

**APLIKASI METODE *LEAN PROJECT MANAGEMENT* DALAM
PERENCANAAN PROYEK KONSTRUKSI PADA PEMBANGUNAN
GEDUNG SMU NEGERI 1 GIRI KABUPATEN BANYUWANGI**

Harliwanti Prisilia¹; Dimas Aji Purnomo¹

(1) Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi

Email: harliwantip@gmail.com

Abstrak:

Kurangnya perencanaan yang baik merupakan faktor yang berpengaruh pada terlambatnya proses konstruksi. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat digunakan pendekatan konsep lean dalam perencanaan proyek yang bertujuan untuk meminimalisir waste dan mengidentifikasi resiko yang ada pada proyek pembangunan. Permasalahan dan tujuan yang di fokuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi dan mengurangi waste serta identifikasi resiko berdasarkan waste pada proyek konstruksi pembangunan gedung SMUN 1 Giri Banyuwangi dengan menggunakan konsep lean. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa waste yang berpengaruh dan berpotensi pada proyek yang digunakan adalah waiting dan defect. Waste waiting di sebabkan karena faktor keterlambatan material, keterlambatan penurunan dana, cuaca buruk dan alat/mesin yang sering rusak. Sedangkan waste defect disebabkan karena cuaca buruk dan alat/mesin yang sering rusak. Hasil penjadwalan dengan Critical Chain Project Management (CCPM) didapatkan waktu mengerjakan proyek adalah 131 hari dimana lebih cepat 29 hari dibandingkan dengan menggunakan penjadwalan eksisting selama 160 hari.

Kata kunci : Lean, Critical Chain Project Management, Waste, Konstruksi

Abstract :

Lack of good planning is a factor that affects the late construction process. To overcome this, a lean concept approach can be used in project planning that aims to minimize waste and identify the risks involved in development projects. The problems and objectives that focus on this research are how to identify and reduce waste and identification of risk based on waste in construction project of SMUN 1 Giri Banyuwangi building by using lean concept. The results of identification indicate that the waste that is influential and potential in the project used is waiting and defect. Waste waiting is caused by material delay factors, delays in funding declines, bad weather and equipment / machines are often damaged. While waste defect caused by bad weather and tools / machines are often damaged. The result of the scheduling with Critical Chain Project Management (CCPM) got the time to work on the project is 131 days which is faster 29 days compared to using the existing scheduling for 160 days.

Keyword : Lean, Critical Chain Project Management, Waste, Costruction

PENDAHULUAN

Kendala maupun kegagalan konstruksi sering terjadi saat pelaksanaan proyek konstruksi. Kegagalan atau masalah yang sering terjadi di proyek adalah sering terjadinya ketidaksesuaian antara rencana awal dengan realisasi yang ada dalam pelaksanaan proyek (Anggraeni, 2009). Walaupun kegagalan tidak dapat dilihat secara langsung, tetapi jika berlangsung dengan terus menerus dan intensitas yang sering maka akan terakumulasi pada akhir proyek misalnya dalam bentuk keterlambatan pelaksanaan proyek dari jadwal yang sudah ditentukan maupun kenaikan anggaran biaya dari awal yang sudah direncanakan (Ismael, 2014). Hal tersebut dinamakan dengan *waste* (pemborosan).

Istilah *waste* juga disebut dengan *non value adding activities* disebabkan oleh tidak efektifnya faktor-faktor yang terlibat dalam pelaksanaan proyek (*man, method, material, machine, environment*), sehingga dapat menimbulkan keterlambatan dalam penyelesaian proyek (Gray, 2006). Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut diperlukan suatu pendekatan *lean thinking* atau dalam manajemen proyek dikenal dengan nama *Lean Project Management* (LPM) yang di dalamnya terdapat prinsip-prinsip yang dapat diaplikasikan untuk pelaksanaan proyek konstruksi. *Lean Project Management* merupakan metode kerja yang fokus terhadap proses. Menurut Leach (2005) metode *Lean Project Management* ini menggabungkan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) untuk penjadwalan dan *lean tools* untuk identifikasi *waste* dan penyebabnya sehingga tidak terjadi keterlambatan dan pembengkakan biaya dalam pelaksanaan proyek.

Namun demikian, masih ada beberapa badan usaha di bidang jasa konstruksi, yang masih melakukan pekerjaan proyek dengan metode-metode tradisional tanpa melakukan

pengaplikasian metode yang terstruktur. Salah satunya adalah PT. Rajek Wesi, Banyuwangi yang merupakan pelaksana pada proyek pembangunan gedung SMU Negeri 1 Giri, Banyuwangi. Untuk itu perlu dilakukan proses perbaikan dalam perencanaan, sebelum dimulainya proyek konstruksi tersebut dengan mengaplikasikan metode *Lean Project Management*. Pendekatan *Lean Project Management* (LPM) dalam perencanaan pembangunan gedung SMU Negeri 1 Giri ini mempunyai tujuan untuk mengidentifikasi *waste*, resiko dan estimasi kebutuhan proyek dari segi waktu, sumber daya, biaya. Untuk estimasi waktu dilakukan dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management* yang digunakan sebagai dasar rekomendasi penjadwalan proyek.

METODE

Metode yang di gunakan dalam penelitian dengan cara mengumpulkan data primer dan data sekunder. Obyek pada penelitian ini adalah proyek pembangunan SMUN 1 Giri Banyuwangi. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Pemetaan Aktivitas Kerja
Pemetaan aktivitas kerja yang dilakukan pada tahap ini adalah melalui pengelompokan aktivitas-aktivitas proyek dengan menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS). Dalam WBS dilakukan *breakdown* aktivitas dari proyek secara utuh hingga ke subderivabel paling rendah.
- b. Identifikasi Waste
Setelah diketahui aktivitas proyek selanjutnya dilakukan identifikasi waste yang terdapat pada proyek dengan melakukan wawancara pada pihak pelaksana proyek. Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa waste yang terjadi pada proyek adalah *waste waiting* dan *defect*.
- c. *Root Cause Analysis* (RCA)

- Setelah waste diketahui, tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya waste dengan menggunakan metode RCA. Langkah selanjutnya setelah faktor penyebab waste diketahui diolah dalam formulasi if then agar dapat diketahui tindakan atau solusi yang dapat ditempuh untuk meminimalisir terjadinya waste. Untuk faktor yang memiliki lebih dari satu solusi dilakukan matriks evaluasi yang pada akhirnya akan dihasilkan rekomendasi untuk meminimalisir atau menghilangkan waste.
- d. Identifikasi Resiko
Proses identifikasi risiko dilakukan dengan cara teknik survey, *brainstorming* dengan *expert*, *literatur review*. Faktor-faktor yang diidentifikasi menyangkut faktor eksternal maupun faktor internal untuk mengetahui sumber-sumber risiko dan indikatornya. Adapun wawancara dan *brainstorming* dilakukan dengan pihak pelaksana proyek.
- e. Risk Priority Number (RPN)
Setelah sumber risiko dan indikatornya diketahui, dilakukan langkah perhitungan RPN untuk penilaian risiko dengan melakukan pengisian form penilaian risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Jika peristiwa risiko telah dikenali dan di beri nilai maka langkah berikutnya adalah membuat keputusan untuk merespon dengan tepat peristiwa tersebut dengan membuat matriks respon risiko berikut analisa risikonya.
- f. Managing Variation (Pengelolaan variasi)
- Variasi didalam 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 dayayang dibutuhkan saat pelaksanaan proyek.
- g. Penjadwalan CCPM
Critical Chain Project Manajement (CCPM) digunakan untuk penjadwalan proyek, dengan melihat penjadwalan eksisting proyek perusahaan. Kemudian menentukan *critical chain*, dan pemotongan *safety time* pada tiap-tiap aktivitas proyek dari pengurangan antar durasi yang memiliki safety di tiap aktivitasnya. (Santosa, 2013). Selanjutnya yaitu menentukan ukuran *buffer* melalui pemotongan *baffer* yang dihasilkan dari pemotongan *safety time*. Tahap selanjutnya yaitu penentuan letak *buffer*, yang berupa *feeding buffer* dan *project buffer* sebagai cara untuk melindungi target waktu penyelesaian. Tahap terakhir yaitu membandingkan antar penjadwalan *existing* dengan penjadwalan yang menggunakan *Critical chain*.
- h. Kesimpulan
Setelah melakukan perhitungan RPN dengan metode FMEA, selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan. Penarikan kesimpulan adalah jawaban dari tujuan penelitian, yang pada akhirnya dapat diberikan saran dan masukan terkait waste dan risiko yang terjadi pada proyek pembangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Identifikasi dan Analisa Waste

Identifikasi waste yang ada pada penelitian ini adalah 8 macam *waste* menurut Womack dan Jones (1996).

Dari 8 *waste* yang telah diidentifikasi berikut ini adalah perbandingan bentuk-bentuk waste proses manufaktur dan proyek konstruksi (Hapsari, 2011).

Tabel 1. Perbandingan Bentuk 8 *Waste* Dalam Manufaktur Dan Konstruksi

Waste	Manufaktur	Proyek konstruksi
<i>Defect</i>	Terjadinya cacat atau penurunan kualitas output	Material yang masih di butuhkan mengalami kerusakan akibat kesalahan proses pemasangan , pembuatan atau penyimpanan.
<i>Overproduction</i>	Produksi berlebihan dibandingkan demand	Repair atau rework bangunan
<i>Waiting</i>	Adanya personel atau material yang tidak aktif dslam waktu yang lama.	Menunggu material , peralatan, dan pekerja datang Menunggu peralatan yang diperbaiki Cuaca tidak mendukung untuk melakukan aktifitas Menunggu interuksi dari pimpinan lapangan
<i>Unappropriate procesing</i>	Peralatan atau mesin yang tidak sesuai	Peralatan atau prosedur pekerjaan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan
<i>Unnecessary motion</i>	Adanya gerakan yang tidak perlu	Pergerakan pekerja yang tidak produktif (berpindah, mencari, dan berjalan)
<i>Excessive transportation</i>	Adanya perpindahan transportasi yang berlebihan	Perpindahan aliran fisik material yang terlalu berlebihan
<i>Unnecessary inventory</i>	Efek dari <i>overproduction</i> yang menyebabkan meningkatnya inventory finished good dan sisa material yang berlebih	Menyediakan material yang lebih dari kebutuhan
Design barang atau jasa yang tidak memuaskan	Design barang yang tidak sesuai dengan design awal produk	Design bangunan yang tidak sesuai dengan permintaan pelanggan

Identifikasi *waste* diolah dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) (Untu, 2104). Identifikasi *waste* berdasarkan *waste* yang paling berpengaruh dan berpotensi terjadi pada proyek. Berdasarkan hasil

wawancara dengan PT. Rajek Wesi sebagai pelaksana proyek dan juga dengan hasil observasi di lapangan, *waste* yang paling berpotensi muncul pada proyek yang di teliti adalah *waiting* dan *defects*.

Adapun faktor-faktor penyebab *waiting* pada proyek ini dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 2. RCA

Waste	Sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Waiting	Menunggu Material datang	Keterlambatan pengiriman material/ mesin	Tidak tepatnya jadwal pengiriman material	Kurangnya koordinasi/ komunikasi dengan penyedia material	Ketidaktepatan dalam pemesanan material	Material tidak sesuai dengan pemesanan
	Menunggu turunnya dana proyek	Keterlambatan penurunan dana proyek	Pengajuan dana belum di setujui	Kurangnya koordinasi/ komunikasi dengan pihak penyandang dana	Adanya perubahan material	
	Menunggu cuaca normal	Cuaca yang tidak mendukung (Cuaca buruk)				
	Menunggu alat/ mesin di perbaiki	Kurangnya pemeliharaan terhadap alat/mesin	Tidak adanya jadwal yang teratur dalam pemeliharaan alat/ mesin			
Waste	Sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Defect		Cuaca buruk				
	Kualitas hasil bangunan kurang baik	Alat/ mesin rusak	Kurangnya pemeliharaan terhadap alat/mesin	Tidak adanya jadwal yang teratur dalam pemeliharaan alat/ mesin		
	Kualitas material yang tidak sesuai	Kesalahan proses dalam pemasangan, pembuatan/ penyimpanan	Kurangnya pengawasan			

Dari penyebab munculnya *waste* tersebut kemudian di olah dalam formulasi *if then* untuk mengetahui tindakan-tindakan yang dapat di tempuh untuk meminimalisir atau menghilangkan *waste*, yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Identifikasi *waste* dengan formulasi *if then*

CONTROLLING WASTE		
<i>If</i>	<i>Then</i>	<i>When</i>
Keterlambatan Datangnya Material	Melakukan pekerjaan lainnya yang tidak menggunakan material yang datang terlambat	Saat Pelaksanaan
		Saat Pelaksanaan
Keterlambatan penurunan dana	Menggunakan dana talangan	Saat Pelaksanaan
		Saat Pelaksanaan
Cuaca buruk	Mengajukan surat keterlambatan pengerjaan	Saat Pelaksanaan
	Melakukan percepatan pekerjaan saat cuaca kembali normal	Saat Pelaksanaan
Alat sering rusak	Melakukan perbaikan dan perawatan alat secara teratur	Saat Pelaksanaan
	Membeli alat yang baru	Saat Pelaksanaan

Dari tabel diatas di hasilkan solusi tindakan untuk penyebab terjadinya *waste*. Untuk penyebab yang memiliki lebih dari satu solusi dan di implmentasikan pada saat yang sama di olah dalam matriks evaluasi untuk mendapatkan solusi terbaik.

b. Matriks Evaluasi

Matriks evaluasi bertujuan untuk mengetahui solusi mana yang untuk dipilih berdasarkan beberapa kriteria dengan melakukan pembobotan oleh pihak pelaksana proyek.dari pembobotan tersebut di dapatkan skoring tiap-tiap solusi sehingga dapat di putuskan solusi mana yang “GO” atau “NOT GO” pada tabel di bawah ini dapat dilihat matriks evaluassinya:

Tabel 4. Matriks Evaluasi Cuaca Buruk

<i>Kriteria</i>	<i>Weight factor</i>	Cuaca Buruk			
		Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pekerjaan		Melakukan percepatan pekerjaan saat kondisi cuaca kembali normal	
		<i>Ranking</i>	<i>Weighted score</i>	<i>Ranking</i>	<i>Weighted score</i>
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)

Tabel 5. Matriks Evaluasi Alat / Mesin Rusak

<i>Kriteria</i>	<i>Weight factor</i>	Peralatan / Mesin rusak			
		Melakukan perbaikan dan perawatan alat secara teratur		Membeli alat yang baru	
		<i>Ranking</i>	<i>Weighted score</i>	<i>Ranking</i>	<i>Weighted score</i>
Biaya	8	7	56	5	40
Waktu	8	7	56	7	56
Dampak terhadap hasil	7	8	56	7	49
Resiko	6	7	42	8	48
Total			210		193
GO/NOT GO			GO		NOT GO (GO II)

Setelah dilakukan evaluasi, di dapatkan solusi terbaik dari penyebab “cuaca buruk” adalah mengajukan surat pengajuan keterlambatan pekerjaan disertai dengan bukti-bukti dokumentasi sedangkan untuk penyebab alat atau mesin rusak dengan melakukan perbaikan dan perawatan alat secara teratur.

c. Analisa Waste

Dari hasil wawancara, didapatkan waste paling berpotensi adalah waiting dan defect. Berikut ini tabel rekomendasi tindakan yang sebaiknya di lakukan oleh pihak pelaksana setelah adanya matriks evaluasi yang sesuai dengan identifikasi yang menggunakan formuasi if then yang di lakukan sebelumnya.

Tabel 6. Rekomendasi Solusi Penyebab Waste setelah Evaluasi

CONTROLLING WASTE		
<i>If</i>	<i>Then</i>	<i>When</i>
Keterlambatan Material	Melakukan pekerjaan lainnya yang tidak menggunakan material yang datang terlambat	Saat Pelaksanaan
Keterlambatan penurunan dana	Menggunakan dana talangan	Saat Pelaksanaan
Cuaca buruk	Mengajukan surat keterlambatan pengerjaan	Saat Pelaksanaan
	Melakukan percepatan pekerjaan saat cuaca kembali normal	Saat Pelaksanaan
Alat sering rusak	Melakukan perbaikan dan perawatan alat secara teratur	Saat Pelaksanaan
	Membeli alat yang baru	Saat Pelaksanaan

d. Identifikasi dan Analisa Resiko

1). Identifikasi Resiko

Berdasarkan hasil wawancara didapatkan daftar kejadian yang tidak

diharapkan yang berpotensi terjadi pada proyek pembangunan SMUN 1 Giri Banyuwangi yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Identifikasi risiko

Konsep	Sumber	Indikator	
Resiko	Eksternal tidak dapat diprediksi	<i>Acts of God</i> dan <i>natural hazard</i>	
	Eksternal dapat diprediksi	Masalah dalam penyediaan sumberdaya (material; tenaga kerj; alat)	
	Internal non-teknis	Kondisi keuangan proyek yang buruk	
		Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	
		K3	
	Pencurian; kelalaian; Ketidakjujuran		
		Kerusakan alat; Properti; Fisik proyek	

Dari tabel di atas kemudian dilakukan risk priority number yang disesuaikan dengan hasil wawancara pada manajer proyek. Berikut ini form penilaian resiko pada proyek pembanguna SMUN 1 Giri Banyuwangi. Pada tabel form penilaian

resiko dilakukan Failure Mode and effectd Analysis (FMEA). Adapun rumus yang menentukan FMEA adalah:
 $FMEA = \text{Kemungkinan} \times \text{Dampak} \times \text{Kesulitan Defeksi}$

Tabel 8. Form penilaian risiko

Indikator (peristiwa) resiko	Kemungkinan	Dampak	Deteksi Kesulitan	PMEA	Kapan
<i>Acts of God dan natural hazard</i>	2	5	5	50	setiap saat
Masalah dalam penyediaan sumberdaya (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	3	24	Saat Pelaksanaan
K3	1	4	4	16	Saat Pelaksanaan
Pencurian; kelalaian; Ketidakjujuran	3	4	3	36	setiap saat
Kerusakan alat; Properti; Fisik proyek	1	4	2	8	Saat Pelaksanaan

Semakin tinggi nilai FMEA maka pihak pelaksana proyek harus meningkatkan kewaspadaan terhadap peristiwa resiko tersebut.

2) Analisa Resiko

Jika peristiwa resiko telah dikenali dan di beri nilai maka langkah berikutnya adalah membuat keputusan untuk merespon dengan tepat peristiwa tersebut. Selain merespon setiap

peristiwa resiko, juga perlu perencanaan kontingensi yang akan digunakan sebagai sebuah rencana alternatif jika suatu peristiwa resiko yang diperkirakan belum terjadi atau bahkan telah terjadi. Untuk mengetahui apatindakan yang perlu dilakukan dan bagaimana dapat mengatur peristiwa resiko yang telah diidentifikasi sebelumnya maka dapat digunakan matriks respon resiko seperti tabel berikut ini:

Tabel 9. Matriks respon risiko

Indikator (Peristiwa) Risiko			
	Kemungkinan	Rencana Kontingensi	Pemicu
<i>Acts of God dan natural hazard</i>	Mengurangi	Mengajukan surat keterlambatan pengerjaan	Cuaca buruk (tidak menentu)
Masalah dalam penyediaan sumberdaya (material; tenaga kerja; alat)	Penghindaran	Melakukan Analisa Kebutuhan Sumber Daya (material, tenaga kerja, alat) sebelum Pelaksanaan	Kurang persiapan dari pihak pelaksana proyek
Kondisi keuangan proyek yang buruk	Penghindaran	Melakukan Menganalisa kebutuhan biaya proyek dengan menyertakan dana kontingensi / memakai	Penurunan biaya proyek terlambat / tidak sesuai jadwal

dana talangan			
Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	Penghindaran	Membuat penjadwalan dengan memberikan <i>buffer time</i>	Kurang persiapan dari pihak proyek dan kesalahan menganalisa penjadwalan proyek
K3	Asuransi	Asuransi	Perlengkapan alat K3 tidak sesuai dengan standarisasi
Pencurian; kelalaian; Ketidakjujuran	Penghindaran	Pengadaan staff keamanan di lokasi proyek khususnya di area gudang material	Lokasi proyek tidak aman
Kerusakan alat; Properti; Fisik proyek	Penghindaran	Maintenance / perawatan secara teratur (sesuai jadwal)	Adanya pengerjaan proyek yang tidak sesuai prosedur

e. Managing variation dan penjadwalan CCPM

Variasi di dalam proyek diartikan ketidakpastian, untuk itu pihak pelaksana perlu memmanage variasi, yang dilakukan dengan cara melakukan estimasi sebelum pelaksanaan proyek baik dari segi biaya, dan waktu, sumber daya yang digunakan. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengestimasi biaya

proyek dari kebutuhan material dan tenaga kerja (sebelum PPN 10% dan dana kontingensi), agar pihak pelaksana dapat memperkirakan total biaya proyek sesuai dengan nilai proyek yang sudah ditentukan pihak pemilik proyek atau justru melebihi. Estimasi biaya dilakukan dengan merinci kebutuhan material dari tiap jenis pekerjaan.

Tabel 10. Rincian Total Biaya Proyek

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah (Rp)	Total Bobot
1	Pekerjaan Persiapan	30.981.730,000	0,85
2	Pekerjaan Tanah Dan Urugan	85.926.500,280	2,36
3	Pekerjaan Pasangan Pondasi	24.912.836,160	0,68
4	Pekerjaan Beton Pondasi & Kolom	898.460.175,500	24,68
5	Pekerjaan Struktur Lantai Dua	791.774.116,600	21,75
6	Pekerjaan Struktur Lantai Tiga	770.320.033,600	21,16
7	Pekerjaan Struktur Beton Atap	385.547.295,500	10,59
8	Pekerjaan Pasangan Dinding	58.925.852,000	1,62
9	Pekerjaan Beton	78.955.080,480	2,17
10	Pekerjaan Plesteran	85.240.964,800	2,34
11	Pekerjaan Kusen, Pintu, & Jendela	125.979.493,500	3,46

12	Pekerjaan Plafon	83.083.410,66	2,28
13	Pekerjaan Pengecetan	37.453.907,800	1,03
14	Pekerjaan Pasangan Keramik	109.395.169,200	3,01
15	Pekerjaan Instalasi Listrik	23.365.320,000	0,64
16	Pekerjaan Instalasi Air	45.903.730,000	1,26
17	Pekerjaan Penggantung & Aseessoris	12.948.740,000	0,36
18	Pekerjaan Tambahan	54.958.310,28	1,51
	Jumlah total	3.639.866.477,22	100 %

Dari rincian biaya di atas didapatkan total biaya proyek (sebelum PPN 10% dan dana kontingensi) sebesar Rp. 3.639.866.477,22 total biaya setelah PPN yaitu sebesar Rp. 4.003.853.000,00. Sedangkan nilai dari proyek yang akan di kerjakan sebesar Rp. 4.014.000.000,00. Hal ini berarti biaya proyek dapat di terima karena tidak melampaui nilai proyek yang telah di tetapkan oleh pihak pemilik proyek.

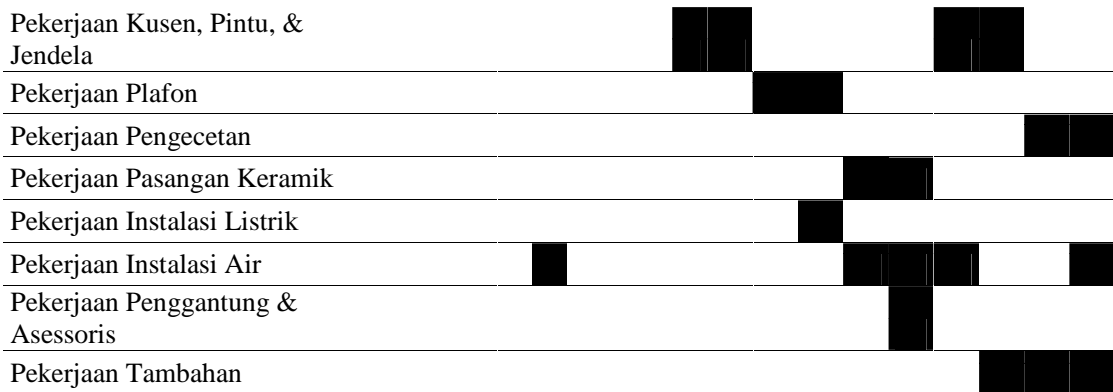
Setelah melakukan estimasi biaya, kemudian melakukan estimasi penjadwalan dengan menggunakan kurva S dan *critical chain Project Management*. Dari hasil pembobotan kurva S didapatkan bahwa pekerjaan yang memiliki bobot yang paling besar yaitu pekerjaan *Plat Dack* Lantai tiga

yaitu sebesar 11,59. Hal ini berarti pekerjaan *Plat Dack* Lantai tiga merupakan kegiatan yang paling rumit jika dilihat dari sisi biaya. Namun berdasarkan akumulasi pembobotan pekerjaan dari sisi waktu, yang memiliki bobot paling tinggi yaitu pada minggu ke 5 sampai minggu ke 7 yaitu dengan bobot 3,53 yaitu untuk pekerjaan struktur lantai dua balok T2.

Kemudian pada proses penjadwalan CCPM, sebelum dilakukan, dapat dilihat jadwal *existing* dari proyek pembangunan gedung SMUN 1 Giri Banyuwangi. Berikut adalah rencana penjadwalan eksisting proyek dalam tabel 11.

Tabel 11. Rencana Penjadwalan *Existing*

Jenis Pekerjaan	Rencana Jadwal Perencanaan (minggu ke)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pekerjaan Persiapan	■																	
Pekerjaan Tanah Dan Urugan	■	■	■	■	■	■	■											
Pekerjaan Pasangan Pondasi					■	■	■	■										
Pekerjaan Beton Pondasi & Kolom		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pekerjaan Struktur Lantai Dua							■	■	■	■								
Pekerjaan Struktur Lantai Tiga													■	■	■	■		
Pekerjaan Struktur Beton Atap																	■	■
Pekerjaan Pasangan Dinding									■	■	■	■						
Pekerjaan Beton								■	■	■	■	■						
Pekerjaan Plesteran																■	■	



Di dalam CCPM terdapat *buffer time* yaitu waktu penyangga, yang digunakan untuk melindungi ketidakpastian yang berpotensi menimbulkan keterlambatan target penyelesaian proyek. Dari hasil identifikasi penjadwalan didapatkan bahwa aktivitas kritis pada proyek ini adalah Plat dack Lantai Tiga, t-12 cm, beton K-225/ready mix, 110kg besi polos dan *project buffer*, untuk itu

perlu dialokasikan *feeding buffer* sebelum Plat dack Lantai Tiga, t-12 cm, beton K-225/ready mix, 110 kg besi polos dan *project buffer*, dengan tujuan agar variasi dari pekerjaan tersebut mengganggu aktivitas kritis. Pada tabel 5.7 berikut ini dapat dilihat perhitungan alokasi *feeding buffer* untuk pekerjaan Plat dack Lantai Tiga, t-12 cm, beton K-225/ready mix, 110 kg besi polos dan *project buffer*.

Tabel 12. Perhitungan *Project Buffer*

Jenis Pekerjaan	Waktu Tercepat (A)	Waktu yang masih menyimpan waktu cadangan (S)	$(S-A)/2$	$(S-A)/2 \times (S-A)/2$
PEKERJAAN PERSIAPAN	6	6	0	0
PEKERJAAN TANAH & URUGAN	57	58	0.5	0.25
PEKERJAAN PASANGAN PONDASI	4	5	0.5	0.25
PEKERJAAN BETON PONDASI & KOLOM	112	112	0	0
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI DUA	26	26	0	0
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI TIGA	23	25	1	1
PEKERJAAN STRUKTUR BETON ATAP	18	18	0	0
PEKERJAAN PASANGAN DINDING	11	13	1	1
PEKERJAAN BETON	18	18	0	0
PEKERJAAN PLESTERAN	13	13	0	0
PEKERJAAN KUSEN, PINTU & JENDELA	19	19	0	0
PEKERJAAN PLAFOND	23	23	0	0
PEKERJAAN PENGECATAN	4	5	0.5	0.25

Project Buffer

PEKERJAAN PASANGAN KRAMIK	27	27	0	0
PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	30	30	0	0
PEKERJAAN INSTALASI AIR	56	58	1	1
PEKERJAAN PENGGANTUNG & ASESORIS	12	14	1	1
PEKERJAAN TAMBAHAN	43	43	0	0
			4.75	4.35

Dengan sesuai penjadwalan CCPM, panjang durasi yang di butuhkan untuk penyelesaian proyek pembangunan gedung SMUN 1 Giri Banyuwangi hanya 131 hari (termasuk *buffer time*) dan jauh lebih singkat dibandingkan dengan jadwal *eksisting* yang membutuhkan waktu lebih lama yaitu sepanjang 160 hari. Dengan mengetahui jadwal proyek tersebut, pihak pelaksanadapat melaksanakan estimasi kepada tenaga kerja pada setiap pekerjaan.

KESIMPULAN

1. Hasil identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan *waste* yang berpengaruh dan berpotensi pada proyek yang digunakan. Sebagai obyek pengamatan dari hasil wawancara dari pihak pelaksana menurut 8 *waste* yang telah didenifisikan oleh *Womack and Jones* 1996 adalah *waiting* dan *difect*. *Waste waiting* di sebabkan karena faktor keterlambatan material, keterlambatan penurunan dana, cuaca buruk dan alat/ mesin yang sering rusak. Sedangkan *waste difect* disebabkan karena cuaca buruk dan alat/mesin yang sering rusak.
2. Hasil penilaian resiko menurut hasil perhitungan FMEA, diketahui nilai terbesar dengan nilai 50 yaitu masalah *Acts of God and Natural Hazard*, dimana resiko tersebut

- sulit untuk diprediksi seperti banjir, hujan dan bencana alam
3. Hasil penjadwalan dengan CCPM didapatkan waktu mengerjakan proyek adalah 131 hari dimana lebih cepat 29 hari dibandingkan dengan menggunakan penjadwalan *eksisting* selama 160 hari, dengan estimasi biaya proyek sebesar (sebelum PPN 10% dan dana kontingensi) sebesar Rp. 3.639.866.477,22 juta, total biaya setelah PPN yaitu sebesar Rp. 4.003.853.000,00. Sedangkan nilai dari proyek yang akan di kerjakan sebesar Rp. 4.014.000.000,00. Hal ini berarti biaya proyek dapat di terima karena tidak melampaui nilai proyek yang telah di tetapkan oleh pihak pemilik proyek.
 4. Biaya penghematan tenaga kerja dengan penjadwalan CCPM perharinya adalah Rp 3.291.212,53 sehingga Untuk penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM lebih singkat 29 hari, maka total penghematan biaya di peroleh sebesar Rp. 95. 445. 163,49. Sedangkan dana kotingensi untuk cadangan anggaran dan cadangan manajemen total adalah sebesar Rp. 1.201.155.900,00.

SARAN

1. Saran yang dapat dijadikan untuk penelitian ini adalah agar pihak pelaksana dapat mengimplementasikan Lean

Project Management pada proyek-proyek selanjutnya untuk mengantisipasi keterlambatan proyek.

2. Pihak pelaksana proyek agar lebih memperhatikan unsur keselamatan pekerja dalam pelaksanaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, Nyoman. 2009. Penerapan Metode Penjadwalan *Critical Chain* dan *Lean Construction* dalam Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi (Studi Kasus : PT. Adhi Karya(Persero), Tbk), Tugas Akhir. Jurusan Teknik Industri ITS, Surabaya.
- Archia, Itqan., dan Singgih, Moses L. 2013. Penerapan Metode *Lean Construction* dan Penjadwalan *Critical Chain Project Management* Dalam Pembangunan Proyek Konstruksi Gedung Universitas Widya Mandala (UWM) Surabaya (Studi Kasus : PT.PP (Persero). Tbk). *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Artika, Dian. 2014. Penerapan Metode *Lean Project Management* Dalam Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol. 2, No 1, Maret 2014.
- Aulady, Mohamad., dan Orleans, Cesaltino. 2016. Perbandingan Durasi Waktu Proyek Konstruksi Antara Metode *Critical Path Method (CPM)* dengan Metode *Critical Chain Project Management* (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Apartemen Menara Rungkut). *Jurnal IPTEK*. Vol. 20 No1, Mei 2016.
- Busyral, Muhammad. 2012. Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi Menggunakan Critical Chain Project Management dan Lean Construction Untuk Meminimasi Waste (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Bppkb Tahap 2). *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri ITS, Surabaya.
- Ghaffari, Mahdi., and Emsley, Margaret, W. 2015. Current Status and Future Potential of the research on Critical Chain Project Management. *PM World Journal*. Volume IV Issue IX – September 2015.
- Gray, C. and Larson, E. 2006. *The Managerial Process 3th Edition*. McGraw-Hill Company, New York.
- Hapsari, Ratih Indri. 2011. Penerapan Metode *Lean Project Management* dalam Perencanaan Proyek Konstruksi pada Pembangunan Gedung SDN Bektiharjo II Semanding Tuban. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
- Husen, A.2009. *Manajemen Proyek*. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Ismael, I., dan Junaidi. (2014, Februari). Identifikasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Di Kota Bukittinggi. *Jurnal Momentum*, Vol.16, 25-36.
- Leach, L. P. 2005. *Lean Project Management: Eight Principles for Success*. Artech House, Norwood.
- Nurlela dan Suprpto, Heri. 2014. Identifikasi dan Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Infrastruktur bangunan Gedung Bertingkat. *Jurnal Desain Konstruksi*. Volume 13 No2, Desember 2014.
- Santosa, Budi. 2013. *Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Untu, Silvia., dkk. 2014. Penerapan Metode *Lean Project Management* dalam perencanaan proyek konstruksi (studi kasus : Pembangunan Gedung Mantosh Tahap III), *Jurnal Sipil statik* vol.2 No. 6, September 2014 (320-329) ISSN:2337-6732.
- Womack, J. and Jones, D.1996. *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schus, New York