

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis dan dapat dijadikan sebagai referensi untuk memperkuat penyusunan tugas akhir ini. Beberapa penelitian terdahulu tersebut adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu**

No	Studi Terdahulu	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
1.	ANALISA PERCEPATAN PROYEK METODE CRASH PROGRAM STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG MIXED USE SENTRALAND	Frida Kistiani M. Agung Wibowo Devinta Elga Traulia Restu Rama Bayu Adi	2016	Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:  1. Lintasan kritis Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland Semarang dari Lantai 7 sampai Lantai RL terdapat pada pekerjaan struktur atas (kolom, pelat lantai dan balok) dengan durasi normal 203 hari.

				<p>2. Berdasarkan Grafik Hubungan Biaya dengan Waktu dapat disimpulkan Skenario 1 dapat mempercepat 12 hari dengan kenaikan biaya 0,51%, Skenario 2 mempercepat 15 hari dan kenaikan biaya 2,83%, Skenario 3 mempercepat 27 hari dan kenaikan biaya 3,30%</p> <p>3. Didapat durasi yang paling optimal dengan biaya proyek yang paling minimal adalah Skenario 1 pada pekerjaan kolom</p> <p>4. Dampak yang ditimbulkan akibat percepatan proyek dengan penambahan pekerja dan penambahan jam lembur akan berpengaruh pada mutu, lingkungan dan K3.</p>
--	--	--	--	---

2.	ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE CRASHING PROGRAM PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RAWAT JALAN RSUD KANJURUHAN	Riski  Ramadan	2016	<p>Berdasarkan hasil analisis percepatan dengan menambah jam kerja (lembur) dan menambah tenaga kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Jalan Rumah Sakit Umum Daerah Kanjuruhan disimpulkan sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Total biaya pekerjaan percepatan (crashing) dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam didapat penambahan biaya sebesar Rp 92.741.225,09 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.409.529.391,76 atau naik 0,85% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangan durasi selama 29 hari dari waktu normal 283</li> </ol>
----	---	----------------------	------	---

			<p>hari menjadi 254 hari.</p> <p>2. Total biaya pekerjaan percepatan (crashing) dengan penambahan tenaga kerja didapatkan penambahan biaya sebesar Rp 68.033.777,17 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.380.599.527,17 atau naik 0,57% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangi durasi pekerjaan waktu selama 52 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 231 hari.</p> <p>3. Dari perhitungan percepatan waktu dan biaya proyek dapat dibandingkan percepatan penambahan jam kerja (lembur) dengan pengurangan durasi 29 hari (waktu</p>
--	--	--	---

				<p>penyelesaian proyek proyek menjadi 254 hari) dan biaya 0,85% dari total biaya proyek normal, sedangkan dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 52 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 231 hari) tetapi ada penambahan biaya lebih besar 0,57% dari total biaya proyek normal. Sehingga hasil crash yang optimum adalah dengan penambahan tenaga kerja.</p>
3.	<p>ANALISIS PERCEPATAN PROYEK MENGUNAKAN METODE CRASHING DENGAN PENAMBAHAN</p>	<p>Elisabeth Riska Anggraeni Widi Hartono Sugiyarto</p>	2017	<p>1. Setelah dilakukan crashing dengan alternatif penambahan tenaga kerja diperoleh durasi proyek menjadi 404 hari dengan biaya sebesar Rp 89.919.089.225,00. Untuk alternatif shift kerja diperoleh durasi setelah crashing selama</p>

	<p>TENAGA KERJA DAN SHIFT KERJA (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta)</p>			<p>404 hari dengan biaya sebesar Rp 89.905.927.558,34.</p> <p>2. Dari perhitungan diperoleh perbandingan durasi dengan efisiensi waktu selama 34 hari atau 7,76 % pada kedua alternatif. Efisiensi biaya sebesar Rp 701.809.654,74 atau 0,77% pada alternatif penambahan tenaga kerja dan efisiensi biaya sebesar Rp 714.971.321,41 atau 0,79 % pada alternatif shift kerja.</p>
4.	<p>ANALISIS NETWORK PLANNING DENGAN CRITICAL PATH METHOD (CPM) DALAM USAHA EFISIENSI WAKTU</p>	<p>Ibnu Dipoprasetyo</p>	<p>2016</p>	<p>Pada hasil pengamatan waktu normal yang dibutuhkan Butik “Omahkoe Batik” dalam penyelesaian produksi 1 pesanan long dress batik adalah 31,09 jam. Pada diagram jaringan kerja kegiatan produksi 1 pesanan long dress yang merupakan aktivitas jalur</p>

	<p>PRODUKSI PAKAIAN BATIK PADA BUTIK “OMAHKOE BATIK” DI SAMARINDA</p>		<p>kritis adalah: (A) desain, (B) pengukuran, (D) pembuatan pola, (E) pemotongan, (F) penjahitan, (H) pemasangan aksesoris, (I) pasang kancing, (J) setrika, (K) finishing, (L) pengemasan produk.</p> <p>Waktu normal yang dibutuhkan Butik “Omahkoe Batik” dalam penyelesaian kegiatan produksi 1 pesanan long dress batik adalah 31,09 jam dan waktu perhitungan menggunakan <i>Critical Path Method</i> (CPM) adalah 29,92 jam. Kemudian selisih waktu</p>
--	---	--	--

				<p>penyelesaiannya sebesar 1,17 jam. Selisih waktu tersebut menunjukkan bahwa waktu penyelesaian produksi pakaian batik lebih efisien. Sebaiknya Butik “Omahkoe Batik” melakukan perencanaan yang matang sebelum pesanan pakaian batik dikerjakan terutama pada pakaian long dress. Butik “Omahkoe Batik” sebaiknya perlu melakukan penambahan karyawan pada bagian penjahitan dan pemasangan aksesoris. Kemudian selain itu butik juga perlu melakukan pemeriksaan kondisi mesin-mesin dan alat-alat produksi yang akan digunakan, serta melakukan pemeliharaan (service) secara kontinyu agar keadaan mesin dan alat-alat produksi dalam</p>
--	--	--	--	--



				<p>kondisi prima. Butik “Omahkoe Batik” sebaiknya menggunakan metode penjadwalan yang lebih pasti. Salah satunya yaitu menggunakan hasil analisis network planning dengan <i>critical path method</i> (cpm) dalam proses produksi, sehingga butik dapat membuat sistem perencanaan dan pengawasan yang lebih optimal serta dapat menghasilkan efisiensi waktu produksi dan peningkatan jumlah produksi.</p>
5.	<p>KAJIAN METHODE CRASH PROGRAM DALAM PEMBANGUNAN PROYEK</p>	<p>Budi Darmanto Manlian R.Simanjuntak</p>	2019	<p>Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap pembangunan Apartemen, maka dapat disimpulkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengan menggunakan metode lintasan kritis, proyek pembangunan gedung</li> </ul>

	APARTEMEN		<p>apartemen di Bekasi ini dapat diselesaikan lebih cepat.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penambahan jam kerja lembur dapat meningkatkan produksi pelaksanaan pekerjaan dan dapat mengoptimalkan waktu pelaksanaan proyek</li> <li>• Dibutuhkan biaya ekstra untuk penambahan jam kerja lembur.</li> <li>• Dengan metode crash program akan lebih efektif waktunya dan keterlambatan dapat di atasi walaupun dengan adanya penambahan biaya</li> </ul>
<p>Studi penulis saat ini akan menghitung waktu dan biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan Pemeliharaan Saluran Air Pembuang Kali Lamong dengan metode Crash Program yang didapat dari penekanan durasi waktu dan biaya dilihat dari <i>Network Planning</i> dan Lintasan Jalur Kritis.</p>			

## 2.2 Teori Dasar Yang Digunakan

### 2.2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai atau sering disingkat dengan DAS adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit – bukit atau gunung, maupun batas batuan, seperti jalan atau tanggul, dimana air hujan turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet) (Suripin, 2002). Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mendefinisikan DAS sebagai suatu kesatuan daerah/wilayah/kawasan tata air yang terbentuk secara alamiah dimana air tertangkap (berasal dari curah hujan), dan akan mengalir dari daerah/wilayah/kawasan tersebut menuju ke arah sungai dan sungai yang bersangkutan. Disebut juga Daerah Pengaliran Sungai (DPS) atau Daerah Tangkapan Air (DTA). Dalam bahasa Inggris ada beberapa macam istilah yaitu *Catchment Area*,

*Watershed*. Asdak (2010) mendefinisikan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem daerah unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam

(tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam.

Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang pengelolaan Daerah aliran sungai (DAS), menyatakan bahwa Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. DAS bukan hanya merupakan badan sungai, tetapi satu kesatuan seluruh ekosistem yang ada didalam pemisah topografis. Pemisah topografis di darat berupa daerah yang paling tinggi biasanya punggung bukit yang merupakan batas antara satu DAS dengan DAS lainnya.

DAS merupakan suatu megasistem yang kompleks, meliputi sistem fisik (physical systems), sistem biologis (biological systems), dan sistem manusia (human system). Setiap sistem dan sub-sub sistem di dalamnya saling berinteraksi, peranan tiap-tiap komponen dan hubungan antar komponen sangat menentukan kualitas ekosistem DAS. Gangguan terhadap salah satu komponen ekosistem akan dirasakan oleh komponen lainnya dengan sifat dampak berantai. Keseimbangan ekosistem akan terjamin apabila

kondisi timbal balik antar komponen berjalan dengan baik dan optimal (Kartodihardjo, 2008 dalam Setyowati dan Suharini, 2011).

Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir. Asdak (2010), menyatakan bahwa secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi hutan bakau/ gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi daerah dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas.

Beberapa kelebihan menggunakan pendekatan DAS, antara lain : 1) pendekatan DAS lebih holistik dan dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara faktor biofisik dan sosial ekonomi

lebih mudah dan cepat; 2) DAS mempunyai batas alam yang jelas dilapangan; c) DAS mempunyai keterkaitan yang sangat kuat antara hulu dan hilir sehingga mampu menggambarkan perilaku air akibat perubahan karakteristik lanskap. Selain itu, adanya suatu outlet dimana air akan terakumulasi, sehingga aliran air dapat ditelusuri.

Apabila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi akan terganggu, penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya sangat berkurang, atau memiliki aliran permukaan (run off) yang tinggi. Vegetasi penutup dan tipe penggunaan lahan akan kuat mempengaruhi aliran sungai, sehingga adanya perubahan penggunaan lahan akan berdampak pada aliran sungai. Fluktuasi debit sungai yang sangat berbeda antara musim hujan dan kemarau, menandakan fungsi DAS yang tidak bekerja dengan baik. Indikator kerusakan DAS dapat ditandai oleh perubahan perilaku hidrologi, seperti tingginya frekuensi kejadian banjir (puncak aliran) dan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi serta menurunnya kualitas air (Mawardi, 2010). Sucipto (2008) menyatakan bahwa upaya pengelolaan Daerah Aliran Sungai harus dilaksanakan secara optimal melalui pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan.

### 2.2.2 Metode Pelaksanaan

Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Umumnya, aplikasi teknologi ini banyak diterapkan dalam metode-metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat, dan aman sangat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Sehingga target waktu, biaya, dan mutu sebagaimana ditetapkan dapat tercapai. Berikut Tahapan Metode Pelaksanaan sesuai dengan kondisi dilapangan Proyek Pemeliharaan Kali Lamong yang menggunakan metode percepatan (*Crash Programme*).



NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	JUMLAH HARGA (RP.)	BOBOT FISIK (%)	TAHUN 2021						
						OKTOBER		NOVEMBER				
						M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
						18-24	25-31	1-07	08-14	15-21	22-28	29-30
<b>A.</b>												
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>											
	Uitzet dan Pengukuran	M1	4,355.00	12,803,700.00	1.210	1.21						
	Mobilisasi de Mobilisasi Alat Berat (Excavator - 4 Unit)	Unit/Kali	8.00	20,000,000.00	1.891	0.95					0.95	
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>											
	Galian tanah biasa dengan alat berat excavator hasil galian untuk timbunan diratakan dan dirapikan	M3	92,076.50	1,012,841,500.00	95.752	2.23	15.59	17.81	24.49	17.81	15.59	2.23
<b>III</b>	<b>ALOKASI BIAYA RK3K</b>											
	Penyiapan RK3	Ls	1.00	150,000.00	0.014	0.01						
	Spanduk (Banner 1,0 x 4,0)	Lb	1.00	110,000.00	0.010	0.01						
	Pembatas Area (Restricted Area)	Ls	1.00	110,000.00	0.010	0.01						
	Topi Pelindung (Safety Helmet)	Bh	12.00	420,000.00	0.040	0.04						
	Sarung Tangan (Safety Gloves)	Dozen	1.00	30,000.00	0.003	0.00						
	Sepatu Keselamatan (Rubber Safety Shoes)	Psg	12.00	1,320,000.00	0.125	0.12						
	Rompi Keselamatan (Safety Vest)	Bh	12.00	300,000.00	0.028	0.03						
	Masker 1box@ 50bh	Box	1.00	25,000.00	0.002	0.00						
	Asuransi Konstruksi ( Tarif 2% )	Ls	1.00	2,800,000.00	0.265	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	Petugas K3	OB	1.50	6,300,000.00	0.596	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
	Kotak P3K	Set	1.00	250,000.00	0.024	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Rambu Peringatan (Banner 0,8 x 1,25 m)	Lb	2.00	180,000.00	0.017	0.02						
	Bendera K3	Bh	1.00	75,000.00	0.007	0.01						
	Pembuatan Kartu Identitas Pekerja (KIP)	Lb	12.00	60,000.00	0.006	0.01						
	<b>JUMLAH</b>			<b>1,057,775,200.00</b>	<b>100.00</b>							

Gambar 2. 1 Jadwal Pelaksanaan Pemeliharaan Saluran Air Pembuang Kali Lamong oleh CV. Berlian Jaya

Metode Pelaksanaan sesuai dengan kondisi dilapangan Proyek Pemeliharaan Kali Lamong yang menggunakan metode percepatan (*Crash Programme*) adalah sebagai berikut :



## B. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pekerjaan Uitzet dan Pengukuran, pekerjaan mobilisasi demobilisasi Alat Berat

## C. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan Tanah meliputi pekerjaan galian tanah biasa dengan alat berat excavator

## D. Pekerjaan RK3K

Pekerjaan RK3K meliputi Penyiapan RK3, Spanduk, Pembatas Area, Topi Pelindung, Sarung Tangan, Sepatu Keselamatan, Rompi Keselamatan, Masker, Asuransi Konstruksi, Petugas K3, Kotak P3K, Rambu Peringatan, Bendera K3 dan Pembuatan Kartu Identitas Pekerja (KIP)

### 2.2.3 Alat Berat

Berikut ini adalah jenis alat berat yang akan digunakan dalam Proyek Pemeliharaan Saluran Air Pembuang Kali Lamong

#### 1) *Excavator*



**Gambar 2. 2** Excavator yang digunakan dalam Normalisasi Saluran Air Pembuang Kali Lamong

Sumber : Dokumentasi Penulis

Menurut Rochmanhadi (1982), *excavator* adalah alat untuk penggali, pengangkat maupun pemuat tanpa harus berpindah tempat menggunakan tenaga *power take off* dari mesin yang dimiliki, yang terdiri dari tiga bagian utama sebagai berikut :

- a. Bagian atas yang dapat berputar (*revolving unit*);
- b. Bagian bawah untuk berpindah tempat (*travelling unit*);
- c. Bagian-bagian tambahan (*attachment*) yang dapat diganti yang sesuai

*Attachment* yang penting kita ketahui adalah *crane*, *dipper*, *shovel*, *backhoe*, *dragline*, dan *clamshell*. Bagian bawah *excavator* ini ada yang digunakan roda rantai (*track/crawler*) dan ada yang dipasang diatas *truck* (*truck mounted*). Umumnya *excavator* mempunyai tiga pasang mesin penggerak pokok yaitu :

- a. Penggerak untuk mengendalikan *attachment*, mengangkat, menggali.
- b. Penggerak untuk memutar *revolving unit*.
- c. Penggerak untuk menjalankan *excavator* agar dapat berpindah-pindah tempat.

Untuk menghitung produktivitas *excavator*, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

Produksi per siklus :

$$q = q_1 \times K$$

Dimana :

P = Produksi per jam ( $m^3/jam$ );

Cm = Waktu siklus *backhoe*;

E = Efisiensi kerja alat;

$q_1$  = Kapasitas Bucket ( $m^3$ );

q = Produktivitas per siklus ( $m^3$ );

K = Faktor *bucket*.

Jenis tanah pada proyek yang diamati sangat berpengaruh dalam perhitungan produktivitas *backhoe*. Kondisi lapangan serta manajemen dari pelaksanaan lapangan juga didapat melalui pengamatan. Penentuan waktu siklus *backhoe* didasarkan pada pemilihan kapasitas bucket. (Rostiyanti, 1999).

Tabel 2. 2 Faktor Pengisian Bucket untuk *excavator* (Peurifoy, 2006)

Material	Faktor Pengisian Bucket
Tanah biasa, lempung	0.8 – 1.1
Pasir dan Kerikil	0.9 – 1
Lempung Padat	0.65 – 0.95

Lempung Basah	0.5 – 0.9
Batu, Pecahan Sempurna	0.7 – 0.9
Batu, Pecahan Buruk	0.4 - 0.7

Dalam Proyek Pemeliharaan Saluran Air Pembuang Kali Lamong menggunakan *excavator* sejumlah 8 Unit.

## 2) *Dump Truck*

Dump Truck merupakan truk yang isinya dapat dikosongkan tanpa penanganan. Biasanya, alat berat ini digunakan untuk mengangkut material berupa pasir, kerikil, maupun tanah untuk keperluan konstruksi. Dump Truck dilengkapi dengan bak terbuka yang dioperasikan dengan hidrolis sehingga bagian depan dari bak dapat terangkat keatas dan memungkinkan material turun ke tempat yang diinginkan. Dalam proyek ini Dump Truck digunakan untuk kegiatan mobilisasi dan demobilisasi.



Gambar 2. 3 Dump Truck

Sumber : <https://google.com>

## 2.3 Teori Perhitungan Biaya

### 2.3.1 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan dan dihitung dengan teliti, cermat, dan memenuhi untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pemeliharaan atau proyek tersebut. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Berikut beberapa jenis macam-macam biaya:

- Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek. Unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah:

- Biaya material.

Biaya material adalah biaya pembelian material untuk mewujudkan proyek itu termasuk biaya transportasi, biaya penyimpanan serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material. Harga material didapat dari survey di pasaran atau berpedoman dari indeks biaya yang dikeluarkan

secara berkala oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai pedoman sederhana.

- Biaya upah.

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dibedakan atas:

- a) Upah harian, besar upah yang dibayarkan persatuan waktu, misalnya harian tergantung pada jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.
- b) Upah borongan, besar upah ini tergantung atas kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.
- c) Upah berdasarkan produktivitas, besar jenis upah ini tergantung atas banyak
- d) Pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu.

- Biaya peralatan

Unsur-unsur biaya yang terdapat pada biaya peralatan adalah modal, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator, biaya mobilisasi, biaya demobilisasi dan lainnya yang menyangkut biaya peralatan.



- Biaya sub-kontraktor

Biaya ini diperlukan bila ada bagian pekerjaan diserahkan/dikerjakan oleh sub-kontraktor. Sub-kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

- Biaya Tak Terduga (*Contigencies*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, pengarahan kerja dan pengeluaran umum diluar biaya konstruksi, biaya ini disebut juga biaya overhead. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi tergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama karena biaya untuk gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap dan biaya-biaya lainnya juga tetap dibayar.

- Biaya Total

Biaya total adalah jumlah dari keseluruhan biaya yang dibutuhkan oleh suatu proyek, baik dari biaya langsung, tak langsung, maupun yang tak terduga.

Secara umum, rencana anggaran biaya dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan})$$

### **2.3.2 Analisa Harga**

Koefisien analisa harga satuan adalah angka – angka jumlah kebutuhan bahan maupun tenaga yang diperlukan untuk mengerjakan suatu pekerjaan dalam satu satuan tertentu. Koefisien analisa harga satuan berfungsi sebagai pedoman awal perhitungan rencana anggaran biaya bangunan, kondisi tersebut membuat koefisien analisa harga satuan menjadi kunci menghitung dengan tepat perkiraan anggaran biaya bangunan (Anggraini, 2016).

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis menggunakan analisa harga yang berasal dari kontraktor pelaksana proyek CV. Berlian Jaya dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 28 Tahun 2018 karena penulis ingin menghitung estimasi waktu dan biaya Proyek Pemeliharaan Saluran Air Pembuang Kali Lamong dan membandingkannya dengan data penawaran proyek.

### **2.3.3 Cost Slope**

Cost Slope (slope biaya) adalah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu. Konsep cost slope bisa digunakan untuk menentukan waktu paling efisien untuk menyelesaikan proyek, dihubungkan dengan biayanya. Langkah – langkah untuk melakukan minimasi biaya (pada umur paling efisien) bisa ditentukan setelah jaringan kerja, perkiraan waktu didapat (Bimantoro, 2016)



### 2.3.4 Produktivitas

#### A. Produktivitas Alat Berat

Sebagai dasar pedoman untuk menghitung produksi suatu pekerjaan dilaksanakan dengan bantuan peralatan adalah sebagai berikut:

- Menentukan beberapa faktor yang berpengaruh berdasarkan tipe dan ukuran peralatan yang telah dipilih
- Menentukan pengaruh sifat fisik material
- Menentukan pengaruh pada realisasi pelaksanaan pekerjaan dengan bantuan peralatan

#### B. Produktivitas Tenaga Kerja

Sumber daya manusia atau tenaga kerja, sebagai penentu keberhasilan proyek harus memiliki kualifikasi, ketrampilan, dan keahlian yang sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai keberhasilan suatu proyek. Faktor yang harus dipertimbangkan adalah:

1. Produktivitas tenaga kerja
2. Jumlah tenaga kerja

## 2.4 Teori Perhitungan Waktu

### 2.4.1 Perhitungan Waktu

#### A. Kegiatan Seri

Kegiatan seri merupakan kegiatan suatu pekerjaan yang dilaksanakan secara berurutan. Suatu pekerjaan baru tidak dapat dimulai jika pekerjaan sebelumnya belum diselesaikan terlebih dahulu. Durasi pekerjaan yang disusun secara berurutan / seri adalah dengan menjumlahkan tiap-tiap pekerjaan sehingga durasi total pekerjaan menjadi sangat panjang. Kegiatan yang disusun secara seri termasuk dalam lintasan kritis karena pekerjaan tersebut tidak bisa dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan lain dan belum dapat dikerjakan sebelum pekerjaan sebelumnya terselesaikan.

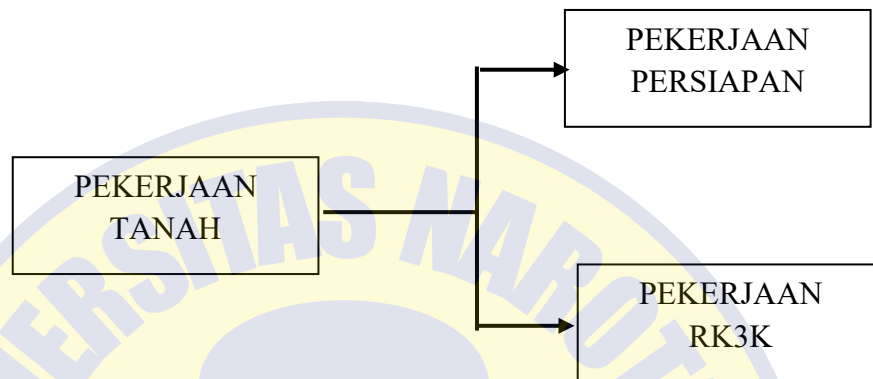


Gambar 2. 4 Contoh Kegiatan Seri

#### B. Kegiatan Paralel

Kegiatan paralel merupakan beberapa kegiatan yang dapat dilakukan secara bersamaan. Jika pekerjaan sebelumnya telah selesai, maka terdapat pekerjaan selanjutnya yang dapat dilaksanakan beberapa kegiatan sekaligus. Kegiatan paralel

dapat menghemat waktu pekerjaan proyek karena beberapa pekerjaan yang memiliki durasi masing-masing dapat dikerjakan secara bersamaan



Gambar 2. 5 Contoh Kegiatan Paralel

### C. Kegiatan Overlap

Kegiatan overlap merupakan kegiatan tumpang tindih dari beberapa pekerjaan. Misalnya, suatu pekerjaan B dapat dimulai setelah pekerjaan A sudah diselesaikan sebagian. Beberapa kegiatan yang berkaitan dapat disusun secara overlap, baik dari segi pengerjaannya maupun alat yang digunakan. Pekerjaan tersebut tetap berurutan namun tidak harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai terlebih dahulu untuk memulai suatu pekerjaan baru. Kegiatan yang semula disusun seri dapat dibuat menjadi kegiatan overlap, sehingga dapat mempersingkat waktu dalam pengerjaan proyek tersebut. Selain itu, kegiatan overlap dalam segi keterkaitan alat yang digunakan dapat menghemat pengeluaran biaya.

## 2.4.2 Durasi Pekerjaan

Durasi pada setiap pekerjaan berbeda-beda berdasarkan metode pelaksanaan yang digunakan karena memiliki produktivitas yang berbeda-beda. Suatu pekerjaan yang diselesaikan menggunakan alat berat akan menghabiskan waktu lebih singkat dibandingkan dengan melakukan pekerjaan secara manual. Durasi pekerjaan dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Durasi per item} = \frac{\text{Volume}_{\text{Item pekerjaan}}}{\text{Produktivitas}_{\text{Alat/Pekerja}}}$$

## 2.4.3 Penjadwalan Pekerjaan

Penjadwalan menurut Tjaturono (2000) adalah menentukan lamanya waktu pelaksanaan kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam suatu proyek, dengan menyusun kegiatan tersebut menurut urutan logis sesuai dengan perencanaan awal (p.14).

Penjadwalan proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melakukan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimpangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada di proyek. (Abrar Husen, 2011). Dan penjadwalan proyek dibuat untuk mencapai efektifitas dan efisiensi yang tinggi dari sumber daya yang akan digunakan untuk perencanaan waktu produktivitas dan

biaya dari tenaga kerja, material dan peralatan. (Eko Winanto dkk, 2017).

#### 2.4.4 Bar Chart

Metode ini disebut juga *Gantt Chart* Schedule, diambil dari nama penemunya Henry L. Gantt yang memperkenalkan penggunaan bar chart untuk keperluan kontrol produksi dibidang industri pada masa Perang Dunia Pertama. Pada schedule ini setiap kegiatan diwakili oleh garis datar (lurus) dimana panjangnya menentukan lamanya (durasi) kegiatan pekerjaan. Skedul jenis ini biasanya digunakan untuk kegiatan sederhana atau proyek yang kegiatan-kegiatannya kurang terkait satu dengan lainnya. Oleh sebab itu, kelemahan dari bar chart ini adalah setiap jenis pekerjaan belum terlihat hubungan saling ketergantungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya.

Keuntungan menggunakan diagram batang :

- a. Sederhana, mudah dibuat dan dipahami, sehingga sangat bermanfaat sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek.
- b. Dapat menggambarkan jadwal atau kegiatan dan kenyataan kemajuan sesungguhnya pada saat pelaporan.

- c. Bila digabungkan dengan metode lain, sangat efektif digunakan dalam pelaporan.
- d. Dapat dilengkapi dengan “S” kurva, yaitu grafik rencana kemajuan pekerjaan dalam persen (%).

Kelemahan menggunakan diagram batang :

- a. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
- b. Sulit mengadakan penyesuaian atau perbaikan/pembaharuan bila diperlukan, karena pada umumnya ini berarti membuat bagan balok baru.

#### **2.4.5 Network Planning**

*Network planning* (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan

belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Herjanto (2007:364) menyatakan bahwa langkah-langkah pembuatan network planning yaitu sebagai berikut:

a. Penggambaran Diagram Kerja Jaringan Kerja Suatu Proyek

Suatu diagram jaringan kerja proyek selalu dimulai dengan suatu peristiwa (yang menunjukkan saat dimulainya proyek) dan diakhiri oleh suatu peristiwa (yang menunjukkan saat berakhirnya proyek).

b. Dalam perhitungan waktu proyek dikenal beberapa istilah, sebagai berikut.

- *Earliest activity start time* (ES), menunjukkan saat paling awal suatu kegiatan dapat dimulai.
- *Earliest activity finish time* (EF), menunjukkan saat paling awal selesainya suatu kegiatan.
- *Latest activity start time* (LS), menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus dimulai.
- *Latest activity finish time* (LF), menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus sudah dimulai.



Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses *two-pass*, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass*.

Perhitungan waktu proyek dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama menghitung ES dan EF, dan tahap kedua menghitung LS dan LF. Perhitungan ES dan EF dilakukan secara maju (*forward pass*):

$$EF_x = EF_x + t_x$$

Sementara, perhitungan LS dan LF dilakukan secara mundur (*backward pass*), yang dirumuskan sebagai berikut.

$$LS_x = LF_x - t_x$$

Perhitungan dimulai dari kegiatan terakhir (dimana EF = LF) menuju ke kegiatan pertama (dimana ES = LS = 0).

Pada diagram jaringan kerja, posisi yang dipergunakan untuk menunjukkan ES, LS, EF, dan LF dari suatu kegiatan X yang berasal dari peristiwa *i* dan berakhir pada peristiwa *j* sebagai berikut :

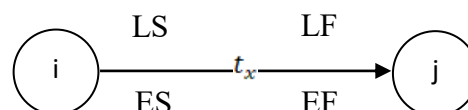


Diagram Jaringan Kerja Peristiwa I dan J



c. Waktu Tenggang dan Lintasan Kritis

Waktu tenggang kegiatan (activity float time atau slack, S) dapat diukur sebagai perbedaan antara LF dan EF atau antara LS dan ES.

$$S = LF_x - EF_x - LS_x - ES_x$$

Lintasan kritis merupakan lintasan dengan jumlah waktu yang paling lama dibandingkan dengan semua lintasan lain.

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, digambar dengan anak panah tebal (Badri,1997).

Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999).

#### 2.4.6 *Critical Path Method (CPM)*

Haming dan Nurnajamuddin (2011:100) mengatakan bahwa *critical Path Method (CPM)* atau *Metode Jalur Kritis (MJK)* merupakan diagram kerja yang memandang waktu pelaksanaan kegiatan yang ada dalam jaringan bersifat unik (tunggal) dan deterministic (pasti), dan dapat diprediksi karena ada pengalaman mengerjakan pekerjaan yang sama pada proyek sebelumnya.

*Metode Jalur Kritis (Critical Path Method)* merupakan suatu model grafis yang menunjukkan waktu pelaksanaan suatu sistem operasi proyek. Sebuah jadwal C.P.M terdiri dari serangkaian aktivitas kritis dan non-kritis yang saling berkaitan antar satu dengan yang lain. Aktivitas kritis adalah aktivitas yang waktu pelaksanaannya mutlak dan tidak dapat diganggu gugat, yaitu ES (earliest Start merupakan waktu paling awal dimulainya suatu aktivitas), LS (Latest Start merupakan waktu paling lambat dari suatu aktivitas harus dimulai) dan EF (Earliest Finish merupakan waktu paling awal selesainya suatu aktivitas, LF (Latest Finish merupakan waktu paling lambat suatu aktivitas harus di selesaikan). Sehingga apabila terjadi keterlambatan pada aktivitas-aktivitas ini, durasi secara keseluruhan akan terlambat. (Tjaturono, 2000, p.20)

## 2.5 Metode Crash Program

Crashing adalah proses mereduksi waktu penyelesaian proyek dengan disengaja, sistematis dan analitik melalui pengujian dari semua kegiatan dalam proyek namun difokuskan pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Maka lintasan kritis pada network planning harus sudah diketahui sebelum melakukan crashing, karena lintasan kritis menjadi penentu dalam mempercepat durasi.

Berikut prosedur metode *crashing* yang diungkapkan Imam Soeharto (dalam Musabiq, 2015) meliputi :

1. Membuat *network planning* rangkaian kegiatan
2. Menghitung durasi penyelesaian proyek dan identifikasi CPM (Lintasan Jalur Kritis)
3. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan
4. Menentukan biaya percepatan masing-masing kegiatan
5. Menentukan *cost slope* masing-masing kegiatan dengan rumus:

$$\text{Cost slope} = (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{normal duration} - \text{crash duration})$$

6. Mempersingkat durasi kegiatan yang dimulai dari jalur kegiatan kritis dengan *cost slope* terendah
7. Jika terbentuk jalur kritis baru selama proses percepatan, maka mempercepat kegiatan-kegiatan kritis yang memiliki kombinasi *slope* terendah

8. Meneruskan pereduksian waktu kegiatan sampai titik TPD (Titik Proyek Dipersingkat) atau sampai tidak ada lagi jalur yang kritis
9. Menggambarkan hubungan antara titik normal (biaya dan waktu normal) dan TPD dalam bentuk grafik
10. Menghitung dan menjumlah biaya langsung dan tak langsung untuk mencari biaya total sebelum pereduksian waktu
11. Memeriksa durasi penyelesaian proyek dengan biaya terendah pada grafik biaya total yang telah digambar
12. Membandingkan biaya normal dan biaya percepatan dengan prosentase

