

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut Ardabil Maulana (2018) dalam penelitian yang berjudul “Optimalisasi waktu dengan menggunakan metode CPM, PERT dan PDM pada proyek pembangunan gedung Dinas Sosial dan Dinas Kelautan Kabupaten Gresik”. Metode CPM dan PERT memungkinkan suatu aktivitas dimulai setelah aktivitas sebelumnya (aktivitas pendahulu) selesai, sedangkan metode PDM memungkinkan aktivitas dimulai tanpa menunggu aktivitas sebelumnya (aktivitas pendahulu) selesai. Dalam metodologi CPM dan PERT, kegiatan dilakukan secara berurutan, tetapi dalam metode PDM, kegiatan proyek tidak harus dilakukan secara berurutan, tetapi dapat dilakukan secara bersamaan. Waktu penyelesaian proyek dengan metode CPM adalah 57 minggu, waktu penyelesaian proyek dengan metode PERT adalah 78+7,5 minggu dengan kemungkinan mencapai 99,87% dari target waktu penyelesaian proyek, dan waktu penyelesaian proyek dengan metode PDM adalah 30 minggu.

Menurut Ilyandi Syaputra (2019) dalam penelitian yang berjudul “Analisa Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek dengan metode CPM dan PDM pada peningkatan jalan Sei Pakning (KM 130), Teluk Masjid, Simpang Pusako Kabupaten Siak”. Perbandingan metode CPM dan PDM dalam penelitian ini. Artinya, metode CPM berjangka panjang 183 hari, metode PDM 154 hari, dan kurva S proyek 154 hari. Oleh karena itu, rencana tersebut efisien dalam hal durasi. Artinya, gunakan metodologi PDM dan proyeksikan kurva-S. Namun, metodologi PDM ini memberi nilai float keseluruhan yang memungkinkan dapat melihat aktivitas utama dan dapat digunakan untuk memuat durasi proyek di awal sudah digunakan. Oleh karena itu, dari ketiga metode perencanaan tersebut, metode PDM memiliki durasi yang efisien dan kemampuan untuk menunjukkan kegiatan mana yang penting dan memberikan nilai float untuk Proyek Peningkatan Jalan Sei Pakning (KM 130), Masjid Teluk Simpang Pusako Kabupaten Siak.

Menurut Fajar Prasetyo Utomo dan Mulyono (2021) dalam penelitian “Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi menggunakan metode PDM dan CPM (studi kasus pada pembangunan toserba Yogya di Pekalongan)” Merencanakan

proyek konstruksi menggunakan PDM, CPM, dan PDM dengan aplikasi *Microsoft Project* menghasilkan waktu pengerjaan yang sama untuk kedua metode tersebut (51 minggu), dengan PDM mengambil 27 dari 75 pekerjaan kritis, CPM menunjukkan 37 dari 112 pekerjaan kritis. *Microsoft Project* dengan pekerjaan dan 27 aktivitas kritis dari 75 pekerjaan.

Menurut Fahrian, Budi Haryanto dan Mardewi Jamal (2021) dalam penelitian “Perbandingan Penjadwalan Proyek dengan Metode PDM *Precedence Diagram Method* & CPM *Critical Path Method* (Studi Kasus: Lanjutan Pembangunan Proyek Gedung SD Islamic Center Samarinda)” Hasil yang didapatkan PDM adalah total pekerjaan selama 175 hari, sedangkan metodologi CPM memberikan total pekerjaan proyek selama 190 hari. Saat merencanakan proyek menggunakan metodologi PDM, 26 item pekerjaan berada di jalur kritis dan CPM menerima 18 item pekerjaan kritis. Ketika membandingkan metode PDM dan CPM, beberapa perbandingan dibuat, seperti tampilan yang digunakan untuk menyajikan data informasi, batasan aktivitas, hasil yang diperoleh di sana, perbedaan jalur kritis yang dihasilkan, dan total durasi pekerjaan proyek. Berdasarkan penjadwalan yang dilakukan, metodologi PDM lebih efektif karena menjadwalkan proyek untuk periode waktu yang lebih singkat, dan karena proyek dapat diselesaikan lebih tepat waktu dan hemat biaya, pendanaan sumber daya yang digunakan dapat dikurangi pada proyek SD Islamic Center Samarinda.

Menurut Wasis Priyambodo (2022) dalam penelitian yang berjudul “Analisa Perbandingan Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan *Critical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM)” Perhitungan CPM menghasilkan *timeline* proyek selama 191 hari dan pekerjaan jalur kritis sebanyak 44 kegiatan. Perhitungan PDM dengan menggunakan *Software Microsoft Project 2010* menghasilkan jadwal proyek selama 137 hari dengan pekerjaan jalur kritis sebanyak 44 kegiatan. Hasil perhitungan CPM dan PDM menunjukkan bahwa perhitungan PDM dengan selisih 54 hari lebih baik dari CPM, dan PDM lebih cepat dari CPM.

Penelitian ini berbeda dengan peneliti sebelumnya yang disebutkan di atas dalam hal tujuan penelitian, lokasi, dan metode yang digunakan untuk perhitungan dan pengumpulan data. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan

pelaksanaan proyek pembangunan Jalan Sungai Manggis, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda dan penelitian Ardabil Maulana (2018) meneliti menggunakan metode CPM, PERT dan PDM. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan dalam penelitian ini mengenai perbedaan metode dan lokasi yang digunakan.

2.2 Kegiatan Proyek

Kegiatan proyek adalah kegiatan sementara durasi terbatas menggunakan sumber daya tertentu dan dirancang untuk menyelesaikan tugas dengan tujuan yang ditetapkan dengan baik (Soeharto, 1997). Kendala seperti alokasi anggaran, waktu, dan kualitas yang harus dipertahankan ditetapkan untuk mencapai hasil akhir dari kegiatan proyek. Ketiga batasan ini disebut *triple constraint*.

Proyek dapat diartikan sebagai inisiatif atau kegiatan yang diselenggarakan untuk mencapai tujuan utama, sasaran dan harapan dengan menggunakan anggaran dan sumber daya yang tersedia dan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Nurhayati, 2010).

2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan adalah proses mengalokasikan waktu yang tersedia untuk menyelesaikan kegiatan pekerjaan untuk menyelesaikan proyek dengan cara yang mendapatkan hasil terbaik mengingat kendala yang ada.

Penjadwalan proyek adalah garis waktu kegiatan proyek yang berfungsi sebagai pedoman utama dalam pelaksanaan proyek. Penjadwalan adalah proses mengurutkan tugas atau jenis pekerjaan ke dalam satu set kegiatan yang akan dilakukan. Penjadwalan menentukan kapan memulai, menunda, dan menyelesaikan kegiatan sehingga alokasi dana dan sumber daya dapat direncanakan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dari keempat definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa penjadwalan menentukan urutan kegiatan proyek dari awal sampai akhir, dengan mempertimbangkan kendala implementasi. (Napsiyana, 2007).

Penjadwalan proyek adalah unsur hasil perencanaan ini memberikan informasi tentang jadwal yang direncanakan dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya seperti biaya, tenaga kerja, peralatan dan material, serta kemajuan jadwal proyek dan waktu penyelesaian proyek. Dalam proses perencanaan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih detail

atau sangat detail. Perencanaan atau penjadwalan adalah proses mengalokasikan waktu yang tersedia untuk melakukan setiap tugas untuk menyelesaikan proyek dengan hasil yang optimal mengingat kendala yang ada. (Husen, 2008)

2.4 Metode Penjadwalan Proyek

Critical Path Method (CPM) adalah metode perencanaan dan pemantauan proyek dan merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem lain yang menggunakan prinsip jaringan (Levin, 1972)

Precedence Diagram Method (PDM) adalah metode penjadwalan proyek. Dalam metode ini, aktivitas dijelaskan dalam node. Simpul ini biasanya berbentuk segiempat, dengan anak panah yang menunjukkan hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan (Soeharto, 1997).

2.5 CPM (*Critical Path Method*)

Metode CPM Metode CPM adalah metode dan langkah-langkah perencanaan dan pengendalian berdasarkan prinsip pembentukan jaringan, dan merupakan metode yang banyak digunakan dalam manajemen proyek. Metodologi CPM memastikan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai fase proyek diketahui sebelum bekerja, termasuk waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dan hubungan antara sumber yang digunakan

Metodologi CPM memberikan analisis jaringan kegiatan proyek dalam bentuk optimalisasi biaya proyek secara keseluruhan dengan mengurangi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Saat mengidentifikasi jalur kritis, pertama-tama kita harus menghitung jalur mundur dan maju. Perhitungan maju pada metode CPM dilakukan agar dapat dihitung waktu penyelesaian pekerjaan tercepat dari start (EF), waktu mulai pekerjaan tercepat (ES), dan waktu mulai pekerjaan paling awal dari pekerjaan dimulai (E). Dari *start (initial event)* sampai *finish (terminal event)*. Selama perhitungan langkah mundur, waktu penyelesaian pekerjaan paling lambat (LF), waktu pekerjaan paling lambat (LS), dan waktu mulai pekerjaan paling lambat (L) pekerjaan dihitung dari akhir ke awal.

Setelah perhitungan maju dan mundur selesai, langkah selanjutnya adalah menghitung float/slack aktivitas yang terdiri dari *total float* dan *free float*. Suatu kegiatan dikatakan kegiatan kritis jika tidak memiliki batas, yaitu $S = SF = 0$. Aktivitas kritis ini biasanya membentuk jalur kritis mulai dari awal (*initial event*)

hingga akhir (*terminal event*). Oleh karena itu, kita perlu mengontrol jalur kritis ini. Suatu peristiwa dianggap sebagai bagian dari jalur kritis jika $LS = ES$ dan $LF = EF$. Berdasarkan keputusan ini, kita perlu menghitung bolak-balik untuk menentukan jalur kritis jaringan. (Soeharto I. , 1997).

Metodologi CPM digunakan dalam analisis jaringan untuk menentukan kapan kegiatan proyek dimulai dan diakhiri, dan mengidentifikasi waktu terbaik untuk menyelesaikan proyek. CPM (*Critical Path Method*) disebut *Activity On Arrow* (AOA). Dalam AOA, suatu aktivitas digambarkan sebagai panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Jadi di CPM ada kegiatan *dummy* (aktivitas palsu) yang merupakan kegiatan semu atau kegiatan fiktif ialah kegiatan yang tidak memerlukan waktu, uang atau peralatan. Dalam CPM, ekor panah adalah awal dari aktivitas dan kepala panah adalah akhir dari aktivitas.

Durasi keseluruhan proyek ditentukan dengan menghitung maju dan mundur. (Soeharto, 1997).

Hitungan maju seperti pada persamaan (2.1)

$$EF = ES + D \quad (2.1)$$

Keterangan:

EF : waktu selesai paling awal suatu pekerjaan

ES : waktu mulai tercepat suatu pekerjaan

D : durasi

Hitungan mundur seperti pada persamaan (2.2)

$$LS = LF - D \quad (2.2)$$

Keterangan:

LS : waktu paling lambat terjadinya suatu pekerjaan

LF : waktu penyelesaian paling lambat suatu pekerjaan

Rumus yang digunakan untuk menghitung periode kegiatan ditunjukkan pada rumus (2.3) (Soeharto I. , 1999):

$$D = \frac{V}{Pr.N} \quad (2.3)$$

Keterangan:

D : durasi kegiatan

- V: : volume kegiatan
 Pr : produktivitas kerja rata-rata
 N : jumlah tenaga kerja dan peralatan

2.5.1 Simbol-simbol Dalam *Network Planning CPM*

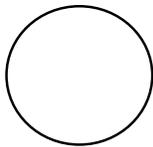
Simbol berikut digunakan saat mendeskripsikan suatu jaringan: (Hayun, 2005):

1. Anak Panah (*arrow*)



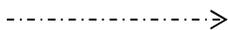
Anak panah menunjukkan kegiatan (Aktivitas). Arah panah menunjukkan arah aktivitas, sehingga dapat mengetahui aktivitas mana yang mendahului aktivitas berikutnya.

2. Lingkaran (*node*)



Lingkaran menggambarkan peristiwa tersebut. Setiap peristiwa juga harus dimulai dengan suatu peristiwa, ialah peristiwa yang memulai aktivitas dan peristiwa yang mengakhiri aktivitas.

3. Anak Panah putus-putus (*Dummy*)



Menunjukkan koneksi antara dua tugas yang mengharuskan menunggu tugas/tindakan tiruan lainnya selesai. Fungsi *dummy* untuk membatasi pemicuan tindakan. *Dummy* tidak memiliki durasi karena tidak memakai atau menghabiskan sumber daya.

4. Anak Panah Tebal



Yang menunjukkan aktivitas pada lintasan kritis.

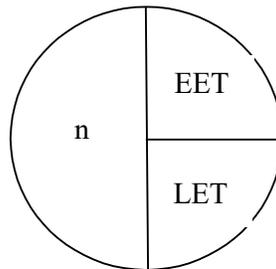
Simbol-simbol ini digunakan dalam implementasinya sesuai dengan aturan berikut:

1. Hanya satu anak panah yang dapat digambar, dari dua kejadian (*event*) yang sama.
2. Nama suatu kegiatan diberi kode dengan huruf atau dengan nomor *event*.
3. Kegiatan harus mengalir dari kejadian (*event*) bernomor rendah ke kejadian (*event*) dengan bernomor tinggi.
4. Diagram hanya memiliki awal lintasan kritis (*initial event*) dan sebuah akhir lintasan kritis (*terminal event*).

Menurut (Soeharto I. , 1999) langkah-langkah yang diperlukan untuk membangun jaringan CPM adalah:

1. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkungan proyek, mendeskripsikannya, memecahnya menjadi kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan bagian dari proyek.
2. Menyusun ulang elemen dari langkah 1 sehingga membentuk gabungan dalam urutan yang benar sesuai dengan logika dependensi.
3. Memberikan perkiraan jadwal untuk setiap kegiatan yang diberikan ruang lingkup proyek.
4. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* dalam jaringan kerja.

Untuk membedakan peristiwa yang satu dengan yang lain, setiap peristiwa diberi nomor yang lebih besar. Penomoran spacer lebih baik karena memberi lebih banyak lebar jika perlu menyimpan tugas tambahan. Model lingkaran kegiatan ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Lingkaran kegiatan (Djojowiriono, 2005)

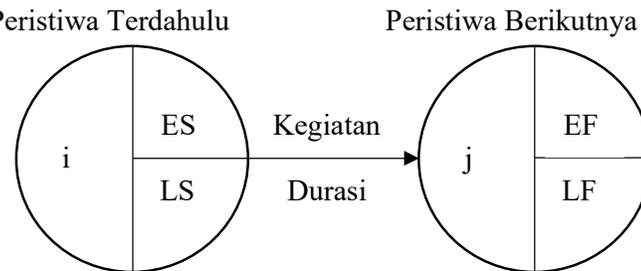
Gambar 2.1 memperlihatkan lingkaran kejadian dengan nomor kejadian (n), n kejadian terawal yang dapat terjadi (EET), dan n kejadian terawal yang dapat terjadi (LET).

Dimana:

n : Nomor Peristiwa

EET : Saat paling awal peristiwa n mungkin terjadi (*Earliest Event Time*)

LET : Saat paling awal peristiwa n boleh terjadi (*latest Event Times*)



Gambar 2.2 Lingkaran kegiatan (Abduh, 2004)

Pada gambar 2.2 menunjukkan dua jaringan *network* yang menunjukkan hubungan peristiwa terdahulu dan peristiwa berikutnya.

Dimana:

ES : *Earliest Start* (waktu mulai tercepat suatu pekerjaan)

LS : *Latest Start* (waktu paling lambat terjadinya suatu pekerjaan)

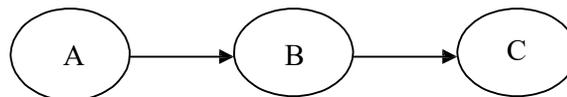
EF : *Earliest Finish* (waktu selesai paling awal suatu pekerjaan)

LF : *Latest Finish* (waktu penyelesaian paling lambat suatu pekerjaan)

2.5.2 Hubungan Antara Simbol dan Kegiatan

Hubungan antara simbol dan kegiatan adalah sebagai berikut (Soeharto, 1999):

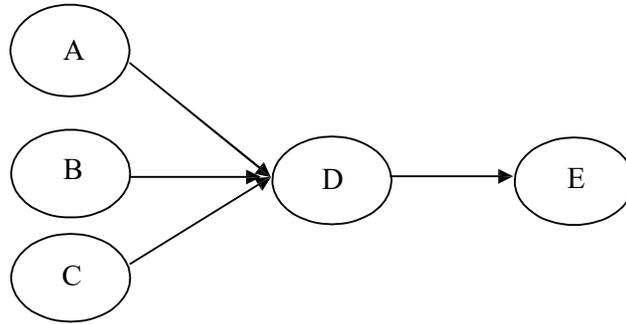
1. Kegiatan B dapat dimulai setelah kegiatan A selesai, kegiatan C dapat dimulai setelah kegiatan B selesai (hubungan seri). Model hubungan antar simbolnya dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hubungan Antar Simbol (Soeharto I. , 1999)

Gambar 2.3 menunjukkan hubungan jaringan di mana kegiatan A selesai terlebih dahulu, kemudia kegiatan B dapat dilanjutkan hingga selesai dan dilanjutkan dengan kegiatan C.

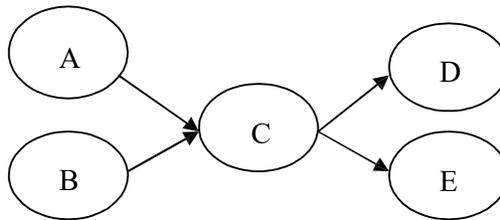
2. Setelah kegiatan ABC selesai, dimulailah kegiatan D. Pola hubungan antar simbol dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Hubungan Antar Simbol (Soeharto I. , 1999)

Gambar 2.4 menunjukkan hubungan jaringan di mana kegiatan ABC dilakukan hingga selesai, kemudian kegiatan D dilakukan hingga selesai dan kegiatan E dilanjutkan hingga selesai.

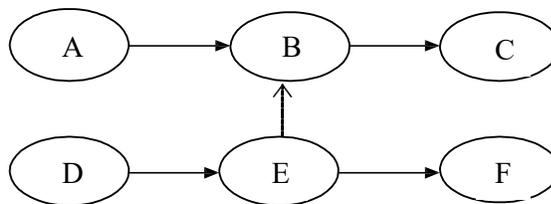
3. Kegiatan AB selesai, dilanjutkan ke kegiatan C, lalu kegiatan DE. Model hubungan antar simbol dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Hubungan Antar Simbol (Soeharto I. , 1999)

Gambar 2.5 menunjukkan hubungan jaringan di mana kegiatan AB selesai, diikuti oleh kegiatan C hingga selesai, dan kemudian kegiatan DE berlanjut.

4. Kegiatan BE merupakan kegiatan *dummy*. Model hubungan antar simbol dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Hubungan Antar Simbol (Soeharto I. , 1999)

Gambar 2.6 menunjukkan bahwa kegiatan BE merupakan hubungan kegiatan *dummy*. *Dummy* merupakan aktivitas imajiner yang tidak membutuhkan waktu untuk aktif dan menunjukkan ketergantungan.

2.6 PDM (*Precedence Diagram Method*)

PDM dikembangkan oleh Angkatan Laut AS pada 1960-an bekerja sama dengan Profesor Dr. Jonh Fondahl dari *Stanford University* mengembangkan metode perhitungan CPM yang juga memecahkan masalah *Dummy*. Dr. Fondahl mengganti metode pembuatan grafik AOA dengan metode AON tradisional yang dikenal sebagai *precedence method*. Oleh karena itu metode Fondahl adalah pilihan untuk *Critical Part Method* (Badri, 1991).

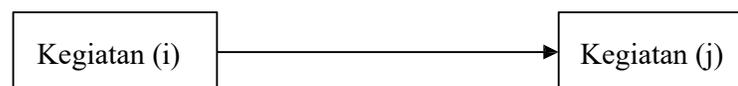
2.6.1 Hubungan logika ketergantungan PDM

Konstrain juga dikenal di PDM. Sebuah kendala hanya dapat menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Jadi, ada empat jenis konstrain (Soeharto, 1999):

1. Konstrain selesai ke mulai-*Finish to Start* (FS)

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara awal aktivitas dan akhir aktivitas sebelumnya. Dirumuskan sebagai $FS(i-j) = a$, yang berarti bahwa aktivitas j dimulai pada hari tertentu setelah berakhirnya aktivitas sebelumnya (i). Proyek selalu menginginkan angka $a=0$ kecuali hal-hal tertentu ditemukan, misalnya:

- a. Akibat iklim yang tidak dapat dihindari
- b. Proses kimia atau fisik, seperti pengeringan mortar semen.
- c. Kelola izin.
- d. Hal lain yang dapat mempengaruhi konsistensi dan batasan model *Finish to Start* ditunjukkan pada Gambar 3.7.



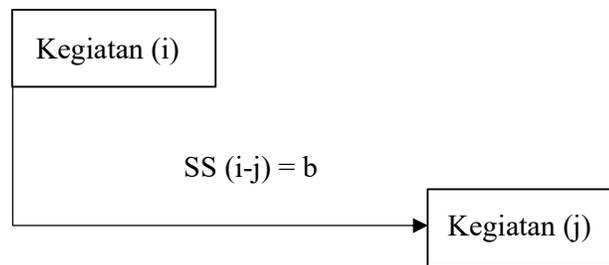
$$FS (i-j) = a$$

Gambar 2.7 Konstrain *Finish to start* (FS) (Soeharto I. , 1999)

Pada gambar 2.7 menunjukkan hubungan antar jaringan PDM dimana awal suatu aktivitas dengan selesainya aktivitas sebelumnya merupakan kendala *start-to-finish*.

2. Konstrain mulai-*start to start* (SS)

Menjelaskan hubungan antara awal suatu kegiatan dan awal dari kegiatan sebelumnya. Atau $SS(i-j) = b$, artinya kegiatan (j) dimulai b hari setelah dimulainya kegiatan (i) sebelumnya. Jenis konstrain ini terjadi ketika aktivitas (j) dapat dimulai sebelum aktivitas sebelumnya selesai 100% setelah beberapa bagian aktivitas (i) selesai. Jumlah b tidak boleh melebihi waktu kegiatan sebelumnya. Oleh karena itu, terdapat tumpang tindih disini, misalnya: Pelaksanaan redaman pondasi batu sungai dapat dimulai segera setelah dilakukan penggalian pondasi yang cukup, misalnya setelah satu hari. Kurva tegangan dari start ke start dapat dilihat pada Gambar 2.8.

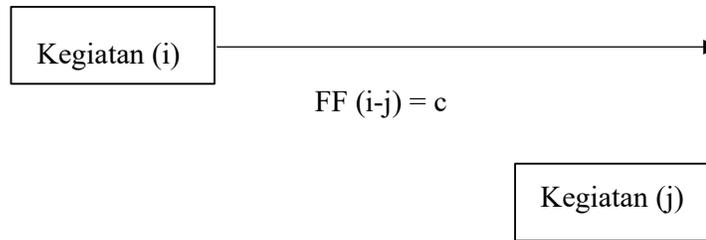


Gambar 2. 8 Konstrain *start to start* (SS) (Soeharto, 1999)

Gambar 2.8 menunjukkan ketergantungan jaringan dari metode PDM, di mana awal suatu aktivitas dengan dimulainya aktivitas sebelumnya merupakan kendala *start-to-start*.

3. Konstrain Selesai ke Selesai-*Finish to Finish* (FF)

Memberikan penjelasan antara selesainya kegiatan dengan selesainya kegiatan sebelumnya, atau $FF(i-j) = c$, artinya kegiatan (j) selesai setelah selesai c hari sejak kegiatan sebelumnya (i). Konstrain ini mencegah suatu aktivitas selesai 100% selama beberapa (=c) hari sebelum aktivitas sebelumnya selesai. Angka c tidak boleh melebihi jumlah periode aktivitas yang sesuai (j). Model konstrain *finish to finish* ditunjukkan pada Gambar 3.9.

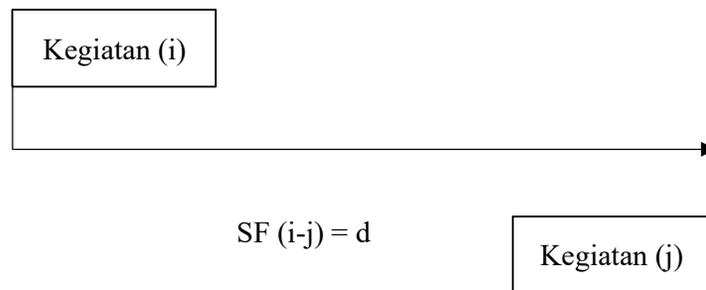


Gambar 2. 9 Konstran *finish to finish* (FF) (Soeharto, 1999)

Gambar 2.9 menunjukkan hubungan jaringan dari metode PDM, dimana penyelesaian suatu aktivitas dengan penyelesaian aktivitas sebelumnya merupakan konstrain *finish-to-finish*.

4. Konstran mulai ke selesai-*Start to finish* (SF)

Menjelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dan dimulainya kegiatan sebelumnya. Ditulis dengan $SF(i-j) = d$, artinya kegiatan (j) selesai d hari setelah dimulainya kegiatan (i) sebelumnya. Oleh karena itu, dalam hal ini, bagian dari kegiatan sebelumnya harus diselesaikan sebelum bagian terakhir dari kegiatan yang direncanakan selesai, mis: pekerjaan instalasi *lift* selesai beberapa hari setelah pekerjaan instalasi listrik dimulai.. Model konstrain *start to finish* ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Konstran *Start to finish* (SF) (Soeharto, 1999)

Gambar 2.10 menunjukkan hubungan jaringan dari proses PDM di mana penyelesaian suatu aktivitas dengan dimulainya aktivitas sebelumnya merupakan konstrain *start-to-finish*.

2.6.2 Teknik Perhitungan PDM

Metode PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi *Activity on Node* (AON). Di sini kegiatan umumnya ditulis dengan simpul segi empat

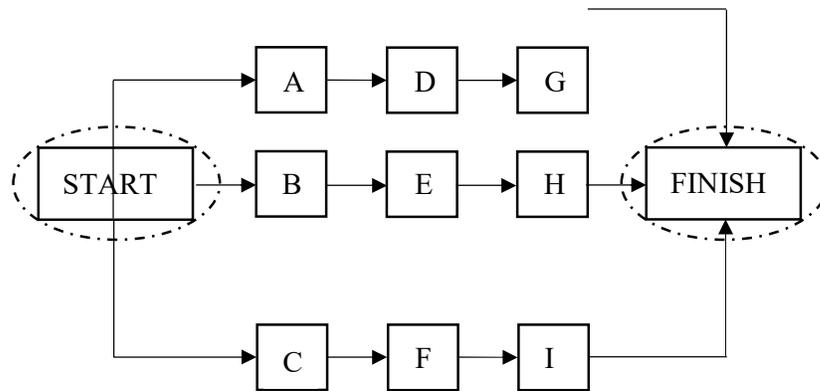
sedangkan anak panah hanya menunjukkan hubungan antar kegiatan (Soeharto I. , 1999). Model lambang kegiatan PDM ditunjukkan pada Gambar 2.11.

ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO.KEG		DURASI

Gambar 2. 11 Lambang Kegiatan PDM (Ervianto, 2005)

Pada gambar 2.11 memperlihatkan bentuk aktivitas atau *event* dari metode PDM, yang meliputi nama jenis aktivitas, nilai ES, nilai LS, nilai EF, nilai LF, nomor kegiatan dan durasi.

Dalam hal suatu pekerjaan mempunyai kegiatan awal yang terdiri dari beberapa kegiatan dan diakhiri dengan sejumlah kegiatan tertentu, kegiatan awal dan kegiatan akhir, baik fiktif/*dummy*, dapat ditambahkan. Model jaringan *dummy start dan finish* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 *Dummy Start dan Finish* pada PDM (Ervianto, 2005)

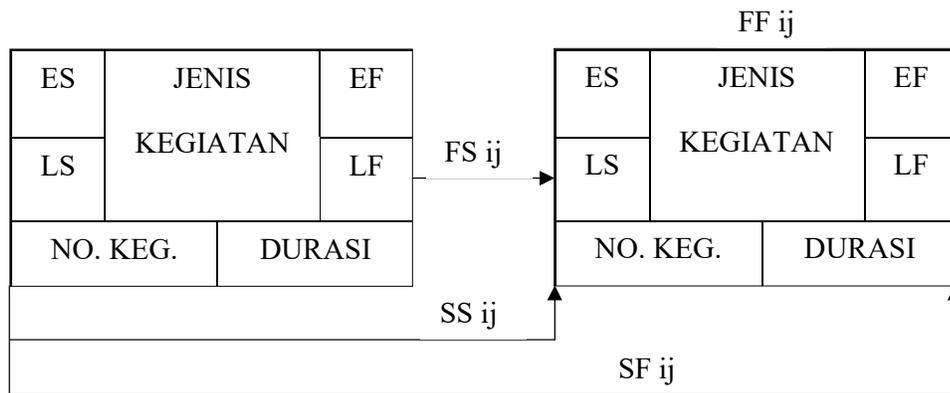
Gambar 2.12 menunjukkan hubungan jaringan metode PDM yang meliputi kegiatan awal dan akhir, baik kegiatan *dummy*.

Jalur PDM kritis memiliki sifat yang sama dengan CPM atau AOA, yaitu (Soeharto, 1997):

1. Waktu mulai awal dan akhir harus sesuai dengan $ES = LS$
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama dengan $EF = LF$

3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan antara waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal $LF-ES = D$
4. Jika hanya sebagian dari kegiatan yang kritis, maka seluruh kegiatan dianggap kritis

Dalam hal mengidentifikasi kegiatan kritis dan jalur kritis dapat dilakukan dengan menggunakan analisis maju dan analisis mundur sebagai berikut (Ervianto, 2005). Model jaringan hubungan aktivitas i dan j ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Hubungan Kegiatan i dan j (Ervianto, 2005)

Gambar 2.13 menunjukkan hubungan jaringan metode PDM untuk mengidentifikasi kegiatan yang bersifat kritis dan jalur kritis dapat dilakukan melalui perhitungan maju (*Forward Analysis*) dan perhitungan mundur (*Backward Analysis*).

1. Perhitungan maju dilakukan untuk mencapai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Jika lebih dari satu anak panah terlibat dalam kegiatan maka yang terbesar diambil. Kegiatan i adalah kegiatan *predecessor*, sedangkan kegiatan j adalah kegiatan yang dianalisa. Besaran ES_j dan EF_j adalah sebagai berikut seperti pada persamaan (2.4) dan (2.5).

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_i + FS_{ij} \quad (2.4)$$

$$EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j + D_j \quad (2.5)$$

Tanpa SF_{ij} atau FF_{ij} dan kegiatan *non splittable*, hasilnya seperti pada persamaan (2.6)

$$ES_j = EF_j - D_j \quad (2.6)$$

2. Perhitungan mundur dilakukan untuk mendapatkan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Jika lebih dari satu anak panah yang keluar dari kegiatan maka yang terkecil akan dipilih. Kegiatan j adalah *successor*, sedangkan kegiatan i adalah kegiatan yang dianalisis. Besarnya LS_i dan LF_i adalah seperti pada persamaan (2.7) dan (2.8):

$$LS_i = LS_j - FS_{ij} \text{ atau } LS_i = LF_j - SF_{ij} \text{ atau } LF_i - D_i \quad (2.7)$$

$$LF_i = LF_j - FF_{ij} \text{ atau } LF_i = LS_j - FS_{ij} \quad (2.8)$$

Tanpa SF_{ij} atau FS_{ij} dan kegiatan *non splitable* maka hasilnya seperti pada persamaan (2.9)

$$LF_i = LS_i + D_i \quad (2.9)$$

3. Adapun lintasan kritis dicirikan oleh beberapa kondisi, seperti pada persamaan (2.10).

$$ES=LS \text{ atau } EF=LF \text{ atau } LF-ES=\text{Durasi Kegiatan} \quad (2.10)$$

4. *Float*, adalah waktu yang tersedia untuk suatu tugas sehingga tugas tersebut dapat ditunda atau ditunda, baik sengaja maupun tidak sengaja, tanpa menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

- a. *Total float*: Waktu yang tersedia untuk menunda suatu tindakan tanpa mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan, seperti pada persamaan (2.11).

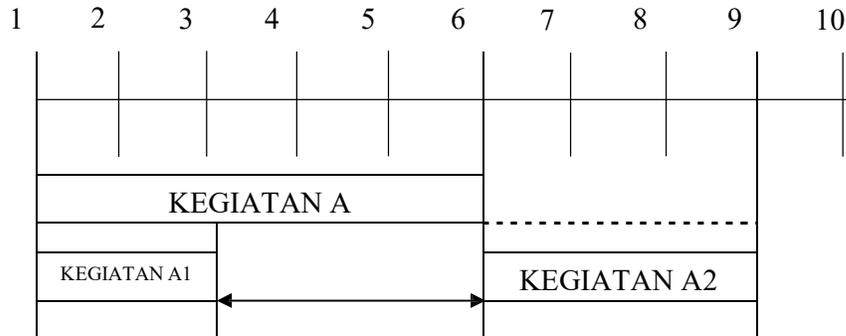
$$\text{Total Float (TF)}_i = \text{Minimum} (LS_i - EF_i) \quad (2.11)$$

- b. *Free float*: Waktu yang tersedia untuk menunda tindakan tanpa mempengaruhi dimulainya tindakan segera setelahnya, seperti pada persamaan (2.12).

$$\text{Free Float (FF)}_i = \text{Minimum} (ES_i - EF_i) \quad (2.12)$$

5. Menurut (Husen, 2008) *Lag* adalah sejumlah waktu tunggu dari suatu periode kegiatan J terhadap kegiatan I yang telah dimulai, terjadi pada hubungan SS dan SF.
6. Menurut (Husen, 2008) *Lead* adalah waktu tunggu antara dimulainya periode kegiatan j sesudah kegiatan i sebelum selesai, terjadi pada hubungan FS dan FF.
7. Kegiatan *Splitable*, adalah kegiatan yang durasi totalnya sedemikian rupa sehingga dapat dihentikan sementara dan kemudian dilanjutkan kembali

setelah jangka waktu tertentu (Ervianto, 2005). Model kegiatan *splitable* yang dapat dibagi ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Kegiatan *Splitable* (Ervianto, 2005)

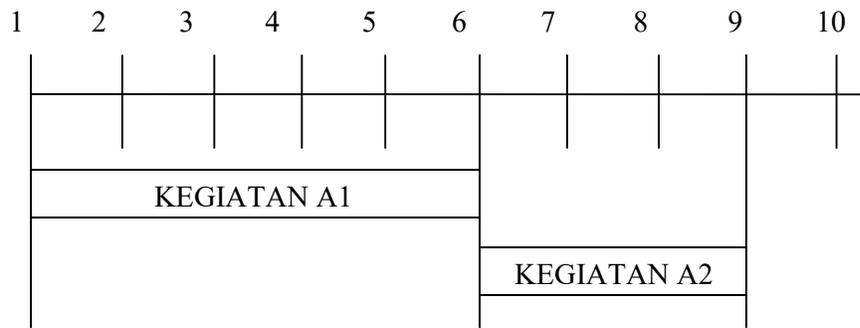
Gambar 2.14 menunjukkan bahwa tugas yang dapat dipisah memiliki bilangan bulat *floating-point*, sehingga dapat dijeda dan dilanjutkan beberapa saat kemudian. Pada Gambar 2.14, Anda dapat melihat bahwa pada waktu yang ditentukan, tugas A1 dihentikan sementara untuk pelaksanaan tugas A2 berikutnya. Penghitung naik dan turun untuk aktivitas yang dapat dibagikan tercantum dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hitungan Maju dan Mundur Kegiatan *Splitable* (Ervianto, 2005)

KEGIATAN <i>SPLITABLE</i>	
Hitungan Maju (<i>Forward Analysis</i>)	Hitungan Mundur (<i>Backward Analysis</i>)
$ES_j = EF_j - D_j - \text{Interupsi}$	$LS_i = LF_i - D_i - \text{Interupsi}$
$EF_j = ES_j + D_j + \text{Interupsi}$	$LF_i = LS_i + D_i + \text{Interupsi}$
$EF_j - ES_j = D_j + \text{Interupsi}$	$LF_i - LS_i = D_i + \text{Interupsi}$

Pada tabel 2.1 menunjukkan perhitungan maju dan mundur suatu kegiatan yang disebut kegiatan *splitable* yaitu kegiatan yang memiliki *total float*.

8. Kegiatan *Non Splitable*, adalah kegiatan yang tidak memiliki *total float* sehingga tidak dapat dihentikan dalam pengerjaannya (Ervianto, 2005). Model kegiatan *Non Splitable* ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 2. 15 Kegiatan *Non Splitable* (Ervianto, 2005)

Gambar 2.15 menunjukkan aktivitas *non splitable*, aktivitas yang tidak memiliki nilai *total float* sehingga tidak diijinkan untuk berhenti ditengah pelaksanaan. Pada gambar, dapat melihat bahwa tugas A1 berlanjut dengan tugas tanpa berhenti di tengah tugas dan dilanjutkan dengan tugas A2. Adapun hitungan maju dan hitungan mundur untuk kegiatan *non splitable* ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hitungan Maju dan Mundur Kegiatan *Non Splitable* (Ervianto, 2005)

KEGIATAN <i>SPLITABLE</i>	
Hitungan Maju (<i>Forward Analysis</i>)	Hitungan Mundur (<i>Backward Analysis</i>)
$ES_j = EF_j - D_j$	$LS_i = LF_i - D_i$
$EF_j = ES_j + D_j$	$LF_i = LS_i + D_i$
$EF_j - ES_j = D_j$	$LF_i - LS_i = D_i$

Tabel 2.2 menunjukkan perhitungan maju dan perhitungan mundur suatu kegiatan yang disebut kegiatan *non splitable* yaitu kegiatan yang tidak memiliki *total float*.