

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGENDALIAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE
PRESEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) dan *MS. PROJECT*
(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram)**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai Derajat Sarjana S-1
pada Program Studi Teknik Sipil



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
TAHUN 2024**

ABSTRAK

Pelaksanaan proyek konstruksi sering menemui berbagai kendala untuk mengoptimalkan waktu, biaya serta mutu pelaksanaan, terutama proyek yang melibatkan biaya yang cukup besar. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan metode *Ms. Project*. Metode ini memberikan cara yang lebih mudah untuk menjelaskan hubungan logis antar kegiatan konstruksi yang kompleks, khususnya jika terjadi kegiatan-kegiatan yang terjadi bersamaan. PDM juga cenderung lebih kecil dalam ukuran pembuatannya. Hal yang paling utama dalam pembuatan PDM adalah bahwa PDM lebih cepat dalam persiapan pembuatannya sehingga penjadwal tidak membutuhkan banyak waktu dalam mempersiapkan jadwal PDM.

Berdasarkan hasil pengolahan dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) diperoleh 17 urutan kegiatan kritis dan menggunakan metode *Ms Project* diperoleh 15 urutan kegiatan kritis, berdasarkan perhitungan dengan metode PDM diperoleh durasi/waktu optimum pengerjaan proyek selama 147 hari dan menggunakan metode *Ms Project* diperoleh waktu optimum 161 hari, dengan durasi awal 237 hari. Sehingga di peroleh percepatan yaitu 88 hari untuk metode PDM dan 76 hari untuk metode *Ms. Project*.

Kata kunci: Lintasan kritis, *Precedance diagram method*, *Microsoft Project*.

ABSTRACT

The execution of construction projects often faces various challenges in optimizing time, cost, and quality, especially for projects involving substantial expenses. Projects generally have deadlines, meaning they must be completed before or exactly on the specified date. In this context, completing a project on time is crucial for both the project owner and the contractor. This study employs the Precedence Diagram Method (PDM) and Ms. Project. These methods offer a simpler way to explain the logical relationships between complex construction activities, particularly when activities occur concurrently. PDM also tends to be smaller in size. A key advantage of PDM is its quicker preparation time, allowing schedulers to develop PDM schedules more efficiently. Based on the analysis using the Precedence Diagram Method (PDM), 17 critical activity sequences were identified. Using Ms. Project, 15 critical activity sequences were obtained. The calculation with the PDM method indicates an optimal project duration of 147 days, while the Ms. Project method yields an optimal duration of 161 days, with an initial duration of 237 days. Thus, the acceleration achieved is 88 days for the PDM method and 76 days for Ms. Project.

Keywords: Critical Path, Precedence Diagram Method, Microsoft Project

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM

KEPALA
UPT P3B

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini membuat industri konstruksi mendorong keseimbangan baik dari segi teknis dan manajerial. Dari segi teknis, semua pihak berusaha untuk membuat perhitungan yang cermat, dan dari segi manajemen ini adalah membuat metode yang efisien dan efektif untuk mengembangkan rencana yang baik untuk pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Manajemen dalam pelaksanaan konstruksi dilakukan dengan perencanaan dan penjadwalan dengan tujuan mencapai keberhasilan dalam suatu proyek konstruksi.

Pelaksanaan proyek konstruksi sering menemui berbagai kendala untuk mengoptimalkan waktu, biaya serta mutu pelaksanaan, terutama proyek yang melibatkan biaya yang cukup besar. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelolah proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Manajemen proyek mempunyai sifat yang istimewa, dimana waktu kerja dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan.

Untuk mengatasi permasalahan pada proyek konstruksi maka diperlukanlah pengendalian serta penjadwalan. Pengendalian diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan sehingga, setiap 1-2 pekerjaan yang dilaksanakan harus benar-benar diinspeksi dan dicek oleh pengawas lapangan, apakah sesuai dengan spesifikasi atau belum. Penjadwalan merupakan fase menterjemahkan suatu perencanaan ke dalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan juga menentukan kapan aktivitas itu dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber

daya bisa disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan (Tina, 2022).

Asrama Bapelkes Mataram terletak di Jalan Gora 2, Kelurahan Selagalas, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat yang dibangun untuk memfasilitasi semua kegiatan pelatihan kesehatan wilayah NTB. Pada proyek pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram yang mulanya direncanakan selesai selama 147 hari terhitung dari awal mulai pekerjaan, fakta di lapangan menunjukkan bahwa adanya beberapa kendala sehingga penyelesaian proyek menjadi 237 hari. Menyikapi hal tersebut, dibutuhkan metode-metode pengendalian proyek yang bertujuan agar proyek selesai dengan waktu dan biaya yang efektif.

Metode yang digunakan perencana dalam proyek adalah kurva S. Oleh sebab itu, peneliti akan melakukan penjadwalan ulang dengan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dan *Ms. Project* yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan durasi perencanaan antara jadwal existing yang berupa kurva S dengan *reschedule* yang mengadopsi cara penjadwalan dengan PDM dan *Ms. Project*. Penelitian pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dan pertimbangan dalam pelaksanaan proyek, agar dapat mengurangi persentase keterlambatan kerja hingga dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai waktu yang telah ditentukan

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dan menuangkan kedalam tugas akhir yang berjudul: “Analisa Pengendalian Proyek Menggunakan Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Ms. Project* (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah durasi waktu normal yang didapat setelah dilakukan optimalisasi dengan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Ms. Project*?

2. Berapakah perbandingan durasi antara jadwal perencanaan dengan durasi setelah optimalisasi ulang menggunakan metode PDM dan *Ms. Project*?
3. Pekerjaan apa saja yang terdapat dalam lintasan kritis pada metode PDM dan *Ms. Project*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diajukan, penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama yang hendak dicapai. Adapun tujuan-tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan optimalisasi durasi waktu setelah dilakukan penjadwalan ulang dengan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Ms. project*.
2. Untuk mengetahui perbandingan durasi waktu antara jadwal rencana awal dengan durasi waktu setelah penjadwalan ulang menggunakan metode PDM dan *Ms. project*.
3. Untuk mengetahui pekerjaan mana saja yang terdapat dalam lintasan kritis metode PDM dan *Ms. Project*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjadikan penelitian ini lebih terfokus pada latar belakang dan permasalahan yang telah ditemukan, berikut adalah batasan-batasan masalah yang telah ditetapkan guna membatasi ruang lingkup penelitian:

1. Penelitian ini akan difokuskan pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram sebagai studi kasus utama.
2. Durasi kegiatan proyek akan diperoleh berdasarkan *time schedule* yang telah disediakan oleh Proyek Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram, sehingga data yang digunakan dalam penelitian akan bersumber dari sumber yang telah disediakan.
3. Penelitian ini akan memusatkan perhatian pada penjadwalan waktu dengan menggunakan Metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dan *Ms. Project* sebagai metode utama untuk analisis.

4. Dalam analisis data, penelitian ini akan mengandalkan aplikasi *Microsoft Project* sebagai alat untuk pengolahan data proyek dan perencanaan jadwal.
5. Penelitian ini tidak menggunakan biaya sebagai indikator keberhasilan, sehingga hanya merujuk kepada waktu yang digunakan.

Dengan batasan-batasan masalah ini, penelitian akan lebih terfokus dan relevan dengan tujuan mengatasi masalah yang telah diidentifikasi dalam latar belakang penelitian

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan memberikan jalur kritis dari Metode PDM dan *Ms. Project* dalam konteks proyek konstruksi. Hal ini akan memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana Metode PDM dan *Ms. Project* dapat diterapkan dalam pengelolaan proyek konstruksi.
2. Diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan informasi penjadwalan proyek bagi pihak kontraktor, developer serta pihak-pihak yang terkait agar dapat menerapkan metode perencanaan dan pejadwalan proyek sesuai dengan karakteristik proyek konstruksi.
3. Sebagai bahan pertimbangan metode penjadwalan proyek baik dari pihak *owner, surveyor* maupun dari pihak pengelola industry dalam perencanaan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Tinjauan umum

Penelitian mengenai “Analisa Pengendalian Proyek Menggunakan Metode *Precedence Diagram* ((PDM) dan *Ms. Project*” perlu dilakukan peninjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya sebagai referensi.

Pengendalian waktu atau penjadwalan merupakan suatu alat yang dapat digunakan dalam penyelesaian suatu proyek. Untuk proyek dalam skala kecil yang hanya terdapat beberapa kegiatan, tahapan serta waktu pelaksanaannya dapat dibayangkan, sehingga penjadwalan proyek tidak wajib dilakukan. Tetapi untuk proyek dalam skala besar, penting adanya penjadwalan atau pengendalian waktu proyek agar setiap tahapan kegiatan dapat diketahui estimasi durasinya secara lebih rinci. Sehingga dalam proyek skala besar dengan adanya pengendalian waktu proyek, pelaksanaan kegiatan proyek dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien serta dapat meminimalisir adanya keterlambatan proyek.

Dalam pengendalian waktu proyek, dapat digunakan *Network Planning* atau jaringan kerja. Ini merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk membantu dalam pengendalian waktu proyek, karena dengan jaringan kerja dapat diketahui tahapan kegiatan yang berurutan, kegiatan yang dilakukan bersamaan atau saling berhubungan. Serta dapat diketahui juga durasi total proyek berdasarkan tahapan kegiatan yang telah ditentukan.

2.1.2 Penelitian terdahulu

Dalam tinjauan pustaka ini, disertakan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik untuk membantu menyelesaikan kesulitan permasalahan dalam penelitian serta membantu meningkatkan mutu penelitian yang sejenis.

Utomo dan Mulyono (2021), melakukan penelitian dengan judul “Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi Menggunakan Metode PDM dan CPM (Studi Kasus Pada Pembangunan Toserba Yogya di Pekalongan”. Menyatakan

kelancaran pengerjaan sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola penjadwalan proyek dari awal sampai akhir. Salah satu cabang dari matematika terapan yaitu analisa *network* yang merupakan suatu metode analisa yang mampu memberikan informasi kepada manajer untuk dapat melaksanakan/melakukan perencanaan dan pengendalian suatu kegiatan atau proyek yang dilaksanakan. Dalam pengaplikasiannya analisa *network* membutuhkan pengurutan kegiatan, lama kegiatan dan hubungan antar kegiatan agar perencanaan dan pengawasan proyek dapat dilakukan sebaik mungkin, sehingga pengerjaan proyek lebih terarah. Penelitian ini bertujuan menemukan waktu optimal penjadwalan baru untuk proyek konstruksi toserba yogya di pekalongan, dengan menggunakan metode PDM-CPM dan Microsoft Project 2010. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pekerjaan-pekerjaan yang terdapat pada jalur kritis proyek, yang nantinya akan menentukan lamanya penyelesaian proyek. Sehingga dapat diketahui, pekerjaan-pekerjaan apa saja yang tidak boleh terjadi keterlambatan. Pengambilan data dalam skripsi ini dengan teknik wawancara, dokumentasi, dan studi Pustaka dengan PT. Win Sejahtera sebagai kontraktor. Hasil Penelitian ini adalah penggunaan metode CPM, PDM, dan Microsoft Project memberikan hasil yang sama yaitu pengerjaan proyek selama 51 Minggu dengan rincian metode PDM memiliki 27 pekerjaan kritis dari 75 pekerjaan, metode CPM memiliki 37 pekerjaan kritis dari 112 pekerjaan, dan Microsoft Project memiliki 27 pekerjaan kritis dari 73 pekerjaan. Berdasarkan Hasil Penelitian ini, disarankan PT. Win Sejahtera mempertimbangkan menggunakan teknik PDM-CPM dengan Microsoft Project dalam membuat penjadwalan proyek.

Lengkong dkk (2023), melakukan penelitian dengan judul "Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Menggunakan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Balai Kesehatan Ibu dan Anak Kota Manado". Menyatakan penjadwalan pada proyek konstruksi merupakan hal yang sangat penting karena bermanfaat untuk memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek agar proyek dapat berjalan dengan lancar dan selesai dengan waktu yang optimal sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek.

Pengendalian proyek sangat penting dalam proses pekerjaan proyek sehingga dibutuhkan metode pengendalian proyek salah satunya yaitu metode PDM (*Precedence Diagram Method*). Penelitian ini menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) yang memberikan gambaran jaringan kerja yang lebih sederhana dan pekerjaan yang lain dapat dikerjakan tanpa menunggu pekerjaan pendahulunya selesai 100%. Penjadwalan proyek menggunakan perangkat lunak (*Software*) berupa *Microsoft excel*, *Microsoft project* dan lain sebagainya. Program *Microsoft Project* membantu mengolah dan mendapatkan jadwal proyek dengan metode *Gantt Chart* beserta lintasan kritisnya. Konsep cadangan waktu merupakan konsep yang mengatur kurun waktu proyek yang belum diperuntukkan (*uncommitted*) bagi kegiatan tertentu, sehingga dapat dipakai untuk memecahkan masalah proyek dalam aspek jadwal. Jadwal proyek memiliki rangkaian kegiatan yang tumpang tindih, sehingga penyusunan jadwal menggunakan diagram *preseden* pada *Microsoft project* akan lebih sederhana dan mudah dipahami. Hasil Penelitian menunjukkan nilai cadangan waktu pada situasi awal proyek adalah 0 hari, dan nilai cadangan waktu pada minggu terakhir pelaksanaan pekerjaan masih bernilai 0 hari karena tidak terjadi keterlambatan dalam proyek Pembangunan Balai Kesehatan Ibu Dan Anak Kota Manado ini.

Pratama dkk (2023), melakukan penelitian dengan judul "Penjadwalan Ulang Dengan *Precedence Diagram Method* (PDM) Pada Proyek Konstruksi Gedung Penunjang Pembelajaran Universitas Negeri Malang". Menyatakan penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber-sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai suatu hasil yang optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis total durasi dan total biaya pada pelaksanaan Proyek setelah dilakukan penjadwalan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Pada

penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *Precedence Diagram Method* (PDM). *Precedence Diagramming Method* (PDM) memberikan cara yang lebih mudah untuk menjelaskan hubungan logis antar kegiatan konstruksi yang kompleks, khususnya jika terjadi kegiatan-kegiatan yang terjadi bersamaan. PDM juga cenderung lebih kecil dalam ukuran pembuatannya. Hal yang paling utama dalam pembuatan PDM adalah bahwa PDM lebih cepat dalam persiapan pembuatannya sehingga penjadwal tidak membutuhkan banyak waktu dalam mempersiapkan jadwal PDM. Dari hasil analisis penjadwalan ulang pada proyek pembangunan Gedung Penunjang Pembelajaran Universitas Negeri Malang menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan program bantu *Microsoft Project 2016* didapat durasi yaitu 222 hari. Pada biaya langsung proyek dari pekerjaan persiapan sampai pekerjaan lain-lain didapatkan sebesar Rp. 42.095.114.431,90. Lalu pada biaya tak langsung pekerjaan untuk durasi (rencana Proyek) sebesar Rp. 79.199.760,- dan setelah *rescheduling* menjadi Rp. 73.259.778,- yang berarti terjadi efisiensi biaya tak langsung sebesar Rp. 5.939.982,-.

Rizky dkk (2024), melakukan penelitian dengan judul "Analisis Optimalisasi Penjadwalan Dengan Metode *Precedence Diagram Method* Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Sakit Regina Maris Medan". Menyatakan manajemen proyek yang baik pada proses pelaksanaan bangunan hunian yang bersifat pribadi, gedung swasta, dan bangunan infrastruktur yang diperuntukan kepada kepentingan publik, merupakan salah satu faktor majunya suatu negara. Studi difokuskan pada pembangunan rumah sakit Regina Maris di Medan yang merupakan salah satu pembangunan dengan kategori kompleks. Maksud penelitian ini adalah untuk memberikan hasil analisis terhadap pembangunan tersebut guna mencapai tujuan atau target yang dapat memberikan keefisienan penggunaan waktu, biaya dan mutu yang dianggap menjadi faktor utama pendukung dalam suatu pembangunan. Penelitian dilakukan dengan tiga tahap kegiatan utama, yaitu tahap identifikasi, tahap penyusunan data dan analisis permasalahan dan penggunaan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk menganalisis pengoptimasian jadwal pelaksanaan pekerjaan. Tahap

identifikasi dilakukan pada kawasan studi, diawali dengan observasi kondisi pelaksanaan pembangunan, diperdalam dengan identifikasi kondisi lingkungan ataupun faktor internal/eksternal yang dapat menghambat pekerjaan. Hasil dari tahap identifikasi, disertai dengan identifikasi permasalahan maupun faktor yang dapat menghambat pekerjaan, kemudian dijadikan data awal dari tahap penyusunan pengoptimasian jadwal pelaksanaan pekerjaan dengan metode PDM.

Pratama (2024), melakukan penelitian dengan judul “Analisa Pengendalian Proyek Menggunakan Metode *Precedence Diagram* Pada Proyek Revitalisasi Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Jurang Sate Hilir”. Menyatakan pelaksanaan proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan yang kompleks dan saling terkait. Semakin besar proyek tersebut, semakin rumit mekanismenya, sehingga muncul sejumlah tantangan yang harus diatasi. Dalam konteks ini, perencanaan proyek memiliki peran krusial, termasuk pengelolaan sumber daya tenaga kerja, biaya, bahan, dan waktu. Selain itu, pelaksanaan proyek juga mencakup proses penjadwalan, pengendalian, dan pengawasan yang efisien. Pengaturan, pengawasan, dan pengendalian ini merupakan tahapan integral dalam memastikan bahwa proyek konstruksi mencapai tujuan dan sasaran yang ditetapkan. Evaluasi terhadap jadwal kerja pada proyek Revitalisasi Jaringan Irigasi D.I. Jurang Sate Hilir melalui *Network Planning* yang diteruskan menjadi *Precedence Diagram*, diperoleh pemahaman bahwa: Hasil evaluasi pada penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan proyek Revitalisasi Jaringan Irigasi D.I. Jurang Sate Hilir sesuai dengan waktu optimal proyek tersebut yaitu 385 hari. Hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan aliran kegiatan kerja serta hubungan antar kegiatan pekerjaan tersebut dan Jalur kritis pada jadwal pekerjaan proyek Revitalisasi Jaringan Irigasi D.I. Jurang Sate Hilir sesuai dengan perhitungan adalah jalur A – B – C – D – E – F – G – H – I – P – Q.

Untuk mempermudah pemahaman perbedaan dan persamaan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1. Berikut:

Tabel 2.1. Resume Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode Penelitian	Hasil
1.	Utomo & Mulyono, (2021)	Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi Menggunakan Metode PDM dan CPM (Studi Kasus Pada Pembangunan Toserba Yogya di Pekalongan.	Metode analisis <i>Rate of Erosion</i> dengan menggunakan metode PDM dan CPM.	Hasil Penelitian ini adalah penggunaan metode CPM, PDM, dan Microsoft Project memberikan hasil yang sama yaitu pengerjaan proyek selama 51 Minggu dengan rincian metode PDM memiliki 27 pekerjaan kritis dari 75 Pekerjaan, metode CPM memiliki 37 pekerjaan kritis dari 112 pekerjaan, dan Microsoft Project memiliki 27 pekerjaan kritis dari 73 pekerjaan.
2	Lengkong, dkk (2023)	Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Menggunakan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Balai Kesehatan Ibu dan Anak Kota Manado	Metode PDM dan <i>Ms. Project</i> . Untuk perhitungan cadangan waktu menggunakan metode <i>forward pass</i> .	Hasil Penelitian menunjukkan nilai cadangan waktu pada situasi awal proyek adalah 0 hari, dan nilai cadangan waktu pada minggu terakhir pelaksanaan pekerjaan masih bernilai 0 hari karena tidak terjadi keterlambatan dalam proyek Pembangunan Balai Kesehatan Ibu Dan Anak Kota Manado ini
3	Pratama, dkk (2023)	Penjadwalan Ulang Dengan <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM) Pada Proyek Konstruksi Gedung Penunjang Pembelajaran Universitas Negeri Malang	Metode PDM, <i>Ms. Project 2016</i> dan perhitungan biaya tak langsung.	Dari hasil analisis penjadwalan ulang dengan menggunakan metode PDM dengan program bantu <i>Microsoft Project 2016</i> didapat durasi yaitu 222 hari. Dan pada biaya tak langsung pekerjaan untuk durasi (rencana Proyek) sebesar Rp. 79.199.760,- dan setelah <i>rescheduling</i> menjadi Rp. 73.259.778,- yang berarti terjadi efisiensi biaya tak langsung sebesar Rp. 5.939.982
4	Rizky, dkk (2024)	Analisis Optimalisasi Penjadwalan Dengan Metode <i>Precedence Diagram Method</i> Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Sakit Regina Maris Medan	Metode PDM dan Percepatan <i>Crashing</i> dengan bantuan Ms Exel.	Dari Hasil Penelitian, waktu yang didapat pada pelaksanaan proyek dengan pengoptimalan penjadwalan pada pekerjaan diminggu ke-61 progress pekerjaan 66,607% yaitu dari 61 minggu menjadi 52 minggu dengan waktu efisiensi 9 minggu dan diminggu ke-88 progress pekerjaan 100% yaitu dari 88 minggu menjadi 70 minggu dengan waktu efisiensi 18 minggu.
5	Pratama, (2024)	Analisa Pengendalian Proyek Menggunakan Metode <i>Precedence Diagram</i> Pada Proyek Revitalisasi Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Jurang Sate Hilir	Metode PDM, <i>Network Diagram</i> dengan bantuan <i>Ms. Project</i> .	Hasil evaluasi pada penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan proyek Revitalisasi Jaringan Irigasi D.I. Jurang Sate Hilir sesuai dengan waktu optimal proyek tersebut yaitu 385 hari dan Jalur kritis pada jadwal pekerjaan proyek Revitalisasi Jaringan Irigasi D.I. Jurang Sate Hilir sesuai dengan perhitungan adalah jalur A – B – C – D – E – F – G – H – I – P – Q.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu diatas, didapat perbedaan dan persamaan sebagai berikut:

1. Penelitian utomo dan mulyono (2021), perbedaan dengan penelitian saya yaitu metode yang digunakan, beliau menggunakan metode CPM dan PDM sedangkan penelitian saya menggunakan PDM dan *Ms. Project*. Dalam penelitian utomo dan muloyo (2021), untuk langkah-langkah analisisnya tidak dijelaskan secara terperinci dan hanya menampilkan hasil dari penelitian saja, sedangkan penelitian saya di jelaskan secara terperinci.
2. Penelitian Lengkong dkk (2023), perbedaan dengan penelitian saya yaitu metode yang digunakan, penelitian beliau menggunakan cadangan waktu dan dianalisis dengan metode PDM dengan bantuan *Ms. Project*. Sedangkan penelitian analisisnya menggunakan percepatan waktu atau *Crashing* dan dianalisis menggunakan metode PDM dan *Ms. Project*. dan penelitian saya menampilkan setiap perhitungan dan langkah-langkah analisis penelitian.
3. Penelitian Pratama dkk (2023), penelitian ini memiliki kesamaan dalam analisisnya yaitu sama-sama menggunakan metode PDM dan *Ms. Project*, namun pada penelitian ini, *Ms. Project* sebagai pembantu dalam pembuatan jaringan kerja PDM, sedangkan penelitian saya *Ms. Project* digunakan juga untuk menganalisis percepatan waktu.
4. Penelitian Rizki dkk (2024), pada penelitian ini hanya menggunakan metode PDM saja tanpa menggunakan *Ms. Project* dan langkah analisa menggunakan metode PDM tidak di jelaskan secara terperinci, sehingga pembaca sulit untuk memahami langkah-langkah analisis dari penelitian ini, sedangkan saya menggunakan metode PDM dan *Ms. Project* untuk analisisnya dijelaskan secara terperinci.
5. Pratama (2024), penelitian ini memiliki kesamaan dalam analisisnya yaitu sama-sama menggunakan metode PDM dan *Ms. Project*. Pada penelitian ini langkah analisisnya menggunakan metode CPM terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan analisis PDM. *Ms. Project* sebagai pembantu dalam pembuatan jaringan kerja PDM, sedangkan penelitian saya *Ms. Project* digunakan juga untuk menganalisis percepatan waktu.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Manajemen

Manajemen adalah suatu proses khas yang terdiri dari tindakan-tindakan perencanaan, pengorganisasian, pergerakan dan pengendalian untuk menentukan serta mencapai tujuan melalui pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya. Manajemen merupakan seni dalam menyelesaikan pekerjaan melalui orang lain. Definisi ini mengandung arti bahwa para manajer mencapai tujuan-tujuan organisasi melalui pengaturan orang-orang lain untuk melaksanakan berbagai tugas yang mungkin diperlukan (Rizki dkk, 2024).

Manajemen merupakan proses perencanaan, organisasi koordinasi, dan kontrol sumber daya untuk mencapai tingkat yang efektif dan efisien. Proyek merupakan rangkaian dari proses kegiatan yang dilakukan untuk satu tujuan kegiatan bersifat dinamis dan siklusnya pendek, dengan biaya, mutu dan waktu sebagai batasannya. Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya dapat berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal (Soeharto, 1999). Sehingga Manajemen Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu usaha pada proyek yang dibatasi anggaran, mutu dan jadwal, yang diselesaikan secara efektif dan efisien.

2.2.2. Manajemen proyek

Dalam buku Iman soeharto (1999) menyebutkan bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Berikut merupakan deskripsi aspek-aspek dalam manajemen proyek:

1. Perencanaan (*Planning*)

Kegiatan ini dilakukan untuk menetapkan sasaran dan tujuan yang harus dicapai dengan menentukan kebijakan pelaksanaan, metode yang akan digunakan, jadwal pelaksanaan, alokasi anggaran biaya, dan sumber daya. Kegiatan ini merupakan kegiatan yang paling utama dan dapat dikatakan

berhasil apabila kegiatan ini dapat diimplementasikan dengan baik, sehingga dapat meminimalisir kegagalan dan dapat mencapai hasil akhir yang maksimal.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Dalam kegiatan ini dilakukan identifikasi dan pengelompokkan beberapa jenis pekerjaan sehingga dapat ditentukan wewenang, tanggung jawab, sumber daya, dan hal-hal apa saja yang dibutuhkan dan harus dilakukan.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini merupakan implementasi dari kegiatan perencanaan. Dengan melaksanakan kegiatan yang sesungguhnya di lapangan sehingga dapat dicapai hasil akhir yang sesuai dengan sasaran dan tujuan. Karena dalam kegiatan perencanaan bersifat ramalan, biasanya dalam kegiatan ini terjadi beberapa perubahan yang harus disesuaikan dengan kondisi lapangan. Sehingga dalam kegiatan ini perlu dibutuhkan pengambilan keputusan yang tepat dan akurat.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memastikan program kerja yang telah direncanakan dan dilaksanakan dapat mencapai tujuan dan sasaran dengan penyimpangan paling minimal dan hasil akhir yang maksimal (Aulia, 2021).

2.2.3. Manajemen sumber daya manusia dalam proyek

Sumber daya manusia (SDM) adalah individu produktif yang bekerja sebagai penggerak suatu organisasi, baik itu didalam institusi maupun perusahaan yang memiliki fungsi sebagai aset sehingga harus dilatih dan dikembangkan kemampuannya. Pengertian sumber daya manusia makro secara umum terdiri dari dua yaitu SDM makro yaitu jumlah penduduk dalam usia produktif yang ada di sebuah wilayah dan SDM mikro dalam arti sempit yaitu individu yang bekerja pada sebuah institusi atau perusahaan.

1. Pengertian manajemen sumber daya manusia (MSDM)

MSDM adalah suatu bidang manajemen yang khusus mempelajari hubungan dan peranan manusia dalam organisasi perusahaan. Manajemen SDM merupakan hal-hal yang mencakup tentang pembinaan, penggunaan dan perlindungan sumber daya manusia baik yang berada dalam hubungan kerja

maupun yang berusaha sendiri. Menurut Drs. Malayu S. P Hasibuan dalam bukunya, mendefinisikan MSDM sebagai ilmu dan seni mengatur hubungan dan peranan tenaga kerja agar efektif dan efisien membantu terwujudnya tujuan perusahaan, karyawan dan masyarakat. Sedangkan menurut Edwin B. Flippo, MSDM adalah perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian dari pengadaan, pengembangan, kompensasi, pengintegrasian, pemeliharaan, dan pemberhentian karyawan, dengan maksud terwujudnya tujuan perusahaan individu, karyawan, dan masyarakat. MSDM adalah suatu hal yang berkaitan dengan pendayagunaan manusia dalam melakukan suatu pekerjaan untuk mencapai tingkat maksimal atau efektif dan efisien dalam mewujudkan tujuan yang akan dicapai dalam perusahaan, seorang karyawan dan juga masyarakat (Belferik dkk, 2023).

2. Ruang Lingkup Manajemen Sumber Daya Manusia

Sedarmayanti mengemukakan berkaitan tentang ruang lingkup manajemen sumber daya manusia (SDM) berdasarkan masa pelaksanaannya dan tugas pengembangan, ke dalam beberapa bagian di antaranya sebagai berikut:

a. *Pre-Service Training* (Pelatihan Pra Tugas).

Pelatihan yang diberikan kepada calon karyawan yang akan memulai untuk bekerja, atau karyawan baru yang bersifat pembekalan, agar mereka dapat melaksanakan tugas yang nantinya dibebankan kepada mereka.

b. *In Service Training* (Pelatihan dalam Tugas).

Pelatihan dalam tugas yang dilakukan untuk karyawan yang sedang bertugas dalam organisasi dengan tujuan meningkatkan kemampuan dalam melaksanakan pekerjaan.

c. *Post Service Training* (Pelatihan Purna/Pasca Tugas).

Pelatihan yang dilaksanakan organisasi untuk membantu dan mempersiapkan karyawan dalam menghadapi pension (Belferik dkk, 2023).

2.2.4. Percepatan durasi penyelesaian proyek (*crashing*)

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang akan diadakan *crash program*. Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan. Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimalkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja lembur, penggunaan peralatan berat dan perubahan metode konstruksi di lapangan (Ridwan, 2020).

2.2.5. Percepatan dengan alternatif sistem *shift* kerja

Penggunaan metode *shift* dalam suatu pekerjaan lebih cocok jika durasi yang ditetapkan oleh pemilik proyek sangat singkat. Adapun hal yang harus diperhatikan saat menggunakan metode *shift* misalnya masalah penerangan layanan pendukung, keamanan, dan produktifitas pekerja. Biasanya dengan penggunaan metode *shift*, biaya yang dikeluarkan akan melampaui rencana anggaran yang ditetapkan untuk pengeluaran fasilitas guna layanan kerja. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan *shift* dalam suatu pekerjaan akan menambah biaya yang harus dikeluarkan. Namun, secara drastis dapat mereduksi durasi pekerjaan hingga mencapai 50% dari durasi yang ditetapkan (Ridwan, 2020).

Masalah yang biasanya muncul pada penggunaan metode *shift* kerja berkaitan dengan kurang efisiensinya komunikasi antar tenaga kerja, kondisi

kesehatan yang buruk, kinerja pekerjaan yang buruk, dan kondisi mental dan fisik yang tidak sehat dan bahkan keamanan pada saat bekerja. Dampak terbesar lainnya dalam metode *shift* adalah kurangnya waktu tidur tenaga kerja dan tubuh tidak mudah untuk menyesuaikan siklus tidur yang baru. Siklus tidur yang kurang teratur dan bekerja yang tidak sesuai dengan waktu normal akan mempengaruhi kesehatan para tenaga kerja dan performa kerjanya. Penyesuaian ritme tubuh ke siklus kerja baru membutuhkan waktu 7-12 hari atau 24 sampai 30 hari. Beberapa masalah tersebut yang akan mempengaruhi penurunan produktivitas tenaga kerja, angka koefisien penurunan produktivitas dalam persen telah diketahui sebesar 11% - 17% dan biaya langsung kerja shift biasanya dikenakan biaya tambahan sebesar 15% untuk upah pekerja dari upah pekerja normal.

Produktivitas Tenaga Kerja Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dengan *input*, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metoda dan alat. Sukses atau tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya. Sumber daya yang digunakan pada proses proyek konstruksi adalah *material, machines, men, method, dan money* (Ridwan, 2020).

2.2.6. Metode penjadwalan proyek

Dalam penyelesaian sebuah pekerjaan konstruksi, Penjadwalan merupakan salah satu hal yang sangat penting dan perlu di perhatikan. Dalam penjadwalan tidak hanya pengalokasian waktu yang tersedia yang dipertimbangkan, tapi juga mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan lain agar penyelesaian suatu proyek dapat optimal. dengan adanya penjadwalan dapat diketahui jadwal rencana serta kemajuan proyek. Dari sana akan diketahui apakah proyek telah berjalan dengan baik atau tidak, dan apakah telah sesuai dengan yang direncanakan.

Penjadwalan dibuat dengan mengikuti perkembangan dalam pelaksanaan proyek, karena satu proyek dengan proyek yang lainnya berbeda-beda. Hal ini dilakukan agar didapat penjadwalan yang realistis sesuai dengan kondisi proyek yang ada sehingga alokasi sumber daya serta durasi waktunya sesuai dengan

sasaran dan tujuan proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan haruslah dibuat dengan detil agar dapat membantu dalam evaluasi proyek.

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang dapat digunakan dalam mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangannya. Penggunaan metode ini tergantung dari kebutuhan proyek serta hasil dan tujuan yang ingin dicapai dalam suatu proyek. Berikut beberapa metode penjadwalan yang sering digunakan dalam penjadwalan suatu proyek:

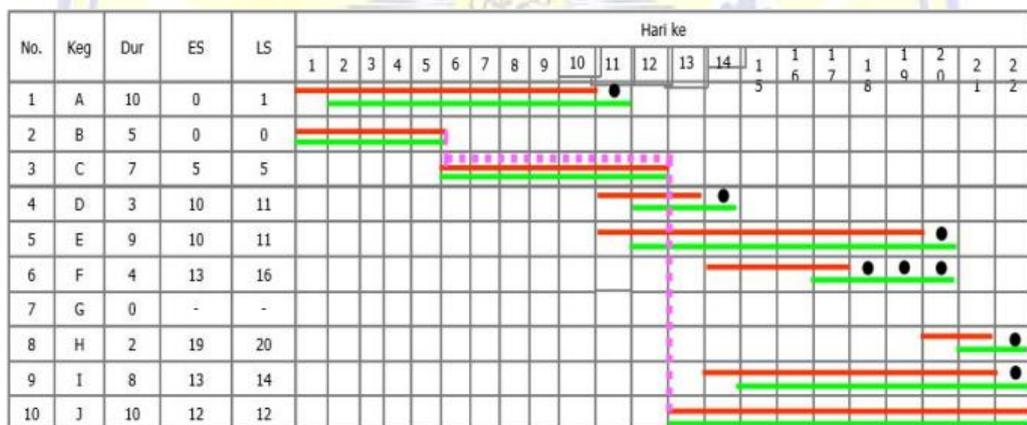
1. Bagan Balok (*Bar Chart*)

Bar Chart pertama sekali dikembangkan oleh Henry L. Gantt (1861-1919) sehingga sering juga disebut dengan *Gantt Chart*, adalah suatu diagram yang terdiri dari batang-batang yang menunjukkan saat dimulai dan saat selesai yang direncanakan untuk kegiatan-kegiatan pada suatu proyek (Rani, 2016). Bagan balok (*bar chart*) merupakan teknik perencanaan aktivitas proyek yang berhubungan dengan penjadwalan yang disebut juga dengan bagan Gantt sesuai dengan nama penciptanya, Henry Gantt. *Bar Chart* adalah grafik yang menunjukkan kemajuan pekerjaan berdasarkan kegiatan atau aktivitas, waktu dan bobot pekerjaan di lapangan yang dibandingkan terhadap jadwal rencana sehingga memberi informasi kemajuan proyek. *Bar chart* mencantumkan daftar aktivitas proyek beserta waktu mulai dan waktu penyelesaiannya. Secara visual *bar chart* menunjukkan kapan dan berapa lama berbagai tugas berlangsung dalam sebuah proyek pengembangan, beserta kebutuhan sumber daya pekerjaannya. Teknik ini merepresentasikan setiap tugas sebagai sebuah batang *horizontal* yang panjangnya sebanding dengan waktu penyelesaiannya. Namun, penggunaan *bar chart* tidak menjelaskan ketergantungan tugasnya, bagaimana satu tugas akan terpengaruh apabila tugas lain mengalami keterlambatan, atau bagaimana sebaiknya tugas disusun (Laudon, 2008). Hingga saat ini, metode *bar chart* masih sering digunakan dan merupakan metode yang umum digunakan sebagian besar penjadwalan dan pengendalian pada industri konstruksi, terutama dalam menyusun jadwal induk suatu proyek

mulai dari kontraktor kecil hingga kontraktor besar, baik sektor swasta maupun BUMN. Metode ini dapat dikombinasikan dengan metode lain yang lebih canggih (Soeharto, 1999). Bagan ini (*Bar Chart*) menggambarkan elemen kegiatan dari suatu proyek, dalam susunan *vertikal* dan kronologis waktu pelaksanaan proyek. Dalam arah *horisontal* menggunakan skala waktu yang proporsional. Panjang balok menyatakan lama kegiatan dalam skala waktu yang dipilih. Digambarkan balok-balok berpasangan, satu untuk rencana dan yang satu untuk realisasi (Fitrianto dkk, 2019). Kelebihan dari bagan balok ini juga menunjukkan jadwal departemen atau individual secara terpisah. bahwa bagan balok memiliki kelemahan penggunaan sebagai penyedia informasi, sebagai berikut:

- a. Penggunaan sumber daya secara efisien.
- b. Tahapan pra pelaksanaan di lapangan.
- c. Detail kemajuan pekerjaan (pada waktu pelaksanaan)

Gambar contoh *bar chart* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. *Bar Chart* Hari Kerja
(Sumber : Fitrianto, 2019)

2. Time Schedule (Kurva S)

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, Waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase

kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. *Visualisasi* kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan proyek (Putra, 2022). Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu metode diantara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertical sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S. Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil. Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat perhitungan persentase berdasarkan biaya per item pekerjaan/kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan.

Secara umum langkah-langkah menyusun kurva S adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pembobotan pada setiap item pekerjaan.
- b. Bobot item pekerjaan dihitung berdasarkan biaya item pekerjaan dibagi biaya total pekerjaan dikalikan 100%.
- c. Setelah bobot masing-masing item dihitung, lalu distribusikan bobot pekerjaan selama durasi masing-masing aktivitas.
- d. Setelah itu jumlah bobot dari aktivitas tiap periode waktu tertentu, dijumlahkan secara kumulatif.
- e. Angka kumulatif pada setiap periode ini diplot pada sumbu y (ordinat) dalam grafik dan waktu pada sumbu x (absis).
- f. Dengan menghubungkan semua titik didapat kurva S. Pada umumnya kurva S diplot pada *barchart*, dengan tujuan untuk mempermudah melihat kegiatan - kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu tertentu pengamatan progress pelaksanaan proyek.

Gambar *Time Schedule* (Kurva S) dapat dilihat pada gambar 2.2

mengetahui dan mendapat keterangan ini secara teratur. Lebih dari itu semua, PERT merupakan suatu pendekatan yang baik sekali untuk mencapai penyelesaian proyek tepat pada waktunya (Putra, 2022).

Komponen-komponen dalam pembuatan PERT adalah :

a. Kegiatan (*activity*)

Suatu pekerjaan/tugas dimana penyelesaiannya memerlukan periode waktu, biaya, serta fasilitas tertentu. Kegiatan ini diberi simbol tanda panah.

b. Peristiwa (*event*)

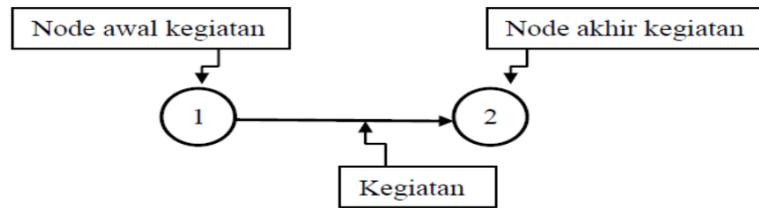
Menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Peristiwa diberi symbol lingkaran (*nodes*) dan nomor, dimana nomor dimulai dari nomor kecil bagi peristiwa yang mendahuluinya.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *network* PERT:

- a. Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahului harus sudah selesai dikerjakan.
- b. Anak panah menunjukkan urutan dalam mengerjakan pekerjaan.
- c. *Nodes* diberi nomor supaya tidak terjadi penomoran nodes yang sama.
- d. Dua buah peristiwa hanya bisa dihubungkan oleh satu kegiatan (anak panah).
- e. *Network* hanya dimulai dari suatu kejadian awal yang sebelumnya tidak ada pekerjaan yang mendahului dan *network* diakhiri oleh satu kejadian saja (Putra, 2022).

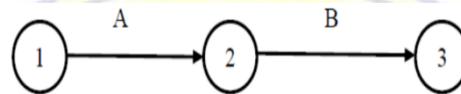
Berikut adalah penjelasan *network* PERT melalui contoh gambar:

- a. Sebuah kegiatan (*activity*) merupakan proses penyelesaian suatu pekerjaan selama waktu tertentu dan selalu diawali oleh node awal dan diakhiri oleh node akhir yaitu saat tertentu atau event yang menandai awal dan akhir suatu kegiatan. Contoh *Network* PERT dapat dilihat pada gambar 2.3, 2.4 dan 2.5 berikut:



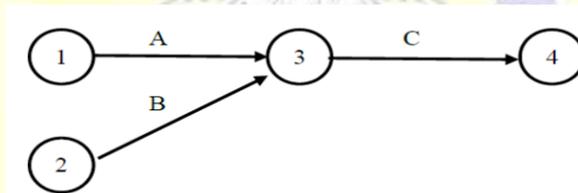
Gambar 2.3. Awal Kegiatan 1 ke 2
(Sumber : Putra 2022)

- b. Kegiatan B atau kegiatan 2 dan 3 baru bisa dimulai dikerjakan setelah kegiatan A atau kegiatan 1 dan 2 selesai.



Gambar 2.4. Kegiatan B dikerjakan setelah kegiatan A
(Sumber : Putra, 2022)

- c. Kegiatan C atau kegiatan 3 dan 4 baru bisa mulai dikerjakan setelah kegiatan A atau kegiatan 1 dan 3 dan kegiatan B atau kegiatan 2 dan 3 selesai.



Gambar 2.5. Kegiatan C dikerjakan setelah kegiatan A dan B
(Sumber : Putra, 2022)

4. *Critical Path Method (CPM)*

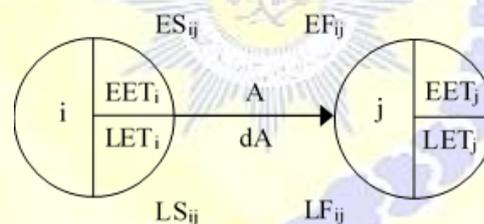
Levin dan Kirkpatrick (1972) dalam Ekanugraha (2016) menyebutkan CPM adalah metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek merupakan sistem yang paling banyak digunakan dibandingkan sistem yang lain yang menggunakan prinsip jaringan kerja. Metode CPM banyak digunakan oleh kalangan industri maupun proyek konstruksi. (Aulia, 2021). Cara ini dapat digunakan apabila durasi kegiatan diketahui dan tidak terlalu berfluktuasi. Menurut Levin dan Kirkpatrick, Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*–

CPM) yakni metode untuk merencanakan dan mengendalikan proyek-proyek, merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM adalah suatu teknik perencanaan dan pengendalian yang dipergunakan dalam proyek yang mempunyai data biaya dari masa lampau (*past cost data*) (Aulia, 2021).

Ciri utama yang terdapat pada CPM yaitu:

- Activity On Arrow* yang menggunakan anak panah sebagai simbol dari kegiatan.
- Hanya mengenal satu hubungan antara kegiatan: *Finish to Start* (FS).
- Mempunyai 2 macam urutan waktu: *Early Start* (ES) dan *Late Start* (LS).
- Activity* yang mempunyai $ES = LS$ disebut *Critical Activity*.
- Activity* yang non critical akan mempunyai waktu tunda yang dikenal dengan istilah *Float*.
- Terdapat 3 macam *float* : *Total Float*, *Free Float* dan *Independence Float*

Contoh *Critical Path Method* (CPM) dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6. Contoh *Critical Path Method* (CPM)
(Sumber : Aulia, 2021)

Pada gambar 2.6. diatas terdapat simbol yang digunakan dalam sebuah jaringan kerja. Macam-macam simbol tersebut adalah:

- Anak Panah

Anak panah ini melambangkan suatu kegiatan dari suatu proyek. Pada umumnya nama kegiatan dicantumkan diatas anak panah dan lama kegiatan dibawahnya. Ekor anak panah ditafsirkan sebagai kegiatan dimulai dan kepalanya ditafsirkan kegiatan selesai. Lamanya kegiatan

adalah jarak waktu antara kegiatan dimulai dengan kegiatan selesai. Pada lamanya kegiatan diberi kode huruf besar A, B, C dan seterusnya.

b. Lingkaran

Lingkaran yang menggambarkan peristiwa selalu digambarkan lingkaran yang terbagi atas tiga bagian ruangan, ruangan sebelah kiri merupakan tempat bilangan atau huruf yang menyatakan peristiwa. Ruangan sebelah kanan atas merupakan yang menyatakan lamanya hari (waktu satuan hari) yang merupakan saat paling awal peristiwa yang bersangkutan. Ruangan sebelah kanan bawah merupakan tempat bilangan yang menyatakan saat paling lambat peristiwa yang bersangkutan boleh terjadi. Selisih waktu dari kedua saat tersebut adalah tenggang waktu peristiwa (*Slack*) berharga positif. Ada kemungkinan tenggang waktu tersebut berharga nol, maka peristiwa yang bersangkutan merupakan peristiwa yang kritis, jika berharga negatif peristiwa tersebut adalah peristiwa super kritis dan ini bertanda bahwa proyek tidak akan selesai pada waktu yang telah ditetapkan

5. *Precedence Diagram Method* (PDM)

Metode *Precedence Diagram* (PDM) adalah salah satu teknik penting dalam pengendalian waktu proyek yang memfokuskan perhatian pada hubungan sekuensial antara tugas-tugas atau aktivitas yang ada dalam proyek (Wideman, 1992). Dengan PDM, tugas-tugas dalam proyek digambarkan dengan jelas berdasarkan urutan pelaksanaannya dan ketergantungan satu sama lain. Diagram ini membantu tim proyek untuk memahami bagaimana setiap aktivitas mempengaruhi yang lain, sehingga memungkinkan perencanaan yang lebih teliti dan pengendalian yang lebih baik terhadap proyek. Metode PDM telah menjadi alat yang sangat berguna dalam manajemen proyek, khususnya dalam proyek-proyek yang memiliki banyak tugas yang saling terkait dan kompleksitas yang tinggi.

a. Komponen utama *Precedence Diagram*:

- 1) Simpul (*Node*): Mewakili tugas atau aktivitas dalam proyek.

- 2) Panah (*Arc*): Mewakili hubungan sekuensial antara tugas-tugas. Panah mengindikasikan bahwa tugas pertama harus diselesaikan sebelum tugas kedua dimulai.
 - 3) Hubungan *Precedence*: Menunjukkan hubungan logis antara tugas-tugas, seperti *Finish-to-Start* (FS), *Start-to-Start* (SS), *Finish-to-Finish* (FF), dan *Start-to-Finish* (SF).
- b. Keunggulan penggunaan Metode *Precedence Diagram*:
- 1) Model Visual: Memberikan visualisasi yang jelas tentang bagaimana tugas-tugas saling terkait.
 - 2) Penentuan Jalur Kritis: Memungkinkan identifikasi jalur-jalur kritis dalam proyek dengan mudah.
 - 3) Pemahaman Hubungan Tugas: Memudahkan pemahaman hubungan sekuensial antara tugas-tugas.
- c. Implementasi dan penggunaan Metode *Precedence Diagram*:
- 1) Identifikasi Hubungan: Langkah awal adalah mengidentifikasi hubungan *precedence* antara tugas-tugas.
 - 2) Pembuatan Diagram: Membuat diagram dengan menggunakan node dan panah untuk menggambarkan hubungan antara tugas-tugas.
 - 3) Analisis dan Pengendalian: Menggunakan diagram untuk mengidentifikasi jalur-jalur kritis, menghitung waktu perkiraan, dan mengendalikan waktu proyek.

Metode *Precedence Diagram* (PDM) merupakan salah satu alat yang sangat efektif dalam pengendalian waktu proyek, memberikan manajer proyek pemahaman yang lebih mendalam tentang hubungan antara tugas-tugas dalam proyek. Dengan menggunakan PDM, tugas-tugas dalam proyek dapat diidentifikasi dengan jelas, dan ketergantungan antaraktivitas dapat diuraikan secara rinci (Wideman, 1992). Alat ini memungkinkan manajer proyek untuk merencanakan jalannya proyek dengan lebih efisien dan mengelola perubahan yang mungkin terjadi dengan lebih baik. Dalam proyek-proyek yang memiliki banyak aktivitas yang saling terkait, PDM menjadi alat yang tak ternilai dalam

membantu manajemen proyek untuk mencapai tujuan dengan sukses dan sesuai jadwal.

2.2.7. Precedence Diagram Method (PDM)

Metode *Precedence Diagram* (PDM) merupakan salah satu alat yang sangat rinci dan kuat dalam pengendalian waktu proyek yang digunakan untuk menggambarkan dan mengorganisir aktivitas dalam proyek dengan tingkat detail yang tinggi. PDM memungkinkan manajer proyek untuk memetakan setiap kegiatan dalam bentuk simpul atau "*node*" dalam diagram, yang kemudian dihubungkan dengan anak panah yang mewakili hubungan sekuensial antaraktivitas (Pratama, 2024)

Dalam setiap *node*, terdapat sejumlah atribut yang memberikan informasi lengkap tentang kegiatan tersebut. Hal ini mencakup estimasi durasi kegiatan (D), peristiwa awal (ES), peristiwa akhir (EF), peristiwa awal terakhir (LS), dan peristiwa akhir terakhir (LF) dari kegiatan tersebut. Atribut-atribut ini memberikan pemahaman yang sangat rinci tentang kapan dan bagaimana setiap kegiatan harus dilaksanakan dalam proyek (Pratama, 2024)

PDM memungkinkan manajer proyek untuk melihat jalur-jalur kritis dalam proyek, yaitu serangkaian aktivitas yang jika mengalami keterlambatan akan berdampak besar pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Dengan pemahaman yang mendalam tentang ketergantungan antaraktivitas dan jalur-jalur kritis ini, manajer proyek dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga proyek berjalan sesuai jadwal dan meminimalkan risiko keterlambatan. Oleh karena itu, PDM adalah alat yang sangat penting dalam manajemen proyek yang kompleks dan berdampak besar, membantu memastikan pencapaian tujuan proyek sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan (Pratama, 2024)

Metode *Precedence Diagram* (PDM) atau *Activity On Node* (AON) adalah salah satu pendekatan yang sangat berguna dalam merancang dan mengelola proyek. Dalam PDM, aktivitas-aktivitas dalam proyek direpresentasikan sebagai simpul atau "*node*" dalam bentuk segi empat. Hal ini memungkinkan pemodelan yang sangat rinci dan jelas tentang bagaimana aktivitas-aktivitas tersebut saling berhubungan (Pratama, 2024)

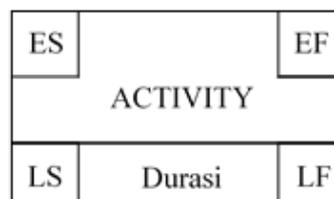
Salah satu keunggulan utama dari PDM adalah bahwa metode ini tidak memerlukan penggunaan kegiatan fiktif atau *dummy*. Dalam metode lain seperti *Activity On Arrow* (AOA), kegiatan fiktif seringkali harus digunakan untuk menggambarkan hubungan antaraktivitas dengan lebih baik. Namun, PDM menghilangkan kebutuhan akan kegiatan fiktif ini, membuat pembuatan jaringan proyek menjadi lebih sederhana dan mudah dimengerti.

Menurut Ervianto (2005) dalam penelitiannya, PDM adalah salah satu pendekatan yang efektif dalam menggambarkan ketergantungan antaraktivitas dalam proyek tanpa kebutuhan untuk kegiatan fiktif. Ini membantu dalam merencanakan dan mengendalikan proyek dengan lebih akurat.

Selain itu, PDM juga memiliki fleksibilitas yang tinggi dalam menggambarkan hubungan overlapping antaraktivitas yang berbeda. Ini berarti bahwa aktivitas-aktivitas dalam proyek dapat tumpang tindih atau saling berkaitan tanpa memerlukan penambahan kegiatan tambahan. Kemampuan ini memberikan manajer proyek kemampuan yang lebih besar untuk merencanakan, mengendalikan, dan mengoptimalkan proyek dengan tingkat detail yang tinggi.

Dengan menggunakan PDM, manajer proyek dapat dengan mudah mengidentifikasi jalur-jalur kritis dalam proyek, memahami ketergantungan antaraktivitas, dan merencanakan langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga proyek berjalan sesuai jadwal. Sebagai alat yang kuat dalam manajemen proyek, PDM membantu memastikan bahwa proyek mencapai tujuan waktu dan biaya yang telah ditetapkan dengan efisiensi dan akurasi yang tinggi (Pratama, 2024)

Kegiatan dalam PDM diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi, misalnya dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7. Lambang Kegiatan metode PDM
(Sumber :Pratama, 2024)

Keterangan:

Durasi = Waktu kegiatan

ES = *Earliest Start*, waktu kegiatan paling cepat dimulai

EF = *Earliest Finish*, waktu kegiatan paling cepat diselesaikan

LS = *Latest Start*, waktu kegiatan paling lambat harus dimulai

LF = *Latest Finish*, waktu kegiatan paling lambat harus diselesaikan

Metode *Precedence Diagram* (PDM) atau *Activity On Node* (AON) adalah salah satu pendekatan yang sangat berguna dalam merancang dan mengelola proyek. Dalam PDM, aktivitas-aktivitas dalam proyek direpresentasikan sebagai simpul atau "*node*" dalam bentuk segi empat. Hal ini memungkinkan pemodelan yang sangat rinci dan jelas tentang bagaimana aktivitas-aktivitas tersebut saling berhubungan.

Menurut Ervianto (2005) dalam penelitiannya, PDM adalah salah satu pendekatan yang efektif dalam menggambarkan ketergantungan antaraktivitas dalam proyek tanpa kebutuhan untuk kegiatan fiktif. Ini membantu dalam merencanakan dan mengendalikan proyek dengan lebih akurat. Secara umum, PDM terdiri dari dua bagian penting, yaitu *Forward Analysis* (analisis ke depan) dan *Backward Analysis* (analisis mundur). *Forward Analysis* digunakan untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF) dari setiap aktivitas dalam proyek. Sementara itu, *Backward Analysis* digunakan untuk menghitung *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF) dari aktivitas-aktivitas tersebut (Ridwan, 2020).

2.2.8. Durasi kegiatan

Menurut Soeharto (2001), dalam pengelolaan proyek dengan menggunakan metode jaringan kerja, durasi kegiatan merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu tugas atau aktivitas dalam proyek. Durasi ini diukur dari saat tugas dimulai hingga saat tugas tersebut selesai. Pendekatan ini sangat bergantung pada kemampuan untuk memprediksi durasi kegiatan secara akurat dan stabil selama pelaksanaan proyek.

Pentingnya pengukuran durasi kegiatan adalah untuk memungkinkan perencanaan yang lebih tepat dalam mengatur jadwal proyek. Dengan mengetahui estimasi durasi yang akurat, manajer proyek dapat mengatur prioritas, mengalokasikan sumber daya, dan merencanakan tindakan lebih lanjut secara efisien. Selain itu, dengan memahami durasi setiap kegiatan, manajer proyek dapat mengidentifikasi jalur-jalur kritis dalam proyek, yaitu rangkaian kegiatan yang memiliki durasi paling lama dan mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

Namun, penting juga untuk mencatat bahwa metode ini paling efektif digunakan dalam proyek-proyek di mana estimasi durasi kegiatan dapat diandalkan dan tidak terlalu fluktuatif. Dalam proyek-proyek dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi atau aktivitas yang dapat berubah-ubah, pendekatan lain seperti *Monte Carlo Simulation* atau analisis risiko mungkin lebih sesuai untuk memperhitungkan fluktuasi dalam durasi kegiatan. Dapat dihitung dengan persamaan 2-1 berikut:

$$D = \frac{V}{P \cdot N} \quad (2-1)$$

dengan:

D = durasi kegiatan (hari)

V = Volume Kegiatan (m^2 , m^3 , kg)

P = Produktivitas kerja rata-rata (m^3 /hari)

N = Jumlah tenaga kerja dan peralatan (orang)

Soeharto (2001) Rumus $D = V / (P \times N)$ juga dapat digunakan untuk mengukur durasi (D) suatu kegiatan dalam metode PDM. Dalam rumus ini, V merupakan volume pekerjaan, P adalah produktivitas, dan N adalah jumlah tenaga kerja yang diperlukan. Dengan menggunakan rumus ini, manajer proyek dapat mengestimasi durasi kegiatan dengan lebih akurat, memungkinkan perencanaan yang lebih tepat dalam mengatur jadwal proyek. Standar produktivitas pekerja konstruksi yang berlaku di Indonesia salah satunya adalah Permen PUPR 2022. Permen PUPR 2022 yang digunakan untuk proyek konstruksi gedung yaitu bidang cipta karya. Dalam standar cipta karya memuat nilai koefisien dengan satuan yang

sesuai spesifikasi pekerjaan. Untuk pekerjaan secara manual rasio antara pekerja dan mandor maksimum 20 : 1. Kepala tukang maksimum sekitar 10% (sepuluh persen) dari jumlah tukang. Jumlah Tenaga Kerja tersebut adalah relatif tergantung pada beban kerja peralatan utama. Bina Marga menetapkan jumlah Tenaga Kerja berdasarkan produktivitas alat utama dalam satu hari kerja. Tugas setiap Tenaga Kerja harus disebutkan. Kapasitas Tenaga Kerja mengerjakan satu satuan pekerjaan (m^3 , m^2 , m^1 , liter, kg, ton, buah, dan lain sebagainya) adalah dalam satuan orang-hari (OH) atau *man-day* (MD) atau satuan orang-jam (OJ) atau *man-hour* (MH) (*Permen PUPR, 2022*).

Metode *Precedence Diagram Method* (PDM), yang umumnya memiliki representasi dalam bentuk segi empat dengan anak panah sebagai petunjuk kegiatan, menawarkan pendekatan yang lebih sederhana dibandingkan dengan metode CPM (*Critical Path Method*) (Pratama, 2024). Keunggulan utama PDM adalah kemampuannya untuk menjalankan suatu pekerjaan tanpa harus menunggu kegiatan pendahulunya selesai.

1. Kelebihan pada Metode PDM
 - a. Penjadwalan proyek berupa diagram jaringan dengan hubungan ketergantungannya sangat jelas
 - b. Ditunjukkan dengan garis/ anak panah.
 - c. Digunakan untuk proyek yang mempunyai kegiatan tumpang tindih atau *over lapping*.
 - d. Dapat menunjukkan hubungan logika ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain secara spesifik.
 - e. Menunjukkan lintasan kritis kegiatan proyek sehingga apabila terjadi keterlambatan proyek, prioritas pekerjaan proyek yang akan dikoreksi menjadi mudah dilakukan.
2. Kekurangan pada metode PDM
 - a. Belum dapat memperlihatkan perhitungan kecepatan produksi dan hambatan atau gangguan antar kegiatan.
 - b. Kegiatan yang berulang akan dijumpai dengan penumpukan pekerjaan.

- c. Adanya percepatan waktu mulai item pekerjaan mendahului item pekerjaan sebelumnya.
- d. Adanya penambahan sumber daya manusia untuk mengerjakan item pekerjaan yang mulai dikerjakan sebelum pekerjaan yang mendahuluinya selesai.
- e. Tidak dapat mempertahankan kontinuitas tingkat produktifitas kegiatan berulang.

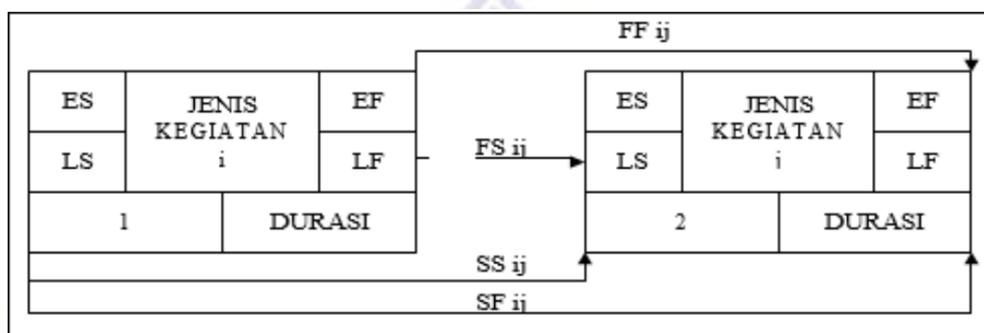
Metode *Precedence Diagram* (PDM) sebenarnya merupakan evolusi dari *bar chart* atau grafik batang. Terkadang, dalam penggunaannya, skala waktu kegiatan dan kalender bisa ditempatkan di bagian atas diagram, menciptakan jadwal yang bukan hanya sebuah logika diagram, tetapi juga mencerminkan skala waktu atau garis waktu yang spesifik. Pada rentang waktu antara tahun 1980 hingga 2000, perkembangan teknologi komputer telah memungkinkan penambahan atribut tambahan dalam analisis jaringan PDM. Ini mencakup berbagai jenis hubungan antar aktivitas, penggunaan *lag dan lead time values* dalam menentukan dependensi, penggunaan beragam kalender, serta alokasi berbagai sumber daya untuk setiap aktivitas. Penggunaan berbagai fungsi tambahan ini membutuhkan tingkat pelatihan dan pengalaman yang tinggi dalam penjadwalan konstruksi. Hal ini mengindikasikan bahwa PDM telah berkembang menjadi suatu alat yang lebih kuat dan kompleks dalam manajemen proyek, yang memerlukan pemahaman mendalam serta kemahiran yang lebih tinggi untuk menggunakannya secara efektif (Pratama,2024).

2.2.9. Analisa waktu dan jalur kritis

Dalam metode *Precedence Diagram Method* (PDM), metode yang digunakan adalah *Activity on Node* (AON). AON adalah metode yang menggambarkan hubungan antarkegiatan dengan menggunakan tanda panah sebagai petunjuk keterkaitan antara kegiatan-kegiatan tersebut. Representasi kegiatan dalam PDM dituliskan dalam bentuk *node*, yang umumnya berbentuk kotak segi empat.

Setiap *node* ini mewakili suatu kegiatan atau aktivitas dalam proyek. *Node* tersebut berisi informasi seperti identifikasi kegiatan, durasi, serta keterangan-

keterangan spesifik lainnya yang terkait dengan kegiatan tersebut. Hubungan antarkegiatan dijelaskan melalui anak panah yang menghubungkan node-node tersebut, menunjukkan aliran kerja proyek dan urutan ketergantungan antarkegiatan. Penggunaan metode AON dalam PDM memungkinkan manajer proyek untuk dengan jelas menggambarkan dan mengelola hubungan antar kegiatan dalam suatu proyek konstruksi (Ervianto, 2005). Lambang kegiatan PDM dapat dilihat pada gambar 2.8 Berikut:



Gambar 2.8. Lambang kegiatan *Precedence Diagram Method* (PDM)
(Sumber : Ervianto, 2005)

Dalam perencanaan penjadwalan metode PDM, terdapat perhitungan untuk mengidentifikasi jalur kritis kegiatan proyek. Penjelasan terkait perhitungan metode PDM adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Maju

Perhitungan maju dalam metode *Precedence Diagram Method* (PDM) bertujuan untuk mendapatkan nilai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF) dari setiap kegiatan yang dianalisis. Dalam perhitungan ini, jika terdapat lebih dari satu anak panah yang masuk ke dalam suatu kegiatan, maka akan diambil nilai yang terbesar dari anak panah tersebut (Pratama,2024).

Pertama-tama, kita harus memahami bahwa terdapat dua jenis kegiatan dalam PDM: kegiatan I (*predecessor*) dan kegiatan J (kegiatan yang sedang dianalisis). Untuk menghitung ES dan EF dari kegiatan J, kita dapat menggunakan rumus berikut:

ES_j (*Earliest Start* dari kegiatan J) adalah waktu awal paling lambat yang kegiatan J dapat dimulai, dan nilainya akan dihitung dengan

mempertimbangkan ES dari semua kegiatan pendahulu (kegiatan I) yang memiliki hubungan langsung ke kegiatan J. ES_j adalah nilai terbesar dari ES kegiatan pendahulu tersebut ditambah dengan durasi kegiatan (Pratama, 2024)

EF_j (*Earliest Finish* dari kegiatan J) adalah waktu awal paling lambat ketika kegiatan J dapat selesai. Nilainya dihitung dengan menambahkan durasi kegiatan J ke dalam ES_j. Dengan kata lain, EF_j = ES_j + Durasi J (Pratama, 2024). Nilai ES_j *Earliest Start* dan EF_j *Earliest Finish* dapat dihitung dengan persamaan 2-2 dan persamaan 2-3 berikut:

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_i + FS_{ij} \quad (2-2)$$

$$EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j + D_j \quad (2-3)$$

Keterangan:

ES = *Earliest Start*

EF = *Earliest Finish*

SS = *Star to Star*

SF = *Star to Finish*

FS = *Finish to Star*

FF = *Finish to Finish*

D = Durasi

Jika tidak ada FS_{ij} atau SS_{ij} dan kegiatan non-splitable maka ES_j = EF_j - D_j (Soeharto, 1999)

2. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dalam metode *Precedence Diagram Method* (PDM) bertujuan untuk mendapatkan nilai *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF) dari setiap kegiatan yang dianalisis. Dalam perhitungan ini, jika terdapat lebih dari satu anak panah yang keluar dari suatu kegiatan, maka akan diambil nilai yang terkecil dari anak panah tersebut (Pratama, 2024)

Pertama-tama, kita perlu memahami bahwa terdapat dua jenis kegiatan dalam PDM: kegiatan J (*successor*) dan kegiatan I (kegiatan yang sedang dianalisis). Untuk menghitung LS dan LF dari kegiatan I, kita dapat menggunakan rumus berikut:

LF_i (*Latest Finish* dari kegiatan I) adalah waktu terakhir paling awal ketika kegiatan I harus selesai agar tidak mengganggu jadwal proyek secara keseluruhan. Nilainya dihitung dengan mempertimbangkan LF dari semua kegiatan penerus (kegiatan J) yang memiliki hubungan langsung dari kegiatan I. LF_i adalah nilai terkecil dari LF kegiatan-kegiatan penerus tersebut dikurangi dengan durasi kegiatan I.

LS_i (*Latest Start* dari kegiatan I) adalah waktu terakhir paling awal ketika kegiatan I dapat dimulai tanpa memengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Nilainya dihitung dengan mengurangi durasi kegiatan I dari LF_i. Dengan kata lain, LS_i = LF_i - Durasi I (Pratama, 2024). LF_i *Latest Finish* dan LS_i *Latest Start* dapat dihitung dengan persamaan 2-4 dan persamaan 2-5 berikut:

$$LS_i = LS_j - SS_{ij} \text{ atau } LS_i = LF_j - SF_{ij} \quad (2-4)$$

$$LF_i - D_i = LF_j - FF_{ij} \text{ atau } LF_i = LS_j - FS_{ij} \quad (2-5)$$

Keterangan:

LS = *Latest Start*

LF = *Latest Finish*

SS = *Star to Star*

SF = *Star to Finish*

FF = *Finish to Finish*

FS = *Finish to Star*

D = Durasi

Jika tidak ada FF_{ij} atau FS_{ij} dan kegiatan *non-splitable* maka LF_i=LS_i+D_i. (Soeharto, 1999).

3. *Float*

Float atau *slack* adalah sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan dalam sebuah proyek konstruksi sehingga kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat dengan sengaja atau tidak, tanpa menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Float* adalah salah satu konsep penting dalam perencanaan dan pengendalian waktu proyek.

Ada dua jenis *float* yang umumnya digunakan dalam manajemen proyek konstruksi, yaitu:

- a. *Total float*: sejumlah waktu yang tersedia untuk penundaan suatu kegiatan tanpa memengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Total Float* dapat dihitung dengan persamaan 2-6 berikut:

$$\text{Total float (TF)}_i = \text{Minimum (LS}_j - \text{EF}_i) \quad (2-6)$$

- b. *Free float*: adalah waktu kegiatan yang diperbolehkan untuk ditunda atau terlambat, karena tidak mempengaruhi keterlambatan pada kegiatan berikutnya. *Free float* dapat dihitung dengan persamaan 2-7 berikut:

$$\text{Free float (FF)}_i = \text{Minimum (ES}_j - \text{EF}_i) \quad (2-7)$$

Float sangat penting dalam manajemen proyek karena memungkinkan manajer proyek untuk mengidentifikasi kegiatan yang memiliki fleksibilitas waktu dan kegiatan yang kritis untuk penyelesaian proyek. Dengan memahami *float*, manajer proyek dapat merencanakan, mengendalikan, dan mengoptimalkan jadwal proyek dengan lebih efektif (Pratama, 2024).

4. *Lag* dan *Lead*.

Dalam manajemen proyek, terdapat dua konsep penting yang berkaitan dengan waktu dalam hubungan antar kegiatan, yaitu "*Lag*" dan "*Lead*". Konsep ini digunakan untuk mengatur dan memahami hubungan antar kegiatan dalam jadwal proyek. *Lag*, seperti yang dijelaskan oleh Husen (2008), adalah sejumlah waktu tunggu dari suatu periode kegiatan J terhadap kegiatan I yang telah dimulai. Ini biasanya terjadi pada hubungan antara dua kegiatan, yaitu *Start-to-Start* (SS) dan *Start-to-Finish* (SF). *Lag* mengindikasikan bahwa kegiatan J harus menunggu beberapa waktu setelah dimulainya kegiatan I sebelum dapat dimulainya.

Di sisi lain, *Lead*, juga seperti yang dijelaskan oleh Husen (2008), adalah sejumlah waktu yang mendahului dari suatu periode kegiatan J sebelum kegiatan I selesai. Ini terjadi pada hubungan antara dua kegiatan lain, yaitu *Finish-to-Start* (FS) dan *Finish-to-Finish* (FF). *Lead* mengindikasikan bahwa kegiatan J dapat dimulai beberapa waktu sebelum kegiatan I selesai (Pratama, 2024).

Kedua konsep ini, *Lag* dan *Lead*, penting dalam perencanaan dan pengendalian waktu proyek karena mereka memungkinkan manajer proyek untuk mengatur urutan dan ketergantungan antar kegiatan dengan lebih fleksibel sesuai dengan kebutuhan proyek.

2.2.10. Kegiatan dan jalur kritis *Precedence Diagram Method*

Jalur kritis adalah salah satu konsep kunci dalam manajemen proyek yang mengacu pada serangkaian kegiatan yang memiliki float atau slack waktu yang sama dengan nol. Dalam istilah lain, ini berarti bahwa kegiatan-kegiatan ini tidak memiliki fleksibilitas waktu dalam jadwal proyek dan harus dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Jalur kritis adalah jalur yang menentukan durasi total proyek karena setiap keterlambatan atau percepatan dalam kegiatan-kegiatan jalur kritis akan berdampak langsung pada durasi keseluruhan proyek.

Sebagai contoh, jika ada perubahan waktu pelaksanaan dalam salah satu kegiatan yang termasuk dalam jalur kritis, baik itu percepatan atau perlambatan, maka akan berdampak pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jika kegiatan dalam jalur kritis tertunda, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan juga akan tertunda. Dengan demikian, pengidentifikasian dan manajemen jalur kritis adalah salah satu aspek yang sangat penting dalam perencanaan dan pengendalian waktu proyek, karena hal ini memungkinkan manajer proyek untuk fokus pada kegiatan yang paling krusial untuk mencapai target waktu proyek (Pratama, 2024). Jalur dan kegiatan kritis PDM mempunyai sifat sama seperti CPM/AOA, yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama $ES = LS$
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama $EF = LF$
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal $LF - ES = D$
4. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis (Soeharto, 1999).

Besarnya nilai $ES(j)$ dan $EF(j)$ dihitung menggunakan persamaan 2-8 dan persamaan 2-9 berikut:

$$ES(j) = ES(i) + SS(ij) \text{ atau } ES(j) = EF(i) + FS(ij) \quad (2-8)$$

$$EF(j) = ES(i) + SF(ij) \text{ atau } EF(j) = EF(i) + FF(ij) \text{ atau } ES(j) + D(j) \quad (2-9)$$

Catatan:

1. Jika (2-8) ada lebih dari satu anak panah yang masuk dalam suatu kegiatan maka diambil nilai terbesar.
2. Jika (2-9) tidak ada/diketahui FS(ij) atau SS(ij) dan kegiatan non- splitable maka ES(j) dihitung dengan cara berikut : $ES(j) = EF$ (Soeharto, 1999).

2.2.11. *Microsoft project*

Microsoft Project adalah perangkat lunak yang sangat dikenal dan digunakan secara luas dalam dunia manajemen proyek. Perangkat lunak ini dirancang khusus untuk membantu dalam perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek (Schwalbe, 2018). Dengan menggunakan *Microsoft Project*, manajer proyek dapat membuat rencana proyek yang terperinci, mengatur tugas-tugas, mengalokasikan sumber daya, dan mengelola jadwal proyek dengan efisien.

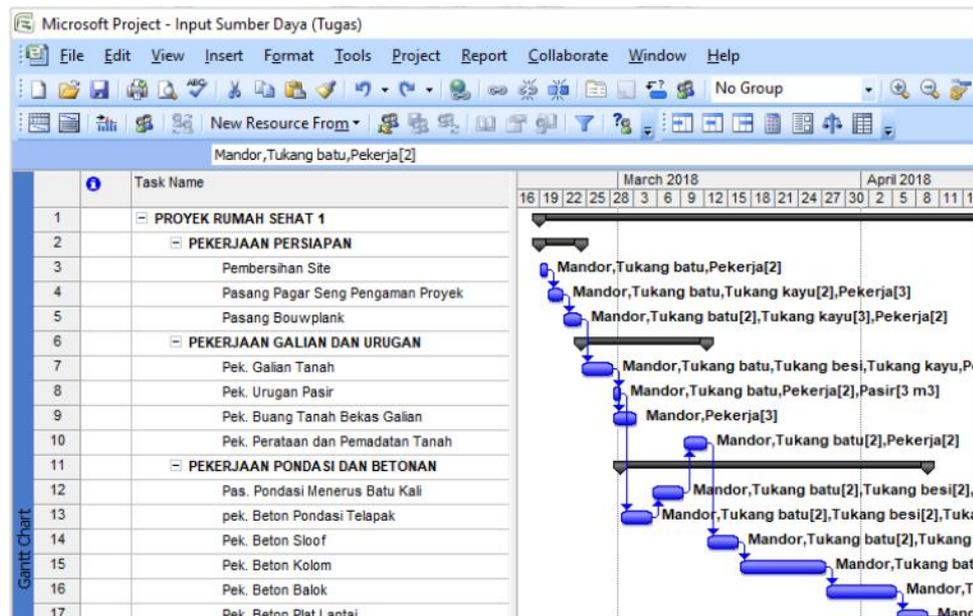
Perangkat lunak ini juga memungkinkan untuk melacak kemajuan proyek secara *real-time*, mengidentifikasi perubahan yang mungkin terjadi, dan membuat laporan yang informatif. Dengan fitur-fitur yang canggih, *Microsoft Project* telah menjadi alat yang tak ternilai bagi para profesional manajemen proyek dalam upaya mencapai kesuksesan proyek (Pratama, 2024).

1. Perangkat lunak ini populer untuk perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.
2. Menyediakan alat untuk membuat dan mengelola diagram Gantt, menentukan tugas, dan melacak kemajuan.

Microsoft Project 2007 memperlihatkan hasil perhitungan secara langsung. Tapi, rencana proyek tidak akan selesai sebelum semua informasi kritis mengenai proyek dan kegiatan-kegiatannya dimasukkan. Setelah itu, baru anda dapat melihat kapan proyek anda selesai dan kapan jadwal keseluruhan dari semua aktivitas benar-benar terlihat. *Microsoft Project* menyimpan data yang dimasukkan oleh pengguna dan menggunakannya untuk menghasilkan informasi spesifik seperti deskripsi kegiatan, jalur kritis proyek atau lamanya. Dalam *Microsoft Project*, setiap data dimasukkan melalui field, yang kemudian dapat dimunculkan melalui sebuah kolom (Putra, 2022).

1. *Gantt Chart*

Diagram balok ditemukan oleh Henry Gantt yang merupakan insinyur mesin di Amerika pada tahun 1910. Diagram ini paling banyak digunakan pada penjadwalan proyek konstruksi karena kemudahannya. Diagram balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dari urutan dalam merencanakan suatu kegiatan terdiri dari saat dimulai sampai saat selesai. *Gantt chart* adalah sekumpulan aktifitas yang dilemparkan kedalam kolom vertical, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal dibagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologis pekerjaannya. *Gantt Chart* (diagram balok) masih digunakan secara luas disebabkan karena bagan balok mudah dibuat dan dipahami oleh setiap level manajemen sehingga sangat berguna sebagai alat komunikasi dalam pelaksanaan proyek. *Gantt Chart* juga diartikan sebagai suatu diagram yang terdiri dari sekumpulan garis yang menunjukkan saat mulai dan saat selesai yang direncanakan untuk item-item pekerjaan didalam proyek (Putra, 2022). Contoh *Gantt Chart* dapat dilihat pada gambar 2.9 yang berbentuk kotak berwarna biru.

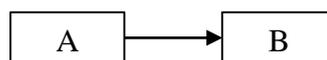


Gambar 2.9. Gantt Chart
(Sumber: Putra 2022)

2. Hubungan logika antar pekerjaan

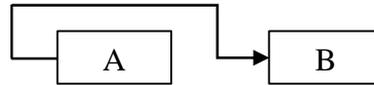
Dalam sebuah proyek selalu ada keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lain. Hubungan antar pekerjaan ini disebut dengan *predecessor*. Suatu pekerjaan menggunakan predecessor karena penggunaan sumber daya manusia maupun dikarenakan adanya hubungan keterkaitan antar pekerjaan. Suatu jenis pekerjaan bisa mempunyai lebih dari 1 *predecessor* (Putra, 2022). Dalam *microsoft project* hubungan logika ketergantungan antara pekerjaan dapat dibedakan menjadi empat antara lain :

- a. Hubungan *Finish to start* (FS): pekerjaan B dilaksanakan setelah pekerjaan A selesai. Contoh gambar *Finish to Star* dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut:



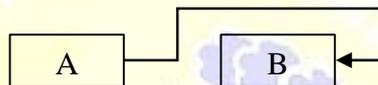
Gambar 2.10. *Finish to Star*
(Sumber: Putra, 2022)

- b. Hubungan *Start to start* (SS): pekerjaan A dimulai bersamaan dengan pekerjaan B. Contoh gambar *Star to Star* dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut:



Gambar 2.11. *Star To Star*
(Sumber: Putra, 2022)

- c. Hubungan *Finish to finish* (FF): pekerjaan A selesai bersamaan dengan pekerjaan B. Contoh gambar *Finish to Finish* dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut:



Gambar 2.12. *Finish to Finish*
(Sumber: Putra, 2022)

- d. Hubungan *Start to finish* (SF): pekerjaan A dimulai dengan pekerjaan B bisa selesai. Contoh gambar *Star to Finish* dapat dilihat pada gambar 2.13 berikut:



Gambar 2.13. *Star to Finish*
(Sumber: Putra, 2022)

Lag time (+), merupakan tenggang waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, pekerjaan pengecatan bisa dilaksanakan 2 hari setelah pekerjaan plesteran selesai dituliskan $2FS+2d$.

Lead Time (-), merupakan penumpukan waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, plesteran sudah harus dimulai 2 hari sebelum pemasang genting selesai, maka dituliskan $2FS-2$.

3. Tahapan sebelum penggunaan *microsoft project*

a. Mengidentifikasi uraian item kegiatan

Seluruh item pekerjaan yang terdapat pada data akan diidentifikasi sebagai langkah awal nantinya untuk proses analisis selanjutnya. Item-item pekerjaan yang sudah diidentifikasi lalu dicatat pada kertas atau menggunakan bantuan software pada laptop secara terurut dan terperinci, yang nantinya menjadi referensi atau acuan untuk proses selanjutnya.

b. Menganalisis kebutuhan sumber daya manusia

Pada suatu proyek tentunya terdapat banyak sumber daya yang diperlukan, baik sumber daya manusia, material/bahan, maupun lainnya. Tenaga kerja merupakan salah satu sumber daya penunjang keberhasilan proyek yang sangat penting, tanpa adanya tenaga kerja suatu proyek tidak akan dapat berjalan sesuai perencanaan. Setiap tenaga kerja memiliki skill dan tugas masing – masing dalam pengerjaan suatu proyek (Putra, 2022). Menurut Belferik dkk (2023) untuk menghitung analisa kebutuhan tenaga kerja menggunakan persamaan 2-10 dan persamaan 2-11 berikut:

$$P = \frac{v}{d} \quad (2-10)$$

dan

$$KSDM = KT \times P1 \quad (2.11)$$

dengan:

P = Produktivitas kerja rata-rata

V = Volume Kegiatan

D = Durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan volume pekerjaan (berdasarkan jadwal pelaksanaan yang normal)

KSDM = Kebutuhan komposisi sumber daya manusia untuk masing-masing pekerjaan yang akan dikerjakan untuk menyelesaikan produktivitas (P1) berdasarkan durasi (d) yang diperlukan.

KT = Kebutuhan komposisi sumber daya tenaga per satuan

volume, sesuai dengan daftar analisa BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*).

P1 = Produktivitas berdasarkan durasi (d) yang diperlukan (

c. Menganalisis durasi setiap item pekerjaan

Durasi kegiatan adalah waktu atau tanggal yang telah ditentukan dan menjadi patokan mengenai kapan proyek akan mulai dan kapan proyek akan selesai. Durasi kegiatan dapat dihitung menggunakan persamaan 2-12 atau persamaan 2-13 dan 2-14 berikut:

$$D = \frac{v}{p} \quad (2-12)$$

atau

$$D = K1/K2 \quad (2-13)$$

$$K1 = Kt \times V \quad (2-14)$$

dengan:

D = Durasi

V = Volume Kegiatan

P = Produktivitas kerja rata-rata

K1 = Kebutuhan komposisi sumber daya per satuan volume (sesuai dengan daftar analisa yang berlaku)

K2 = Kebutuhan komposisi sumber daya keseluruhan

Kt = Komposisi sumber daya yang tersedia (Belferik dkk, 2023)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Evaluasi terhadap jadwal kerja pada proyek Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram, melalui *Network Planning* yang diteruskan menjadi *Precedence Diagram*, diperoleh pemahaman bahwa:

1. Berdasarkan analisis dan perhitungan pada bab sebelumnya, durasi yang dijadwalkan proyek adalah 237 hari, dan setelah dievaluasi dan dianalisis dengan menggunakan metode PDM, proyek dapat diselesaikan dalam waktu 147 hari sesuai kontrak. Sedangkan analisis menggunakan *Ms. Project* proyek dapat diselesaikan 161 hari. Artinya proyek dapat dikerjakan lebih cepat 88 hari menggunakan metode PDM dan 76 hari menggunakan metode *Ms. Project*.
2. Setelah dilakukan penjadwalan ulang dengan metode PDM dan *Ms. Project*. Terdapat 17 pekerjaan yang berada pada lintasan kritis untuk metode PDM, sedangkan untuk metode *Ms. Project* diperoleh 15 pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.
3. Dari hasil perhitungan durasi menggunakan PDM pada Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram, diperoleh durasi normal 147 hari kerja. Sedangkan menggunakan *Ms. Project* diperoleh durasi normal yaitu 161 hari kerja.

5.2. Saran

Setelah melalui analisis yang mendalam terkait dengan Proyek Pembangunan Gedung Asrama Bapelkes Mataram, beberapa saran terkait yang dapat diidentifikasi. Saran-saran ini dapat menjadi pedoman yang bermanfaat dalam mengoptimalkan jalannya proyek, yaitu:

1. Faktor utama agar tercapainya tujuan proyek dengan hasil yang memuaskan dalam waktu yang cepat adalah manajemen waktu pada proyek tersebut.

2. Penggunaan program *Microsoft Project 2016* dalam tugas akhir ini masih tergolong sederhana, untuk itu perlu dipelajari lebih lanjut.
3. Pada setiap proyek sebaiknya ada langkah-langkah apabila terjadi keterlambatan suatu kegiatan, sehingga resiko keterlambatan dari durasi proyek dapat dicegah.
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya lebih diperluas lagi dengan metode penjadwalan yang tidak digunakan pada penelitian ini, sehingga dapat dijadikan pembandingan untuk mendapatkan metode penjadwalan yang optimal. Karena pada kedua metode ini tidak terlihat hambatan atau gangguan antar kegiatan dan tidak dapat mempertahankan kecepatan produksi.

