

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYACRASHING DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF

Dita Nafa Anggraeni, Meriana Wahyu Nugroho, Sumarsono

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari
Email :ditanafa4@gmail.com; rian.sipilunhasy@gmail.com; sumarsono13@gmail.com

ABSTRAK

Biaya dan waktu merupakan analisa paling penting pada proyek konstruksi. Waktu yang optimal dan biaya minimal menjadi pemilihan paling optimum pada proyek. Oleh karena itu, perlu untuk mengoptimalkan biaya dan waktu dengan melakukan *crashing* pada jalur kritis yang ada. Perhitungan dimulai dengan mencari lintasan kritis menggunakan *Critical Path Method* (CPM) kemudian dilakukan *crashing* pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Pada penelitian terdahulu percepatan dilakukan dengan 3 alternatif yaitu menambahkan 1 jam kerja (alternatif 1), 2 jam kerja (alternatif 2), dan 3 jam kerja (alternatif 3). Pada penelitian ini akan dikembangkan menjadi alternatif 4 (kombinasi), pemilihan waktu dan biaya optimum didapatkan dari nilai biaya yang terendah pada setiap alternatif dan diterapkan pada alternatif 4. Waktu optimum pada penelitian terdahulu yaitu 586 hari dengan biaya sebesar Rp. 32.015.796.446,- sedangkan dengan pemilihan alternatif 4 didapatkan durasi 597 dengan biaya Rp. 31.893.210.841,-, sehingga alternatif 4 lebih optimal dibanding dengan alternatif 2.

Kata Kunci : *crash program*, jalur kritis, *time cost trade off*, optimasi waktu dan biaya

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dita N.A, Meriana W.N. dan Sumarsono (2019) telah melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Waktu dan Biaya pada *Crashing* dengan Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*. Pada penelitian tersebut dilakukan penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan 1 jam kerja, 2 jam kerja, dan 3 jam kerja. Waktu dan biaya optimum didapatkan pada penambahan 2 jam kerja dengan percepatan 110 hari dan penurunan biaya sebesar Rp. 942.466.613,-.

Keberhasilan suatu proyek dapat dilakukan dengan menggunakan sumber daya yang efisien dan efektif. Keterlambatan pada durasi proyek dapat terjadi jika sumberdaya terbatas. Durasi kegiatan suatu proyek berkaitan erat dengan pembiayaan. Peningkatan sumber daya, tenaga kerja, material dapat menyebabkan biaya bertambah tetapi mempercepat durasi.

Urutan kegiatan proyek yang yang jelas, hubungan ketergantungan antara kegiatan – kegiatan kritis, kebutuhan sumber daya tiap – tiap kegiatan dan lokasi waktu pelaksanaan proyek diperoleh dari jadwal perencanaan dan juga menganalisa apabila

terjadi suatu keterlambatan dalam proyek maka dapat diketahui pengaruhnya terhadap jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Memperpendek durasi proyek dengan pengeluaran biaya seminimal mungkin maka diperlukan sebuah optimasi

Penambahan jam kerja dilakukan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek, percepatan dilakukan dengan menambahkan 1 jam kerja, 2 jam kerja, dan 3 jam kerja. Dari penambahan jam kerja yang berbeda akan menghasilkan durasi penyelesaian proyek yang berbeda, hal tersebut juga akan mempengaruhi total biaya pada proyek.

Alternatif pada waktu penyelesaian proyek sesuai dengan penambahan jam kerja, pada penelitian terdahulu terdapat tiga alternatif, yaitu alternatif 1 (penambahan 1 jam kerja), alternatif 2 (penambahan 2 jam kerja), alternatif 3 (penambahan 3 jam kerja). Sedangkan pada penelitian ini akan dikembangkan menjadi alternatif 4 yaitu dengan cara mengambil biaya terendah pada setiap alternatif sehingga pada setiap kegiatan mengali penambahan jam kerja yang berbeda – beda dan akan menghasilkan waktu dan biaya paling optimum.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa hasil waktu optimum pada perbandingan alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3, dan alternatif 4 (kombinasi) ?
2. Berapa hasil biaya optimum pada perbandingan alternatif 1, alternatif 2 alternatif 3, dan alternatif 4 (kombinasi) ?

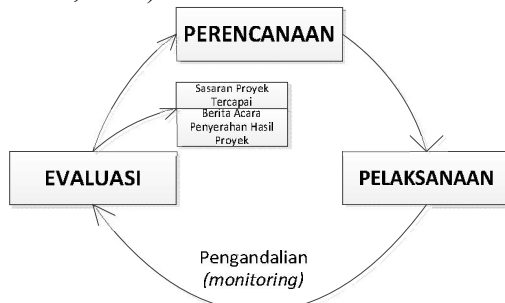
1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui hasil waktu optimum pada perbandingan alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3, dan alternatif 4 (kombinasi).
2. Untuk mengetahui hasil biaya optimum dari perbandingan alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3, dan alternatif 4 (kombinasi).

II. Kajian Pustaka

1. Manajemen Proyek

Manajemen proyek dilakukan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan dengan cara melaksanakan, mengorganisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan (Soeharto, 1995).



Gambar 1. Mekanisme Manajemen Proyek(Dipohusodo, 1996)

2. Gantt Chart

Alat yang bernilai khususnya untuk proyek – proyek dengan jumlah anggota tim yang sedikit, proyek mendekati penyelesaian dan beberapa kendala proyek adalah *Gantt Chart*.

Heizer, Jay, dan Render Barry (2006) *Gantt Cahrt* membantu penggunaanya untuk memastikan bahwa :

- a. Merencanakan semua kegiatan
- b. Memperhitungkan urutan kinerja
- c. Waktu perencanaan telah dibuat.

3. Netowork Planning

Network Planning haruslah direncanakan dengan sebaik – baiknya dan berupa penyelesaian pekerjaan.Kegiatan – kegiatan yang dilakukan diharapkan sesuai dengan jadwal dan saling terhubung dengan kegiatan lainnya.*Network Planning* digunakan untuk menyusun perencanaan penyelesaian proyek dengan waktu dan biaya yang paling optimum.

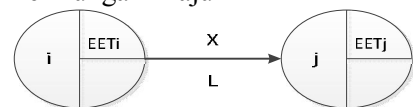
Untuk menyusun *Network Planning* membutuhkan data - data sebagai berikut (Kandaw, 2013) :

- a. Urutan pekerjaan harus logis
- b. Urutan pekerjaan harus disusun dari pekerjaan sebelumnya dan pekerjaan sesudahnya atau pekerjaan yang mengikuti.
- c. Estimasi waktu penyelesaian setiap pekerjaan
- d. Biaya yang digunakan untuk mempercepat pekerjaan
- e. Sumber – sumber yang digunakan untuk pembangunan proyek.

4. Analisa Waktu

- a. *Crithical Path Method (CPM)*
Khodijah (2013), mengatakan *network planning* terdapat beberapa jalur kritis.Di dalam *network planning* juga terdapat lintasan lain selain lintasan kritis yaitu waktu yang lebih pendek yang mempunyai jangka waktu yang lebih pendek dan disebut *float*. *Float* memeberikan sejumlah kelonggaran pada jaringan kerja sesuai dengan nilai dari *total float* yang dihasilkan.

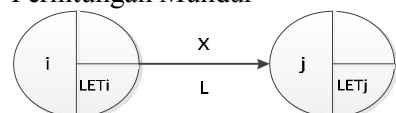
- Perhitungan Maju



Gambar 2. Kegiatan EET

$$EETj = EETi + L$$

- Perhitungan Mundur



Gambar 3. Kegiatan LET

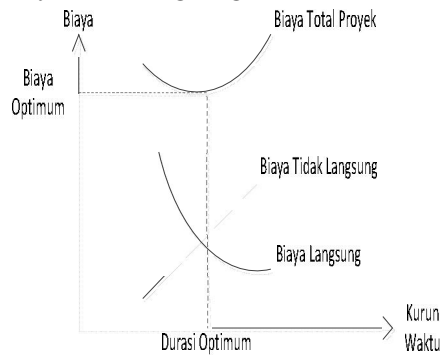
- $LET_i = LET_j - L$

5. Analisa Biaya

Proses produksi yang diukur berdasarkan nilai uang yang timbul dan mungkin akan timbul untuk mencapai suatu tujuan tertentu atau suatu hasil produksi maka akan memerlukan biaya.

Biaya dikelompokkan menjadi 3 (Soeharto, 1999) :

- a. Biaya Langsung
 - 1) Biaya bahan / material
 - 2) Biaya upah pekerja
 - 3) Biaya peralatan
 - 4) Biaya sub-kontraktor
 - 5) Biaya lain – lain
- b. Biaya tidak langsung



Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu dengan Biaya Total, Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung (Soeharto, 1995)

6. Mempercepat Pelaksanaan proyek

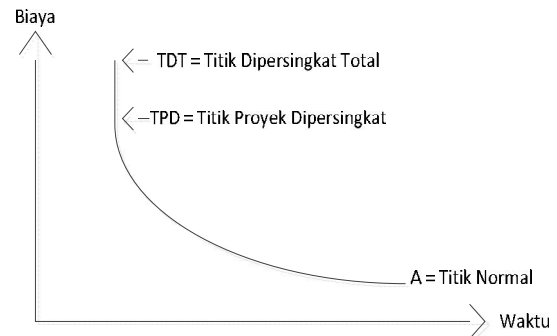
Usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian keadaan normal atau waktu rencana maka dibutuhkan prcepatan waktu penyelesaian proyek.

Dalam keadaan tertentu waktu penyelesaian proyek dengan waktu penyelesaian rencana proyek berbeda. Waktu penyelesaian rencana proyek biasanya lebih pendek dari pada waktu penyelesaian proyek. Waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh lintasan kritis pada *network planning*, waktu pelaksanaan pada tersebut merupakan jumlah durasi paling lama dari kegiatan yang membentuk lintasan kritis. Sedangkan durasi rencana penyelesaian proyek ditentukan berdasarkan kebutuhan manajemen dari proyek.

Tujuan dari mempercepat durasi adalah memperpendek jadwal penyelesaian proyek dengan kenaikan biaya yang minimal. Syarat

untuk mempercepat durasi penyelesaian proyek adalah :

- a. Memiliki diagram kerja yang tepat
- b. Menentukan durasi kegiatan dengan tepat
- c. Melakukan oerhitungan maju dan perhitungan mundur padad *network planning*
- d. Menentukan durasi penyelesaian proyek .



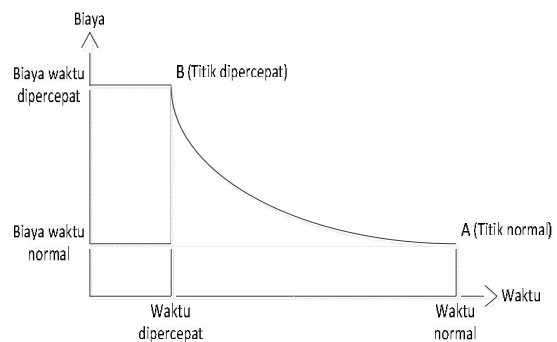
Gambar 5. Titik Normal TPD dan TDT (Soeharto, 195)

7. Analisa Time Cost Trade Off

Time Cost Trade Off merupakan proses yang disengaja, dengan melakukan penhujian pada *network planning* yang dipusatkan pada waktu kritis. Setelah menemukan lintasan kritis maka dilakukan kompresi (*crashing*) pada kegiatan yang memiliki nilai *cost slope* terendah.

Terdapat dua nilai waktu dan biaya yang ditujukan setiap aktivitas pada *network planning* saat telah terjadi percepatan :

- a) *Normal duration* (Nd)
- b) *Crash duration* (Cd)
- c) *Normal cost* (Nc)
- d) *Crash cost* (Cc)



Gambar 6. Hubungan Waktu Biaya Normal dan Dipersingkat untuk satu Kegiatan (Soeharto, 1995)

8. Fungsi Euclidean Distance 2 Dimensi

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

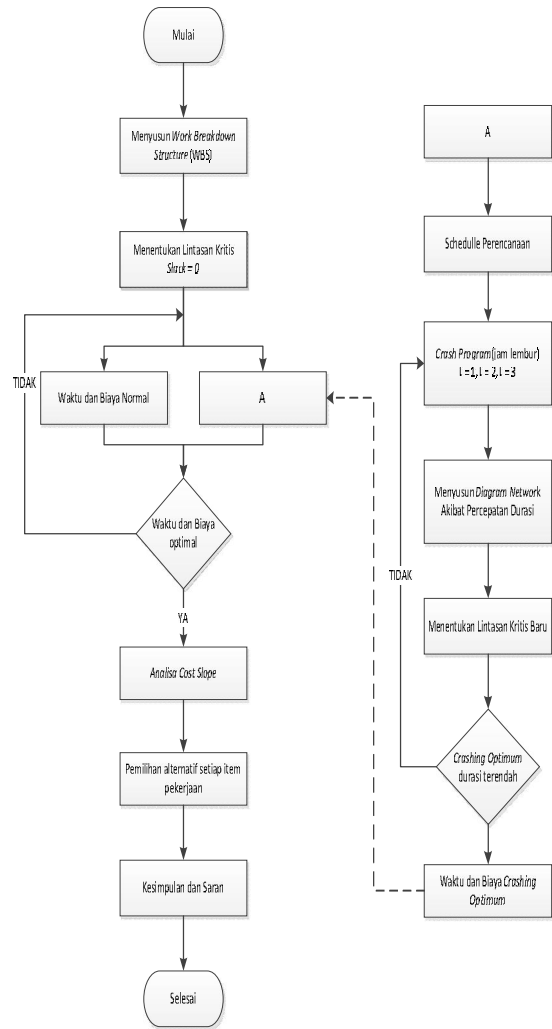
Dimana :

- d : jarak antar titik
- x : nilai pada sumbu x
- y : nilai pada sumbu y

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Time Cost Trade Off* dengan melakukan penambahan jam kerja (lembur) pada lintasan kritis, lintasan kritis didapatkan dari hasil *network planning*. *Crashing* dilakukan dengan menambahkan 1 jam kerja, 2 jam kerja, dan 3 jam kerja. Pada setiap item pekerjaan memiliki nilai *cost slope* terendah yang berbeda – beda pada setiap alternatifnya. Alternatif 4 merupakan pemilihan biaya terendah pada setiap alternatif, sehingga akan didapatkan waktu dan biaya optimum pada penyelesaian proyek.

3.1. Teknik Analisis Data



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Analisa pada penelitian ini dilakukan dengan menyusun *Work Breakdown Structure* (WBS), membuat *network planning* untuk mengetahui waktu kritis. Jika waktu kritis sudah diketahui maka dilakukan *crashing* dengan menambahkan jam kerja (lembur), sehingga muncul jalur kritis baru. Setelah mendapatkan percepatan waktu dan perubahan biaya maka mencari nilai *cost slope* terendah pada setiap alternatif atau penambahan jam kerja, sehingga akan diketahui biaya terendah pada setiap pekerjaan dengan penambahan jam kerja yang berbeda – beda.

IV.PEMBAHASAN

Bedasarkan data *time schedule*, dan rencana anggaran biaya dama proyek pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Tadulako Palu, maka penelitian ini penulis akan menentukan jadwal baru proyek pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Tadulako Palu dan menentukan besarnya nilai biaya pengerjaan proyek setelah dilakukan *crashing* dengan cara menambahkan jam kerja (lembur).

4.1.Data Urutan Kegiatan Waktu Normal Proyek Pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Tadulako Palu

Tabel 1. Data urutan Kegiatan Waktu dadn Biaya Normal

N o	Kode	Dura si (hari)	Biaya (Rp)	Keteran gan
1	A	21	526.054.029, -	Alternati f 3
2	B	25	559.384.928, -	Alternati f 3
3	C	3	507.347.726, -	Alternati f 3
4	D	22	44.144.243,-	Alternati f 3
5	E	1	595.736.149, -	Normal
6	F	1	343.616.045, -	Normal
7	G	3	1.128.805.29 0,-	Normal
8	H	6	113.880.500, -	Normal
9	I	8	293.300.400, -	Normal
10	J	8	339.585.200, -	Normal
11	K	7	191.103.466, -	Alternati f 3
12	L	10	35.171.193,-	Alternati f 3
13	M	56	251.518.001, -	Alternati f 3
14	N	10	296.916.030, -	Normal
15	O	5	1.384.034.83 0,-	Normal
16	P	19	232.427.400, -	Normal
17	Q	6	19.343.100,-	Normal

18	R	2	17.363.340,-	Normal
19	S	1	696.757.793, -	Alternati f 1
20	T	1	2.601.592,-	Alternati f 1
21	U	1	45.403.522,-	Alternati f 1
22	V	1	994.701.067, -	Alternati f 1
23	W	23	35.693.076,-	Alternati f 3
24	X	3	100.250.030, -	Normal
25	Y	7	27.026.927,-	Alternati f 3
26	Z	6	324.759.261, -	Alternati f 3
27	AA	1	158.443.750, -	Normal
28	AB	1	539.791.223, -	Normal
29	AC	2	361.955.390, -	Normal
30	AD	6	80.876.300,-	Normal
31	AE	4	86.666.800,-	Normal
32	AF	5	134.304.900, -	Normal
33	AG	6	172.486.168, -	Alternati f 3
34	AH	10	25.582.600,-	Alternati f 3
35	AI	19	212.781.380, -	Alternati f 3
36	AJ	7	202.359.406, -	Normal
37	AK	5	906.420.770, -	Normal
38	AL	18	90.001.700,-	Normal
39	AM	6	30.280.600,-	Normal
40	AN	3	224.783.000, -	Normal
41	AO	1	635.999.940, -	Alternati f 1
42	AP	1	2.501.927,-	Alternati f 1
43	AQ	13	730.631.421, -	Alternati f 3
44	AR	3	621.855.926, -	Alternati f 3
45	AS	21	31.242.925,-	Alternati f 3
46	AT	8	264.768.273, -	Alternati f 3
47	AU	1	598.595.240, -	Normal
48	AV	2	436.232.770, -	Normal

49	AW	9	483.126.200,	Normal
			-	
50	AX	4	97.623.500,-	Normal
51	AY	10	142.211.100,	Normal
			-	
52	AZ	9	147.667.911,	Alternati
			-	f 3
53	AAA	9	7.698.229,-	Alternati
			-	f 3
54	AAB	30	153.620.162,	Alternati
			-	f 3
55	AAC	7	214.421.737,	Normal
			-	
56	AAD	5	1.466.834.84	Normal
			0,-	
57	AAE	25	62.992.800,-	Normal
58	AAF	8	36.573.800,-	Normal
59	AAG	2	148.107.990,	Normal
			-	
60	AAH	3	245.165.000,	Normal
			-	
61	AAI	9	209.529.000,	Normal
			-	
62	AAJ	1	262.078.000,	Normal
			-	
63	AAK	1	564.909.862,	Alternati
			-	f 1
64	AAL	1	938.223,-	Alternati
			-	f 1
65	AAM	1	179.471.389,	Alternati
			-	f 1
66	AAN	34	1.481.912.20	Alternati
			7,-	f 2
67	AAO	1	806.911.974,	Alternati
			-	f 1
68	AAP	18	102.762.054,	Alternati
			-	f 3
69	AAQ	72	266.316.527,	Alternati
			-	f 1
70	AAR	11	142.712.558,	Alternati
			-	f 1
71	AAS	6	245.335.355,	Alternati
			-	f 3
72	AAT	7	153.622.167,	Alternati
			-	f 3
73	AAU	9	135.360.631,	Alternati
			-	f 1
74	AAV	12	99.302.628,-	Alternati
			-	f 1
75	AAW	2	59.674.235,-	Alternati
			-	f 1
76	AAX	1	112.337.540,	Normal
			-	
77	AAZ	1	546.770.100,	Normal
			-	
78	AAZ	1	91.424.600,-	Normal
79	AAA	1	539.369.800,	Normal

	A		-	
80	AAA	1	110.103.980,	Normal
	B		-	
81	AAA	1	554.202.400,	Normal
	C		-	
82	AAA	4	48.583.140,-	Normal
	D			
	Σ	597	31.893.210.8	
			41,-	

Sumber : Analisa Penulis (2019)

Pada pemilihan alternatif 4 (kombinasi) dilakukan pemilihan terhadap biaya terendah pada setiap item pekerjaan berdasarkan alternatif atau penambahan jam kerja, kecuali pada kegiatan yang tidak berada pada jalur kritis atau pekerjaan yang dilakukan secara *lumps sum*.

Pemilihan alternatif 1 terdapat pada 17 item pekerjaan, pada lantai 1 yaitu pada pekerjaan partisi, pekerjaan bovenlist, pekerjaan balok, pekerjaan plat balok, pekerjaan partisi dan pekerjaan aksesoris. Pada lantai 2 yaitu pada pekerjaan partisi, pekerjaan bovenlist dan pekerjaan pengecatan. Pada lantai 3 yaitu pada pekerjaan bovenlist, pekerjaan partisi, pekerjaan dinding partisi, pekerjaan plat beton, pekerjaan atap, pekerjaan penutup atap, pekerjaan atap plafond dan pengecatan. Sehingga pada pemilihan alternatif 1 memiliki durasi 122 hari kerja dan biaya sebesar Rp. 5.102.248.669,-.

Pemilihan alternatif 2 terdapat 1 item pekerjaan, pada lantai 2 yaitu pada pekerjaan balok dengan durasi 34 hari kerja dan biaya sebesar Rp. 1.635.432.062,-.

Pemilihan alternatif 3 terdapat item pekerjaan, pada lantai 1 yaitu pada pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi tapak, pekerjaan *ground water tank*, pekerjaan pasangan dinding, pekerjaan sanitair, pekerjaan plesteran, pekerjaan tangga, pekerjaan *waterproofing*, pekerjaan atap plafond, dan pekerjaan pengecatan. Pada lantai 2 yaitu pada pekerjaan pasangan dinding, pekerjaan sanitair, pekerjaan plesteran, pekerjaan balok, pekerjaan plat beton, pekerjaan tangga, pekerjaan atap

plafond. Pada lantai 3 yaitu pada pekerjaan pemasangan dinding, pekerjaan sanitair, pekerjaan plesteran, pekerjaan tangga. Sehingga pada pemilihan alternatif 3 memiliki durasi 334 hari kerja dan biaya sebesar Rp. 5.914.813.996,-

Pekerjaan yang tidak berada pada jalur kritis maka tidak mengalami percepatan dan penambahan biaya, pada lantai 1 yaitu pekerjaan kolom, pekerjaan, sloof dan lantai kerja, pekerjaan, instalasi panel, instalasi telepon, pekerjaan *fire alarm*, instalasi *sound sistem*, pekerjaan lantai, instalasi pipa refrigerant, instalasi air kotor, instalasi air bersih, instalasi listrik, pekerjaan penutup atap kanopi loby, pekerjaan lampu, pekerjaan utama. Pada lantai 2 yaitu pekerjaan instalasi lampu, pekerjaan kolom, instalasi panel, instalasi panel, instalasi telepon, instalasi *fire alarm*, instalasi *sound sistem*, pekerjaan lantai, instalasi pipa refrigerant, instalasi air kotor, instalasi air bersih, instalasi listrik pekerjaan lampu, pekerjaan peralatan utama. Pada lantai 3 yaitu pada pekerjaan kolom, instalasi panel, instalasi panel, instalasi telepon, instalasi *fire alarm*, instalasi *sound sistem*, pekerjaan lantai, instalasi pipa refrigerant, instalasi air kotor, instalasi air bersih, instalasi listrik, sistem distribusi air bersih tandon atas, sistem pengisian air bersin tandon atas, pekerjaan *deep well*, pekerjaan partisi, pekerjaan lampu, pekerjaan peralatan utama. Sehingga pada pemilihan waktu normal memiliki durasi 235 hari kerja dan biaya sebesar Rp. 19.240.707.114,-

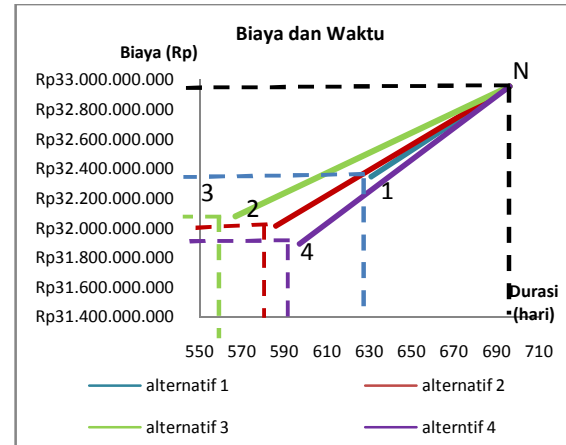
Tabel 2. Waktu dan Biaya Pemilihan Alternatif

No	Optimasi	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
1	Normal	235	19.240.707.114,-
2	Alternatif 1	122	5.102.248.669,-
3	Alternatif 2	34	1.635.432.062,-
4	Alternatif 3	334	5.914.813.996,-
Σ		597	31.893.210.841,-

Sumber : Analisa Penulis (2019)

Dengan pemilihan alternatif pada setiap item pekerjaan mendapatkan waktu penyelesaian proyek selama 597 hari dan

biaya sebesar Rp, 31.893.210.841,-. Pemilihan biaya terendah akan menyebabkan biaya total turun namun pada waktu penyelesaian bisa menyebabkan waktu menjadi naik atau tidak mengalami percepatan.



Gambar 8. Hubungan Antara Waktu, Biaya Normal, Biaya Setelah Dipercepat dan alternatif kombinasi

Sumber : Analisa Penulis (2019)

Pemilihan alternatif 2 menggunakan nilai total biaya pada pembangunan rumah sakit, sedangkan pada setiap item pekerjaan memiliki waktu dan biaya alternatif berbeda – beda. Alternatif 4 merupakan pemilihan alternatif pada setiap item pekerjaan, sehingga antara kode kegiatan berbedad – beda.

Alternatif 2 memiliki durasi 586 hari kerja dan biaya sebesar Rp. 32.348.356.953,- sehingga memiliki titik koordinat (586 ; 32348356953) sedangkan pada alternatif 4 memiliki durasi 597 hari kerja dan biaya sebesar Rp. 31.893.210.841,- sehingga memiliki titik koordinat (597 ; 31893210841).

Alternatif 4 merupakan alternatif yang paling optimum hal itu dibuktikan dengan analisa *Euclidean distance* 2 dimensi untuk mencari jarak pada 2 titik atau mencari jarak paling optimum. Pada analisa diatas nilai d terbesar ada pada alternatif 4 dimana artinya alternatif 4 merupakan optimasi terhadap waktu dan biaya yang paling optimum.

V. Kesimpulan dan saran

5.1. Kesimpulan

1. Waktu optimal didapatkan dengan penambahan jam yang berbeda – beda pada setiap item pekerjaan yaitu pada

- alternatif 4 (kombinasi) dengan durasi 597 hari kerja.
2. biaya optimal dari perbandingan alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3, dan alternatif 4 maka didapatkan biaya optimal pada alternatif 4 sebesar Rp. 31.893.210.841,-

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya agar juga dianalisa tingkat kemungkinan keberhasilan.

I. DAFTAR PUSTAKA

- Priyo, Mandiyo dkk.2018.”Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Cost Time Trade Off pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga (GOR)”. Vol. 21, No. 1, Hal:72-84
- Setiawan, Kiki dkk. 2018. “Menghitung Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dengan Fungsi *Euclidean Distance*”. ISSN: 2089 - 9815
- Simatupang, Juan Sebastian. 2015.”Pengaruh Percepatan Durasi terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Pembangunan *Eben Haezer* Manado)”. *Jurnal Sipil Statik* Vol. 3 No. 5.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Herry Widhiarto, Meriana Wahyu Nugroho. 2014. “Evaluasi Proyek Rehabilitasi Pembangunan Gedung di Tinjau Berdasarkan Waktu dan Biaya Pengerjaan.” *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 7 No. 1, hal. 73-82
- Maddeppungeng, Andi. Suryani, Irma. Iskandar, Mohamad. 2015. “Analisis Pengendalian Penjadwalan Pembangunan Gedung Administrasi Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Kampus Serang Menggunakan Metode *Work Breakdown Structure* (WBS) Dan Kurva – S”. Vol. 4 (1): 96
- Syuhada, Fajar.2015.”Analisa Percepatan Durasi Pembangunan Dermaga: Studi Kasus PT. Multi Baja Industri”. Tugas Akhir – MO 141326.
- Widiasanti, Irika., Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung : Pt. Remaja Rosdakarya Offset.
- Widodjoko, Lilies. 2016. “Optimasi Waktu Peaksanaan Pekerjaan Konstruksi Dengan Metode Jalur Kritis Menggunakan Software Microsoft Project”. *Jurnal Teknik Sipil UBL* Volume 7 No. 1.
- Yasri, Desi.2015.”Optimasi Waktu proyek dengan Penambahan Jam Kerja dengan Presedence Diagram Method”.*Jurnal Teknik Sipil Siklus*. Vol.1, No. 2.