

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen konstruksi adalah perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya suatu proyek. Manajemen konstruksi akan memudahkan segala bentuk sumber daya yang ada untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Oleh karena itu, perlu penjadwalan yang rinci dan runtut untuk mengetahui waktu paling efektif dalam penyelesaian proyek konstruksi (Ahmad Rico, 2022).

Pembahasan pada tinjauan pustaka meliputi metode pelaksanaan, rumus perhitungan volume, rumus perhitungan durasi, uraian rencana anggaran biaya pelaksanaan, uraian penjadwalan proyek, dan referensi literatur.

2.1 Hasil Penelitian / Perancangan Terdahulu

Penelitian mengenai Analisa perbandingan bekisting konvensional dengan bekisting aluminium sudah pernah dilakukan sebelumnya. Adapun penelitian yang sudah pernah dilakukan dan dapat dijadikan sebagai tinjauan Pustaka ialah sebagai berikut :

1. Nugroho (2018) telah melakukan penelitian dengan judul, “Analisis Perbandingan Biaya Bekisting Antara Bekisting Multiplek dan Bekisting Tegofilm untuk Kolom Gedung Bertingkat”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perbandingan biaya pelaksanaan terhadap pekerjaan bekisting multiplek dan bekisting tegofilm. Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu, mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan bekisting multiplek dan bekisting tegofilm bagi dunia konstruksi. Objek yang diteliti merupakan proyek pembangunan Rumah Sakit JIH Solo yang akan membandingkan bekisting menggunakan material multiplek dengan menggunakan material tegofilm, hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu untuk pekerjaan bekisting kolom pembangunan Rumah Sakit JIH Solo menggunakan material multiplek sebesar Rp. 2.056169.928,10 dan menggunakan material tegofilm sebesar Rp 2.197.607.374,73 dengan selisih biaya sebesar Rp 141.437.446,63 atau 7% lebih murah material multiplek dibandingkan material tegofilm. Dengan selisih biaya tersebut penggunaan material bekisting tegofilm menjadi salah satu material alternatif untuk bekisting kolom karena permukaan beton menjadi lebih halus, memiliki tekstur yang baik, dan menghemat waktu terutama pada kolom expose yang tidak membutuhkan pekerjaan plesteran dan pekerjaan acian.
2. Susilo (2019) telah melakukan penelitian dengan judul, “Analisa Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi-Sistem pada Kolom Bangunan Gedung”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perbandingan biaya pelaksanaan terhadap pekerjaan tersebut. Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu, mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem bagi dunia konstruksi dapat menentukan rancangan mana yang lebih efisien. Objek yang diteliti merupakan Proyek Pembangunan *The Green Park Apartemen and Mall* dengan subjek penelitian perbandingan biaya bekisting konvensional dan semi-sistem pada konstruksi gedung atas, hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu menggunakan bekisting konvensional sebesar Rp. 1.902.728.133,86 dan menggunakan bekisting semi-sistem sebesar Rp. 1.599.868.777,12 perbandingan biaya dari kedua metode yaitu metode bekisting konvensional 1.189 kali lebih mahal dibandingkan metode bekisting semi-sistem.

3. Guntoro (2020) telah melakukan penelitian dengan judul, “Analisis Perbandingan Nilai Ekonomis Bekisting Multiplek dan Bekisting Tegofilm pada Pelat Balok”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan terhadap pekerjaan tersebut. Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dapat untuk menambah pengetahuan tentang pelaksanaan metode bekisting konvensional dan metode bekisting tegofilm.
Objek yang diteliti merupakan proyek pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Ilmu Agama Islam yang akan membandingkan bekisting menggunakan material multiplek dengan menggunakan material tegofilm yang dapat digunakan sebagai acuan pemilihan metode bekisting, hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu untuk pekerjaan bekisting pelat lantai dan balok menggunakan material multiplek sebesar Rp. 1.933.466.965,28 dan menggunakan material tegofilm sebesar Rp. 1.815.780.821,23 dengan selisih biaya sebesar Rp 117.686.144,05 atau 6% lebih murah material tegofilm dibandingkan material multiplek dengan ini material tegofilm untuk pekerjaan bekisting pelat lantai dan balok karena permukaan beton menjadi lebih halus, memiliki tekstur yang baik, dan menghemat waktu, terutama pada kolom expose yang tidak membutuhkan pekerjaan plesteran dan benangan.
4. Nadia (2021) telah melakukan penelitian dengan judul, “Metode Pelaksanaan Serta Perhitungan Waktu dan Biaya Pada Proyek Hotel Premier Inn Surabaya dengan Menggunakan *Aluminium Formwork*”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan serta metode terhadap pekerjaan tersebut. Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dapat untuk menambah pengetahuan tentang metode pelaksanaan beserta perhitungan waktu dan biaya dengan menggunakan bekisting *aluminium formwork*.
Objek yang diteliti merupakan proyek pembangunan Hotel Premier Inn Surabaya yang akan menganalisa perhitungan waktu dan biaya tersebut, hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dari hasil perhitungan biaya untuk pelaksanaan proyek pembangunan ini sebesar Rp. 5.926.280.166,40 dan hasil dari perhitungan waktu untuk pelaksanaan proyek pembangunan ini adalah 118hari mulai dari lantai 2 s/d 16.
5. Shelvira (2021) telah melakukan penelitian dengan judul, “Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya antara Metode *Aluminium Formwork* dan Metode *Table Formwork* pada Pelat Lantai Proyek Apartemen Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perbandingan waktu dan biaya antara metode *aluminium formwork* dan metode *table formwork*.
Objek yang diteliti merupakan proyek pembangunan Apartemen Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya yang akan menganalisa perhitungan waktu dan biaya, hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dari *Aluminium Formwork* dengan *Table Formwork* hasil penelitian ini yaitu dari hasil perhitungan biaya pelaksanaan ini sebesar Rp. 12.715.242.704,00 dengan hasil perhitungan waktu untuk metode ini adalah 135hari mulai dari lantai 4 s/d 11.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Bekisting

Bekisting merupakan bagian penting pada pekerjaan struktur beton. Beberapa pendapat para ahli mengenai bekisting antara lain :

1. Dipohusodo (1999) mengatakan bahwa bekisting merupakan pekerjaan yang penting dalam pelaksanaan pekerjaan beton, karena bentuk, posisi, serta ukuran dari beton ditentukan oleh pekerjaan bekisting dan sebagai struktur penyangga sementara bagi seluruh beban pada pekerjaan beton, serta pertimbangan optimasi biaya dalam perencanaan bekisting untuk pekerjaan beton akan melibatkan beberapa faktor, yaitu :
 - a. Harga bahan
 - b. Upah membuat, memasangkan, dan membongkar
 - c. Biaya penggunaan alat-alat
 - d. Siklus pemakaian ulang pada material bekisting.
2. Wigbout (1992) mengemukakan bahwa beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan beban suatu bekisting yaitu beban yang di topang, penggunaan bekisting yang berulang kali, cuaca, keausan perancah akibat hentakkan, maka dari itu beban vertical merupakan beban akibat bekisting yang di tahan oleh penopang dan beban horizontal merupakan beban akibat adanya angin dan pelaksanaan yang tidak sesuai dengan rencana. Dalam melakukan penghematan biaya bekisting perancangan konstruksi perlu memenuhi beberapa persyaratan, seperti :
 - a. Bentuk yang sederhana dan rata
 - b. Ukuran yang sama disetiap komponen struktur seperti balok, kolom, dan lantai
 - c. Celah (coran) dalam lantai pada tempat yang secara teknis dapat dipertanggung jawabkan.
3. Soeharto (2001) usaha pengendalian biaya merupakan salah satu potensi untuk dalam penghematan total biaya proyek yang akan dikeluarkan meliputi :
 - a. Dalam perancangan untuk system agar selalu memperhatikan aspek biaya
 - b. Menghindari rancangan yang berlibah
 - c. Menggunakan pendekatan berdasarkan optimasi desain.
4. Nawy (1997) pengambilan keputusan dalam pemilihan metode bekisting yang akan di gunakan harus memperhatikan beberapa faktor yaitu :
 - a. Kondisi sebuah struktur yang akan di kerjakan
Metode bekisting pada bangunan dengan dimensi struktur yang besar sangat tidak efisien apabila diterapkan pada struktur bangunan dengan dimensi kecil.
 - b. Luas bangunan
Material pada bekisting dapat digunakan pada struktur selanjutnya atau bersifat pakai ulang, sehingga luasan bangunan merupakan salah satu penentu dalam sirkulus pemakaian material dan berpengaruh pada biaya pekerjaan.
 - c. Peralatan dan material
Selain faktor tersebut masih terdapat pertimbangan lainnya yaitu waktu pekerjaan proyek, harga material, upah kerja, sarana transportasi dan lain sebagainya. Keputusan dalam penentuan metode bekisting yang akan diterapkan dapat diperoleh dengan melakukan pertimbangan secara matang.

Bekisting ialah struktur sementara yang dipasang untuk menahan beban beton pada saat pengecoran dan dilepaskan untuk digunakan kembali di masa yang akan datang. Bekisting itu sendiri juga berfungsi untuk memberikan bentuk pada beton memperoleh struktur permukaan beton yang diinginkan, serta menjadi penopang sampai beton cukup keras untuk memikul beban sendiri.

Terdapat 3 aspek yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan bekisting yaitu kualitas, keamanan, dan ekonomi. Sehingga menurut (Nawy, 2008) 3 faktor utama untuk mengoptimalkan material dan mendukung perencanaan bekisting yang efektif secara biaya dan waktu yaitu :

1. Desain dan perencanaan untuk penggunaan kembali yang maksimal
2. Bentuk perakitan yang ekonomis
3. Pemasangan dan pembongkaran yang efisien.

2.2.2 Metode Pekerjaan Bekisting

Pada perencanaan pelaksanaan pekerjaan bekisting yang efektif dan efisien terdapat beberapa metode pekerjaan yang dapat digunakan. Berikut adalah metode-metode pengerjaan bekisting yang menjadi fokus dalam penelitian tugas ini yaitu :

2.2.2.1 Bekisting Konvensional

Bekisting konvensional adalah bekisting yang terdiri dari papan dan kayu balok yang dikerjakan di tempat, bekisting jenis ini adalah bekisting yang setiap kali setelah dilepas dan dibongkar menjadi bagian-bagian dasar, dapat disusun Kembali menjadi sebuah bentuk lain.



Gambar 2.1 Bekisting Konvensional

(Sumber : Foto Dokumentasi Gedung Kantor Kecamatan Balongpanggang)

Bekisting konvensional merupakan bekisting yang memiliki komponen penyusunan yang terdiri dari kayu dan multiplek. Bekisting konvensional akan mengalami kerusakan ketika dilakukan pembongkaran yang nantinya tidak bisa digunakan Kembali pada pekerjaan

selanjutnya, tetapi apabila material kayu masih memungkinkan untuk dipakai maka dapat digunakan Kembali untuk pekerjaan bekisting pada elemen struktur yang lain.

2.2.2.2 Bekisting Aluminium

Bekisting aluminium merupakan suatu system bekisting yang komponennya terdiri dari panel-panel dan aksesoris lainnya yang terbuat dari aluminium. Bekisting aluminium dirancang sesuai dengan desain arsitektur bangunan, sehingga struktur beton yang jadi sudah mewakili tampak gedung yang terdiri dari kolom, balok, plat, dan tangga.



Gambar 2.2 Bekisting Aluminium

(Sumber : <https://www.its.ac.id/news/2020/11/20/aluminium-formwork-strategi-pembangunan-infrastruktur-ala-mahasiswa-its/>)

2.2.3 Item Pekerjaan Struktur Atas

Penyusunan proyek akhir ini berfokus pada perhitungan waktu dan biaya pekerjaan struktur atas yang meliputi kolom, balok, pelat, dan tangga. Penjelasan uraian tiap item pekerjaan adalah sebagai berikut :

2.2.3.1 Pekerjaan Kolom

Pelaksanaan pekerjaan kolom secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Tahapan aktivasi pekerjaan kolom sebagai berikut :

1. Pekerjaan Pembesian.

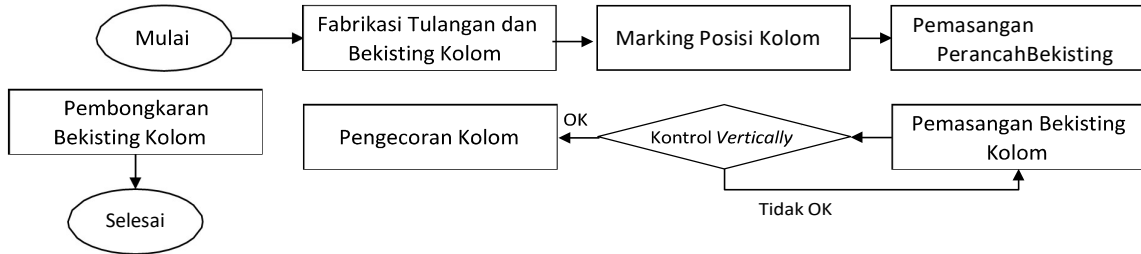
Pekerjaan pembesian pada kolom diawali dengan fabrikasi tulangan, fabrikasi besi untuk kolom terdiri dari pemotongan besi, pembengkokan besi untuk sengkang, dan perakitan tulangan. Setelah tulangan selesai dirakit, kemudian diikat dan pindahkan sesuai titik kolom.

2. Pekerjaan Bekisting.

Pemasangan bekisting kolom dibuatkan sesuai dengan bentuk dan ukuran kolom yang akan di cor, sebelum bekisting dipasang dilakukan pengecekan agar lurus secara vertikal maupun horizontal. Bekisting kemudian dipasang pada kolom dan dikencangkan.

3. Pekerjaan Pengecoran

Pada kolom dilakukan pengecoran secara vertikal dituangkan beton dari truck mixer kemudian beton dituangkan kedalam bekisting menggunakan ember dan sebagainya. Dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan alat bantu seperti kayu.



Gambar 2.3 Bagan Alur Pekerjaan Kolom

(Sumber : Data Proyek 2023)

2.2.3.2 Pekerjaan Balok

Pelaksanaan pekerjaan balok secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Tahapan aktivasi pekerjaan kolom sebagai berikut :

1. Pekerjaan Pembesian.

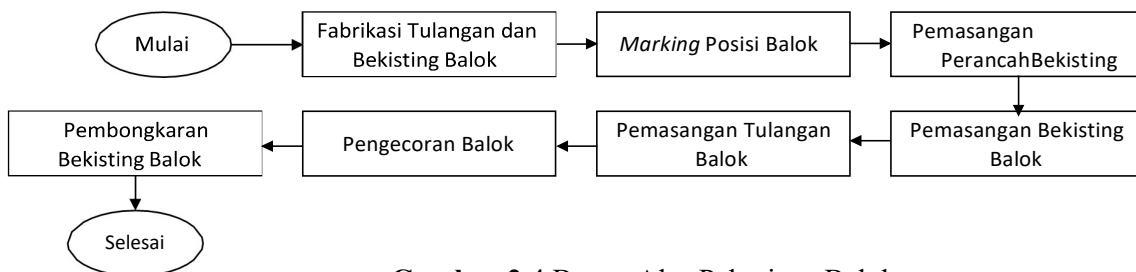
Pekerjaan pembesian pada kolom diawali dengan fabrikasi tulangan, fabrikasi besi untuk balok terdiri dari pemotongan besi, pembengkokan besi untuk sengkang, dan perakitan tulangan. Setelah tulangan selesai dirakit, kemudian diikat dan pindahkan sesuai titik balok.

2. Pekerjaan Bekisting.

Pemasangan bekisting balok dibuatkan sesuai dengan bentuk dan ukuran balok yang akan di cor, sebelum bekisting dipasang dilakukan pengecekan agar lurus secara vertikal maupun horizontal. Bekisting kemudian dipasang pada kolom dan dikencangkan.

3. Pekerjaan Pengecoran.

Pada balok dilakukan pengecoran secara vertikal dituangkan beton dari truck mixer kemudian beton dituangkan kedalam bekisting menggunakan ember dan sebagainya. Dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan alat bantu seperti kayu.



Gambar 2.4 Bagan Alur Pekerjaan Balok

(Sumber : Data Proyek 2023)

2.2.3.3 Pekerjaan Pelat

Pelaksanaan pekerjaan pelat secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Tahapan aktivasi pekerjaan pelat sebagai berikut :

1. Pekerjaan Pembesian.

Pekerjaan pembesian pada pelat diawali dengan fabrikasi tulangan, fabrikasi besi untuk pelat terdiri dari pemotongan besi, pembengkokan besi untuk Sengkang, dan perakitan tulangan. Setelah tulangan selesai dirakit, kemudian diikat dan pindahkan sesuai titik pelat.

2. Pekerjaan Bekisting.

Pemasangan bekisting pelat dibuatkan sesuai dengan bentuk dan ukuran pelat yang akan di cor, sebelum bekisting dipasang dilakukan pengecekan agar lurus secara vertikal maupun horizontal. Bekisting kemudian dipasang pada pelat dan dikencangkan.

3. Pekerjaan Pengecoran.

Pada pelat dilakukan pengecoran secara vertikal dituangkan beton dari truck mixer kemudian beton dituangkan kedalam bekisting menggunakan ember dan sebagainya. Dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan alat bantu seperti kayu.



Gambar 2.5 Bagan Alur Pekerjaan Pelat
(Sumber : Data Proyek 2023)

2.2.3.4 Pekerjaan Tangga

Pelaksanaan pekerjaan tangga secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Tahapan aktivasi pekerjaan pelat sebagai berikut :

1. Pekerjaan Pembesian.

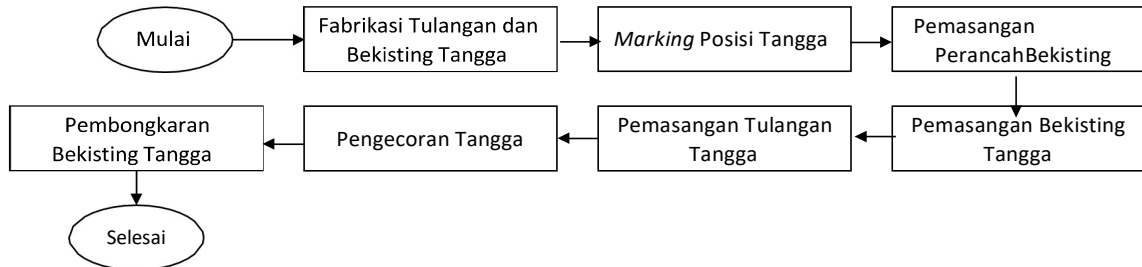
Pekerjaan pembesian pada tangga diawali dengan fabrikasi tulangan, fabrikasi besi untuk tangga terdiri dari pemotongan besi, pembengkokan besi untuk sengkang, dan perakitan tulangan. Setelah tulangan selesai dirakit, kemudian diikat dan pindahkan sesuai titik tangga.

2. Pekerjaan Bekisting.

Pemasangan bekisting tangga dibuatkan sesuai dengan bentuk dan ukuran tangga yang akan di cor, sebelum bekisting dipasang dilakukan pengecekan agar lurus secara vertikal maupun horizontal. Bekisting kemudian dipasang pada tangga dan dikencangkan.

3. Pekerjaan Pengecoran.

Pada tangga dilakukan pengecoran secara vertikal dituangkan beton dari truck mixer kemudian beton dituangkan kedalam bekisting menggunakan ember dan sebagainya. Dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan alat bantu seperti kayu.



Gambar 2.6 Bagan Alur Pekerjaan Tangga
(Sumber : Data Proyek 2023)

2.2.4 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tertentu.

Secara umum ada 4 fungsi utama dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) yaitu :

1. Merupakan jumlah total biaya pekerjaan yang menguraikan masing-masing item pekerjaan yang akan dibangun.
2. Menetapkan daftar dan jumlah material yang dibutuhkan dalam RAB harus dipastikan jumlah masing-masing material setiap komponen pekerjaan.
3. Sebagai dasar pembangunan suatu pekerjaan.

Langkah-langkah dalam penyusunan RAB, yaitu :

1. Persiapan dan pengecekan gambar kerja.
Gambar kerja adalah dasar untuk menentukan pekerjaan apa saja yang ada dalam komponen bangunan yang akan dikerjakan.
2. Perhitungan volume.
Langkah awal untuk menghitung volume pekerjaan, yang perlu dilakukan adalah mengurutkan seluruh item dan komponen pekerjaan yang akan dilaksanakan sesuai dengan kerja yang ada.

3. Membuat harga satuan pekerjaan.

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan, yang perlu dipersiapkan adalah :

- a. Indeks (koefisien) analisa pekerjaan
- b. Harga material / bahan sesuai satuan
- c. Harga upah pekerja perhari termasuk mandor, kepala tukang, tukang, dan pekerja.

4. Perhitungan jumlah biaya pekerjaan.

Setelah didapatkan volume dan harga satuan pekerjaan kemudian tinggal mengalikannya antara volume dengan harga satuan pekerjaan, sehingga didapat harga biaya pekerjaan dari masing-masing item pekerjaan.

5. Rekapitulasi.

Rekapitulasi adalah jumlah masing-masing sub item pekerjaan dan kemudian ditotalkan sehingga didapatkan jumlah total biaya pekerjaan.

2.2.5 Perhitungan Volume

Perhitungan volume mengacu pada gambar kerja proyek. Setelah memperoleh hasil volume selanjutnya dapat menghitung kebutuhan durasi dan biaya untuk suatu item pekerjaan.

2.2.5.1 Pekerjaan Pembesian

Perhitungan volume pembesian secara umum mengacu pada berat dalam kilogram (kg) dan jumlah batangan dengan memperhitungkan potongan, bengkokan, dan kait. Volume pembesian meliputi :

- a. Pekerjaan Pembesian Kolom
- b. Pekerjaan Pembesian Balok
- c. Pekerjaan Pembesian Pelat
- d. Pekerjaan Pembesian Tangga.

Berikut adalah rumus perhitungan volume pembesian dalam kilogram (kg).

$$\text{Volume (kg)} = \text{Panjang Total (m)} \times \text{Berat (kg/m)} \quad (2.1)$$

Berikut adalah diameter dan berat per meter baja tulangan beton

Tabel 2.1 Tabel Baja Tulangan Beton

No.	Penamaan	Diameter Nominal (d)	Luas Penampang Nominal (A)	Berat Nominal Per Meter
		(mm)	(mm ²)	(kg/m)
1	P-6	6	28	0,222
2	P-8	8	50	0,395
3	P-10	10	79	0,617
4	P-12	12	113	0,888
5	P-13	13	133	1,042
6	P-16	16	201	1,578
7	P-19	19	284	2,226
8	P-22	22	380	2,984
9	P-25	25	491	3,853
10	P-28	28	616	4,834
11	P-32	32	804	6,313
12	P-36	36	1018	7,990
13	P-40	40	1257	9,865
14	P-50	50	1964	15,413

(Sumber : SNI 2052 : 2017 Baja Tulangan Beton, halaman 4)

2.2.5.2 Pekerjaan Bekisting

Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Berikut adalah rumusan volume untuk pekerjaan bekisting :

$$\begin{aligned} \text{Luas Bekisting Balok (m}^2\text{)} &= \text{Luas Alas} + (2 \times \text{Luas Samping}) \\ &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} + (2 \times \text{Panjang} \times \text{Lebar}) \end{aligned} \quad (2.2)$$

a Bekisting kolom

$$\text{Luas Bekisting Kolom (m}^2\text{)} = 4 \times \text{Tinggi Kolom (m)} \times \text{Lebar Kolom (m)} \quad (2.3)$$

b Bekisting balok

$$\text{Luas Bekisting Balok (m}^2\text{)} = \text{Luas Alas} + (2 \times \text{Luas Samping}) \quad (2.4)$$

c Bekisting pelat

$$\text{Luas Bekisting Pelat (m}^2\text{)} = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \quad (2.5)$$

d Bekisting tangga

- Anak tangga

$$\text{Luas Bekisting Anak Tangga (m}^2\text{)} = \text{Tinggi Injakan} \times \text{Lebar Anak Tangga} \times \sum \text{Injakan} \quad (2.6)$$

- Pelat bordes

$$\text{Luas Bekisting Bordes (m}^2\text{)} = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \quad (2.7)$$

- Pelat tangga

$$\text{Luas Bekisting Tangga (m}^2\text{)} = 2 \times (\text{Lebar Pelat Tangga} \times \text{Panjang Pelat Tangga}) \quad (2.8)$$

2.2.5.3 Pekerjaan Pengecoran

Pengecoran merupakan pekerjaan penuangan beton segar ke area bekisting yang telah diberi tulangan.

Berikut adalah rumus volume pada pekerjaan pengecoran :

a. Pengecoran Kolom

$$\text{Volume Beton Kolom (m}^3\text{)} = \text{Panjang Kolom} \times \text{Lebar Kolom} \times \text{Tinggi Kolom} \quad (2.9)$$

b. Pengecoran Balok

$$\text{Volume Beton Balok (m}^3\text{)} = \text{Panjang Balok} \times \text{Lebar Balok} \times \text{Tinggi Balok} \quad (2.10)$$

c. Pengecoran Pelat

$$\text{Volume Beton Pelat (m}^3\text{)} = \text{Panjang Pelat} \times \text{Lebar Pelat} \times \text{Tebal Pelat} \quad (2.11)$$

d. Pengecoran Tangga

- Anak Tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume Beton Anak} &= \\ \text{Tangga (m}^3\text{)} &= \\ \frac{\text{Lebar Injakan} \times \text{Tinggi}}{2} &\times \sum \text{Anak Tangga} \end{aligned} \quad (2.12)$$

- Pelat Bordes

$$\text{Volume Beton Pelat} = \text{Panjang Bordes} \times \text{Lebar Bordes} \times \text{Tinggi} \\ \text{Bordes (m}^3\text{)} \quad \text{Bordes} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} & - \text{Pelat Tangga} \\ \text{Volume Beton Pelat} & = \text{Panjang Pelat} \times \text{Lebar Pelat} \times \text{Tebal Pelat} \\ \text{Tangga (m}^3\text{)} & \end{aligned} \quad (2.14)$$

2.2.6 Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi masing-masing dapat berbeda satu sama lain bergantung bagaimana kondisi elemen struktur yang akan dihitung. Dalam menghitung durasi pekerjaan dibuat berdasarkan pada buku Analisa Anggaran Biaya Cara Modern oleh Ir. Soedrajat S.

Perhitungannya adalah sebagai berikut :

2.2.6.1 Durasi Pekerjaan Pembesian

Perhitungan durasi pekerjaan pembesian perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut yaitu pemotongan, bengkokan, kaitan, dan pemasangan. Sebelum menghitung durasi dilakukab perhitungan produktivitas alatnya terlebih dahulu. Rumus produktivitas alat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} & = \frac{\text{Jumlah pekerja} \times 100 \text{ buah}}{\text{Jam kerja tiap 100 buah (jam)}} \end{aligned} \quad (2.15)$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} & = \frac{\text{Jumlah Alat (unit)} \times \text{Kapasitas Produksi}}{\text{(buah/jam)} \times \text{Jam Kerja dalam Sehari (jam/hari)}} \end{aligned} \quad (2.16)$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} & = \frac{\text{Jam kerja pekerja} \left(\frac{\text{jam}}{\text{hari}}\right) \times 100 \text{ buah}}{\text{Jam kerja tiap 100 buah (jam)}} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Keterangan :

- Jam kerja dalam sehari = 7 jam/hari (menyesuaikan jam kerja proyek)
- Jam kerja tiap 100 buah (fabrikasi/pasang) = Jam kerja tulangan untuk membuat 100 potongan, bengkokan, kaitan, dan pemasangan dari buku Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan, Ir. A Soedrajat. S adalah sebagai berikut

Pemotongan besi beton dibutuhkan waktu sekitar 1 sampai 3 jam untuk 100 batang tulangan bergantung pada diameternya, alat potong, dan keterampilan.

Tabel 2.2 Jam Kerja Buruh Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan

Ukuran Besi Beton Ø	Dengan Tangan		Dengan Mesin	
	Bengkokan (jam)	Kait (jam)	Bengkokan (jam)	Kait (jam)
1/2" (12mm)	2-4	3-6	0,8-1,5	1,2-2,5
5/8" (16mm)	2,5-5	4-8	1-2	1,6-3
3/4" (19mm)				
7/8" (22mm)				
1" (25mm)	3-6	5-10	1,2-2,5	2-4
1 1/8" (28,5mm)				
1 1/4" (31,75mm)	4-7	6-12	1,5-3	2,5-5
1 1/2" (38,1mm)				

(sumber : Ir. A Soedrajat S, Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, table 5-9, halaman 91)

Tabel 2.3 Jam Kerja Buruh Memasang 100 batang Tulangan

Ukuran Besi Beton Ø	Panjang Batang Tulangan (m)		
	Di bawah 3m	3-6 m	6-9 m
1/2" (12mm)	3,5-6	5-7	6-8
5/8" (16mm)	4,5-7	6-8,5	7-9,5
3/4" (19mm)			
7/8" (22mm)			
1" (25mm)	5,5-8	7-10	8,5-11,5
1 1/8" (28,5mm)			
1 1/4" (31,75mm)	6,5-9	8-12	10-14
1 1/2" (38,1mm)			

(sumber : Ir. A Soedrajat S, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Nova, Bandung, table 5-10, halaman 92)

Setelah menghitung produktivitas pekerjaan, selanjutnya melakukan perhitungan durasi dengan rumus sebagai berikut :

i. Durasi memotong (menggunakan mesin)

$$= \frac{\text{Volume potongan (buah)}}{\text{Produktivitas potong (buah/hari)}} \quad (2.18)$$

Keterangan :

Volume potongan tulangan adalah total potongan yang dihitung tiap elemen struktur.

ii. Durasi membengkok (menggunakan mesin)

$$= \frac{\text{Volume bengkokan (buah)}}{\text{Produktivitas bengkokan (buah/hari)}} \quad (2.19)$$

Keterangan :

Volume bengkokan tulangan adalah total bengkokan yang dihitung tiap elemen struktur.

iii. Durasi mengait (menggunakan mesin)

$$= \frac{\text{Volume kait (buah)}}{\text{Produktivitas kait (buah/hari)}} \quad (2.20)$$

Keterangan :

Volume kaitan tulangan adalah total kaitan yang dihitung tiap elemen struktur.

iv. Durasi pemasangan tulangan

$$= \frac{\text{Volume pemasangan (buah)}}{\text{Produktivitas pemasangan (buah/hari)}} \quad (2.21)$$

Keterangan :

Volume pemasangan tulangan adalah total pemasangan yang dihitung tiap elemen struktur.

2.2.6.2 Durasi Pekerjaan Bekisting

Perhitungan durasi pekerjaan bekisting aluminium terdiri dari menyetel, memasang, membongkar, membersihkan, serta perbaikan kecil. Sebelum menghitung durasi bekisting dilakukan perhitungan produktivitas pekerjaannya terlebih dahulu. Rumus produktivitas adalah sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Total jam kerja pekerja}}{\text{Jam kerja tiap } 10 \text{ m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \quad (2.22)$$

Keterangan :

- Total jam kerja = total jam kerja dalam 1 grub pekerja
- Jam kerja dalam sehari = 10 jam/hari (menyesuaikan jam kerja)
- Jam kerja tiap 10 m² berdasarkan buku Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan, Ir. A Soedrajat. S adalah sebagai berikut

Setelah menghitung produktivitas pekerjaan, selanjutnya melakukan perhitungan durasi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{i. Durasi menyetel dan memasang} \\ = \frac{\text{Volume bekisting (m}^2\text{)}}{\text{Produktivitas menyetel dan memasang}} \end{aligned} \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} \text{ii. Durasi membongkar dan membersihkan} \\ = \frac{\text{Volume bekisting (m}^2\text{)}}{\text{Produktivitas membongkar dan membersihkan}} \end{aligned} \quad (2.24)$$

$$\begin{aligned} \text{iii. Durasi Perbaikan Kecil} \\ = \frac{\text{Volume bekisting (m}^2\text{)}}{\text{Produktivitas perbaikan kecil}} \end{aligned} \quad (2.25)$$

2.2.6.3 Durasi Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran pada proyek pembangunan Gedung Sekolah SMP Negeri 38 Surabaya menggunakan alat bantu yaitu concrete pump. Berikut rumus perhitungan durasi pengecoran.

1) *Concrete Pump.*

Pompa beton / *Concrete Pump* adalah alat yang digunakan untuk mendorong hasil cairan beton yang sudah diolah dari mixer truk.

- a. Durasi Persiapan.

Tabel 2.4 Tabel Durasi Persiapan Concrete Pump / Pompa beton

Jenis Pekerjaan	Waktu (menit)
Pengaturan posisi truck mxer dan concrete bucket	5
Pengantian truck mixer (tiap 1 truck mixer)	5
Waktu Uji Slump Beton	5

(Sumber : Data Proyek 2023)

$$\begin{aligned}
 & \text{b. Durasi Operasional.} \\
 & = \frac{\text{Volume (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi CP (m}^3\text{/jam)}} \quad (2.26)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{c. Durasi Total.} \\
 & = \text{Durasi persiapan + Operasional} \quad (2.27)
 \end{aligned}$$

2.2.7 Perhitungan Tenaga Kerja.

Jumlah tenaga kerja maksimal untuk tiap-tiap item pekerjaan berdasarkan pada koefisien HSPK Surabaya 2022. Penentuan jumlah maksimum pekerja diperoleh dari rumus berikut :

$$\text{Mandor} = \frac{\text{Koefisien mandor HSPK 2022 Surabaya}}{\text{Koefisien mandor HSPK 2022 Surabaya}} \quad (2.28)$$

$$\text{Tukang} = \frac{\text{Koefisien tukang HSPK 2022 Surabaya}}{\text{Koefisien mandor HSPK 2022 Surabaya}} \quad (2.29)$$

$$\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{Koefisien pembantu tukang HSPK 2022 Surabaya}}{\text{Koefisien mandor HSPK 2022 Surabaya}} \quad (2.30)$$

2.2.8 Kubutuhan Sumber Daya.

2.2.8.1 Tenaga Manusia

Tenaga manusia sangat berperan penting dalam progress pelaksanaan kontruksi pada pembangunan yang memiliki peran sebagai pengoperasi alat, pelaksanaan pekerjaan tiap item pekerjaan dan lain-lain. Contoh tenaga manusia yaitu sebagai berikut :

- Mandor
- Pekerja
- Tukang Tenaga Ahli
- Operator Alat Berat
- Dan lain-lain.

2.2.8.2 Alat Berat dan Alat Penunjang

Alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Dalam pengoperasian alat berat, efisiensi alat berat perlu diperhatikan. Efisiensi alat berat menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan, 2016 (Lamp-Per Men PU NO. 28 tahun 2016) dapat dilihat pada table 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5 Faktor Operator dan Mekanik

Kualifikasi	Identitas		Nilai
Terampil	a.	Pendidikan STM/Sederajat	0,80
	b.	Sertifikat SIMP/SIPP (III) dan atau	
	c.	Pengalaman >5tahun	
Cukup	a.	Pendidikan STM/Sederajat	0,70
	b.	Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau	
	c.	Pengalaman 3tahun – 5tahun	
Sedang	a.	Pendidikan STM/Sederajat	0,65
	b.	Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau	
	c.	Pengalaman <3tahun	
Kurang	a.	Pendidikan STM/Sederajat	0,50

(sumber : Buku Refrensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil 2003, PP halaman 541)

a. Truck Concrete Pump

Truck Concrete Pump adalah alat yang digunakan untuk mendorong hasil cairan beton yang sudah diolah dari *mixer truck*.



Gambar 2.7 Concrete Pump

(Sumber : <https://www.teamelmers.com/services/concrete/pump-truck/>)

b. Bar Cutter

Bar Cutter adalah alat pemotong tulangan besi agar sesuai rencana sebagai kebutuhan fabrikasi tulangan.



Gambar 2.8 Bar Cutter

(Sumber : <https://alkon.id/toko/alat-konstruksi-portable-rebar-cutter-rc25-everyday/#&gid=1&pid=1>)

c. Bar Bender

Bar Bender adalah alat pembentuk atau pembengkok tulangan besi agar sesuai rencana sebagai kebutuhan fabrikasi tulangan.



Gambar 2.9 Bar Bender

(Sumber : <https://bentama.id/bar-bender/>)

d. Concrete Vibrator

Concrete Vibrator adalah alat yang digunakan untuk meratakan beton basah agar tercampur rata dan menghasilkan beton yang tidak berongga.



Gambar 2.10 Concrete Vibrator

(Sumber : <https://www.globalgilson.com/concrete-vibrator>)

2.2.8.3 Cuaca

Dalam pekerjaan proyek konstruksi, pengaruh cuaca juga berpengaruh pada pekerjaan. Sehingga dalam pengerjaannya faktor cuaca juga diperhitungkan, dapat dilihat pada table 2.6 dibawah ini :

Tabel 2.6 Faktor Cuaca

Kondisi Cuaca	Faktor	
	Menit/jam	%
Terang, segar	55/60	0,90
Terang, panas, dan berdebu	50/60	0,83
Mendung	45/60	0,75
Gelap	40/60	0,66

(sumber : Buku Refrensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil 2003, PP halaman 541)

2.2.9 Metode Precedence Diagram Method (PDM).

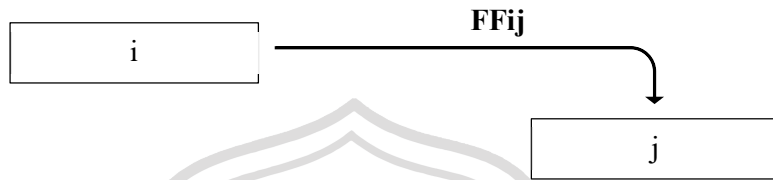
Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi aktivitas berada di node atau disebut juga *Activity On Node* (AON). Aktivitas dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara aktivitas yang bersangkutan dan bukan menyatakan kurun waktu aktivitas.

Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) ini dapat dikatan sebagai penyempurnaan dari metode *Critical Path Method* (CPM), hal tersebut karena pada dasarnya CPM hanya menggunakan satu jenis hubungan aktivitas yaitu hubungan yang dilakukan akhir awal dan kegiatan yang dimulai apabila kegiatan yang dilakukan awal telah selesai. Dalam diagram PDM juga memiliki hubungan antar kegiatan yang dapat berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain, kontrain sendiri menunjukkan hubungan antar kegiatan satu garis dari node awal ke node selanjutnya. Hal berikut karena pada setiap node memiliki dua

ujung yaitu pada ujung awal atau disebut dengan mulai (S) dan ujung akhir (F), maka ada empat macam kontrain seperti awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke awal (FS), serta akhir ke akhir (FF). Pada garis kontrain dijelaskan bahwa mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat (*lag*) bila kegiatan (i) mendahului (j) dan satuan waktu adalah hari (Ariany, 2010).

Metode PDM juga mempunyai hubungan logis ketergantungan yang berbentuk variasi. Jika di CPM hanya terdapat hubungan logis / konstrain (FS = 0) dan (SS = 0), maka pada PDM aka nada 4 macam hubungan logis / konstrain yang bervariasi seperti :

1. *Finish to Finish* (FF) yaitu suatu hubungan yang akan menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) dan kegiatan berikutnya (*successor*) akan bergantung pada selesainya (*finish*) di kegiatan sebelumnya (*predecessor*).



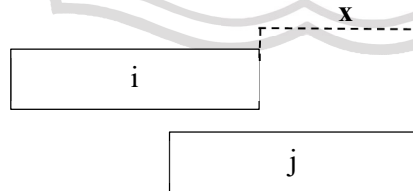
Gambar 2.11 *Finish to Finish (FF)*
(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $FF_{ij} = 0$, artinya selesainya kegiatan i dan j secara bersamaan



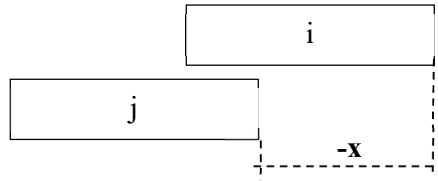
Gambar 2.12 *Finish to Finish, $FF_{ij} = 0$*
(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $FF_{ij} = x$, artinya kegiatan j selesai setelah kegiatan i selesai



Gambar 2.13 *Finish to Finish, $FF_{ij} = x$*
(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $FF_{ij} = "-x"$, artinya kegiatan i selesainya x hari lebih dahulu dari selesainya kegiatan j



Gambar 2.14 Finish to Finish, $FF_{ij} = -x$
(Sumber : Hafnidar, 2016)

2. *Finish to Start (FS)* yaitu hubungan yang akan menunjukkan bahwa pada mulainya (*start*) kegiatan berikutnya (*successor*) akan bergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*).



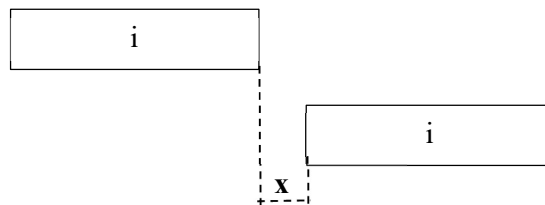
Gambar 2.15 Finish to Start (FS)
(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $FS_{ij} = 0$, artinya kegiatan j dimulai langsung setelah kegiatan i selesai



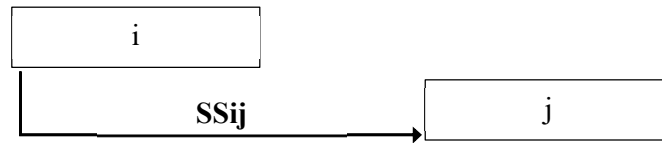
Gambar 2.16 Finish to Start, $FS_{ij} = 0$
(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $FS_{ij} = x$, artinya kegiatan j dimulai setelah x hari kegiatan i selesai



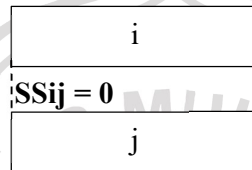
Gambar 2.17 Finish to Start, $FS_{ij} = x$
(Sumber : Hafnidar, 2016)

3. *Start to Start (SS)* yaitu hubungan yang akan menunjukkan bahwa pada mulainya (*start*) dan kegiatan berikutnya (*successor*) akan bergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*).



Gambar 2.18 Start to Start (SS)
(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $SS_{ij} = 0$, artinya kegiatan i dan j dimulai secara Bersama-sama



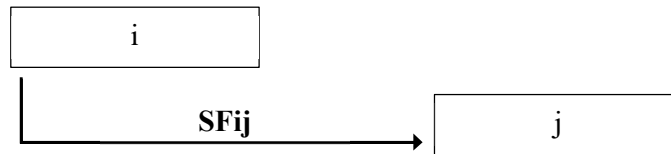
Gambar 2.19 Start to Start, $SS_{ij} = 0$
(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $SS_{ij} = x$, artinya kegiatan j dimulai setelah x hari kegiatan i dimulai



Gambar 2.20 Start to Start, $SS_{ij} = x$
(Sumber : Hafnidar, 2016)

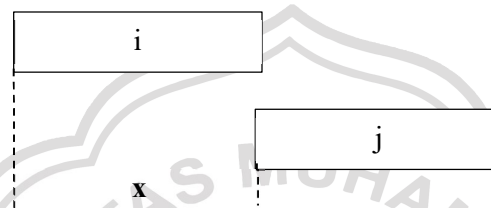
4. *Start to Finish* (SF) yaitu pada hubungan yang menunjukkan bahwa pada selesainya (*finish*) dan kegiatan berikutnya (*successor*) akan tergantung pada mulainya (*start*) di kegiatan sebelumnya (*predecessor*).



Gambar 2.21 Start to Finish (SF)

(Sumber : Hafnidar, 2016)

- $SF = x$, artinya kegiatan j selesai setelah x hari kegiatan i dimulai



Gambar 2.22 Start to Finish $SF = x$

(Sumber : Hafnidar, 2016)

Pada kegiatan dari *Finish to Finish* (FF) tenggang waktu untuk pada kegiatan berikutnya biasa dinamakan “*Long Time*”. Namun sedangkan untuk kegiatan *Start to Start* (SS) dan *Start to Finish* (SF) kata lain yang disebutkan untuk tenggang waktu yaitu “*Lead Time*” (Faisol, 2010).

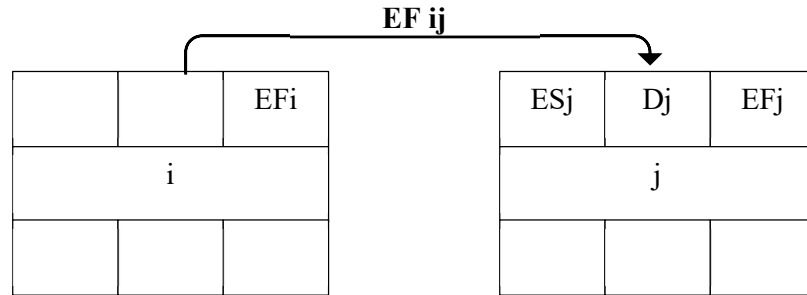
2.2.9.1 Perhitungan PDM

Perhitungan PDM pada dasarnya sama dengan CPM, yaitu dalam menggunakan perhitungan ke muka (*forward pass*) dalam menentukan *Earliest Start* (ES) dan juga *Earliest Finish* (EF). Kemudian menggunakan perhitungan ke belakang (*backward pass*) dalam menentukan *Latest Finish* (LF) dan *Latest Start* (LS) yang berdasarkan pada hubungan logis yang ada diantara kegiatan.

Pada metode PDM dapat digambarkan adanya empat jenis hubungan antara aktivitas, yaitu pada *start to start*, *start to finish*, *finish to start* serta *finish to finish*. Hal tersebut digambarkan oleh sebuah lambang segi empat dan hal itu karena letak kegiatan ada pada bagian metode.

a. Perhitungan ke Muka (*Forward Pass*)

1. Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)

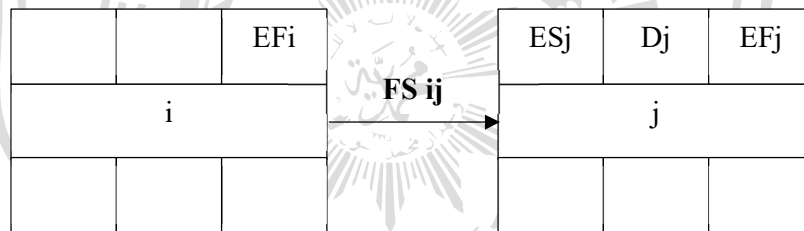


Gambar 2.23 Hubungan ke Muka Kegiatan FF
(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$EF_j = EF_i + FF_{ij}$$

$$EF_j = EF_j - D_{ij}$$

2. Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)

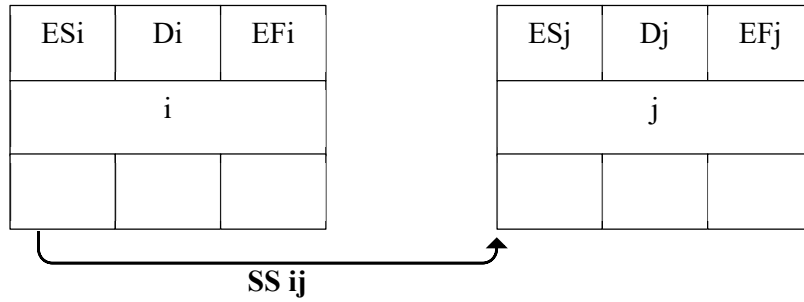


Gambar 2.24 Hubungan ke Muka Kegiatan FS
(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$ES_j = EF_i + FS_{ij}$$

$$EF_j = EF_j + D_{ij}$$

3. Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)

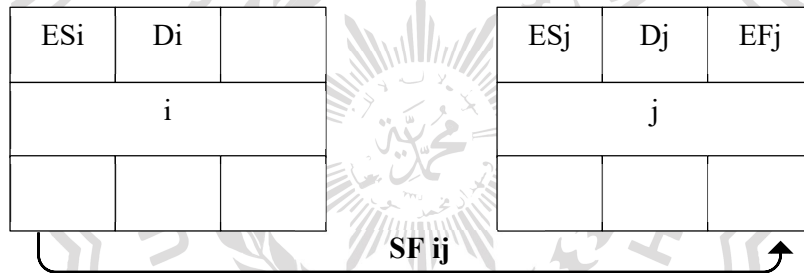


Gambar 2.25 Hubungan ke Muka Kegiatan SS
(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$ES_j = ES_i + SS_{ij}$$

$$EF_j = ES_j + D_{ij}$$

4. Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)



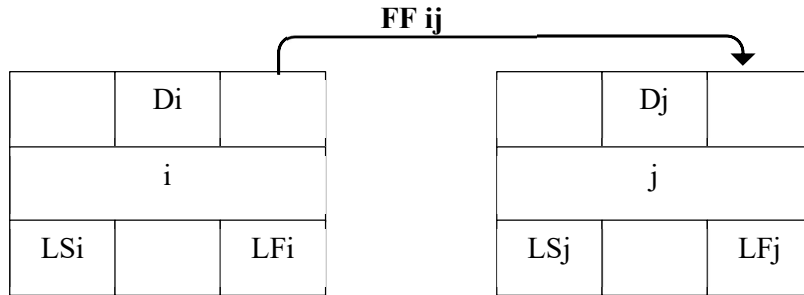
Gambar 2.26 Hubungan ke Muka Kegiatan SF
(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$EF_j = ES_i + SF_{ij}$$

$$EF_j = EF_j - D_{ij}$$

b. Perhitungan ke Belakang (*Backward Pass*)

1. Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)



Gambar 2.27 Hubungan ke Belakang Kegiatan FF
(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$LF_i = LF_j + FF_{ij}$$

$$LS_i = LF_i - D_i$$

2. Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)

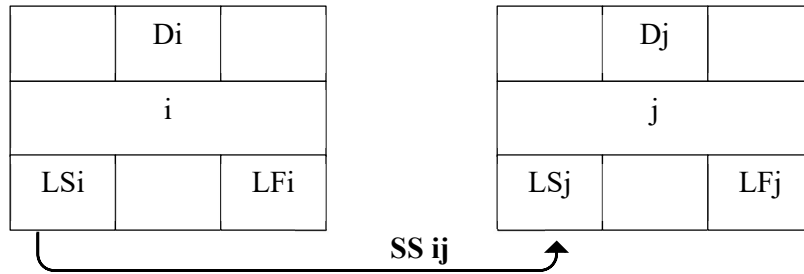


Gambar 2.28 Hubungan ke Belakang Kegiatan FS
(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$FS \quad LF_i = LS_j + FS_{ij}$$

$$LS_i = LF_i - D_i$$

3. Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)



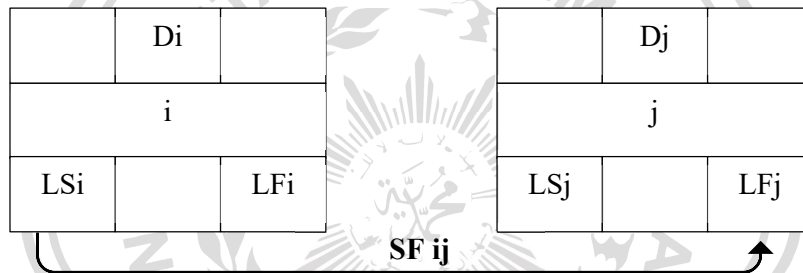
Gambar 2.29 Hubungan ke Belakang Kegiatan SS

(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$LS_i = LS_j - SS_{ij}$$

$$LF_i = LS_i + D_i$$

4. Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)



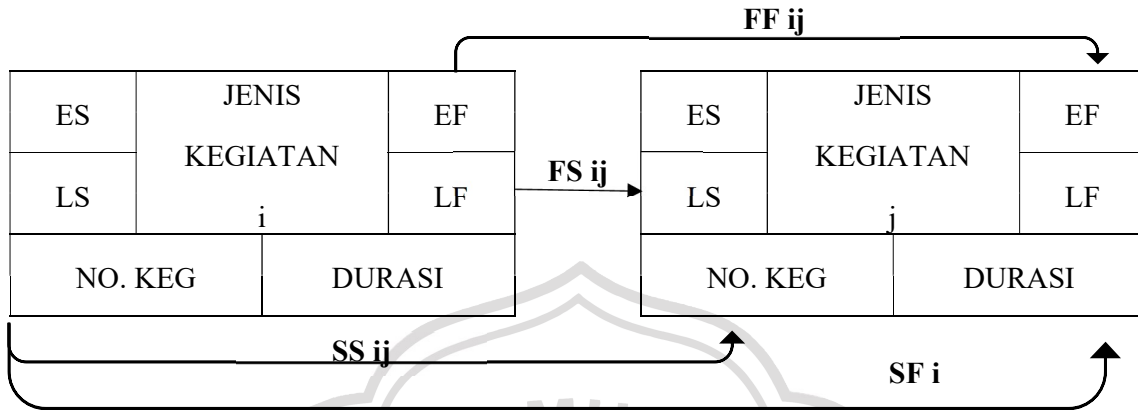
Gambar 2.30 Hubungan ke Belakang Kegiatan SF

(Sumber : Hafnidar, 2016)

$$LS_i = LF_j - SF_{ij}$$

$$LF_i = LS_i + D_i$$

Perhitungan PDM ini, jika perhitungan kemuka lebih dari satu kegiatan *predecessor* yang kontras berlainan maka ES dan EF di ambil dari yang maksimum. Namun apabila perhitungan ke belakang jika memiliki kegiatan *successor* yang hubungan ketergantungan atau konstrain nya berlainan maka LS dan EF yang di ambil adalah yang minimum (Faisol, 2010).



Gambar 2.31 Diagram Hubungan Kegiatan *i* dan *j* dengan Menggunakan PDM
(Sumber : Ervianto, 2002)

2.2.10 Kurva S.

Kurva S dapat menunjukkan rencana proyek didasarkan dari kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang diprosentasikan sebagai presentasi kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Dari grafik kurva S dapat diketahui apakah ada keterambatan dalam pelaksanaan proyek tersebut. Menurut Callahan, Quackenbush & Rowings (1992) kurva S bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang sedang berjalan dalam suatu jangka waktu pengamatan progress pelaksanaan proyek. Menurut Ibrahim (1993) Langkah-langkah dalam membuat kurva S adalah :

1. Menghitung durasi setiap item pekerjaan.
2. Menghitung persentase bobot biaya tiap pekerjaan dengan rumus
$$\frac{\text{Volume} \times \text{Harga pekerjaan}}{\text{Harga total pekerjaan}} \times 100\%$$
3. Membagi persentase bobot biaya pekerjaan pada durasi.
4. Menjumlahkan persentase bobot biaya pekerjaan pada setiap lajur waktu.
5. Menjumlah bobot biaya sesuai dengan kolom lanjut persentase kumulatif bobot biaya.
6. Membuat kurva S berdasarkan persentase kumulatif bobot biaya.

2.2.11 Biaya

Satu hal penting dalam perencanaan proyek adalah biaya. Biaya konstruksi memiliki unsur utama dan factor yang perlu dipertimbangkan dalam kegiatan pengendalian, unsur utama dari biaya konstruksi adalah biaya material, biaya upah, dan biaya alat. Hal tersebut akhirnya akan menyangkut masalah penerimaan dan pengeluaran keuangan. Biaya dibagi menjadi 2 macam yaitu :

1. Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya yang timbul dan berhubungan langsung dengan aktivitas proyek yang sedang berjalan. Biaya langsung meliputi biaya bahan dan material, biaya upah, dan biaya alat.
2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan proyek tetapi tidak berhubungan langsung dengan kegiatan yang bersangkutan dan dihitung pada awal proyek sampai akhir proyek.

Manajemen biaya juga merupakan suatu system yang terintegrasi yang menunjukkan adanya hubungan dengan system lainnya seperti sistem dari pengembangan. Manfaat manajemen biaya bagi manajemen yaitu :

1. Perencanaan dan pengendalian.
2. Membantu dalam meningkatkan ketertelusuran biaya.
3. Membantu dalam mengoptimalkan kinerja dapur hidup secara total.
4. Membantu dalam pembuatan keputusan.
5. Membantu dalam proses manajemen investasi.
6. Membantu dalam mengorganisasi berbagai tingkat otomatis.

Perkiraan biaya adalah memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia. Selanjutnya perkiraan biaya memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya.

a. Biaya Material

Meliputi perhitungan penggunaan material dan harga material secara umum terdiri dari jumlah, ukuran, dan berat yang sudah termasuk biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan, pemeriksaan kualitas dan asuransi. Rumus perhitungan biaya material material sebagai berikut.

$$\text{Biaya} = \text{Volume} \times \text{Harga Material} \quad (2.31)$$

b. Biaya Pekerja

Biaya upah pekerja sangat dipengaruhi oleh berbagai factor seperti durasi pekerjaan, kondisi lokasi pekerjaan, keterampilan dan keahlian pekerja yang bersangkutan. Rumus perhitungan biaya pekerja sebagai berikut.

$$\text{Biaya} = \text{Durasi} \times \text{Upah} \times \text{Jumlah pekerja} \quad (2.32)$$

c. Biaya Alat

Macam-macam jenis peralatan yang diperlukan dalam pekerjaan konstruksi terdiri atas bangunan sementara dan alat. Biaya peralatan termasuk biaya sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar dan biaya operasional. Rumus perhitungan biaya peralatan sebagai berikut.

$$\text{Biaya} = \text{Durasi} \times \text{Harga sewa} \times \text{Jumlah alat} \quad (2.33)$$

2.2.12 Perbandingan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Aluminium

Terdapat banyak perbedaan antara metode bekisting konvensional dengan bekisting aluminium. Berikut ini merupakan beberapa perbedaan karakteristik dari bekisting konvensional dengan bekisting aluminium pada tabel 2.6.

Tabel 2.7 Perbandingan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Aluminium

Bekisting Konvensional	Bekisting Aluminium
Umumnya terdiri atas kayu papan dan material balok	Panel dan seluruh aksesoris 100% terbuat dari aluminium yang ramah lingkungan
Durasi <i>floor to floor</i> biaya mencapai 12 hari	Memungkinkan durasi pekerjaan per lantai / <i>floor to floor</i> sampai dengan 3 hari per lantai
Sambungan antar balok dan kolom terlihat	Permukaan beton mulus tanpa sambungan dengan dimensi yang sangat akurat
Membutuhkan plester / acian	Jarang memerlukan pekerjaan plester lagi
Banyak sampah kayu	Material utama tidak menghasilkan sampah dan jumlah limbah <i>slurry</i> dan beton juga lebih dikit
Material kayu tidak awet untuk dipakai berulang	Bisa dipakai sampai dengan 100-150 kali dengan perawatan yang baik
Desain dapat berubah sewaktu-waktu sehingga lebih fleksibel	Harus sesuai perencanaan dan tidak dapat melakukan perubahan secara mendadak

(sumber : David Saptiansah, 2021)