termasuk didalamnya pengendalian biaya dan waktu proyek. Manajemen konstruksi memiliki beberapa fungsi antara lain :

1. Sebagai Quality Control untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan
2. Mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi lapangan yang tidak pasti dan mengatasi kendala terbatasnya waktupelaksanaan
3. Memantau prestasi dan kemajuan proyek yang telah dicapai, hal itu dilakukan dengan opname (laporan) harian, mingguan dan bulanan
4. Hasil evaluasi dapat dijadikan tindakan pengambilan keputusan terhadap masalah-masalah yang terjadi di lapangan
5. Fungsi manajerial dari manajemen merupakan sistem informasi yang baikuntuk menganalisis performa dilapangan

Tujuan Manajemen Konstruksi

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*).

Penerapan konsep manajemen konstruksi yang baik adalah mulai tahap perencanaan, namun dapat juga pada tahap - tahap lain sesuai dengan tujuan dan kondisi proyek tersebut sehingga konsep MK dapat diterapkan pada tahap - tahap proyek sebagai berikut

1. Manajemen Konstruksi dilaksanakan pada seluruh tahapan proyek. Pengelolaan proyek dengan sistem MK, disini mencakup pengelolaan teknis operasional proyek, dalam bentuk masukan - masukan dan atau keputusan yang berkaitan dengan teknis operasional proyek konstruksi, yang mencakup seluruh tahapan proyek, mulai dari persiapan, perencanaan, perancangan, pelaksanaan dan penyerahan proyek.
2. Tim MK sudah berperan sejak awal disain, pelelangan dan pelaksanaan proyek selesai, setelah suatu proyek dinyatakan layak mulai dari tahap disain.
3. Tim MK akan memberikan masukan dan atau keputusan dalam penyempurnaan disain sampai proyek selesai, apabila manajemen konstruksi dilaksanakan setelah tahap disain
4. MK berfungsi sebagai koordinator pengelolaan pelaksanaan dan melaksanakan fungsi pengendalian atau pengawasan, apabila manajemen konstruksi dilaksanakan mulai tahap pelaksanaan dengan menekankan pemisahan kontrak – kontrak pelaksanaan untuk kontraktor.

Pengertian proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan atau infrastruktur. Jadi, defenisi **"**Manajemen Proyek Konstruksi**"** adalah suatu cara (metode) untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan (infrastruktur) yang dibatasi oleh waktu dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif melalui tindakan – tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*), dan pengawasan (*controlling*).

Proyek manajemen sendiri terbagi beberapa ilmu, yaitu *project scope management, project time management, project cost management, project quality management, project human resources management, project communications management, project risk management, project prosurement management,* dan *project intergration management.* (*http://www.google.com/Project Management Institute 1996*).

Pada penulisan ini akan dianalisa dari segi penjadwalan dan biaya, dalam hal ini yaitu *project time management* dan *project cost management.* Setiap kegiatan proyek pembangunan memiliki beberapa aspek yang mencakup biaya dan jadwal, karena dari kedua hal itu akan menciptakan mutu yang kita capai. Disamping itu, pemilik tender haruslah teliti dalam menganalisa dan mengambil keputusan yang tidak merugikan antara kedua belah pihak.

2.1.1 MANAJEMEN WAKTU

Manajemen waktu pada suatu proyek (*Project Time Management*) memasukkan semua proses yang dibutuhkan dalam upaya untuk memastikan waktu

penyelesaian proyek (PMI 2000). Ada lima proses utama dalam manajemen waktu proyek, yaitu:

A. Pendefinisian Aktivitas.

Merupakan proses identifikasi semua aktivitas spesifik yang harus dilakukan dalam rangka mencapai seluruh tujuan dan sasaran proyek (*project deliveriables*). Dalam proses ini dihasilkan pengelompokkan semua aktivitas yang menjadi ruang lingkup proyek dari level tertinggi hingga level yang terkecil atau disebut *Work Breakdown Structure* (WBS).

B. Urutan Aktivitas.

Proses pengurutan aktivitas melibatkan identifikasi dan dokumentasi dari hubungan logis yang interaktif. Masing-masing aktivitas harus diurutkan secara akurat untuk mendukung pengembangan jadwal sehingga diperoleh jadwal yang realisitis. Dalam proses ini dapat digunakan alat bantu komputer untuk mempermudah pelaksanaan atau dilakukan secara manual. Teknik secara manual masih efektif untuk proyek yang berskala kecil atau di awal tahap proyek yang berskala besar, yaitu bila tidak diperlukan pendetailan yang rinci.

C. Estimasi Durasi Aktivitas.

Estimasi durasi aktivitas adalah proses pengambilan informasi yang berkaitan dengan lingkup proyek dan sumber daya yang diperlukan yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan estimasi durasi atas semua aktivitas yang dibutuhkan dalam proyek yang digunakan sebagai input dalam pengembangan jadwal. Tingkat akurasi estimasi durasi sangat tergantung dari banyaknya informasi yang tersedia.

D. Pengembangan Jadwal

Pengembangan jadwal berarti menentukan kapan suatu aktivitas dalam proyek akan dimulai dan kapan harus selesai. Pembuatan jadwal proyek merupakan proses iterasi dari proses input yang melibatkan estimasi durasi dan biaya hingga penentuan jadwal proyek.

E. Pengendalian Jadwal.

Pengendalian jadwal merupakan proses untuk memastikan apakah kinerja yang dilakukan sudah sesuai dengan alokasi waktu yang sudah direncanakan. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengendalian jadwal adalah:

a. Pengaruh dari faktor-faktor yang menyebabkan perubahan jadwal dan memastikan perubahan yang terjadi disetujui.
b. Menentukan perubahan dari jadwal.
c. Melakukan tindakan bila pelaksanaan proyek berbeda dari perencanaan awal proyek.

Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan elemen yang dihasilkan dari sebuah perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwa rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu dalam penggunaan waktu yang tersedia agar pekerjaan dalam penyelesaiannya tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan – keterbatasan yang ada.

Pada waktu pelaksanaan proyek, data – data yang terkumpul dari semua bagian kemudian ditentukan pelaksanaan dan penyusunan langkah kerja agar bisa dilakukan pembangunan. Adapun langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Mengkaji gambar rencana dan spesifikasi teknis proyek apabila terjadi ketidaksesuaian dengan kondisi dilapangan maka dikonsultasikan kembali kepada konsultan perencana.
b. Melakukan perhitungan terhadap volume pekerjaan, kebutuhan material, dan peralatan yang dibutuhkan dalam proyek.
c. Membuat anggaran biaya dengan menyesuaikan kebutuhan terhadap material dan biaya yang diajukan oleh pemilik proyek.
d. Membuat penjadwalan kegiatan agar sesuai dengan peralatan dan sumber daya yang tersedia.

2.1.2 MANAJEMEN BIAYA

Manajemen biaya proyek (*project cost management*) melibatkan semua proses yang diperlukan dalam pengelolaan proyek untuk memastikan penyelesaian proyek sesuai dengan anggaran biaya yang telah disetujui. Hal utama yang sangat diperhatikan dalam manajemen biaya proyek adalah biaya dari sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, sebagai berikut:

a. Perencanaan Sumber Daya

Perencanaan sumber daya merupakan proses untuk menentukan sumber daya dalam bentuk fisik (manusia, peralatan, material) dan jumlahnya yang diperlukan untuk melaksanakan aktivitas proyek. Proses ini sangat berkaitan erat dengan proses estimasi biaya.

b. Estimasi Biaya

Estimasi biaya adalah proses untuk memperkirakan biaya dari sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Bila proyek dilaksanakan melalui sebuah kontrak, perlu dibedakan antara perkiraan biaya dengan nilai kontrak. Estimasi biaya melibatkan perhitungan kuantitatif dari biaya-biaya yang muncul untuk menyelesaikan proyek. Sedangkan nilai kontrak merupakan keputusan dari segi bisnis di mana perkiraan biaya yang didapat dari proses estimasi merupakan salah satu pertimbangan dari keputusan yang diambil.

c. Penganggaran Biaya

Penganggaran biaya adalah proses membuat alokasi biaya untuk masing-masing aktivitas dari keseluruhan biaya yang muncul pada proses estimasi. Dari proses ini didapatkan *cost baseline* yang digunakan untuk menilai kinerja proyek.

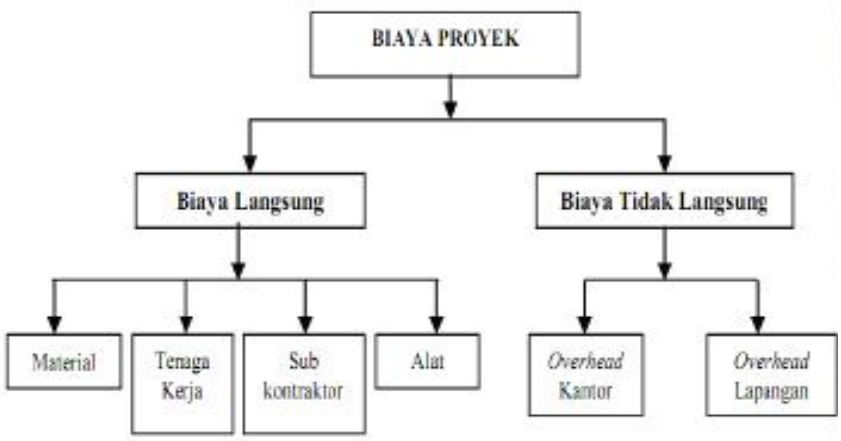
d. Pengendalian Biaya

Pengendalian biaya dilakukan untuk mendeteksi apakah biaya aktual pelaksanaan proyek menyimpang dari rencana atau tidak. Semua penyebab penyimpangan biaya harus terdokumentasi dengan baik sehingga langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan.

Perhitungan Anggaran Biaya

Setiap pelaksanaan proyek perencanaan biaya merupakan yang hal perlu diperhatikan. Karena hal ini berkaitan dengan pembelanjaan dan pembiayaan proyek. Perencanaan yang matang dan terperinci akan memudahkan proses pengendalian biaya yang dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang direncanakan. Analisa pengeluaran biaya anggaran merupakan salah satu proses perhitungan

volume perhitungan, harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan dilakukan dalam proyek. Dalam menganalisa anggaran diharuskan mengetahui cara yang terbaik untuk dipakai bagaimana dia menghitung keperluan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dengan harga yang masuk akal dan kwalitas yang sangat baik.



Gambar 2.1 Komponen Biaya Proyek (Sumber Asiyanto 2005)

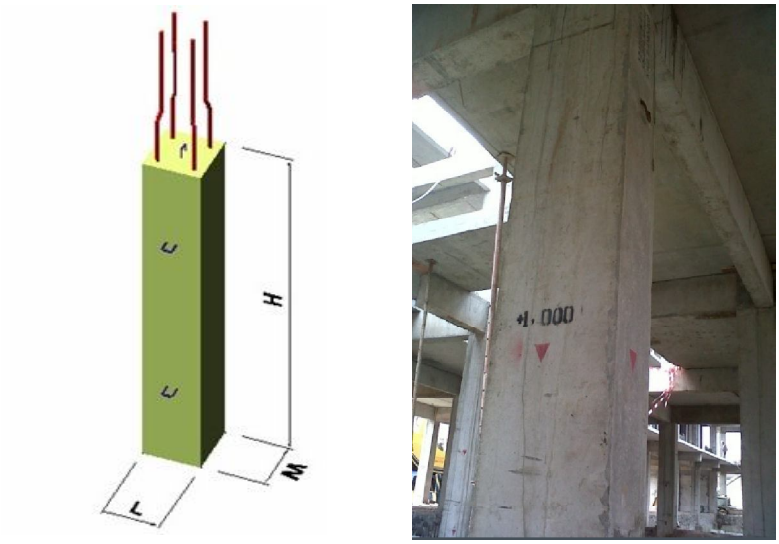
Dalam perhitungan anggaran biaya proyek ini terdapat 5 (lima) hal yang pokok ketika dilapangan, yaitu :

1. Bahan – bahan, yaitu menghitung jumlah bahan dan alat yang dibutuhkan dan digunakan proyek konstruksi.
2. Menentukan jumlah tukang, menghitung biaya perjam kerja yang disesuaikan dengan kebutuhan dalam pekerjaan agar tidak terjadi penumpukan pekerja.
3. Overhead, yaitu mempersiapkan biaya yang tak terduga selama pelaksanaan konstruksi.
4. Peralatan, menghitung jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai serta biaya yang dibutuhkan.
5. Profit, menghitung presentase keuntungan dari waktu, tempat dan jenis pekerjaan.

2.2 Proses Pembuatan Kolom Beton Pracetak dan Kolom Beton Konvensional

2.2.1 Perkembangan Beton Pracetak Dalam Konstruksi

Dalam setiap proyek pembangunan, konstruksi yang cenderung digunakan pada bangunan itu menggunakan beton. Dengan beton dapat dibangun bendungan, pipa saluran, pondasi, basement, kolom dan balok gedung pencakar langit. Beton adalah material yang dibentuk dari berbagai campuran yang diikat dalam satu penggabungan yang dimana terbentuk dari semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), udara dan terkadang menggunakan bahan – bahan campuran (*admixture*). Hal yang dimungkinkan karena beton dapat dengan mudah dibuat dengan sembarang bentuk yang diinginkan dengan cara memadatkan dan menempatkan campuran basah dari bahan – bahan dasar pembentuk ke dalam cetakan – cetakan sesuai dimana masa plastis tersebut mengeras. Jika berbagai bahan diproporsikan sebagaimana mestinya, produk akhir menjadi kuat dan awet dan dengan kombinasi dengan batangan tulangan dapat disesuaikan untuk digunakan sebagai bagian dari struktur. **(Nawy 2008)**



Gambar 2.2 Kolom Pracetak
(Sumber Proyek Pembangunan RUSUNAWA Baleendah Kab. Bandung)

Karena pengikatnya semen hidraulis, reaksi semen dengan air sering mengakibatkan susut selama masa pengeringan, sehingga beton penuh dengan cacat seperti retak rambut, bahkan sebelum menerima beban. Meskipun beton tersebut dibuat dengan proporsi yang sudah tertentu, bisa terjadi variasi dari satu takaran yang lain. Variasi ini bisa juga terjadi pada proses, mulai penakaran, pengadukan, penuangan, pemadatan maupun perawatan. Kualitasnya sangat tergantung cara pelaksanaan dilapangan. Serta beton yang baik maupun buruk merupakan dapat terbentuk dalam rumus atau campuran yang sama. Dalam proses pengerjaan pun beton memerlukan peralatan yang cukup banyak dan dapat membuat suatu proyek terjadi dalam rentan waktu yang lama. **(Nugraha 2008)**

Dalam perkembangan beton tersebut ditemukan suatu komponen yang memang bukan merupakan konsep baru, pada tahun 1872, P. H. Jackson, seorang insinyur dari California, mendapatkan paten untuk sistem struktural yang dibuat dalam balok atau pelengkung dari balok – balok. Selanjutnya, ia mengembangkan ide bahwa pemberian pascatarik batang berpenampang bulat tanpa lekatan secara berurutan dapat mengganti kehilangan tegangan yang bergantung pada waktu batang tersebut akibat berkurangnya panjang komponen struktur yang ditimbulkan oleh rangkak dan susut. Beton, khususnya beton mutu tinggi adalah komponen utama dari semua elemen beton pracetak. Dengan demikian, kekuatan dan daya tahan jangka panjang beton pracetak harus diperoleh dengan menggunakan jaminan kualitas dan kontrol kualitas yang memadai pada tahap produksi. **(Suryoatmono 2001)**



Gambar 2.3 Kolom Pracetak
(Sumber Proyek Pembangunan Rumah Susun Sewa Baleendah Kab. Bandung)

Struktur pracetak pertama kali digunakan adalah sebagai balok beton precetak untuk Casino di Biarritz, yang dibangun oleh kontraktor Coignet, Paris 1891. Pondasi beton bertulang diperkenalkan oleh sebuah perusahaan Jerman, Wayss dan Freytag di Hamburg dan mulai digunakan tahun 1906. Tahun 1912 beberapa bangunan bertingkat menggunakan system pracetak berbentuk komponen – komponen, seperti dinding, kolom dan lantai diperkenalkan oleh John.E.Conzelmann.



Gambar 2.4 Kolom Pracetak di Lapangan
(Sumber http://tukangarsitek.blogspot.com/)

Struktur komponen pracetak beton bertulang juga diperkenalkan di Jerman oleh Philip Holzmann AG, Dyckerhoff dan Widmann G Wayss dan Freytag KG, Prteussag, Loser. Sistem pracetak tanpa gempa dipelopori pengembangannya di Selandia Baru. Amerika dan Jepang yang dikenal sebagai negara maju di dunia, ternyata baru melakukan penelitian intensif tentang system pracetak tahan gempa pada tahun 1991. Dengan membuat program penelitian bersama yang dinamakan PRESS (*Precastseismic Structure System*).(**Rahman 2005)**



Gambar 2.5 Proses Pemasangan Kolom Beton Pracetak
(Sumber Proyek Pembangunan Rumah Susun Sewa Baleendah Kab. Bandung)

Beton pracetak adalah suatu metode percetakan komponen secara mekanis dalam pabrik dengan memberi waktu pengerasan dan mendapatkan kekuatan sebelum dipasang. *Precast Concrett* atau beton pracetak menunjukkan bahwa komponen struktur beton tersebut tidak dicetak atau dicor ditempat komponen tersebut akan dipasang. Biasanya ditempat lain (pabrik), dimana proses pengecoran dan perawatan (*curing*) dapat dilakukan dengan baik dan mudah. Jadi komponen beton pracetak dipasang sebagai komponen siap pakai, tinggal disambung dengan

bagian struktur lain menjadi suatu rangkaian konstruksi yang diinginkan dalam proyek konstruksi itu. Karena proses pengecorannya ditempat yang khusus (bengkel fabrikasi), dan dapat menghasilkan mutu yang sesuai dengan keinginan pesanan.

2.2.2 Proses Produksi Beton Pracetak (*Precast Concrett*)

Dalam proses produksi beton pracetak ada beberapa tahap, yaitu akan dijelaskan dibawah ini :

Tahap Design

Proses perencanaan desain beton pracetak merupakan kombinasi dari ketajaman melihat peluang, kemampuan teknis, kemampuan pemasaran. Persyaratan utama adalah struktur harus memenuhi syarat kekuatan, kekakuan dan kestabilan pada masa layannya.

Tahap Produksi

a. Persiapan
b. Pabrikasi tulangan dan cetakan
c. Penakaran dan pencampuran beton
d. Penuangan dan pengecoranbeton
e. Transportasi beton segar
f. Pemadatan beton
g. Finishing / *repairing* beton
h. Curing beton

Beberapa item pekerjaan yang harus dimonitor pada tahap produksi :

a. Kelengkapan dari perintah kerja dan gambar produk
b. Mutu dari bahan baku
c. Mutu dari cetakan
d. Kekuatan beton
e. Penempatan dan pemadatan beton
f. Ukuran produk
g. Posisi pemasangan
h. Perawatan beton
i. Pemindahan, penyimpanan dan transportasi produk
j. Pencatatan (*record keeping*)

Menurut tempat pembuatan beton pracetak dibagi dalam 2 macam (dua) yaitu :

- Dicor di lokasi konstruksi.
- Dicor di pabrik.

Tahap Pascaproduksi

Terdiri dari tahap penanganan (*handling*), penyimpanan (*storage*), penumpukan (*stacking*), pengiriman dan tahap pemasangan di lapangan (*site erection*). Yang perlu diperhatikan dalam sistem transportasi adalah:

- Spesifikasi alat transport: lebar, tinggi, beban maksimum, dimensi elemen
- Route transport: jarak, lebar jalan, kepadatan lalu lintas, ruang bebas bawah jembatan perijinan dari instansi yang berwenang.

2.2.3 Prinsip – Prinsip Konstruksional Pracetak

Berikut prinsip – prinsip yang dapat diterapkan untuk desain struktural :

1. Struktur terdiri dari sejumlah tipe-tipe komponen yang mempunyai fungsi – fungsi seperti balok, kolom, dinding dan plat lantai.
2. Tiap – tiap komponen sebaiknya mempunyai sedikit perbedaan.
3. Sistem sambungan harus sederhana dan sama satu dengan yang lain, sehingga komponen – komponen tersebut dapat dibentuk oleh metode yang sama dan menggunakan alat bantu yang sejenis.
4. Komponen harus mampu digunakan untuk mengerjakan beberapa fungsi.
5. Komponen – komponen harus cocok untuk berbagai keadaan dan tersedia dalam berbagai macam ukuran produksi.
6. Komponen – komponen harus mempunyai berat yang sama sehingga mereka biasa secara hemat disusun dengan menggunakan peralatan yang sama.

Ada tiga macam konstruksi *prefabrikasi* :

1. Pembuatan didalam sebuah pabrik, dimana komponen – komponen mudah untuk dibuat dan nyaman untuk pengangkutan.
2. Pembuatan pada site dengan menggunakan alat – alat mekanik.
3. Rangkaian dari komponen dirakit ke dalam komponen – komponen yang lebih luas. **(Google www.scribd.com/Beton-Precast)**

2.2.4 Cara Pemasangan Beton Pracetak (*Precast Concrett Erection*)

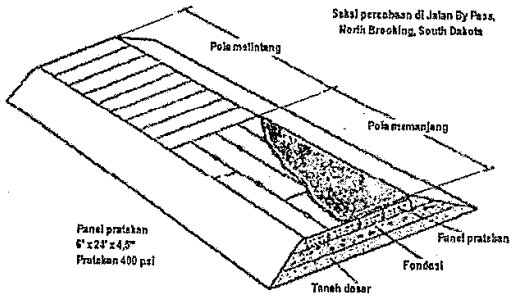
Pada dasarnya dilapangan tata cara pemasangan yang biasanya dikerjakan dalam proyek pembangunan, akan dijelaskan mengenai berbagai metode pemasangan beton pracetak, yaitu :

1. Cara pemasangan perbagian (vertical)

- Dilakukan trave per trave
- Cocok untuk bangunan dengan luas lantai besar
- Perlu landasan yang cukup kuat, mobil crave bisa bergerak memenuhi jarak jangkau.
- Lengan momem untuk crane tidak terlalu besar sehingga berat komponen lebih leluasa
- Biasanya untuk 3 – 5 tingkat

2. Cara pemasangan perlapis (horizontal)

- Dilakukan lantai per lantai.
- Perlu alat pengangkat yang dapat mencari seluruh bagian bangunan.
- Karena besarnya momen crane, berat komponen terbatas terutama plat lantai.
- Crane yang biasa digunakan Tower Crane Putar.
- Diperlukan penunjang kolom selama pemasangan.



Gambar 2.6 Pemasangan Pracetak Perlapisan Digunakan pada Pembetonan Jalan Raya (Sumber. http://isjd.pdii.lipi.go.id/26209121142_1907-0284.pdf)

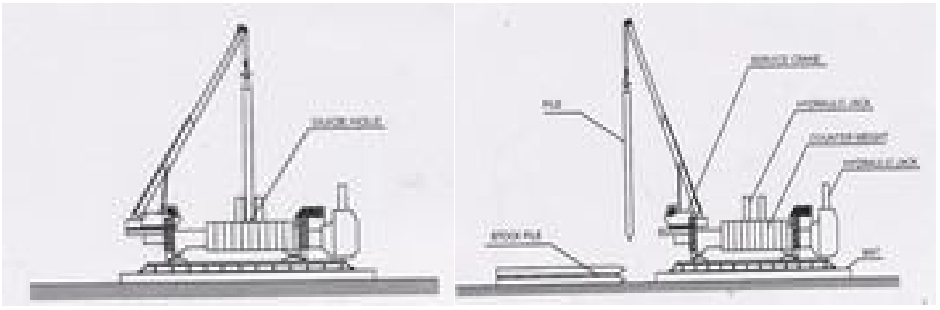
3. Cara pemasangan Lift Slab

Adalah pengikatan elemen lantai ke kolom dengan menggunakan dongkrak hidrolis. Prinsip konstruksinya sebagai berikut :

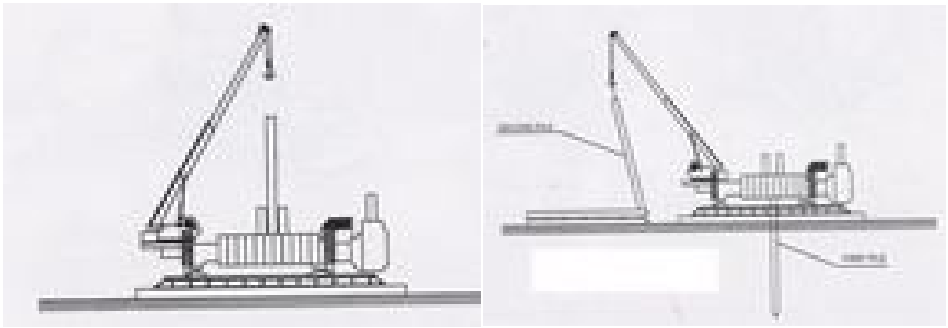
- Lantai menggunakan plat-plat beton bertulang yang dicor pada lantai bawah
- Kolom merupakan penyalur beban vertical dapat sebagai elemen pracetak atau cor di tempat.
- Setelah lantai cukup kuat dapat diangkat satu persatu dengan dongkrak hidrolis.

4. Cara Pemasangan Jack Block digunakan dalam memasang Tiang Pancang

- Lantai teratas disiapkan diatas permukaan tanah Hidraulis Jack dipasang di bawah komponen pendukung vertical.
- Dengan mengatur secara berganti penggunaan hydraulic Jack dan penempatan penunjang (dari blok beton) seluruh komponen diangkat ke atas.



(a) (b)



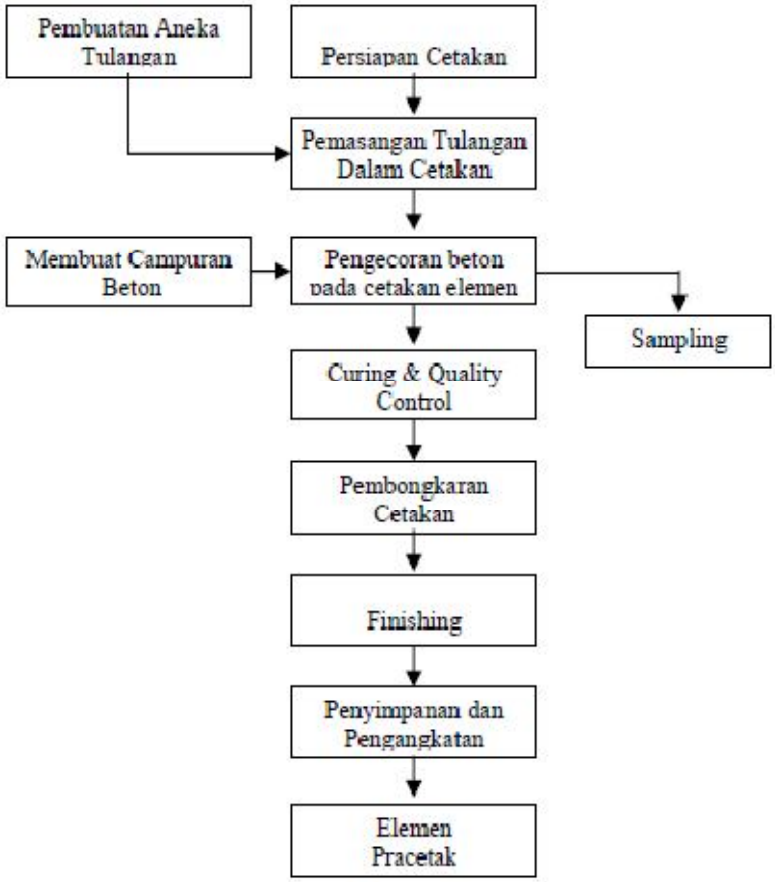
(c) (d)

Gambar 2.7 Proses Pemasangan Tiang Pancang menggunakan Jack Hidraulis (a)Tiang pancang diangkat dengan crane; (b)Tiang Pancang Dimasukkan ke alat pancang; (c) Menjepit tiang dengan penjepit alat

pancang dan mulai memancang dengan tekanan hidraulik; dan (d) Setelah selesai memancang, crane akan mengambil tiang kedua dan proses berulang seperti diatas. (Sumber http://desainomahku.blogspot.com/ dan http://manorian1980.blogspot.com/)

2.2.5 Proses Pembuatan Komponen Kolom

Beton pracetak adalah suatu komponen struktur yang telah dibuat sesuai dengan pesanan. Pembuatan beton ini dilakukan pada pabrik pembuatan yang menerima pesanan beton pracetak yang telah disesuaikan dengan kebutuhan dalam proyek konstruksi itu.



Gambar 2.8 Skema Proses Pembuatan Kolom Beton Pracetak

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan dalam pembuatan beton pracetak pada pabrik pembuatan beton pracetak, yaitu :

1. Pembuatan rangka tulangan

Pemilihan besi tulangan yang sesuai beban yang akan diterima oleh beton pracetak itu. Dalam proyek pembangunan ini beban yang diterima oleh beton yaitu K-350.

2. Pembuatan cetakan

Cetakan disesuaikan dengan ukuran dalam mutu beton yang dibutuhkan beban beton tersebut.



Gambar 2.9 Cetakan Kolom Pracetak pada Pabrik

(Sumber http://www.ilmusipil.com)

3. Pembuatan campuran beton

Campuran yang biasa digunakan dengan proporsi dengan perbandingan 1:2:3 yang artinya perbandingan volume 1 semen banding 2 pasir banding 3 kerikil dan ditambah 0,7 air yang digunakan dalam pencampurannya.

4. Pengecoran beton

Pada saat pengecoran permukaan yang akan dibeton harus basah lalu tuangkan campuran dalam lapisan yang seragam. jangn sampai terjadi penuangan dalam penumpukkan yang miring atau tumpukan yang besar karena akan terjadi pemisahan. Pada pengerjaan kolom, tiap lapisan sebaiknya tidak melebihi 45 cm. Jika melebihi tebal tersebut maka udara akan terjebak dan tidak dapat keluar, biarpun dengan menggunakan penggetar.



Gambar 2.10 Pengecoran Beton Pracetak
(Sumber http://tukangarsitek.blogspot.com/2010.html)

5. Perawatan (curing)

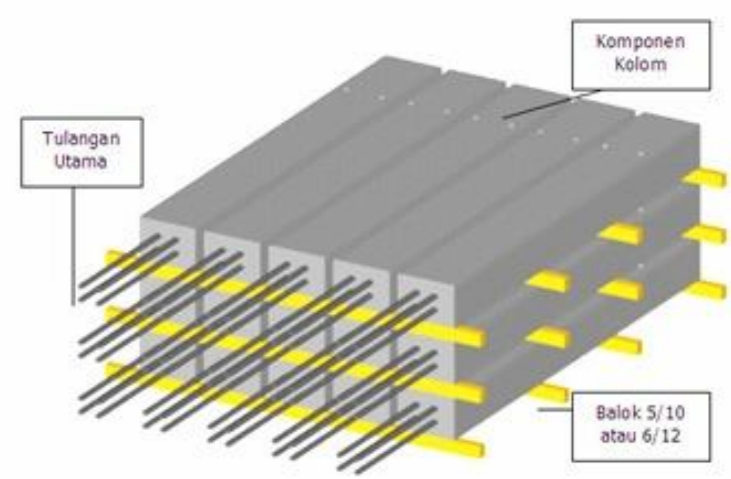
Pada perawatan beton pracetak ini yaitu dengan cara menggenangi beton yang kering kedalam kolam agar seluruh permukaan beton terkena air tersebut. Bila tidak dirawat maka beton akan mengalami keretakan pada bagian – bagiannya.

6. Penyempurnaan akhir

Pada penyempurnaan akhir pembuatan beton pracetak yaitu membersihkan kelebihan besi tulangan dan sisa beton yang tidak diinginkan pada ujung kolom pracetak. Presisi yang tinggi, juga detail yang benar dibuat agar air yang menimpanya selama bertahun – tahun tidak meninggalkan jejak yang terlihat dari luar.

7. Penyimpanan

Penyimpan pracetak agar tidak melebihi dari batas yang diperuntukkan untuk keindahan, yang terlihat dari luar untuk ditampilkan, jelas lebih sulit dibanding produk *precast* yang sekedar untuk komponen struktur saja. Hal–hal yang perlu dipertimbangkan, misalnya : ketahanan terhadap cuaca (tidak retak), kebocoran terhadap air hujan, cara mengantisipasi deformasi bangunan yang timbul ketika ada gempa tanpa mengalami degradasi kinerja.



Gambar 2.11 Penyimpanan Kolom Pracetak

Pada penjelasan penyimpanan beton pracetak diatas, berpengaruh juga pada detail sambungan dengan bangunan utamanya karena bentuk dan jenis sambungan merupakan bagian penting yang ada pada konstruksi beton pracetak (*precast concrett*). Pada sambungan basah, penyambungan dilakukan dengan cara *grouting* atau pengecoran ditempat. Penyambungan ini bertujuan mendapatkan kekuatan sambungan kolom dan balok beton pracetak dengan pembebanan statis dan kemampuan struktur yang disambung untuk meredam gaya luar yang bekerja dari pengujian dinamis. Metode penyambungan elemen beton pracetak

menggunakan bahan beton polimer dengan kecepatan pengeringan 15 menit. Dengan metode ini kecepatan kostruksi struktur pracetak akan lebih cepat dibanding dengan cor di tempat. Selain itu mutu material elemen struktur menggunakan beton pracetak akan lebih baik.



Gambar 2.12 Penyambungan kolom dan balok pracetak dengan cara menyambung besi tulangan pada ujung komponennya dilapangan.

2.2.6 Kolom Konvensional

Dalam pekerjaan pembuatan kolom dengan cara konvensional atau bisa dikatakan dengan pembuatan langsung pada lokasi konstruksi. Pekerjaan pembuatan kolom secara langsung mempunyai cara atau langkah – langkah sebagai berikut :

1. Pembuatan tulangan

Dalam hal ini dilakukan ketika dilapangan pekerjaan pembuatan rangka tulangan yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi yang dilihat dari kekuatan mutu besi. Besi beton yang digunakan biasanya berbentuk penampang bulat dengan 2 (dua) jenis permukaan yang berbeda, yaitu besi berpermukaan polos yang juga disebut dengan besi polos (*plain bar*) dan besi dengan permukaan berulir yang disebut

dengan besi ulir (*deformed bar*). Dalam pekerjaan penulangan, hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

a. Batu penyangga (*spacer*) untuk menjaga selimut beton harus sesuai dengan perencanaan yang memenuhi persyaratan. Ukuran terbesar dari butiran agregat dalam campuran beton harus lebih kecil dari tebal batu penyangga atau selimut beton, sehingga selimut beton betul-betul merupakan adukan beton bukan mortar.
b. Ukuran terbesar dari butiran agregat yang dipakai harus lebih kecil dari jarak bersih terkecil dari pembesian, agar agregat dapat lolos di antara pembesian ketika dipadatkan.
c. Besi tulangan harus bebas karat dan minyak, karena hal ini akan mengurangi daya lekat *(bond strength*) antara besi dengan beton.

Ukuran agregat maksimum harus lebih kecil dari 1/5 jarak antara sisi-sisi cetakan dan 1/3 tebal pelat lantai untuk menjamin keseragaman distribusi agregat dalam beton, sehingga kekuatan beton lebih seragam. Sedangkan ukuran agregat maksimum harus 3/4 jarak bersih tulangan, ditujukan supaya agregat dapat lolos dengan mudah di antara tulangan sewaktu penuangan, sehingga agregat tidak tersangkut dan cetakan dapat diisi serta dipadatkan dengan baik.



Gambar 2.13 Pemasangan Tulangan Kolom Konvensional

(Sumber Proyek Pembangunan Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Barat 2010)

2. Pembuatan bekisting kolom

Pekerjaan bekisting yang baik ditentukan oleh pemakaian bahan dengan kualitas yang baik dan cukup kuat, serta pengerjaan sesuai dengan dimensi yang direncanakan. Bahan bekisting yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan, seperti dibawah ini :

a. Tidak bocor dan menghisap air dalam campuran beton. Bila hal ini terjadi, faktor air semen rasio dalam beton akan berkurang, sehingga mutu beton terganggu. Pada bagian yang bocor akan terjadi keropos atau sarang kerikil atau pasir.
b. Bahan yang digunakan dalam pembuatan bekisting adalah kayu, plywood, multipleks yang pada umumnya bisa disambung atau dipotong. Pada bidang yang rata biasanya digunakan balok – balok kayu dengan permukaan tripleks.
c. Kekuatan bekisting harus diperhitungkan. Bekisting yang kurang kuat dapat menjadikan perubahan bentuk dari beton yang direncanakan. Dalam beberapa

kasus terjadi keruntuhan pada waktu pengecoran, akibat sokongan yang tidak memadai.

d. Ukuran atau dimensi sesuai dengan yang direncanakan.

e. Periksa peyangga yang disusun dengan jarak dan mempunyai landasan yang kuat.



Gambar 2.14 Pemasangan bekisting kolom
(Sumber Proyek Pembangunan Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Barat 2010)

3. Penuangan beton

Cara penuangan (pengecoran) beton mempunyai peranan yang sangat penting dalam menghasilkan beton dengan mutu yang diinginkan. Cara penuangan beton yang dilakukan dilapangan:

a. Beton yang dituang harus sesuai dengan kelecakan (*workability*) yang diinginkan, agar dapat mengisi bekisting dengan baik dan penuangan harus sedemikian rupa sehingga tidak terjadi segregasi. Segregasi adalah pemisahan butiran agregat kasar dari adukan dan dapat menyebabkan sarang kerikil yang mengakibatkan kekuatan beton berkurang.

b. Harus diperhatikan kesinambungan penuangan beton, penuangan lapisan beton yang baru harus dilakukan sebelum lapisan beton sebelumnya mencapai waktu *setting* awal (*initial setting time*).

c. Beton yang telah mengeras sebagian atau seluruhnya dan beton yang telah terkotori oleh bahan lain tidak boleh digunakan lagi.



Gambar 2.15 Penuangan Beton Segar Pada Kolom

(Sumber http://www.ilmusipil.com)

4. Pembongkaran bekisting

Pembongkaran biasanya tidak boleh dibuka sebelum beton kuat untuk menahan beban sendiri dan beban kerja. Serta beton harus cukup keras ketika bekisting dibongkar. Waktu yang diizinkan ketika melakukan pembongkaran bekisting yaitu biasanya 4 (empat) hari setelah masa pembetonan.



Gambar 2.16 Pembongkaran bekisting

(Sumber http://www.kadinbogor.blogspot.com)

5. Perawatan beton (*curing concrett*)

Setelah bekisting dibongkar sebaiknya tidak dibiarkan karena beton akan mengalami hidrasi. Akibat dari hidrasi tersebut maka air akan hilang dan proses hidrasi selanjutnya akan terganggu. Karena itu beton dirawat dengan cara disemprot air agar tidak terjadi retak setelah masa pembongkaran bekisting.



Gambar 2.17 Curing kolom setelah pembongkaran bekisting
(Sumber http://www.ilmusipil.com)

2.3 Manajemen Peralatan Proyek

Penentuan alokasi sumber daya peralatan yang akan digunakan dalam suatu proyek, kondisi daerah kerja serta kondisi peralatan yang perlu diidentifikasi terlebih dahulu. Tujuannya agar tingkat kebutuhan pemakaian dapat direncanakan secara efektif dan efisien. Hal yang perlu diperhatiakn adalah :

1. Medan Kerja

Identifikasi ini untuk menentukan kondisi medan kerja dari mudah, sedang sampai berat. Dengan demikian kapasitas peralatan yang digunakan dapat sesuai dengan kondisi dilapangan. Dalam hal ini lokasi proyek pada penelitian ini harus disesuaikan dengan kondisi jalan yang rusak dan daerah yang rawan banjir. Agar alat yang akan digunakan bekerja dengan kapasitasnya.

2. Cuaca

Identifikasi ini sangat perlu dilakukan khususnya pada proyek Rumah Susun karena dikerjakan pada lahan terbuka. Cuaca basah atau hujan cenderung menyulitkan pengendalian peralatan, baik mobilisasinya dilakukan dilokasi yang akan dikerjakan.

3. Mobilisasi peralatan

Ada baiknya direncanakan dengan detail, khususnya peralatan – peralatan berat. Karena akan kesulitan jika rute perjalanan menuju proyek tidak didukung oleh keadaan jalan atau jembatan yang tidak memadai.

4. Komunikasi

Selain hal tersebut hal yang harus diperhatikan yaitu komunikasi antar operator peralatan dengan pengendali pekerjaan harus berjalan dengan baik, dan harus

cukup dan tersedia agar langkah – langkah pekerjaan yang dilakukan sesuai rencana.

5. Fungsi peralatan

Setiap pekerjaan yang akan dilaksanakan harus sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan agar terhindar dari pemakaian yang tidak efektif dan efisien. Karena bila tidak sesuai dengan fungsinya akan terjadi pekerjaan yang menumpuk dan tidak sesuai dengan jadwal pelaksanaan.

6. Kondisi peralatan

Setelah dan sebelum pekerjaan dilakukan ada baiknya operator memeriksa peralatan yang akan dipakai karena pengerjaannya membutuhkan tenaga mekanikal agar tidak terjadi kerusakan yang fatal hingga menyebabkan terhentinya pekerjaan. Selain itu, peralatan yang digunakan dalam suatu proyek dipengaruhi oleh produktivitas alat terhadap volume pekerjaan yang akan dilakukan, sedangkan jumlah peralatan yang dibutuhkan bergantung pada beberapa hal sebagai berikut :

- Durasi kegiatan/waktu yang tersedia
- Kondisi lapangan
- Keadaan cuaca
- Efisiensi alat
- Kemampuan operator
- Kapasitas dan jumlah alat

2.4 Manajemen Sumber Daya Material

Sama seperti hanya pengelolaan peralatan, material harus dikelola dengan sebaik – baiknya agar kebutuhannya mencukupi pada waktu dan tempat yang diinginkan. Untuk proyek ini, ketepatan waktu ataupun kesuaian jumlah yang diinginkan sangat mempengaruhi jadwal lainnya. Oleh karena itu, dikenal istilah *Just in Time* dimana pemesanan pengiriman serta ketersedian material saat dilokasi sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Dan lebih tepat digunakan pada pekerjaan beton dimana pengiriman material dari *bacthing plant* ke proyek sering menemui kendala waktu. Mutu material juga menurun dikarenakan kemacetan lalu lintas disepanjang jalan menuju proyek. Kebutuhan material biasanya disediakan oleh pemasok yang hubungan kontraknya berlangsung dengan kontraktor pelaksana dan telah disetujui oleh pemilik proyek melalui wakilnya. Untuk pekerjaan – pekerjaan khusus yang membutuhkan kemampuan teknis dan spesifikasi material yang khusus, biasanya kontraktor pelaksana menyerahkan kepada subkontraktor yang spesialis dalam menangani pekerjaan khusus tersebut.

Dalam pengelolaan material dibutuhkan beragam informasi tentang spesifikasi, harga maupun kualitas yang diinginkan, agar beberapa penawaran dari pemasok dapt dipilih sesuai dengan spesifikasi proyek dengan harga yang paling ekonomis, seperti, dibawah ini :

a. Kualitas materila yang dibutuhkan menggunakan tipe tertentu dengan mutu yang harus sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam spesifikasi proyek.
b. Spesifikasi teknis material, merupakan dokumentasi persyaratan teknis material yang direncanakan dan menjadi acuan untuk pemenuhan kebutuhan material.

c. Lingkup penawaran yang diajukan oleh beberapa pemasok adlah dengan memilih harga yang paling murah dengan kualitas material terbaik.
d. Waktu pengiriman menyesuaikan dengan jadwal pemakaian material, biasanya beberapa dikirim sebelum pekerjaan dimulai.
e. Pajak penjualan material, dibebankan pada pemilik proyek yang telah dihitung harga satuan material atau dalam harga proyek keseluruhan.
f. Termin dan kondisi pembayaran logistik material harus disesuaikan dengan *cashflow* proyek agar likuiditas keuangan proyek tetap aman.
g. Pemasok material adalah rekanan terpilih, telah bekerja sama dengan baik dan memberikan pelayanan yang memuaskan pada proyek sebelumnya.
h. Gudang penyimpanan material harus cukup untuk menampung material yang siap pakai, sehingga kapasitas dan lalu lints materialnya harus diperhitungkan.
i. Harga material dapat sewaktu – waktu berubah saat proyek dilaksanakan, sehingga eskalasi harga harus dimasukkan dalam komponen harga satuan.
j. Jadwal penggunaan material harus sesuai, antara kebutuhan proyek dengan waktu pengiriman material dari pemasok. Oleh karena itu, penggunaan *subschdule* material untuk tiap – tiap item pekerjaan mutlak dilakukan agar tidak mempengaruhi ketersediaan material dalam proyek.

2.5 Manajemen Waktu

Standar kinerja waktu ditentukan dengan merujuk seluruh tahapan kegiatan proyek beserta durasi dan penggunaan sumber daya. Dari semua informasi dan data yang diperoleh selama proses penjadwalan sehingga akan ada ouput berupa format – format laporan lengkap mengenai indikator progres waktu. Adapun dalam mencapai laporan tersebut dibuat dengan cara – cara, yaitu : metode

Barchart, *Network Plainning*, Kurva S maupun menggunakan Kurva *Earned Value*. Dari hasil pemantauan tersebut akan mendapatkan laporan yang dapat evaluasi dan koreksi, dengan cara memperbaharui dan informasi agar kinerja waktu tercapai sesuai rencana. Dan akan terlihat masalah yang timbul selama masa pelaksanaan proyek yang menghambat waktu, diantaranya :

1. Alokasi penempatan sumber daya yang tidak efektif dan efisien karena penyebaran fluktuatif dan ketersedian sumber dayanya tidak mencukupi. Untuk mengatasinya, dilakukan pemerataan jumlah sumber daya dan penjadwalan ulang serta merelokasi sumber daya agar lebih efektif dan efisien.
2. Terjadi penumpukan proyek yang disebabkan oleh jumlah tenaga kerja yang terbatas, peralatan yang tidak mencukupi, kondisi cuaca buruk, metode kerja yang salah. Untuk mengatasinya, dilakukan *duration-cost trade off* yaitu menambah tenaga kerja dan peralatan, dengan konsekuensi biaya meningkat namun sebagai gantinya akan mempercepat durasi proyek.
3. Kondisi alam yang diluar perkiraan dapat mempengaruhi dan menunda jadwal rencana, sehingga antipasi keadaan tersebut pelu dilakuan.

2.6 Hirarki Hubungan Jadwal Waktu dan Biaya Proyek

Jadwal waktu pelaksanaan proyek yang telah direncanakan biasanya tidak terlepas dari kesalahan – kesalahan yang dapat menyebabkan keterlambatan. Hasil perencanaan jadwal waktu proyek hendaknya mempunyai kecermatan dan akurasi yang tinggi untuk mempermudah pelaksanaannya. Setiap perubahan dari rencana yang telah dibuat selalu dilakukan evaluasi dan pembaruan penjadwalan dengan tetap mengacu pada *baseline* yang telah ditetapkan. Bila terjadi perubahan

mendasar terhadap jadwal proyek yang telah dapat menyebabkan keterlambatan, maka solusinya perlu diantisipasinya dengan kompensasi paling minimal.

Penelitian ini ingin menghasilkan sebuah hasil perbandingan antara metode konvensional dan perbandingan dengan pracetak. Dengan perbandingan pada saat pemasangan dilokasi proyek.