

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU MENGGUNAKAN METODE *LINE OF BALANCE* DENGAN PENDEKATAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DALAM PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL RUAS CINERE – JAGORAWI

(Studi Kasus : CIJAGO Seksi 3 STA 14+375 – 13+975)

Atjep Sudarjanto, Fauzi Buldan, Rafama Dewi, Ajeng Hasna Fadilah
Program Studi Teknik Sipil –FTSP
Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275

Email: atjep78@istn.ac.id, entrepreneurfby@gmail.com, rafama@istn.ac.id, ajengscout21@gmail.com

Abstrak

Manajemen proyek merupakan sistem kerja yang dibuat untuk pelaksanaan konstruksi. Berisi tentang tata cara mengelola dana dan sumber daya agar penggunaannya tetap efisien dan tepat sasaran. Perencanaan, pengendalian biaya serta waktu merupakan ruang lingkup dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Salah satu pengaturan pelaksanaan konstruksi yang paling penting dalam pembangunan jalan tol adalah pemilihan alat berat dan penjadwalan. Kesalahan dalam pemilihan alat berat yang digunakan dan penjadwalan dapat menyebabkan terhambatnya pekerjaan dan pembengkakan biaya, serta hasil yang tidak sesuai rencana. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data berupa survei langsung untuk mendapatkan waktu siklus dan jenis alat berat yang digunakan, sedangkan untuk penjadwalan digunakan metode *Line of Balance*. Berdasarkan hasil perhitungan, pekerjaan pembangunan jalan tol ruas Cinere – Jagorawi membutuhkan alat berat sebanyak 1 unit excavator, 3 unit dump truck, 4 unit motor grader, 2 unit vibrator roller, 1 unit wheel loader, dan 1 unit water tank truck. Hasil penjadwalan dengan metode *line of balance* menunjukkan seluruh pekerjaan dapat diselesaikan pada hari ke-121.

Kata Kunci : Alat Berat, Biaya, *Line of Balance*, Penjadwalan, Produktivitas Alat Berat, Waktu

Abstract

Project management is a work system created for the implementation of construction. Contains procedures for managing funds and resources so that their use remains efficient and on target. Planning, cost and time control is the scope of the overall construction project management. One of the most important construction implementation arrangements in toll road construction is the selection of heavy equipment and scheduling. Errors in the selection of heavy equipment used and scheduling can cause work delays and cost overruns, as well as unplanned results. This study uses data collection methods in the form of direct surveys to obtain cycle times and the type of heavy equipment used, while the Line of Balance method is used for scheduling. Based on the calculation results, the construction work of the Cinere – Jagorawi toll road section requires 1 excavator unit, 3 dump trucks, 4 motor graders, 2 vibrator rollers, 1 wheel loader, and 1 water tank truck. The results of scheduling with the line of balance method show that all work can be completed on the 121th day.

Keywords: Cost, Heavy Equipment, Heavy Equipment Productivity, Line of Balance, Scheduling, Time

PENDAHULUAN

Manajemen proyek merupakan suatu sistem kerja yang dibuat untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi terutama jalan tol, berisi tentang tata cara mengelola sumber daya dan dana pada proyek dengan menggunakan metode dan sistematis yang telah ditentukan agar mencapai tujuan dan daya guna dengan kualitas yang baik. Kebutuhan pembangunan infrastruktur yang semakin tinggi menuntut penyedia jasa konstruksi agar dapat tepat guna dalam mengatur sistem pembangunan yang dilakukan. Terutama yang sangat berpengaruh yaitu tentang sumber daya, baik berupa tenaga kerja, peralatan, metode, bahan ataupun biaya dan waktu.

Perencanaan, pengendalian biaya serta waktu merupakan ruang lingkup dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Selain dari segi kualitas, prestasi dalam suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu. Biaya yang telah dikeluarkan serta waktu yang telah digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan harus diukur secara lanjut penyimpangannya terhadap suatu rencana.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka metode *Line of Balance* ini adalah salah satu metode yang paling tepat digunakan untuk membuat penjadwalan di proyek jalan tol karena *Line of Balance* menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung produktivitas, durasi, dan jumlah alat berat untuk proyek pembangunan jalan tol ruas Cinere – Jagorawi pada seksi 3 Sta. 14+375 – 14+975.
2. Membuat rencana anggaran biaya untuk pembangunan jalan tol ruas Cinere – Jagorawi pada seksi 3 Sta. 14+375 – 14+975.
3. Membuat jadwal pekerjaan untuk penyelesaian pembangunan jalan tol ruas Cinere – Jagorawi pada seksi 3 Sta. 14+375 – 14+975 dengan metode *Line of Balance*.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan akan mengambil objek pada jalan tol Cinere-Jagorawi Seksi 3A pada ruas Jalan Kukusan-Raya Krukut (STA. 14+700 s/d STA. 12+000) terletak di Depok, Jawa Barat. Denah lokasi penelitian dapat di lihat pada Gambar 1. Ruas tol Cinere-Jagorawi mempunyai panjang 5,4 km seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.



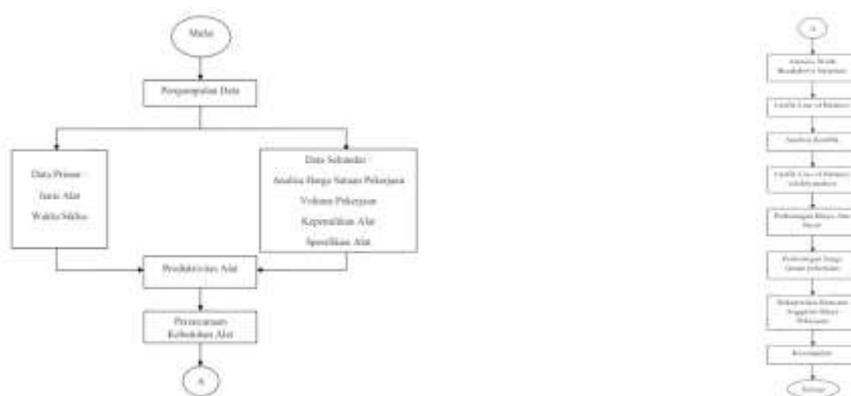
Gambar 1 Lokasi Penelitian



Gambar 2 Lokasi Jalan Tol

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode penelitian langsung (*survey*) dalam pengambilan beberapa datanya, dan menggunakan metode *line of balance* untuk penjadwalannya. Berikut diagram alir dalam penelitian ini:



Gambar 3 Flow Chart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kasus ini tempat penelitian sendiri yang ditinjau dari Sta. 14+375 – 14+975 merupakan bagian yang akan dibangun jalan utama. Berikut adalah pekerjaan yang dilakukan pada jalan utama secara garis besar :

1. Pembersihan tempat kerja
2. Pekerjaan tanah, meliputi pekerjaan galian dan timbunan.
3. Pekerjaan drainase, meliputi pekerjaan galian untuk drainase, pemasangan pipa

4. gorong-gorong beton bertulang, dan pemasangan saluran beton bertutup.
5. Pekerjaan persiapan tanah dasar.
6. Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A, dan
7. Pekerjaan Perkerasan, meliputi perkerasan setebal 42cm.

Detail volume pekerjaan menggunakan alat berat yang berasal dari proyek Pembangunan Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3 STA 14+375 – 14+975 tercantum pada Tabel 1

Tabel 1 Data Pekerjaan dengan Alat Berat

Pekerjaan	Volume	Sat
PEKERJAAN TANAH		
Galian	28.524	m ³
Timbunan	2.127	m ³
LAPIS PONDASI AGREGAT KELAS A (SUBBASE)	3.735	m ³
DRAINASE		
Galian	8964	m ³

Tabel 2 Data Spesifikasi Alat Berat Yang Digunakan

Nama Alat	Tahun. Pbl/Inventaris	Mesin Yang Digunakan			Lokasi	Kondisi	Ket.
		Merk/Type	Kapasitas	Tenaga			
Excavator	2016	KOBELCO SK200-8	0,8-1,2 m ³	153 HP	CIJAGO3	Baik	Sewa
Vibrator Roller	2016	SAKAI SV525D		102 HP	CIJAGO3	Baik	Sewa
Motor Grader	2016	KOMATSU GD 600 R2		145 HP	CIJAGO3	Baik	Sewa
Dump Truck	2017	HINO FM 260 JD	8 m ³	130 HP	CIJAGO3	Baik	Sewa
Wheel Loader	2017	SEM 639B	1,5 – 2,5 m ³	123 HP	CIJAGO3	Baik	Sewa
Water Tank Truck	2018	HINO DUTRO130HD	8000 lt	130 HP	CIJAGO3	Baik	Sewa

Alat berat yang digunakan pada proyek ini merupakan alat sewa, berikut adalah tabel harga sewa alat berdasarkan AHS versi 5.0 NEW Finalisasi BIMTEK AHSP 21 Oktober 2019 serta harga alat secara umum di pasaran.

Tabel 3 Biaya Sewa

Nama Alat	Biaya Sewa/Jam	Nama Alat	Biaya Sewa/Jam
Excavator	131.680,00	Dump Truck	50.278,00
Vibrator Roller	77.128,00	Wheel Loader	203.505,00
Motor Grader	137.127,00	Water Tank Truck	79.008,00

Sedangkan biaya operasional alat, meliputi biaya bahan bakar, pelumas, serta gaji operator dan pembantu operator berdasarkan AHS versi 5.0 NEW Finalisasi BIMTEK AHSP 21 Oktober 2019 serta harga alat secara umum di pasaran.

Tabel 4 Biaya Operasional

Nama Alat	Harga Bahan Bakar/Jam	Upah Operator/Jam	
	Jumlah Harga Solar dan Pelumas	Operator	Pembantu Operator
Excavator	194.247,00	30.662,00	25.803,00
Vibrator Roller	119.761,00	30.662,00	25.803,00
Motor Grader	197.168,00	30.662,00	25.803,00
Dump Truck	277.495,00	30.662,00	25.803,00
Wheel Loader	203.506,00	30.662,00	25.803,00
Water Tank Truck	197.168,00	30.662,00	25.803,00

Produktivitas, Durasi, dan Jumlah Kebutuhan Alat Berat

Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Menurut Rostiyanti (2008), secara umum produktivitas alat dapat ditentukan dengan :

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{\text{Waktu Siklus}} \times \text{Efisiensi} \quad (1)$$

Setelah produktivitas didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan durasi pekerjaan. Salah satu caranya dengan menentukan berapa volume pekerjaan yang akan dikerjakan dibagi dengan produktivitas alat. Dari sini akan didapatkan durasi pekerjaan dengan rumus :

$$\text{Durasi Pekerjaan} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas Alat per Hari}} \quad (2)$$

CT : Waktu Siklus (menit) L : Jarak Tempuh (Km)
 LT_{EDT} : Waktu Pemuatan dari Excavator ke *Dump Truck* (menit)

3. Motor Grader

$$\text{Produktivitas Per Jam (P}_h\text{)} = \frac{Lh \times [N(W - W_o) + W_o] \times t \times Fa \times 60}{CT \times n} \quad (13)$$

Waktu siklus (CT) motor grader bisa didapatkan dengan menggunakan rumus :

$$CT_{\text{MotorGrader}} = T1 + T2 \quad (14)$$

$$\text{Nilai T1 bisa didapatkan dengan : } T1 = \frac{Lh \times 60}{v \times 1000} \quad (15)$$

Di mana :

Lh : Panjang Hambaran (m) N : Jumlah Pengupasan Lap Lintasan
 Bo : Lebar Overlap (m) V : Kecepatan rata-rata (Km/Jam)
 B : Lebar Blade (m) T1 : Waktu Perataan 1 Kali Lintasan (menit)
 Fa : Efisiensi Alat T2 : Waktu Lain-Lain (menit)
 n : Jumlah Lintasan

4. Vibrator Roller

$$\text{Produktivitas Per Jam (P}_h\text{)} = \frac{((b - b_o) \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n}$$

Di mana :

b : Lebar Efektif Pematatan (m) b_o : Lebar Overlap (m)
 v : Kecepatan Rata-Rata (Km/ Jam) t : Tebal Hambaran (m)
 Fa : Efisiensi Alat n : Jumlah Lintasan

5. Wheel Loader

$$\text{Produktivitas Per Jam (P}_h\text{)} = \frac{V \times BFF \times Fa \times 60}{CT}$$

Waktu siklus (CT) wheel loader bisa di dapatkan dengan menggunakan persamaan rumus :

Di mana :

V : Kapasitas Bucket (m) BFF : Bucket Fill Factor
 Fa : Efisiensi Alat CT : Waktu Siklus (menit)

Nilai *Bucket Fill Factor* (BFF) bisa didapatkan dari Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7 Faktor Koreksi (BFF) untuk Wheel Loader

Kondisi Penumpahan	Wheel Loader
Mudah	1,0 - 1,1
Sedang	0,85 - 0,95
Agak Sulit	0,80 - 0,85
Sulit	0,75 - 0,80

Sumber: Specification and Application Hand Book. Contoh-contoh Perhitungan Kapasitas Produksi 2005. Komatsu Edition 26.

6. Water Tank Truck

$$\text{Produktivitas Per jam (P}_h\text{)} = \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000}$$

Di mana :

Pa : Kapasitas Pompa Air (lt/ menit) Fa : Efisiensi Alat
 Wc : Kebutuhan Air/m' Material Padat (m³)

Penjadwalan dengan Metode *Line Of Balance*

Line of Balance merupakan metode perencanaan yang biasanya digunakan untuk proyek dengan kegiatan berulang. Selain berfungsi sebagai metode penjadwalan, metode ini juga biasanya digunakan sebagai media *controlling* dan *monitoring*. Penggunaan metode ini memungkinkan kontraktor dapat melihat kemungkinan gangguan pekerjaan yang terjadi di masa depan.

Keuntungan lain dari penggunaan metode ini adalah, metode ini memiliki bentuk berupa diagram garis yang sederhana sehingga mudah untuk dibaca. Cara pengerjaan metode ini yaitu dengan menganalisis pekerjaan yang ada dan membuat struktur kerja atau *work breakdown structure*, kemudian hasilnya di plot ke dalam grafik dengan waktu (*time*) sebagai sumbu x dan lamanya pekerjaan sebagai sumbu y.

Biaya Alat Berat

Biaya alat berat biasanya terbagi menjadi biaya kepemilikan dan biaya operasional. Biaya kepemilikan biasanya meliputi biaya penyusutan alat, biaya bunga modal alat dari alat tersebut, dan biaya asuransi alat. Sedangkan biaya operasional meliputi biaya bahan bakar, biaya minyak pelumas, biaya ban, biaya perbaikan dan pemeliharaan, biaya pengganti suku cadang, dan gaji operator.

Hasil

Dalam analisis biaya dan waktu dibutuhkan beberapa data termasuk perhitungan produktivitas, durasi pekerjaan, dan jumlah kebutuhan alat berat maka sebelum melakukan analisis biaya dan waktu akan dimulai dari perhitungan produktivitas alat berat setelah itu di lanjutkan dengan menghitung durasi pekerjaan lalu yang terakhir jumlah kebutuhan alat berat.

1. Excavator

Berdasarkan persamaan (5) maka waktu siklus dapat dihitung dengan

$$CT = 10 + (7 \times 2) + 9 = 33 \text{ second}$$

Berdasarkan persamaan (4) maka produktivitas per jam dapat dihitung dengan

$$Ph = 0,8 \text{ m}^3 \times \frac{3600}{33} \times 1,16 \times 0,8 \times 1,43 = 115,81 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Produktivitas per hari

$$Pd = 115,81 \text{ m}^3 \times 8 = 926,5 \text{ m}^3/\text{Hari}$$

Berdasarkan persamaan (2) maka durasi pekerjaan dapat dihitung dengan

$$\text{Durasi Pekerjaan} = \frac{35.655 \text{ m}^3}{926,5 \frac{\text{m}^3}{\text{Hari}}} = 38,48 \text{ Hari} \approx 39 \text{ Hari}$$

Berdasarkan persamaan (3) maka jumlah kebutuhan alat dapat dihitung dengan

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{35.655 \text{ m}^3}{926,5 \text{ m}^3 \times 39 \text{ Hari}} = 1 \text{ unit}$$

Tabel 8 Produktivitas, Durasi, dan Kebutuhan Alat Berat Excavator

Pekerjaan	Volume (m ³)	Produktivitas/Hari (m ³ /Hari)	Durasi (Hari)	Jumlah Alat (Unit)
Pekerjaan Tanah Galian	35.655	926,5	39	1
Drainase	8964	926,5	10	1

2. Dump Truck

Berdasarkan persamaan (10) maka waktu pemuatan dari Excavator ke Dump Truck dapat dihitung dengan:

$$LT_{EDT} = \frac{8 \text{ m}^3}{0,8 \text{ m}^3} = 10 \text{ kali}$$

Berdasarkan persamaan (8) maka waktu siklus dapat dihitung dengan

$$CT = 4,40 + 1,80 + 3,50 + 1,44 + 1,00 = 12,14 \text{ menit}$$

Berdasarkan persamaan (7) maka produktivitas per jam dapat dihitung dengan

$$Ph = \frac{8 \text{ m}^3 \times 1,43 \times 60}{12,14 \text{ menit}} = 56,54 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Berdasarkan persamaan (19) maka produktivitas per hari dapat dihitung dengan

$$Pd = 56,54 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 8 \text{ Jam} = 452,32 \text{ m}^3/\text{hari} \approx 453 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan persamaan (3) maka jumlah kebutuhan alat dapat dihitung dengan

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{36.655 \text{ m}^3}{453 \text{ m}^3 \times 39 \text{ Hari}} = 2,02 \text{ Unit} \approx 3 \text{ Unit}$$

Tabel 9 Produktivitas, Durasi, dan Kebutuhan Alat Berat Dump Truck

Pekerjaan	L (Km)	Volume (m ³)	Produktivitas (m ³ /Hari)	Durasi (Hari)	Jumlah Alat (Unit)
Hasil Galian Untuk Pekerjaan Tanah	1,2	35.655	453	39	3
Hasil Galian Drainase	1,2	8964	453	10	2
Material untuk Subbase	1	3735	450	9	1

3. Motor Grader

Berdasarkan persamaan (14) maka waktu siklus dapat dihitung dengan

$$CT = 0,75 + 1 = 1,75 \text{ menit}$$

Berdasarkan persamaan (13) maka produktivitas per jam dapat dihitung dengan

$$Ph = \frac{50 \times (1(2,70 - 0,30) + 0,30) \times 0,15 \times 0,63 \times 60}{1,75 \times 2} = 218,7 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Berdasarkan persamaan (19) maka produktivitas per hari dapat dihitung dengan

$$Pd = 218,7 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 8 \text{ Jam} = 1749 \text{ m}^3/\text{Hari}$$

Berdasarkan persamaan (3) maka jumlah kebutuhan alat dapat dihitung dengan

$$\text{Durasi Pekerjaan} = 2 \text{ Hari}$$

$$\text{Jumlah Kebutuhan} = \frac{2127}{1749,6 \frac{\text{m}^3}{\text{Hari}} \times 1 \text{ hari}} = 0,60 \approx 1 \text{ Unit}$$

Tabel 10 Produktivitas, Durasi, dan Kebutuhan Alat Berat Motor Grader

Pekerjaan	Lh (m)	N	Produktivitas (m ³ /Hari)	Durasi (Hari)	Jumlah Alat (Unit)
Timbunan	50	2	1749,6	2	1
Subgrade	600	8	5832	4	1
Subbase	600	8	5832	4	1

4. Vibrator Roller

Berdasarkan persamaan (16) maka produktivitas alat per jam dapat dihitung dengan

$$Ph = \frac{((2,3-0,2) \times 1,5 \times 1000) \times 0,15 \times 0,63}{2} = 149 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Berdasarkan persamaan (19) maka produktivitas alat per hari dapat dihitung dengan

$$Pd = 149 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 8 \text{ Jam} = 1190,7 \text{ m}^3/\text{Hari}$$

Berdasarkan persamaan (3) maka jumlah kebutuhan alat dapat dihitung dengan

$$\text{Durasi Pekerjaan} = 2 \text{ Hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{2127 \text{ m}^3}{1190,7 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 2 \text{ hari}} = 0,7 \approx 1 \text{ Unit}$$

Tabel 11 Produktivitas, Durasi, dan Kebutuhan Alat Berat Vibrator Roller

Pekerjaan	n	Volume (m ³)	Produktivitas (m ³ /Hari)	Durasi (Hari)	Jumlah Alat (Unit)
Timbunan	2	2127	1190,7	2	1
Subgrade	8	3735	1701	4	1
Subbase	8	18860	1701	4	3

5. Wheel Loader

Berdasarkan persamaan (8) maka waktu siklus dapat dihitung dengan

$$CT = 6 + 5 + 10 + 12 + 5 = 38 \text{ second} = 0,63 \text{ menit}$$

Berdasarkan persamaan (17) maka produktivitas alat per jam dapat dihitung dengan

$$Ph = \frac{2 \times 0,85 \times 1,00 \times 60}{0,63} = 161,9 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Berdasarkan persamaan (19) maka produktivitas alat per hari dapat dihitung dengan

$$Pd = 161,9 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 8 \text{ Jam} = 1295,23 \text{ m}^3/\text{Hari}$$

Berdasarkan persamaan (3) maka jumlah kebutuhan alat dapat dihitung dengan

$$\text{Durasi Pekerjaan} = 4 \text{ hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{3735}{1295,23 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 4 \text{ Hari}} = 0,72 \approx 1 \text{ Unit}$$

6. Water Tank Truck

Berdasarkan persamaan (18) maka produktivitas alat per jam dapat dihitung dengan

$$Ph = \frac{100 \times 0,83 \times 60}{0,07 \times 1000} = 71,14 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Berdasarkan persamaan (19) maka produktivitas alat per jam dapat dihitung dengan

$$Pd = 71,14 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 8 \text{ Jam} = 569,12 \text{ m}^3/\text{Hari}$$

Berdasarkan persamaan (3) maka jumlah kebutuhan alat dapat dihitung dengan

$$\text{Durasi Pekerjaan} = 4 \text{ Hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{3735}{569,12 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 4 \text{ Hari}} = 0,54 \approx 1 \text{ Unit}$$

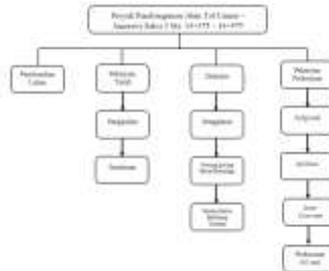
Analisa dan Hasil Penjadwalan dengan Metode Line of Balance

Tabel 12 Hasil Analisis Detail Pekerjaan dan Durasi

No	Pekerjaan	Jumlah Hari	Pekerjaan Dengan
1	Pembersihan Lahan Kerja	39	Pekerja
2	Galian Pada Pekerjaan Tanah	39	Alat Berat

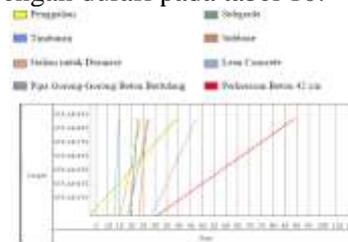
No	Pekerjaan	Jumlah Hari	Pekerjaan Dengan
3	Timbunan pada Pekerjaan Tanah	2	Alat Berat
4	Galian untuk Drainase	10	Alat Berat
5	Pipa Gorong-Gorong Beton Bertulang	10	Tukang
6	Saluran Beton Bertulang Tertutup	5	Tukang
7	Subgrade	4	Alat Berat
8	Subbase	4	Alat Berat
9	Lean Concrete	20	Alat Berat & Tukang

Berdasarkan Tabel 12, maka dapat dibuat *work breakdown structure* seperti berikut:



Gambar 4 Work Breakdown Structure

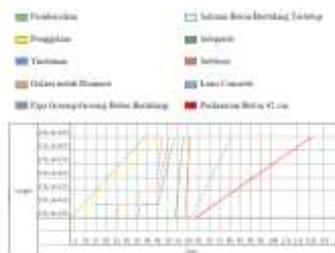
Tahap selanjutnya yaitu dilakukan *plotting* pada grafik *line of balance*. Grafik *line of balance* pada sumbu X menunjukkan banyaknya lahan yang dapat diselesaikan dalam durasi yang sudah ditentukan. Penjadwalan ini di mulai dengan melakukan *plotting* untuk Sta. 14+375 – 14+475 terlebih dahulu kemudian berlanjut sampai Sta terakhir sesuai dengan durasi pada tabel 10.



Gambar 5 Hasil *Plotting* Penjadwalan dengan *Line of Balance*

Hasil *plotting*-an menunjukkan bahwa apabila pekerjaan berlangsung sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan (dapat melanjutkan pekerjaan selanjutnya segera sesudah pekerjaan sebelumnya selesai), maka akan terjadi konflik di masa depan dan banyak pekerjaan yang harus *delay* pada Sta. 14+475 – Sta. 14+975 karena bertabrakan dengan pekerjaan lainnya. Fungsi dari metode *Line of Balance* adalah untuk mengatur penjadwalan agar masing-masing pekerjaan tetap dapat berjalan dengan efektif dan tidak menghambat produktivitas dari alat maupun sumber daya lainnya.

Hasil analisis dari permasalahan untuk *delay* yang terjadi akibat terjadinya tabrakan antara pekerjaan yang belum selesai dengan pekerjaan yang akan dimulai didapatkan solusi penyelesaian dengan memberikan *buffer* (jeda) pada *start* beberapa pekerjaan, sehingga pekerjaan tidak perlu dimulai terlalu awal namun dapat selesai tidak terlalu lama.



Gambar 6 Hasil *Plotting* Penjadwalan dengan *Line of Balance* setelah Analisis

Hasil Perhitungan Biaya Alat Berat

Alat berat yang digunakan merupakan alat yang di sewa. Berikut adalah hasil perhitungan rekapitulasi RAB yang digunakan :

Tabel 13 Rekapitulasi Penjadwalan dan RAB Pekerjaan Alat Berat

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga	Mulai Pekerjaan	
						Start hari ke	Finish hari ke
I PEKERJAAN PERSIAPAN							
1.	Pembersihan Tempat Kerja	m2	19860	Rp 842	Rp 16.729.819	1	39
					SUB TOTAL I	Rp	16.729.819
II PEKERJAAN TANAH							
1.	Galian	m3	35655	Rp 16.852	Rp 600.860.559	7	45
2.	Timbunan	m3	2127	Rp 6.560	Rp 13.952.477	15	47
					SUB TOTAL II	Rp	614.813.036
III DRAINASE							
1.	Galian	m3	8964	Rp 146.302	Rp 1.311.447.309	25	51
2.	Pipa Gorong-Gorong Beton Bertulang Dia.60cm Tipe A	m'	237	Rp 463.157	Rp 109.768.302	35	53
3.	Saluran Beton Bertulang Tertutup DS - 3B	m'	550	Rp 476.060	Rp 261.833.141	48	53
					SUB TOTAL III	Rp	1.683.048.753
IV PEKERJAAN PERKERASAN							
1	Persiapan Tanah Dasar	m2	19860	Rp 7.668	Rp 152.291.939	54	57
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m3	3735	Rp 327.424	Rp 1.222.927.935	58	61
1	Lean Concrete	m2	1890	Rp 353.996	Rp 669.051.745	62	81
2	Perkerasan 42 cm	m3	2805	Rp 1.246.929	Rp 3.497.636.626	63	121
					SUB TOTAL VI	Rp	4.166.688.371
					JUMLAH	Rp	6.481.279.979
					PPN 10%	Rp	648.127.998
					TOTAL BIAYA	Rp	7.129.407.976

SIMPULAN

Berdasarkan data, hasil pengamatan, analisis, dan perhitungan, serta untuk menjawab tujuan dari penulisan. Tugas Akhir ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Terdapat 6 (enam) alat berat beserta Produktivitas, Durasi, dan Jumlah Unit yang ada di proyek ini, yaitu :
 - Excavator
 - Produktivitas = 926,5 m³/ hari
 - Durasi = 49 hari
 - Jumlah Unit = 1 unit
 - Dump truck
 - Produktivitas = 453 m³/ hari dan 450 m³/ hari
 - Durasi = 58 hari
 - Jumlah Unit = 3 unit
 - Motor grader
 - Produktivitas = 1749,6 m³/ hari dan 5832 m³/ hari
 - Durasi = 10 hari
 - Jumlah Unit = 4 unit
 - Vibrator roller
 - Produktivitas = 1190,7 m³/ hari dan 1701 m³/ hari
 - Durasi = 10 hari
 - Jumlah Unit = 2 unit
 - Wheel loader
 - Produktivitas = 1295,23 m³/ hari
 - Durasi = 4 hari
 - Jumlah Unit = 1 unit
 - Water tank truck
 - Produktivitas = 569,12 m³/ hari
 - Durasi = 4 hari
 - Jumlah Unit = 1 unit
- Biaya yang dibutuhkan untuk alat berat pada proyek ini ada 2 bagian, yaitu biaya sewa dan biaya operasional. Total biaya sewa alat berat yaitu **Rp. 23.358.384** dengan rincian biaya sebagai berikut:
 - Biaya Sewa
 - Excavator = Rp. 6.452.320
 - Dump truck = Rp. 8.748.372
 - Motor grader = Rp. 5.485.080
 - Vibrator Roller = Rp. 1.542.260
 - Biaya Operasional
 - Excavator = Rp. 250.712/ jam
 - Dump truck = Rp. 333.960/ jam
 - Motor grader = Rp. 193.592/ jam
 - Vibrator roller = Rp. 176.226/ jam

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 5) Wheel loader = Rp. 814.020 | 5) Wheel loader = Rp. 259.971/ jam |
| 6) Water tank truck = Rp. 316.032 | 6) Water tank truck = Rp. 253.633/ jam |

Rencana anggaran biaya total dari seluruh pekerjaan proyek pembangunan jalan tol ruas Cinere – Jagorawi seksi 3 14+375 – 14+975 adalah sebesar **Rp7.129.407.976** (Tujuh Miliar Seratus Dua Puluh Sembilan Juta Empat Ratus Tujuh Ribu Sembilan Ratus Tujuh Puluh Enam Rupiah).

3. Berdasarkan hasil penjadwalan dengan metode *Line of Balance* pekerjaan dapat diselesaikan pada hari ke-121 sejak pekerjaan pertama dimulai.

SARAN

Ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam pembuatan skripsi bertema tentang pelaksanaan pekerjaan pembangunan untuk proyek jalan tol, di antaranya :

1. Alat berat yang dipilih harus sesuai dengan proyek yang dikerjakan dan tetap ditinjau langsung di proyek agar mengetahui jelas pekerjaan apa saja yang ada di lapangan dan menggunakan alat apa saja, medan yang akan dilalui alat juga harus menjadi pertimbangan untuk pemilihan alatnya.
2. Pada saat melakukan perhitungan produktivitas, data alat yang digunakan harus benar-benar diperhatikan, mulai dari kapasitas alat, waktu siklus, efisiensi kerja alat, dan sebagainya.
3. Perhitungan kebutuhan jumlah alat juga sangat penting agar dapat menekan biaya.
4. Pemilihan metode penjadwalan yang tepat berpengaruh bagi kelancaran penyelesaian proyek ke depannya. Apabila metodenya kurang tepat, tidak menutup kemungkinan akan terjadi hambatan yang besar dalam proyek.
5. Penjadwalan dengan metode *line of balance* akan lebih maksimal untuk proyek dengan data yang lebih rinci, agar dapat digunakan sebagai *monitoring* material dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adatika, L, dkk. 2006. *Manajemen Alat Berat pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Jalan AP-10 Batang Weleri (III) Jawa Tengah*. eprints.undip.ac.id/34707/4/1709_CHAPTER_II.pdf.
- Mubarok, Ahmad. 2014. *Perencanaan Pemakaian Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya – Mojokerto Seksi IV.3 STA 37+297 s/d 42+800 : Skripsi Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Arianto, Arif. 2010. *Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time Chainage Diagram dalam Proyek Pelaksanaan Konstruksi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ervianto, Wulfram I. 2007. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : ANDI.
- Falena Rostiyanti, Ir. Susy, M.Sc. 2008. *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi Edisi Kedua*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Hafizh, Al. 2018. *Analisis Biaya dan Waktu Proyek Dalam Proses Kinerja Dengan Menggunakan Metode Earned Value*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Husen. Ir. Abrar, MT. 2011, *Manajemen Proyek Edisi Revisi*. Yogyakarta : ANDI.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2012. *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta.
- Mangunsewang & Karmila. 2011. *Penjadwalan dan Alokasi Alat Berat pada Proyek Peningkatan Jalan Poros Bantaeng-Bulukumba. Makassar : Skripsi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin*.
- Mutrif, Nazly. 2013. *Alokasi Kebutuhan Alat Berat pada Proyek Pelebaran Jalan A.P. Pettarani Makassar*. Universitas Hasanudin. Makassar.
- Prawira, Gustina Aritin, Sahrizal. -. *Pengendalian Proyek dengan Metode Keseimbangan Garis (Line of Balance) (Studi Kasus pada Proyek Perumahan Maya Tamansari Residence)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Qamariah, LN. 2013. *Analisa Produktifitas Peralatan dalam Pekerjaan Agregat pada Ruas Jalan Simpang 3 Samboja Km. 38 Balikpapan - Loa Janan*. Universitas 17 Agustus 1945. Samarinda.
- Rochmanhadi, Ir, M.Sc. 1992. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Sanjaya, Deko. 2013. *Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Metode Line of Balance (LoB) dan Precedence Diagram Method (PDM) pada Pekerjaan Berulang (Repetitif) (Studi Kasus Proyek Perumahan Maya Tamansari Residence)*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Septiawan, I. 2006. <http://prints.undip.ac.id/38828/2/>. Diakses tanggal 15 Desember 2016.
- Suryadharma, Hendra, Wigroho, Haryanto Yoso. 1998. *Alat-Alat Berat*. Universitas Atma Jaya. Jakarta.