

OPTIMALISASI WAKTU PEKERJAAN PEMBANGUNAN PERUMAHAN GREEN HILL GRESIK MENGGUNAKAN METODE PERT DAN CPM

Siti Masnunah

Accounting – PT Kemilau Bumi Santosa
Gresik

ABSTRACT

This study aims to know the planning to control the project activities during the implementation phase. The success rate or failure of a project leads to less mature planning and less effective controls, resulting in project delays, increased implementation costs and lower quality. To set the time for completion of the project to be more effective and efficient can use PERT and CPM methods so as to reduce the impact of delays and swelling of implementation costs. The PERT (Program Evaluation and Review Technique) method is a method that aims to reduce as much as possible delays, Production, and coordinate various parts of a job thoroughly and accelerate the completion of the project. While the CPM method is a method of planning and control projects that have cost data in the past. Based on the analysis results show the initial duration of the project with duration of 180 days (6 months) with the total cost of Rp. 73.599253,59. As a result of overtime work system, the duration of its activities to be 164 days with project cost of Rp. 55,089,267.07.

Keywords: Optimization, PERT and CPM Methods.

PENDAHULUAN

Perkembangan sosial ekonomi di era globalisasi semakin hari semakin meningkat. Tuntutan pembangunan di segala bidang semakin dirasakan, terutama pada negara-negara yang sedang berkembang, untuk meningkatkan taraf hidup dari kehidupan masyarakatnya. Pembangunan-pembangunan tersebut dapat berupa pembangunan gedung-gedung tinggi, jembatan, jalan perindustrian baik kecil maupun besar, jaringan telekomunikasi dan lain-lain.

Proyek pembangunan infrastruktur semakin gencar dilakukan untuk mendukung dan mempermudah kehidupan bersosial di masyarakat. Proyek sendiri memiliki arti kegiatan yang

berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan menglokasikan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto (2008)). Dalam konteks kehidupan semakin maju peradaban manusia, maka semakin besar dan kompleks proyek yang dikerjakan dengan penggunaan bahan-bahan (material), tenaga kerja, dan teknologi yang semakin canggih.

Pada umumnya proyek mempunyai batas waktu yang sudah ditentukan. Keberhasilan sebuah proyek yang tepat waktu merupakan tujuan yang paling penting bagi pemilik proyek pembangunan maupun kontraktor. Untuk kelancaran sebuah

proyek dibutuhkan manajemen yang mampu mengelola proyek dari awal hingga proyek itu berakhir, yang disebut manajemen proyek. Dimana manajemen proyek memiliki sifat yang istimewa, yaitu waktu kerja manajemen proyek dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan.

Perubahan keadaan yang begitu cepat menuntut setiap pemimpin yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan yang sedang terjadi, serta menyusun tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat dilakukan bila sudah tersedia konsep perencanaan yang matang dan didasarkan pada data yang akurat, informasi, kemampuan dan juga pengalaman.

Didalam sistem manajemen proyek terdapat tiga hal penting yaitu : Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek. Pada tahapan perencanaan dalam kegiatan-kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting karena perencanaan kegiatan merupakan dasar agar proyek bisa berjalan dengan baik dan agar proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu seoptimal mungkin. Tahap perencanaan proyek diperlukan adanya estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek pembangunan. Tapi pada pelaksanaannya menunjukkan bahwa waktu penyelesaian proyek itu bervariasi, sehingga waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa dipastikan.

Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek pembangunan ditentukan pada tahapan penjadwalan yang bertujuan untuk menentukan jenis pekerjaan atau kegiatan apa yang dikerjakan dan menentukan tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek. Selain itu pada saat

penjadwalan dilakukan estimasi waktu dan biaya produksi pada sebuah proyek pembangunan supaya optimal. Pada saat tahapan pendendalian proyek, optimalisasi biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada, serta untuk mengendalikan dan meminimalkan resiko namun tetap mendapatkan hasil yang optimal.

Belakangan ini sektor pembangunan perumahan merupakan salah satu pembangunan yang paling dominan, karena Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki jumlah penduduk sekitar 255.000.000 jiwa. Dengan jumlah penduduk sebesar itu permintaan akan hunian tempat tinggal juga semakin besar. Proyek pembangunan perumahan dilakukan untuk memenuhi target permintaan pasar akan hunian yang layak.

Hal ini membuat para pengusaha berbondong-bondong membuka bisnis properti dan *real estate* dan mengembangkan berbagai macam pembangunan perumahan dengan berbagai ukuran, type dan model. Untuk menghasilkan produk properti yang berkualitas biasanya perusahaan properti dan *real estate* menggandeng beberapa kontraktor untuk menjalankan kegiatan operasional proyek pembangunan mereka. PT Graha Agung Kencana merupakan suatu perusahaan developer perumahan yang menggunakan jasa kontraktor untuk menyelesaikan operasional produksi proyek pembangunan perumahan Green Hill Gresik. Aktivitas proyek pembangunan perumahan Green Hill Gresik meliputi tiga aktivitas besar, yakni kegiatan persiapan, pekerjaan struktural dan pekerjaan arsitektur.

Sama seperti perusahaan *developer* yang lain PT. Graha

Agung Kencana dalam menjalankan aktivitas besarnya (kegiatan persiapan, pekerjaan struktural dan pekerjaan arsitektur) bekerja sama dengan 4 sub kontraktor yang memiliki tugas dan pekerjaan masing-masing. Dari semua kontraktor yang mengerjakan proyek pembangunan memiliki masalah yang sama yaitu menentukan waktu dan biaya yang dibutuhkan. Hal ini akan berdampak buruk pada perusahaan, yakni membentuk citra yang buruk bagi perusahaan yang terkesan tidak mampu menyelesaikan proyek sesuai dengan tanggal penyelesaian yang telah disepakati.

Kerugian selanjutnya yakni perusahaan akan mengeluarkan biaya yang lebih besar karena ketidaktepatan penyelesaian proyek. Untuk proyek pengerjaan pembangunan perumahan Green Hill di bagi menjadi tiga tahap pembangunan yang dimulai pada tahun 2009. Tahap kedua dilakukan pada tahun 2012 dan tahap yang terakhir dilakukan pada tahun 2015 hingga sekarang. Dalam suatu kondisi perusahaan akan menginginkan pengerjaan proyek selesai lebih awal dari rencana semula.

Dikarenakan oleh faktor eksternal misalnya faktor cuaca, keterlambatan bahan baku, dan keterlambatan pekerjaan pembangunan sehingga pengerjaan proyek tidak berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Cara untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek dari keterlambatan ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi pengerjaan proyek meskipun akan diikuti dengan peningkatan biaya produksi proyek.

Sebab itu diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek pengerjaan sehingga dapat diketahui dapat diketahui berapa lama proyek pengerjaan tersebut diselesaikan dan juga untuk mencari adanya kemungkinan-kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek sehingga meminimalisasi biaya dengan menggunakan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*-Metode Jalur Kritis). Menurut Eka Dannyanti (2010) dengan menggunakan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*- Metode Jalur Kritis) perusahaan mampu meminimalisasi biaya yang timbul dalam kasus proyek pembangunan Twin Tower Building.

Dengan menggunakan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*-Metode Jalur Kritis) di harapkan untuk mempermudah perusahaan dalam mengambil keputusan yang tepat. Sistem pengambilan keputusan yang digunakan berdasarkan optimasi tim riset dengan metode jaringan kerja (Hiller,1990:335).

Jaringan kerja dapat digunakan untuk kasus-kasus yang berkaitan dengan mendesain sistem transportasi (seperti penentuan rute terdekat atau penentuan arus maksimal pada suatu jalur), mendesain sistem informasi, dan membuat jadwal suatu proyek. Sesuai dengan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah Bagaimana bentuk jaringan kerja atau network pelaksanaan pembangunan proyek pembangunan

perumahan Green hill Gresik, Apakah durasi proyek pembangunan perumahan sudah berjalan optimal sesuai dengan jadwal (*schedule*) yang telah direncanakan dan Apa sajakah waktu kritis yang terdapat pada pelaksanaan proyek pembangunan perumahan Green Hill Gresik.

Landasan Teori

1. Proyek

Proyek merupakan kegiatan usaha yang kompleks, memiliki keterbatasan terhadap waktu, anggaran dan sumber daya serta memiliki spesifikasi tersendiri atas produk yang akan dihasilkan. Dengan adanya keterbatasan-keterbatasan dalam mengerjakan suatu proyek, maka sebuah organisasi proyek sangat dibutuhkan untuk mengatur sumber daya yang dimiliki agar dapat melakukan aktivitas-aktivitas yang sinkron sehingga tujuan proyek bisa tercapai.

Organisasi proyek juga dibutuhkan untuk memastikan bahwa pekerjaan dapat diselesaikan dengan cara yang efisien, tepat waktu dan sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Schwalbe yang diterjemahkan oleh Dimiyati & Nurjaman (2014:2) menjelaskan bahwa proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik.

Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu. Sedangkan menurut Nurhayati (2010:4) menjelaskan

bahwa sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Menurut kebutuhan investasi, proyek dibagi dalam 3 (tiga) jenis yaitu :

1. Proyek yang dibangun dengan tujuan menghasilkan keluaran berupa faktor– faktor produksi non-fisik Contoh : proyek pendidikan atau pelatihan dan pembuatan buku-buku yang menghasilkan keterampilan dan ilmu pengetahuan. Proyek yang menggunakan faktor produksi untuk menghasilkan bangunan fisik yang memproduksi barang dan jasa Contoh : bendungan, jalan, kelistrikan atau energi (PLTA, PLTD, PLTU), dan lain sebagainya.
2. Proyek yang dibangun dengan tujuan menghasilkan keluaran berupa faktor– faktor produksi non-fisik Contoh : proyek pendidikan atau pelatihan dan pembuatan buku-buku yang menghasilkan keterampilan dan ilmu pengetahuan.
3. Proyek yang dibangun untuk menciptakan penemuan-penemuan baru Contoh : proyek-proyek penelitian teknologi.

2. Biaya Proyek

Setiap kegiatan proyek membutuhkan biaya, variabel biaya (*cost*) adalah faktor yang sangat penting dalam manajemen konstruksi, dimana biaya harus dikendalikan semaksimal mungkin dalam waktu yang telah ditentukan.

Dalam pengendalian waktu harus memperhatikan faktor-faktor biaya, karena terdapat hubungan antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan dan aktifitas pendukungnya.

3. Tahap Siklus Hidup Proyek

Suatu proyek memiliki sifat unik, sehingga selalu dijumpai masalah tentang ketidakpastian dalam proyek. Kadang kala pelaksanaan suatu proyek biasanya dilaksanakan dalam beberapa tahap atau phase. Seperti halnya produk, proyek juga memiliki tahapan yang saling berhubungan dalam perkembangannya. Tahap-tahap pelaksanaan proyek dikenal dalam istilah Siklus Hidup Proyek. Siklus hidup proyek adalah tahapan yang saling berhubungan mulai awal kegiatan proyek sampai akhir kegiatan proyek (PMI, 2004).

4. Jaringan Kerja (*project network*)

Untuk mengembangkan sistem pengambilan keputusan yang berdasarkan optimasi tim riset menggunakan metode jaringan kerja (Hiller,1990:335). Sedangkan Jaringan kerja (*project network*) adalah suatu diagram yang digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah matematika yang cukup rumit agar menjadi lebih sederhana dan mudah diamati.

Jaringan kerja dapat digunakan untuk kasus-kasus yang berkaitan dengan mendesain sistem transportasi (seperti penentuan rute terdekat atau penentuan arus maksimal pada suatu jalu), mendesain sistem informasi, dan dan membuat jadwal suatu proyek.

Jaringan kerja digunakan

sebagai untuk cara menyusun langkah dalam sebuah rancangan proyek, fungsi dari jaringan kerja adalah :

- a. Membuat perkiraan jadwal kegiatan proyek yang paling ekonomis
- b. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks
- c. Mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya.

Jaringan kerja pada metode kritis didapatkan dari sebuah diagram jaringan (*network diagram*) yang memperlihatkan hubungan dan urutan aktivitas-aktivitas dalam suatu proyek. Secara umum diagram diagram digambarkan menggunakan *activity on node* (AON) dan *activity on arrow* (AOA).

Pada AON, aktivitas proyek direpresentasikan dengan titik (*node*), sementara pada AOA, aktivitas kegiatan direpresentasikan dengan panah (*arrow*). Aktivitas proyek yang mendahului/menjadi syarat dilakukan aktivitas lainnya disebut *predecessor*.

5. Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) atau biasa disebut metode kritis adalah teknik menganalisis jaringan kegiatan atau aktivitas-aktivitas ketika menjalankan proyek dalam rangka memprediksi durasi total. Metode ini berkembang pada tahun 1957 pada Du Pond De Numours & Co dan Rimington Rand Univac.

Sedangkan menurut Heizer dan render (2009), CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai

cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, disini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek kurun waktu pengerjaan, misalnya dengan menambah biaya atau *time cost trade-off* atau *crash program*.

Menurut Soeharto (2009), dalam menganalisis proses *crashing* digunakan asumsi, Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumber daya. Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat, maka sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material peralatan, atau bentuk lainnya yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen- komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas- aktivitas yang memiliki jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambarkan dengan menggunakan anak panah yang tebal (Badri,1997).

Menurut Badri (1997), manfaat yang didapat jika mengetahui

lintasan kritis adalah sebagai berikut:

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan ditrade off (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan crash program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur
- d. Kelonggaran waktu biasanya dikenal dengan sebutan *time slack* terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan metode jalur kritis ini adalah :

- a. Tertundanya pekerjaan di jalur kritis akan menunda penyelesaian jalur proyek ini secara keseluruhan.
- b. Penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat dipercepat dengan mempercepat penyelesaian pekerjaan-pekerjaan di jalur kritis.

Slack pekerjaan jalur kritis sama dengan 0 (nol). Hal ini

memungkinkan relokasi sumber daya dari pekerjaan non kritis ke pekerjaan kritis.

6. Notasi Dalam CPM

Notasi-notasi yang terdapat dalam *Critical Path Method* (CPM)

1. E (*earliest event occurrence time*) : Saat tercepat terjadinya suatu peristiwa. (dalam diagram dituliskan A).
2. L (*Latest event occurrence time*) : Saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi. (Dalam diagram dituliskan D).
3. ES (*Earliest activity Start time*) : Waktu Mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
4. EF (*earliest activity finish time*) : Waktu Selesai paling awal suatu kegiatan. EF suatu kegiatan terdahulu = ES kegiatan berikutnya.
5. LS (*latest activity start time*) : Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek

Terdapat 3 asumsi dasar dalam menghitung Critical Path Method (CPM) adalah :

1. Proyek hanya memiliki satu initial event (*start*) dan satu terminal event (*finish*).
2. Saat tercepat terjadinya initial event adalah hari ke-nol.
3. Saat paling lambat terjadinya terminal event adalah $LS = ES$

7. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique*. Pengertian PERT menurut (Jay Heizer & Barry

Render, 2005,) adalah Untuk membagi keseluruhan proyek ke dalam kejadian dan aktivitas. Suatu kejadian menandai mulainya atau selesainya tugas atau aktivitas tertentu.

Suatu aktivitas di sisi lain adalah suatu tugas atau subproyek yang terjadi antara dua kejadian. Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek.

Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan. Tujuan dari PERT adalah pencapaian suatu taraf tertentu dimana waktu merupakan dasar penting dari PERT dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan bagi suatu proyek.

8. Perkiraan Waktu

Menurut (Jay Heizer & Barry Render, 2005.), dalam jaringan PERT kita menetapkan tiga perkiraan waktu (*three times estimates*) untuk masing-masing jaringan aktivitas. *Three times estimates* meliputi:

1. Waktu optimis (*optimistic time*) (*a*) : adalah waktu terpendek kejadian yang mungkin terjadi. Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kegiatan jika semua hal berlangsung sesuai rencana. Dalam memperkirakan nilai *ii*, biasanya terdapat peluang kecil (katakanlah, 1/100) bahwa waktu kegiatan akan $< a$

2. Waktu pesimis (*pessimistic time*) (b) : waktu terpanjang kejadian yang dibutuhkan. waktu yang dibutuhkan sebuah kegiatan dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan. Dalam memperkirakan nilai ini, biasanya terdapat peluang yang juga kecil (juga, $1/100$) bahwa waktu kegiatan akan $> b$.
3. Waktu realistis (*most likely time*) (m) : waktu yang paling tepat untuk penyelesaian aktivitas dalam jaringan PERT, merupakan waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali.

9. Perbedaan dan Persamaan PERT dan CPM

CPM digunakan jika waktu penyelesaian setiap kegiatan diketahui dengan pasti, di mana tingkat deviasi realisasi penyelesaian dibanding rencana relatif minim atau bahkan dapat diabaikan. Sedangkan PERT digunakan pada kegiatan yang waktu penyelesaiannya tidak dapat dipastikan karena belum pernah dilakukan sebelumnya atau kegiatan tersebut memiliki variasi waktu perkiraan penyelesaian yang lebar.

10. Analisis Optimasi

Menurut Maharany dan Fajarwati (2006) analisis optimasi merupakan suatu proses penguraian data-data awal dengan menggunakan suatu metode sebelumnya. Dalam penelitian ini, analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya produksi.

Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2005). Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia analisis optimasi dibagi menjadi dua, yaitu analisis dan optimasi. Analisis (analisis data) diartikan sebagai penelaahan dan penguraian atas data hingga menghasilkan simpulan-simpulan, sedangkan optimasi (optimalisasi) diartikan sebagai pengoptimalan, yaitu proses, cara, perbuatan untuk menghasilkan yang paling baik.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini termasuk ke dalam kategori penelitian deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan dan mengungkap suatu masalah, keadaan, dan peristiwa. Jenis dan sumber data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data skunder yang diperoleh dari perusahaan dan subkontraktor pelaksana.

Variable yang digunakan pada penelitian ini adalah waktu dan jadwal proyek pada pembangunan perumahan Green Hill untuk diteliti lebih lanjut. Dimana waktu yang telah dijadwalkan, direncanakan, dan dibuat laporan aktualnya penjadwalan untuk pengendalian selama proyek berlangsung.

Metode pengumpulan data dalam penelitian deskriptif kuantitatif secara umum dikelompokkan ke dalam dua jenis cara, yaitu teknik yang bersifat interaktif dan non-interaktif (Sutopo (2006: 9)). Metode interaktif meliputi interview dan observasi berperan

serta, sedangkan metode non interaktif meliputi observasi tak berperan serta, mencatat dokumen, dan partisipasi tidak berperan. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan metode CPM dan PERT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

1. Mengidentifikasi Dan Mengelompokkan Lingkup Kerja Proyek

Mengidentifikasi pekerjaan yang akan dianalisa adalah kegiatan yang pertama kali dilakukan untuk menyusun jaringan kerja PERT dan CPM, dalam hal ini : Nama Proyek: Proyek Pembangunan Perumahan Green Hill Gresik Lokasi proyek: Desa Kembangan, kecamatan Kebomas Gresik.

Setelah mengidentifikasi dan memperoleh data dari Proyek yang akan dianalisa, kemudian menentukan lingkup kerja proyek. Pengkajian lingkup proyek ini berdasarkan penampakan fisik urutan pelaksanaan pekerjaan yang juga disesuaikan dengan urutan pekerjaan berdasarkan *Time Schedule* yang sudah dibuat pelaksana.

2. Menghitung Produktivitas tenaga kerja dan durasi pada masing - masing kegiatan.

Untuk menyusun jaringan kerja dibutuhkan durasi dari masing-masing kegiatan tersebut. Perhitungan durasi tiap-tiap kegiatan didasarkan pada volume pekerjaan, jumlah kebutuhan tenaga kerja, dan produktivitas tenaga kerja. Untuk mendapatkan angka produktivitas tenaga kerja dibutuhkan data harga borongan pekerjaan dan upah harian

tenaga kerja. Harga borongan tenaga kerja dan upah harian tenaga kerja didapat dari dokumen kontrak.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan produktivitas tenaga kerja adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \text{upah harian per} \\ &\text{kelompok tenaga} \\ &\text{kerja/ Harga Satuan} \\ &\text{Pokok Kegiatan} \\ \text{Produktivitas} &= (1 \times 70.000) + \\ &(1 \times 65.000) + (1 \times 60.000) \\ &+ (1 \times 50.000) / 74.335 \\ &= 3.2958 \text{ m}^3 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Produktivitas 1 Mandor, Kepala Tukang Kayu, 1 Tukang Kayu, 1 Pembantu Tukang adalah 3,2958 m³ per hari. Maka dapat dikatakan bahwa dalam satu hari 1 Mandor , Kepala Tukang Kayu, 1 Tukang Kayu, 1 Pembantu Tukang dapat menyelesaikan 3,2958 m³ pekerjaan bouwplank.

Tabel 4.2 Perhitungan Produktivitas

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Durasi Awal	Produktivitas
1 Pekerjaan Persiapan					
1.	Mobilisasi Alat dan tenaga Kerja	1.00	ls	8	20
2.	Pembersihan Lapangan	136.00	m ²	5	20
3.	Pengukuran + pasang bouwplank	5.00	m ¹	15	3.2958
2 Pekerjaan Tanah					
1.	Bor straus	1.84	m ³	15	3.7777
2.	Galian pondasi	26.40	m ³	7	3.2542
3.	Urugan sirtu bawah pondasi	4.40	m ³	21	1.5042
4.	Urugan tanah pondasi	4.40	m ³	20	1.0823
5.	Urugan sirtu bawah lantai	5.38	m ³	28	1.2168

Sumber: Data diolah, 2017

Setelah dihitung angka produktivitas dalam sehari, maka dapat dihitung kurun waktu (durasi) masing-masing kegiatan berdasarkan rumus :

$$\text{Durasi} = \text{Volume pekerjaan} / (\text{Produktivitas} \times \text{jumlah})$$

goup pekerjaan)
 Durasi = $50m^3 / (3.2958m^3 \times 3)$
 = 5,05 – 5 hari

3. Menentukan Rata-Rata dari Ketiga Durasi Aktivitas (Te)

Setelah mendapatkan Durasi dari masing-masing kegiatan kemudian menentukan *optimistis time* dan *pesimistis time*. Dalam hal ini penulis melakukan interview kepada Bapak Hilmi Abdi selaku Manajer Proyek yang menangani proyek yang bersangkutan. Dalam interview tersebut didapat data sebagai berikut: Data optimistis time (to), most likely (tm) dan pesimistis time (tp).

Tabel 4.4
 Perhitungan Tiga Durasi Aktivitas

No	Uraian Pekerjaan	to (hari)	tm (hari)	tp (hari)
1 Pekerjaan Persiapan				
1.	Mobilisasi Alat dan tenaga Kerja	7	7	8
2.	Pembersihan Lapangan	4	4	5
3.	Pengukuran + pasang bouwolank	10	13	15
2 Pekerjaan Tanah				
1.	Bor straus	12	15	15
2.	Galian pondasi	5	5	7
3.	Urugan sirtu bawah pondasi	15	19	21
4.	Urugan tanah pondasi	12	18	20
5.	Urugan sirtu bawah lantai	21	24	25

Sumber: Data Perusahaan, 2016

Rata-rata dari ketiga durasi aktivitas inilah yang nanti akan digunakan dalam penyusunan jaringan kerja PERT dan CPM. Formula yang digunakan dalam menghitung rata-rata durasi aktivitas tersebut adalah:

$$\text{Rata-rata durasi (te)} = (to + 4m + tp)/6$$

Dimana :

to : *optimistis time* (hari)

m : *Most likely* / durasi yang paling mungkin terjadi (hari)

tp : *Pesimistis time* (hari)

Tabel 4.5
 Perhitungan te (time estimate)

No	Uraian Pekerjaan	to (hari)	tm (hari)	tp (hari)	te (hari)
1 Pekerjaan Persiapan					
1.	Mobilisasi Alat dan tenaga Kerja	7	7	8	6
2.	Pembersihan Lapangan	4	4	5	4
3.	Pengukuran + pasang bouwolank	10	13	15	13
2 Pekerjaan Tanah					
1.	Bor straus	12	15	15	12
2.	Galian pondasi	5	5	7	4
3.	Urugan sirtu bawah pondasi	15	19	21	19
4.	Urugan tanah pondasi	12	18	20	17
5.	Urugan sirtu bawah lantai	21	24	25	24

Sumber: Data diolah, 2017

4. Menghitung Standar Deviasi Dan Variasi

Setelah menghitung rata-rata durasi aktivitas, dilanjutkan dengan perhitungan standar deviasi dan variasi. Formula yang digunakan dalam perhitungan standar deviasi dan variasi adalah sebagai berikut :
 Standart deviasi (*se*) = $(tp - to)/6$

$$\text{Variance (ve)} = (se)_2$$

Perhitungan Standart deviasi dan variance adalah sebagai berikut :

a. Pengukuran + pasang bouwolank

to = 15 hari

m = 19 hari

tp = 21 hari

maka:

$$\begin{aligned} \text{Standart deviasi (se)} &= (tp - to) / 6 \\ &= (21 - 15) / 6 \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variance (ve)} &= (se)_2 \\ &= (0,83)_2 \\ &= 0,68 \end{aligned}$$

Tabel 4.6
Perhitungan se dan ve

No	Uraian Pekerjaan	se	ve
1 Pekerjaan Persiapan			
1.	Mobilisasi Alat dan tenaga Kerja	0,16	0,027
2.	Pembersihan Lapangan	0,16	0,027
3.	Pengukuran + pasang bouwolank	0,83	0,69
2 Pekerjaan Tanah			
1.	Bor straus	0,5	0,25
2.	Galian pondasi	0,3	0,11
3.	Urugan sirtu bawah pondasi	1	1
4.	Urugan tanah pondasi	1,33	1,77
5.	Urugan sirtu bawah lantai	0,6	0,44

Sumber: Data diolah, 2017

5. Perhitungan diagram kerja metode PERT dan CPM

Hubungan antar komponen kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan diperlukan untuk membuat jaringan kerja metode PERT.

Hubungan ketergantungan dalam metode PERT, yaitu *Start to Start*, *Finish to Start*, *Finish to Finish*, *Start to Finish* dan dalam suatu kegiatan mempunyai kegiatan pendahulu (*predecessor*) dan kegiatan pengikut (*successor*).

Penentuan kegiatan *konstrain* dilakukan setelah mengetahui durasi tiap-tiap kegiatan, karena dalam memilih jenis kostrain, durasi kegiatan merupakan faktor yang harus dipertimbangkan. Selanjutnya setelah jaringan kerja tersusun dalam suatu diagram, perhitungan dalam PERT *network diagram* dapat dilakukan.

6. Perhitungan Biaya dan Waktu Optimal

Untuk perhitungan biaya proyek dengan menggunakan waktu yang sudah ditentukan menggunakan persamaan di atas (nilai te) sebagai nilai waktu durasi akhir.

Tabel 4.7
Perbandingan Durasi Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Spesifikasi	Volume	Satuan	Durasi	Durasi akhir
1 Pekerjaan Persiapan						
1.	Mobilisasi Alat dan tenaga Kerja		1,00	Is	8	6
2.	Pembersihan Lapangan		136,00	m ²	5	4
3.	Pengukuran + pasang bouwolank		5,00	m ¹	15	13
2 Pekerjaan Tanah						
1.	Bor straus	Ø30	1,84	m ³	15	12
2.	Galian pondasi		26,40	m ³	15	4
3.	Urugan sirtu bawah pondasi	tti 10cm	4,40	m ³	7	8
4.	Urugan tanah pondasi		4,40	m ³	21	17
5.	Urugan sirtu bawah lantai	tti 10cm	5,38	m ³	20	14

Sumber: Data diolah, 2017

7. Percepatan Biaya

Percepatan biaya bertujuan untuk mempersingkat waktu pekerjaan proyek sehingga dapat mengurangi waktu pekerjaan yang terlalu lama yang dapat menimbulkan biaya yang besar. Perhitungan biaya percepatan menggunakan produktivitas pekerjaan dikalikan dengan harga satuan kegiatan. Sehingga menghasilkan perbandingan biaya awal proyek dengan biaya percepatan.

8. Perbandingan Biaya

Dari perbandingan biaya yang dijelaskan pada No. 1 dan No. 2 mengalami penurunan harga. Pada No. 1 biaya awalnya Rp. 760,890.00 setelah dilakukan proses percepatan menjadi Rp. 540,953.81. Sedangkan untuk No. 2 biaya awal sebesar Rp. 1,989,480.01 setelah dilakukan proses percepatan menjadi Rp. 966,788.79.

Tabel 4.9
Perbandingan Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Biaya awal	Biaya Percepatan
1	Pekerjaan Persiapan					
	1. Mobilisasi Alat dan tenaga Kerja	1.00	ls	250,000.00	250,000.00	500,000.00
	2. Pembersihan Lapangan	136.00	m ²	3,375.00	459,000.00	6,750.00
	3. Pengukuran + pasang bouwolank	5.00	m ¹	10,378.00	51,890.00	34,203.81
SUB TOTAL					760,890.00	540,953.81
2	Pekerjaan Tanah					
	1. Bor straus	1.84	m ³	150,000.00	275,785.71	566,655.00
	2. Galian pondasi	26.40	m ³	15,937.00	420,736.80	51,862.19
	3. Urugan sirtu bawah pondasi	4.40	m ³	95,875.00	421,850.00	144,215.18
	4. Urugan tanah pondasi	4.40	m ³	80,750.00	355,300.00	87,395.73
	5. Urugan sirtu bawah lantai	5.38	m ³	95,875.00	515,807.50	116,660.70
SUB TOTAL					1,989,480.01	966,788.79

Sumber: Data diolah, 2017

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Dari hasil analisis tentang optimisasi kegiatan pada proyek perumahan Green Hill Menggunakan Metode PERT dan CPM. Dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis pada perbandingan durasi proyek awal dengan durasi proyek yang sudah di hitung produktivitasnya terjadi pemendekan waktu pekerjaan.
2. Dari hasil analisis, Kegiatan kritis dalam proyek tersebut adalah:
 - a. Pembersihan lokasi proyek
 - b. Pekerjaan galian tanah pondasi
 - c. Pasangan batu kosong
 - d. Pasir urug bawah pondasi
3. Berdasarkan Pekerjaan Normal Proyek Perumahan Green Hill dapat diketahui dengan melihat jadwal pelaksanaan proyek pada

SPK dengan durasi waktu pelaksanaan 180 hari (6 bulan) dengan jumlah biaya Rp. 73.599253,59

4. Berdasarkan pekerjaan percepatan akibat proses Crashing yakni dengan sistem kerja lembur maka durasi kegiatannya menjadi 164 hari dengan biaya proyek sebesar Rp. 55,089,267.07

Rekomendasi

Dari hasil analisis yang diperoleh dari penyusunan skripsi ini, diberikan saran- saran sebagai berikut :

1. Dalam pelaksanaan suatu proyek perusahaan memerlukan perencanaan jadwal kegiatan secara cermat untuk menghindari terjadinya keterlambatan proyek. penyusunan jadwal proyek juga harus menyesuaikan anggaran dan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi.
2. Dalam menentukan pemilihan alternatif percepatan kegiatan perusahaan diharapkan menggunakan metode pelaksanaan yang lebih terbaru dan mendetail supaya lebih mudah mengetahui kegiatan apa saja yang perlu dipercepat.
3. Dengan menggunakan metode PERT dan CPM perusahaan bisa menghitung percepatan kegiatan dengan tepat sehingga dapat mengurangi biaya operasional kegiatan yang berlebih.
4. Optimalisasi biaya produksi menggunakan PERT dan CPM dapat di aplikasikan untuk setiap proyek atau kegiatan produksi di instansi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariefasa, Ryan. 2011. "Faktor Penyebab Keterlambatan Pekerjaan Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat Yang Berpengaruh Terhadap Perubahan Anggaran Biaya Pada Pekerjaan Srtuktur". Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Dannayanti, Eka. 2010. "Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM". Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Dennis Lock, E. Jasifi, 1992. "Manajemen Proyek". Edisi 3, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. "*Operations Management: Manajemen Operasi*". Jakarta : Salemba Empat.
- Jariah, Yulianah. 2014. "Pembuatan Penjadwalan Suatu Proyek Dengan Metode CPM berbasis MS. Project". Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia. Depok.
- Kusnanto. 2010. "Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode Pert (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung R.Kuliah Dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS Tahap I)". Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Manggala, Indra. Amar Sumarsa. Ani A. 2015. "Optimalisasi Biaya Produksi Penambangan Menggunakan PERT Dan CPM". *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Vol.1, No. 6.
- Martami Budi dan Gunawan Robby. (2002). "Penentuan Produktivitas TenagaKerja Pada Proyek Gudang Struktur Baja Berdasarkan Durasi PERT". Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra : Surabaya.
- Rahmadhani, Feriana. 2009. "Analisis Waktu Dan Pembiayaan Perencanaan Pembangunan *Jacket Stucture* (Studi Kasus di PT.Pal Surabaya Project Kodeco-32)". Tugas Akhir tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Romadlon, A.Q & Firmansyah, E.H.. 2011. " Pengaruh Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Pada Biaya Pelaksanaan Pembangunan Proyek Gedung SDN Wiyung Surabaya". Akibat Penambahan Jam Kerja. D-III Civil Engineering tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sahid, D.S. 2012. "Implementasi Critical Path Method dan PERT Analysis pada Proyek *Global Technology for Local Community*". *Jurnal Teknologi Informasi dan Telematika*. Vol.5, No. 14-22.
- Santoso, L, Tirta D. A, 2002. "Analisa Awal Penentuan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Metode PERT". *Dimensi Teknik Sipil Universitas Kristen PETRA*, Surabaya.

- Siswanto. 2007. "*Operations Research* Jilid II". Jakarta : Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1999. "Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional". Erlangga. Jakarta.
- Ulfah, Nila. Sutikno. 2015. "Penentuan Biaya Berdasarkan Optimalisasi Jadwal Proyek" (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Ruko Tiga Lantai Di Kedurus Surabaya). *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 1, No 4, 2015.