

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi bahan referensi dalam pengerjaan Penelitian/Riset, sehingga penulis dapat memperbanyak teori yang bisa digunakan untuk penelitian ini berikut daftar penelitian terdahulu :

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Nama Penulis & tahun penulisan	Judul Penelitian	Metode penelitian	Hasil Penelitian
1	Dewi Taurusyanti dan Muh. Firki Lesmana (2015)	OPTIMALI SASI PENJADW ALAN PROYEK JEMBATA N GIRDER GUNA MENCAPA I EFEKTIFIT AS PENYELES AIAN DENGAN METODE PERT DAN CPM PADA PT BUANA MASA METALIN DO	METODE PERT DAN CPM	Durasi dan biaya proyek optimal untuk menyelesaikan Proyek Jembatan Girder adalah dengan efektivitas waktu yang tercapai selama 35 hari dan biaya sebesar Rp48,650,000.00 dengan menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja.
2	Widya Nurul Shofa, Irwan Soejanto,	PENJADW ALAN	Monte carlo dan PERT	Pembangunan proyek memiliki jadwal

	Trismi Ristyowati (2017)	PROYEK DENGAN PENERAPAN SIMULASI MONTE CARLO PADA METODE PROGRAM EVALUATION REVIEW AND TECHNIQUE (PERT)		penyelesaian selama 152 hari namun terjadi keterlambatan, hal tersebut diakibatkan terlambatnya pasokan bahan baku pada tahapan konstruksi beton yang mengakibatkan mundurnya penyelesaian proyek selama 12 hari. akibat keterlambatan tersebut terdapat biaya penalty yang harus dibayarkan sebesar Rp 20.045.365.
3	Suherman, Amarina Ilma (2016)	Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM dan Pert Serta Crash Project	PDM dan Pert	Jalur kritis pada proyek Gedung Main Power House (MPH) adalah kegiatan A-C-E-F-G-H-I-JK-L atau kegiatan pekerjaan tangga, pekerjaan elektrikal arus kuat, pekerjaan dak atap, pekerjaan pelapis lantai dinding, pekerjaan rumah pompa, pekerjaan selasar, pekerjaan kusen, pintu, jendela, pekerjaan drainase dan pekerjaan sanitair. Probabilitas penyelesaian proyek selama 110 hari (dengan pendekatan PDM) adalah 52%.
4	Reno Desi Irawati (2017)	Analisis Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT (Studi Kasus Proyek	Metode PERT	Penghitungan crashing project tanpa tambahan hari kerja dibagi dengan durasi hari kerja normal lalu kemudian hasilnya ditambahkan dan mendapat hasil biaya dengan penambahan 1 hari kerja. Diperoleh

		Pembangunan Rumah Tipe 165 The Nusa Penida House Kota Blitar)		hasil total akhir biaya pekerjaan proyek sebesar Rp. 393.432.570,8.
5.	Christian, Cefiro (2015)	STUDI KASUS PENERAPAN METODE PERT PADA PROYEK GUDANG X	Metode PERT	Dari penerapan metode PERT didapatkan perhitungan durasi pekerjaan gudang 32 minggu.
6.	Irwan Raharja (2015)	ANALISA PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PERT DI PT. HASANA DAMAI PUTRA YOGYAKARTA PADA PROYEK PERUMAHAN TIRTA SANI	Metode PERT	Dengan penerapan metode PERT dan CPM maka dapat diketahui: Besarnya waktu yang dibutuhkan Besarnya tingkat keyakinan yang diinginkan dalam menentukan waktu setiap kegiatan. Pengawasan terdapat aktivitas khususnya yang berada dalam jalur kritis dapat lebih dikonsentrasikan Dari segi waktu penyelesaian untuk awal adalah 201 hari dan untuk usulan (dipercepat) adalah selama 168 hari, sehingga terjadi efisiensi waktu selama 33hari.
7.	AnggaraHayuna (2017)	PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN	Metode PERT&CPM	Waktu optimal yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek fly over Ahmad Yani – Karang adalah selama

		<p>PROYEK DENGAN METODE PERT – CPM: STUDI KASUS FLY OVER AHMAD YANI, KARAWANG</p>		<p>184 hari dan untuk menyelesaikan proyek fly over tersebut selama 184 hari memerlukan biaya sebesar Rp. 700.375.000. Waktu dan biaya optimal untuk pembangunan proyek fly over Ahmad Yani –Karang diperoleh setelah dilakukan percepatan waktu dengan menggunakan jaringan kerja. Setelah dilakukan percepatan waktu dengan menggunakan jaringan kerja menyebabkan umur proyek berkurang menjadi lebih efisien , karena waktu yang diperlukan untuk pembangunan proyek tersebut berkurang selama 43 hari</p>
8.	<p>Nur Annisa Roziya, Ika Purnamasari, Wasono. (2018)</p>	<p>Penjadwalan Proyek Dengan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) (Studi Kasus: Proyek Perumahan Grand Sangatta CV Miftah Collection pada Tahun 2016)</p>	<p>Metode PERT</p>	<p>Bentuk jaringan kerja menyatakan bahwa kegiatan yang berada di jalur kritis adalah kegiatan pembuatan pondasi (B), beton (D), dinding (E), atap (H), plafon (I), dan pengecatan (L) yang dapat diselesaikan selama 34 hari dengan tingkat keberhasilan 50%. Penetapan waktu penyelesaian rumah type 36 akan sangat aman jika proyek diselesaikan 2 hari lebih lama dari waktu penyelesaian jalur kritis.</p>
9.	<p>Abdurrasyid ,</p>	<p>Implementa</p>	<p>Metode PERT</p>	<p>Metode PERT dan CPM</p>

	Luqman, Abdul Haris, Indrianto (2019)	si Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal		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 yang ditimbulkan akibat keterlambatan pengerjaan proyek.
10.	Fadilla Dwi Oetari (2016)	EVALUASI WAKTU PEKERJAA N DENGAN MENGGU NAKAN METODE PERT PADA PROYEK PEMBANG UNAN	Mrtodr PERT	Dengan menggunakan metode PERT, proyek pembangunan Gedung Asrama LPTQ di Desa Peunaga Paya Kecamatan Meureubo Kabupaten Aceh Barat, paling cepat dapat diselesaikan selama 85 hari dengan kemungkinan 0,20 %, paling lambat dapat diselesaikan selama 104 hari dengan

		ASRAMA LPTQ (Lembaga Pengembangan Tilawatil Qur'an)		kemungkinan 99,91 %, paling mungkin diselesaikan selama 94 hari dengan kemungkinan 50 %.
--	--	--	--	--

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Penjadwalan Proyek

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukkan faktor waktu. Metode menyusun jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan (network), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitannya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengendalian proyek (Soeharto,1997: 114)

Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan (Ervianto, 2002: 154). Penjadwalan adalah berfikir secara mendalam melalui berbagai persoalan-persoalan, menguji jalur-jalur yang logis, serta menyusun berbagai macam tugas yang menghasilkan suatu kegiatan lengkap, dan menuliskan bermacam-macam kegiatan dalam rangka yang logis dan rangkaian waktu yang tepat (Luthan dan Syafiriadi, 2006: 8)

2.2.2. Jenis Metode Penjadwalan

Menurut kusnanto (2010), penjadwalan proyek terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Penjadwalan Deterministik: tugas jaringan saling terhubung dengan dependensi yang menggambarkan pekerjaan yang akan dilakukan, masa kerja dan rencana penyelesaian proyek. Setiap tugas memiliki durasi yang direncanakan. Penjadwalan deterministic dibagi menjadi 2:
 - a. CPM (Critical Path Method): Arrow Diagram, Time Scale Diagram, dan Precedence Diagram Method (PDM)
 - b. Non-CPM : Bar/Gantt Chart, Line Diagram.
2. Penjadwalan Probabilistik: jaringan dengan semua elemen dari rencana deterministik, tetapi jangka waktu tugas adalah variabel-variabel acak. Contoh dari penjadwalan probabilistik adalah PERT dan Montecarlo.

2.2.3. Tujuan dan Manfaat Perencanaan penjadwalan

Menurut Kusnanto (2010) sebelum proyek dimulai sebaiknya seorang manager yang baik terlebih dahulu merencanakan jadwal proyek. Tujuan perencanaan jadwal adalah:

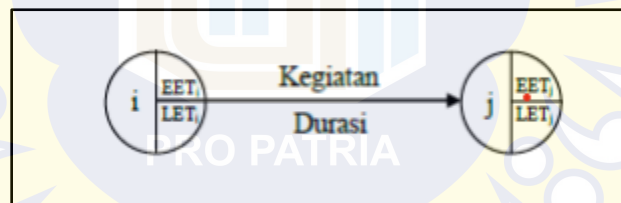
1. Mempermudah perumusan masalah proyek
2. Menentukan metode atau cara yang sesuai
3. Kelancaran kegiatan lebih terorganisir
4. Mendapatkan hasil yang optimum

Manfaat perencanaan tersebut bagi proyek adalah:

1. Mengetahui keterkaitan antar kegiatan
2. Mengetahui kegiatan yang perlu menjadi perhatian (kegiatan kritis)
3. Mengetahui dengan jelas kapan memulai kegiatan dan kapan harus menyelesaikannya.

2.2.4. Metode CPM (*Critical Path Method*)

Menurut Pardede (2014), Metode CPM (*critical path method*) adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah dalam menentukan lintasan kritis, sehingga disebut juga metode lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (*deterministic*). Berikut bentuk CPM :



Gambar 2.1 Diagram AOA (*Activity On Arrow*)
(sumber: Husen, 2008)

Dalam CPM (*critical path method*) dikenal istilah EET (*earliest event time*), peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari event dan LET (*latest event time*), peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari event, *Total Float*, *Free Float*, dan *Independent Float*. Hubungan antara EET dan LET ditunjukkan oleh Gambar 2.1

Menurut Husen (2008), metode CPM (critical path method) diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan Du-Pont dan Rand Corporation untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen. Metode ini dikembangkan untuk mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Metode ini relative lebih sulit, hubungan antar kegiatan jelas, dan dapat memperlihatkan kegiatan kritis. Dari informasi network planning, monitoring serta tindakan koreksi kemudian dapat dilakukan, yakni dengan memperbarui jadwal. Akan tetapi, metode ini perlu dikombinasikan dengan metode lainnya.

2.2.5. Metode PDM

Metode Preseden Diagram (PDM) diperkenalkan oleh J.W.Fondahl dari Universitas Stanford USA pada awal dekade 60-an. Selanjutnya dikembangkan oleh perusahaan IBM. PDM adalah jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan tidak memerlukan kegiatan dummy. Pada PDM sebuah kegiatan baru dapat dimulai tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%.

2.2.6. Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Metode PERT adalah cara perencanaan dengan jaringan-jaringan pekerjaan yang dihubungkan dengan pertimbangan tertentu. Metode ini seperti halnya CPM (*Critical Path Method*) memerlukan beberapa parameter, salah

satunya durasi aktivitas. Penentuan durasi aktivitas pada CPM mengacu pada durasi pasti (*fix duration*), artinya cukup melakukan estimasi satu durasi aktivitas. Karakteristik proyek menyebabkan durasi aktivitas menjadi hal yang tidak pasti karena durasi aktivitas dipengaruhi oleh bermacam-macam kondisi yang bervariasi. Metode PERT memberi asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang probabilistik (*stochastic*) dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi.

PERT mempunyai banyak kesamaan dengan CPM dan PDM. Seperti dalam CPM, PERT menggunakan teknik diagram *Activity On Arrow (AOA)*, yang berarti bahwa *arrow* digunakan untuk menggambarkan kegiatan sedangkan node menggambarkan *event*. PERT tidak seperti dalam CPM dan PDM, tetapi berorientasi pada *event (event-oriented technique)* yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kejadian (*event times*). Sedangkan CPM dan PDM berorientasi pada waktu kegiatan (*task-oriented*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kegiatan (*task times*)

Menurut Ervianto (2004), PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dikembangkan sejak tahun 1958 oleh *US Navy* dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System*. Teknik ini mampu mereduksi waktu selama dua tahun dalam pengembangan sistem senjata tersebut dan sejak itu mulai digunakan secara luas.

2.2.6.1. Langkah-langkah Metode PERT

Garis besar Metode PERT dan CPM menurut (Stevens, 1990). hampir sama dalam pengelolaan jaringannya. Perbedaannya terdapat pada

penentuan durasi aktivitas dan durasi jalur kritis. Garis besar Metode PERT adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan aktivitas beserta durasinya. PERT menggunakan tiga asumsi durasi aktivitas, yakni t_o (*optimistic time*), t_p (*pessimistic time*), dan t_m (*most likely time*).
- b. Korelasi waktu dengan *continous distribution*, serta menentukan *expected time* (t_e), standar deviasi (se), dan varian (ve).
- c. *Expected time* (t_e) ditentukan sebagai durasi aktivitas, kemudian dicari jalur kritis seperti halnya pada CPM.
- d. Tentukan durasi proyek dari lintasan kritis tersebut

Hal-hal diatas memberi pemahaman terhadap PERT bahwa durasi aktivitas merupakan hal yang probabilistik. Asumsi PERT yang harus dilakukan adalah:

- a. Masing-masing durasi aktivitas ditunjukkan sebagai *continous probability distribution* dengan durasi rata-rata, standar deviasi, dan varian yang dapat ditentukan.
- b. Distribusi dari durasi jalur kritis dapat ditentukan dari durasi rata-rata, dan varian jalur kritis.

Penentuan t_o , t_p , dan t_m merupakan langkah awal dari PERT, karena ketiga asumsi waktu ini menentukan t_e . Tiga durasi tersebut diasumsikan sebagai fungsi atau generalisasi dari distribusi beta dengan variable durasi aktivitas yang berarti durasi PERT merupakan statistical data

tidak keluar dari daerah distribusinya. Fungsi distribusi beta digunakan sebagai dasar untuk menentukan durasi (te), standar deviasi (se), dan varian (ve) PERT sebagai berikut:

$$te = \frac{(to+4m+tp)}{6} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$se = \frac{(tp-to)}{6} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$ve = \frac{(tp-to)^2}{6} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| <i>te: expected Time</i> | <i>tp: pessimist time</i> |
| <i>to: optimis Time</i> | <i>se: standart deviasi</i> |
| <i>m: Most Likely</i> | <i>ve: variasi</i> |

Perumusan tersebut menunjukkan bahwa durasi aktivitas diasumsikan sebagai *continous probability distribution* yaitu distribusi beta. Arti se dan ve adalah sebagai indikator tingkat variabilitas te yang kita peroleh. te adalah durasi proyek yang diinginkan merupakan jumlah dari te jalur kritis. ve merupakan jumlah ve jalur kritis, demikian juga halnya se yang keduanya adalah gambaran variabilitas dari te . Perhitungan dimungkinkan adanya dua atau lebih jalur kritis, sehingga sebagai te dipilih jalur kritis dengan ve paling besar.

2.2.6.2. Definisi Parameter PERT

Penentuan tiga durasi ini menimbulkan berbagai macam durasi waktu, sehingga estimasi durasi aktivitas masing-masing perencana berbeda-beda karena perbedaan dalam menentukan t_o , t_p , dan t_m . Pengertian t_o , t_p , dan t_m menurut Adrian (1973,p.270) adalah:

- a. Durasi aktivitas pada CPM dapat dinyatakan sebagai durasi yang paling memungkinkan (t_e) pada PERT. Durasi aktivitas sebenarnya akan menyimpang disekitar t_m .
- b. Durasi optimis (t_o) adalah durasi yang terjadi saat semua kondisi yang mempengaruhi pelaksanaan konstruksi berada pada keadaan optimal.
- c. Durasi pesimis (t_p) adalah durasi aktivitas yang dipengaruhi oleh keadaan yang menimbulkan masalah pada proyek.

Pengertian dari tiga durasi tersebut masih tidak cukup untuk membantu perencana untuk menentukan t_o , t_p , dan t_m . Adrian (1973,p.270) memberi penjelasan bahwa t_m memiliki pengaruh lebih besar pada t_o daripada t_p . Pengaruh ini diketahui dari selisih yang ada antara t_p dan t_o . Selisih cukup banyak antara t_p dan t_o dapat diasumsikan bahwa t_e yang diperoleh memiliki tingkat variabilitas yang tinggi daripada selisih t_p dan t_o lebih kecil. Tingkat variabilitas yang tinggi dari t_e menunjukkan tingkat ketidakpastian yang besar, sehingga sedikit keyakinan terhadap t_e tersebut. Tingkat variabilitas ini diukur oleh s_e dan v_e . Nilai s_e dan v_e ini berbanding

lurus dengan selisih antara t_p dan t_o , sehingga se dan ve akan besar jika selisih antara t_p dan t_o juga besar.

Dari penjelasan ini maka dapat disimpulkan bahwa untuk menentukan tiga durasi aktivitas harus memperhatikan tingkat variabilitas sekecil mungkin sehingga te yang diperoleh memiliki tingkat keyakinan yang cukup tinggi.

2.2.6.3. Teori Proabilitas

Asumsi tiga durasi aktivitas pada PERT menggunakan analisis statistik untuk menentukan perumusanya. Asumsi awal bahwa durasi PERT merupakan fungsi distribusi normal dalam hal ini fungsi distribusi Beta, sehingga probabilitasnya juga demikian yang merupakan salah satu *continous probability distribution*. Penelitian menggunakan data dari hasil penelitian lapangan. Data yang diperoleh tersebut terlebih dahulu dibentuk dalam statistical data misalnya berupa lengkung normal yang sesuai dengan teori PERT, bahwa semua durasi tidak terlepas dan pola *continous probability distribution* sehingga penentuan setiap durasi tidak sembarang.

Central limit theorem menyatakan bahwa jika ukuran sampel besar, distribusinya mendekati normal, meskipun distribusi populasi awalnya bukan normal. Hal ini berarti walupun distribusi populasi adalah *continous*, diskret, simetris, maupun skewed, *central limit theorem* menetapkan selama varian populasi terhingga, distribusi sampel mendekati normal, jika ukuran

sampel cukup besar. Asumsi PERT dianggap cukup konsisten dengan central limit theorem karena durasi aktivitas dianggap membentuk distribusi normal dengan anggapan bahwa durasi aktivitas adalah variable acak, dengan populasi terhingga pada eksperimen tertentu.

2.2.6.4. Statistik

Data penelitian berupa durasi aktivitas pelaksanaan masing-masing elemen struktur. Pengolahan dilakukan secara statistic deskriptif yang akan menghasilkan parameter-parameter sebagai berikut :

- a. Standar deviasi (se), untuk menentukan t_o dan t_p dengan probabilitas tertentu.
- b. Nilai rata-rata (mean) adalah durasi aktivitas rata-rata yang terjadi sebenarnya.
- c. *Skewness* merupakan indikator distribusi normal pada data. Nilai *skewness* terdiri dari dua, yaitu :
 1. *Statistic of Skewness* adalah nilai yang menunjukkan kesimetrisan distribusi normal. Nilai 0 menyatakan distribusi normal simetris. Nilai positif berarti grafik distribusi memiliki “ekor” panjang ke kanan, dan sebaliknya negatif memiliki “ekor” panjang ke kiri. Nilai *Skewness* lebih besar dari 1 menyatakan distribusi data memiliki perbedaan dengan distribusi normal ditinjau dari kesimetrisannya.

2. *Standar error of skewness* merupakan nilai uji kenormalan suatu distribusi data. Nilai antara -2 sampai 2 menyatakan bahwa data tersebut diasumsikan berdistribusi normal.

2.2.6.5. Pengolahan Metode PERT

Menurut Soeharto (1995), garis besar urutan menghitung kemungkinan mencapai target dalam metode PERT adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan kepada masing-masing komponen kegiatan angka estimasi t_o , t_p , dan t_m .
- b. Menghitung t_e untuk masing-masing komponen kegiatan.
- c. Identifikasi kegiatan kritis. Hitung kurun waktu penyelesaian proyek atau milestone, yaitu $TE = \text{jumlah } t_e \text{ kegiatan-kegiatan kritis}$.
- d. Tentukan varians untuk masing-masing kegiatan kritis pada jalur kritis terpanjang menuju titik peristiwa TE yang dimaksud. Dipakai rumus = dengan rumus $V(TE) = \text{Jumlah } V(t_e) \text{ kegiatan kritis}$.
- e. Sebagai langkah terakhir untuk menganalisis kemungkinan mencapai target $T(d)$ dipakai rumus:

$$Z = \frac{Td - TE}{S^2} \text{ dimana } S^2 = V(TE)$$

- f. Dengan menggunakan tabel cumulative normal distribution function akan dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$.