

Optimasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek *Access Road Construction and Soil Clean Up*

Suherman¹, Qori Paradise Hariono²

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: Qori.Paradise@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu proyek yang dijalankan oleh PT.Ikhtiar Mulia Kontruksi adalah proyek *Access Road Construction and Soil Clean Up*. Proyek *Access Road Construction and Soil Clean Up* merupakan suatu proyek pengerjaan pembuatan akses jalan masuk dan pembersihan daerah area yang terkontaminasi oleh limbah minyak. Pada proyek sebelumnya terjadi keterlambatan penyelesaian proyek mengakibatkan adanya penambahan biaya proyek sebesar 0,20%. Pada proyek *access road construction and soil clean up* yang akan diteliti, proyek direncanakan dimulai pada tanggal 1 maret 2016, namun dalam pelaksanaannya proyek mengalami penundaan pelaksanaan hingga 7 maret 2016. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif kepada perencana proyek untuk dapat menyusun perencanaan yang terbaik sehingga dapat mengoptimalkan waktu dan biaya dalam menyelesaikan suatu proyek, dengan melakukan perbandingan penambahan jam kerja, tenaga kerja, serta kapasitas alat yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode *time cost trade off* dengan bantuan *software Microsoft Project 2007*, untuk penyusunan jaringan kerja dan melihat lintasan kritis pada proyek. Dari hasil penelitian, didapat waktu dan biaya yang optimal untuk proyek yaitu dengan melakukan penambahan alat dengan durasi proyek 100 hari kerja dengan biaya total Rp. 4.895.673.552.

Kata Kunci: *Time Cost Trade Off, Crash Duration, Crash Cost, Cost Slope*

ABSTRACT

One of the project by PT.Ikhtiar Mulia Kontruksi is Access Road Construction and Soil Clean Up. Project Access Road Construction and Soil Clean Up is a project to making the access road and cleaning contaminated area by waste oil. Cause the completion project is delay, impact to increased of project cost of 0.20%. By the research project of the access road construction and soil clean-up, project plan should be started on 1 of March 2016, but in practice the implementation of the project has been delayed until March 7, 2016. This research aims to provide the alternative project planners to devise the best plan, how to be optimized time and cost to completing the project, to perform additional comparisons of working hours, labor, and capacity of the tools used. This research used time cost trade off method, supported with statistical software which is Microsoft Project 2007, for order to preparing the network and view the critical path of the project. The result of this research, time and cost optimum by adding tools capacity obtained at the age of project 100 days of works with total cost Rp. 4.895.673.552.

Keywords : *Time Cost Trade Off, Crash Duration, Crash Cost, Cost Slope*

Pendahuluan

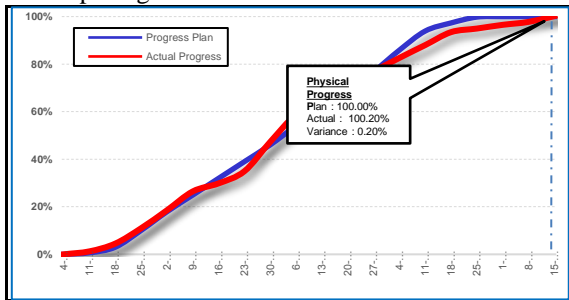
Proyek dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan mengalokasikan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999). Dalam menjalankan suatu proyek, untuk kelancarannya membutuhkan pengelolaan manajemen yang baik dari awal hingga proyek berakhir. Bila dalam pelaksanaan proyek mengalami kegagalan, maka akan mengakibatkan gagalnya pencapaian tujuan utama proyek dan menyebabkan terjadinya pemborosan terhadap waktu dan biaya. Kegagalan pelaksanaan proyek sering disebabkan karena kurang terencanaannya kegiatan proyek, pengendalian yang kurang efektif sehingga kegiatan proyek tidak efisien.

Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki rangkaian kegiatan, mulai dari perencanaan (pengaturan sumber daya tenaga kerja, biaya, bahan, waktu dan sebagainya) sampai pada pelaksanaan pengaturan penjadwalan, mengendalikan dan mengontrol proyek dengan baik. Perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan suatu hal yang penting, karena perencanaan ini merupakan dasar dari suatu proyek agar proyek dapat berjalan dengan lancar dan selesai pada waktu yang telah ditetapkan.

PT.Ikhtiar Mulia Kontruksi adalah kontraktor yang bergerak dalam bidang proyek konstruksi seperti pembangunan gedung, jembatan, jalan, taman, instalasi, pengembangan wilayah, pertambangan minyak, gas, panas bumi, komunikasi, dan pengembang perumahan. Salah satu proyek yang dikerjakan oleh PT.Ikhtiar Mulia Kontruksi adalah proyek *Access Road Construction*

and Soil Clean Up. Proyek Access Road Construction and Soil Clean Up merupakan suatu proyek pengerjaan pembuatan akses jalan masuk dan pembersihan daerah area yang terkontaminasi oleh limbah minyak.

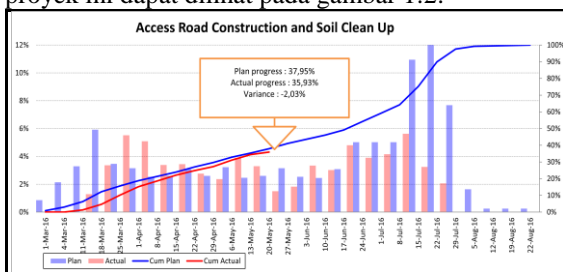
Pada proyek sebelumnya yang dilaksanakan dari tanggal 4 september sampai dengan 1 Januari 2016, mengalami keterlambatan pada penyelesaian proyek. Kurva S proyek dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 S-Curve Plan-Actual Physical Progress

Berdasarkan gambar 1.1 diatas dapat dilihat bahwa proyek direncanakan selesai pada tanggal 1 Januari 2016, namun dalam pelaksanaannya proyek mengalami keterlambatan penyelesaian hingga 15 Januari 2016.

Pada proyek access road construction and soil clean up yang akan diteliti, proyek dilaksanakan dari tanggal 1 maret sampai dengan 22 agustus 2016, dengan nilai kontrak proyek adalah Rp.5.001.878.050. Adapun Kurva S perencanaan proyek ini dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 S-Curve Plan

Berdasarkan gambar 1.2 diatas dapat dilihat bahwa proyek direncanakan dimulai pada tanggal 1 maret 2016, namun dalam pelaksanaannya proyek mengalami penundaan pelaksanaan hingga 7 maret 2016.

Hasil observasi dan wawancara terhadap manajer proyek, keterlambatan penyelesaian proyek ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu keadaan cuaca yang tidak menentu, kerusakan alat yang mengharuskan alat diperbaiki terlebih dahulu, keadaan lapangan seperti berlumpur dan tergenang air, hingga masyarakat sekitar yang melakukan aksi demo menolak adanya kegiatan proyek dilingkungan mereka. Adapun persentase faktor keterlambatan dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Persentase Faktor Keterlambatan

No	Faktor	Hari	Persentase
1	Cuaca	2½	35%
2	Kerusakan Alat	2	30%
3	Kedaaan Lapangan	2	30%
4	Demo	½	5%

Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan proyek dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Metode *time cost trade off* (metode pertukaran waktu dan biaya) memberikan alternatif kepada perencana proyek untuk dapat menyusun perencanaan yang terbaik sehingga dapat mengoptimalkan waktu dan biaya dalam menyelesaikan suatu proyek, serta meng-efisiensikan sumber daya yang diperlukan dengan pertambahan biaya yang paling optimum. Fokus utama dari metode *time cost trade off* ini adalah kegiatan-kegiatan proyek yang berada pada lintasan kritis dengan menambahkan alternatif-alternatif yang ada agar kegiatan yang berada pada lintasan kritis dapat diselesaikan tepat waktu. Upaya percepatan dengan metode *time cost trade off* ini dilakukan dengan melakukan penambahan jam kerja, grup kerja, serta kapasitas alat yang digunakan.

Proses pengerjaan dengan menggunakan metode *time cost trade off* ini menggunakan bantuan software *Microsoft Project 2007*, guna membantu memudahkan dalam proses penyusunan jaringan kerja dan melihat lintasan kritis pada proyek.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui durasi dan biaya yang optimal dalam penyelesaian proyek dengan melakukan perbandingan terhadap penambahan jam kerja, grup kerja, dan kapasitas alat.

Landasan Teori

1. Proyek

Proyek dapat didefinisikan sebagai proses pembuatan produk atau jasa yang bersifat unik dalam rentang waktu terbatas. Sebuah proyek memiliki awal dan akhir yang telah ditentukan dan baru dianggap berakhir jika tujuan dari proyek tersebut telah tercapai. Sifat unik dari produk atau jasa yang dihasilkan berarti bahwa hasil dari proyek memiliki perbedaan dengan produk atau jasa lain yang sejenis. Sebagai contoh terdapat ribuan gedung yang dibuat melalui proyek konstruksi akan tetapi masing-masing gedung tersebut memiliki perbedaan antara satu dengan lainnya. Oleh karena itu, produk atau jasa yang akan diproduksi melalui proyek dikembangkan dengan detail dan mendalam

secara bertahap. Proyek termasuk salah satu strategi proses produksi dalam bidang kajian sistem produksi.

2. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992). Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan, dan waktu. Dengan penjadwalan yang tepat maka beberapa macam kerugian dapat dihindarkan seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan perselisihan

3. Kurva S

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi Kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana.

4. Microsoft Project

Microsoft project adalah suatu paket program sistem perencanaan suatu proyek. Dengan bantuan program ini seorang pimpinan proyek akan dibantu untuk memperhitungkan jadal suatu proyek secara terperinci pekerjaan demi pekerjaan. *Microsoft project* mampu menghubungkan antara suatu subproyek dengan subproyek yang lain yang saling berkaitan, kemudian mengelola keseluruhan proyek tersebt ke dalam suatu *file* proyek.

5. Lintasan Kritis

Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

6. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya proyek diperlukan untuk melakukan pemampatan setelah menyusun *network diagram*. Rencana anggaran biaya proyek berisi tentang volume, harga satuan dan harga dari tiap-tiap pekerjaan. Selain rencana anggaran proyek diperlukan juga analisa harga satuan. Di dalam

analisa harga satuan dapat dilihat jumlah bahan, jumlah tenaga kerja untuk setiap pekerjaan.

7. Produktifitas Pekerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Di dalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses kontruksi; yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi salah satunya tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah untuk dikelola. Upah yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter masing-masing yang berbeda-beda satu sama lainnya.

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$$

$$\text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{Produktifitas Harian}}{\text{Jam Kerja per Hari}}$$

$$\text{Produktifitas harian sesudah crash} = (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktifitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{Produktifitas tiap jam})$$

a = Lama penambahan jam kerja (lembur)

b = Koefisein penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah crash}}$$

8. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*) dan *Cost Slope*

Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 bahwa upah penambahan kerja bervariasi. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

1. Normal ongkos pekerja perhari = Produktivitas harian x Harga satuan upah pekerja
2. Normal ongkos pekerja perjam = Produktivitas perjam x harga satuan upah pekerja
3. Biaya lembur pekerja

= (1,5 x upah 1 jam penambahan jam kerja (lembur pertama) + (2 x n x upah 1 jam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya)

Dimana :

n = Jumlah penambahan jam kerja (lembur)

4. *Crash Cost* pekerja perhari

= (Jam kerja perhari x normal *cost* pekerja) + (n x biaya lembur perjam)

5. *Cost Slope* =
$$\frac{\text{Crash cost-Normal cost}}{\text{Durasi Normal-Durasi Crash}}$$

9. Time Cost Trade Off

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya)

Langkah-langkah kompresi dapat dituliskan sebagai berikut (Indriyani dkk, 2015):

1. Penyusunan jaringan kerja proyek dengan menuliskan *cost slope* dari masing-masing kegiatan.
2. Kompresi pada aktifitas yang berada pada lintasan kritis dan mempunyai *cost slope*
3. Penyusunan kembali jaringan kerja proyek.
4. Mengulangi langkah kedua, langkah kedua akan berhenti bila terjadi pertambahan lintasan kritis dan bila terdapat lebih dari satu lintasan kritis maka langkah kedua dilakukan dengan serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan *cost slopenya* dijumlahkan.
5. Menghentikan langkah komperesi bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktivitas-aktivitas telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin ditekan lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimal.

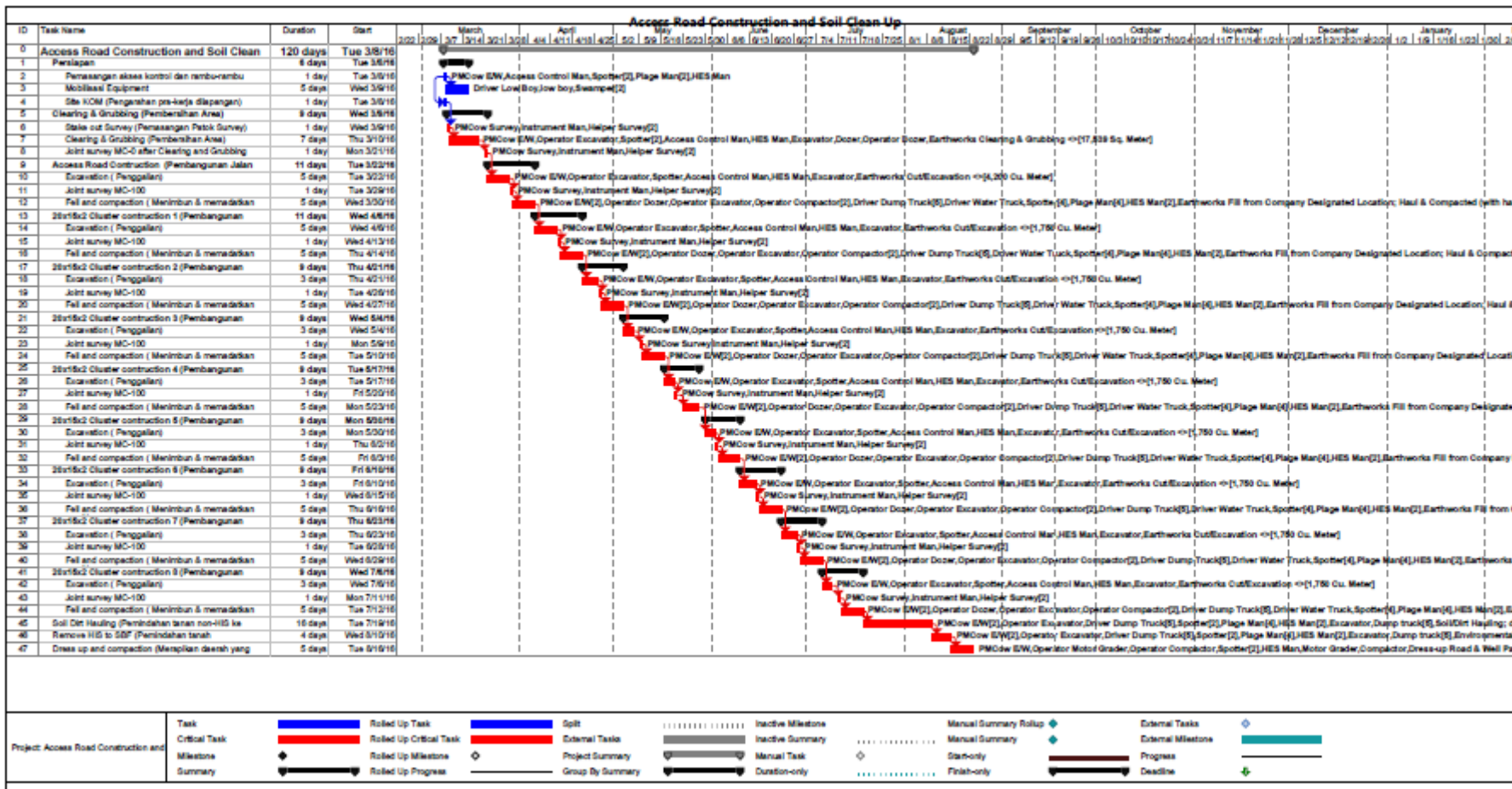
Hasil dan Pembahasan

1. Lintasan Kritis Proyek

Lintasan kritis pada proyek yang didapat dari *microsoft project*, berikut merupakan rincian kegiatan kritis dapat dilihat pada Gambar 3.1.

2. Perhitungan *Crash Duration*, *Crash Cost*, dan *Cost Slope*

Perhitungan *crash duration*, *crash cost*, *cost slope* dilakukan pada 3 alternatif, yaitu alternatif 1 (penambahan jam kerja), alternatif 2 (penambahan grup kerja), dan alternatif 3 (penambahan kapasitas alat). Berikut rekapitulasi dari ketiga alternatif yang dapat dilihat pada tabel 3.1 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.1 Lintasan Kritis Kegiatan Proyek

Tabel 3.1 Rekapitulasi *Crash Duration* *Crash Cost* dan *Cost Slope* Alternatif 1 Pekerjaan Lintasan Kritis

No	Pekerjaan	Volume	Durasi Normal (Hari)	Normal Cost (Rp)	Prouktivitas Harian	<i>Crash Duration</i>	Total Upah Lembur/Hari (Rp)	<i>Crash Cost</i> (Rp)	<i>Crash Cost Total</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
2.e	<i>Clearing and Grubbing</i> (Pembersihan Area)	17539	7	158.211.032	2505,57	6	6.011.809	37.827.113	196.038.145	5.403.867
3.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	4200	5	152.776.512	840	4	2.876.201	14.381.005	167.157.517	2.230.163
3.b	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	4200	5	420.333.696	840	4	21.111.775	105.558.875	525.892.571	21.111.771
4.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	5	68.110.320	350	4	2.876.201	14.381.005	82.491.325	2.876.197
4.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
5.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	63.266.192	583,33	2	2.876.201	8.628.603	71.894.795	2.876.199
5.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
6.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	63.266.192	583,33	2	2.876.201	8.628.603	71.894.795	2.876.199
6.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
7.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	63.266.192	583,33	2	2.876.201	8.628.603	71.894.795	2.876.199
7.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
8.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	63.266.192	583,33	2	2.876.201	8.628.603	71.894.795	2.876.199

Tabel 3.1 Rekapitulasi *Crash Duration* *Crash Cost* dan *Cost Slope* Alternatif 1 Pekerjaan Lintasan Kritis (Lanjutan)

No	Pekerjaan	Volume	Durasi Normal (Hari)	Normal Cost (Rp)	Prouktivitas Harian	Crash Duration (Hari)	Total Upah Lembur/Hari (Rp)	Crash Cost (Rp)	Crash Cost Total (Rp)	Cost Slope (Rp)
8.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
9.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	63.266.192	583,33	2	2.876.201	8.628.603	71.894.795	2.876.199
9.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
10.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	63.266.192	583,33	2	2.876.201	8.628.603	71.894.795	2.876.199
10.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
11.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	63.266.192	583,33	2	2.876.201	8.628.603	71.894.795	2.876.199
11.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	206.871.496	350	4	21.134.752	105.673.760	312.545.256	21.134.748
12	<i>Soil Dirt Hauling</i> (Pemindahan Tanah Non-HIS ke <i>Borrow Pit Area</i>)	14.406	16	945.973.328	900,375	14	12.764.590	204.233.432	1.150.206.760	12.764.576
13	<i>Remove HIS to SBF</i> (Pemindahan Tanah Terkontaminasi ke Penampungan Sementara)	3601,44	4	401.315.048	900,36	3	12.764.590	51.058.358	452.373.406	17.019.449
14	<i>Dress and Compaction</i> (Merapikan Daerah yang sudah Tidak Terkontaminasi)	12.000	5	61.546.160	2400	4	4.927.213	24.636.065	86.182.225	4.927.209

Tabel 3.2 Rekapitulasi *Crash Duration Crash Cost* dan *Cost Slope* Alternatif 2 Pekerjaan Lintasan Kritis

No	Pekerjaan	Volume	Durasi Normal (Hari)	Total Upah Grup/Hari (Rp)	+Grup	Produktivitas +Grup	<i>Crash Duration</i> (Hari)	Total Upah +Grup/Hari (Rp)	<i>Crash Cost</i> (Rp)	<i>Crash Cost Total</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
2.e	<i>Clearing and Grubbing</i> (Pembersihan Area)	17539	7	6.011.809	1	5011,14	4	10.125.152	35.438.032	193.649.064	10.125.152
3.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	4200	5	2.876.201	1	1680	3	4.844.128	12.110.320	158.620.640	4.844.128
3.b	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	4200	5	21.111.775	1	4200	3	35.596.832	88.992.080	477.874.816	35.596.832
4.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	5	2.876.201	1	700	3	4.844.128	12.110.320	80.220.640	4.844.128
4.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	21.134.752	1	700	3	35.596.832	88.992.080	295.863.576	35.596.832
5.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128
5.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	21.134.752	1	700	3	35.596.832	88.992.080	295.863.576	35.596.832
6.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128
6.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	21.134.752	1	700	3	35.596.832	88.992.080	295.863.576	35.596.832
7.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128
7.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	21.134.752	1	700	3	35.596.832	88.992.080	295.863.576	35.596.832
8.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128

Tabel 3.2 Rekapitulasi *Crash Duration Crash Cost* dan *Cost Slope* Alternatif 2 Pekerjaan Lintasan Kritis (Lanjutan)

No	Pekerjaan	Volume	Durasi Normal (Hari)	Total Upah Grup/Hari	+Grup	Produktivitas +Grup	<i>Crash Duration</i> (Hari)	Total Upah +Grup/Hari (Rp)	<i>Crash Cost</i> (Rp)	<i>Crash Cost Total</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
8.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan	1750	5	21.134.752	1	700	3	35.596.832	88.992.080	295.863.576	35.596.832

	Memadatkan Tanah)										
9.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128
9.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	21.134.752	1	700	3	35.596.832	88.992.080	295.863.576	35.596.832
10.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128
10.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	21.134.752	1	700	3	35.596.832	88.992.080	295.863.576	35.596.832
11.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128
11.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2.876.201	1	1166,67	2	4.844.128	7.266.192	70.532.384	4.844.128
12	<i>Soil Dirt Hauling</i> (Pemindahan Tanah Non-HIS ke <i>Borrow Pit Area</i>)	14.406	16	10.749.128	1	1800,75	8	21.498.256	171.986.048	1.117.959.376	21.498.256
13	<i>Remove HIS to SBF</i> (Pemindahan Tanah Terkontaminasi ke Penampungan Sementara)	3601,44	4	10.749.128	1	1800,72	2	21.498.256	42.996.512	Rp.436.706.080	21.498.256
14	<i>Dress and Compaction</i> (Merapikan Daerah yang sudah Tidak Terkontaminasi)	12.000	5	4.149.232	1	4800	3	8.298.464	20.746.160	Rp 82.292.320	8.298.464

Tabel 3.3 Rekapitulasi *Crash Duration* *Crash Cost* dan *Cost Slope* Alternatif 3 Pekerjaan Lintasan Kritis

No	Pekerjaan	Volume	Durasi Normal (Hari)	Jumlah +Alat	Total Kapasitas Alat/Hari	<i>Crash Duration</i> (Hari)	Total Biaya +Alat (Rp)	<i>Crash Cost</i> (Rp)	<i>Crash Cost Total</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
2.e	<i>Clearing and Grubbing</i> (Pembersihan Area)	17539	7	2	2744,72	6	9.054.336	57.857.996	216.069.028	94.862.727

3.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	4200	5	1	955,68	4	4.227.168	18.577.459	165.087.779	R30.695.203
3.b	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	4200	5	2	2744,72	2	9.054.336	13.855.042	402.737.778	3.993.050
4.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	5	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	75.850.928	2.442.724
4.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	9.054.336	215.925.832	2.263.854
5.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	71.006.800	6.622.452
5.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	9.054.336	215.925.832	2.263.854
6.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	71.006.800	6.622.452
6.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	9.054.336	215.925.832	2.263.854
7.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	71.006.800	6.622.452
7.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	R9.054.336	215.925.832	2.263.854
8.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	71.006.800	6.622.452

Tabel 3.3 Rekapitulasi *Crash Duration* *Crash Cost* dan *Cost Slope* Alternatif 3 Pekerjaan Lintasan Kritis (Lanjutan)

No	Pekerjaan	Volume	Durasi Normal (Hari)	Jumlah +Alat	Total Kapasitas Alat/Hari	<i>Crash Duration</i> (Hari)	Total Biaya +Alat (Rp)	<i>Crash Cost</i> (Rp)	<i>Crash Cost Total</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
8.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	9.054.336	215.925.832	2.263.854
9.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	71.006.800	6.622.452
9.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	9.054.336	215.925.832	2.263.854

10.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	71.006.800	6.622.452
10.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	9.054.336	215.925.832	2.263.854
11.a	<i>Excavation</i> (Penggalian)	1750	3	1	955,68	2	4.227.168	7.740.608	71.006.800	6.622.452
11.c	<i>Fell and Compaction</i> (Menimbun dan Memadatkan Tanah)	1750	5	2	2744,72	1	9.054.336	9.054.336	215.925.832	2.263.854
12	<i>Soil Dirt Hauling</i> (Pemindahan Tanah Non-HIS ke <i>Borrow Pit Area</i>)	14.406	16	1	955,68	15	6.027.168	90.854.033	1.036.827.361	98.123.341
13	<i>Remove HIS to SBF</i> (Pemindahan Tanah Terkontaminasi ke Penampungan Sementara)	3601,44	4	1	955,68	3	4.227.168	12.681.504	406.391.072	12.681.504
14	<i>Dress and Compaction</i> (Merapikan Daerah yang sudah Tidak Terkontaminasi)	12.000	5	2	8287,17	1	6.874.336	9.954.188	71.500.348	2.802.435

3. *Time Cost Trade Off*

- 1. Tahap Normal
 - a. Durasi Normal = 120 Hari
 - b. Biaya Overhead = Rp 2.922.092

Tabel 3.4 Rekapitulasi Biaya *Overhead*

Nama Pekerjaan	Upah/Hari Rp
Project Manager	805.833
Site Sup't	543.904
Project Control	241.881
Survey Supv	221.746
Earthwork Supv	221.746
HES Supv	221.746
Finance Supv	221.746
HRD Supv	221.746
Equipment Supv	221.746
Overhead/Hari	2.922.092

- c. Profit = Rp 321.342.521
- d. Biaya Tidak Langsung = Rp 671.993.561
- e. Biaya Langsung = Rp 4.277.894.663
- f. Total Cost = Rp 4.949.888.224

2. 2.e Pekerjaan *Clearing and Grubbing* (Pembersihan Area)

- a. *Cost Slope* = Rp 5.403.867
- b. Durasi Normal = 7 Hari
- c. *Crash Duration* = 6 Hari
- d. Total *Crash* = Durasi Normal - *Crash Duration* = 7hari - 6 Hari = 1 Hari
- e. Total Durasi Proyek = Durasi Normal Proyek - Total *Crash* = 120 Hari - 1 Hari = 119 Hari
- f. Penambahan Biaya = *Cost Slope* x Total *Crash* = Rp 5.403.867 x 1 = Rp 5.403.867
- g. Biaya Langsung = Biaya Lansung + Penambahan Biaya = Rp 4.277.894.663 + Rp 5.403.867 = Rp 4.283.298.530
- h. Biaya Lembur = Rp 6.011.809
- g. Biaya Tidak Langsung = (Total Durasi Proyek x Biaya *Overhead*) + Profit + Biaya Lembur = (119 Hari x Rp 2.922.092) + Rp 321.342.521 + Rp 6.011.809 = Rp 675.083.278

- j. Total Cost = Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung = Rp 4.277.894.663 + Rp 675.083.278 = Rp 4.952.977.941

Tabel 3.5 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Total Penambahan Jam Kerja

Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
119	4.283.298.530	675.083.278	4.952.977.941
118	4.280.124.826	669.025.578	4.946.920.241
117	4.299.006.434	684.339.060	4.962.233.723
116	4.280.770.860	663.181.394	4.941.076.057
115	4.299.029.411	678.517.853	4.956.412.516

Tabel 3.6 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Total Penambahan Jam Kerja

Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
114	4.280.770.862	657.337.210	4.935.231.873
113	4.299.029.411	672.673.669	4.950.568.332
112	4.280.770.862	651.493.026	4.929.387.689
111	4.299.029.411	666.829.485	4.944.724.148
110	4.280.770.862	645.648.842	4.923.543.505
109	4.299.029.411	660.985.301	4.938.879.964
108	4.280.770.862	639.804.658	4.917.699.321
107	4.299.029.411	655.141.117	4.933.035.780
106	4.280.770.862	633.960.474	4.911.855.137
105	4.299.029.411	649.296.933	4.948.303.367
104	4.280.770.862	628.116.290	4.906.010.953
103	4.299.029.411	643.452.749	4.921.347.412
102	4.280.770.862	622.272.106	4.900.166.769
101	4.299.029.411	637.608.565	4.915.503.228
99	4.303.423.815	623.394.219	4.901.288.882

Tabel 3.7 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Total Penambahan Grup Kerja

Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
117	4.308.270.119	673.352.437	4.951.247.100
115	4.287.582.919	662.227.229	4.940.121.892
113	4.349.088.327	687.135.749	4.965.030.412
111	4.287.582.919	650.538.861	4.928.433.524
109	4.349.088.327	675.447.381	4.953.342.044
108	4.282.738.791	641.772.585	4.919.667.248
106	4.349.088.327	666.681.105	4.944.575.768
105	4.280.770.862	631.038.380	4.908.933.043
103	4.320.164.159	643.452.745	4.921.347.408

Tabel 3.8 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Total Penambahan Kapasitas Alat

Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
119	4.372.757.390	678.125.805	4.956.020.468
118	4.308.589.866	670.376.545	4.948.271.208
115	4.289.873.813	666.437.437	4.944.332.100
112	4.285.222.835	652.843.993	4.930.738.656
111	4.280.518.247	654.749.069	4.932.643.732
110	4.284.517.115	646.999.809	4.924.894.472
109	4.287.653.475	648.904.885	4.926.799.548
108	4.284.517.115	641.155.625	4.919.050.288

107	4.287.653.475	643.060.701	4.920.955.364
106	4.284.517.115	635.311.441	4.913.206.104
105	4.287.653.475	637.216.517	4.915.111.180
104	4.284.517.115	629.467.257	4.907.361.920
103	4.287.653.475	631.372.333	4.909.266.996
102	4.284.517.115	623.623.073	4.901.517.736
101	4.287.653.475	625.528.149	4.915.401.962
100	4.284.517.115	617.778.889	4.895.673.552
99	4.287.653.475	619.683.965	4.897.578.628

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan tujuan yang telah ditetapkan pada proyek *Access Road Construction and Soil Clean Up*, diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Durasi dan biaya yang optimal dalam penyelesaian proyek pada masing-masing alternatif, yaitu :
 - a. Alternatif 1 (penambahan jam kerja) dengan durasi 102 hari kerja dan biaya total proyek Rp 4.900.166.769.
 - b. Alternatif 2 (penambahan grup kerja) dengan durasi 105 hari kerja dan biaya total proyek Rp 4.908.933.043.
 - c. Alternatif 3 (penambahan alat) dengan durasi 100 hari kerja dan biaya total proyek Rp 4.895.673.552.
2. Berdasarkan perbandingan diatas, maka dapat dilihat waktu dan biaya yang optimal untuk proyek yaitu dengan melakukan penambahan alat dengan durasi proyek 100 hari kerja dengan biaya total Rp 4.895.673.552.

Daftar Pustaka

- Dannyanti, E., 2010. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus: Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip). Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro.
- Djajalaksana, YM., Toba, H., Emanuel, AWR., 2009. *Panduan Lengkap Mengelola Proyek dengan Microsoft Project Profesional 2007*. Graha Ilmu. Yogyakarta : 2009.
- Dundu, AKT., Tjakara, J., Paath., PC., 2015. Analisis Pengendalian Bahan Proyek Pembangunan Dengan Metode *Goal Programming* Prioritas (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Sekolah Eben Haezar). Jurnal Sipil Satatik Vol.3 No.5 Mei 2015 (351-360) ISSN:2337-6732. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

- Husen, Ir Abrar., 2008. *Manajemen Proyek*. Penerbit Andi. Yogyakarta : 2009.
- Limanto, S., Marsiano, F., Wijaya, GD., 2012. Penjadwalan Proyek Rumah Toko Menggunakan *Microsoft Project* 2010.
- Malingkas., J.Tjakara., Mandagi, RJM., 2012. Perencanaan Dan Pengendalian Jadwal dengan Menggunakan Program *Microst Project* 2010 (Studi Kasus: Proyek PT.Trakindo Utama). Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.1, November 2012 (22-26). Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi.
- Nurhayati., 2010. *Manajemen Proyek*. Graha Ilmu. Yogyakarta : 2010.
- Soeharto, Imam., 1998. *Manajemen Proyek Jilid 2*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Yana, AA., 2006. Pengaruh Jam Kerja Lembur Terhadap Biaya Percepatan Proyek dengan *Time Cost Trade Off* (Studi Kasus: Proyek Rehabilitasi Ruang Pertemuan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali). Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.10, No.2, Juli 2006. Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar.