

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2014) dalam “Analisa Produktivitas Pekerjaan Pelat Lantai M-Panel, Beton Bertulang Dan SNI Pekerjaan Pelat Beton Bertulang”. Dari hasil analisa dan perhitungan didapat produktivitas pekerjaan pelat lantai M-Panel pada tiap jenis pengamatan adalah: Pemasangan M-Panel sebesar 5,7874 m<sup>2</sup>/jam, pemlesteran tahap I sebesar 19,7838 m<sup>2</sup>/jam dan pemlesteran tahap II sebesar 6,3819 m<sup>2</sup>/jam. Sedangkan nilai produktivitas pekerjaan pelat lantai konvensional: Pemasangan bekisting sebesar 1,496 m<sup>2</sup>/jam, penulangan sebesar 7,116 m<sup>2</sup>/jam dan pengecoran sebesar 10,004 m<sup>2</sup>/jam. Untuk hasil nilai produktivitas pelat lantai konvensional berdasarkan SNI No. 7394 Tahun 2008 adalah: Pemasangan bekisting sebesar 0,20 m<sup>2</sup>/jam, penulangan sebesar 2,98 m<sup>2</sup>/jam dan pengecoran sebesar 1,67 m<sup>2</sup>/jam. Analisa dari hasil perhitungan harga satuan pekerjaan pelat tiap m<sup>2</sup> diperoleh sebesar Rp.443.109,13 /m<sup>2</sup> untuk M-Panel, sebesar Rp.406.146,52 /m<sup>2</sup> untuk pelat konvensional dan sebesar Rp.691.485,40 /m<sup>2</sup> untuk harga satuan berdasarkan SNI No. 7394 Tahun 2008.

Penelitian yang dilakukan oleh Purwaningsih dkk (2014) dengan judul “Perbandingan Biaya Dan Waktu Pada Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Dengan Beton Konvensional Dan *Fly Slab*”, yang dilakukan pada proyek pembangunan gedung politeknik Madiun. Berdasarkan analisis yang dilakukan, besarnya pengurangan biaya pelaksanaan pekerjaan pembangunan gedung politeknik Madiun dengan menggunakan beton *fly slab* adalah Rp. 16.740.000,00 atau 3% dari total harga pekerjaan plat lantai dengan menggunakan beton bertulang konvensional. Penghematan waktu pelaksanaan dengan menggunakan beton *fly slab* adalah 12 hari kalender atau 29% dari total waktu pekerjaan beton lantai 2 dan lantai 3 dengan menggunakan beton bertulang konvensional.

Penelitian yang dilakukan oleh Najoan dkk(2016) dengan judul “Analisis Metode Pelaksanaan Plat Precast Dengan Plat Konvensional Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya”. Dalam penelitian yang dilakukan di Markas Komando Daerah Militer Manado ini membandingkan metode pelaksanaan pembangunan dengan menggunakan beton precast dan beton konvensional. Dari hasil analisis yang dilakukan memperlihatkan bahwa dengan menggunakan metode precast membutuhkan waktu pelaksanaan selama 198 hari dengan total biaya langsungnya adalah Rp. 30.352.740.000,00, sedangkan untuk metode konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 226 hari dengan total biaya langsung Rp. 30.230.145.000,00. Perbandingan biaya adalah Rp. 122.595.000,00 sedang perbandingan waktu adalah 28 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Sandagie dkk (2016) yang berjudul "Analisis Perbandingan Pengaruh Penggunaan *Flyslab* dan Plat *Floordeck* dalam Mewujudkan *Lean Construction*". Dalam penelitian ini dilakukan simulasi pada proyek bila tidak menggunakan produk plat beton *precast* dengan membandingkan produk dari segi waktu, biaya, mutu dan *waste* antara proyek real dengan proyek hasil simulasi. Dari hasil penelitian diketahui bahwa: (1) dari segi waktu, penggunaan *flyslab* dapat memberikan penghematan 12,5% terhadap durasi total proyek hasil simulasi, (2) dari segi biaya, penggunaan *flyslab* dapat memberikan penghematan biaya total struktur mencapai 23,13%, (3) dari segi mutu, material-material penyusun *flyslab* didesain memiliki mutu yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan material penyusun plat beton *floordeck*, (4) dari segi *waste*, pada proyek yang menggunakan *flyslab*, jumlah *waste* yang dihasilkan jauh lebih sedikit bila dibandingkan proyek hasil simulasi yang menggunakan plat beton *floordeck*.

Penelitian yang dilakukan oleh Aprisandi (2017) dengan judul "Analisis Penggunaan Metode *Half Slab* Terhadap Nilai Biaya Dan Waktu Dalam Pembangunan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek M-Gold Tower Bekasi-Jawa Barat)". Peneliti dalam hal ini menganalisis pekerjaan plat lantai dengan menggunakan metode *half slab* dan beton konvensional. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *half slab* membutuhkan biaya Rp. 7.985.361.365,00. dengan waktu pelaksanaan selama 180 hari. Sedangkan jika menggunakan metode konvensional membutuhkan biaya Rp. 10.174.649.180,00. dengan waktu pelaksanaan 300 hari. Jadi penggunaan metode

half slab untuk struktur plat lantai lebih menguntungkan daripada menggunakan metode konvensional.

Penelitian Oleh Wibawa dkk (2017) dengan judul “Perbandingan Kebutuhan Biaya Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai Metode Konvensional Dengan Metode *Floor Deck* Studi Kasus Pada Pembangunan Proyek The Hattens Wines Bali”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan pelat lantai menggunakan sistem *floordeck* dan menggunakan sistem konvensional serta untuk mengetahui selisih biaya pekerjaan pelat lantai sistem *floordeck* dan system konvensional. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa biaya pelaksanaan pekerjaan pelat lantai *floordeck* lebih murah dibandingkan dengan pelat beton konvensional yaitu dengan penurunan harga sebesar Rp.101.074.236,00 atau sebesar 38,90%.

Penelitian yang dilakukan oleh Wisanggeni (2017) yang berjudul “Perbandingan Sistem Pelat Konvensional Dan *Precast Half Slab* Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek My Tower Apartement Surabaya”. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan system konvensional dan *precast half slab* pada proyek My Tower Apartement Surabaya dari segi waktu dan biaya. Adapun kesimpulan dari penelitian ini didapatkan hasil untuk system precast half slab membutuhkan waktu pelaksanaan 153,97 hari dengan biaya sebesar Rp.30.621.904.060 sedangkan untuk pelat konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan 185,18 hari dengan biaya sebesar Rp.34.638.069.101.

Adanya tujuh penelitian tersebut membuktikan bahwa penggunaan metode beton *precast* pada struktur plat lantai akan menghasilkan suatu produk pekerjaan yang lebih efektif dan efisien daripada menggunakan metode konvensional tanpa mengurangi kualitas/mutu dari pekerjaan tersebut. Pada penelitian ini juga akan membandingkan metode pelaksanaan struktur plat lantai dengan menggunakan beton panel (*precast*) dan menggunakan metode beton konvensional. Selanjutnya rincian dari penelitian terdahulu tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1. berikut.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Nugroho,(2014)	“Analisa Produktivitas Pekerjaan Pelat Lantai M-Panel, Beton Bertulang dan SNI Pekerjaan Pelat Beton”	Analisis perbandingan produktivitas pekerjaan pelat lantai M-Panel, beton bertulang dan SNI beton bertulang	Produktifitas pekerjaan pelat lantai untuk: M-Panel adalah 31,9531 m <sup>2</sup> /jam Beton bertulang adalah 18,616 m <sup>2</sup> /jam SNI beton bertulang adalah 4,85 m <sup>2</sup> /jam Sedangkan analisa harga satuan untuk: M-Panel adalah Rp.443.409,13/m <sup>2</sup> Beton konvensional Rp.406.146,52/m <sup>2</sup> SNI adalah Rp.691.485,40/m <sup>2</sup>
2.	Purwaningsih dkk,(2014)	“Perbandingan Biaya Dan Waktu Pada Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Dengan Beton Konvensional Dan <i>Fly Slab</i> ”, (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung	Analisis perbandingan pekerjaan konstruksi dengan beton konvensional dan <i>fly slab</i> dari segi biaya dan waktu.	Berdasarkan analisis yang dilakukan, besarnya pengurangan biaya pelaksanaan pekerjaan pembangunan gedung politeknik Madiun dengan menggunakan beton <i>fly slab</i> adalah Rp. 16.740.000,00 atau 3% dari total harga pekerjaan plat lantai dengan menggunakan beton bertulang konvensional.

		politeknik Madiun)		Penghematan waktu pelaksanaan dengan menggunakan beton <i>fly slab</i> adalah 12 hari kalender atau 29% dari total waktu pekerjaan beton lantai 2 dan lantai 3 dengan menggunakan beton bertulang konvensional.
3.	Najoan dkk, (2016)	“Analisis Metode Pelaksanaan Plat Precast Dengan Plat Konvensional Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya”. (Studi Kasus : Markas Komando Daerah Militer Manado)	Analisis perbandingan metode plat precast dengan plat konvensional dari segi waktu dan biaya.	Dari hasil analisis yang dilakukan memperlihatkan bahwa dengan menggunakan metode precast membutuhkan waktu pelaksanaan selama 198 hari dengan total biaya langsungnya adalah Rp. 30.352.740.000,00, sedangkan untuk metode konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 226 hari dengan total biaya langsung Rp. 30.230.145.000,00. Perbandingan biaya adalah Rp. 122.595.000,00 sedang perbandingan waktu adalah 28 hari.
4.	Sandagie dkk, (2016)	”Analisis Perbandingan Pengaruh Penggunaan <i>Flyslab</i> dan Plat <i>Floordeck</i> dalam Mewujudkan <i>Lean Construction</i> ”.	Analisis perbandingan penggunaan <i>fly slab</i> dan <i>floordeck</i> dalam mewujudkan <i>lean construction</i> .	Dari hasil penelitian diketahui bahwa: (1) dari segi waktu, penggunaan <i>flyslab</i> dapat memberikan penghematan 12,5% terhadap durasi total proyek hasil simulasi, (2) dari segi biaya, penggunaan <i>flyslab</i> dapat memberikan penghematan biaya total struktur mencapai 23,13%, (3) dari segi mutu, material-material penyusun <i>flyslab</i> didesain memiliki mutu yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan material penyusun plat beton <i>floordeck</i> , (4) dari segi waste, pada proyek yang menggunakan <i>flyslab</i> , jumlah waste yang dihasilkan jauh lebih sedikit

				bila dibandingkan proyek hasil simulasi yang menggunakan plat beton floordeck.
5	Aprisandi(2017)	“Analisis Penggunaan Metode <i>Half Slab</i> Terhadap Nilai Biaya Dan Waktu Dalam Pembangunan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek M-Gold Tower Bekasi-Jawa Barat)”.	Analisis penggunaan <i>half slab</i> terhadap biaya dan waktu	Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode <i>half slab</i> membutuhkan biaya Rp. 7.985.361.365,00. dengan waktu pelaksanaan selama 180 hari. Sedangkan jika menggunakan metode konvensional membutuhkan biaya Rp. 10.174.649.180,00. dengan waktu pelaksanaan 300 hari. Jadi penggunaan metode <i>half slab</i> untuk struktur plat lantai lebih menguntungkan daripada menggunakan metode konvensional.
6	Wibawa dkk, (2017)	“Perbandingan Kebutuhan Biaya Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai Metode Konvensional Dengan Metode <i>Floor Deck</i> Studi Kasus Pada Pembangunan Proyek The Hattens Wines Bali”.	Analisis perbandingan biaya pengecoran pelat lantai dengan metode konvensional dan <i>floor deck</i>	Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa biaya pelaksanaan pekerjaan pelat lantai <i>floordeck</i> lebih murah dibandingkan dengan pelat beton konvensional yaitu dengan penurunan harga sebesar Rp.101.074.236,00 atau sebesar 38,90%.
7	Wisanggeni (2017)	“Perbandingan Sistem Pelat Konvensional Dan <i>Precast Half Slab</i> Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek My Tower Apartement Surabaya	Analisis perbandingan pelat konvensional dan <i>precast half slab</i> dari segi waktu dan biaya	Kesimpulan dari penelitian ini didapatkan hasil untuk system <i>precast half slab</i> membutuhkan waktu pelaksanaan 153,97 hari dengan biaya sebesar Rp.30.621.904.060 sedangkan untuk pelat konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan 185,18 hari dengan biaya sebesar Rp.34.638.069.101.

Sumber : Peneliti

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Pelat Lantai**

Menurut wisanggeni (2017), pelat lantai merupakan struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut sehingga pada bangunan gedung pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. Dalam perencanaannya pelat lantai harus dibuat rata, kaku dan lurus agar pengguna gedung dapat dengan mantap memijakkan kakinya.

Pelat lantai dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat satu arah hanya ditumpu pada kedua sisi yang berseberangan dan memiliki bentang panjang ( $l_y$ ) dua kali atau lebih besar dari pada bentang pendek ( $l_x$ ). Sedangkan pelat dua arah ditumpu oleh balok pada kedua sisinya dan perbandingan antara bentang panjangnya ( $l_y$ ) dan bentang pendeknya kurang dari dua.

Menurut nurani (2017), pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak diatas tanah langsung atau bisa disebut lantai tingkat. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Pekerjaan pelat lantai haruslah kokoh, kaku, mempunyai ketinggian yang sama dan nyaman untuk berpijak. Sedangkan ketebalan pelat lantai disesuaikan berdasarkan beberapa hal diantaranya beban yang ditumpu, jarak antar balok penumpu, bahan yang digunakan dan besar lendutan yang diijinkan.



Adapun syarat-syarat teknis dan ekonomis yang harus dipenuhi oleh lantai antara lain (nurani, 2017) :

- a. Lantai harus memiliki kekuatan yang cukup untuk memikul beban kerja yang ada di atasnya.
- b. Tumpuan pada dinding sedemikian rupa sehingga luas yang mendukung harus cukup besarnya.
- c. Lantai harus dijangkarkan pada dinding sedemikian rupa sehingga mencegah dinding melentur.
- d. Lantai harus mempunyai massa yang cukup untuk dapat meredam gempa suara.
- e. Porositas lantai sekaligus harus memberikan isolasi yang baik terhadap hawa dingin dan panas.
- f. Lantai harus memiliki kualitas yang baik dan harus dapat dipasang dengan cara cepat.
- g. Konstruksi lantai harus sedemikian rupa sehingga setelah umur pemakaian yang cukup panjang tidak kehilangan kekuatan.

Tenri uji (2013), mengatakan bahwa pelat merupakan suatu elemen struktur yang mempunyai ketebalan relative kecil jika dibandingkan dengan lebar dan panjangnya. Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak langsung di atas tanah. Pelat didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Adapun kegunaan dari pelat lantai adalah: memisahkan ruang bawah dan ruang atas, untuk meletakkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah,

meredam suara dari ruang atas atau ruang bawah dan menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

### **2.2.2. Beton Panel**

Beton panel merupakan salah satu jenis beton ringan yaitu beton yang memiliki berat jenis lebih ringan dari beton pada umumnya. Beton panel juga merupakan beton pracetak dimana pembuatannya adalah hasil pabrikasi/dicetak terlebih dahulu dipabrik untuk kemudian dipasang pada struktur yang dimaksud sehingga membentuk suatu bangunan yang utuh.

Menurut Wisanggeni (2017), pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off site fabrication*). Komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*) dan selanjutnya dipasang dilokasi (*installation*). *Precast* dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur bangunan pada suatu tempat/lokasi yang berbeda dengan tempat/lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan.

Najoan (2016), menyebutkan bahwa beton pracetak adalah seluruh atau sebagian dari elemen struktur yang dicetak pada satu tempat tertentu baik yang berada dilingkungan proyek maupun jauh dari proyek (pabrik) yang kemudian akan dipasang pada strukturnya. Beton pracetak yang dilakukan di pabrik biasanya melalui produksi massal secara berulang dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan pemesanan. Teknologi pracetak ini dapat diterapkan pada berbagai jenis material, diantaranya material beton. Beton pracetak sebenarnya tidak

berbeda dengan beton yang sering dijumpai dalam bangunan pada umumnya, yang membedakan hanyalah proses produksinya.

Penggunaan pelat beton pracetak dewasa ini sudah relatif banyak dijumpai pada pekerjaan bangunan, karena dapat mengurangi pemakaian bekisting dan perancah sehingga bisa mempercepat waktu pelaksanaan. Salah satu produk pracetak adalah beton panel yang merupakan salah satu jenis beton ringan. Pemakaian beton ringan ini otomatis akan mengurangi berat sendiri pelat lantai, sehingga menyebabkan penghematan dalam penggunaan besi tulangan. Disamping itu keberadaan beton ringan pada struktur plat disini juga mengurangi resiko bahaya gempa karena beban gempa rencananya juga berkurang.

*Dalam Riset Pengembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi (STRANAS) dengan “judul Beton Ringan Sebagai Bahan Panel Beton Pracetak Untuk Menunjang Industri Konstruksi”, (Abdullah, 2017), menyebutkan bahwa:*

Berat volume sebesar 1850 kg/m<sup>3</sup> dapat dianggap sebagai batasan dari beton ringan. Standar Nasional Indonesia (SNI) memberikan batasan kriteria beton ringan adalah dengan kepadatan < 1900 kg/m<sup>3</sup>. Beberapa metode yang digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan, yaitu:

- a. Membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen, sehingga terjadi banyak pori-pori udara didalam betonnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambah bubuk aluminium kedalam bubuk campuran beton;

- b. Menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung atau agregat buatan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan daripada beton biasa;
- c. Membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau pasir yang disebut sebagai beton non pasir.

Disebutkan pula, secara garis besar pembagian kelas beton ringan berdasarkan berat jenis dan kuat tekan yang harus dipenuhi dapat dibagi tiga, yaitu:

- a. Beton ringan dengan berat volume rendah (*low density concretes*) untuk nonstruktur dengan berat jenis antara 300 kg/m<sup>3</sup> sampai 800 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan antara 0,35 MPa sampai 7 MPa yang umumnya digunakan seperti dinding pemisah atau dinding isolasi;
- b. Beton ringan dengan kekuatan menengah (*moderate strength concretes*) untuk struktur ringan dengan berat jenis 800 kg/m<sup>3</sup> sampai 1350 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan antara 7 MPa sampai 17 MPa yang umumnya digunakan seperti dinding yang juga memikul beban;
3. Beton ringan struktur (*structural lightweight concretes*) untuk struktur dengan berat jenis antara 1350 kg/m<sup>3</sup> sampai 1900 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagaimana beton normal.

Dalam kamus lengkap teknik sipil, beton busa adalah beton yang mengandung busa *kalsium silika*. Beton ini hanya terdiri dari tiga bahan baku yaitu semen, air dan gelembung-gelembung gas/udara. Ukuran gelembung udara (busa) dalam beton busa sangat kecil kira-kira 0,1-1,0 mm dan tersebar merata

menjadikan sifat beton lebih baik untuk menghambat panas dan lebih kedap suara. Salah satu bahan pembuat busa untuk campuran beton adalah bahan berbasis *protein hydrolyzed* dalam adukan beton. Fungsi dari *foam agent* ini adalah untuk menstabilkan gelembung udara selama pencampuran dengan cepat.

Bahan pembentuk *foam agent* dapat berupa bahan alami dan buatan. *Foam agent* dengan bahan alami berupa *protein* yang memiliki kepadatan 80 gram/liter, sedangkan bahan buatan berupa *synthetic* memiliki kepadatan 40 gram/liter.

Dalam penelitian ini akan digunakan beton ringan produk DEPANEL. DEPANEL merupakan material bahan bangunan dalam dunia konstruksi berbentuk panel beton ringan pengganti batu bata konvensional maupun pelat lantai konvensional yang terbuat dari semen dan agregat polystyrene yang dipadukan sedemikian rupa pada permukaan fiber semen non-asbestos. DEPANEL dapat digunakan sebagai dinding dan lantai pengganti dak-cor konvensional. DEPANEL dapat pula digunakan sebagai dinding penahan beban pada bangunan satu lantai, sehingga pekerjaan bangunan cepat diselesaikan dan menghemat biaya namun tetap kuat (Brosur DEPANEL, 2017).

DEPANEL mempunyai slogan cepat, hemat dan kuat, karena berbagai macam proyek konstruksi yang menggunakan material ini dapat diselesaikan dengan cepat sehingga mampu menghemat waktu dan hemat biaya, sangat mudah pemasangannya, dapat dipotong dengan menggunakan gergaji listrik dan merupakan bahan siap pakai yang dapat langsung diaplikasi dengan material dekoratif. Satu lagi keunggulan Depanel adalah kekuatannya yang telah

memenuhi standar bangunan modern masa kini yang telah teruji oleh badan PUSKIM PU dan Sucofindo(depanel.co.id). Sehingga secara umum material DEPANEL sudah mempunyai dan memenuhi fungsi struktural.

Secara umum DEPANEL memiliki beberapa keunggulan (brosur DEPANEL, 2017), diantaranya :

- Cepat dalam pelaksanaan dan hemat biaya
- Kuat dan handal
- Tahan terhadap tekanan
- Ringan dan mudah dipasang
- Tahan api
- Tahan air dan kelembaban
- Kedap suara
- Cocok pada segala bangunan
- Dapat finishing dengan berbagai cat

#### **2.2.2.1. Tahapan Pelaksanaan Beton Panel**

Sebagaimana pada sistem pracetak, pada pelaksanaan beton panel disini terdiri dari beberapa tahapan (Najoan dkk), yaitu:

1. Tahap pengiriman, yaitu tahapan dimana beton panel yang sudah jadi dikirim dari pabrik ke lokasi pekerjaan. Dalam hal ini perlu diperhatikan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk sampai ke lokasi pekerjaan, Selain itu jika perlu merencanakan jalan alternatif seandainya terdapat hambatan pada jalur yang biasa dilewati.

2. Tahap penurunan beton ringan di lokasi pekerjaan, yaitu tahapan dimana beton ringan diturunkan dan ditumpuk di lokasi pekerjaan. Dalam menurunkan beton ringan harus disesuaikan dengan keadaan lokasi agar tidak mengganggu pekerjaan lain yang sedang berlangsung. Untuk itu harus disediakan ruang khusus untuk menampung beton panel sesuai jumlah yang dibutuhkan.
3. Tahap penyusunan/pemasangan beton ringan pada struktur yang sudah direncanakan. Dalam hal ini diperlukan beberapa sumberdaya manusia yang cukup terampil agar dalam pemasangannya rapi dan sesuai harapan.
4. Tahap penyambungan. Pada tahapan ini dilakukan penyambungan beton ringan yang satu dengan yang lain baik dengan pengecoran atau pengelasan.

### **2.2.3. Beton Konvensional**

Beton konvensional adalah beton bertulang biasa, dimana proses pengerjaannya adalah pengecoran ditempat dengan cetakan atau acuan yang sudah dipasang sebelumnya pada struktur yang akan dikerjakan. Proses pembuatan atau pencampuran beton ini bisa dilakukan secara manual dengan campuran yang sudah disyaratkan atau dengan *mixer* yang sudah dipesan sebelumnya.

Beton bertulang terdiri dari campuran beton (semen, pasir, koral dan air) sesuai mutu yang disyaratkan, kemudian dituang didalam cetakan yang sudah disiapkan sesuai dimensi beton yang diharapkan, dimana dalam cetakan tersebut sudah dipasang tulangan (besi polos atau besi ulir) yang sudah dirangkai dengan kawat beton sedemikian rupa sesuai yang disyaratkan.

### **2.2.3.1. Tahapan Pelaksanaan Beton Konvensional**

Pada pelaksanaan beton konvensional, terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui (Najoran dkk), yaitu:

1. Tahap pembersihan. Dalam tahapan ini pelaksana harus memastikan bahwa cetakan atau acuan benar-benar dalam keadaan bersih dari kotoran yang bisa mengurangi kualitas beton.
2. Tahap pembuatan bekisting. Untuk struktur plat lantai pembuatan bekisting dilakukan sebelum pembesian agar sesuai dengan level yang sudah direncanakan. Sebelum dilakukan pengecoran sebaiknya bekisting terlebih dahulu diolesi dengan oli atau minyak bekisting agar mudah dalam pembongkarannya nanti.
3. Tahap Pembesian. Sebagaimana disebutkan diatas bahwa pembesian untuk plat lantai dilakukan setelah bekisting terpasang. Pembesian disini meliputi, pemotongan besi tulangan, pembengkokan dan perakitan besi tulangan sesuai ukuran dan besi yang sudah disyaratkan atau sesuai gambar.
4. Tahap Pengecoran. Pengecoran dilakukan setelah beton benar-benar siap dituang kedalam cetakan, dalam hal ini material pembentuk beton sudah diaduk dan tercampur secara merata sesuai spesifikasi yang sudah ditentukan. Proses pengecoran beton harus dilakukan sedekat mungkin dengan lokasi yang akan dicor untuk menghindari jatuhnya beton diluar cetakan.



#### **2.2.4. Rencana Anggaran Biaya**

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah merencanakan suatu bangunan dalam bentuk penggunaannya beserta besar biaya yang diperlukan dan susunan-susunan pelaksanaan dalam bidang administrasi maupun pelaksanaan kerja dalam bidang teknik (Nurani, 2017). Dalam merencanakan suatu anggaran biaya konstruksi, terlebih dahulu kita harus mengetahui gambar rencana dan *bestek*, spesifikasi yang dibutuhkan, harga bahan/material, upah tenaga kerja dan peralatan yang dibutuhkan.

Perhitungan anggaran biaya harus benar-benar teliti dan dibuat dengan jelas sehingga bisa dibaca dan dipahami oleh semua pihak yang membutuhkannya. Perhitungan anggaran biaya harus dilakukan oleh seorang estimator yang cukup berpengalaman dibidangnya agar menghasilkan penganggaran yang baik sehingga dalam pelaksanaannya tidak mengalami kerugian baik bagi pemilik proyek maupun bagi kontraktor yang melaksanakan pekerjaan tersebut.

Selanjutnya Nurani (2017), mengatakan anggaran biaya suatu proyek memiliki nilai besar, terdapat beberapa segmen pekerjaan yang biaya pekerjaannya memiliki pengaruh yang besar pada biaya proyek secara keseluruhan. Sehingga anggaran biaya tersebut harus dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Biaya pada segmen-segmen pekerjaan tersebut dipengaruhi dari beberapa aspek, diantaranya dilihat dari segi bahan, cara pengerjaan, jumlah tenaga kerja, waktu pelaksanaan (penjadwalan) dan lain-lain.

Menurut Wisanggeni (2017), analisa biaya dilakukan untuk memperoleh perkiraan biaya pelaksanaan suatu pekerjaan dengan berdasarkan sumber daya yang ada dan metode pelaksanaan tertentu. Dalam melakukan analisa biaya terlebih dahulu harus mengetahui spesifikasi yang digunakan dalam perencanaan konstruksi tersebut. Misalnya untuk volume menggunakan satuan m<sup>3</sup>, sedangkan untuk 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) (Wisanggeni, 2017). Untuk menghitung RAB dapat digunakan rumus sebagai berikut :  **$RAB = \Sigma[\text{Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}] \dots \dots \dots (2.1)$**

Dalam rencana anggaran biaya terdapat dua komponen yang dibutuhkan untuk memulai perhitungan, yaitu komponen biaya langsung (*direct cost*) seperti kebutuhan pembayaran gaji, pembelian material, alat yang akan digunakan dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) seperti overhead, profit dan tax. (Wisanggeni, 2017).

Tenri uji (2013), menyebutkan bahwa perkiraan biaya adalah memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia. Perkiraan biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada taraf pertama dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek. Selanjutnya perkiraan biaya memiliki fungsi dengan spektrum yang amat

luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan maupun waktu.

Meskipun kegunaannya sama, namun penekanannya berbeda untuk masing-masing organisasi peserta proyek. Bagi pemilik, angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelayakan investasi. Bagi kontraktor, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung pada seberapa jauh kecakapan membuat perkiraan biaya. Sedangkan bagi konsultan, angka tersebut diajukan kepada pemilik sebagai usulan jumlah biaya terbaik untuk berbagai kegunaan sesuai perkembangan proyek. (Tenri Uji, 2013)

Menurut Rizal (2012), estimasi biaya merupakan penentuan dari kemungkinan biaya konstruksi dari suatu proyek. Banyaknya jenis pekerjaan mempunyai pengaruh dan kontribusi untuk suatu proyek, setiap pekerjaan harus dianalisis, dihitung dan ditetapkan harganya. Karena estimasi disiapkan sebelum pelaksanaan proyek konstruksi, sehingga diperlukan adanya proses penelitian dilapangan.

Estimasi biaya mempunyai peranan penting dalam suatu tender. Agar kontraktor dapat bertahan dalam bisnis konstruksi, maka seorang kontraktor harus mempunyai klasifikasi penawaran terendah dalam suatu proyek, dimana keuntungan batasnya disetujui dengan tetap mengutamakan kualitas yang sesuai. (Rizal, 2012).

Kualitas suatu estimasi biaya proyek tergantung pada tersedianya data dan informasi, teknik atau metode yang digunakan serta kecakapan dan pengalaman estimator. Tersedianya data dan informasi memegang peranan penting dalam hal kualitas biaya proyek yang dihasilkan. (Rizal, 2012).

Rizal (2012), mengatakan sebelum memulai estimasi biaya, harus terlebih dahulu diketahui untuk siapa estimasi biaya dibuat dan kapan saatnya. Secara umum ada 4 jenis estimasi biaya, yaitu :

1. Estimasi kasar untuk pemilik

Estimasi ini dibutuhkan oleh pemilik untuk memutuskan apakah akan meneruskan ide membangun proyek atau menggagalkannya. Estimasi ini masih global sekali dan biasanya pemilik dibantu oleh konsultan yang melaksanakan studi kelayakan untuk mendapatkannya.

2. Estimasi pendahuluan oleh konsultan perencana

Estimasi pendahuluan dibuat setelah gambar desain dan rencana kerja dan syarat-syarat selesai dibuat. Estimasi ini lebih teliti daripada estimasi kasar.

3. Estimasi detail oleh kontraktor

Estimasi detail dibuat oleh kontraktor dengan melihat bestek dan gambar bestek yang disusun oleh konsultan. Estimasi ini lebih terinci karena telah memperhitungkan segala kemungkinan seperti keadaan proyek, metode pelaksanaan dan lokasi material. Estimasi detail dibuat oleh kontraktor dalam bentuk penawaran saat pelelangan pekerjaan dan menjadi harga tetap (fixrd price) kontrak setelah ditunjuk menjadi pemenang dan surat perjanjian ditandatangani.

#### 4. Biaya sesungguhnya setelah proyek selesai

Bagi pemilik harga tetap tersebut tidak berubah lagi, kecuali dalam pelaksanaannya proyek mengalami pekerjaan tambah-kurang. Sedangkan bagi kontraktor harga tersebut adalah penerimaan yang pasti, sedangkan biaya sesungguhnya (real cost) adalah semua pengeluaran yang dibutuhkan untuk menyesuaikan proyek tersebut. Selisih dari penerimaan dan biaya sesungguhnya merupakan keuntungan bagi kontraktor.

Adapun langkah-langkah dalam menghitung rencana anggaran biaya suatu proyek konstruksi adalah sebagai berikut :

##### 1. Mengamati dan mempelajari gambar rencana / bestek

Seorang estimator harus bisa memahami dan membaca gambar perencanaan agar nantinya bisa menghitung volume masing-masing pekerjaan.

##### 2. Rencana Kerja dan Syarat (RKS)

Rencana kerja dan syarat disini diperlukan untuk mengetahui jenis dan spesifikasi bahan yang ditentukan serta syarat-syarat teknis yang harus dipenuhi.

##### 3. Analisa Harga Satuan Kegiatan

Harga satuan kegiatan adalah harga suatu kegiatan per satuan waktu atau volume tertentu yang didapatkan dari spesifikasi penggunaan sumberdaya tenaga kerja, bahan dan peralatan (Oetomo, 2014). Dari daftar analisa harga satuan ini diperoleh harga bahan/material dan upah tenaga kerja serta koefisien dari masing-masing pekerjaan. Daftar analisa harga satuan yang digunakan pada pekerjaan ini adalah harga satuan berdasarkan analisa dari pemerintah setempat dimana proyek tersebut dilaksanakan dalam hal ini daftar analisa yang dikeluarkan oleh

pemerintah Kabupaten Pamekasan dan dari perusahaan yang sudah ditentukan untuk material yang menggunakan material khusus yang tidak ada dalam harga satuan pemerintah setempat.

#### 4. Menghitung Volume Pekerjaan

Menurut Nurani (2017), yang dimaksud dengan volume suatu pekerjaan ialah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satuan volume. Setiap jenis pekerjaan mempunyai satuan volume yang berbeda tergantung analisa masing-masing pekerjaan. Metode untuk membuat perkiraan biaya proyek dengan menentukan volume pekerjaan adalah membuat perkiraan biaya dengan mengukur volume komponen-komponen proyek melalui gambar rencana dan spesifikasi kerja (Oetomo, 2014).

#### 5. Menghitung Biaya Pekerjaan

Setelah volume pekerjaan diketahui dan harga satuan satuan bahan/material maupun peralatan yang dimaksud didapat, selanjutnya menghitung rencana anggaran biaya setiap item pekerjaan dengan persamaan (2.1). Rencana anggaran biaya ini digunakan sebagai acuan bagi pemilik pekerjaan, kontraktor maupun pengawas dalam melaksanakan pekerjaan dilapangan.

##### **2.2.4.1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)**

Menurut Wisanggeni (2017), *Direct Cost* adalah biaya yang mudah ditelusuri ke *cost object*. Bila *cost object*-nya suatu produk, sebagai contoh adalah meja tulis, maka kayu merupakan *direct cost* terhadap *cost object* meja tulis karena kayu dengan mudah dapat ditelusuri pemakaiannya ke meja. Dengan kata

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

a. Biaya bahan / material

Merupakan harga bahan atau material yang digunakan untuk proses pelaksanaan konstruksi, yang sudah memasukkan biaya angkutan, biaya *loading* dan *unloading*. Biaya pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi.

b. Upah tenaga kerja

Adalah biaya yang dibayarkan kepada tenaga kerja atau buruh dalam menyelesaikan suatu jenis pekerjaan sesuai dengan keterampilan dan keahliannya masing-masing.

c. Biaya peralatan

Merupakan biaya yang diperlukan untuk kegiatan sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar dan biaya operasi. Juga dapat dimasukkan upah operator mesin dan pembantunya.

#### **2.2.4.2. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)**

Menurut Wisanggeni (2017), *Indirect Cost* adalah biaya yang tidak mudah ditelusuri ke *cost object* sekalipun dapat ditelusuri tapi dengan cara yang tidak ekonomis. Bila *cost object*-nya adalah meja, maka biaya listrik yang dipakai untuk penerangan merupakan *indirect cost* terhadap *cost object* meja karena berapa penerangan yang diserap oleh meja sulitlah untuk diukur. Pembebanan *indirect cost* ke *cost object* disebut *allocation*.

Biaya tak langsung terdiri dari (Wisanggeni, 2017) :

a. *Overhead* umum

*Overhead* umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek itu, misalnya sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis, air, listrik, telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil.

b. *Overhead* proyek

*Overhead* proyek adalah biaya yang dapat dibebankan kepada proyek tetapi tidak dapat dibebankan kepada biaya bahan-bahan, upah tenaga kerja atau biaya alat-alat seperti misalnya asuransi, telepon yang dipasang diproyek, pembelian tambahan dokumen kontrak pekerjaan, pengukuran (survey), surat-surat ijin dan lain sebagainya. Jumlah overhead berkisar antara 12% sampai 30%.

c. Profit

Profit merupakan keuntungan yang didapat oleh pelaksana kegiatan proyek (kontraktor) sebagai nilai imbal jasa dalam proses pengadaan proyek yang sudah dikerjakan. Secara umum keuntungan yang diset oleh kontraktor dalam penawarannya berkisar antara 10% sampai 12%.

d. Pajak

Pajak disini merupakan berbagai macam pajak seperti PPn, PPh dan pajak lainnya yang dikenakan atas hasil operasi perusahaan.



### **2.2.5. Penjadwalan**

Penjadwalan merupakan fase menterjemahkan suatu perencanaan kedalam suatu diagram-diagram dalam bentuk aktifitas sesuai dengan skala waktu yang mana setiap aktifitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya ekonomis (Wisanggeni, 2017).

Sebagaimana seorang estimator dalam menghitung anggaran biaya, dalam menghitung pejadwalan suatu pekerjaan juga diperlukan seorang yang pengalaman khususnya dalam bidang konstruksi. Hal ini diperlukan untuk mengetahui berapa lama pekerjaan tersebut bisa diselesaikan sehingga dihasilkan pekerjaan yang efektif dalam segi waktu. Dalam melakukan penjadwalan harus mengetahui langkah-langkah dan tahapan dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Selain itu dalam menyusun waktu pelaksanaan pekerjaan dimana terdapat beberapa item pekerjaan harus memahami urutan dari setiap pekerjaan, pekerjaan mana yang harus dilaksanakan terlebih dahulu dan pekerjaan mana yang bisa dilaksanakan bersamaan.

Menurut Rizal (2012), penjadwalan waktu merupakan fase menterjemahkan perencanaan kedalam suatu diagram waktu. Penjadwalan adalah kapan aktivitas-aktivitas dimulai dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan. Pada umumnya dikenal dua tipe penjadwalan yaitu penjadwalan waktu untuk proyek-proyek yang tidak berulang seperti proyek konstruksi gedung dan penjadwalan waktu untuk proyek-proyek berulang seperti pembangunan rumah untuk perumahan.

Penjadwalan proyek akan menjadi efektif apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut (Oetomo, 2014) :

1. Dapat dimengerti dan dipahami oleh tim proyek,
2. Dapat digunakan untuk melakukan identifikasi paket kerja yang kritis,
3. Dapat dimodifikasi sesuai dengan yang diperlukan dan fleksibel dalam pemakaian,
4. Dapat digunakan untuk menunjukkan bagian yang penting dan terperinci untuk menyediakan dasar-dasar pelaporan, penilaian dari penggunaan sumberdaya,
5. Dapat digunakan untuk menentukan perkiraan waktu yang dapat dipercaya untuk memenuhi keberadaan sumberdaya,
6. Cocok dengan rencana organisasi lainnya terhadap pembagian sumberdaya.

#### **2.2.5.1. Teknik Penjadwalan**

Rizal (2012), juga mengatakan ada beberapa metode penjadwalan waktu yang dipergunakan untuk merencanakan kegiatan pelaksanaan pekerjaan konstruksi, dimana masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Untuk itu, dalam pemanfaatannya biasa dipakai metode kombinasi.

Metode penjadwalan waktu antara lain : (Rizal, 2012)

##### **A. Diagram Balok (*Gantt Bar Chart*)**

Bar chart digunakan secara dalam proyek konstruksi karena sederhana, mudah pembuatannya dan mudah dimengerti oleh pemakainya. Bar chart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, sedangkan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari suatu

kegiatan dapat terlihat dengan jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang.

Menurut Oetomo (2014), *Gantt Chart* adalah metode penjadwalan paling tua dan digunakan lebih efektif untuk kegiatan sederhana dan dalam jangka waktu pendek. *Gantt Chart* tidak berisi informasi yang terperinci, dimana hanya merefleksikan perintah yang memungkinkan. *Gantt Chart* tidak menunjukkan informasi yang berurutan diantara aktivitas, dan juga *Gantt Chart* tidak dapat menceritakan apakah penjadwalan hasil dari *Gantt Chart* dapat menyelesaikan proyek dalam waktu yang paling pendek atau menggunakan sumberdaya yang paling efektif, *Gantt Chart* hanya merefleksikan bagaimana pekerjaan dikerjakan.

Proses penyusunan diagram batang dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: (Rizal, 2012)

1. Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
2. Urutan pekerjaan, dari daftar item kegiatan itu disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, tanpa megesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan secara bersamaan.
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai dengan seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan.

Rizal (2012), Diagram balok memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan sistem penjadwalan lainnya. Kelebihan-kelebihan diagram balok sangat membantu perencanaan jadwal pada tahap pendahuluan suatu proyek konstruksi dan perekayasaan dimana perubahan sering terjadi.

Keuntungan dan manfaat diagram balok antara lain :

1. Bentuk grafiknya mudah dimengerti oleh semua tingkat manajemen, sehingga dapat diterima dan digunakan dalam pelaksanaan secara luas.
2. Merupakan alat perencanaan dan penjadwalan yang baik, hanya memerlukan sedikit penyempurnaan dan pembaharuan disbanding sistem-sistem yang lebih canggih.

Sedangkan kelemahan diagram balok antara lain :

1. Hubungan antara masing-masing aktivitas tidak bisa dilihat dengan jelas.
2. Diagram balok tidak memadai untuk dipakai dalam pekerjaan pengawasan, karena aktivitas-aktivitas yang sangat menentukan ketepatan waktu tidak terlihat dengan jelas.
3. Alternatif untuk memperbaiki jadwal pelaksanaan kegiatan lainnya tidak dapat dibaca pada diagram balok.
4. Apabila terdapat satu atau beberapa aktivitas mengalami keterlambatan, maka gambaran keseluruhan sulit untuk diketahui secara tepat sejauh mana hal tersebut akan mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek.

### B. Diagram Garis (*Time Production Graph*)

Tampilan informasi diagram garis menunjukkan 2 variabel, yaitu sumbu x menunjukkan waktu dan sumbu y menunjukkan volume pekerjaan. Sebuah garis miring menyatakan 1 aktivitas, dimana proyeksi ke sumbu x menyatakan waktu pelaksanaan aktivitas dan proyeksi ke sumbu y menyatakan volume aktivitasnya. Makin besar sudut yang dibentuk terhadap sumbu x makin tegak aktivitas berarti makin cepat pelaksanaan aktivitas tersebut. Letak garis aktivitas dalam diagram menyatakan saat mulai dan saat berakhirnya suatu aktivitas.

### C. Diagram Panah (*Arrow Diagram*)

Status aktivitas dalam diagram panah yang juga biasa dikenal dengan metode CPM ditentukan dan digambarkan dalam jaringan kerja (network) dengan memperhatikan hubungan antar aktivitas. Urutan aktivitas menggambarkan ketergantungan aktivitas tersebut terhadap aktivitas lain.

Selain itu dalam metode diagram panah juga dikenal dengan metode PERT. Oetomo (2014), PERT dan CPM sering digunakan daripada metode penjadwalan lainnya, hal ini karena metode tersebut dapat digunakan dalam bentuk jaringan yang bersifat kompleks. Ada ketergantungan antara kegiatan yang satu dengan kegiatan lainnya, sehingga apabila ada kendala pada salah satu kegiatan maka akan berdampak pada kegiatan lainnya. Dengan demikian metode tersebut menjadi penting karena setiap kegiatan dapat dipantau dan diantisipasi sehingga diharapkan waktu yang digunakan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya.

#### D. Diagram Precedence (*Precedence Diagram Method*)

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan dengan lambing segi empat, karena letak kegiatan dibagian node sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON).

Kelebihan PDM dengan Arrow Diagram adalah :

1. Tidak diperlukan kegiatan fiktif / *dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana.
2. Hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

#### E. Diagram Skala Waktu (*Time Scale Diagram*)

Satuan waktu dapat sebagai minggu, hari bahkan jam ataupun menit asalkan seluruh kegiatan menggunakan satuan waktu yang sama. Sebagai contoh, sesuatu kegiatan membutuhkan waktu satu setengah minggu atau satu minggu dan tiga hari. Rentang waktu tersebut akan diterjemahkan ke dalam jumlah hari kerja nyata yang diperlukan, sehingga tidak menggunakan dasar perhitungan tujuh hari setiap minggunya. Penjadwalan ini ditandai dengan memberikan notasi yang biasa diberikan. Setiap rentang waktu kegiatan ditunjukkan dalam tanda kurung dan dituliskan dibawah anak panah yang sekaligus mewakili kegiatan yang bersangkutan.