

OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN DENGAN METODE PERT PADA CV. ADE PUTRA MANDIRI

Yefta Rizky Dwi Efendi¹⁾, Lilik Linawati²⁾, Hanna Arini Parhusip³⁾

¹Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga
email: 66206007@student.uksw.edu

²Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga
email: lilik.linawati@uksw.edu

³Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga
email: hanna.arini@uksw.edu

ABSTRAK

Proyek kontruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil yang berupa bangunan. Perencanaan yang tidak matang dan pengendalian proyek yang kurang efektif mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek, menurunnya kualitas dan meningkatkan biaya proyek. Oleh sebab itu dibutuhkan metode PERT (Program Evaluation Review Technique) untuk mendapatkan perencanaan yang optimal. Data diambil dari CV. Ade Putra Mandiri Salatiga. Sebelumnya CV. Ade Putra Mandiri telah merencanakan proyek akan selesai dalam waktu 66 hari. Perhitungan dengan metode PERT menghasilkan durasi waktu optimal proyek pembangunan dan perawatan gedung Dinas PKP (Perumahan dan Kawasan Permukiman) selama 62.33 hari. Setelah dilakukan percepatan proyek selama 7 hari, terjadi penambahan biaya proyek sebesar Rp1.698.846,53 dan penambahan 12 tenaga kerja

Kata Kunci: Perencanaan, PERT, Proyek Kontruksi.

1. PENDAHULUAN

Proyek kontruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun secara tidak langsung (Ervianto 2002).

Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang

kompleks. Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan (Hartawan, n.d).

Pada pembangunan sebuah gedung misalnya, diperlukan adanya penanganan manajemen penjadwalan kerja yang baik, karena itu perlu dilakukan dengan perhitungan yang cermat dan teliti. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian tersebut efisien, ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisien kerja, baik manusia maupun alat (Badri, 1997).

CV. Ade Putra Mandiri merupakan perusahaan swasta yang bergerak di bidang kontruksi. CV. Ade Putra Mandiri berdiri pada tanggal 20 September 2013 oleh Simeon Ade Pranata Putra dan Widi Asmoro. Dalam menjalankan usahanya, CV. Ade Putra Mandiri belum menggunakan metode proyek untuk menentukan diagram jaringan dalam

merencanakan waktu dan biaya yang dibutuhkan. Selama ini perusahaan menggunakan *Time Schedule Kurva S* dalam menentukan waktu dan biaya, akan tetapi perencanaan durasi proyek dengan menggunakan *Time Schedule Kurva S* seringkali kurang akurat karena penentuan durasi yang hanya berdasarkan pengalaman. Perusahaan seringkali mendapat masalah dalam waktu penyelesaian proyek karena waktu penyelesaian tidak sesuai waktu yang telah disepakati sebelumnya. Berdasarkan permasalahan yang dijumpai dalam kasus ini maka diperlukan suatu analisis durasi waktu penyelesaian dan kegiatan proyek sehingga dapat diketahui waktu optimal penyelesaian proyek dan mencari adanya kemungkinan melakukan percepatan waktu penyelesaian proyek. Selain itu dapat dilakukan analisis lanjutan untuk menentukan perencanaan kebutuhan tenaga kerja yang optimal. Dalam penentuan jumlah tenaga kerja, perusahaan ini memakai jumlah tenaga kerja yang hampir sama pada tiap harinya, padahal masing-masing jenis pekerjaan memiliki bobot pekerjaan yang berbeda-beda. Perlu adanya analisis tenaga kerja untuk mengetahui jumlah pekerja yang dibutuhkan setiap harinya, sesuai dengan bobot masing-masing kegiatan.

Metode yang didasarkan pada analisis jaringan yaitu PERT (*Project Evaluation and Review Technique*), merupakan salah satu metode proyek yang dapat digunakan untuk menentukan lama waktu optimal penyelesaian proyek berdasarkan estimasi waktu setiap kegiatan dalam proyek. Penelitian ini akan menerapkan PERT untuk menganalisis waktu penyelesaian proyek agar optimal, sehingga dapat disusun jadwal kegiatan yang dapat digunakan sebagai acuan untuk perencanaan biaya, tenaga kerja dan percepatan penyelesaian proyek.

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS PERT

Metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) merupakan metode yang sering digunakan dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Perbedaan PERT dan CPM terletak pada waktu kegiatan. Waktu kegiatan yang digunakan CPM adalah waktu yang deterministik (waktu yang pasti), sedangkan PERT menggunakan waktu kegiatan yang probabilistic (terdapat 3 kemungkinan waktu yang meliputi waktu optimis, waktu normal, dan waktu pesimis). Dalam penelitian ini akan digunakan metode PERT.

PERT atau adalah sebuah model *Management Science* untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007). Menurut Handoko (1999), PERT bukan hanya berguna untuk proyek-proyek raksasa yang memerlukan waktu tahunan dan ribuan pekerja, tetapi juga digunakan untuk memperbaiki efisiensi pengerjaan proyek-proyek segala ukuran.

Menurut Hayan (2005), *Triple Duration Estimate* merupakan dasar perhitungan waktu pada PERT yang mempunyai asumsi dasar bahwa suatu kegiatan dilakukan berkali-kali, maka waktu aktualnya akan membentuk distribusi beta dimana waktu optimis dan waktu pesimis merupakan buntut (*tail*), sedangkan waktu normal adalah mode dari distribusi Beta. Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata suatu kegiatan dengan rumus sebagai berikut:

$$t_i = \frac{a_i + 4m_i + b_i}{6} \quad (2.1)$$

Jaringan Kerja

Jaringan kerja (*Network Planning*) adalah alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan dan mengendalikan kemajuan proyek. Diagram jaringan merupakan metode

yang dianggap mampu menyetujui teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan, yang pada giliran selanjutnya dapat dipakai untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jaringan kerja mewakili hubungan ketergantungan dan kegiatan dalam proyek. Jaringan kerja sendiri dimodelkan kedalam bentuk graf. Untuk membuat jaringan kerja dibutuhkan waktu rata-rata dari masing-masing kegiatan yang diperoleh dari waktu optimis, waktu normal, dan waktu pesimis serta dibutuhkan keterkaitan antara kegiatan sebelumnya. dimana terdapat 2 definisi penting, yaitu:

1. Waktu kejadian paling cepat (WKC) merupakan waktu paling awal suatu kejadian yang mungkin terjadi. Perhitungan dimulai dari nomor kejadian paling kecil ke nomor kejadian paling besar, WKC dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$WKC_j = \text{Max}_{i \in S} \{WKC_i + W_{ij}\} \quad j > i \quad (2.2)$$

2. Waktu kejadian paling lambat (WKL) merupakan waktu paling lambat suatu kejadian bisa terjadi dan tidak boleh sesudahnya. Perhitungan WKL merupakan kebalikan dari perhitungan WKC. Perhitungan dilakukan dari nomor kejadian paling besar ke nomor kejadian paling kecil. WKC dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$WKL_i = \text{Min}_{j \in T} \{WKL_j - W_{ij}\} \quad (2.3)$$

Penjadwalan

Penjadwalan merupakan kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan, tenaga kerja dan biaya yang dibutuhkan untuk setiap aktifitasnya. Dengan adanya penjadwalan dapat menunjukkan keterkaitan kegiatan satu dengan kegiatan lainnya yang mana dapat mengidentifikasi mana kegiatan yang harus didahulukan. Penjadwalan juga dapat menunjukan perkiraan biaya yang harus dikeluarkan diwaktu-waktu tertentu.

Jalur Kritis

Jalur kritis dalam suatu diagram jaringan adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis dan peristiwa-peristiwa kritis yang sangat sensitif terhadap keterlambatan sehingga bila sebuah kegiatan kritis terlambat satu hari saja, sedangkan kegiatan-kegiatan lainnya tidak terlambat maka proyek akan mengalami keterlambatan satu hari juga (Ali, 1997). Sedangkan kejadian kritis merupakan kejadian yang memiliki WKC = WKL sehingga WKC - WKL = 0. (Siagian, 1998)

Percepatan (Crashing)

Crash Program (percepatan proyek) merupakan tahapan untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan mengurangi atau memangkas durasi pekerjaan, hal dilakukan supaya terjadi perubahan waktu penyelesaian proyek yang akan berdampak pada biaya yang dibutuhkan. Percepatan proyek dilakukan jika pengguna jasa menginginkan proyek selesai lebih cepat dari waktu kritis. Percepatan proyek dapat dilakukan dengan menambah jam kerja, menambah pekerja, mempercepat kedatangan material. Kegiatan yang paling mungkin untuk dilakukan percepatan adalah kegiatan kritis, agar dapat berdampak pada percepatan proyek secara keseluruhan. Untuk melakukan percepatan dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Merinci semua kegiatan kritis
2. Mencari biaya slope pada masing-masing kegiatan kritis, dengan rumus biaya slope sebagai berikut :

$$\text{biaya percepatan setengah hari} = \frac{\text{biaya normal}}{\text{waktu rata-rata} \times 2}$$

(2.4)

3. Mencari biaya slope termurah
4. Waktu percepatan ditentukan dengan waktu rata-rata dikurangi waktu optimis
5. Menghitung biaya percepatan dengan rumus berikut :

$$\text{biaya percepatan} = \text{biaya kegiatan} + (\text{biaya slope} \times \text{waktu percepatan}) \quad (2.5)$$

Perkiraan Jumlah Tenaga Kerja

Dalam pembangunan sebuah proyek dibutuhkan waktu yang tidak sedikit, mulai dari perencanaan pra pembangunan, persiapan, proses pembangunan, sampai finishing. Kebutuhan akan tenaga kerja menjadi satu elemen penting dalam perencanaan sebuah proyek untuk menentukan kapan *deadline* penyelesaian proyek tersebut dan menentukan agar jumlah tenaga kerja efektif dalam pengerjaan proyek.

Untuk memperoleh jumlah tenaga kerja digunakan rumus:

$$\text{jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{koefisien}}{\text{durasi pekerjaan}} \quad (2.6)$$

3. METODE PENELITIAN

Data yang diperoleh

Penelitian ini dilakukan pada CV. Ade Mandiri Putra yang berlokasi di Gunungsari RT.1 RW.7 Kelurahan Sidorejo Kidul, Kecamatan Tingkir, Kota Salatiga. Dalam penelitian akan digunakan data proyek pembangunan dan perawatan gedung Dinas PKP (Perumahan dan Kawasan Pemukiman) tahun 2019. Penelitian dilakukan pada tanggal 29 Juni 2019 sampai dengan 29 September 2019. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan melakukan analisis harga satuan pekerjaan, RAB (Rancangan Anggaran Biaya), dan *Time Schedule* kurva S yang diperoleh dari data sekunder yang diberikan oleh pihak perusahaan serta melakukan wawancara dengan pihak perusahaan terkait waktu masing-masing kegiatan keterkaitan antar kegiatan dan percepatan durasi proyek. Kemudian diperoleh data sebagai berikut :

1. Data Kegiatan Proyek Pembangunan dan Perawatan Gedung Dinas PKP (Perumahan dan Kawasan Pemukiman)

CV. Ade Putra Mandiri merencanakan proyek pembangunan dan perawatan gedung Dinas PKP (Perumahan dan Kawasan Pemukiman) selesai dalam waktu 66 hari kerja, dengan 1 hari terdiri

dari 8 jam kerja dan 1 minggu terdapat 6 hari kerja. Total biaya proyek Rp 177,611,958.66 dimana terdapat 33 uraian kegiatan sebagai berikut :

Tabel 1. Data Kegiatan Proyek

Simbol	Nama Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Waktu (Hari)			Biaya (Rp)
			Optimis (a)	Normal (m)	Pesimis (b)	
A	Pek. Persiapan	-	2	3	5	750,000.00
B	Pek. Galian Tanah	A	3	5	7	2,184,583.50
C	Pek. Pondasi Batu Belah	A	2	3	5	7,188,714.39
D	Pek. Pembesian	B,C	1	3	4	13,044,540.93
E	Pek. Beton	D	1	2	4	4,976,938.81
F	Pek. Begisting Sloof	D	1	2	3	459,426.88
G	Pek. Begisting Kolom	D	2	4	5	6,392,235.96
H	Pek. Begisting Ring Balok	F,G	0.5	1	3	1,563,214.13
I	Pek. Begisting Lantai Beton	H	1	2	3	2,616,411.60
J	Pek. Sloof Praktis Lantai 2	I	2	3	4	897,815.93
K	Pek. Sloof Kolom Lantai 2	I	0.5	1	2	2,076,655.79
L	Pek. Ring Balok Praktis Lantai 2	J,K	0.5	1	2	2,136,182.73
M	Pek. Pemasangan Batu Bata	E,L	5	6	8	7,120,772.23
N	Pek. Rangka Atap	R	4	5	7	2,112,000.00
O	Pek. Genteng	N,S	3	5	8	1,266,098.63
P	Pek. Listrik	M	1	2	3	1,994,800.00
Q	Pek. Talang	P	0.5	1	2	846,000.00
R	Pek. Plafond	Q	1	2	3	3,042,124.80
S	Pek. Plesteran Dinding	Q	0.5	1	2	5,340,671.26
T	Pek. Acian Dinding	O	4	8	10	2,951,456.20
U	Pek. Keramik	W	1	2	3	12,981,774.08
V	Pek. Perlengkapan Kamar Mandi	T,U	0.5	1	2	6,987,137.60
W	Pek. Pemasangan Pintu	O	3	4	6	6,896,653.60
X	Pek. Pengocatan	M	2	3	4	8,569,740.30
Y	Pek. Keramik Kamar Mandi	O	0.5	1	2	1,605,164.00
Z	Pek. Lis Keramik	V,Y,AG	5	6	8	1,876,000.00
AA	Pek. Keramik Gedung Lama	Z,AC	0.5	1	2	10,619,235.00
AB	Pek. Tangga Besi	Z,AC	0.5	1	2	1,612,000.00
AC	Pek. Pipa	V,Y,AG	0.5	1	2	2,536,314.00
AD	Pek. Selasar	V,Y,AG	2	3	4	34,859,620.27
AE	Pek. Wallpaper	AD	3	5	8	7,535,000.00
AF	Pek. Keramik Dinding	V,Y,AG	7	10	12	3,665,976.05
AG	Pek. Septictank dan Resapan	O	1	3	4	8,906,700.00
						177,611,958.66

2. Koefisien masing-masing tenaga kerja
 Data ini merupakan data sekunder yang di ambil dari Penawaran Harga untuk proyek pembangunan dan perawatan gedung Dinas PKP (Perumahan dan Kawasan Pemukiman). CV. Ade Putra Mandiri melakukan konsultasi dengan konsultan bidang kontruksi untuk mendapat nilai bobot untuk masing-masing tenaga kerja. Nilai tersebut sering digunakan oleh CV. Putra Mandiri sebagai acuan untuk membuat RAB (Rancangan Anggaran Biaya).

Pengolahan Data Penelitian

Setelah pengumpulan data selesai akan dilakukan pengolahan data sebagai berikut:

1. Mencari durasi rata-rata dengan menggunakan rumus persamaan (2.1).
2. Menyusun jaringan kerja dan mencari jalur kritis.
3. Menghitung waktu percepatan proyek.
4. Mengitung perkiraan jumlah tenaga kerja.
5. Membuat penjadwalan.

Pembahasan Hasil Analisis

Setelah dilakukan pengolahan data, maka langkah selanjutnya adalah membandingkan perhitungan durasi kegiatan, biaya, jumlah tenaga kerja sebelum dilakukan percepatan dengan sesudah dilakukan pecepatan.

Penarikan Kesimpulan dari Hasil Analisis

Dari hasil analisis data yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Durasi Rata-rata

Langkah awal yang harus dilakukan yaitu menghitung durasi rata-rata dengan menggunakan persamaan (2.1) untuk

setiap data yang diketahui. Hasil perhitungan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Durasi Rata-rata

Simbol	Nama Kegiatan	Durasi rata-rata (hari)
A	Pek. Persiapan	3.17
B	Pek. Galian Tanah	5
C	Pek. Pondasi Batu Belah	3.17
D	Pek. Pembesian	2.83
E	Pek. Beton	2.17
F	Pek. Begisting Sloof	2
G	Pek. Begisting Kolom	3.83
H	Pek. Begisting Ring Balok	1.25
I	Pek. Begisting Lantai Beton	2
J	Pek. Sloof Praktis Lantai 2	3
K	Pek. Sloof Kolom Lantai 2	1.08
L	Pek. Ring Balok Praktis Lantai 2	1.08
M	Pek. Pemasangan Batu Bata	6.17
N	Pek. Rangka Atap	2
O	Pek. Genteng	1.08
P	Pek. Listrik	3
Q	Pek. Talang	1.08
R	Pek. Plafond	2
S	Pek. Plesteran Dinding	5.17
T	Pek. Acian Dinding	5.17
U	Pek. Keramik	7.67
V	Pek. Perlengkapan Kamar Mandi	4.17
W	Pek. Pemasangan Pintu	1.08
X	Pek. Pengecatan	2.83
Y	Pek. Keramik Kamar Mandi	2
Z	Pek. Lis Keramik	1.08
AA	Pek. Keramik Gedung Lama	6.17
AB	Pek. Tangga Besi	1.08
AC	Pek. Pipa	3
AD	Pek. Selasar	9.83
AE	Pek. Wallpaper	1.08
AF	Pek. Keramik Dinding	1.08
AG	Pek. Sepictank dan Resapan	5.17

Jaringan Kerja dan Jalur Kritis

Jaringan kerja disusun dengan memperhatikan keterkaitan dengan kegiatan sebelumnya dan durasi. Dengan menggunakan jaringan kerja akan diperoleh durasi waktu kritis. Berikut ini adalah hasil dari penyusunan jaringan kerja:

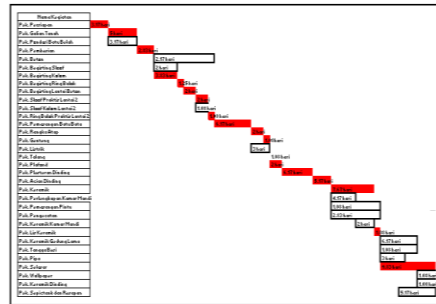


Gambar 1 Jaringan Kerja dan Jalur Kritis

Dengan melihat Gambar 1 dapat dilihat bahwa terdapat jalur kritis A-B-d1-G-d2-H-I-J-d3-L-M-N-O-R-S-T-U-Z-AD-d6. Jalur kritis tersebut berarti bahwa kegiatan-kegiatan yang melewati jalur kritis harus tepat waktu sesuai dengan durasi yang ditetapkan dalam penyelesaian proses pembangunan proyek. Waktu optimal yang diperlukan adalah 62,33 hari, sedangkan waktu yang direncanakan oleh CV. Ade Putra Mandiri adalah 66 hari kerja. Jadi jika kegiatan-kegiatan dikerjakan sesuai dengan jaringan kerja, maka proyek dapat diselesaikan 3.67 hari lebih awal.

Penjadwalan

Gambar IV.3.a merupakan hasil penjadwalan yang diperoleh dari perhitungan dengan Metode PERT.



Gambar 2. Penjadwalan Proyek

Dengan memperhatikan penjadwalan di atas, maka kegiatan pembangunan proyek CV. Ade Putra Mandiri dapat selesai selama 62.33 hari. Untuk jadwal berwarna merah berarti bahwa kegiatan tersebut harus tepat waktu, karena untuk kegiatan kritis. Pada hari-hari terakhir mengeluarkan biaya yang sangat besar dikarenakan banyak sekali kegiatan untuk *Finishing*.

Percepatan Waktu Proyek

Pada Tabel IV.4.a terdapat 17 kegiatan kritis yang memungkinkan untuk dilakukan percepatan. Percepatan dilakukan jika CV. Ade Putra Mandiri menginginkan proyek selesai dalam waktu 55.33 hari (percepatan selama 7 hari).

Tabel 3. Percepatan Waktu Proyek

Simbol	Nama Kegiatan	Biaya (Rp)	Biaya Percepatan Setengah Hari (Rp)	Percepatan (Hari)	Biaya Setelah Percepatan (Rp)
A	Pek. Persiapan	750,000.00	118,421.05	1.17	888,157.89
B	Pek. Galian Tanah	2,184,583.50	218,458.35	2	2,621,500.20
J	Pek. Sloof Praktis Lantai 2	897,815.93	149,635.99	1	1,047,451.92
S	Pek. Plesteran Dinding	5,340,671.26	516,839.15	0.67	5,686,953.49
T	Pek. Acian Dinding	2,951,456.20	285,624.79	2.17	3,570,309.92

Pada Tabel 3 dapat dilihat percepatan dilakukan di 5 kegiatan yaitu pekerjaan

persiapan selama 1.17 hari, pekerjaan galian tanah selama 2 hari, pekerjaan

sloof praktis lantai 2 selama 1 hari, pekerjaan plesteran dinding selama 0.67 hari, dan pekerjaan acian selama 2.17 hari.

Perkiraan Jumlah Tenaga Kerja

Perkiraan jumlah tenaga kerja optimum dapat dilihat di Lampiran 4. Kemudian setelah dilakukan percepatan kegiatan selama 7 hari. Akan dilakukan perhitungan jumlah tenaga kerja setelah dilakukan percepatan. Dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* diperoleh jumlah tenaga kerja sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Percepatan Durasi Proyek

	Sebelum dilakukan Percepatan	Setelah Dilakukan Percepatan
Jumlah Tenaga Kerja	181	193

Perbandingan Sebelum dan Sesudah dilakukan Percepatan

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan Metode PERT, dapat dilihat perbandingan durasi proyek sebelum dilakukan percepatan dan setelah dilakukan percepatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Perbandingan Hari, Biaya, dan Jumlah Tenaga Kerja

	Sebelum dilakukan Percepatan	Setelah Dilakukan Percepatan
Hari	62.33 hari	55.33 hari
Biaya	Rp 177,611,958.66	Rp 179,301,805.19
Jumlah Tenaga Kerja	181 orang	193 orang

Dengan adanya percepatan, perusahaan dapat langsung menentukan harga proyek.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dari hasil dan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa CV. Ade Putra

Mandiri menargetkan proyek selesai dalam waktu 66 hari. Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dijabarkan di atas, terdapat 17 jalur kritis dengan waktu penyelesaian proyek selama 62.33 hari dan 181 tenaga kerja. Dengan adanya penjadwalan kegiatan proyek dan biaya proyek dapat digunakan sebagai acuan dan pengawasan pada pelaksanaan proyek. Jika dilakukan percepatan proyek selama 7 hari akan berdampak pada penambahan biaya proyek sebesar Rp1,698,846.53 dan penambahan tenaga kerja sebanyak 12 orang.

6. REFERENSI

- Ali, T.H. 1997. *Prinsip-prinsip Network Planning*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Amiruddin, M. 2018. *Optimasi Pelaksanaan Proyek Kontruksi dengan Metode PERT dan CPM*.
- Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planing*. Jakarta : PT Rika Cipta
- Dannyanti, E. 2010. *Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip, Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM*.
- Ervianto, W.I. *Manajemen Proyek Konstruksi*, CV Andi Offset, Yogyakarta, 2002.
- Handoko, T.H. 1999. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi Pertama BPFE*. Yogyakarta.
- Hartawan, H. *Analisis Keterlibatan Manajemen Proyek dalam Proses Perencanaan dan Pengendalian Proyek Selama Pelaksanaan Konstruksi*.
http://www.digilib.ui.ac.id/opac/theme_s/libri2/detail.jsp?id=80787.
 www.google.com. Diakses 12 Oktober 2019
- Hayan, A. 2005. *Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang*” Journal The Winners, Vol 6, No.2, h 155-174.

- Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional : Teori dan Praktek, Universitas Indonesia Press. Jakarta.*
- Siagian, P. 1998. *Penelitian Operasional : Teori dan Praktek. UI-Press*
- Siswanto. 2007. *Operation Reseach Jilid II. Erlangga. Jakarta.*