

OPTIMALISASI *PROJECT MANAGEMENT* PADA PT. CIPTA EKATAMA NUSANTARA MENGGUNAKAN METODE CPM/PERT DALAM PEMBANGUNAN PERUMAHAN CENDANA SAWANGAN *REGENCY*

Hugo Prabowo, Dr.Muhammad Anhar,Msi.,AK.,CA
Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia, Jakarta
hugoprabowo@gmail.com, m.anhar@ymail.com

Abstract

PT Cipta Ekatama Nusantara is currently undertaking a Cendana Sawangan Regency housing construction consisting of 707 housing units within a period of 6 years. This study aims to optimize the development process of the Cendana Sawangan Regency project, so a mature and structured project management is needed so that project completion can avoid delays. Research carried out to optimize the project using CPM (Critical Path Method) / PERT (Program Evaluation and Review Technique) and Crashing Project. This study uses a calculation system, the Qualitative Method Windows 2, to maximize profits and reduce the risk of loss for companies and consumers. The results of this study state: (1) Determining an efficient network system and crisis path is carried out by arranging predesor and activity time. (2) The best method that can be used in handling this project is the PERT method. (3) Using the CPM method can optimize from 72 months to 69 months, while the PERT method from 72 months to 70 months. (4) Alternative Crashing Project is carried out on the PERT method of accelerating project performance from 70 months to 61 months at a cost of Rp. 5,224,122,130. (5) Delays that occur are accelerated using the Crashing Project in the PERT method from 70 months to 63 months at a cost of Rp.3,937,081,159, - and the total project cost is Rp.178,338,251,302.

Keywords : *Project Management, Critical Path Metode, Program Evaluation and Review Technique, Crashing Project.*

I. PENDAHULUAN

Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi) merupakan kawasan yang memiliki prospek pengembangan properti yang sangat tinggi. Karena berada di wilayah sekitar ibu kota yang menjadi pusat bisnis dan komersial khususnya di pulau Jawa. Sehingga kawasan ini menjadi salah satu tujuan lokasi para pengembang untuk melakukan proyek pengembangan properti di Indonesia. Salah satu kota dengan tingkat perkembangan tertinggi di Jabodetabek ialah kota Depok. Pesatnya perkembangan kota Depok berjalan seiring dengan pembangunan fisik, terutama pada sektor properti dan pertumbuhan populasi. Menurut hasil Sensus Penduduk Badan Pusat Statistik (BPS) ditahun 2018, jumlah penduduk kota ini telah mencapai 1.811.924 jiwa. Meningkatnya jumlah penduduk Kota Depok disebabkan oleh tingginya angka migrasi penduduk ke Kota Depok sebagai akibat dari pesatnya pengembangan kota yang dapat dilihat dari peningkatan penjualan properti di kawasan tersebut.

Berdasarkan hasil *survey* yang telah dilakukan UrbanIndo.com dari bulan Januari 2013 sampai dengan bulan Desember 2018, pertumbuhan penjualan properti untuk kota Depok secara general mengalami peningkatan setiap bulannya. Meskipun pada bulan Maret 2014 grafik menunjukkan adanya penurunan, namun jika dibandingkan dengan bulan Januari 2013 penjualan properti kota Depok tetap mengalami pertumbuhan. Untuk permintaan properti di kota Depok, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil riset 21.084 kunjungan pada 30.187 properti yang tersebar di kota Depok diperoleh bahwa tipe permintaan properti paling besar didominasi oleh pencarian unit Rumah (84.82%), diikuti oleh tipe permintaan properti yang paling sedikit yaitu Ruko (0.86%) dan juga Komersial (0.15%). Pertimbangan untuk menjalankan investasi properti ataupun sekedar melakukan pembelian properti di daerah Depok juga dipengaruhi oleh hal seperti lokasi tempat properti itu berada. Berdasarkan *survey* yang dilakukan untuk mengetahui lokasi dengan perminatan tertinggi di kota Depok berdasarkan tingkat pencarian properti menunjukkan bahwa Sawangan, Depok memiliki tingkat permintaan tertinggi dibandingkan dengan daerah lainnya.

Dapat disimpulkan bahwa Depok telah menjadi kota dengan tingkat hunian yang tinggi antara lain karena merupakan salah satu kota yang menjadi ikon pusat pendidikan yang didukung juga atas peningkatan aksesibilitas ke kawasan ini. Jalur trayek Depok-Sawangan-Cinere, nantinya akan bertambah ramai seiring dengan rencana perpindahan terminal Depok ke wilayah Parung. Pemicu lainnya yang akan semakin meningkatkan nilai pengembangan perumahan, pusat bisnis dan pergerakan harga tanah karena daerah tersebut dekat dengan akses jalan tol. Ruas tol tersebut diyakini akan menjadikan Depok sebagai pusat pertumbuhan ekonomi baru yang akan meningkat secara pesat. Dari sisi kenyamanan, Depok juga menawarkan satu kelebihan lantaran lingkungan yang relatif lebih bersih dibandingkan wilayah penyangga lainnya. Area residen di Jakarta yang makin sempit dan mahal menyebabkan Depok menjadi salah satu alternatif untuk bertempat tinggal. PT. Cipta Ekatama Nusantara saat ini sedang melakukan pengembangan lahan yang terletak di Sawangan, Depok dengan luas lahan $\pm 160.000 \text{ m}^2$. Di atas lahan tersebut akan di bangun kawasan perumahan yang terdiri dari 707 unit rumah dalam jangka waktu 6 tahun dan telah dimulai dari tahun 2016. Namun terkadang sebuah proyek tidak selesai tepat waktu yang seringkali dikarenakan tidak adanya target penyelesaian dan *project management* yang jelas. Keterlambatan yang terjadi pada perencanaan proyek akan menimbulkan beberapa kerugian materil dan moril pada kedua belah pihak yang bersangkutan (kontraktor dan konsumen).

Untuk dapat mengoptimalkan pengembangan lahan tersebut, maka diperlukan sebuah *Project Management* yang matang dan terstruktur. *Project Management* memiliki intensitas yang berubah-ubah di dalam setiap periode, terdiri dari bermacam-macam kegiatan yang memerlukan berbagai disiplin ilmu dan memiliki kebutuhan sumber daya yang berubah baik macam maupun volumenya. Perusahaan tentunya menginginkan *project* diselesaikan secara efektif dan efisien berdasarkan anggaran dan jadwal yang telah ditentukan. Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin mengetahui bagaimana perusahaan mengerjakan proyek tersebut, prosedur – prosedur pengerjaan proyek. Oleh karena itu penulis mencoba menerapkan suatu metode pendekatan optimalisasi dengan menggunakan metode CPM/PERT serta *Crashing Cost*.

KAJIAN LITERATUR

2.1 Review Penelitian

Penelitian pertama yang dilakukan oleh Ezekiel R. M. Iwawo dan Jermias Tjakra, Pingkan A. K. Pratisasi dari Universitas Sam Ratulangi Manado, Fakultas Teknik Jurusan Sipil pada tahun 2016, dengan judul “Penerapan Metode CPM pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apa sajakah hasil dari penerapan metode CPM pada Proyek Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado. Hasil dari penelitian ini adalah Hasil penerapan Metode CPM pada penelitian ini khususnya pada proyek konstruksi pembangunan gedung baru kompleks Eben Haezar Teling Manado dapat diketahui dengan tingkat kepastian yang tinggi durasi proyek ini khususnya pada item pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah dan urugan, serta pekerjaan struktur yaitu 241 hari. Dapat diketahui kegiatan mana yang kritis (memerlukan tingkat pengawasan yang ketat, karena pekerjaan yang masuk dalam jalur kritis ini tidak boleh terlambat karena tidak memiliki tenggang waktu (float time). Dengan diketahuinya lintasan proyek/network planning, maka percepatan durasi proyek akan lebih mudah dilakukan, karena dasar percepatan dan pengendalian proyek adalah network planning.

Penelitian kedua oleh Yoga Eka Putra dan Herry Kartika Gandhi dari Universitas Banten Jaya yang melakukan penelitian pada tahun 2019, dengan judul “Analisis Jalur Kritis pada Proyek Relokasi Mesin Flexo dengan Metode CPM dan PERT”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total durasi penyelesaian proyek, jalur kritis dari proyek, waktu penyelesaian rata-rata (T_e) dan Standart Deviasi (σ), serta kurva probabilitas percepatan proyek. Hasil dari penelitian ini adalah Kegiatan paling lama ada pada aktivitas O dan aktivitas Q dimana durasi selama 14 hari. Aktivitas yang memiliki nilai total float dan free float yang bernilai 0 adalah A,B,C,D,L, M, N, O, P, Q, R, T, U, V, Y dan AB. Dari *network diagram* didapatkan jalur kritis adalah A – B – C – D – L – M – N – O – P – Q – R – T – U – V – Y – AB. Dengan kurun waktu penyelesaian proyek adalah 61 hari. Waktu penyelesaian dari perhitungan CPM adalah sebesar 61 hari sedangkan waktu penyelesaian dari perhitungan PERT adalah sebesar 62.167 hari dan proyek dapat dipercepat hingga 61 hari dengan probabilitas 14.46 %.

Penelitian ketiga yang dilakukan oleh Junafuji Oka dan Dwi Kartikasari dari Politeknik Negeri Batam pada tahun 2017, dengan judul “Evaluasi Manajemen Waktu Proyek Menggunakan Metode PERT dan CPM pada Pengerjaan Proyek Reparasi Crane Lampson pada PT MCDERMOTT Indonesia”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pihak perusahaan telah menggunakan metode PERT dan CPM dalam penjadwalan waktu dalam pengerjaan. Hasil dari penelitian ini adalah Telah diketahui bahwa perusahaan tidak menggunakan metode PERT/CPM, melainkan menggunakan sebuah aplikasi khusus yang digunakan untuk melakukan penjadwalan kegiatan. Dan menggunakan teknik *expert judgement* yaitu menggunakan penilaian dari ahli. Dan menggunakan teknik *analogous estimating* yaitu melakukan analogi dari kegiatan sebelumnya yang digunakan untuk menentukan urutan kegiatan. Kemudian peneliti merangkai *path* dan melakukan penghitungan untuk menentukan jalur kritis. Melalui hasil penghitungan menentukan jalur kritis menggunakan metode PERT/CPM maka didapatkan jalur kritis pada proyek riil yaitu melalui jalur A – C – E – G – H. Melalui hasil penghitungan menggunakan metode PERT/CPM maka didapatkan durasi pengerjaan proyek baru, yaitu selama 108 hari. Berdasarkan data hasil penghitungan menggunakan metode PERT/CPM maka ditemukan selisih durasi pengerjaan proyek riil dengan durasi pengerjaan proyek baru bahwa penggunaan metode PERT/CPM memberikan durasi 3 hari lebih lama dari durasi kegiatan riil.

Penelitian keempat oleh Abdurrasyid Luqman dan Abdul Haris Indrianto dari Sekolah Tinggi Teknik PLN yang melakukan penelitian pada tahun 2019 dengan judul “Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jalur kritis pada proyek pembangunan kapal, menentukan waktu optimis penyelesaian proyek pembangunan kapal. Hasil dari penelitian ini adalah setelah melakukan penelitian dimulai dari tahap awal hingga proses pengujian maka didapatkanlah hasil berupa Aplikasi Manajemen Risiko mendapatkan bahwa jalur kritis yang perlu diperhatikan adalah kegiatan: G – F – H – L – K – M. Selain itu penerapan metode PERT dan CPM pada penentuan jalur kritis pada proyek pembangunan kapal ini diketahui apabila *total slack* pada sebuah kegiatan bernilai 0, jika sebuah kegiatan tidak bernilai 0 maka kegiatan tersebut tidak termasuk ke dalam kegiatan kritis. *Total slack* ini didapatkan dari perhitungan maju dan mundur. Pencapaian estimasi waktu pada sebuah proyek dengan metode PERT didapatkan dengan melihat probabilitas peluang penyelesaian pada tabel normal, sedangkan pada perhitungan CPM didapatkan dengan menghitung perhitungan maju. Metode PERT dan CPM yang diimplementasikan ke dalam sistem informasi manajemen proyek pembangunan kapal mampu membantu manajer proyek pada PT. Bandar Abadi dalam memonitor kegiatan pembangunan kapal dengan memperkirakan waktu penyelesaian proyek dengan menggunakan sistem yang telah dibuat. Sistem mampu secara otomatis memetakan jalur kritis, mengidentifikasi awal dan akhir waktu setiap kegiatan untuk mencari jadwal proyek, dan menghitung jumlah waktu *slack* untuk setiap kegiatan sehingga dapat meminimalisasi terjadinya keterlambatan proyek dan dapat meminimalisasi biaya-biaya yang ditimbulkan akibat keterlambatan pengerjaan proyek. Untuk kasus pembangunan kapal ukuran menengah seperti pada kasus serupa, setelah didapatkan jalur kritis dan dilakukan perhitungan maka penyelesaian proyek kapal 98.26% dapat diselesaikan dalam waktu 150 hari dalam kondisi optimis sehingga kecil kemungkinan terjadi kemunduran waktu proyek dibandingkan dengan sebelum adanya sistem informasi manajemen proyek pembangunan kapal.

Penelitian kelima yang dilakukan oleh Rovel Brando Polii dan D. R. O. Walangitan, Jermias Tjakra dari Universitas Sam Ratulangi Manado, Fakultas Teknik Jurusan Sipil pada tahun 2017 dengan judul “Sistem Pengendalian Waktu dengan *Critical Path Method* (CPM) pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Menara Alfa Omega Tomohon)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur proyek pembangunan Menara Alfa Omega Tomohon. Hasil dari penelitian ini adalah Dengan menggunakan *Critical Path Method* CPM dalam penjadwalan diketahui umur untuk proyek pembangunan Menara Alfa Omega Tomohon dari awal hingga selesai adalah 249 hari. *Critical Path* / Jalur Kritis pada untuk proyek pembangunan Menara Alfa Omega Tomohon adalah kegiatan dengan notasi $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow T \rightarrow AA \rightarrow AB \rightarrow AC \rightarrow AJ \rightarrow AK \rightarrow AL \rightarrow AS \rightarrow AT \rightarrow AU \rightarrow AW \rightarrow BJ$. Penjadwalan rencana pembangunan Menara Alfa Omega Tomohon yang menggunakan Barr Chart adalah 270 hari. Sedangkan, Dengan menggunakan *Critical Path Method* CPM pembangunan proyek ini membutuhkan waktu 249 hari. Jadi, terdapat selisih 21 hari dari kedua metode ini.

Penelitian keenam oleh Hirji Badruzzaman, M Yusuf Fajar, Onoy Rohaeni, Gani Gunawan dan Erwin Harahap dari Universitas Islam Bandung, melakukan penelitian pada tahun 2020 dengan judul “*CPM and PERT Technique Efficiency Model for Child Veild Production*” Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui jaringan kerja dalam urutan kerja yang logis, ketika proses produksi kerudung anak di unit bisnis PD ABC Bandung. Hasil dari penelitian ini adalah permasalahan terjadi pada penjadwalan produksi, CPM merupakan model kegiatan proyek yang menggambarkan bentuk jaringan, hal tersebut berguna jika seluruh waktu kegiatan proyek telah diketahui secara pasti.

PERT adalah teknik yang dapat membagi aktivitas utama menjadi aktivitas individu yang lebih kecil dan mengaturnya menjadi jaringan logis. itu memiliki kontribusi besar optimasi waktu dalam proses produksi dan dapat diterapkan dalam proyek industri lainnya dalam perhitungan pengurangan waktu dan biaya menggunakan CPM dan produksi kerudung PERT akan memakan waktu 3,822 jam untuk 15 lusin dan jika dibandingkan dengan yang sekarang, ada perbedaan waktu 0,458 jam.

Penelitian ketujuh yang dilakukan oleh Moh Jufriyanto dan Muhammad Zainuddin Fathoni dari Universitas Muhammadiyah Gresik pada tahun 2019 dengan judul “*Project Development Management of Rungkut Tower Apartments with Critical Path Method Approach and PERT*” Bertujuan untuk menganalisis waktu yang optimal dan kebutuhan sumber daya untuk menyelesaikan proyek, mengetahui lintasan kritis dalam proyek yang perlu dianggap lancar. Penelitian yang dilakukan menghasilkan bahwa dari diagram jaringan di atas 203 kegiatan keseluruhan dalam proyek pengembangan apartemen menara rungkut ada 100 kegiatan yang masuk jalur kritis dan 103 kegiatan yang tidak masuk jalur kritis. Mengoptimalkan waktu termasuk dalam waktu lepas dengan menambahkan jam lembur selama 4 jam kerja per hari dengan maksimum 6 pekerja per hari. Dari hasil optimasi waktu lepas menggunakan dana Rp. 109.950.000. Dari perkiraan biaya proyek, hasil yang diperoleh adalah: (a) Jumlah total biaya tenaga kerja dalam penjadwalan PT. Tata Bumi Raya sebesar Rp. 228,82 juta, Proyek selesai pada 16 Oktober 2015 (b) Jumlah total biaya tenaga kerja dengan menjadwalkan menggunakan CPM adalah Rp. 147.070.000 + Rp. 73.300.000 = Rp 220.370.000, Proyek selesai pada 16 Oktober 2015. Kelebihannya adalah dari jurnal ini abstrak jelas, sehingga dengan membaca abstraknya saja pembaca dapat mengetahui hasil dari penelitian tersebut, kekurangannya adalah absatrak yang dipaparkan kurang spesifik dan terbilang singkat, tidak memiliki saran pada jurnal ini.

Penelitian kedelapan yang dilakukan oleh Wallace Agyei pada tahun 2015 dengan judul “*Project Planning And Scheduling Using PERT And CPM Techniques With Linear Programming: Case Study*”. Bertujuan untuk menemukan *trade-off* antara biaya dan waktu minimum yang diharapkan yang akan diperlukan untuk menyelesaikan proyek pembangunan. Hasil dari penelitian ini adalah penjadwalan proyek dalam konstruksi bangunan oleh Angel Estates dan Construction Ltd di Kumasi dipelajari sebagai metode CPM dan PERT. Menggunakan CPM, proyek pembangunan kami akan memakan waktu 44 hari untuk menyelesaikan proyek sedangkan proyek yang sebenarnya bisa memakan waktu. Dengan *crashing* kegiatan proyek melalui pemrograman linier hingga 40 hari proyek dapat diselesaikan dengan penurunan 10% dalam durasi proyek tetapi mencapai ini, biaya tambahan 3,30% harus dikeluarkan, yang cukup besar. Dari hasil tersebut, kami menyimpulkan bahwa jadwal yang kami usulkan menyediakan waktu penyelesaian yang jauh lebih singkat dibandingkan dengan waktu yang sebenarnya diambil oleh proyek dan membuka jalan untuk penggunaan penjadwalan CPM untuk proyek konstruksi bangunan menjadi pilihan yang menguntungkan dan layak. Kelebihan dari jurnal ini adalah pembahasan yang tertata dan detail memudahkan pembaca untuk memahi, kekurangannya adalah referensi yang di tampilkan dalam studi pustaka tidak ada.

2.2 Landasan Teori

Sebuah proyek mendefinisikan satu kombinasi kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan yang harus dilakukan dalam urutan tertentu sebelum keseluruhan tugas dapat diselesaikan, Kegiatan-kegiatan ini saling berkaitan dalam satu urutan yang logis dalam arti bahwa beberapa kegiatan tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan lainnya diselesaikan. Sebuah kegiatan (aktivitas) dalam sebuah proyek biasanya dipandang sebagai sebuah tugas yang memerlukan waktu sumber daya untuk penyelesaiannya.

2.3 Project Management

Manajemen proyek haruslah disiplin dalam mengatur waktu maupun keputusan. Menurut Basu (2016:12) menyatakan bahwa : Tradisional "Segitiga besi" dari manajemen proyek terdiri dari waktu, biaya (anggaran) dan kualitas. Ini terdiri dari :

- Rincian pekerjaan (kegiatan)
- Tanggung jawab
- Estimasi biaya
- Kontrol biaya
- Estimation waktu
- Menjadwalkan waktu dan sumber daya
- Mengontrol waktu
- Identifikasi dan manajemen risiko
- Mengontrol risiko
- Menyeimbangkan tujuan, pelaksanaan, dan control
- Finalisasi dan penutupan
- Tindak lanjut setelah penyerahan
- Kepemimpinan dan administrasi tim
- Pilihan sistem informasi.“

2.4 Metode CPM dan PERT

Menurut Render, Stair & Hanna (2012:480) menyatakan bahwa PERT adalah probabilistik, sedangkan CPM bersifat deterministik. Ada enam langkah dalam melakukan metode PERT dan CPM, yaitu :

1. Tetapkan proyek dan semua kegiatan atau tugasnya yang signifikan
2. Kembangkan hubungan antar kegiatan. Putuskan kegiatan mana yang harus mendahului orang lain
3. Gambar jaringan yang menghubungkan semua kegiatan
4. Tetapkan perkiraan waktu dan / atau biaya untuk setiap kegiatan
5. Hitung jalur waktu terlama melalui jaringan; ini disebut jalur kritis
6. Gunakan jaringan untuk membantu merencanakan, menjadwalkan, memantau, dan mengendalikan proyek.

2.4.1 Metode PERT

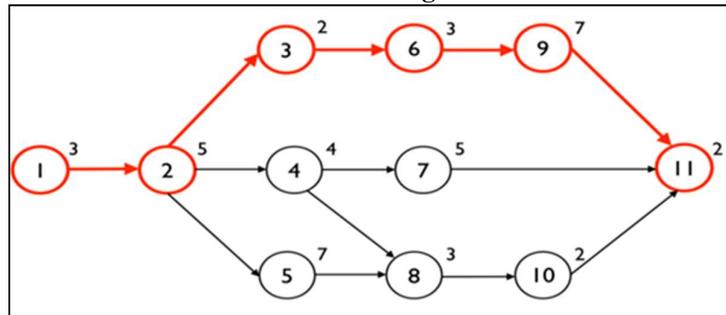
Menurut Heizer & Render (2011:106) menyatakan bahwa “PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) menggunakan waktu aktivitas yang bersifat probabilitas. Dikembangkan untuk mengatasi ketidakpastian waktu pengerjaan aktivitas.” Oleh karena itu, dikenal tiga perkiraan waktu (*Three time estimates*), untuk masing-masing jaringan aktivitas yang akan memungkinkan melakukan estimasi atas rata-rata dan varians atas distribusi beta suatu aktivitas. Penjelasan 3(tiga) estimasi waktu adalah :

1. Waktu yang paling mungkin/*Most Likely* (M): Waktu yang paling tepat untuk penyelesaian aktivitas, merupakan waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali.
2. Waktu optimis/*Optimistic* (a): Waktu terpendek kejadian yang mungkin terjadi.
3. Waktu pesimis/*Pesimistic*(b): Waktu terpanjang kejadian yang mungkin dibutuhkan.

2.4.2 Metode CPM

Menurut Maley (2012:143) menyatakan bahwa “CPM mengandaikan bahwa durasi aktivitas dalam suatu proyek diketahui dan dapat digunakan untuk mempersingkat durasi proyek dengan mengalokasikan lebih banyak sumber daya untuk beberapa kegiatan penting.” Metode jalur kritis atau *Critical Path Method* (CPM) merupakan suatu metode penjadwalan *project* yang sudah dikenal dan sering digunakan sebagai sarana *management* dalam pelaksanaan suatu *project*. Jaringan kerja pada suatu penjadwalan CPM terdiri dari beberapa jenis kegiatan yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Bila terjadi keterlambatan pada salah satu kegiatan, sering kali juga menyebabkan keterlambatan durasi *project* secara keseluruhan. Berikut adalah contoh jaringan CPM :

Gambar 2.3 Jaringan CPM

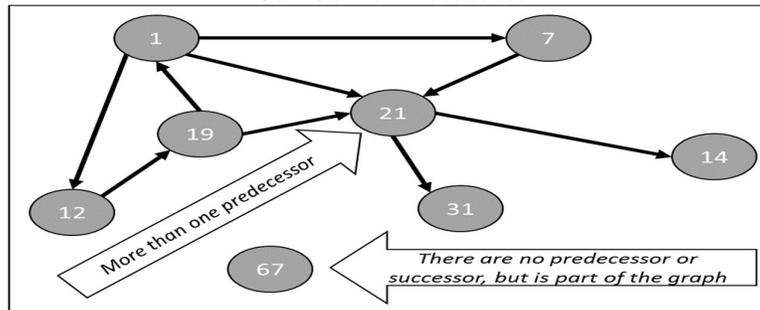


Sumber : Heizer & Render(2011)

2.5 Precedence

Dalam melakukan suatu proyek lebih diutamakan memulai pekerjaan sesuai dengan pekerjaan yang tidak dapat ditunda untuk itu mendahulukan suatu kegiatan haruslah tersusun sesuai apa yang harus didahulukan terlebih dahulu, seperti contoh berikut :

Gambar 2.4 Precedence



Sumber : Heizer & Render(2011)

Pada gambar terlihat kegiatan 21 memiliki lebih dari 1 kegiatan sebelumnya (*precedence*) yaitu kegiatan 19, 1 dan 7 yang artinya kegiatan tersebut merupakan kegiatan yang tidak dapat ditunda dan harus dilakukan terlebih dahulu. Dan untuk kegiatan 67 yang tidak memiliki pendahulu atau sesudahnya, kegiatan tersebut masih tetap dalam runtutan kegiatan proyek.

2.6 Gambar Jaringan

Menggambar jaringan dapat dilakukan dengan 2 pendekatan. Menurut Heizer & Render (2011:95) mengatakan bahwa “Jaringan CPM/PERT menunjukkan saling berhubungnya antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya dalam suatu *project*. Ada dua

pendekatan untuk menggambarkan jaringan *project* yakni kegiatan pada titik (*Activity On Node – AON*) dan kegiatan pada panah (*Activity On Arrow – AOA*).

1. *Activity On Arrow* (AOA) yang mana kegiatan digambarkan pada garis panah (*arrow*) dalam hal ini *node* merupakan suatu peristiwa (*event*).
2. *Activity On Node* (AON) yang mana kegiatan digambarkan pada *node* dalam hal ini garis panah (*arrow*) merupakan hubungan logis antar kegiatan.

2.7 Dummy

Menurut Herjanto (2009:363-364) menjelaskan bahwa *Dummy* memiliki 2 jenis yaitu :

1. *Gramatical dummy*
Jadi dengan kata lain *grammatical dummy* adalah suatu kata yang digunakan untuk menghindari kerancuan penyebutan suatu kegiatan jika ditemukan dua atau lebih kegiatan yang berasal dari peristiwa yang sama pula.
2. *Logical dummy*
Logical dummy dipergunakan untuk memperjelas hubungan antar kegiatan.

2.8 Critical Path Analysis

Waktu dalam pengerjaan proyek sangat lah penting bagi seorang manager proyek, seperti yang dinyatakan Taylor III (2014:337) menyatakan bahwa “Terdapat pendekatan matematis untuk penjadwalan aktivitas *project* dan menentukan *critical path*. Dalam sebuah jaringan kerja dapat saja terdiri dari beberapa jalur kritis. Jalur kritis dapat didapat dengan mengetahui :

1. ES (*earliest activity start time*) adalah Waktu mulai paling awal suatu kegiatan.
2. EF (*earliest activity finish time*) adalah Waktu Selesai paling awal suatu kegiatan.
3. LS (*latest activity start time*) adalah Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat *project* secara keseluruhan.
4. LF (*latest activity finish time*) adalah Waktu paling lambat kegiatan diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian *project*.
5. *Slack atau Float* adalah jumlah kelonggaran waktu dan elastisitas dalam sebuah jaringan kerja.

2.9 Crashing Project

Menurut (Heizer & Render, 2011:111) menyatakan bahwa ketika memilih aktivitas mana yang harus dilakukan *crash* dan berapa banyak harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- Jumlah dimana aktivitas mana yang boleh dilakukan *crash*, sesuai dengan kenyataannya dan diizinkan.
- Dilakukan bersama-sama, durasi aktivitas yang dipersingkat akan memungkinkan kita untuk menyelesaikan *project* sebelum tanggal jatuh tempo.
- *Total cost* dari *crashing* seoptimal mungkin

2.9.1 Crashing Time

Crashing time memiliki dua waktu yang berbeda. Menurut Heizer & Render (2011:111) mengatakan bahwa dalam *crashing project*, terdapat dua komponen waktu, yaitu:

- Waktu Normal (*Normal Time*), yaitu penyelesaian aktivitas dalam kondisi normal.
- Waktu Akselerasi (*Crash Time*), yaitu waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas.

2.9.2 Crashing Cost

Menurut Heizer & Render (2011:112) mengatakan bahwa *crashing project*, terdapat tiga komponen biaya, yaitu:

- Biaya Normal (*Normal Cost*), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi normal.
- Biaya Akselerasi (*Crash Cost*), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi akselerasi/crash (pada kondisi waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas).

2.9.3 Langkah Crashing Project

Menurut Heizer & Render (2011:111) menjelaskan bahwa untuk melakukan *crashing* pada sebuah *project*. Terdapat langkah-langkah untuk menyelesaikannya, yaitu:

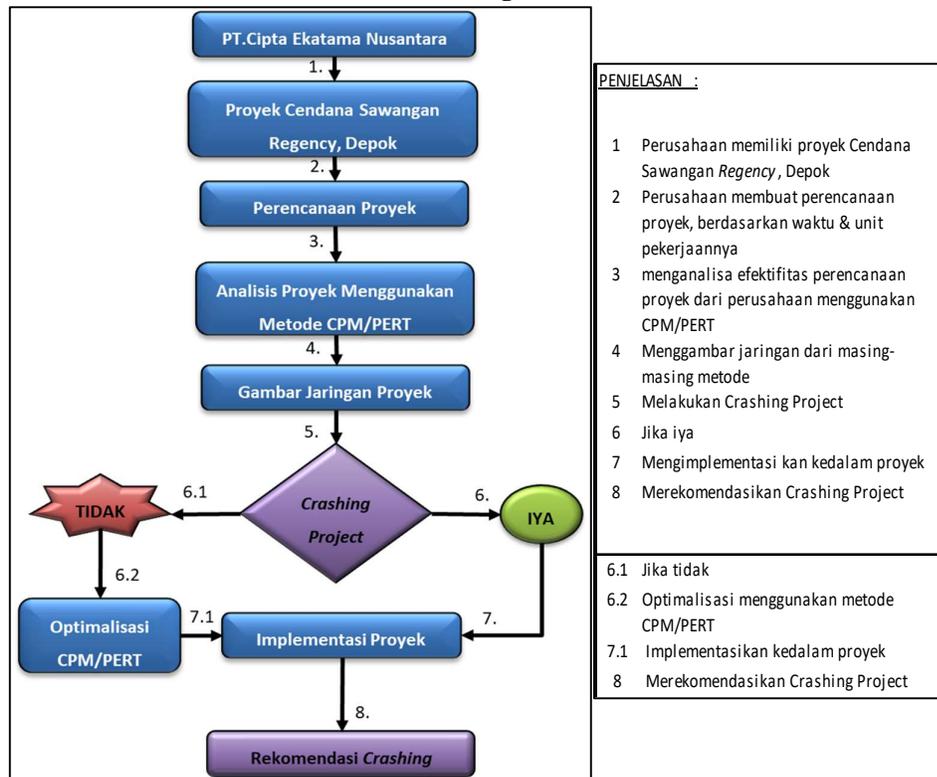
1. Gambar diagram jaringan untuk setiap kejadian.
2. Hitung total waktu akselerasi, total biaya akselerasi, dan biaya akselerasi per unit waktu untuk setiap kejadian.
3. Tentukan garis edar kritis dan lamanya waktu *project*.
4. Pilih aktivitas pada garis edar kritis yang memiliki biaya akselerasi minimal, dan kurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin.

2.9.4 Pertukaran (Trade-Off) Waktu dan Biaya

Menurut Taylor III (2014:358) mengatakan bahwa “Biaya akselerasi *project* dan biaya tidak langsung memiliki hubungan terbalik, biaya akselerasi menjadi tinggi jika *project* dipercepat, sementara biaya tidak langsung meningkat saat waktu penyelesaian meningkat.”

2.10 Kerangka Pemikiran

Gambar 2.11 Kerangka Pemikiran



Sumber : Pengolahan Data 2020

III. METODE PENELITIAN

3.1 Design Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Deskriptif Kuantitatif*. Jenis penelitian yang digunakan adalah Studi kasus. *Time Horizon* yang digunakan adalah *Cross-Sectional*.

Tabel 3.1 Design Penelitian

Tujuan Penelitian	Desain Penelitian		
	Metode	Time Horizon	Unit Analisis
T-1	Deskriptif Kuantitatif	Cross-Sectional	Project Management Division PT. Cipta Ekatama Nusantara
T-2	Deskriptif Kuantitatif	Cross-Sectional	Project Management Division PT. Cipta Ekatama Nusantara
T-3	Deskriptif Kuantitatif	Cross-Sectional	Project Management Division PT. Cipta Ekatama Nusantara

Sumber : Pengolahan Data 2020

Keterangan:

T-1 : Mengidentifikasi masalah penanganan *project* di PT. Cipta Ekatama Nusantara.

T-2 : Memberikan metode penanganan *project* yang baru yang lebih efektif dan efisien

T-3 : Memberikan solusi untuk me-minimalisir waktu & *cost* dengan memberlakukan *Crashing* pada beberapa aktivitasnya.

3.2 Operasionalisasi Variable

Dalam optimalisasi variabelnya, peneliti menentukan variabel serta cara untuk mengukurnya sebagai berikut :

Tabel 3.2 Pengukuran Variable

No.	Variabel	Indikator	Definisi Indikator	Pengukuran
1	Critical Path Method (CPM)	Critical Path	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu rangkaian aktivitas proyek	Hasil Observasi & Wawancara
2	Program Evaluation & Review Technique (PERT)	Optimis Time (a)	Waktu tercepat untuk menyelesaikan suatu aktivitas	Hasil Observasi & Wawancara
3	Program Evaluation & Review Technique (PERT)	Pesimistis time (b)	Waktu terlama untuk menyelesaikan suatu aktivitas	Hasil Observasi & Wawancara
4	Program Evaluation & Review Technique (PERT)	Most Likely Time (M)	Waktu normal untuk menyelesaikan suatu aktivitas	Hasil Observasi & Wawancara
5	Crashing Project	Biaya Normal	Biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas pada kondisi normal	Hasil Observasi & Wawancara
6	Crashing Project	Biaya Akselerasi (<i>crash</i>)	Biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas pada kondisi akselerasi (<i>crash</i>)	Hasil Observasi & Wawancara
7	Crashing Project	Waktu Normal	Waktu normal untuk menyelesaikan suatu aktivitas	Hasil Observasi & Wawancara
8	Crashing Project	Waktu Akselerasi	Waktu tercepat untuk menyelesaikan suatu aktivitas	Hasil Observasi & Wawancara

Sumber : Pengolahan Data 2020

3.3 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh peneliti akan di olah menggunakan software *QM for Windows 2*. *QM* adalah kepanjangan dari *quantitatif method* yang merupakan perangkat lunak dan menyertai buku-buku teks seputar manajemen proyek.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dengan melakukan analisa dengan menggunakan metode CPM ini dapat kita ketahui Jalur Kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian kegiatan yang tercepat. Metode CPM ini menggunakan satu angka estimasi dan setiap aktivitasnya mencerminkan adanya kepastian. Perhitungan angka ini berdasarkan data dari perusahaan dan hasil pengolahan data tersebut, berikut adalah hasil analisa :

Tabel 4.3 Analisa Perhitungan CPM

Project	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
	69					
A1	1	0	1	0	1	0
A2	1	0	1	0	1	0
A3	1	0	1	0	1	0
A4	1	0	1	0	1	0
B1	4	1	5	1	5	0
B2	4	5	9	65	69	60
B3	4	5	9	65	69	60
C	5	5	10	6	11	1
D	5	5	10	6	11	1
E	6	5	11	5	11	0
F	4	11	15	11	15	0
G	12	11	23	26	38	15
G1	12	11	23	26	38	15
H	12	11	23	53	65	42
I	10	15	25	59	69	44
J	4	15	19	15	19	0
K	6	19	25	19	25	0
L	12	25	37	25	37	0
M	6	25	31	63	69	38
N	4	23	27	65	69	42
O	8	19	27	61	69	42
P	4	23	27	38	42	15
Q	4	15	19	34	38	19
R	4	25	29	65	69	40
S	5	37	42	37	42	0
T	3	42	45	42	45	0
U	4	19	23	38	42	19
V	4	23	27	65	69	42
W	5	37	42	37	42	0
X	8	11	19	15	23	4
Y	11	11	22	12	23	1
Y1	11	22	33	23	34	1
Y2	11	33	44	34	45	1
Y3	12	45	57	45	57	0
Y4	12	57	69	57	69	0

Sumber : Pengolahan Data 2020

Berdasarkan perhitungan waktu yang diperoleh dari hasil analisa menggunakan metode CPM di atas dapat disimpulkan bahwa proyek dapat diselesaikan dalam waktu 69 bulan lebih cepat 3 bulan dari total waktu keseluruhan perencanaan yaitu 72 bulan. Dengan catatan pelaksanaan proyek harus memperhatikan aktifitas-aktifitas yang termasuk dalam jalur kritis (*critical path*) dimana jika aktifitas tersebut tertunda maka akan menyebabkan keterlambatan kepada seluruh kegiatan proyek. Terdapat 2 jalur kritis (*critical path*) yaitu aktivitas dengan symbol-simbol : **A1-A2-A3-A4-B1-E-F-J-K-L-S-T-Y3-Y4** dan **A1-A2-A3-A4-B1-E-F-J-K-L-W-T-Y3-Y4**, sedangkan aktivitas lainnya tidak mempengaruhi waktu total penyelesaian proyek jika mengalami keterlambatan karena mempunyai waktu *slack* (waktu toleran keterlambatan).

Perhitungan waktu yang telah dilakukan dari kedua metode menghasilkan 2 perbedaan waktu yang memang hasilnya pun berbeda tipis, dalam hal ini pembangunan proyek perumahan Cendana Sawangan *Regency* adalah proyek baru yang dilakukan oleh perusahaan, sehingga penulis memilih untuk mengoptimalkan metode PERT dalam analisa ini, berikut adalah optimalisasi PERT yang dapat dilakukan :

Tabel 4.6 Optimalisasi PERT

Project	CPM		PERT		Standard Deviation
	Activity time	Slack	Activity time	Slack	
	69		69,83		
A1	1	0	1	0	0
A2	1	0	1	0	0
A3	1	0	1	0	0
A4	1	0	1	0	0
B1	4	0	4	0	0,33
B2	4	60	4	60,83	0,33
B3	4	60	4	60,83	0,33
C	5	1	5,17	1	0,5
D	5	1	5	1,17	0,33
E	6	0	6,17	0	0,5
F	4	0	4	0	0,33
G	12	15	12	15,33	0,33
G1	12	15	12	15,33	0,33
H	12	42	12	42,5	0,33
I	10	44	10	44,67	0,33
J	4	0	4,17	0	0,5
K	6	0	6,17	0	0,5
L	12	0	12	0	0,33
M	6	38	6	38,33	0,33
N	4	42	4,17	42,5	0,5
O	8	42	8	42,5	0,33
P	4	15	4	15,33	0,33
Q	4	19	4	19,33	0,33
R	4	40	4	40,33	0,33
S	5	0	5	0	0,33
T	3	0	3	0	0,33
U	4	19	4	19,33	0,33
V	4	42	4	42,67	0,33
W	5	0	5	0	0,33
X	8	4	8,17	3,83	0,5
Y	11	1	11,17	0,83	0,5
Y1	11	1	11,17	0,83	0,5
Y2	11	1	11,17	0,83	0,5
Y3	12	0	12,17	0	0,5
Y4	12	0	12,17	0	0,5

Sumber : Pengolahan Data 2020

Proyek yang seharusnya diselesaikan dalam waktu 72 bulan dapat diselesaikan dengan durasi waktu 70 bulan.

4.5 Crashing Project

Menggunakan metode PERT untuk menentukan jadwal waktu penyelesaian proyek memang sangat berguna namun seorang proyek manajer sering menghadapi masalah keharusan untuk mengurangi waktu penyelesaian proyek yang telah dijadwalkan untuk memenuhi batas akhir penyelesaian proyek (*deadline*). Dengan kata lain seorang proyek

manager harus menyelesaikan proyek tersebut lebih cepat dari pada yang diindikasikan oleh jaringan CPM dan PERT. Oleh karena itu penulis akan melakukan analisa terhadap kemungkinan proyek dapat di *crash* (akselerasi) untuk mempercepat proses penyelesaiannya untuk dapat memenuhi permintaan terhadap batas akhir penyelesaian proyek (*deadline*) menggunakan metode *Crashing Project*.

Tabel 4.7 Biaya *Crashing Project* dalam Sebulan

Project	Pred	Normal Time	Crashing Time	Normal Cost	Crash Cost
A1	0	1	1	300.000.000	300.000.000
A2	0	1	1	236.862.000	236.862.000
A3	0	1	1	350.000.000	350.000.000
A4	0	1	1	387.000.000	387.000.000
B1	A1,A2,A3,A4	4	3	1.711.640.000	1.797.222.000
B2	B1	4	3	-	-
B3	B1	4	3	-	-
C	B1	5,17	4	-	-
D	B1	5	4	-	-
E	B1	6,17	5	13.914.080.000	15.141.790.000
F	C,D,E	4	3	300.000.000	322.500.000
G	E	12	11	-	-
G1	E	12	11	-	-
H	E	12	11	-	-
I	F	10	9	-	-
J	F	4,17	3	1.802.500.000	1.982.750.000
K	J	6,17	5	4.550.711.000	5.005.783.000
L	K	12	11	400.000.000	440.000.000
M	K	6	5	-	-
N	F,G,H	4,17	3	-	-
O	J	8	7	-	-
P	G,G1	4	3	-	-
Q	F	4	3	-	-
R	K	4	3	-	-
S	L	5	4	350.000.000	376.250.000
T	P,S,U,W	3	2	2.000.000.000	2.150.000.000
U	Q	4	3	-	-
V	G1	4	3	-	-
W	L	5	4	300.000.000	322.500.000
X	E	8,17	7	-	-
Y	E	11,17	10	-	-
Y1	X,Y	11,17	10	-	-
Y2	Y1	11,17	10	-	-
Y3	T,Y2	12,17	11	20.189.000.000	21.703.170.000
Y4	Y3	12,17	11	28.135.500.000	30.245.660.000

Sumber : Pengolahan Data 2020

Tabel diatas menunjukkan aktivitas pekerjaan apa saja yang harus dilakukan, simbol - simbol dari pekerjaan tersebut, beserta besaran biaya yang akan dikeluarkan baik jika menggunakan waktu normal ataupun jika menggunakan waktu akselerasi (*crasing time*). Dalam metode *Crashing Project* baik waktu dan biaya dibagi menjadi 2 kategori yaitu *crashing* dimana waktu serta biaya diasumsikan mengalami akselerasi dan normal dimana waktu serta biaya diasumsikan tidak mengalami akselerasi. Berikut adalah tabel analisa berdasarkan metode di atas :

Tabel 4.8 Biaya *Crashing Project* dalam Periode

Project	Normal time	Crash time	Normal Cost	Crash Cost	Crash Cost/pd	Crash by	Crashing Cost
	69,83	61					
A1	1	1	300,000,000	300,000,000	-	-	-
A2	1	1	236,862,000	236,862,000	-	-	-
A3	1	1	350,000,000	350,000,000	-	-	-
A4	1	1	387,000,000	387,000,000	-	-	-
B1	4	3	1,711,640,000	1,797,222,000	85,581,950	1	85,581,950
E	6,17	5	13,914,080,000	15,141,790,000	1,052,322,000	1,17	1,227,709,000
F	4	3	300,000,000	322,500,000	22,500,000	1	22,500,000
J	4,17	3	1,802,500,000	1,982,750,000	154,500,000	0,33	51,500,080
K	6,17	5	4,550,711,000	5,005,783,000	390,061,800	0	-
L	12	11	400,000,000	440,000,000	40,000,000	1	40,000,000
S	5	4	350,000,000	376,250,000	26,249,980	1	26,249,980
T	3	2	2,000,000,000	2,150,000,000	150,000,100	1	150,000,100
W	5	4	300,000,000	322,500,000	22,500,000	1	22,500,000
Y3	12,17	11	20,189,000,000	21,703,170,000	1,297,857,000	1,17	1,514,170,000
Y4	12,17	11	28,135,500,000	30,245,660,000	1,808,704,000	1,17	2,110,161,000

Sumber : Pengolahan Data 2020

Dalam metode *crashing project* aktivitas-aktivitas proyek yang dapat di lakukan akselerasi adalah hanya yang dilalui jalur kritis dengan total pengurangan aktivitas sebesar 9 bulan dari waktu yang direncanakan menggunakan metode PERT. Oleh karena itu peneliti memilih salah satu dari dua jalur kritis yang tersedia berdasarkan dengan kemungkinan jalur kritis yang mengeluarkan biaya akselerasi/waktu yang paling rendah :

1. Jalur Kritis **A1-A2-A3-A4-B1-E-F-J-K-L-S-T-Y3-Y4**
2. Jalur Kritis **A1-A2-A3-A4-B1-E-F-J-K-L-W-T-Y3-Y4**

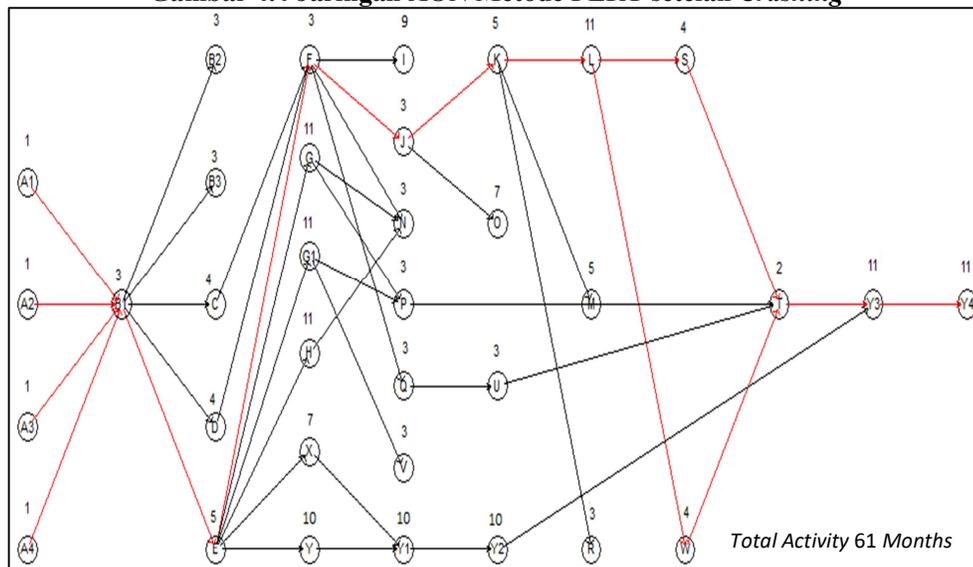
Berdasarkan pernyataan di atas langkah *alternative* untuk jalur kritis yang mempunyai biaya akselerasi/waktu yang paling rendah adalah Jalur Kritis **A1-A2-A3-A4-B1-E-F-J-K-L-W-T-Y3-Y4**, dengan besaran biaya akselerasi :

1. Melakukan *crashing* pada kegiatan B1 menjadi 1 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 85.581.950,- berdasarkan pertimbangan perizinan *underground* (non-formal) mengeluarkan biaya tambahan sebanyak 5% dari nominal total perizinan formal.
2. Melakukan *crashing* pada kegiatan E menjadi 1.17 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 1.227.709.000,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 8.82% dari biaya awal.
3. Melakukan *crashing* pada kegiatan F menjadi 1 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 22.500.000,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 7.5% dari biaya awal.
4. Melakukan *crashing* pada kegiatan J menjadi 0.33 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 51.500.080,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 10% dari biaya awal.
5. Melakukan *crashing* pada kegiatan L menjadi 1 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 40.000.000,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 10% dari biaya awal.

6. Melakukan *crashing* pada kegiatan W menjadi 1 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 22.500.000,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 7.5% dari biaya awal.
7. Melakukan *crashing* pada kegiatan T menjadi 1 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 150.000.100,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 7.5% dari biaya awal.
8. Melakukan *crashing* pada kegiatan Y3 menjadi 1,17 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 1.514.170.000,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 7.5% dari biaya awal.
9. Melakukan *crashing* pada kegiatan Y4 menjadi 1,17 bulan dengan penambahan biaya sebesar Rp. 2.110.161.000,- berdasarkan pertimbangan bahwa untuk melakukan percepatan aktivitas selama 1 bulan ada kenaikan biaya operasional sebesar 7.5% dari biaya awal.

Dengan dilakukannya *crashing* pada proyek ini akan berimplikasi pada waktu pengerjaan proyek yang dapat dipersingkat sebesar 9 bulan dari waktu yang direncanakan menggunakan metode PERT yaitu 70 bulan menjadi 61 bulan dengan total biaya tambahan akselerasi (*crashing cost*) sebesar Rp. 5.147.098.375,- dari biaya awal sebesar Rp.174.401.170.143,-.

Gambar 4.4 Jaringan AON Metode PERT setelah *Crashing*



Sumber : QM,for Windows 2

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengelolaan data yang diperoleh melalui observasi atau meninjau pengerjaan proyek, dokumen perusahaan dan wawancara kepada PT. Cipta Ekatama Nusantara serta analisis data dengan menggunakan metode CPM/PERT dan *crashing project* yang dilakukan untuk menentukan penjadwalan proyek yang baik, maka peneliti dapat memberikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis kegiatan sebagai berikut:

1. Untuk menentukan sistem jaringan kerja dan jalur kritis yang efisien dapat dilakukan dengan menyusun *predesor* dan *activity time* selanjutnya membuat perhitungan ES, EF, LS, dan LF dan menghitung *slack* untuk mencari jalur kritis, $slack = LF - EF$ harus = 0 setelah itu membuat diagram AON dan menentukan jalur kritis dari perhitungan ES, EF, LS, LF, dan *slack*.
2. Metode terbaik yang dapat digunakan dalam penanganan proyek ini adalah dengan menggunakan metode PERT, karena metode ini mempunyai kelebihan untuk menghitung kemungkinan (*probabilitas*) kesuksesan mengerjakan proyek sebesar 92.65%.
3. Total waktu yang diperlukan dalam pembangunan proyek pada PT. Cipta Ekatama Nusantara dengan menggunakan metode CPM dapat di optimalkan dari 72 bulan menjadi 69 bulan. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT dapat dioptimalkan dari 72 bulan menjadi 70 bulan. Jika perusahaan menggunakan alternatif *crashing project* pada PERT maka akan terjadi percepatan kinerja proyek dari 70 bulan menjadi 61 bulan dengan total penambahan biaya untuk akselerasi sebesar Rp.5.224.122.130,- dan dapat menghemat waktu pengerjaan proyek sebesar 11 bulan. Keterlambatan yang dihadapi perusahaan masih dalam tahap pengurangan (E), yang seharusnya sudah mencapai tahap *Main Gate* (F), sehingga dilakukannya *crashing* pada proyek ini maka akan dapat dipersingkat sebesar 7 bulan dari waktu yang direncanakan menggunakan metode PERT yaitu 70 bulan menjadi 63 bulan dengan total biaya tambahan akselerasi (*crashing cost*) sebesar Rp.3.937.081.159,- dan total biaya kegiatan proyek menjadi Rp.178.338.251.302,-.

5.2 Saran

Saran-saran yang perlu diperhatikan dalam proyek properti pada PT. Cipta Ekatama Nusantara adalah sebagai berikut:

1. Dalam proses pengerjaan proyek properti hendaknya PT. Cipta Ekatama Nusantara mengaplikasikan metode CPM/PERT dalam mengoptimalkan manajemen proyek sehingga dapat mengetahui baik waktu dan biaya perencanaan yang baik sebelum memulai proyek.
2. Perusahaan lebih baik menyelesaikan proyek dengan menggunakan *crashing project* untuk mengejar keterlambatan proyek Cendana Sawangan *Regency* yang mengalami keterlambatan sebesar 7 bulan, meskipun mengeluarkan biaya tambahan untuk akselerasi tapi dapat menghindari dari kerugian materi atau moril.
3. Percepatan proyek Cendana Sawangan *Regency* harus dilakukan agar proyek selanjutnya yaitu *Green lake Residence* yang memiliki anggaran lebih besar dengan total biaya Rp.381.428.571.000,-, dapat berjalan dengan efektif dalam artian meminimalisir kemungkinan proyek tersebut tidak berjalan sesuai *timetable* yang direncanakan.

DAFTAR REFERENSI

- Ridho, R, M. & Syahrizal. 2014. Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1(1), 32–36 : Universtias Sumatera Utara.
- Kusumawati, N, O. & Wijatmiko, I. 2017. Penjadwalan Ulang pada Proyek Pembangunan Pabrik Pakan Ternak Koperasi Agro Niaga Jabung dengan Menggunakan Metode PERT. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 1(1), 121 : Universitas Brawijaya.

- Julkarnaen, T. I. & Herlina, L. 2015. Analisa Perbaikan Penjadwalan Perakitan Panel Listrik dengan Metode CPM dan PERT. *Jurnal Teknik Industri*, 3(1), 89 : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Tistogondo, J. & Setiawan, F. R. 2018. Evaluasi Biaya dan Waktu Pekerjaan Struktur pada Proyek MNC Tower Surabaya dengan Metode PERT. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*. 6(1), 4-6 : Universitas Wiraraja Sumenep.
- Basriati, S. & Melda, A. 2017. Analisis Biaya Pembangunan Proyek Perumahan Menggunakan Metode PERT dan EVM (Studi Kasus : Perumahan D ' Lion Cluster). *Jurnal Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi*, 1(1), 18–19 : UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ageyi, W. 2015. Project Planning And Scheduling Using PERT and CPM Techniques With Linear Programming Case Study. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(8), 222–227.
- Lermen, F. H., Morais, M. de F., Matos, C., & Röder. 2016. Optimization of Times and Costs of Project of Horizontal Laminator Production Using PERT/CPM Technical. *Independent Journal of Management & Production*, 7(3), 833–853.
- Islam, M, N. *et al.* 2014. Crashing PERT/CPM Network : A Mathematical and Numerical Approach. *International Journal of Mathematics*. 60(64), 72-81.
- Basu, R. 2016. *Managing Project Supply Chains*. New York : Routledge.
- Brown, J, A. 2011. *Jab's Con\$truction, Co\$t Escalation, Engineering and Management CPM*. USA : Xlibris Corporation.
- Harsanto, B, M. 2017. *Dasar Ilmu Manajemen Operasi*. Bandung : UNPAD PRESS.
- Fitrah, M. & Luthfiah. 2018. *Metodologi Penelitian: Penelitian Kualitatif, Tindakan Kelas & Studi Kasus*. Malang : CV Jejak.
- Heizer, J, H. & Render, B. 2011. *Operations Management*. New York : Pearson.
- Herjanto, Eddy. 2010. *Sains Manajemen*. Jakarta : Grasindo.
- Horine, G, M. 2013. *Project Management third edition*. Indiana : Que.
- Maley, C, H. 2012. *Project Management Concepts, Methods, and Techniques*. New York: CRC Press.
- Marco, A, D. 2011. *Project Management for Facility Constructions*. London : Springer.
- Mulyoto, D, P. & Kurniali, S. 2016. *Super Proyek Manager*. Jakarta : Gramedia.
- Render, Stair, Jr, & Hanna. 2012. *Quantitative Analysis for Management*. New York : Pearson Prentice Hall.
- Schermerhorn, J, R. 2010. *Exploring Management*. USA : Wiley.
- Suryani, T. 2017. *Manajemen Pemasaran Strategik Bank di Era Global*. Jakarta : Prenada Media.
- Taylor III, B, W. 2015. *Introduction to Management Sciene*. New York : Pearson.
- Yusuf, M. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta : Kencana.