



Optimalisasi kinerja tim proyek dengan memanfaatkan metode CPM dan PERT dalam pekerjaan pematangan lahan

Efrizon¹, Masydzulhak Djamil Mz², Sugeng Santoso³, Ahmad H. Sutawijaya⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Mecu Buana Jakarta

¹eferz.ar@gmail.com, ²masydk@gmail.com, ³sugeng.santoso@mercubuana.ac.id, ⁴sutawijaya_69@hotmail.com

Info Artikel

Sejarah artikel:

Diterima 12 Maret 2022

Disetujui 20 Maret 2022

Diterbitkan 25 Maret 2022

Kata kunci:

Kinerja, CPM, PERT, Lintasan Kritis, Penjadwalan, Percepatan

Keywords :

Performance, CPM, PERT, Critical Path, Scheduling, Acceleration

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian terhadap optimalisasi work performance pada tim kerja pekerjaan proyek pematangan lahan di PT PANARUB INDUSTRY di Brebes Jawa Tengah dengan menggunakan metode CPM dan PERT. Keterlambatan penyelesaian proyek yang cukup signifikan menjadi dasar untuk menguji seluruh aktivitas proyek mulai dari perencanaan melalui work breakdown structure, penentuan durasi, keterkaitan antar kegiatan dan melakukan uji standar deviasi menggunakan tabel distribusi normal untuk mengetahui probabilitas penyelesaian proyek dengan melakukan percepatan (crashing) yang merupakan tanggung jawab penuh tim pelaksana proyek yang dipimpin Project Manager. Hasil penelitian dari tiga penjadwalan yaitu penjadwalan sesuai waktu awal perencanaan durasi proyek menurut metode CPM dan PERT dapat memangkas waktu kerja yang cukup signifikan sehingga berdampak terhadap unjuk kerja (work performance) tim proyek. Metode CPM dan PERT sangat membantu kinerja tim proyek terutama dalam percepatan untuk optimalisasi waktu dan efisiensi biaya, serta tindakan yang diambil adalah berdasarkan perhitungan yang akurat.

ABSTRACT

This study aims to conduct a study on optimizing work performance on the work team for land development projects at PT PANARUB INDUSTRY in Brebes, Central Java, using the CPM and PERT methods. Significant delays in project completion become the basis for testing all project activities starting from planning through work breakdown structures, determining duration, interrelationships between activities and conducting standard deviation tests using a normal distribution table to determine the probability of project completion by crashing which is the responsibility of full responsibility of the project implementation team led by the Project Manager. The results of the three scheduling studies, namely scheduling according to the initial time of the project duration planning according to the CPM and PERT methods can cut work time significantly so that it has an impact on the work performance of the project team. The CPM and PERT methods really help the project team's performance, especially in accelerating the optimization of time and cost efficiency, and the actions taken are based on accurate calculations.



©2022 Penulis. Diterbitkan oleh Program Studi Akuntansi, Institut Koperasi Indonesia.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

PENDAHULUAN

Pekerjaan pematangan lahan adalah tahapan pekerjaan yang dilakukan sebelum dilaksanakannya tahapan-tahapan pembangunan fisik suatu proyek. Dalam Penelitian ini PT MMTE selaku kontraktor pelaksana mengerjakan proyek pematangan lahan di lahan milik PT Panarub Industry di Jln. Cendrawasih No. 06 Desa Tengguli Kecamatan Tanjung Kabupaten Brebes Jawa Tengah.

Pekerjaan pematangan lahan ini dimulai tanggal 15 Februari 2020 dijadwalkan sudah harus selesai paling lambat awal September 2020 ternyata baru dapat diselesaikan akhir Desember 2021. Keterlambatan disebabkan oleh kurangnya antisipasi dalam perencanaan pekerjaan dalam memperhitungkan faktor cuaca, sehingga ketika cuaca hujan pekerjaan tidak berjalan maksimal. Keterlambatan pelaksanaan proyek pematangan lahan ini terjadi di beberapa pekerjaan lain seperti tercantum pada tabel berikut:

Tabel 1. Rencana dan Realisasi Pekerjaan Pematangan Lahan PT Panarub Industry

No.	Jenis Pekerjaan	Rencana (hari)	Realisasi (hari)	Delay (hari)
1.	Pekerjaan Persiapan	12	25	13
2.	Pekerjaan Timbunan Tahap I	75	159	84
3.	Pekerjaan Jalan dan Selokan	90	340	250
4.	Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	60	88	28
5.	Pekerjaan Timbunan Lahan Expand I	90	111	21
6.	Pekerjaan Timbunan Lahan Expand II	30	340	310
7.	Pekerjaan Pagar Depan	120	148	28
8.	Pekerjaan Pagar Wiremesh	30	139	109
9.	Pekerjaan Pasang Pagar Precast	30	111	81
10.	Pekerjaan Timbunan Lahan Expand III	20	129	109

Sumber : Data olahan penelitian, 2021

Pada hakikatnya, proyek secara umum memiliki batas waktu (deadline), dimana proyek harus dapat diselesaikan tepat pada waktu yang telah ditentukan oleh pemilik. Keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek adalah untuk memastikan proses pekerjaan berjalan dengan efektif sehingga *output* dapat didefinisikan secara terukur untuk kepuasan owner dan ini merupakan tujuan penting, baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien, ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat [1].

Pada awalnya pelaksanaan proyek pematangan lahan ini hanya menggunakan metode *time schedule* dimana masing-masing pekerjaan dijadwalkan selesai sesuai jadwal yang sudah disusun dengan pertimbangan perhitungan produktivitas alat berat, ritase armada, dan produktivitas sumber daya manusia secara standar dan menggunakan asumsi cuaca normal.

Untuk menghindari keterlambatan penyelesaian pekerjaan yang berimbas kepada penambahan biaya, maka kontraktor perlu mengambil langkah strategis untuk mencapai performa kerja yang baik, dan pekerjaan selesai tepat waktu secara efektif dan efisien.

Kinerja (*Work Performance*) adalah semacam laporan evaluasi yang menunjukkan seberapa baik seorang karyawan melaksanakan kegiatan kerja terkait yang diharapkan [2]. Sedangkan indikator kinerja tim yang sukses dalam manajemen proyek menurut Project Manajemen Institute [3] diukur dari segi keberhasilan teknis menurut: tujuan proyek yang disepakati, kinerja pada jadwal proyek (selesai tepat waktu), dan kinerja pada anggaran (selesai tanpa kendala keuangan) dengan merencanakan dengan cermat, teliti, dan terpadu seluruh alokasi sumberdaya manusia, peralatan, material serta biaya yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Menurut Noe et.al. [4] ukuran dasar kinerja organisasi adalah berupa kualitas, profitabilitas, dan kepuasan pelanggan. Salah satu metode pengukuran kinerja proyek adalah *Earned Value Management* (EVM), yaitu suatu metodologi untuk mengukur dan mengkomunikasikan progress dari kinerja suatu proyek. Variabel penting dalam metodologi ini adalah waktu (*schedule*), biaya (*cost*) dan pekerjaan (*work*) [5].

Penerapan metode CPM dan PERT dalam tahapan pekerjaan untuk pengendalian waktu dan biaya sesuai penjadwaan dengan mengoptimalkan sumber daya manusia dan sumber daya kerja di lapangan. Metode penjadwalan yang sering digunakan adalah metode CPM dan PERT. Metode CPM (*Critical Path Method*) adalah suatu teknik atau metode untuk menganalisis dan mengoptimalkan proyek dan sistem produksi. Dalam metode ini, seluruh proyek atau sistem produksi direpresentasikan sebagai figur jaringan yang berisi aktivitas. Selain untuk menemukan jalur kritis dalam suatu proses, pendekatan ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi perbaikan yang paling efisien untuk mengurangi waktu penyelesaian proses [6]. PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah sebuah model Management Science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek, dimana metode PERT memberi asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang probabilistik (stochastic) dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi [7].

METODE PENELITIAN

Jenis/Disain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dan berdasarkan pendekatannya adalah *action research* dimana bertujuan untuk mengembangkan metode kerja yang paling efisien, sehingga unjuk kerja (*work performance*) tercapai secara optimal dengan indikator biaya yang efisien, produktifitas meningkat, dan profit meningkat.

Berdasarkan sifat permasalahannya, penelitian ini merupakan studi kasus, memusatkan perhatian pada suatu kasus secara intensif dan terperinci mengenai latar belakang keadaan sekarang yang dihadapi di lokasi kerja PT Bintang Indokarya Gemilang (PT BIG) Brebes-Jawa Tengah yang merupakan anak perusahaan PT Panarub Industry (*Holding Company*).

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah riset lapangan yaitu mendapatkan data secara langsung dari perusahaan, meliputi:

- 1) Daftar material/bahan dan upah tenaga kerja.
- 2) Rencana anggaran biaya Proyek Pekerjaan Pematangan Lahan PT Bintang Indokarya Gemilang Brebes-Jawa Tengah.
- 3) *Time schedule* (Kurva-S).
- 4) Data biaya langsung.
- 5) Data biaya tidak langsung.

Metode Analisa Data

Analisa data dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut:

- 1) Mengidentifikasi dan menyusun seluruh kegiatan secara rinci (Work Breakdown Structure).
- 2) Membuat Urutan Kegiatan dan menentukan mana pekerjaan yang saling berhubungan.
- 3) Membuat Estimasi Penggunaan Sumber Daya untuk masing-masing kegiatan.
- 4) Membuat Estimasi Kurun Waktu Kegiatan.
- 5) Menyusun Penjadwalan
 - a. Metode CPM untuk menentukan Lintasan Kritis dan untuk mendapat gambaran berapa lama pekerjaan dapat dipercepat penyelesaiannya.
 - b. Metode PERT, untuk menganalisa dan mendapat gambaran tentang waktu realistis yaitu yang paling mungkin penyelesaian proyek dapat dilakukan atau waktu yang diharapkan.
- 6) Melakukan uji analisa biaya sehubungan dengan adanya percepatan, berapa biaya optimal untuk menyelesaikan percepatan proyek.
- 7) Menggunakan Microsoft Project 2010 dalam menyusun urutan pekerjaan, hubungan keterkaitan dan kegiatan yang mendahului.
- 8) Untuk metode PERT dan CPM data-data diinput ke aplikasi WINQSB..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Work Breakdown Structure (Struktur Perincian Pekerjaan)

Data-data mengenai aktivitas proyek dirinci menurut jenis pekerjaan masing-masing secara berurutan sesuai Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Struktur Perincian Kerja PT. MMTE di Proyek PT BIG Brebes

No.	Kegiatan	Sub Kegiatan
1	Pekerjaan Persiapan	a. Pembersihan lahan dan penebangan pohon b. Pemasangan Patok Lahan c. Pagar Seng d. Pembuatan Bedeng Pekerja dan MCK e. Pembuatan Pos Keamanan f. Pembuatan Gudang g. Instalasi listrik, air dan penerangan
2	Pekerjaan Timbunan Tahap I	a. Timbunan b. Pemadatan
3	Pekerjaan Jalan dan Selokan	a. Galian badan jalan dan selokan b. Layer I : Limestone c. Layer II : Basecourse d. Layer III: Sub Basecourse e. Layer IV : Hotmix f. Pemasangan Uditch 1000 g. Pemasangan Tutup Uditch
4	Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	a. Timbunan b. Pemadatan
5	Pekerjaan Timbunan Lahan Expand I	a. Timbunan b. Pemadatan
6	Pekerjaan Timbunan Lahan Expand II	a. Timbunan b. Pemadatan
7	Pekerjaan Pagar Depan	a. Pondasi Batu Kali b. Sloof dan Kolom c. Pasang Bata d. Plester dan Aci e. Lantai Gerbang Utama f. Pemasangan Gerbang Utama g. Pengecatan
8	Pekerjaan Pagar Wiremesh	a. Pekerjaan Tiang b. Pemasangan Wiremesh c. Pengecatan
9.	Pekerjaan Pasang Pagar Precast	a. Pekerjaan Galian b. Pemasangan Cerucuk c. Pekerjaan Batu Kali d. Pekerjaan Sloof e. Pemasangan Tiang Precast f. Pemasangan Panel Precast
10.	Pekerjaan Timbunan Lahan Expand III	a. Timbunan b. Pemadatan

Sumber : PT. MMTE, 2021

Hubungan Keterkaitan Antar Kegiatan

Ada beberapa kegiatan tidak dapat dimulai sebelum pekerjaan lain diselesaikan dan mempengaruhi penyelesaian secara keseluruhan.

Tabel 3 Hubungan Keterkaitan antar Kegiatan

No.	Kegiatan	Node Kegiatan		Nama Kegiatan	Kegiatan Yang Mendahului
		i	j		
1	a	1	2	Pekerjaan Persiapan	-
2	b	2	3	Pekerjaan Timbunan Tahap I	a
3	c	3	4	Pekerjaan Jalan dan Selokan	b
4	d	3	5	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> I	b
5	e	3	6	Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	b
6	f	5	7	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> II	d
7	g	5	8	Pekerjaan Pagar Depan	b,d
8	h	8	9	Pekerjaan Pagar <i>Wiremesh</i>	g
9	i	7	10	Pekerjaan Pasang Pagar Precast	d, f
10	j	7	11	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> III	f

Sumber : PT. MMTE, 2021

Penggunaan Sumber Daya untuk masing-masing kegiatan

Untuk seluruh pekerjaan disusun kebutuhan penggunaan sumber daya manusia, kebutuhan alat berat dan dumptruk.

Tabel 4 Kebutuhan SDM, Alat Berat dan Dumptruk

Task Name	Alokasi SDM		Alat Berat	Dumptruk	
Pekerjaan Persiapan	6	orang	2	1	unit
Pekerjaan Timbunan Tahap I	26	orang	4	15	unit
Pekerjaan Jalan dan Selokan	14	orang	3	4	unit
Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> I	18	orang	3	8	unit
Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	12	orang	3	6	unit
Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> II	18	orang	4	12	unit
Pekerjaan Pagar Depan	32	orang	1	1	unit
Pekerjaan Pagar <i>Wiremesh</i>	6	orang	1	1	unit
Pekerjaan Pasang Pagar Precast	16	orang	1	1	unit
Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> III	16	orang	3	8	unit

Durasi Waktu Kegiatan

Berdasarkan aktivitas dan prioritas pekerjaan dari pemberi kerja, ditetapkan durasi dari masing-masing kegiatan.

Tabel 5 Durasi pelaksanaan pekerjaan menurut rencana awal

Task Name	Durasi	
Pekerjaan Persiapan	12	hari
Pekerjaan Timbunan Tahap I	75	hari
Pekerjaan Jalan dan Selokan	90	hari
Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> I	90	hari
Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	60	hari
Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> II	30	hari
Pekerjaan Pagar Depan	120	hari
Pekerjaan Pagar <i>Wiremesh</i>	30	hari
Pekerjaan Pasang Pagar Precast	30	hari
Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> III	20	hari

Sumber : PT. MMTE, 2021

Penjadwalan Proyek

Setelah seluruh kegiatan diperinci secara detil untuk setiap masing-masing jenis kegiatan, langkah selanjutnya yaitu menyusun penjadwalan untuk pedoman dan pengendalian.

Pengolahan Data

Dalam penelitian ini data akan diolah menjadi tiga kelompok berdasarkan kondisi waktu masing-masing aktivitas, yaitu :

- i. Pengolahan data dan pembahasan berdasarkan waktu perencanaan awal (sesuai SPK).
- ii. Pengolahan data dan pembahasan berdasarkan waktu realisasi.
- iii. Pengolahan data dan pembahasan berdasarkan waktu standar atau waktu ideal proyek.

Data Berdasarkan Waktu Perencanaan Awal (SPK)

Data waktu perencanaan adalah seluruh kegiatan yang waktu mulai dan waktu penyelesaiannya telah ditetapkan oleh pemilik proyek (owner). Data ini kemudian diolah dan dianalisa dengan metode CPM dan PERT.

Tabel 6 Jadwal Pekerjaan Perencanaan Awal

Task Name	Duration	Start	Finish
Pekerjaan Persiapan	12 days	Sat 15/02/20	Wed 26/02/20
Pekerjaan Timbunan Tahap I	75 days	Mon 24/02/20	Fri 09/05/20
Pekerjaan Jalan dan Selokan	90 days	Thu 12/06/20	Fri 26/09/20
Pekerjaan Timbunan Lahan Expand I	90 days	Mon 16/06/20	Tue 30/09/20
Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	60 days	Mon 23/06/20	Sun 07/09/20
Pekerjaan Timbunan Lahan Expand II	30 days	Wed 24/09/20	Sun 24/10/20
Pekerjaan Pagar Depan	120 days	Mon 19/01/21	Mon 18/05/21
Pekerjaan Pagar Wiremesh	30 days	Mon 16/02/21	Fri 18/03/21
Pekerjaan Pasang Pagar Precast	30 days	Tue 17/03/21	Thu 15/04/21
Pekerjaan Timbunan Lahan Expand III	20 days	Fri 20/03/21	Sat 08/04/21
Total Durasi Project	434 days	Sat 15/02/20	Mon 18/04/21

Sumber : Data hasil olahan penelitian, 2021

Perhitungan Metode CPM

Dalam metode CPM dimulai dengan perhitungan maju dan perhitungan mundur, langkah selanjutnya adalah menentukan Free Float dan Total Float dari masing-masing kegiatan. Free Float adalah hasil dari LS – ES, sedangkan Total Float adalah hasil dari LF – EF. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

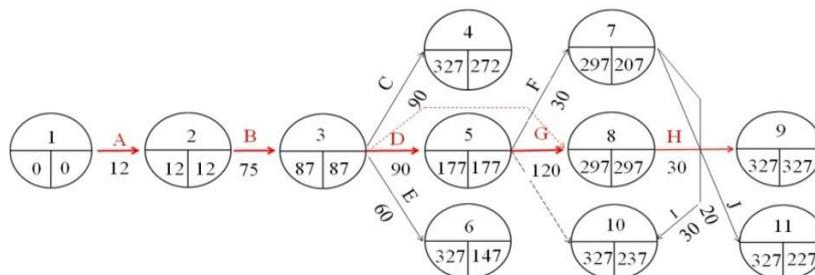
Tabel 7 Hasil Perhitungan Free Float dan Total Float dan Lintasan Kritis

Kegiatan	Durasi (hari)	Kegiatan Yang Mendahului	Waktu Paling Awal		Waktu Paling Akhir		FF	TF
			ES	EF	LS	LF		
a	12	-	0	12	0	12	0	0
b	75	a	12	87	21	87	0	0
c	90	b	87	177	237	327	150	150
d	90	b	87	177	87	177	0	0
e	60	b	87	147	267	327	180	180
f	30	d	177	207	267	297	90	90
g	120	b,d	177	297	177	297	0	0
h	30	g	297	327	297	327	0	0
i	30	d, f	207	237	297	327	90	90
j	20	f	207	227	307	327	100	100

Waktu Penyelesaian Proyek : 327 hari
 Jumlah Lintasan Kritis : 2

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Dari data tabel hasil perhitungan lintasan kritis di atas waktu penyelesaian proyek oleh PT MMTE 327 hari dengan 2 lintasan kritis masing-masing A, B, D, G, H dan A, B, G, H dan network CPM beserta lintasan kritis dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Lintasan Kritis Pekerjaan PT. MMTE metode CPM

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Metode PERT

Data perkiraan waktu t_o , t_m , dan t_p di atas diinput ke dalam software WINQSB dengan hasil waktu yang diharapkan (tE) sebagai berikut:

Tabel 8 Hasil Perhitungan Waktu Penyelesaian Yang Diharapkan (tE)

Kegiatan	Waktu Optimis	Waktu Realistis	Waktu Pesimis	Waktu Yang Diinginkan
	t_o	t_m	T_p	$tE = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$
a	12	12	18	13
b	70	75	100	78
c	90	90	120	95
d	90	90	100	92
e	45	60	75	60
f	30	30	60	35
g	120	120	130	122
h	30	30	45	32
i	30	30	40	32
j	20	20	45	24

Sumber : Data hasil olahan penelitian, 2021

Penentuan Lintasan Kritis pada Metode PERT

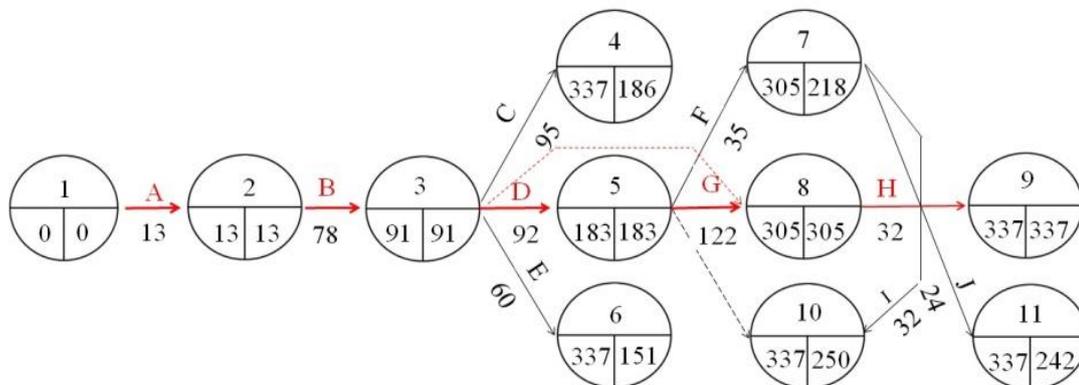
Setelah menghitung maju dan mundur maka langkah selanjutnya dalam metode PERT adalah menghitung lintasan kritis dengan menghitung TE dan TL yang ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 9. Penentuan Lintasan Kritis PERT

Kegiatan	Durasi	Kegiatan Yang	Tei	Tej	Tli	Tlj	TE	TL
a	13	-	0	13	0	13	0	0
b	78	a	13	91	13	91	0	0
c	95	b	91	186	242	337	151	151
d	92	b	91	183	91	183	0	0
e	60	b	91	151	277	337	186	186
f	35	d	183	218	271	306	88	88
g	122	b,d	183	305	183	305	0	0
h	32	g	305	337	305	337	0	0
i	32	d, f	218	250	306	337	88	88
j	24	f	218	242	313	337	95	95

Sumber : Data hasil olahan penelitian, 2021

Dari tabel 9 hasil perhitungan lintasan kritis metode PERT adalah A, B, D, G, H, durasi proyek 337 hari, digambarkan Network sebagai berikut:



Gambar 4. Lintasan Kritis Perhitungan PERT

Sumber : Data hasil olahan penelitian, 2021

Menghitung Standar Deviasi dan Varians pada Metode PERT

Pada metode PERT lintasan kritis terjadi pada A, B, D, G, H. Langkah selanjutnya adalah menghitung variansi (v) durasi dan deviasi standar (d) untuk setiap kegiatan, yaitu :

Tabel 10. Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan Varians

Kegiatan	Waktu Optimis	Waktu Realistis	Waktu Pesimis	Waktu Yang Diinginkan	Standar Deviasi $(\frac{tp - to}{6})^2$	Varians $V = S^2$
	to	tm	tp	tE=	S	V
a	12	12	18	13	1	1
b	70	75	100	78	5	25
c	90	90	120	95	5	25
d	90	90	100	92	2	4
e	45	60	75	60	5	25
f	30	30	60	35	5	25
g	120	120	130	122	2	4
h	30	30	45	33	3	9
i	30	30	40	32	2	4
j	20	20	45	24	4	16
$\sum V(tE)$					138	
Standar Deviasi = \sqrt{V}					11,75	

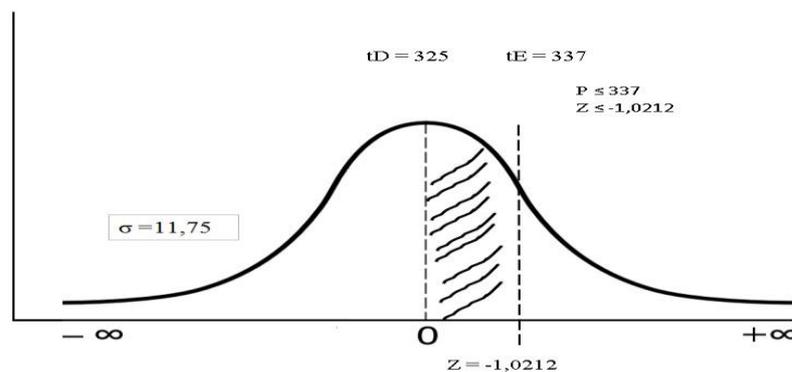
Sumber : Data hasil olahan penelitian, 2021

Dalam metode PERT, dapat diketahui probabilitas/kemungkinan waktu penyelesaian kegiatan proyek yaitu dengan menggunakan rumus deviasi (Z). Rentang waktu penyelesaian proyek adalah $337 \pm 11,75$. Waktu penyelesaian tercepat (tD) = $337 - 11,75 = 325,25 = 325$ hari.

- TeKritis = 337 hari dan TD = 325 Hari
- $Z = \frac{TD - tE}{S} = \frac{325 - 337}{11,75} = \frac{-12}{11,75} = -1,0212$

Dalam Tabel distribusi normal Z -1,0212 = 0,1539. Probabilitas $1 - 0,1539 = 0,8461 = 84,61\%$. Dari nilai 84,61% dapat diambil kesimpulan bahwa kemungkinan kegiatan proyek dapat diselesaikan tepat waktu.

Dalam bentuk grafik distribusi Z dapat dilihat pada Gambar 5. berikut:



Gambar 5. Grafik Distribusi Z dari Durasi Perencanaan Awal

Sumber : Data hasil olahan penelitian, 2021

Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek dengan Percepatan (Crashing)

Dalam melakukan percepatan pada proyek dilakukan pada lintasan kritis karena kegiatan yang tidak boleh ditunda. Lintasan kritis yang digunakan untuk percepatan adalah dari hasil perhitungan metode CPM yaitu : **A, B, D, G, H.**

Percepatan dilakukan dengan alternatif penambahan 1 jam kerja lembur dan 3 jam kerja lembur.
Tabel 11 Hasil Percepatan Proyek setelah Lembur 1 jam dan 3 jam

	Jenis Kegiatan	Durasi (hari)	Durasi <i>Crashing</i>	
			Lembur 1 jam	Lembur 3 jam
a	Pekerjaan Persiapan	12	11,45	9,23
b	Pekerjaan Timbunan Tahap I	75	66,45	57,68
c	Pekerjaan Jalan dan Selokan	90	90	90
d	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> I	90	79,74	69,21
e	Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	60	60	60
f	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> II	30	30	30
g	Pekerjaan Pagar Depan	120	106,32	92,28
h	Pekerjaan Pagar <i>Wiremesh</i>	30	26,58	23,07
i	Pekerjaan Pasang Pagar Precast	30	30	30
j	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> III	20	20	20
	Durasi penyelesaian proyek	327 hari	290.54	251,47

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Dari Tabel 11 di atas hasil percepatan proyek pada lintasan kritis dengan cara kerja lembur 1 jam dan 3 jam menghasilkan percepatan proyek dari 327 hari menjadi 291 untuk lembur 1 jam dan 252 hari untuk lembur 3 jam.

Tabel 12 Penambahan Biaya Langsung dengan Lembur 1 jam dan 3 jam

	Jenis Kegiatan	Biaya Normal	Biaya Setelah <i>Crashing</i>	
			Lembur 1 jam	Lembur 3 jam
a	Pekerjaan Persiapan	43.340.000	65.715.776	110.467.329
b	Pekerjaan Timbunan Tahap I	1.677.625.509	1.816.745.297	2.094.984.872
c	Pekerjaan Jalan dan Selokan	250.323.800	250.323.800	250.323.800
d	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> I	178.654.378	287.616.899	505.541.941
e	Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	281.375.476	281.375.476	281.375.476
f	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> II	777.681.315	777.681.315	777.681.315
g	Pekerjaan Pagar Depan	287.449.782	392.521.630	602.665.327
h	Pekerjaan Pagar <i>Wiremesh</i>	47.425.560	99.961.844	205.034.411
i	Pekerjaan Pasang Pagar Precast	189.673.760	189.673.760	189.673.760
j	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> III	232.627.880	232.627.880	232.627.880
	Jumlah	3.966.177.460	4.006.709.706	4.862.842.140

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Dari perhitungan tambahan biaya terhadap percepatan dengan cara lembur 1 jam diperoleh jumlah biaya langsung Rp. 4.006.709.706,- dan lembur selama 3 jam jumlah biaya langsung sebesar Rp. 4.862.842.140,-

Tabel 13. Penambahan Biaya setelah Lembur dan Cost Slope

No.	Uraian	Waktu Normal	Lembur 1 Jam	Lembur 3 Jam
1.	Waktu Penyelesaian Proyek (hari)	327	291	252
2.	Jumlah Waktu Yang Dipercepat	-	36	75
3.	Besar Biaya Proyek	3.578.643.490	4.006.709.706	4.862.842.140
4.	Biaya Tambahan	-	428.066.217	1.284.198.651
5.	<i>Cost Slope</i>	-	16.464.085	17.122.649

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

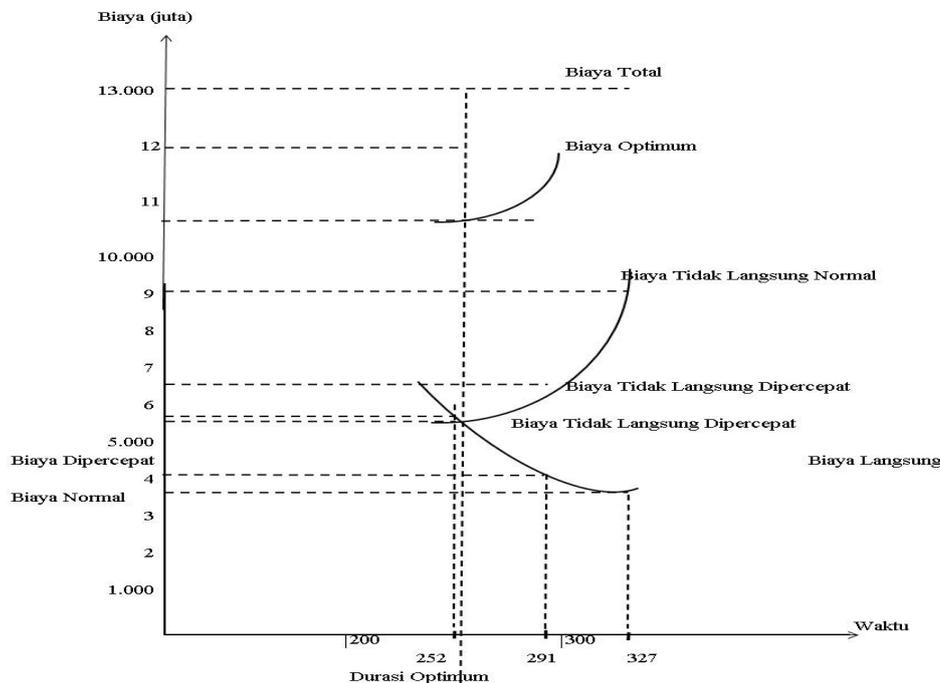
Untuk setiap terjadi percepatan proyek maka akan diiringi oleh kenaikan biaya langsung sebagaimana terlihat pada Tabel 14. berikut:

Tabel 14 Hubungan Waktu dan Biaya

Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung
327	3.578.643.490	9.273.798.000
291	4.006.709.706	6.780.591.000
252	4.862.842.140	5.871.852.000

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Pada waktu normal 327 hari, biaya langsung adalah sebesar Rp 3.578.643.490,- dan besar biaya tidak langsung sebesar Rp. 9.273.798.000,-. Jika dipercepat dengan tambahan lembur 1 jam per-hari, waktu penyelesaian proyek adalah 291 hari, biaya langsung sebesar Rp. 4.006.709.706,- dan biaya tidak langsung sebesar Rp. 6.780.591.000,-. Untuk lembur 3 jam per-hari durasi penyelesaian proyek adalah 252 hari, biaya langsung sebesar Rp. 4.862.842.140,- dan biaya tidak langsung sebesar Rp. 5.871.852.000,-.



Gambar 6 Grafik Hubungan Waktu dan Biaya Total, Biaya Tak Langsung dan Biaya Tak Langsung

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Grafik di atas menggambarkan durasi optimum dan biaya optimum proyek apabila dilakukan percepatan penyelesaian proyek dalam mengatasi keterlambatan.

Dari ketiga penjadwalan yang diteliti, terdapat beberapa perbedaan hasil dalam analisis aktivitas, dimana hasil perhitungan waktu standar lebih realistis di banding waktu perencanaan awal sebagaimana terlihat pada tabel berikut:

Tabel 15 Hasil Perbandingan Durasi Pekerjaan dari Tiga Waktu Penjadwalan

Kegiatan	Jenis Kegiatan	Durasi Penjadwalan (hari)		
		Perencanaan Awal	Realisasi	Waktu Standar
a	Pekerjaan Persiapan	12	18	21
b	Pekerjaan Timbunan Tahap I	75	159	166
c	Pekerjaan Jalan dan Selokan	90	340	85
d	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> I	90	111	31
e	Pekerjaan Timbunan Peninggian Gedung	60	88	22
f	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> II	30	340	67
g	Pekerjaan Pagar Depan	120	148	92
h	Pekerjaan Pagar <i>Wiremesh</i>	30	139	60
i	Pekerjaan Pasang Pagar <i>Precast</i>	30	111	38
j	Pekerjaan Timbunan Lahan <i>Expand</i> III	20	129	44

Sumber: Data olahan hasil penelitian, 2021

Secara keseluruhan hasil penelitian ini dari tiga kondisi waktu berbeda dapat dibandingkan baik dari durasi penyelesaian pekerjaan, biaya langsung, biaya tidak langsung, biaya total dan cost slope, sebagaimana Tabel 16 berikut:

Tabel 16 Hasil Perbandingan Tiga Kondisi Waktu Penjadwalan Metode CPM

Penjadwalan	Waktu Pengerjaan	Durasi Normal	Lintasan Kritis	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)	Cost Slope
Rencana Awal	Normal	327	A,B,D,G,H	3.578.643.490	9.273.798.000	12.852.441.490	-
	Lembur 1 jam	291	A,B,D,G,H	4.006.709.706	6.780.591.000	10.787.300.706	16.464.085
	Lembur 3 Jam	252	A,B,D,G,H	4.862.842.140	5.871.852.000	10.734.694.140	17.122.649
Realisasi	Normal	757	A,B,D,F,J	3.578.643.490	17.638.857.000	21.217.500.490	-
	Lembur 1 jam	671	A,B,D,F,J	4.119.156.727	15.634.971.000	19.980.466.666	73.082
	Lembur 3 Jam	583	A,B,D,F,J	5.200.183.204	13.584.483.000	19.463.683.019	53.559
Waktu Standar	Normal	370	A,B,D,G,H	3.578.643.490	8.621.370.000	12.200.013.490	-
	Lembur 1 jam	351	A,B,D,G,H	4.057.463.896	8.178.651.000	12.236.114.896	25.071.204
	Lembur 3 Jam	305	A,B,D,G,H	5.043.025.287	7.106.805.000	12.149.830.287	22.528.951

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Dari Tabel 16 di atas dapat dilihat hasil dari perbandingan tiga penjadwalan waktu yang berbeda dengan menggunakan metode analisis CPM. Optimalisasi penyelesaian proyek melalui percepatan adalah dengan alternatif kerja lembur lembur 1 jam dan 3 jam.

Tabel 17 Hasil Perbandingan Tiga Kondisi Waktu Penjadwalan Metode PERT

Metode	Penjadwalan	Waktu Pengerjaan	Durasi Normal	Lintasan Kritis	Distribusi Z	
					Hari	%
PERT	Perencanaan Awal	Normal	337	A,B,D,G,H	325	84,16
	Realisasi	Normal	707	A,B,D,F,J	662	84,13
	Waktu Standar	Normal	374	A,B,D,G,H	369	79,95

Sumber : Data diolah hasil penelitian, 2021

Sedangkan dalam metode PERT optimalisasi penyelesaian proyek adalah dengan percepatan yang dilakukan dengan memanfaatkan varians Standar Deviasi (Z) dari masing-masing durasi dan probabilitasnya dicari menggunakan tabel distribusi normal.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan peningkatan kinerja (work performance) dari tim proyek agar pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu, menekan biaya tinggi, sekaligus mendatangkan kepuasan bagi user langkah-langkah yang ditempuh adalah: 1) Dalam penjadwalan proyek dan pengendalian penjadwalan, tim proyek harus dapat mendefinisikan kegiatan proyek secara rinci dan spesifik melalui metode Work Breakdown Structure: Mendefinisikan kegiatan proyek; patokan kegiatan, daftar aktifitas, jenis pekerjaan secara rinci dan detail, urutan dan keterkaitan kegiatan, perkiraan durasi kegiatan, perkiraan kebutuhan sumber daya dan material dan menyusun penjadwalan proyek dan dengan metode perencanaan yang terstruktur menghasilkan perkiraan durasi yang akurat, sehingga memudahkan dalam pengendalian jadwal dalam penyelesaian masing-masing aktifitas. 2) Dalam mengatasi keterlambatan proyek upaya yang umum dan tepat untuk dilakukan adalah dengan melakukan crashing (percepatan). Untuk menghasilkan upaya percepatan yang optimal, metode CPM dan PERT umum digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan yang berada di lintasan kritis, sebagai mana hasil dalam penelitian ini dari 3 (tiga) kondisi waktu penjadwalan: Waktu Perencanaan Awal, yaitu penjadwalan proyek sesuai dengan Surat Perintah Kerja (SPK) kapan proyek harus dimulai dan kapan harus selesai, waktu Realisasi Proyek, yaitu kondisi sebenarnya dari waktu awal dimulai suatu pekerjaan dan tanggal selesainya pekerjaan proyek, waktu Standar, yaitu durasi dari masing-masing pekerjaan dihitung berdasarkan volume kerja dan tenaga kerja atau alat, sehingga didapatkan durasi standar dalam penyelesaian suatu jenis pekerjaan. Dengan menggunakan pendekatan Earned Value Management (EVM), kinerja suatu proyek ditunjukkan oleh variabel waktu (schedule), biaya (cost) dan pekerjaan (work) sejalan dengan tujuan penerapan metode CPM dan PERT. Temuan dalam penelitian ini, metode CPM dan PERT menunjukkan tercapainya kerja selesai tepat waktu, sesuai anggaran, kualitas (kinerja yang baik), memberikan kepuasan kepada pelanggan, dan mendatangkan profit bagi perusahaan secara terukur yang merupakan indikator dari kinerja sebuah tim dalam melaksanakan suatu proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Artika, Dian. Penerapan Metode *Lean Project Management* Dalam Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung Dprd Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2, No. 1, Maret 2014*.
- Christiansen, Bryan and Harish C. Chandan. *Handbook of Research on Organizational Culture and Diversity in the Modern Workforce*. Hershey PA, USA; IGI Global; 2017.
- A Guide to The Project Management Body of Knowledge. Sixth edition*. Pennsylvania 19073-3299 USA; Project Management Institute, Inc.; 2017.
- Noe, Raymond A. et al. (2016). *Fundamentals of Human Resource Management. Sixth Edition*. 2 Penn Plaza, New York, NY 10121; McGraw-Hill Education; 2016:43
- Wahyuni, Elvi dan Bambang Heriawan. Analisis Kinerja Proyek “Y” Menggunakan Metode *Earned Value Management* (Studi Kasus Di Pt Asian Sealand Engineering). *Journal of Applied Business Administration Vol 2, No 1, Maret 2018; 60-78; e-ISSN: 2548990; 2018*.
- Yuya Takakura, Tomoyuki Yajima, Yoshiaki Kawajiri, and Susumu Hashizume. Application of Critical Path Method to Stochastic processes With Historical Operation Data. *Chemical Engineering Research and Design 149 (2019) 195–208. Elsevier; 2019*.
- Wiji Yuwono, M. Elfan Kaukab, Yusqi Mahfud. Kajian Metode PERT-CPM dan Pemanfaatannya dalam Manajemen Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek. *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology (JEMATEch) Vol. 4, No. 2, Agustus 2021. p-ISSN: 2622-8394/ e-ISSN: 2622-8122. DOI: <https://doi.org/10.32500/jematech.v4i2.1925>*.
- Shanmugasundaram, S dan V. Mathan Khumar. Application of Project Scheduling and Cost analysis Using *PERT* and *CPM*. *International Journal of in Multidisciplinary and Academic Research (SSIJMAR)*. Vol. 4, No. 2, April 2015; (ISSN: 2278-5973); pp:2-3.
- Gurau, M. A. dan L. V. Melnic. An overview of critical path applied to project management with WinQSB software. *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*. Issue 7, Volume 6; 2012; pp:829-835.

- Heizer J. dan Barry Render. *Operation Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 13th edition. New Jersey ;Pearson;2021:101
- Agyei, Wallace. Project Planning And Scheduling Using *PERT* And *CPM* Techniques With Linear Programming: Case Study. *International Journal of Sscientific & Technology Research*.
- Georges N., Nabil Semaan, dan Joe Rizk. Crash: An Automated Tool for Schedule Crashing. *International Journal of Science, Environment and Technology*. Vol. 3, No 2. ISSN: 2278-3687. 2014:375-377.
- Desi Yasri. Pengaruh Overtime Terhadap Analisa Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Gudang Arsip Dan Perlengkapan Pekanbaru. *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, Vol. 4, No. 1, April 2018..