

PENERAPAN METODE *LEAN PROJECT MANAGEMENT* DALAM PROYEK KONSTRUKSI PADA PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KABUPATEN OGAN ILIR

Dian Artika

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Besar Palembang, Sumatera Selatan
E-mail: dian_artika95@yahoo.com

ABSTRACT

In a construction project required resources, cost, labor, materials, and equipment. A project said to be good if the completion of the project is efficient in terms of time, cost, and achieve work efficiency, people and tools. And vice versa if the project failed and the late completion of the project budget to swell. Delays on the project can be caused by unproductiveness elements involved in project implementation. Everything in a project that does not add value, otherwise add to the cost of so-called waste. To overcome these problems needed improvements in planning the approach of Lean Project Management (LPM). In this research, the identification of waste, risk, and estimates the needs of the project (time, resources, and costs), as well as the estimated time scheduling using Critical Chain Project Management (CCPM). Based on identification of research on building construction projects Ogan Ilir district legislature, obtained waste that could potentially arise during the implementation of the project is waiting. The presence of waste will result in project delays, for that we need the safety time (buffer time) contained in scheduling with CCPM method. CCPM scheduling method obtained from a total cost savings of Rp 1.616.664.000 of the reduction in the number of workers.

Keywords : *Waste , Lean Project Management , Critical Chain Project Management*

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang direncanakan sebelumnya yang memerlukan sumber daya, baik biaya, tenaga kerja, material, dan peralatan. Dilakukan secara detail dan tidak dilakukan berulang. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu, artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini, maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat. Segala sesuatu di dalam suatu proyek yang tidak menambah nilai, sebaliknya menambah biaya disebut dengan pemborosan.

Ketidakefektifan ini pada akhirnya tidak dapat memberi nilai tambah pada produk akhir atau lebih dikenal dengan istilah *Non Value-Adding Activities*, yang di dalam dunia konstruksi disebut sebagai *waste*. Faktor yang menyebabkan adanya *Non Value- Adding Activities* adalah ketidakefektifan oleh beberapa faktor yang terlibat dalam pelaksanaan proyek (*man, method, machine, material, environment*), sehingga dapat memicu keterlambatan dalam penyelesaian proyek.

Kurangnya perencanaan yang baik merupakan faktor yang berpengaruh pada terlambatnya proses konstruksi. Untuk mengatasi hal ini ada metode yang dapat digunakan, yaitu metode *Lean Project Management*. *Lean Project Management* merupakan pendekatan dalam perencanaan proyek,

dengan fokus untuk meminimasi *waste*, mengidentifikasi permasalahan risiko, serta mengestimasi segala kebutuhan yang berkaitan dengan proyek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip-prinsip *Lean Project Management*

1. Sistem Proyek (*Project System*)

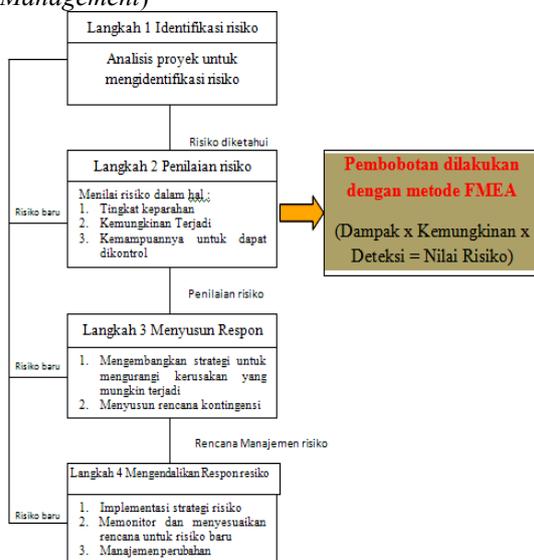
Sistem Proyek dilakukan untuk mengidentifikasi *waste* yang kemungkinan akan muncul dalam pelaksanaan proyek. Ada 2 tahap yang harus dilakukan untuk mengidentifikasi *waste* tersebut, yaitu dengan menggunakan *Fish bone* diagram dan formulasi *if then*. *Fish bone* diagram digunakan untuk mengetahui akar penyebab *waste*, yang dilihat dari segi Material, Metode, Lingkungan, Tenaga kerja, serta Mesin.

2. Pemilihan Solusi (*Right Solution*)

Pengambilan solusi ini digunakan dalam pemilihan solusi untuk menangani *waste* yang berpotensi muncul saat pelaksanaan proyek. Pemilihan solusi dapat dilakukan dengan matriks evaluasi. Matriks evaluasi bertujuan untuk mengetahui solusi mana yang layak dipilih berdasarkan beberapa kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya dengan melakukan pembobotan. Dari pembobotan tersebut akan didapatkan *scoring* tiap-tiap solusi, sehingga dapat diputuskan solusi mana yang dapat “GO” atau “NOT GO”. Matriks evaluasi hanya digunakan pada peristiwa yang memiliki lebih dari satu alternatif solusi dengan

waktu implementasi yang bersamaan (pra pelaksanaan, saat pelaksanaan, atau pasca pelaksanaan).

3. Manajemen Risiko Proyek (*Project Risk Management*)



4. Mengelola variasi (*Managing Variation*)

Variasi di dalam proyek diartikan ketidakpastian, untuk itu pihak pelaksana perlu *manage* variasi, dengan cara mengestimasi sebelum pelaksanaan proyek baik dari segi biaya, waktu, dan sumber daya yang digunakan. Tujuan mengestimasi adalah agar manajemen proyek dapat meramalkan atau memperkirakan waktu, biaya, dan sumber daya yang dibutuhkan saat pelaksanaan proyek. Estimasi bertindak sebagai standar untuk membandingkan antara kenyataan dan rencana di sepanjang umur proyek. Yang pertama dilakukan adalah mengestimasi biaya proyek dari kebutuhan material dan tenaga kerja dengan tujuan agar pihak pelaksana dapat memperkirakan apakah total biaya proyek sesuai dengan nilai proyek yang sudah ditentukan pihak pemilik proyek atau justru melampaui. Estimasi biaya dilakukan dengan merinci kebutuhan material dan tenaga kerja dari tiap jenis pekerjaan. Setelah melakukan estimasi biaya, dilakukan estimasi penjadwalan dengan menggunakan kurva S dan *Critical chain Project Management*. Di dalam CCPM terdapat *buffer time* yaitu waktu penyangga, yang digunakan untuk melindungi ketidakpastian yang berpotensi menimbulkan keterlambatan target penyelesaian proyek. Penentuan ukuran *buffer* dapat dilakukan melalui metode *Square Root of the Sum of Square* (SSQ) (Herroelen, 2001).

$$B = 2\sqrt{\left(\frac{s_1 - A_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{s_2 - A_2}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{s_n - A_n}{2}\right)^2}$$

Keterangan:

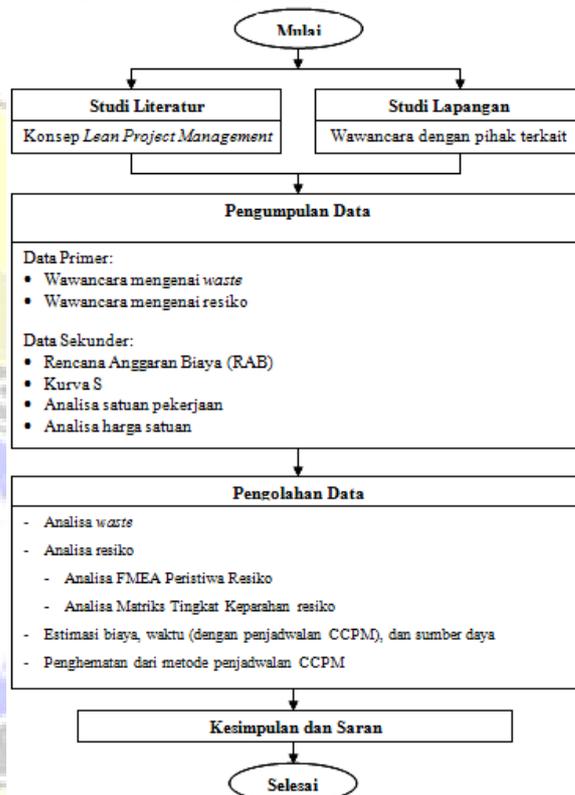
B : *Buffer* (waktu penyangga)

S : *Most Likely* (waktu standar rata-rata yang diasumsikan sebagai waktu yang masih menyimpan waktu cadangan)

A : *Optimistic* (waktu tercepat yang diasumsikan tanpa waktu cadangan)

3. METODOLOGI

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Kawasan yang ditinjau adalah Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir.



4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

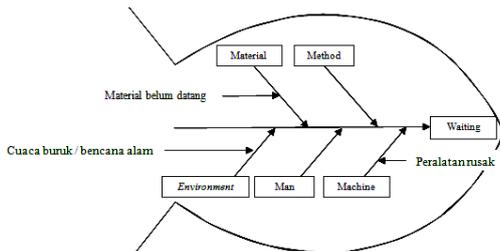
Identifikasi dan Analisa Waste

1. Identifikasi Waste

Identifikasi *waste* diolah dengan menggunakan diagram *Fish Bone* dan formulasi *if then*, hal ini dilakukan agar pihak kontraktor mempunyai persiapan dan ketepatan dalam mengambil tindakan baik tindakan korektif maupun preventif, sehingga tidak banyak waktu dan *cost* yang terbuang. *Fish Bone* diagram digunakan untuk mengetahui akar penyebab *waste*, yang dilihat dari segi manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), material (*material*), dan lingkungan (*environment*). Penyusunan *Fish Bone* diagram dilakukan melalui wawancara dengan pihak PT. Alpin Karya berdasarkan kondisi lapangan dan karakteristik proyek yang dikerjakan dan pengalaman dari proyek serupa sebelumnya. Identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan *waste* yang paling berpengaruh dan berpotensi terjadi pada proyek yang digunakan sebagai objek amatan. Berdasarkan hasil wawancara

dengan pihak PT. Alpin Karya dan dengan melihat kondisi lapangan, *waste* yang paling berpotensi muncul dan berpengaruh pada proyek yang diteliti menurut 8 *waste* yang telah didefinisikan oleh Womack dan Jones 1996 adalah *waiting*.

Waiting yaitu kondisi dimana aktivitas proyek tertunda karena hal-hal yang dapat diprediksi maupun yang tidak dapat diprediksi sehingga dapat berpotensi mengakibatkan keterlambatan dalam menyelesaikan kegiatan proyek. Adapun Faktor-faktor penyebab dari kondisi *waiting* pada proyek ini dapat dilihat pada gambar berikut ini.



(Sumber: Hasil Identifikasi, 2013)
Gambar 1 Fish Bone Diagram *Waiting*

Dari gambar diagram *Fish Bone* di atas dapat dilihat penyebab-penyebab munculnya *waste waiting* yang berpotensi terjadi pada objek amatan. Dari peristiwa penyebab munculnya *waste* tersebut kemudian di olah ke dalam formulasi *if then* untuk dapat mengetahui tindakan-tindakan apa yang dapat ditempuh dengan tujuan untuk meminimumkan atau bahkan menghilangkan *waste*, baik langkah preventif maupun korektif yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1 Identifikasi *waste*

CONTROLLING WASTE		
If	Then	When
Material belum datang	Melakukan pekerjaan lain yang tidak menggunakan material yang belum sampai pada lokasi proyek	Saat pelaksanaan
Cuaca Buruk/ Bencana Alam	Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pengerjaan	Saat pelaksanaan
	Melakukan percepatan pekerjaan saat kondisi cuaca sudah kembali normal	Saat pelaksanaan
Peralatan rusak	Melakukan perbaikan dan perawatan secara berkala	Saat pelaksanaan
	Membeli peralatan yang baru	Saat pelaksanaan

(Sumber: Hasil Identifikasi, 2013)

Dari tabel di atas didapatkan beberapa solusi tindakan untuk setiap penyebab terjadinya *waste*. Untuk penyebab yang memiliki lebih dari satu solusi

dan diimplementasikan pada saat yang sama (yang bertanda hijau) akan di olah ke dalam matriks evaluasi untuk mendapatkan solusi terbaik berdasarkan kriteria dan ketentuan yang sudah ditetapkan, sehingga nantinya tiap-tiap peristiwa penyebab terjadinya *waste* hanya memiliki satu solusi terbaik.

2. Matriks Evaluasi

Matriks evaluasi bertujuan untuk mengetahui solusi mana yang layak dipilih berdasarkan beberapa kriteria yang sudah ditentukan dengan melakukan pembobotan oleh pihak pelaksana proyek. Dari pembobotan tersebut akan didapatkan *scoring* tiap-tiap solusi, sehingga dapat diputuskan solusi mana yang dapat “GO” atau “NOT GO”. Matriks evaluasi hanya digunakan pada peristiwa yang memiliki lebih dari satu alternatif solusi dengan waktu implementasi yang bersamaan (pra pelaksanaan, saat pelaksanaan, atau pasca pelaksanaan). Ada dua penyebab yang memenuhi kedua kriteria tersebut yaitu karena “cuaca buruk” dan “peralatan rusak”. Kedua penyebab tersebut kemudian di olah ke dalam matriks evaluasi untuk mendapatkan solusi terbaik menurut beberapa kriteria. Untuk kriteria yang “NOT GO” dapat dijadikan sebagai solusi cadangan jika solusi pertama tidak dapat diimplementasikan. Pada tabel di bawah ini dapat dilihat matriks evaluasi dari hasil rata-rata penilaian tiga narasumber yang di wawancarai (manajer proyek, pel. sipil & lingkungan, serta pel. struktur)

Tabel 2 Matriks Evaluasi Cuaca Buruk

Kriteria	Weight factor	Cuaca Buruk / Bencana Alam			
		Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pengerjaan		Melakukan percepatan pekerjaan saat kondisi cuaca sudah kembali normal	
		Ranking	Weighted score	Ranking	Weighted score
Biaya	8	9	72	3	24
Waktu	8	6	48	4	32
Dampak terhadap hasil	7	8	56	5	35
Resiko	6	7	42	5	30
TOTAL		218		121	
GO/NOT GO		GO		NOT GO (GO II)	

(Sumber: Hasil Identifikasi, 2013)

Tabel 3 Matriks Evaluasi Peralatan Rusak

Kriteria	Weight factor	Peralatan Rusak			
		Melakukan perbaikan dan perawatan secara berkala		Membeli peralatan yang baru	
		Ranking	Weighted score	Ranking	Weighted score
Biaya	8	7	56	3	24
Waktu	8	7	56	8	64
Dampak terhadap hasil	7	8	56	8	56
Resiko	6	7	42	8	48
TOTAL		210		192	
GO/NOT GO		GO		NOT GO (GO II)	

(Sumber: Hasil Identifikasi, 2013)

Setelah dilakukan evaluasi dengan menggunakan matriks evaluasi, didapatkan solusi terbaik dari penyebab “cuaca buruk” adalah mengajukan surat pengajuan keterlambatan pengerjaan dengan menyerahkan bukti-bukti berupa dokumentasi kepada pihak pemilik proyek, sedangkan untuk penyebab “peralatan rusak” solusi terbaiknya yaitu melakukan perbaikan dan perawatan secara berkala. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, untuk kriteria yang “NOT GO” dapat digunakan sebagai solusi alternatif jika solusi utama tidak dapat diimplementasikan.

3. Analisa Waste

Dari hasil identifikasi melalui wawancara dengan pihak-pihak terkait, didapatkan bahwa waste yang berpotensi muncul yaitu *waiting*. Faktor cuaca yang tidak menentu, material yang datang terlambat, dan kerusakan pada peralatan merupakan ancaman terbesar dalam pelaksanaan proyek ini. Efek cuaca buruk dan material yang datang terlambat dapat mengakibatkan *waiting* pada pekerjaan tersebut dan dapat berpengaruh pada kelancaran pekerjaan setelah itu (mengalami kemunduran), serta peralatan yang digunakan rusak akan mengakibatkan adanya waktu yang terbuang. Tentu saja apabila hal ini terjadi, jelas akan dapat mengakibatkan pemborosan biaya dan waktu sehingga dapat merugikan pihak pelaksana (pembengkakan biaya proyek dan keterlambatan proyek). Berikut ini merupakan tabel rekomendasi tindakan yang sebaiknya dilakukan oleh pihak pelaksana setelah dilakukan evaluasi dengan matriks evaluasi dan sesuai dengan identifikasi dengan formulasi *if then* yang dilakukan sebelumnya.

Tabel 4 Rekomendasi Solusi Penyebab Waste Setelah Evaluasi

CONTROLLING WASTE		
If	Then	When
Material belum datang	Melakukan pekerjaan lain yang tidak menggunakan material yang belum sampai pada lokasi proyek	Saat pelaksanaan
Cuaca Buruk/Bencana Alam	Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pengerjaan	Saat pelaksanaan
Peralatan rusak	Melakukan perbaikan dan perawatan secara berkala	Saat pelaksanaan

(Sumber: Hasil Identifikasi, 2013)

Identifikasi dan Analisa Risiko

1. Identifikasi Risiko

Pada dasarnya identifikasi risiko diawali dengan menyusun daftar kejadian-kejadian tidak diharapkan di proyek yang mungkin menyebabkan kegagalan dalam mencapai sasaran proyek. Sumber informasi mengenai kejadian-kejadian yang tidak diharapkan diperoleh dari manajer proyek melalui wawancara. Dari hasil wawancara didapatkan daftar kejadian-kejadian yang tidak diharapkan yang berpotensi terjadi pada proyek pembangunan gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 dentifikasi Peristiwa Risiko

Konsep	Sumber	Indikator	
R I S I K O	Eksternal tidak dapat diprediksi	<i>Acts of God</i> dan <i>natural hazard</i>	
	Eksternal dapat diprediksi	Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat)	
	Internal non-teknis	Kondisi keuangan proyek yang buruk	
		Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	
		K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)	
		Pencurian, Kelalaian, Ketidaktepatan	
	Kerusakan alat, properti, fisik bangunan		

Dari daftar kejadian risiko di atas kemudian dilakukan *risk priority number* pada setiap indikator risiko, yang dimana *risk priority number* diberikan sesuai hasil wawancara dengan manajer proyek.

Berikut ini dapat dilihat dari tabel *form* penilaian risiko dari proyek pembangunan gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir yang dikerjakan oleh pihak PT. Alpin Karya. Pada tabel *form* penilaian risiko, dilakukan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), tujuannya yaitu mengetahui peristiwa risiko apa yang kemungkinan besar terjadi, berdampak buruk, dan mempunyai tingkat kesulitan penanganan yang tinggi. Adapun rumus menentukan FMEA dapat dilihat dibawah ini.

FMEA = Kemungkinan X Dampak X Kesulitan Deteksi

$$FMEA_{Acts\ of\ God\ dan\ natural\ hazard} = 2 \times 5 \times 5 = 50$$

Tabel 6 Form Penilaian Risiko

Indikator (peristiwa) resiko	Kemungkinan	Dampak	Kesulitan Deteksi	FMEA	Kapan
<i>Acts of God</i> dan <i>natural hazard</i>	2	5	5	50	Setiap saat
Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat)	3	4	2	24	Sebelum dan saat pelaksanaan
Kondisi keuangan proyek yang buruk	2	4	2	16	Sebelum dan saat pelaksanaan
Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	2	4	2	16	Saat pelaksanaan
K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)	1	4	4	16	Saat pelaksanaan
Pencurian, Kelalaian, Ketidaktepatan	1	4	3	12	Setiap saat
Kerusakan alat, properti, fisik bangunan	3	4	2	24	Saat pelaksanaan

(Sumber: Hasil Identifikasi, 2013)

Semakin tinggi nilai FMEA, maka pihak pelaksana harus semakin waspada terhadap peristiwa risiko tersebut.

2. Analisa Risiko

Ketika suatu peristiwa risiko telah dikenali dan dinilai, berikutnya adalah membuat sebuah keputusan untuk merespon dengan tepat peristiwa tersebut. Respon terhadap risiko dapat dikelompokkan sebagai respon pengurangan (*mitigating*), penghindaran (*avoiding*), pemindahan (*transferring*), berbagi (*sharing*) dan menahan (*retaining*). Selain merespon

setiap peristiwa risiko juga perlu adanya perencanaan kontingensi yaitu sebuah rencana alternatif yang akan digunakan jika suatu peristiwa risiko yang diperkirakan belum terjadi atau bahkan telah terjadi. Dampak negatif dari peristiwa risiko tersebut merupakan salah satu faktor penyebab timbulnya *waste*, dan juga sebaliknya, timbulnya *waste* juga dapat memicu terjadinya peristiwa risiko. Untuk mengetahui tindakan apa dan bagaimana pihak pelaksana dapat mengatur peristiwa risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya, maka dapat digunakan tools matriks respon risiko seperti tabel berikut ini.

Tabel 7 Matriks Respon Risiko

Indikator (peristiwa) risiko	Kemungkinan	Rencana Kontingensi	Pemicu
Acts of God dan natural hazard	Mengurangi	Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pengerjaan	Cuaca buruk (tidak menentu)
Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat)	Penghindaran	Menganalisa kebutuhan sumber daya pra pelaksanaan	Kurang persiapan dari pihak pelaksana
Kondisi keuangan proyek yang buruk	Penghindaran	Menganalisa kebutuhan biaya proyek dengan menyertakan dana kontingensi	Penurunan anggaran proyek terlambat
Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	Penghindaran	Membuat penjadwalan dengan memberikan <i>buffer time</i>	Kurang persiapan dan salah menganalisa
K3	Mengurangi	Asuransi	K3 tidak sesuai dengan standarisasi
Pencurian, Kelalaian, Ketidakhujuran	Penghindaran	Menetapkan standar keamanan	Lokasi proyek tidak aman
Kerusakan alat, properti, fisik bangunan	Penghindaran	Pemeliharaan/Perawatan secara berkala	Cuaca buruk (tidak menentu)

(Sumber: Hasil Identifikasi, 2013)

Managing Variation (estimasi biaya, waktu, dan sumber daya)

Variasi di dalam proyek diartikan ketidakpastian, untuk itu pihak pelaksana perlu *manage* variasi, dengan cara mengestimasi sebelum pelaksanaan proyek baik dari segi biaya, waktu, dan sumber daya yang digunakan. Tujuan mengestimasi adalah agar manajemen proyek dapat meramalkan atau memperkirakan waktu, biaya, dan sumber daya yang dibutuhkan saat pelaksanaan proyek dengan mempertimbangkan dampak dari *waste* dan risiko yang di bahas sebelumnya.

1. Estimasi Biaya Proyek

Yang pertama dilakukan adalah mengestimasi biaya proyek dari kebutuhan material dan tenaga kerja, dengan tujuan agar pihak pelaksana dapat memperkirakan apakah total biaya proyek sesuai dengan nilai proyek yang sudah ditentukan pihak pemilik proyek atau justru melampaui. Estimasi biaya dilakukan dengan merinci kebutuhan material dan tenaga kerja dari tiap jenis pekerjaan. Berikut rincian biaya secara umum dari proyek pembangunan gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8 Rincian biaya proyek

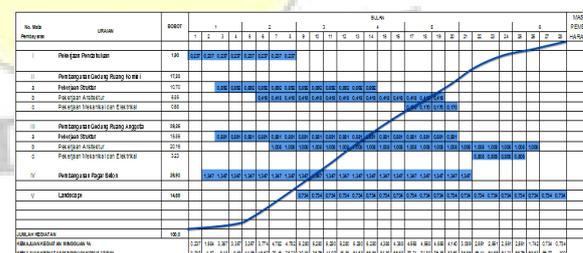
No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1		Rp
2		413.296.100,00
3	Pekerjaan Pendahuluan Pembangunan Gedung Ruang Komisi	Rp 3.754.778.919,22
4	Pembangunan Gedung Ruang Anggota	Rp 8.553.154.519,60
5	Pembangunan Pagar Beton Landscape	Rp 5.868.188.633,51
		Rp 3.199.933.536,73
	TOTAL ANGGARAN (include PPN 10%)	Rp 21.789.351.709,06

(Sumber: PT. Alpin Karya, 2013)

Dari rincian biaya di atas didapatkan total anggaran biaya proyek sebesar Rp 21.789.351.709,06. Sedangkan nilai dari proyek yang dikerjakan sebesar Rp 23.816.000.000,00. Hal ini berarti biaya proyek dapat diterima karena tidak melampaui nilai proyek yang telah ditetapkan oleh pihak pemilik proyek.

2. Estimasi Penjadwalan

Estimasi penjadwalan dilakukan dengan menggunakan kurva S dan *Critical chain Project Management*. Kurva S bertujuan untuk mengetahui perkembangan (sudah mencapai berapa persen dari total keseluruhan pekerjaan) dan tingkat kerumitan tiap-tiap pekerjaan, sehingga pihak pelaksana dapat mengetahui pekerjaan mana yang membutuhkan perhatian lebih. Semakin tinggi bobot dari pekerjaan tersebut maka tingkat kerumitan semakin tinggi pula. Tingkat kerumitan ini berpacu pada perbandingan antara total biaya tiap pekerjaan dengan total biaya proyek. Hasil pembobotan dapat dilihat pada gambar Berikut hasil kurva S dari proyek pembangunan gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir.



(Sumber : PT. Alpin Karya, 2013)

Gambar 2 Kurva S pada pembangunan gedung DPRD Kab. OI

Selanjutnya yaitu melakukan penjadwalan dengan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM).

Tabel 9 Perhitungan *Project Buffer* pekerjaan pendahuluan

NO	Jenis Pekerjaan	Optimistic (A)	Most Likely (S)	$\left(\frac{S-A}{2}\right)$	$\left(\frac{S-A}{2}\right)^2$	Project Buffer	
1	Mobilisasi dan Demobilisasi						
	Mobilisasi dan Demobilisasi peralatan	10	17	3,5	12,25		
	Mobilisasi dan Demobilisasi pekerja	6	11	2,5	6,25		
2	Direksi Keet	2	4	1	1		
3	Listrik dan air kerja	6	11	2,5	6,25		
4	Papan nama proyek	1	1	0	0		
5	Asbuilit Drawng & Pelaporan	2	3	0,5	0,25		
				Total	26	$2\sqrt{\left(\frac{26}{7}\right)^2}$ $2\sqrt{26}$ $= 10$	

Dari perhitungan *project buffer* di atas maka diketahui waktu penyangga untuk masing-masing pekerjaan, baik untuk pekerjaan pendahuluan, pembangunan gedung ruang komisi, pembangunan gedung ruang anggota, pembangunan pagar beton, serta pembangunan *landscape*.

Untuk pekerjaan pendahuluan, *project buffernya* adalah 10 hari, untuk pembangunan gedung ruang komisi memiliki *project buffer* sebesar 33 hari, untuk pembangunan gedung ruang anggota memiliki *project buffer* sebesar 44 hari, untuk pembangunan pagar beton memiliki *project buffer* sebesar 20 hari, serta untuk pembangunan *landscape* ada *project buffer* selama 26 hari.

Waktu penyangga yang telah dihitung sebelumnya akan melindungi aktivitas pekerjaan dari dampak *waste* dan resiko yang telah diidentifikasi sebelumnya agar dapat selesai tepat waktu dan tidak akan terjadi *multitasking*, *Student's Syndrome*, dan *Parkinson's law* karena dengan metode CCPM akan menghilangkan *hidden safety* dan memindahkannya dalam bentuk *buffer* di belakang proyek dan menitik beratkan pada penyelesaian akhir proyek.

3. Estimasi Sumber Daya

Sumber daya di proyek ini lebih di fokuskan pada sumber daya manusia (SDM) langsung. SDM langsung yang dibutuhkan ada beberapa macam seperti, pekerja, tukang kayu, tukang batu, tukang besi, tukang cat, kepala tukang, dan mandor. Kebutuhan jumlah pekerja berbanding terbalik dengan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Adapun rumus menghitung jumlah pekerja perhari adalah:

$$\text{Jumlah pekerja (per hari)} = \frac{\text{indeks tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{durasi pekerjaan}}$$

Tabel 10 Perhitungan Jumlah Pekerja

NO	JENIS PEKERJAAN	VOLUME	DURASI	SDM	INDEKS TENAGA KERJA (IK)	JUMLAH PEKERJA (pk)
1	PEKERJAAN PENDAHULUAN					
1	1 mobilisasi	10 m ²	4	Pekerja	2	12
				Kepala tukang	0,03	1
2	PEKERJAAN BANGUNAN					
2	2.1 PEKERJAAN STRUKTUR					
1	1.1 Pekerjaan Pasang					
a	a. pemasangan lantai dan genteng	1000 m ²	2	Pekerja	0,2	100
				Mandor	0,02	10
a	a. pemasangan keramik kamar mandi	200 m ²	1	Pekerja	0,1	20
				Mandor	0,1	20
				Kepala tukang	0,03	3
				Mandor	0,02	1
2	2.2 Pekerjaan Tanah					
a	a. cetak tanah perkeraga	20,00 m ²	1	Pekerja	0,020	10
				Mandor	0,02	2
a	a. cetak tanah kembali	20,00 m ²	1	Pekerja	0,100	10
				Mandor	0,010	1
a	a. cetak pasir keramik kamar mandi	10,00 m ²	1	Pekerja	0,2	5
				Mandor	0,01	1
3	3.1 Pekerjaan Datar					
a	a. pengapukan sel. 100 kamar perkeraga	9,00 m ²	1	Pekerja	1,00	10
				Mandor	0,03	3
				Kepala tukang	0,022	1
				Mandor	0,02	1
a	a. pengapukan kembali sel. 100	10,00 m ²	2	Pekerja	1,00	10
				Mandor	0,03	3
				Kepala tukang	0,022	1
				Mandor	0,02	1
a	a. pengapukan kembali sel. 10 kamar (kamar)	20,00 m ²	4	Pekerja	2,00	20
				Mandor	0,022	2
				Kepala tukang	1,00	10
				Mandor	0,1	10
				Kepala tukang	0,022	2

Dari hasil perhitungan jumlah tenaga kerja yang dipakai dalam setiap harinya diketahui bahwa semakin singkat durasi pekerjaan, maka jumlah tenaga kerja yang diperlukan akan semakin banyak dan sebaliknya jika durasi pekerjaan lebih panjang maka jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan akan lebih sedikit. Untuk mendapatkan durasi pekerjaan yang lebih singkat, sebaiknya pekerja yang digunakan dibagi menjadi beberapa grup agar pekerjaan selesai tepat waktu bahkan lebih cepat dari waktu yang ditentukan.

Biaya yang dapat dihemat dari metode penjadwalan CCPM serta pengurangan waste dan resiko

Dari hasil penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM dibandingkan dengan penjadwalan secara tradisional didapatkan percepatan pengerjaan yang lebih baik (dengan asumsi bahwa *buffer time* tidak digunakan sama sekali) dan tentu saja hal ini berpengaruh pada total biaya tenaga kerja yang dikeluarkan. Dengan adanya percepatan pengerjaan maka pihak pelaksana dapat menghemat biaya tenaga

kerja yang dipakai, berikut rincian dari perhitungan penghematan biaya tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 11 Total biaya tenaga kerja perhari pada pekerjaan pendahuluan

Jumlah Buffer time	Jenis Tenaga Kerja	Jumlah tenaga kerja rata-rata per hari	Harga satuan tenaga kerja (Rp)	Biaya (Rp)
10	Pekerja	15	60.000	900.000
	Kepala tukang	1	112.000	112.000
TOTAL				1.012.000

Dari perhitungan tabel di atas, didapatkan bahwa total biaya rata-rata tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp 1.012.000. Jika penghematan dengan menggunakan metode CCPM pada pekerjaan pendahuluan sebanyak 10 hari maka dapat dihitung jumlah penghematan dengan rumus:

$$\text{Penghematan} = \text{Jumlah hari (Buffer time)} \times \text{Total Biaya}$$

$$\text{Penghematan} = 10 \times \text{Rp } 1.012.000 = \text{Rp } 10.120.000$$

Tabel 12 Total biaya tenaga kerja perhari pada pekerjaan Pembangunan Gedung Ruang Komisi

Jumlah Buffer time	Jenis Tenaga Kerja	Jumlah tenaga kerja rata-rata per hari	Harga satuan tenaga kerja (Rp)	Biaya (Rp)
33	Pekerja	31	60.000	1.860.000
	Tukang kayu	11	100.000	1.100.000
	Tukang batu	12	100.000	1.200.000
	Tukang besi	6	100.000	600.000
	Tukang cat	32	100.000	3.200.000
	Kepala tukang	2	112.000	224.000
	Mandor	3	112.000	336.000
TOTAL				8.520.000

Dari perhitungan tabel di atas, didapatkan bahwa total biaya rata-rata tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp 8.520.000. Jika penghematan dengan menggunakan metode CCPM pada pekerjaan Pembangunan Gedung Ruang Komisi sebanyak 33 hari maka dapat dihitung jumlah penghematan dengan rumus:

$$\text{Penghematan} = \text{Jumlah hari (Buffer time)} \times \text{Total Biaya}$$

$$\text{Penghematan} = 33 \times \text{Rp } 8.520.000 = \text{Rp } 281.160.000$$

Tabel 13 Total biaya tenaga kerja perhari pada pekerjaan Pembangunan Gedung Ruang Anggota

Jumlah Buffer time	Jenis Tenaga Kerja	Jumlah tenaga kerja rata-rata per hari	Harga satuan tenaga kerja (Rp)	Biaya (Rp)
44	Pekerja	63	60.000	3.780.000
	Tukang kayu	29	100.000	2.900.000
	Tukang batu	31	100.000	3.100.000
	Tukang besi	9	100.000	900.000
	Tukang cat	76	100.000	7.600.000
	Kepala tukang	5	112.000	560.000
	Mandor	5	112.000	560.000
	TOTAL			

Dari perhitungan tabel di atas, didapatkan bahwa total biaya rata-rata tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp 19.400.000. Jika penghematan dengan menggunakan metode CCPM pada pekerjaan Pembangunan Gedung Ruang Anggota sebanyak 44 hari maka dapat dihitung jumlah penghematan dengan rumus:

$$\text{Penghematan} = \text{Jumlah hari (Buffer time)} \times \text{Total Biaya}$$

$$\text{Penghematan} = 44 \times \text{Rp } 19.400.000 = \text{Rp } 853.600.000$$

Tabel 14 Total biaya tenaga kerja perhari pada pekerjaan Pembangunan Pagar Beton

Jumlah Buffer time	Jenis Tenaga Kerja	Jumlah tenaga kerja rata-rata per hari	Harga satuan tenaga kerja (Rp)	Biaya (Rp)
20	Pekerja	122	60.000	7.320.000
	Tukang kayu	3	100.000	300.000
	Tukang batu	69	100.000	6.900.000
	Tukang besi	11	100.000	1.100.000
	Kepala tukang	7	112.000	784.000
	Mandor	7	112.000	784.000
	TOTAL			

Dari perhitungan tabel di atas, didapatkan bahwa total biaya rata-rata tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp 17.188.000. Jika penghematan dengan menggunakan metode CCPM pada pekerjaan Pembangunan Pagar Beton sebanyak 20 hari maka dapat dihitung jumlah penghematan dengan rumus:

$$\text{Penghematan} = \text{Jumlah hari (Buffer time)} \times \text{Total Biaya}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= 20 \times \text{Rp } 17.188.000 \\ &= \text{Rp } 343.760.000 \end{aligned}$$

Tabel 15 Total biaya tenaga kerja perhari pada pekerjaan Landscape

Jumlah Buffer time	Jenis Tenaga Kerja	Jumlah tenaga kerja rata-rata per hari	Harga satuan tenaga kerja (Rp)	Biaya (Rp)
26	Pekerja	69	60.000	4.140.000
	Mandor	7	112.000	784.000
TOTAL				4.924.000

Dari perhitungan tabel di atas, didapatkan bahwa total biaya rata-rata tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp 4.924.000. Jika penghematan dengan menggunakan metode CCPM pada pekerjaan landscape sebanyak 26 hari maka dapat dihitung jumlah penghematan dengan rumus:

$$\text{Penghematan} = \text{Jumlah hari (Buffer time)} \times \text{Total Biaya}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= 26 \times \text{Rp } 4.924.000 \\ &= \text{Rp } 128.024.000 \end{aligned}$$

Jadi, total seluruh penghematan dari pekerjaan pendahuluan, pembangunan gedung ruang komisi, pembangunan gedung ruang anggota, pembangunan pagar beton, dan landscape adalah Rp 10.120.000 + Rp 281.160.000 + Rp 853.600.000 + Rp 343.760.000 + Rp 128.024.000 = Rp 1.616.664.000

5. Kesimpulan

Dari hasil identifikasi dan analisa mengenai waste, resiko, serta estimasi biaya, waktu, dan sumber daya pada proyek pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Waste yang paling berpotensi terjadi saat pelaksanaan proyek, yaitu *waiting*. Penyebab timbulnya *waiting* dikarenakan material belum datang, cuaca buruk, serta adanya peralatan yang rusak saat pelaksanaan proyek.

2. Ada beberapa indikator (penyebab) peristiwa risiko yang terjadi dalam proyek, yaitu *Acts of God* dan *natural hazard*, Masalah dalam penyediaan sumber daya, kondisi keuangan proyek yang buruk, kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk, K3, Pencurian, Kelalaian, Ketidakjujuran, serta Kerusakan alat, properti, dan fisik bangunan. Dari penilaian risiko diketahui nilai FMEA terbesar, yaitu peristiwa *Acts of God* dan *natural hazard* dengan bobot 50 dan nilai FMEA terkecil ada pada peristiwa Pencurian, Kelalaian, Ketidakjujuran dengan bobot 12. Dan yang memiliki bobot terbesar yang harus di waspadi oleh pihak pelaksana proyek, yaitu peristiwa *Acts of God* dan *natural hazard*.
3. Dari estimasi penjadwalan dengan metode CCPM di dapatkan hasil percepatan pekerjaan, yaitu untuk pekerjaan pendahuluan, *project buffernya* adalah 10 hari, untuk pembangunan gedung ruang komisi memiliki *project buffer* sebesar 33 hari, untuk pembangunan gedung ruang anggota memiliki *project buffer* sebesar 44 hari, untuk pembangunan pagar beton memiliki *project buffer* sebesar 20 hari, serta untuk pembangunan landscape ada *project buffer* selama 26 hari.
4. Jika *project buffer* tidak digunakan sama sekali maka akan didapatkan penghematan dari pengurangan biaya tenaga kerja. Total seluruh penghematan dari pekerjaan pendahuluan, pembangunan gedung ruang komisi, pembangunan gedung ruang anggota, pembangunan pagar beton, dan landscape adalah Rp 1.616.664.000

6. Saran

1. Sebaiknya pihak pelaksana memiliki perencanaan yang matang sebelum melaksanakan proyek, agar saat pelaksanaan tidak terjadi kendala yang berat yang nantinya akan mengganggu keberlangsungan proyek.
2. Dalam hal pengaturan waktu dan tenaga kerja terdapat keterkaitan yang erat, oleh sebab itu diperlukan cara agar waktu penyelesaian proyek dapat selesai tepat waktu bahkan selesai lebih cepat dengan pemakaian tenaga kerja yang sesuai dengan standarisasi proyek, maka diperlukan metode perhitungan yang tepat, dalam hal ini menggunakan metode penjadwalan CCPM.
3. Untuk material yang belum datang, sebaiknya pelaksana pekerjaan melakukan pekerjaan lain yang tidak menggunakan material yang belum sampai pada lokasi proyek.
4. Untuk mengatasi cuaca buruk yang terjadi sebaiknya pihak kontraktor mengajukan surat pengajuan keterlambatan pengerjaan dengan melampirkan bukti-bukti berupa dokumentasi kepada pihak pemilik proyek.

5. Untuk mengatasi peralatan yang rusak sebaiknya pihak pelaksana melakukan perbaikan dan perawatan secara berkala.

7. Daftar Pustaka

Hapsari, Indri. 2011. Penerapan Metode *Lean Project Management* Dalam Perencanaan Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung SDN Bektiharjo II Semanding Tuban (Studi Kasus : CV. Chandra Setya Karya), Tugas Akhir. Jurusan Teknik Industri ITS, Surabaya.

Leach, Larry. 2005. *Lean project management : Eight Principles for Success*. Advanced Projects, 5239 South Pegasus Way Boise, Idaho 83716.

Steyn, H. 2002. *Project Management Application Of Tthe Theory Of Constraintts Beyond Critical chain Scheduling*. Internasiona Journal of Project Management, 75-80.

Goldartt, E.M. 1997. *Critical chain. Massachusetts :* North River Press.

Womack, J. and Jones, D. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and Schuster.

