

ANALISA WAKTU KERJA AKTUAL PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE PERT PADA PROYEK X

Kevin¹⁾, Raphael C.²⁾ and Sentosa L.³⁾

ABSTRAK : Dalam proyek konstruksi selalu tidak lepas dari jadwal dan waktu . Penjadwalan adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proyek tersebut. Penjadwalan sendiri merupakan suatu perangkat untuk menentukan aktivitas yang harus diselesaikan dalam rentang waktu tertentu. Waktu kerja merupakan waktu yang ditentukan untuk melakukan suatu pekerjaan. Waktu kerja pada proyek sangat berkaitan erat dengan penjadwalan proyek karena dengan penjadwalan, waktu kerja rencana dapat tersusun dengan efektif sehingga membantu keberhasilan dalam pelaksanaan penyelesaian proyek dengan tepat waktu. Namun seringkali terjadi waktu kerja rencana yang telah disusun tidak sesuai dengan waktu kerja aktual di lapangan. Banyak hal di lapangan yang terjadi diluar perkiraan rencana. PERT (Project Evaluation and Review Technique) adalah salah satu metode yang dapat membantu penyusunan jadwal kerja.

Hasil dari metode PERT bisa didapatkan melalui pengolahan data di lapangan yang berupa data ta (waktu optimis) ,tb (waktu pesimis) , dan tm (waktu yang paling mungkin terjadi). Hasil dari data ta, tb, dan tm didapatkan te (waktu yang diharapkan). Hasil dari te pekerjaan bekisting kolom berbeda-beda bergantung dengan dimensi dan secara berurutan adalah 20; 21; dan 22 menit. Hasil dari te pekerjaan bekisting plat serta balok adalah 540 dan 62 menit. Hasil te pekerjaan pembesian kolom adalah 29; 30; dan 27 menit. Hasil te pekerjaan pembesian plat serta balok adalah 552 dan 66 menit. Hasil te pekerjaan pengecoran kolom adalah 27; 33; dan 15 menit. Hasil te pekerjaan pengecoran plat serta balok adalah 164 dan 32 menit. Selain itu hasil te dari metode PERT lebih cepat dari waktu aktual proyek

KATA KUNCI : PERT , jalur kritis , durasi

1. PENDAHULUAN

Sebuah proyek konstruksi meliputi tugas-tugas tertentu yang telah direncanakan secara khusus dengan target yang telah ditentukan terlebih dahulu dan dengan keterbatasan sumber daya. Untuk mencapai target tersebut biasanya pimpinan proyek mempunyai rencana dan jadwal pelaksanaan tertentu. Setiap pelaksanaan proyek konstruksi menginginkan keberhasilan dalam pelaksanaan penyelesaian proyek dengan tepat waktu. Untuk menyelesaikan proyek dengan tepat waktu diperlukan beberapa faktor penting , salah satu faktor penting tersebut adalah pemanfaatan waktu kerja .

Waktu kerja merupakan waktu yang ditentukan untuk melakukan suatu pekerjaan. Waktu kerja pada proyek sangat berkaitan erat dengan penjadwalan proyek karena dengan penjadwalan, waktu kerja dapat tersusun dengan efektif sehingga membantu keberhasilan dalam pelaksanaan penyelesaian proyek dengan tepat waktu. Namun seringkali terjadi waktu kerja rencana yang telah disusun tidak sesuai dengan waktu kerja aktual di lapangan. Banyak hal di lapangan yang terjadi diluar perkiraan rencana. PERT (Project Evaluation and Review Technique) adalah salah satu metode yang dapat membantu penyusunan jadwal kerja aktual.

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, kevinprasaja06@gmail.com

²⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, raphaelcokro@gmail.com

³⁾Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, leonard@petra.ac.id

2. STUDI LITERATUR

2.1 Pengertian Proyek

Suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan (Dipohusodo, 1995). Proyek yaitu sebuah usaha yang dilakukan dengan cara bertanggung jawab untuk menghasilkan sebuah produk, jasa, yang menghasilkan suatu hasil tertentu (Lewis, 2005).

2.2 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja merupakan usaha untuk mengetahui berapa lama yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan wajar dan dalam rancangan sistem kerja yang terbaik. Adapun manfaat dari pengukuran waktu kerja ini antara lain (Barnes, 1968):

1. Melakukan penjadwalan dan perancangan kerja.
2. Menentukan besar ongkos produksi.
3. Menentukan jumlah atau kebutuhan operator.

2.3 Penjadwalan Proyek

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukan 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).

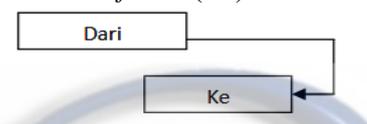
2.4 Penyusunan Diagram Jaringan Kerja

Menurut Husen (2009) hal pertama yang harus dipahami dalam menyusun diagram jaringan kerja adalah memahami hubungan ketergantungan antar proses. Maksudnya adalah apakah suatu proses tertentu baru dapat dimulai ketika proses pendahulunya telah selesai dilaksanakan, atau proses tersebut dapat dilakukan ketika proses sebelumnya belum selesai dilaksanakan. Pemahaman terhadap hubungan ketergantungan antar proses dapat mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menghemat biaya pelaksanaan. Dalam penyusunan diagram jaringan kerja, dua hal yang perlu dipahami adalah istilah *predecessor* dan *successor*. *Predecessor* adalah tugas yang pertama kali muncul (tugas sebelumnya) dan *successor* adalah tugas yang mengikutinya (tugas sesudahnya). Menurut Soeharto (1995) hubungan antar aktivitas dapat diimplementasikan apa yang dikenal sebagai *Precedence Diagramming Method* (Metode Diagram Pendahuluan). Di dalam PDM ini dikenal istilah-istilah antara lain :

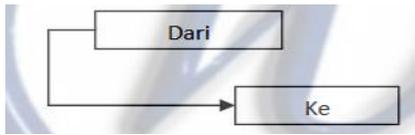
O *Finish-to-start* (FS): aktivitas “dari” harus selesai sebelum aktivitas “ke” boleh dimulai;



O *Finish-to-finish* (FF): aktivitas “dari” harus selesai sebelum aktivitas “ke” boleh selesai;



O *Start-to-start* (SS): aktivitas “dari” harus dimulai sebelum aktivitas “ke” boleh dimulai (dengan kata lain aktivitas “dari” dan “ke” boleh mulai bersamaan);



O *Start-to-finish* (SF): aktivitas “ke” tidak boleh selesai sampai aktivitas “dari” dimulai;



2.5 Jalur Kritis

Jalur kritis adalah rantai kegiatan melalui jaringan dan berisi kegiatan yang tidak bisa ditunda. Jalur kritis mempunyai kemungkinan siklus waktu terkecil untuk proses tersebut. Jalur kritis akan memberikan perkiraan proses siklus waktu. Sedangkan menurut Heizer dan Render (2006:87), Jalur kritis adalah jalur waktu terpanjang yang terdapat diseluruh jaringan. Dalam melakukan analisis jalur kritis menurut Heizer dan Render (2006:87-91), digunakan proses *two-pass* yang terdiri atas *forward pass* dan *backward pass* untuk menentukan jadwal waktu suatu aktivitas.

2.6 Definisi PERT

PERT merupakan teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk setiap aktivitas. PERT dapat membantu para manajer melakukan penjadwalan, pemantauan, serta pengendalian proyek – proyek besar dan kompleks (Heizer dan Render (2006:80)). Dalam metode PERT kita menggunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, sebagai berikut : (Render, 2015)

Waktu yang paling Optimis (t_a) adalah waktu dimana setiap aktivitas berlangsung dengan baik, hanya terdapat kemungkinan kecil ($1/100$) untuk hal ini terjadi.

1. Waktu yang paling pesimis (t_b) adalah waktu dimana setiap aktivitas terjadi kondisi yang tidak diinginkan atau terjadi halangan.
2. Waktu yang paling mungkin (t_m) adalah perkiraan waktu yang paling realistis untuk menyelesaikan suatu aktivitas.

Untuk menghitung waktu aktivitas yang diperkirakan- t (expected activity time) dapat menggunakan rumus berikut:

$$t_e = \frac{(t_a + 4t_m + t_b)}{6}. \quad (1)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian ini digunakan dengan wawancara pada sumber yaitu site manager yang mengetahui jadwal dan waktu pada setiap pelaksanaan pada proyek. Dalam wawancara pada kontraktor, kita akan meminta rencana jadwal pelaksanaan proyek pada kontraktor serta informasi yang dibutuhkan dalam PERT. Studi kasus yang kami gunakan adalah pada Proyek Apartemen Graha golf yang rencananya akan dibangun dengan tinggi 23 lantai dan selesai pada Juni 2019.

3.2 Pengumpulan Data

Pada fase ini, data dibagi menjadi 2 kelompok:

- a. Data Primer : diperoleh dari wawancara langsung narasumber di lapangan dan melihat *file* yang diperoleh dari sumber penelitian
- b. Data Sekunder : diperoleh dari studi literatur berupa jurnal dan buku referensi

Berikut adalah teknik pengumpulan data:

1. Observasi lapangan
Dilakukan dengan cara wawancara dengan pihak lapangan yang berhubungan dengan penelitian
2. Studi literatur
Dilakukan dengan menyalin beberapa bagian dari beberapa buku referensi dan jurnal sebagai bahan penelitian

3.3 Perhitungan dan Analisis Data

Dari data gambar struktural dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan volume pekerjaan, sedangkan dari data *time schedule* didapatkan durasi rencana yang direncanakan oleh kontraktor di lapangan.

- a. Perhitungan volume dari gambar struktural.
- b. Perhitungan menggunakan tenaga kerja aktual di lapangan
- c. Perhitungan durasi dari tiap – tiap pekerjaan

3.4 Perhitungan dengan Menggunakan Metode PERT

Pada bagian kedua ini digunakan metode PERT untuk menghitung durasi tiap – tiap pekerjaan dari data yang telah didapat dari proses sebelumnya. Langkah – langkah perhitungan dengan metode PERT adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan *expected time* (t_e)

Data – data yang digunakan dalam perhitungan *expected time* (t_e) adalah waktu optimis (t_a), waktu pesimis (t_b), dan waktu yang paling mungkin (t_m). Waktu yang paling mungkin (t_m) didapatkan dari perhitungan durasi pekerjaan. Waktu yang paling mungkin (t_m) menggunakan durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja aktual di lapangan karena dengan jumlah tenaga kerja aktual yang ada maka durasi yang didapat adalah durasi yang paling mungkin terjadi. Sedangkan waktu 5 optimis (t_a) dan waktu pesimis (t_b) didapatkan dari konsultasi dan wawancara dengan pembimbing lapangan dari kontraktor. Setelah mendapatkan *expected time* (t_e) dari setiap pekerjaan, maka dari *expected time* (t_e) tersebut dapat ditentukan durasi rencana tiap – tiap pekerjaan. Durasi rencana ini akan digunakan pada pembuatan *diagram network* pada proses berikutnya.

- b. Penyusunan hubungan aktivitas

Penyusunan hubungan antar aktivitas dilakukan dengan menentukan *predecessors* dari setiap aktivitas. Penentuan hubungan aktivitas ini diperlukan untuk mempermudah dalam pembuatan *network diagram* dengan menggunakan metode *Activity On Node* (AON)

- c. Penyusunan diagram network CPM dengan metode *Activity On Node* (AON)

Setelah *predecessors* dari setiap aktivitas ditentukan maka selanjutnya dibuat *diagram network* dengan metode *Activity On Node* (AON). Pada *diagram network* ini durasi tiap pekerjaan yang digunakan adalah durasi pekerjaan rencana dari *expected time* (t_e) yang telah didapatkan dari proses sebelumnya.

- d. Perhitungan durasi aktual di lapangan

Perhitungan durasi aktual didapatkan dari pengamatan di lapangan. Pengamatan dilakukan terhadap progress pekerjaan yang sedang berlangsung.

- e. Membandingkan antara durasi rencana, durasi dari metode PERT, dan durasi aktual di lapangan.

Dari ketiga durasi tersebut, dibuat perbandingan dalam bentuk tabel maupun grafik untuk diambil kesimpulan.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

Dengan menggunakan data dari gambar struktural dilakukan perhitungan volume pekerjaan. Perhitungan volume pekerjaan pada ini diperlukan sebagai dasar untuk perhitungan waktu kerja paling diharapkan di lapangan. Perhitungan dilakukan pada lantai 11 dan 12 melalui gambar struktural dan perhitungan Microsoft Excel. Perhitungan volume total pekerjaan pada lantai 11 dapat dilihat pada **Tabel 1**, sedangkan perhitungan volume total pekerjaan pada lantai 12 dapat dilihat pada **Tabel 2**. Volume pekerjaan yang dihitung berupa volume bekisting, pembesian dan pengecoran untuk setiap elemen struktural yaitu balok, plat dan kolom.

Tabel 1. Jumlah Perhitungan Volume Pekerjaan pada Lantai 11

Jenis Pekerjaan	Volume	Unit
Bekisting kolom	478,4	m ²
Bekisting plat	664,48	m ²
Bekisting balok	581,51	m ²
Pembesian kolom	11825,86	Kg
Pembesian plat	9979,94	Kg
Pembesian balok	14771,22	Kg
Pengecoran kolom	101,64	m ³
Pengecoran plat	76,77	m ³
Pengecoran balok	105,58	m ³

Tabel 2. Jumlah Perhitungan Volume Pekerjaan pada Lantai 12

Jenis Pekerjaan	Volume	Unit
Bekisting kolom	478,4	m ²
Bekisting plat	664,48	m ²
Bekisting balok	581,51	m ²
Pembesian kolom	11825,86	Kg
Pembesian plat	9979,94	Kg
Pembesian balok	14771,22	Kg
Pengecoran kolom	101,64	m ³
Pengecoran plat	76,77	m ³
Pengecoran balok	105,58	m ³

4.2 Data Kebutuhan Tenaga Kerja Aktual dan Waktu Kerja Aktual

Data-data seperti dimensi didapat dari gambar struktural, jumlah tenaga kerja dan waktu kerja didapat dari pengamatan di lapangan. Data ini digunakan untuk menentukan waktu optimis, waktu pesimis dan waktu yang paling mungkin.

4.3 Perhitungan *Expected Time*

Data – data yang digunakan dalam perhitungan *expected time* (t_e) adalah waktu optimis (t_a), waktu pesimis (t_b), dan waktu yang paling mungkin (t_m). Waktu yang paling mungkin (t_m) didapatkan dari wawancara. Waktu yang paling mungkin (t_m) menggunakan durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja aktual di lapangan karena dengan jumlah tenaga kerja aktual yang ada maka durasi yang didapat adalah durasi yang paling mungkin terjadi. Sedangkan waktu optimis (t_a) dan waktu pesimis (t_b) didapatkan dari pengamatan di lapangan.

4.4 Penyusunan Hubungan antar Aktivitas

Penyusunan hubungan antar aktivitas diperlukan agar penjadwalan proyek dapat dibuat dengan sistematis dan benar. Penyusunan hubungan antar aktivitas dilakukan dengan menentukan *predecessor* dari tiap-tiap aktivitas.

4.5 Penyusunan Hubungan antar Aktivitas dengan *Network Diagram AON*

Penyusunan hubungan antar aktivitas menggunakan *Network Diagram Activity On Node (AON)*. Penyusunan *Network Diagram* didasarkan pada *predecessor* dan *successor* tiap-tiap aktivitas. Dalam penentuan *Forward Pass* terdiri atas *Early Start (ES)* dan *Early Finish (EF)*, sedangkan dalam *Backward Pass* terdiri atas *Latest Start (LS)* dan *Latest Finish (LF)*.

4.6 Perbandingan Durasi Proyek

Analisa dilakukan terhadap durasi *time schedule*, durasi aktual dan durasi dengan metode PERT. Durasi tersebut ditampilkan dalam **Tabel 3** untuk lantai 11 dan **Tabel 4** lantai 12.

Tabel 3 Tabel Perbandingan Durasi Rencana dan Durasi PERT lantai 11

Aktivitas	Durasi (Menit)	
	Rencana	PERT
A	6600	540
B		664
C		552
D		684
E		602
F		490
G		392
H		618
I		726
J		299
K		750
L		198
M		293
N		198
O		343
P		293
Q		424
R		227
S		415
T		198
U	293	
V	76	
W	69	
X	152	
Y	109	
Z	182	
Durasi Total	6600	9787

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari studi kasus penerapan metode PERT pada proyek apartemen ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- Pada *network diagram* dengan menggunakan durasi total te didapatkan durasi lantai 11 dan lantai 12 yaitu 8207 menit dan 8620 menit.
- Durasi total aktivitas dengan menggunakan metode PERT lebih cepat dari *time schedule* proyek, sedangkan durasi aktual dari pengamatan lebih lama dari perhitungan metode PERT.
- Hasil dari durasi metode PERT aktual dibandingkan dengan durasi *Time Schedule Proyek* menunjukkan bahwa proyek X mengalami keterlambatan.

5.2 Saran

Pada studi kasus penerapan metode PERT pada bangunan apartemen ini tidak menghitung produktivitas tenaga kerja. Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut tentang produktivitas tenaga kerja yang dapat membantu dalam penyusunan penjadwalan proyek.

Tabel 4 Tabel Perbandingan Durasi Rencana dan Durasi PERT lantai 12

Aktivitas	Durasi (Menit)	
	Rencana	PERT
A	6600	544
B		62
C		551
D		544
E		65
F		551
G		544
H		121
I		225
J		606
K		345
L		551
M		179
N		248
O		287
P		417
Q		181
R		287
S		876
T		247
U		247
V		469
W		250
X		439
Y		319
Z		591
Durasi Total	6600	9746

6. DAFTAR REFERENSI

- Barnes, R. M. (1968). *Motion and Time Study, Design and Measurement of Work*, John Wiley & Sons Inc, New York.
- Dipohusodo, Istimawan. (1995). *Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid 2*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Ervianto, Wulfram I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi, Yogyakarta
- Heizer dan Render. (2006). *Manajemen Operasi*, Salemba Empat, Jakarta
- Husen, A, (2009). *Manajemen Proyek : Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Lewis, James P. (2005). *Project Planning, Scheduling, and Control*, McGraw Hill, New York.
- Render, Barry et. All., (2015). *Quantitative Analysis for Management*, Pearson Education, London
- Soeharto, I. (1997). *Manajemen Proyek*, Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.