

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk yang sangat pesat mengakibatkan pembangunan pada sektor hunian ikut mengalami peningkatan. Oleh sebab itu banyak pihak kontraktor berlomba-lomba untuk melakukan pembangunan. Contohnya proyek pembangunan rumah, proyek pembangunan tempat usaha, proyek pembangunan gudang, proyek pembangunan infrastruktur, dan lain-lain. Dengan adanya pembangunan proyek diharapkan mampu meningkatkan kemajuan ekonomi dari berbagai sektor.

Kebutuhan akan hunian terus bertambah seiring dengan jumlah pertumbuhan penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya. Bagi setiap manusia kebutuhan akan tempat tinggal atau rumah merupakan kebutuhan yang sangat mendasar, disamping akan kebutuhan sandang dan pangan. Selain itu, rumah juga bisa dijadikan alat untuk investasi.

PT Griya Alenta adalah sebuah perusahaan pembangunan perumahan (*developer*) yang bergerak pada bidang pembangunan berbagai jenis perumahan subsidi dan non subsidi. Maka sebagai tender memiliki visi dan misi dalam memberikan sebuah pelayanan yang terbaik dalam hasil agar mampu bersaing dengan pesaing dan memberikan kepuasan terhadap konsumen maupun instansi pemerintah yang memberikan proyek pekerjaan. Perencanaan dan pengendalian adalah tahap yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan proyek. Perencanaan dan pengendalian yang baik adalah perpaduan untuk melaksanakan sebuah pekerjaan proyek secara efektif dan efisien. Masalah akan timbul apabila terjadi ketidaksesuaian dengan rencana dalam pelaksanaan proyek. Dalam tahap perencanaan, berupa anggaran dana, penjadwalan dari awal sampai akhir, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan material yang digunakan (Sugiyanto, 2020).

Berikut adalah data proyek yang masih dalam proses pekerjaan (*on going*) yang dikerjakan oleh PT Griya Alenta sebagai berikut ini:

Tabel 1.1 Identitas Proyek

Identitas Pengerjaan	
Nama Pengerjaan	Proyek
Tipe Pengerjaan	Pembangunan Perumahan Tipe 36 (10 Unit LT.600 M ²)
Jenis Pengerjaan	<i>Job Order</i>
Lokasi Pengerjaan	Cikarang Utara
Perencanaan	138 Hari

Sumber : PT Griya Alenta (2022)

Dalam data Tabel 1.1 di atas terlihat proyek yang sedang dikerjakan oleh PT Griya Alenta dengan jarak waktu perencanaan adalah 138 hari.

Hal tersebut membuat peneliti untuk memberikan usulan perencanaan proyek tersebut pada penjadwalan kerja. Penjadwalan kerja proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya dan terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi hubungan-hubungan yang harus diselesaikan lebih dahulu antar aktivitas.

Pada pekerjaan tersebut peneliti ingin mengoptimalkan perencanaan dengan sebaik mungkin agar pekerjaan bisa diselesaikan dengan optimal. Pengoptimalan manajemen perencanaan mempengaruhi keberhasilan proyek tersebut. Berikut ini adalah data uraian kegiatan pekerjaan:

Tabel 1.2 Uraian Kegiatan Durasi Proyek

Kegiatan	Uraian Kegiatan	Rencana (Hari)	Aktual (Hari)
A	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	14	14
B	Pekerjaan Beton Bertulang	8	10
C	Pekerjaan Dinding	19	22
D	Pekerjaan Pintu & Jendela	9	10
E	Pekerjaan Atap	13	14
F	Pekerjaan Listrik	9	10
G	Pekerjaan Plafon	15	16
H	Pekerjaan Pengecatan	8	10
I	Pekerjaan Lantai	15	16
J	Pekerjaan Kamar Mandi	9	10
K	Pekerjaan Saluran Depan	5	6
L	Penyelesaian	14	16
Jumlah		138	154

Sumber : PT Griya Alenta (2022)

Tabel 1.2 menunjukan uraian kegiatan pada pekerjaan proyek pembangunan perumahan dengan rencana 138 hari. Dalam pelaksanaannya pekerjaan proyek pembangunan tidak sesuai dengan rencana yang telah dibuat, maka dapat dilihat dari Gambar 1.1 *Schedule Time* Proyek Pembangunan Perumahan berikut:

Urutan kegiatan	Bulan pertama							Bulan kedua							Bulan ketiga							Bulan keempat							Bulan kelima													
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	A	A	A	A	A	A	A																																			
Pekerjaan Beton Bertulang								A	A	A	A	A	A	A																												
Pekerjaan Dinding															A	A	A	A	A	A																						
Pekerjaan Pintu & Jendela																					A	A	A	A	A	A																
Pekerjaan Atap																							A	A	A																	
Pekerjaan Listrik																										A	A	A	A	A	A											
Pekerjaan Plafon																																	A	A	A	A	A	A	A			
Pekerjaan Pengcatan																																										
Pekerjaan Lantai																																										
Pekerjaan Kamar Mandi																																										
Pekerjaan Saluran Depan																																										
Penyelesaian																																										

4

Gambar 1.1 *Schedule Time* Proyek Pembangunan Perumahan menunjukkan bahwa terjadinya suatu keterlambatan waktu dari rencana yang telah dibuat dalam proses penjawalan proyek sebanyak 154hari, dan terdapat selisih dari waktu aktual sebanyak 16 hari.

Dalam menganalisa data dan merencanakan kegiatan suatu pekerjaan, tentunya keterlambatan adalah kondisi yang tidak dikehendaki, karena akan merugikan perusahaan, baik dalam segi waktu, biaya dan tenaga.

Berdasarkan permasalahan di atas, analisis yang sering digunakan adalah dengan metode (*Critical Path Methode*) CPM. CPM (*Critical Path Method*) adalah sebuah metode penjadwalan dengan menentukan durasi terlama dari rantai kejadian terpanjang untuk menyelesaikan sebuah proyek (PMBOK, 2013). Akan tetapi kenyataan yang terjadi di lapangan, perencanaan dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan metode tradisional lainnya dinilai kurang efisien karenan tidak mempertimbangkan produktivitas dari tiap pekerjaan di dalamnya dan masalah-masalah yang terkait akibat perilaku manusia yang cenderung menyebabkan adanya penambahan waktu penyelesaian proyek. Contohnya adalah perilaku manusia *student syndrome*, *parkinson's law*, *multitasking* dan *overestimated activity durations* (Leach, 2000). Selanjutnya setelah penjelasan dari kurang efisiennya metode yang selama ini telah banyak digunakan, berkembanglah metode baru untuk merencanakan jadwal proyek yaitu berkembang suatu metode baru untuk merencanakan jadwal proyek yaitu (*Critical Chain Project Management*) (CCPM). (*Critical Chain Project Management*) CCPM pertama kali diperkenalkan pada tahun 1997 oleh Goldratt. (*Critical Chain Project Management*) CCPM merupakan sebuah metode perencanaan proyek yang memberikan penekanan pada sumber daya yang dibutuhkan dalam melaksanakan tugas-tugas yang ada di proyek. Tujuan dari penggunaan (*Critical Chain Project Management*) CCPM yaitu untuk meningkatkan suatu tingkat penyelesaian proyek dengan cara menghilangkan perilaku manusia. Sehingga penyelesaian proyek akan lebih cepat dan efisien.

Peneletian ini akan menggunakan metode *Critical Path Methode* (CPM) pada proyek pembanguna perumahan di PT Griya Alenta untuk mengetahui durasi

proyek yang digunakan. Hasil durasi dari perhitungan *Critical Path Methode* (CPM) akan dibandingkan dengan perhitungan durasi dari metode *Critical Chain Project Management* (CCPM).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi sebuah permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut :

1. Durasi waktu perencanaan tidak sesuai dengan waktu aktual yang ada di lapangan.
2. Perusahaan belum memiliki alternatif pemilihan metode penjadwalan proyek tercepat.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas maka dapat dirumuskan beberapa rumusan-rumusan masalah di antaranya adalah:

1. Berapa durasi waktu dari perhitungan metode *Critical Path Method* (CPM) dan berapa durasi waktu dari perhitungan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM)?
2. Manakah hasil perhitungan yang lebih cepat antara metode CPM (*Critical Path Methode*) dan CCPM (*Critical Chain Project Management*)?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian diperlukan suatu tujuan penelitian agar target yang akan dicapai bisa terselesaikan. Berikut ini merupakan beberapa poin tujuan penelitian yang ingin dicapai diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung durasi waktu yang diperoleh dari penerapan metode CPM (*Critical Path Methode*) dan Menghitung durasi waktu yang diperoleh dari penerapan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*).

2. Menentukan durasi proyek tercepat dari hasil analisis dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Methode*) dan CCPM (*Critical Chain Project Management*).

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah untuk mencegah meluasnya pembahasan. Adapun batasan masalah yang penulis tetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan perumahan tipe 36 dengan jumlah 10 unit di atas luas tanah 600m² oleh PT Griya Alenta.
2. Penelitian ini tidak membahas mengenai biaya yang digunakan dalam proyek pembangunan perumahan oleh PT Griya Alenta.
3. Pengambilan data dilakukan pada bulan September sampai dengan Oktober 2021.
4. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Critical Path Method* (CPM) dan *Critical Chain Project Management* (CCPM)
5. Penelitian ini tidak membahas mengenai waktu yang diakibatkan oleh keterlambatan kelebihan waktu cadang dari target yang telah diberikan.
6. Tidak membahas analisis risiko *buffer*
7. Tidak membahas penempatan posisi pekerja pada tiap aktivitas kerja.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan solusi bagi semua pihak yang terkait, dalam usaha mengoptimalkan waktu pengerjaan proyek pembangunan perumahan dengan metode yang digunakan *Critical Chain Project Management* (CCPM). Serta dapat memberikan informasi mengenai waktu yang dapat dipertimbangkan dalam proses pengerjaan proyek pembangunannya.

Hasil penelitian yang telah dilakukan ini diharapkan juga dapat dimanfaatkan oleh pihak perusahaan dalam proses negosiasi kepada pihak para pihak kontraktor sebagai perbandingan waktu tercepat dalam menyelesaikan sebuah proyek.

Diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kemampuan mahasiswa dalam pemecahan masalah yang terjadi akibat keterlambatan waktu pembangunan proyek.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan di PT Griya Alenta dengan objek yang diteliti adalah pembangunan kompleks perumahan yang berlokasi di Cikarang Utara. Waktu penelitian dilakukan pada bulan September sampai dengan Oktober 2021.

1.8 Metodologi Penelitian

1. Studi Pustaka

Sebuah pustaka yang dilakukan untuk memahami dan mempelajari sistem informasi yang bersangkutan dengan cara melakukan suatu pembahasan yang berdasarkan pada buku-buku referensi.

2. Metode *Survey*

Metode ini digunakan untuk mengetahui dan mempelajari bagaimana nantinya aplikasi ini digunakan pengumpulan informasi menggunakan cara observasi. Observasi merupakan salah satu metode pengumpulan data atau fakta yang efektif. Observasi merupakan pengamatan langsung yaitu suatu kegiatan yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dengan cara melakukan pengamatan pencatatan dan peninjauan langsung.

3. Analisis

Proses pengkajian sebuah penyelesaian masalah dimana diharapkan permasalahan yang ada dapat teratasi. Analisis merupakan suatu proses kerja dari rentetan tahapan pekerjaan sebelum riset didokumentasikan melalui tahap penelitian.

1.9 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memberikan gambaran tentang isi penelitian ini, maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini menjelaskan pengantar terhadap masalah yang akan dibahas yang terdiri dari latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, tempat dan waktu penelitian, metodologi penelitian sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini menjelaskan tinjauan pustaka yang berisikan teori-teori dan pemikiran yang digunakan sebagai landasan serta pemecahan masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang bagaimana data penelitian diperoleh serta bagaimana menganalisa data. Oleh karena itu pada bab ini menguraikan tentang lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, diagram alir dan analisa.

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan hasil penelitian serta pengolahan atau perhitungan data dan analisa terhadap hasil-hasil yang telah di peroleh pada bab-bab sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil pembahasan, analisis data serta saran-saran yang bisa diberikan berdasarkan penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Manajemen Proyek

Manajemen proyek ialah sebuah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya sebuah perusahaan dengan tujuan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Manajemen proyek tumbuh karena dorongan mencari pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan tuntutan dan sifat proyek, suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional rutin. (Hafnidar, 2016).

2.2. Perencanaan Proyek

Perencanaan pada suatu proyek merupakan suatu alat untuk mengefektifkan dan mengefisienkan kegiatan-kegiatan pada proyek tersebut. Parameter yang digunakan di sini adalah fungsi waktu dan biaya dari setiap kegiatan proyek konstruksi. Jadi, untuk mengatur/menata kegiatan-kegiatan ini seseorang harus lebih dahulu mengerti dan memahami persoalan dari awal sampai akhir, dengan kata lain kita harus memasuki ke dalam konstruksi secara utuh.

Setiap proyek konstruksi, terdapat sumber daya yang akan diproses, pada saat proses inilah diperlukan manajemen agar proses ini berjalan efektif dan efisien, dan diperoleh hasil yang memuaskan. Sumber daya adalah daya untuk memungkinkan sebuah hasil yang ingin dicapai. Sumber daya itu terdiri dari 6M+I+S+T yaitu *Money* (uang), *Material* (bahan), *Machine* (peralatan), *Manpower* (tenaga manusia), *Market* (pasar), dan *Method* (metode) serta *Information* (informasi), *Space* (ruang) dan *Time* (waktu). (Hafnidar, 2016).

2.3. *Project Management Body Of Knowledge (PMBOK)*

Ilmu manajemen proyek termasuk disiplin ilmu manajemen, yaitu pengetahuan untuk mengelola suatu kegiatan. Dalam hal ini kegiatan tersebut bersifat spesifik, yaitu berbentuk proyek, atau lebih luas lagi mengelola dinamika perubahan (*management of change*). Sebagai ilmu manajemen, profesi manajemen proyek berkaitan erat dengan fungsi merencanakan, memimpin, mengorganisir, dan mengendalikan berbagai kegiatan proyek yang sering kali sarat dengan kandungan disiplin ilmu arsitektur, *engineering*, akuntansi, keuangan, dan lain-lain. Jadi di sinilah letak perbedaan antara profesi manajemen proyek dengan profesi-profesi tersebut di atas dalam konteks penyelenggaraan proyek. (Hafnidar, 2016).

2.4 Penjadwalan Proyek

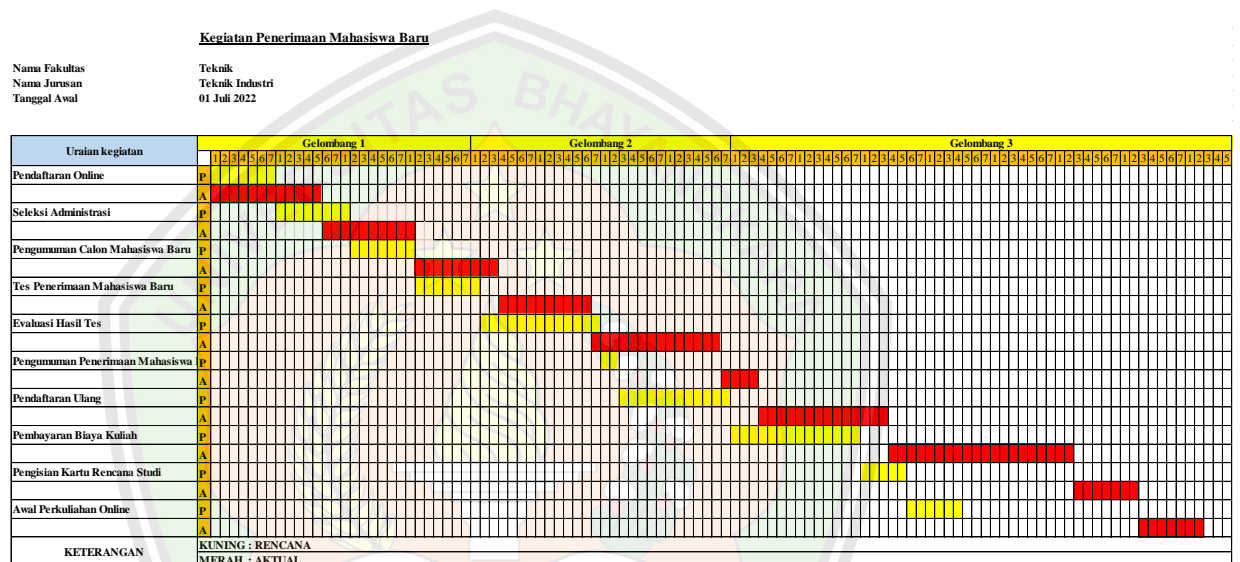
Jadwal adalah merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah langkah pelaksanaan pekerjaan yang telah dimasukkan faktor waktu untuk mencapai sasaran (Sugiyanto, 2020). Secara umum dapat dikatakan bahwa penjadwalan adalah perhitungan pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing-masing bagian pekerjaan atau kegiatan, dalam rangka penyelesaian proyek sedemikian rupa, sehingga tercapai hasil yang optimal, dengan mempertimbangkan keterbatasan- keterbatasan yang ada.

2.4.1 Metode Penjadwalan Proyek

Pemilihan metode penjadwalan pada suatu proyek dapat dipengaruhi Oleh jenis pekerjaannya apakah merupakan pekerjaan berulang atau tidak, besar atau kecilnya proyek, ataupun sifat/karakteristik dari proyek yang lain. Metode dalam penjadwalan dan pengendalian proyek saat ini mengalami perkembangan, dalam bentuk usaha meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode. (Sugiyanto, 2021).

2.4.2 Metode *Gantt Chart*

Gantt Chart merupakan sebuah alat yang mewakili sebuah informasi terkait penjadwalan sebuah kegiatan. Dimana sumbu *vertical* menunjukkan sebuah kegiatan, sumbu *horizontal* menunjukkan tanggal atau waktu, dan durasi kegiatan ditunjukkan oleh grafik batang. *Gantt Chart* dalam penggunaannya mudah untuk dibaca dan kerap kali digunakan pada sebuah presentasi manajemen.



Gambar 2.1 Contoh *Gantt Chart*

Seperti contoh gambar di atas menunjukkan dalam metode *gantt chart* dapat dilihat urutan kegiatan berdasarkan prioritas dan waktu yang ditentukan.

2.4.3 Network Planning

Network Planning adalah alat manajemen yang memungkinkan dengan lebih luas dan lengkap dalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Proyek secara umum didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapat satu tujuan tertentu. Ini penting untuk digunakan oleh orang yang bertanggung jawab atas bidang-bidang *engineering*, produksi, marketing

administrasi dan lain-lain, di mana setiap kegiatan tersebut tidak merupakan kegiatan rutin.

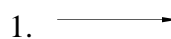
Pada prinsipnya, suatu proyek dapat merupakan salah satu atau kumpulan dari proyek-proyek yang dikategorikan sebagai berikut:


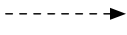

Proyek-proyek yang kompleks dengan banyak aktivitas-aktivitas yang saling bergantung; dapat digolongkan di sini antara lain: Rumah susun, gedung bertingkat banyak. Karena banyaknya fasilitas-fasilitas yang harus disediakan menjadikannya menjadi proyek kompleks dan untuk menata semua unsur pekerjaan ini harus digunakan NWP.

1. proyek besar di mana banyak sekali personalia, tenaga kerja dan juga dalam jumlah yang cukup besar material, equipment, waktu dan biaya.
2. Proyek-proyek yang membutuhkan koordinasi antara beberapa pejabat dan departemen-departemen.
3. Proyek-proyek di mana sangat diperlukan informasi yang ada dan berkelanjutan.
4. Proyek-proyek yang harus diselesaikan dalam waktu yang tepat dengan biaya yang terbatas

2.4.4 Simbol-Simbol Dan *Network Diagram*

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu *network* adalah sebagai berikut (Anggara, 2005):

1.  (anak panah/busur), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini samasekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.

2.  (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.
3.  (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. *Dummy* di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.
4.  (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Anggara, 2005) :

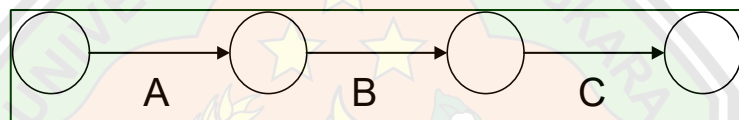
- Di antara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.

- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

2.4.5 Hubungan Antar Simbol

Adapun logika ketergantungan kegiatan-kegiatan itu dapat dinyatakan sebagai berikut:

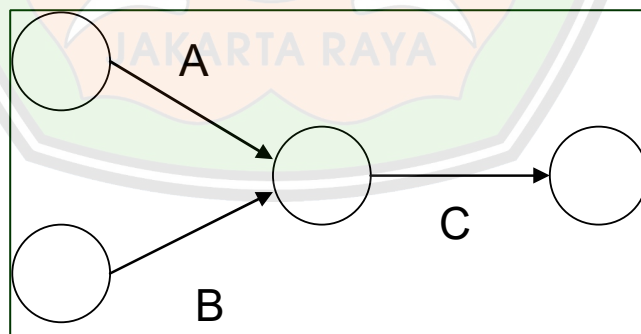
1. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai dan kegiatan C dimulai setelah kegiatan B selesai, maka hubungan antara kegiatan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hubungan I Antara Simbol Pada Diagram *Network*

Sumber : *Operations Management*

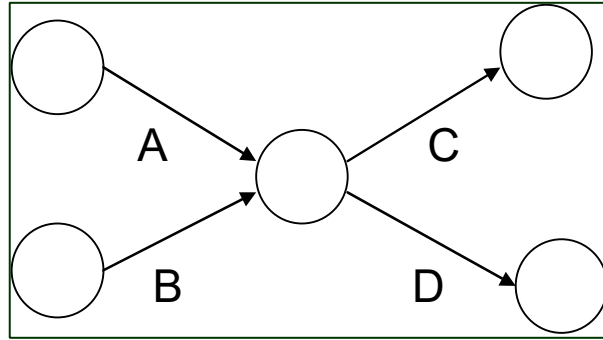
2. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, maka dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hubungan II Antara Simbol Pada Diagram *Network*

Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional

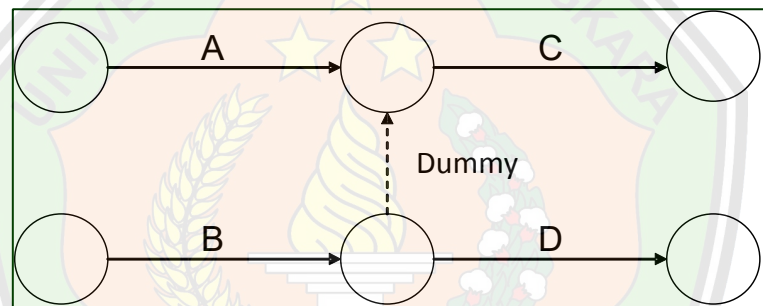
3. Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D maka dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.4 Hubungan III Antara Simbol Pada Diagram *Network*

Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional

4. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar 2.4.

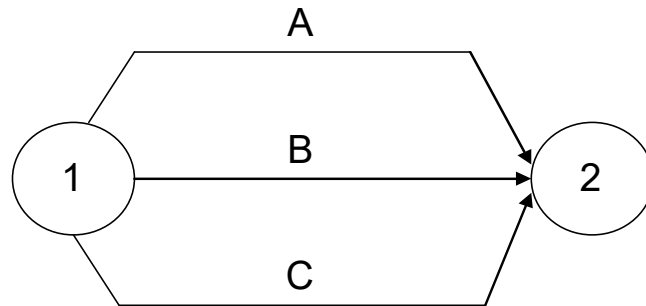


Gambar 2.5 Hubungan IV Antara Simbol Pada Diagram *Network*

Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional

Fungsi *dummy* (►) di atas adalah memindahkan seketika itu juga (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan B.

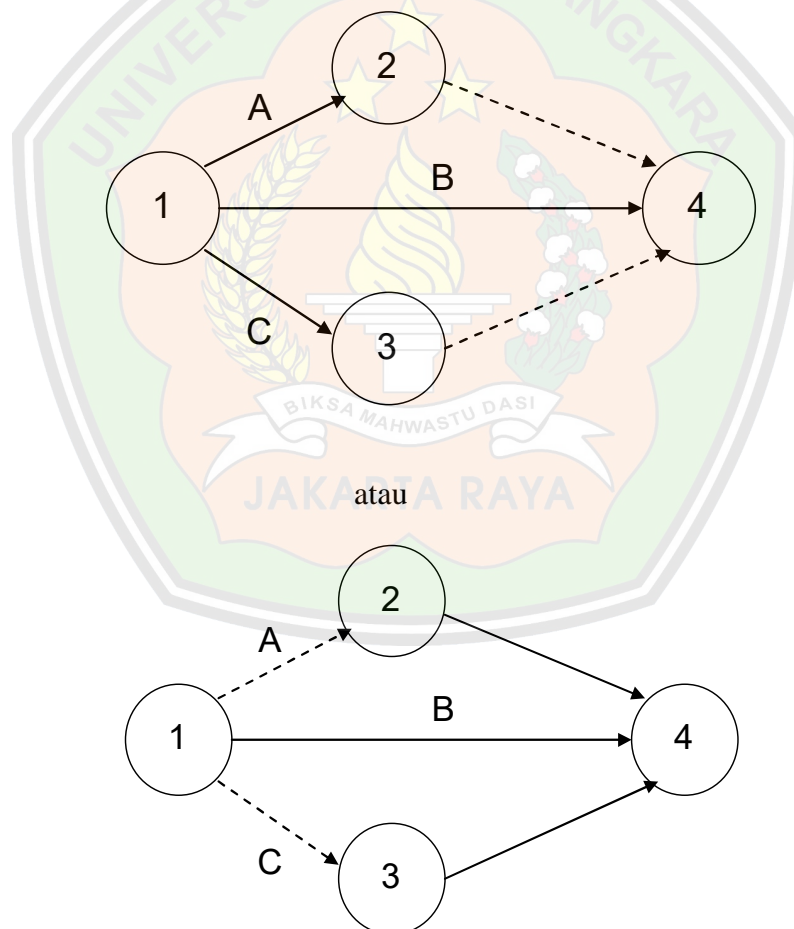
Jika kegiatan A,B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarannya seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.6 Hubungan Yang Salah Antara Simbol Pada Diagram *Network*

Sumber : Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan

Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan dummy seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.7 Hubungan Mulai dan Selesai Yang Sama Pada *Network* Diagram

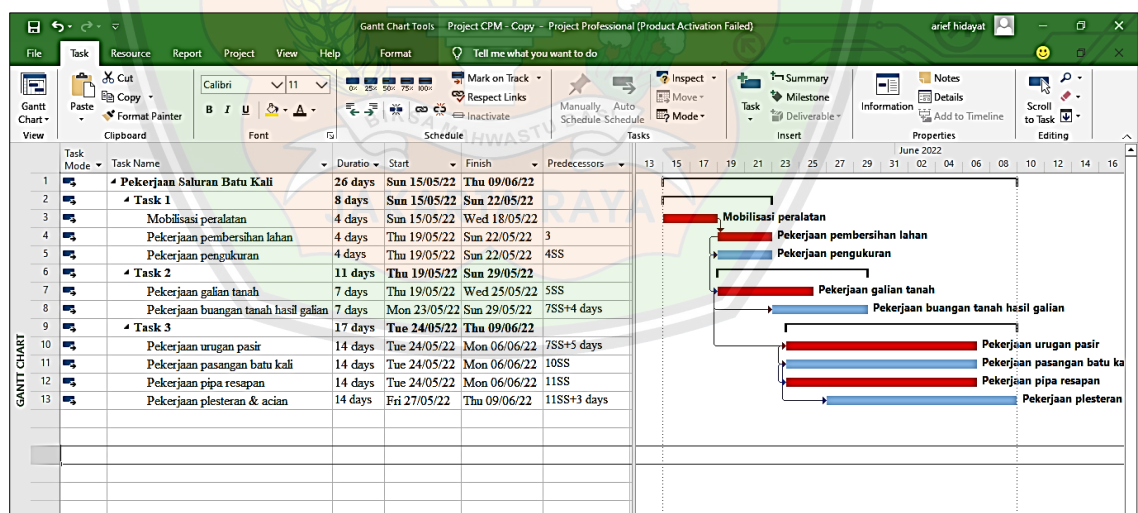
Sumber : *Operation Research* Model-model Pengambilan Keputusan.

2.4.6 Pendjawalan dengan Penggunaan *Microsoft Project*

Microsoft project adalah sebuah perangkat lunak manajemen yang cukup praktis dalam penggunaannya untuk merencanakan, mengendalikan, dan menghubungkan keterkaitan antara kegiatan dan informasi pada sebuah proyek. Adapun kelebihan dari *Microsoft Project* adalah :

1. Menyimpan secara rinci mengenai penjadwal sebuah proyek di dalam database yang meliputi tugas-tugas beserta hubungannya dengan yang lain, sumber daya yang dipakai, jalur kritis dan lain-lain.
2. Penggunaan informasi yang tersedia untuk menghitung dan mengendalikan jadwal, biaya, dan elemen-elemen lain.

Seperti *spreadsheet* , *Microsoft project* memperlihatkan hasil perhitungan secara langsung. Akan tetapi, apabila rencana kegiatan tidak akan selesai sebelum semua informasi kritis mengenai proyek dan kegiatan-kegiatan dimasukkan (Toba, 2017).



Gambar 2.8 Penjadwalan Kegiatan Menggunakan *Microsoft Project*

Adapun dari gambar yang dapat dilihat di atas pada *toolbar task mode* menunjukkan kode kegiatan secara otomatis, pada *toolbar task name* berisikan uraian kegiatan, *toolbar duration* menunjukkan waktu kegiatan, pada *toolbar start* awal dimulainya kegiatan dengan tampilan hari,tanggal dan tahun, pada *toolbar finish* adalah waktu selesai sebuah kegiatan, pada *toolbar predecessors*

menunjukkan hubungan yang berkaitan dengan kegiatan lainnya. Dan pada tampilan *bar chart* adalah simulasi dari durasi waktu kegiatan.

2.4.7 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Methode (CPM) pada dasarnya merupakan sebuah metode yang menitikberatkan pada waktu dari rangkaian kegiatan dengan tujuan untuk mengidentifikasi sebuah jalur kritis pada aktivitas yang ditentukan ketergantungan antar aktivitas (Nalhadi dan Suntana, 2017).

Critical Path Methode (CPM) menganalisis kegiatan yang memiliki fleksibilitas penjadwalan paling sedikit, kemudian memprediksi jadwal durasi proyek berdasar pada kegiatan yang berada didalam jalur kritis. Kegiatan yang termasuk di dalam jalur kritis tidak diperbolehkan mengalami penundaan atau penyelesaian keseluruhan sebuah kegiatan akan ikut tertunda (Triaditya, 2015).

2.4.8 Perhitungan Jalur Kritis

Tahap perhitungan jalur kritis mencakup dua tahap. Tahap pertama adalah perhitungan maju, dimana proses perhitungan dimulai dari *node* awal dan bergerak ke *node* akhir. Ditiap *node*, nilai yang dihitung mewakili waktu paling cepat dalam suatu kegiatan yang bersangkutan. Tahap kedua adalah perhitungan mundur, dimana proses perhitungan dimulai dari *node awal* dan bergerak ke *node* awal (Triaditya, 2015).

2.4.8.1. Perhitungan Maju

Perhitungan maju bertujuan untuk menghitung saat paling awal dalam terjadinya dan penyelesaian suatu kegiatan proyek. Waktu mulai paling awal *Early Finish* di dalam suatu kegiatan (Aulady, 2016).

$$\text{Rumus : } \mathbf{EF=ES+D} \quad (2.1)$$

Dimana :

\mathbf{EF} = Saat tercepat diselesaikannya aktivitas.

ES = Saat tercepat dimulainya aktivitas.

D = Waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas.

2.4.8.2. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur bertujuan untuk menghitung saat paling akhir penyelesaian dari suatu kegiatan proyek. Waktu penyelesaian paling akhir *Latest Finish* (LF) didalam suatu kegiatan (Aulady, 2016).

Rumus : **$LS = LF - D$** (2.2)

Dimana :

LS = Saat paling lambat dimulainya aktivitas.

LF = Saat paling lambat diselesaikannya aktivitas.

D = Waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

2.4.8.3. Total *Float*

Durasi waktu antara paling lambat suatu peristiwa akhir kegiatan yang bersangkutan dengan pada saat selesainya sebuah kegiatan yang bersangkutan, dan bila suatu kegiatan tersebut dimulai saat paling awal di dalam peristiwa awal (Hafnidar, 2016).

Rumus : **$TF = LF - ES - D$** (2.3)

Dimana :

TF = Total *Float*

LF = Saat paling lambat diselesaikannya aktivitas.

ES = Saat tercepat dimulainya aktivitas.

D = Waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas.

2.4.8.4. *Free Float*

Durasi waktu antara saat paling awal di dalam peristiwa akhir kegiatan yang bersangkutan, apabila sebuah kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awal.

Rumus : $FF = EF - ES - D$ (2.4)

Dimana :

FF = *Free Float*.

EF = Saat tercepat diselesaikannya aktivitas.

ES = Saat dimulainya aktivitas.

D = Waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas.

Dari persamaan *float* diatas, maka apabila dalam hasil perhitungan dari jalur kegiatan yang termasuk dalam jalur kritis adalah saat besarnya adalah TF = 0.

2.4.9 Critical Chain Project Management (CCPM)

Latar belakang *Critical Chain Project Management* (CCPM) pada tahun 1997, Dr. Eliyahu Goldratt memperkenalkan suatu metode penjadwalan baru untuk manajemen proyek, yaitu *Critical Chain Project Management* (CCPM). *Critical chain project management* adalah metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dikembangkan dari sebuah metodologi yang disebut *theory of constraints* diberlakukan bagi proyek-proyek untuk memperbaiki kinerja proyek kedepan. Pendekatan *theory of constraints* memfokuskan pada sukses penyelesaian pekerjaan yang tepat waktu pada proyek secara keseluruhan.

Critical chain project management (CCPM) didefinisikan sebagai rantai terpanjang dari kejadian-kejadian yang saling berkaitan, dimana keterkaitan satu sama lain tersebut terletak pada pekerjaan atau sumber daya yang saling berhubungan. (Sugiyanto, 2021). Dalam metode *critical chain project management* ini, Goldratt memberikan beberapa penjelasan yang dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

1. *Parkinson's law*

Penjelasannya adalah pekerjaan mengisi waktu tersedia. Fenomena yang sering berkembang/terjadi adalah mengapa harus menyelesaikan sebuah tugas hari ini jika ia bisa dikerjakan besok?

2. *Hidden safety*

Penjelasannya adalah partisipan tidak melaporkan *finish* awal yang mereka capai karena takut manajemen dikemudian waktu akan mengubah standar dan memberikan tuntutan lebih (menaikkan standar lebih tinggi).

3. Tongkat estafet

Penjelasannya adalah *finish* awal barangkali tidak memimpin kepada start untuk aktivitas berikutnya karena orang yang ditunjuk untuk melakukan aktivitas berikutnya tidak siap memulai pekerjaan lebih awal. Akhirnya, waktu percepatan yang telah dicapai menjadi tidak ada artinya.

4. *Multitasking* berlebihan

Penjelasannya adalah pada kebanyakan fenomena yang sering terjadi menambahkan waktu untuk menyelesaikan tugas.

5. Sumbatan sumber daya

Penjelasannya adalah dalam kegiatan ada keterlambatan /penundaan yang disebabkan oleh terbatasnya sumber daya kritis yang tersedia.

6. *Student's syndrome*

Penjelasannya adalah ada kecenderungan untuk menunda tugas sampai anda memang harus melakukan.

2.4.10 *Management Buffer*

Buffer dalam *critical chain* digunakan untuk mencegah suatu proyek atau aktivitas melebihi batas waktu yang telah ditentukan. *Management buffer* dapat memberikan pandangan yang jelas terhadap dampak resiko yang kumulatif kepada kinerja proyek, termasuk pertimbangan batasan sumber daya dan berfokus pada penyebab ketidak pastian pada manajemen proyek. *Buffer time* adalah waktu tambahan yang diberikan di akhir proyek untuk menjaga keamanan estimasi

waktu proyek. Rumus untuk menghitung *buffer* yang digunakan oleh Goldratt yaitu dengan membagi 50% dari waktu durasi aktivitas (Goldratt, 1997) yang juga disebut dengan metode *cut & paste method* (C&PM). Keuntungan dari metode ini adalah mudah digunakan dan menyediakan waktu *buffer* yang besar. Kerugian dari metode ini adalah variasi dari aktivitas tidak diperhitungkan, sehingga proyek dengan durasi panjang akan memiliki *buffer* yang juga sangat panjang. Adapun untuk metode lain dalam menentukan besar *buffer* (Leach, 2005), yaitu :

1. Perhitungan *Project Buffer* Mengukur *project buffer* menggunakan nilai yang merupakan selisih antara batas atas dan batas bawah durasi aktivitas. Batas atas adalah durasi awal atau durasi dengan penuh pertimbangan resiko dan batas bawah adalah estimasi durasi tanpa mempertimbangkan risiko atau durasi rata-rata. Berikut adalah panduan untuk menghitung *buffer*: a. Minimal terdapat 10 aktivitas dalam rantai kritis, kecuali proyek sangat kecil. b. Tidak terdapat satu aktivitas yang memiliki durasi lebih dari 20% dari rantai kritis c. *Project buffer* tidak kurang dari 25% dari rantai kritis.
2. Perhitungan *Feeding Buffer* perhitungan *feeding buffer* sama dengan *project buffer*. Jika terdapat kurang dari 4 rantai kritis, maka dipastikan terlebih dahulu bahwa *feeding buffer* minimal sebanding dengan aktivitas terpanjang di *feeding chain*. Dan metode yang dipergunakan adalah dihitung dengan menggunakan metode *Cut and Paste Methode* (C&PM) yang pada dasarnya metode ini memangkas 50% dari durasi tugas untuk semua aktivitas. Berikut adalah rumus perhitungan *buffer*.

Tabel 2.1 Kerangka Kerja CCPM

No.	Task Name
1.	WorkBreakdown Structure -List of Activities -Hieracrchy of activities
2.	Work interdependency - Predecessor and successor - Constrint
3.	Work scheduling - Work Duration - Work Schedule

No.	Task Name
4.	Resource Allocation - Resources Type - Resources Number
5.	Resources Cost - Man power & Material Cost - Standard & Overtime Cost
6.	Resources Leveling - Resources Need - Resources Availability
7.	Critical Chain Identification - Longest Dependent Activities - Resources Availability
8.	Feeding Buffer - Connect non-CC to CC - Protect Activities
9.	Project Buffer - End of Project - Protect Whole Project
10.	Cost Analysis -List of Activities -Hieracrchy of activities

Sumber: (Leach,2004)

2.5 Peneletian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dan mendasari adanya penelitian ini. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Perbandingan durasi waktu proyek konstruksi antara metode *Critical Path Method* (CPM) dengan *Metode Critical Chain Project Management* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Menara Rungkut). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode CCPM tersebut dengan metode *Critical Path Method* (CPM) pada studi kasus proyek pembangunan apartemen menara rungkut, Surabaya yang tengah berjalan. Penjadwalan awal proyek menggunakan metode penjadwalan hubungan antar aktivitasnya ke dalam bentuk CPM, dan kemudian akan dibandingkan dengan hasil dari penjadwalan CCPM. Dibandingkan dari segi waktu, hasil

penelitian ini didapatkan durasi waktu untuk CCPM adalah 121 hari lebih cepat 48 hari jika dibandingkan dengan metode CPM (Aulady dan Cesaltino, 2016).

2. Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi dengan Metode *Critical Chain Project Management* dan *Root Cause Analysis* (Studi Kasus: Proyek Pengadaan Material. PT. Hasta Karya Perdana sebagai kontraktor utama proyek pengadaan barang dan jasa konstruksi GI 150 kV Arjasa, secara umum hal ini disebabkan oleh permasalahan yang dialami oleh stakeholder internal dan eksternal proyek. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner penyebab keterlambatan pengerjaan proyek pada manajemen proyek dan tim proyek GI 150 kV Arjasa PT. Hasta Karya Perdana didapat 3 penyebab utama keterlambatan pengerjaan proyek terdiri dari kategori *method*, *material*, dan *man*. Kemudian berdasarkan hasil pengolahan dengan Microsoft Project didapatkan durasi pengerjaan proyek dengan CCPM menjadi 601,05 hari kalender termasuk dengan *buffer* waktu dan pengurangan biaya tenaga kerja sebesar Rp495.389.930 (Widiasatria dan Bambang, 2020).
3. Analisis proyek konstruksi menggunakan *Critical Chain Project Management* dan *Lean Construction* untuk meminimasi *Waste*. PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa konstruksi. Disaat mengerjakan proyek pada PT. XYZ yaitu pembangunan *Warehouse* MC58-MC62 mengalami keterlambatan selama 13 hari. Untuk melakukan analisis digunakan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) dan konsep *Lean Construction*. Dengan tujuan mengidentifikasi dan mengeliminasi *non-Value Added Activity*, mengidentifikasi perhitungan nilai resiko terhadap *waste* yang termasuk kategori *high risk*, merencanakan dan mengendalikan proyek dengan metode CCPM. Hasil dari penelitian ini menunjukkan *waste* yang sering terjadi yaitu adanya kerusakan pada alat kerja Civil, kontraktor, mutu mesin pompa kurang bagus, keterlambatan datangnya *raw material steel structure*, dan kondisi permukaan tanah tidak mendukung saat proses *excavation*. Sehingga menghasilkan *high risk* yaitu keterlambatan datangnya *raw material steel structure*. Dengan metode

CCPM didapatkan durasi pengerjaan menjadi lebih pendek menjadi 443 hari dengan waktu kondisi awal 563 hari (Aditya,2015).

4. Pengendalian Waktu Proyek dengan Menggunakan Metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) (Studi Kasus: Pembangunan Jalan SMK IT Payakumbuh). Penelitian ini dilakukan untuk membuat perencanaan proyek jalan SMK IT Payakumbuh yang diharapkan tidak seperti proyek sebelumnya, dimana terjadi ketidaksesuaian antara perencanaan dan pelaksanaannya. Hal ini dikarenakan ada beberapa pekerjaan yang *overlapping*. Oleh karena itu dibuat penjadwalan ulang dengan menggunakan metode *Critical Project Management*(CCPM). Oleh karena itu dibuat penjadwalan ulang dengan menggunakan metode *Critical Project Management*(CCPM). Dari data primer dan sekunder diolah dengan *software microsoft project 2007*. Hasil dari penelitian bahwa apabila saat proyek berjalan tidak terdapat perubahan-perubahan maka proyek dapat diselesaikan selama 147 hari kalender. Apabila terjadi ketidaksesuaian, maka *buffer time* dapat dikonsumsi sebesar 10 minggu dan total penyelesaian proyek selama 197 hari kalender, waktu aman untuk proyek pembangunan jalan SMK IT Payakumbuh ini (Suherman dan Aulia,2016).
5. Penerapan Metode *Lean Project Management* dalam perencanaan proyek konstruksi. (Studi kasus: Pembangunan Gedung Mantos Tahap III). Metode *Lean Project Management* (LPM), yang meliputi pengidentifikasian *waste*, resiko dan estimasi kebutuhan proyek (waktu, sumber daya, dan biaya). Estimasi waktu dilakukan dengan menggunakan metode penjadwalan *Critical Chain Project Management* (CCPM). Dari penelitian ini diperoleh *waste* yang berpotensi muncul saat pelaksanaan proyek yaitu *waiting*, *defects*, *unnecessary motion* dan *excessive transportation*. *Waiting* dan *defect* disebabkan karena lokasi penampungan material yang terbatas, kondisi cuaca yang tidak menentu, dan kondisi tanah yang sangat keras, sedangkan *unnecessary motion* dan *excessive transportation* disebabkan oleh *traffic* jam. Untuk menghindari *traffic* jam ditempuh dengan tindakan mencari rute terpendek dari tempat pengangkutan menuju lokasi proyek. Adanya *waste* akan mengakibatkan keterlambatan proyek, untuk itu perlu

adanya *safety time (buffer time)* yang terdapat dalam penjadwalan dengan metode CCPM. Dari hasil penanganan *waste* dengan menggunakan penjadwalan CCPM didapatkan penghematan waktu pengerjaan proyek sebesar 7 hari (Silvia dan Robert,2014).

