

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang dapat digunakan sebagai acuan teori atau bahan referensi dalam penelitian ini.

**Tabel 2. 1** Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Ayu Wulandari  (2021)	Peninjauan Optimalisasi Time Schedule Menggunakan Metode CPM dan PERT Pada Proyek Pembangunan Jalan Transmigrasi Teget Kabupaten Bener Meriah  Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik (Vol. 1 Nomor 4 Hal 1-15)  (CPM dan PERT)	Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil pada perhitungan diagram network terdapat perbedaan pada waktu penyelesaian dengan perbandingan kedua metode yaitu CPM dan PERT, lalu didapatkan hasil estimasi waktu optimal bahwa penjadwalan akan menggunakan metode CPM yaitu selama 117 hari karena lebih stabil dan terperinci dibandingkan menggunakan metode PERT, dan juga perbedaan jumlah hari yang tidak terlalu jauh. Selain itu, untuk mengetahui berapa kenaikan biaya percepatan pada titik kritis adalah dengan rumus yang sudah dijelaskan. Jadi total kenaikan biaya optimal pada jalur kritis CPM jika dihitung menjadi Rp.1.393,494,708.  <a href="http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/697/pdf">http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/697/pdf</a>
2.	Aiful Firmansyah, Enny Aryanny  (2020)	Penjadwalan Proyek Pembuatan Lambung Kapal Cepat Rudal dengan <i>Critical Path Method</i> di Divisi Kapal Perang PT. XYZ  Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi (Vol. 1 No. 1, Hal 1-11) ( <i>Critical Path Method</i> )	Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis, dapat disimpulkan bahwa proses produksi lambung kapal yang dilakukan perusahaan membutuhkan waktu selama 101 hari dengan total biaya sebesar Rp 35.644.943.00,-. Dan waktu yang dibutuhkan setelah dilakukan <i>Crash Program</i> ialah menjadi 80 hari dengan pengurangan waktu selama 21 hari dengan total biaya sebesar Rp 35.229.389.000,- sehingga terjadi pengurangan biaya sebesar Rp 415.554.000,- atau penurunan biaya sebesar 1,16% dibandingkan biaya awal.  <a href="http://juminten.upnjatim.ac.id/index.php/juminten/article/view/1/1">http://juminten.upnjatim.ac.id/index.php/juminten/article/view/1/1</a>

3.	Adelia Muharani, Imam Pujo Mulyatno, Sarjito Jokosisworo  (2020)	Optimasi Percepatan Proyek Pembangunan Kapal Kelas I Kenavigasian dengan Metode Pendekatan Analisa Time Cost Trade Off  Jurnal Teknik Perkapalan, (Vol. 8, No. 3)  <i>(Time Cost Trade Off)</i>	Berdasarkan hasil penelitian dapat didapatkan hasil bahwa proyek pembangunan kapal kelas I kenavigasian bagian Hull & Outfitting terdapat 14 aktifitas yang berada pada lintasan kritis. Dan alternatif percepatan yang dilakukan untuk mengatasi keterlambatan yaitu penambahan jam kerja lembur dan penambahan jumlah tenaga kerja. Selain itu, crashing program yang hanya dilakukan pada kegiatan kegiatan yang berada pada lintasan kritis dengan hasil crashing program adalah crash duration, crash cost dan cost slope. Analisa time cost trade off dengan mengadakan penekanan pada kegiatan kritis yang memiliki nilai cost slope terendah. Maka diperoleh hasil percepatan yang dilakukan kegiatan yang memiliki cost slope terendah yaitu kegiatan di after hull dan fore hull dengan waktu optimum percepatan 25 hari dan biaya optimum Rp 724.654.211,10. <a href="https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/27228">https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/27228</a>
4.	Ardabil Maulana, Fredy Kurniawan  (2019)	Time Optimization Using CPM, PERT and PDM Methods In The Social and Department Of Kelautan Building Development Project Gresik District  International Journal Of Transportation And Infrastructure (Vol. 2 No. 2)  <i>(CPM, PERT, dan PDM)</i>	Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan dalam menentukan waktu optimal untuk proyek konstruksi di Indonesia pada kasus ini yaitu Critical Path Method (CPM), Teknik Evaluasi dan Review Program (PERT), Metode Precedence Diagram (PDM) dan TCTO (Time Cost Trade Off). Adapun hasil durasi proyek menggunakan metode CPM adalah 57 minggu, sedangkan durasi penyelesaian proyek menggunakan metode PERT adalah 78 + 7,5 minggu dengan kemungkinan pencapaian proyek target waktu penyelesaian 99,87% dan durasi penyelesaian proyek menggunakan PDM metode adalah 30 minggu, maka metode yang paling cocok untuk Proyek Pembangunan Dinas Sosial dan Dinas Kelautan Gresik adalah metode PDM karena metode PDM menghasilkan periode waktu penyelesaian proyek lebih singkat dibandingkan dengan Metode CPM dan PERT yaitu 30 minggu. <a href="https://jurnal.narotama.ac.id/index.php/ijti/article/view/784">https://jurnal.narotama.ac.id/index.php/ijti/article/view/784</a>
5.	Mariyatul Chiftiyah, M. Ikhsan Setiawan, Sapto Budi Wasono  (2021)	Cost and Time Efficiency of Project Implementation with Time Cost Trade Off Method on Probolinggo-Banyuwangi Toll Road Projects STA 20+200 to STA 29-600  World Journal Of Civil Engineering (Vol. 2 No. 1)  <i>(Time Cost Trade Off)</i>	Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan total biaya proyek normal adalah Rp 1.195.400.000.000,00 dengan durasi proyek 730 hari. Dari hasil analisis penelitian ini kondisi setelah crash dengan alternatif 1 (penambahan 1 jam kerja lembur) diperoleh Rp 1.213.714.612.000,00, untuk alternatif 2 (penambahan 2 jam lembur) diperoleh Rp 1.214.909.856.000,00, untuk alternatif 3 (penambahan 3 jam lembur) diperoleh Rp 1.213.165.099.000,00, sedangkan untuk alternatif 4 (tambahan shift kerja) diperoleh Rp 1.204.771.411.000. Selain itu, dengan menerapkan metode crashing dengan penambahan shift kerja (shift pagi dan shift malam) merupakan metode yang lebih efektif dan ekonomis, karena dengan alternatif penambahan shift kerja maka durasi pengerjaan lebih cepat dari durasi project dengan penambahan 1 jam, 2 jam dan 3 jam lembur dan total biaya proyek lebih rendah dari total biaya proyek setelah percepatan dengan alternatif penambahan 1 jam, 2 jam dan 3 jam lembur. <a href="http://world.journal.or.id/index.php/wjce/article/view/36/56">http://world.journal.or.id/index.php/wjce/article/view/36/56</a>

(Sumber: Pengumpulan Data, 2022)

## 2.2 Manajemen Proyek

Manajemen merupakan ilmu tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, serta pengendalian terhadap berbagai sumber daya terbatas dalam usaha untuk mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Husen (2009:2). Selain itu, menurut Ervianto (2005:21), manajemen proyek merupakan semua hal yang berkaitan tentang perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek guna menjamin pelaksanaan proyek selesai secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

Sedangkan, menurut Render dan Heizer dalam Ariyoto (2001: 504-505) menyatakan bahwa manajemen proyek besar mencakup tiga fase, yaitu:

1. Perencanaan, meliputi penetapan tujuan, pendefinisian proyek dan organisasi tim.
2. Penjadwalan, fase ini menghubungkan antara orang, uang dan supplier ke aktifitas khusus dan menghubungkan aktifitas dengan yang lainnya.
3. Pengendalian, pada fase ini perusahaan harus mengawasi sumber daya, biaya, kualitas dan anggaran, selain itu juga merevisi atau mengubah rencana dan mengganti sumberdaya untuk menepati waktu dan permintaan biaya.

Dari beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa manajemen proyek merupakan ilmu yang berfokus pada perencanaan, pengelolaan, dan pengorganisasian untuk dapat mencapai tujuan tertentu pada proyek.

## 2.3 Proyek

Definisi proyek ialah kumpulan aktivitas yang memiliki keterkaitan hubungan dimana terdapat titik awal dan titik akhir serta hasil tertentu, biasanya suatu proyek membutuhkan berbagai macam keahlian (skills) dari berbagai profesi organisasi. Menurut Meredith, et al (2000), berpendapat bahwa terdapat tiga tujuan khusus dari suatu proyek yaitu kinerja, biaya dan waktu. Suatu proyek dapat dikatakan berhasil apabila dapat memenuhi waktu yang telah disepakati. Selain itu, juga sesuai dengan rencana anggaran dan ruang lingkup yang telah ditetapkan pada kontrak. Kinerja pada proyek sangat dipengaruhi oleh 2 dimensi, yaitu biaya dan waktu. Ketiga hal tersebut yang kemudian menjadi batasan dari lingkup proyek

yang disebut sebagai *triple constraint* yang menjadi parameter penting pada setiap pelaksanaan proyek. Ketiga hal tersebut dapat di perjelas sebagai berikut:

#### 1. Anggaran

Suatu proyek pasti memiliki rencana anggaran yang telah ditetapkan pada saat perencanaan proyek. Kemudian, anggaran tersebut menjadi pembatas dari sumber daya modal pada proyek. Untuk proyek-proyek berskala besar, anggaran dapat dibagi kedalam per-periode tertentu. Hal ini bertujuan guna memudahkan *monitoring* proyek agar dapat memenuhi sasaran anggaran per-periode.

#### 2. Jadwal

Jadwal merupakan batasan waktu dari suatu proyek. Aktivitas-aktivitas pada proyek akan terikat pada jadwal yang telah ditentukan. Artinya proyek harus dapat diselesaikan pada tahap yang telah ditetapkan sebagai durasi proyek.

#### 3. Kinerja

Kinerja merupakan batasan performansi dari proyek. Proyek akan memiliki sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan seluruh aktivitas di dalamnya. Keterbatasan sumber daya merupakan suatu hal penting yang harus diperhatikan agar proyek dapat terselesaikan pada waktu yang telah ditentukan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.

### 2.4 Network Planning

*Network Planning* merupakan suatu rangkaian kegiatan penyelesaian pekerjaan yang harus direncanakan dengan persiapan yang matang, dan sebaiknya semua kegiatan atau aktivitas dalam perusahaan dapat diselesaikan dengan efektif dan efisien. Selain itu, *Network planning* termasuk sistem informasi pada penyelenggaraan suatu proyek, tetapi tidak semua informasi bisa diberikan pada *network planning* untuk di proses dan tidak semua informasi dapat dilaporkan pada setiap *network planning*. Informasi yang ada kaitannya dengan *network planning* hanya menyangkut kegiatan yang ada dalam diagram *network* saja. (Eddy Herjanto, 2003: 338).

Dengan adanya *Network Planning*, diharapkan manajemen dapat menyusun perencanaan penyelesaian proyek dengan waktu dan biaya yang paling efisien. Karena, pada prinsipnya *Network Planning* tersebut

digunakan untuk merencanakan penyelesaian berbagai macam pekerjaan/proyek.

Adapun beberapa manfaat dari network planning diantaranya :

1. Perencanaan suatu proyek yang kompleks
2. Pekerjaan menjadi lebih terjadwal sesuai urutan agar lebih efisien
3. Dapat menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek tertentu

## 2.5 Critical Path Method (CPM)

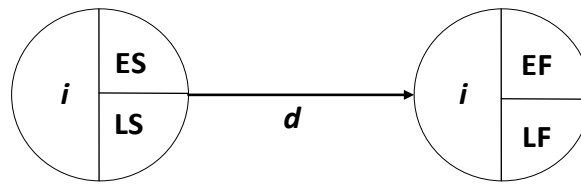
*Critical Path Method* atau juga disebut *critical path analysis* adalah teknik analisis jaringan kerja proyek yang digunakan untuk memprediksi durasi total proyek. Lintasan kritis untuk suatu proyek adalah rangkaian aktivitas yang menentukan waktu tercepat dalam menyelesaikan suatu proyek. (Schwalbe, 2004)

Adapun definisi lain dari *Critical Path Method* yang dikenal dengan CPM adalah perhitungan matematika yang berbasiskan algoritma untuk menjadwalkan satu set aktivitas proyek. Ini merupakan alat yang penting bagi manajemen proyek yang efektif. Teknik yang penting dalam menggunakan CPM adalah untuk suatu model proyek yang meliputi sebagai berikut :

1. Daftar semua aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.
2. Durasi waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu proyek.
3. Ketergantungan antar aktivitas.

Menurut (Arianie, 2017), Penentuan jaringan kritis berguna untuk menentukan dimana letak aktivitas proyek yang harus dipercepat. (Taurusyanti, 2015). Perhitungan jaringan kritis mencakup dua tahap. Tahap pertama disebut perhitungan maju (forward pass), di mana perhitungan dimulai dari node “awal” dan bergerak ke node “akhir”. Tahap kedua yang disebut perhitungan mundur (backward pass), memulai perhitungan dari node “akhir” dan bergerak ke node “awal”. (Aulady, 2016)

Adapun beberapa istilah yang digunakan sebagai berikut :



**Gambar 2. 1 Jalur Kritis**

(Sumber: Pengumpulan Data, 2022)

Keterangan:

$i$  : Nomor kegiatan

$d$  : Durasi kegiatan

ES : *Earliest Start Time* yaitu waktu mulai paling awal suatu kegiatan

EF : *Earliest Finish Time* yaitu waktu selesai paling awal suatu kegiatan

LS : *Latest Allowable Start Time* yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai

LF : *Latest Allowable Finish Time* yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh selesai.

Waktu tenggang kegiatan (activity float time atau slack) dapat diukur sebagai perbedaan antara LF dan EF atau antara LS dan ES. Dan lintasan kritis merupakan lintasan dengan jumlah waktu paling lama dibandingkan dengan semua lintasan. (Dipoprasetyo, 2016)

## 2.6 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Menurut (Febrianto, 2011) PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek.

Sehingga metode PERT dapat di definisikan sebagai teknik perencanaan proyek dengan jaringan- jaringan pekerjaan yang dihubungkan dengan pertimbangan tertentu. Metode ini seperti halnya CPM (Critical Path Method) yang memerlukan beberapa parameter, salah satunya durasi aktivitas. Penentuan durasi aktivitas pada CPM berpanduan kepada durasi pasti, artinya cukup melakukan estimasi satu durasi aktivitas. Aktivitas konstruksi yang dapat dipengaruhi oleh bermacam - macam kondisi yang bervariasi atau karakteristik proyek yang berbeda - beda menyebabkan

durasi aktivitas menjadi hal yang tidak pasti. Metode PERT memberikan asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang probabilistik dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi.

Berikut ini merupakan langkah- langkah dalam perhitungan PERT:

1. Menghitung Perkiraan Waktu Aktivitas ( $t_e$ )

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$t_e$  = Perkiraan waktu aktivitas

$b$  = Waktu pesimis

$m$  = Waktu normal

$a$  = Waktu optimis

2. Menghitung Deviasi Standar Aktivitas ( $S$ )

$$S = \frac{(b-a)}{6} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$S$  = Deviasi standar aktivitas

$a$  = Waktu optimis

$b$  = Waktu pesimis

3. Menghitung Varians Aktivitas ( $V$ )

$$V = S^2 = \left[ \frac{(b-a)}{6} \right]^2 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

$V$  = Varians tiap aktivitas

$b$  = Waktu pesimis

$a$  = Waktu optimis

4. Menghitung Standar Deviasi Proyek ( $S_d$ )

$$S_d = \sqrt{\sum V(t_e)} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

$V(te)$  = Jumlah varians aktivitas

#### 5. Menghitung Probabilitas (z)

$$Z = \frac{T_x - t_e}{S_d} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

Z = Angka probabilitas proyek selesai

$T_x$  = Jumlah waktu target proyek selesai

$t_e$  = Perkiraan waktu aktivitas

$S_d$  = Standar deviasi aktivitas

## 2.7 Slack

*Slack* merupakan sejumlah waktu luang (waktu kelonggaran) yang dimiliki oleh sebuah aktivitas, tanpa menunda ataupun dapat diundur pelaksanaannya tanpa mengganggu selesainya proyek secara keseluruhan. Atau dengan kata lain dapat diartikan bahwa *slack* merupakan selisih dari jadwal LS dan ES. Kegiatan dengan nilai *slack* bernilai sama dengan nol dapat diartikan bahwa kegiatan tersebut adalah kegiatan kritis. Sedangkan, rangkaian kegiatan kritis dari awal hingga akhir proyek disebut jalur kritis.

Rumus :

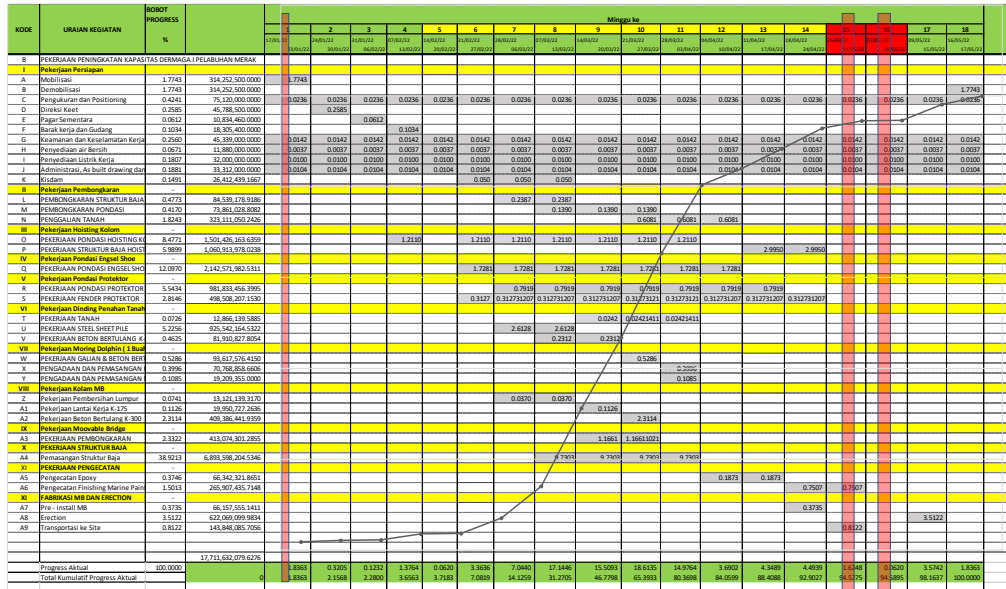
$$Slack = LS - ES$$

## 2.8 Kurva S

Kurva-S merupakan suatu pengembangan dan penggabungan dari diagram balok dan *Hannum curve*. Selain itu, kurva-S juga menggambarkan secara kumulatif kemajuan pelaksanaan proyek, kriteria ataupun ukuran kemajuan proyek yang dapat berupa bobot prestasi pelaksanaan atau produksi nilai uang yang dibelanjakan, jumlah kuantitas atau *extend* pekerjaan, penggunaan sumber daya, jam, tenaga kerja dan masih banyak lagi. Kurva dibuat dengan sumbu-x menunjukkan parameter waktu sedangkan sumbu-y sebagai nilai kumulatif persentase (%) bobot pekerjaan.



Kurva S sendiri adalah sebuah jadwal pelaksanaan pekerjaan yang disajikan dalam bentuk grafis yang dapat memberikan bermacam ukuran kemajuan pekerjaan pada sumbu tegak dikaitkan dengan satuan waktu pada sumbu mendatar.



Gambar 2. 2 Kurva S

(Sumber: Pengumpulan Data, 2022)

## 2.9 Crashing

Crashing adalah proses mereduksi waktu penyelesaian proyek dengan disengaja, sistematis dan analitik melalui pengujian dari semua kegiatan dalam proyek namun difokuskan pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Maka lintasan kritis pada *network planning* harus sudah diketahui sebelum melakukan crashing, karena lintasan kritis menjadi penentu dalam mempercepat durasi.

Menurut Dimiyati & Nurjaman (2014), terminologi proses crashing adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Crashing adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Langkah-langkah perhitungan crashing:

### 1. Produktivitas Harian

Tika Syahdillah Daratu, 2022

**OPTIMALISASI PENINGKATAN KAPASITAS DERMAGA PELABUHAN MERAK DENGAN METODE CPM, PERT, DAN TIME COST TRADE OFF OLEH PT. XYZ**

UPN Veteran Jakarta, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri

[www.upnvj.ac.id – www.library.upnvj.ac.id - www.repository.upnvj.ac.id]

$$\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$$

2. Produktivitas Jam

$$\frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja Normal}}$$

3. Produktivitas Setelah Crashing

$$\text{Produktivitas Harian} + (a \times b \times \text{Produktivitas Tiap Jam})$$

4. *Crash Duration*

$$\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Setelah Crashing}}$$

## 2.10 *Time Cost Trade Off*

Time cost trade off merupakan kompresi jadwal untuk membuat proyek lebih menguntungkan dalam hal waktu (durasi), biaya dan pendapatan. Tujuannya adalah untuk memadatkan proyek ke durasi yang dapat diterima dan meminimalkan biaya keseluruhan proyek. Durasi proyek dipersingkat dengan memilih aktivitas tertentu. Dalam proses mempercepat penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan waktu aktivitas, diusahakan agar penambahan biaya yang ditimbulkan seminimal mungkin. Tujuan dari analisis time cost trade off adalah untuk mengurangi durasi proyek asli, ditentukan dari analisis jalur kritis, untuk memenuhi tenggat waktu tertentu, dengan biaya terendah. Selain itu mungkin perlu menyelesaikan proyek dalam waktu tertentu untuk :

1. Menyelesaikan proyek dalam batas waktu yang telah direncanakan.
2. Mengatasi penundaan awal.
3. Menghindari kondisi cuaca buruk yang dapat memengaruhi produktivitas.