

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Gambaran Umum Proyek

Proyek Pembangunan Box Culvert Saluran Diversi Gunung Sari menggunakan dana yang berasal dari pemerintah Kota Surabaya. Perusahaan yang melaksanakan pekerjaan yaitu PT. Media – Persada, KSO selaku kontraktor pada proyek dan Konsultan yang mengawasi pekerjaan yaitu PT. Mitra Cipta Engineering. Pelaksanaan pembangunan proyek Box Culvert Saluran Diversi Gunung Sari di mulai tanggal 27 Maret 2020 sampai 22 Desember 2020 dengan durasi 270 hari

Nama Proyek	Pembangunan Box Culvert Saluran Diversi Gunung Sari
Lokasi Proyek	Jalan Banjar Sugihan s/d Jalan Kandangan Kota Surabaya
Kontraktor	PT. Media – Persada, KSO
Konsultan Pengawas	PT. Mitra Cipta Engineering
Nomor Kontrak	611.41/015/03.05.0002.T/436.7.3/2020
Nilai Kontrak	Rp 75.565.747.573,04
Waktu Pelaksanaan	27 Maret 2020 s/d 22 Desember 2020

Tabel 4.1 Gambaran Umum Proyek

#### 4.2 Penyusunan Network Diagram

Menyusun Jaringan Kerja atau Network Diagram pada penyusunan di proyek Box Culvert Saluran Diversi Gunung Sari untuk mendapatkan hubungan kerja antar kegiatan menggunakan Microsoft Project untuk menyusun aktivitas pekerjaan satu sama lain nya.

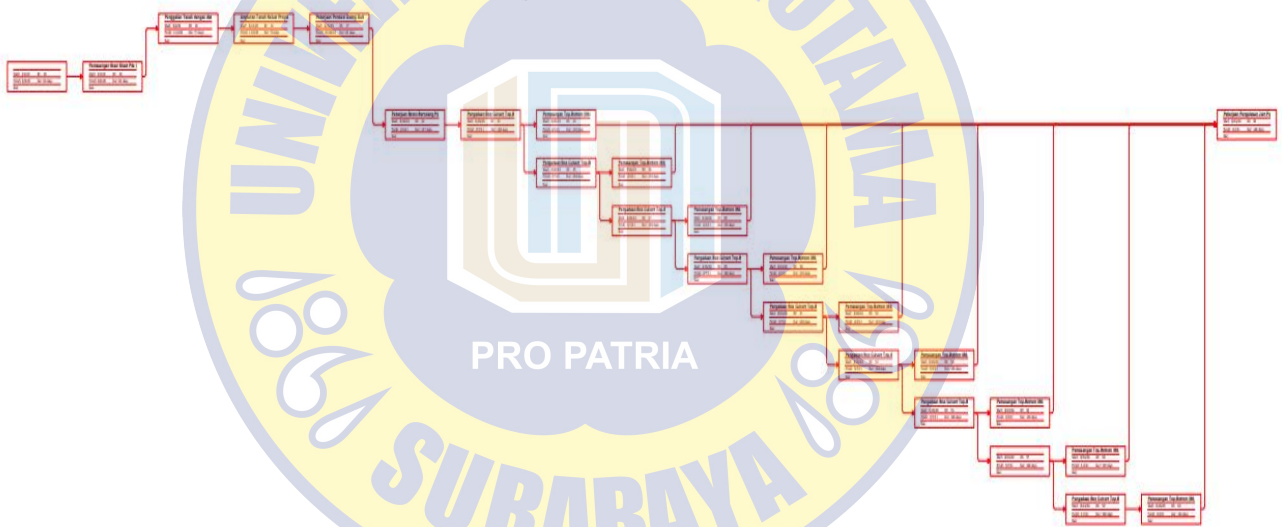
Didalam penyelesaian nya sebagai berikut :

NO	Nama Kegiatan	Durasi Rencana (Hari)	Hubungan Kegiatan
A	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	77	F
B	Angkutan Tanah Keluar Proyek	70	A
C	Pekerjaan Pondasi Gedeg Guling	63	B
D	Sewa Steel Sheet Pile (SSP) Tinggi = 6 m + Braching	84	
E	Pemasangan Steel Sheet Pile (SSP) Tinggi = 6 m + Braching (Termasuk Pemancangan Dan Pencabutan)	84	D
F	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Lajur fc 30 Mpa Tb. 40 cm (Untuk Lantai Dasar)	147	C
G	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type A	168	G
H	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type A	140	H
I	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type B	168	I
J	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type B	140	J

K	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type C	168	K
L	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type C	140	L
M	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type D	168	M
N	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type D	140	N
O	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type E	168	O
P	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type E	140	P
Q	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type F	168	Q
R	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type F	140	R
S	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type G	168	S
T	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type G	140	T
U	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type H	168	U

V	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type H	140	V
W	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type I	168	W
X	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type I	140	X
Y	Pekerjaan Pengelasan Join Pelat Besi	168	H - J - L - N - P - R - T - V - X

Tabel 4.2 Network Diagram



Gambar 4.1 Network Diagram yang terdapat Critical Path

Gambar berikut didapatkan dari Microsoft Project yang memperoleh jalur kritis pada tabel diatas yang merupakan jalur yang tidak dapat ada waktu tunda didalam pekerjaan maupun pelaksanaan nya

#### 4.3 Perhitungan Durasi Kegiatan

Setelah mendapati jaringan kerja yang dihasilkan kemudian mencari nilai durasi (to) waktu yang optimistis terjadi, nilai durasi (tp) waktu yang pesimistis dilakukan, nilai durasi (tm) waktu yang paling mungkin terjadi. Dari ketiga durasi waktu tersebut diperoleh dari kuisisioner yang diberikan kepada praktisi kontruksi terlibat didalam mengerjakan proyek dan yang lebih paham dalam pembuatan jadwal penyelesaian durasi kegiatan. Sehingga didapatkan hasil dari durasi (to) waktu yang optimistis, durasi (tp) waktu yang pesimistis, durasi (tm) waktu yang paling mungkin terjadi sebagai berikut:

NO	Nama Kegiatan	Durasi Rencana (Hari)	Durasi Rata-Rata (hari)		
			to (optimis)	tm (sering)	tp (pesimis)
A	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	77	79	88	101.75
B	Angkutan Tanah Keluar Proyek	70	70.75	77	99.25
C	Pekerjaan Pondasi Gedeg Guling	63	65.5	74.5	85.75
D	Sewa Steel Sheet Pile (SSP) Tinggi = 6 m + Braching	84	85.5	92	119
F	Pemasangan Steel Sheet Pile (SSP) Tinggi = 6 m + Braching (Termasuk Pemancangan Dan Pencabutan)	84	84.75	94.75	121.25
G	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Lajur fc 30 Mpa Tb. 40 cm (Untuk Lantai Dasar)	147	150.75	159	179.25
H	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type A	168	169.25	178.75	205
I	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type A	140	138.25	152.75	178.75
J	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type B	168	171.25	181	205

K	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type B	140	143	157	185.75
L	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type C	168	169.25	178.5	204
M	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type C	140	142.25	155	178.75
N	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type D	168	169.25	180.75	205
O	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type D	140	141.75	156	184.5
P	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type E	168	173	180	210.25
Q	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type E	140	142.75	151.75	177.75
R	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type F	168	169	176.25	208.5
S	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type F	140	142	153	180.25
T	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type G	168	168.5	180.75	211.5
U	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type G	140	144.5	153.75	174.25
V	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type H	168	171.5	183.75	215
W	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type H	140	141.75	150.5	180
X	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type I	168	170.25	178	206

Y	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type I	140	143.75	153.5	174.5
Z	Pekerjaan Pengelasan Join Pelat Besi	168	170	181.5	216.5

Tabel 4.3 Hasil Nilai Durasi Kegiatan

#### 4.4 Perhitungan Waktu Penyelesaian Proyek

Setelah mendapatkan hasil rekapitulasi dari nilai durasi ( $t_o$ ) waktu yang optimistis terjadi, nilai durasi ( $t_p$ ) waktu yang pesimistis dilakukan, nilai durasi ( $t_m$ ) waktu yang paling mungkin terjadi. Kemudian menghitung durasi total proyek yang diperoleh.

Nilai  $t_e$  dan variansi yang digunakan adalah pada aktivitas A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-X-Y. Dari aktivitas tersebut, akan diperoleh hasil dari  $T_e$  dan deviasi standar hanya untuk jalur kritis.

$$T_e = \frac{\text{optimistic} + (4 \times \text{most likely}) + \text{pesimistic}}{6}$$

Langkah yang dilakukan setelah menghitung nilai  $t_e$  adalah menentukan

nilai variansi ( $\sigma^2$ ) yaitu dengan cara:

$$\sigma^2 = \frac{(t_b - t_a)^2}{6}$$

NO	Nama Kegiatan	Durasi Rencana (Hari)	Durasi Rata-Rata (hari)			Te (to+4tm+tp)/6	$\sigma^2$ (tp-to) <sup>2</sup> /6)
			to (optimis)	tm (sering)	tp (pesimis)		
A	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	77	79	88	101.75	88.79	86.26
B	Angkutan Tanah Keluar Proyek	70	70.75	77	99.25	79.67	135.38
C	Pekerjaan Pondasi Gedeg Guling	63	65.5	74.5	85.75	74.88	68.34
D	Sewa Steel Sheet Pile (SSP) Tinggi = 6 m + Braching	84	85.5	92	119	95.42	187.04
F	Pemasangan Steel Sheet Pile (SSP) Tinggi = 6 m + Braching (Termasuk Pemancangan Dan Pencabutan)	84	84.75	94.75	121.25	97.50	222.04
G	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Lajur fc 30 Mpa Tb. 40 cm (Untuk Lantai Dasar)	147	150.75	159	179.25	161.00	135.38
H	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type A	168	169.25	178.75	205	181.54	213.01
I	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type A	140	138.25	152.75	178.75	154.67	273.38
J	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type B	168	171.25	181	205	183.38	189.84
K	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type B	140	143	157	185.75	159.46	304.59
L	Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type C	168	169.25	178.5	204	181.21	201.26



M	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type C Pengadaan Box Culvert	140	142.25	155	178.75	156.83	222.04
N	Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type D Pemasangan Top-Bottom	168	169.25	180.75	205	182.88	213.01
O	350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type D Pengadaan Box Culvert	140	141.75	156	184.5	158.38	304.59
P	Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type E Pemasangan Top-Bottom	168	173	180	210.25	183.88	231.26
Q	350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type E Pengadaan Box Culvert	140	142.75	151.75	177.75	154.58	204.17
R	Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type F Pemasangan Top-Bottom	168	169	176.25	208.5	180.42	260.04
S	350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type F Pengadaan Box Culvert	140	142	153	180.25	155.71	243.84
T	Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type G Pemasangan Top-Bottom	168	168.5	180.75	211.5	183.83	308.17
U	350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type G Pengadaan Box Culvert	140	144.5	153.75	174.25	155.63	147.51
V	Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type H Pemasangan Top-Bottom	168	171.5	183.75	215	186.92	315.38
W	350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikan Type H Pengadaan Box Culvert	140	141.75	150.5	180	153.96	243.84
X	Top-Bottom Uk. 350.350.120 fc 35 Pabrikasi Type I	168	170.25	178	206	181.38	213.01

Y	Pemasangan Top-Bottom 350.350.120 fc 35 Mpa Pabrikasi Type I	140	143.75	153.5	174.5	155.38	157.59
Z	Pekerjaan Pengelasan Join Pelat Besi	168	170	181.5	216.5	185.42	360.38

Tabel 4.4 Hasil Waktu Penyelesaian Proyek

Dari tabel tersebut diketahui nilai  $T_e$  yang diperoleh adalah 186.92 hari dari kegiatan V yang merupakan kegiatan terpanjang dan memiliki jalur kritis didalam nya yang tidak ada waktu tunda didalamnya . Hal ini dapat dikatakan bahwa jalur terpanjang dari suatu proyek dibulatkan durasi sebesar 187 hari yang diketahui dari kegiatan V yang tersebut. Dan nilai total varians ( $\sigma^2$ ) pada jalur kritis mendapati nilai 5441.35 yang digunakan untuk mencari standar deviasi untuk dapat menemukan nilai probabilitas di dalam pelaksanaannya

#### 4.5 Menentukan Probabilitas Penyelesaian Proyek

Kemungkinan (probabilitas) penyelesaian suatu proyek merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan dalam membuat suatu penjadwalan kerja. Hal ini dikarenakan setiap pelaksanaan proyek pasti ada faktor kendala sehingga probabilitas tersebut dapat digunakan untuk mempertimbangkan kemungkinan penyelesaian proyek lebih cepat, lebih lambat, atau sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

Sedangkan untuk memperoleh nilai standar deviasi pada jalur kritis adalah sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\Sigma(V \text{ ariansi pada Jalur Kritis})}$$

$$S = \sqrt{\Sigma(V \text{ ariansi pada Jalur Kritis})}$$

$$= \sqrt{5441.35}$$

$$= 73.77$$

Nilai  $T_e$  dan  $S$  tersebut berfungsi untuk mengurangi terjadinya risiko dalam menyelesaikan suatu proyek, sehingga diperlukan juga nilai  $z$  atau untuk mengetahui probabilitas durasi penyelesaian proyek sesuai dengan durasi yang diharapkan. Jika diasumsikan nilai  $T(d)$  adalah 270 hari atau menyesuaikan waktu maksimal penyelesaian pada kalender harian kesepakatan kerja, maka nilai probabilitas dapat dihitung dengan cara:

$$Z = \frac{T(d) - T_e}{S}$$
$$Z = \frac{270 - 187}{73,77}$$

$$Z = 1.125$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapat nilai  $z$  sebesar 1,125, sehingga apabila dilihat dalam tabel  $z$  score, nilai 1,125 memiliki nilai probabilitas 0,8686. Nilai tersebut apabila dipersentasekan akan menjadi 86,86% atau dapat dikatakan bahwa probabilitas proyek selesai dalam kurang dari sama dengan 187 hari adalah 86,86% probabilitas yang

terjadi. Perolehan 187 hari didapati dari total jalur kritis terpanjang yang di lalu oleh kegiatan kritis yang merupakan nilai dari pada  $T_e$  (waktu yang diharapkan ). Maka dari itu waktu yang dipercepat dalam menyelesaikan proyek sebesar 187 hari dengan kemungkinan terjadi sebesar 86,86 % yang diperoleh untuk terselesaikan

#### 4.6 Menentukan Percepatan Durasi Kegiatan

Proyek Pembangunan Box Culvert Saluran Diversi Gunung Sari memiliki aktivitas yang harus dilakukan secara sistematis..Setelah melaakukan wawancara dengan pihak yang terjun langsung dalam pelaksanaan proyek nya. Dengan menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja yang diharapkan dengan adanya penambahan tenaga kerja, akan membuat aktivitas semakin cepat terselesaikan. Dalam hal ini, penambahan tenaga kerja dilakukan pelaksana proyek sesuai kebutuhan di lapangan. Sebagai contoh berikut merupakan perhitungan untuk mendapatkan nilai dengan alternatif penambahan tenaga kerja dengan contoh aktivitas Pengadaan Box Culvert Top-Bottom Pabrikasi Type C sebagai berikut:

- Volume pekerjaan = 528 Pcs
- Biaya Normal = Rp 12,562,704,000.00
- Durasi Kegiatan = 181.21 Hari
- Jumlah Tenaga Tukang = 5 orang

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

$$= \frac{528}{181.21} = 2.91$$

1. Produktivitas Harian Crashing dapat dihitung dengan cara:

Dengan penambahan total pekerja sebanyak 25 orang pekerja tambahan yang diberikan dengan penambahan 1 pekerja pada setiap kegiatan kegiatan kritis yang diperoleh pada saat wawancara dengan pihak yang pelaksana proyek tersebut untuk memperoleh percepatan pekerjaan yang dikerjakan maka dapat diperoleh sebagai berikut :

a. 
$$PH \text{ Crashing} = PH \times \frac{\text{Total Tukang Normal} + \text{Total Tukang Tambahan}}{\text{Total Tukang Normal}}$$

$$= 2.91 \times \frac{5 + 1}{5}$$

$$= 3.49$$

b. Crash Duration dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{PH \text{ crassing}}$$

$$= \frac{528}{3.49}$$

$$= 151.29$$

2. Menghitung total penambahan biaya dengan cara:

a. Total Penambahan Biaya = Jumlah Tukang Tambahan x Upah

$$= 1 \times 100,000$$

$$= \text{Rp } 100,000$$

b. Menghitung Crash Cost (CC) dengan cara

$$\text{Crash Cost} = \text{Biaya Normal} + (\text{Tot Tambahan Biaya} \times \text{DurasiCrash})$$

$$= \text{Rp } 12,562,704,000.00 + (\text{Rp } 100,000 \times 151.29)$$

$$= \text{Rp } 12,577,833,000$$

Perhitungan Crash Duration dan Crash Cost selanjutnya dilakukan untuk semua aktivitas proyek di jalur kritis, sehingga apabila dilakukan rekapitulasi akan didapatkan nilai sebagai berikut:

NO	Kegiatan	Normal Duration (Hari)	Normal Cost (Rp)	Crash Duration (hari)	Crash Cost (Rp)
1	A	88.79	1,153,101,865.36	73.99	1,160,501,170.92
2	B	79.67	1,271,599,939.50	66.39	1,278,238,828.39
3	C	74.88	320,673,697.34	62.40	326,913,280.68
4	D	95.42	566,060,000.00	79.51	574,011,388.89
5	E	97.50	532,234,436.80	81.25	540,359,436.80
6	F	161.00	4,939,621,763.79	134.17	4,953,038,430.46
7	G	181.54	2,188,956,000.00	151.28	2,204,084,472.22
8	H	154.67	36,306,937.04	128.89	49,195,825.93

9	I	183.38	2,188,956,000.00	152.81	2,204,237,250.00
10	J	159.46	36,306,937.04	132.88	49,595,131.48
11	K	181.21	12,562,704,000.00	151.01	12,577,804,694.44
12	L	156.83	208,370,247.36	130.69	221,439,691.80
13	M	182.88	8,541,687,000.00	152.40	8,556,926,583.33
14	N	158.38	141,675,982.58	131.98	154,873,899.25
15	O	183.88	8,541,687,000.00	153.23	8,557,009,916.67
16	P	154.58	141,675,982.58	128.82	154,557,927.02
17	Q	180.42	214,137,000.00	150.35	229,171,722.22
18	R	155.71	3,551,765.58	129.76	16,527,460.02
19	S	183.83	214,137,000.00	153.19	229,456,444.44
20	T	155.63	3,551,765.58	129.69	16,520,515.58
21	U	186.92	95,172,000.00	155.76	110,748,388.89
22	V	153.96	1,578,562.48	128.30	14,408,423.59
23	W	181.38	962,280,000.00	151.15	977,394,583.33
24	X	155.38	14,207,062.32	129.48	27,154,978.99
25	Y	185.42	342,518,440.00	154.51	357,969,828.89
Total			45,222,751,385.35	Total	45,542,140,274.24

Tabel 4.5 Perhitungan Crash Duration Dan Crash Cost

Durasi dan biaya yang dipercepat tersebut menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja. Normal Cost (NC) adalah biaya langsung normal yang dikeluarkan oleh proyek dengan total biaya sebesar Rp 45,222,751,385.35 sedangkan Crash Cost (CC) merupakan

biaya langsung yang dikeluarkan pelaksana proyek setelah terjadi nya penambahan tukang atau percepatan waktu dengan total biaya sebesar Rp 45,542,140,274.24. setelah dipercepat.

Dengan penambahan 25 tenaga kerja pada pembangunan Box Culvert Saluran Diversi Gunung Sari dapat mempercepat pekerjaan yang terutama didalam jalur kritis yang tidak ada waktu tunda di dalam pekerjaannya yang telah dipercepat. Dengan durasi proyek 187 hari kalender dengan probabilitas sebesar 86.86% dapat dipercepat dengan penambahan tenaga kerja tukang yang seperti perhitungan diatas

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lulitasari P. A. pada tahun 2020 mendapati bahwa dengan metode durasi optimal CPM dan PERT mempercepat durasi waktu 108 hari dari waktu rencana 115 hari, dengan penambahan tenaga kerja yang biaya dikeluarkan sebesar Rp 3.678.348.174,- dari biaya rencana sebesar Rp 4.046.873.346 sedangkan dengan penelitian yang penulis buat pada penelitian ini mendapati dengan metode CPM dan PERT mempercepat durasi sebesar 187 hari dari waktu rencana 270 hari, dengan penambahan tenaga kerja sebanyak 25 orang tenaga kerja yang biaya dikeluarkan sebesar Rp 45,542,140,274.24 dari biaya rencana sebesar Rp 45,222,751,385.35 dan probabilitas yang didapati sebesar 86,86% pekerjaan dapat terselesaikan