

ANALISIS PROYEK KONSTRUKSI MENGGUNAKAN *CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT* DAN *LEAN CONSTRUCTION* UNTUK MEMINIMASI WASTE

Evi Febianti^{1*}, Lely Herlina², Aditya Herfaisal³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Alamat : Jalan Jend. Sudirman KM. 03 Cilegon – Banten 42435

*evifebianti@yahoo.com¹

ABSTRAK

PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa konstruksi. Disaat mengerjakan proyek pada PT. XYZ yaitu pembangunan Warehouse MC58-MC62 mengalami keterlambatan selama 13 hari dengan target selesai tanggal 30 november 2013 akan tetapi mundur sampai tanggal 13 desember 2013 sehingga mendapatkan pinalti dari PT. XYZ. Sehingga PT. ABC ini perlu melakukan analisis terhadap permasalahan yang dihadapi. Untuk melakukan analisis digunakan metode critical chain project management (CCPM) dan konsep lean construction. Dengan tujuan mengidentifikasi dan mengeliminasi non-value added activity, mengidentifikasi perhitungan nilai resiko terhadap waste yang termasuk kategori high risk, merencanakan dan mengendalikan proyek dengan metode CCPM, serta memberikan rekomendasi untuk mengurangi masing-masing potensi resiko. Hasil dari penelitian ini menunjukkan waste yang sering terjadi yaitu adanya kerusakan pada alat kerja Civil, kontraktor ore prestasi, mutu mesin pompa kurang bagus, keterlambatan datangnya raw material steel structure, dan kondisi permukaan tanah tidak mendukung saat proses excavation. Sehingga menghasilkan high resiko yaitu keterlambatan datangnya raw material steel structure. Dengan metode CCPM didapatkan durasi pengerjaan menjadi lebih pendek menjadi 443 hari dengan waktu kondisi awal 563 hari. Rekomendasi yang dilakukan adalah membuat list yang dibutuhkan serta adanya koordinasi dengan client, melakukan perawatan mesin secara berkala dan adanya pembelian alat kerja baru, selektif dalam memilih kontraktor, pembelian mesin pompa dengan mutu yang bagus, serta perlu dilakukannya dewatering pompa.

Kata kunci: Critical Chain Project Management, Lean Construction, Non-Value Added Activity, Waste

ABSTRACT

PT. ABC is a company engaged in construction services. In the period of working on a project at PT. XYZ about the construction Warehouse MC62- MC58 has been delayed for 13 days with a target completion date of 30 November 2013 but withdrew until 13 December 2013, therefore, PT ABC got a penalty of PT. XYZ. So that PT. ABC is necessary to analyze the problems faced. To perform the analysis used the method of critical chain project management (CCPM) and the concept of lean construction. With the goal of identifying and eliminating non-value added activity, identifying risks to the calculation of the value of waste belonging to the category of high risk, planning and controlling projects with CCPM method, as well as provide recommendations for reducing each potential risks. Results from this study showed that waste, normally, often occurs that causing damage to the civil engineering working tool, contractors ore achievement, lack of good quality pumps, delays in the arrival of raw material steel structure, and ground conditions do not support the process of excavation. Resulting in a high risk of delays in the arrival of raw materials, namely steel structure. CCPM method obtained with shorter construction duration to 443 days to 563 days the time the initial conditions. Recommendations are to make a list that is needed as well as coordination with the client, perform periodic engine maintenance and the purchase of a new working tool, selective in choosing a contractor, purchase pumps with good quality, as well as the need to execution of dewatering pumps.

Keywords : Critical Chain Project Management, Lean Construction, Non-Value Added Activity, Waste

PENDAHULUAN

Industri konstruksi Indonesia, dan juga secara umum, masih bergelut dengan permasalahan ketidakefisienan dalam pelaksanaan proses konstruksinya. Masih terlalu banyak pemborosan (*waste*) berupa kegiatan yang menggunakan sumber daya tetapi tidak menghasilkan nilai yang diharapkan (*value*). Abduh (2007)

Masalah yang sering dihadapi dalam proyek konstruksi adalah pada tahap pelaksanaan sering terjadi perubahan yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian. Keterlambatan suatu pekerjaan merupakan efek kombinasi dari ketergantungan antar pekerjaan dan variabilitas dalam setiap proses. Proses dan operasi konstruksi yang berulang meyakinkan dalam penerapan konsep lean pada konstruksi, serta metode *critical chain project management* yang dapat mengatasi permasalahan dalam penjadwalan proyek (Abduh 2007).

PT. ABC merupakan anak perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa *engineering* dan desain perusahaan dalam melayani proyek pembangunan. Dalam mengerjakan proyek pembangunan, PT. ABC sering sekali menghadapi permasalahan-permasalahan yang terjadi sehingga menyebabkan *waste* atau pemborosan-pemborosan yang harus segera direduksi yang berdampak pada keterlambatan proses konstruksi sehingga harus segera dilakukan upaya-upaya perbaikan, misalnya dalam hal keterlambatan material, alat kerja rusak, dan lain-lain yang bisa mengakibatkan terganggunya proses proyek sehingga proyek tidak tepat waktu dengan salah satunya yaitu pada saat PT. ABC sedang mengerjakan proyek pembangunan untuk PT. XYZ pada *Warehouse MC58-MC62*

Berdasarkan hasil pengamatan dan diskusi yang dilakukan didalam proyek pembangunan *Warehouse MC58-MC62*, banyak sekali *waste* atau pemborosan-pemborosan yang terjadi didalam proses pembangunan seperti adanya alat yang rusak, material yang hilang serta adanya proses menunggu dikarenakan adanya keterlambatan material. Sehingga proyek pembangunan *Warehouse MC58-MC62* tidak selesai sesuai dengan jadwalnya yaitu mengalami keterlambatan selama 13 hari.

Oleh karena itu, untuk menghadapi permasalahan yang dialami PT. ABC agar

permasalahan yang terjadi sekarang dapat ditanggulangi atau diantisipasi untuk proyek dikemudian hari, maka digunakan *critical chain project management* (CCPM) dan konsep *lean construction*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi terjadinya *non-value added activity*, mengidentifikasi perhitungan nilai risiko terhadap *waste* yang termasuk kategori *high risk*, merencanakan dan pengendalian proyek dengan penerapan metode CCPM, serta memberikan rekomendasi atau perbaikan yang dapat direkomendasikan untuk mengurangi masing-masing potensi risiko.

METODE

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu melakukan wawancara kepada pihak terkait serta observasi lapangan dalam pembangunan proyek *Warehouse MC58-MC62*, untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dalam pembangunan proyek. Kemudian setelah memahami permasalahan apa saja yang ada, lalu dilakukan studi literatur dengan tujuan untuk mencari teori-teori pendukung yang digunakan sebagai landasan dan acuan untuk memecahkan masalah yang terjadi. Setelah permasalahan dipahami dan studi literatur sesuai, selanjutnya menentukan tujuan penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan mengumpulkan data informasi perusahaan yang terkait dengan kebutuhan data penelitian seperti data kegiatan proyek, data material atau peralatan yang digunakan, data kegiatan proyek dan waktu pengerjaan proyek serta data umum perusahaan. Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengolahan yang dibagi kedalam beberapa tahapan, yaitu :

1. Membuat kerangka WBS (*Work Breakdown Structure*) digunakan memecahkan tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail yang dimaksudkan agar proses perencanaan proyek memiliki tingkat yang lebih baik. (sumber: <http://WorkBreakdownStructure.com>, 2014)
2. Penjadwalan proyek dengan Microsoft Project yaitu menggambarkan jaringan proyek, mengenali jadwal proyek, serta mengelola biaya proyek dan sumber yang lain (Heizer 2009).
3. Pembuatan VSM (*Value Stream Mapping*) untuk menggambarkan proses

secara keseluruhan dan *value stream* yang ada di dalamnya.

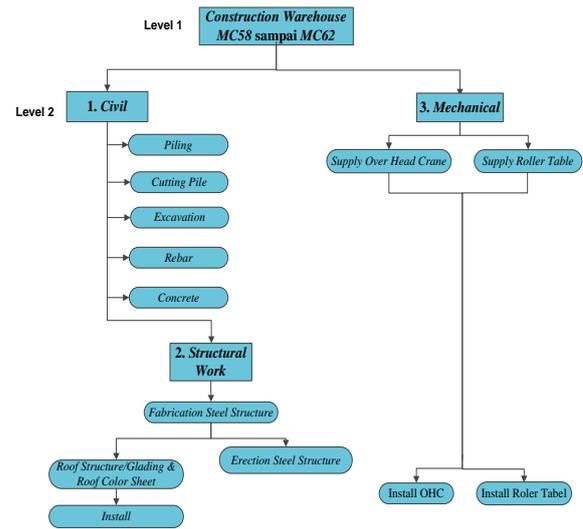
4. Melakukan Identifikasi *waste* dengan *Brainstorming* yaitu suatu *tools* yang digunakan untuk menghasilkan ide dalam jangka waktu yang pendek dan juga merangsang kreativitas dalam berpikir tetapi tetap mempertimbangkan semua ide yang telah didapat (Nurifansyah, 2008).
5. Melakukan analisa FMEA (*failure mode and effect analysis*) yaitu suatu *tools* yang digunakan untuk memperbaiki prioritas perbaikan yang akan diberikan pada komponen/kegiatan yang memiliki tingkat prioritas RPN (*Risk Priority Number*) paling tinggi.
6. Membuat RCA (*Root Cause Analysis*) yaitu menganalisis akar penyebab dari sebuah permasalahan yang tidak diharapkan dan langkah-langkah yang diperlukan agar permasalahan tersebut tidak terjadi lagi.
7. Penentuan *critical waste* dengan PRM (*Project Risk management*) yaitu salah satu *tools* yang digunakan dalam menentukan resiko.
8. Penjadwalan proyek menggunakan *critical chain project management* (CCPM) yaitu memungkinkan untuk mengantisipasi kondisi ketidakpastian dan variabilitas yang mungkin terjadi dalam sebuah proyek (Dwivedi 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dan diolah dengan menggunakan konsep *lean* dan analisis CCPM, berikut adalah hasil dan pembahasan yang diperoleh dari pengolahan data:

1. Membuat kerangka WBS (*Work Breakdown Structure*)

Pada diagram WBS menjelaskan tentang tahapan pengerjaan proyek mulai dari pekerjaan besar menjadi sub-sub pekerjaan yang lebih kecil yang terbagi ke dalam 3 level atau 3 tingkatan, dimana semakin tinggi levelnya semakin detail rincian pekerjaannya. Berikut ini adalah diagram WBS dari pengerjaan proyek *Warehouse MC58* sampai *MC62*. Tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. WBS *Warehouse MC58* sampai *MC62*

2. Penjadwalan proyek dengan Microsoft Project.

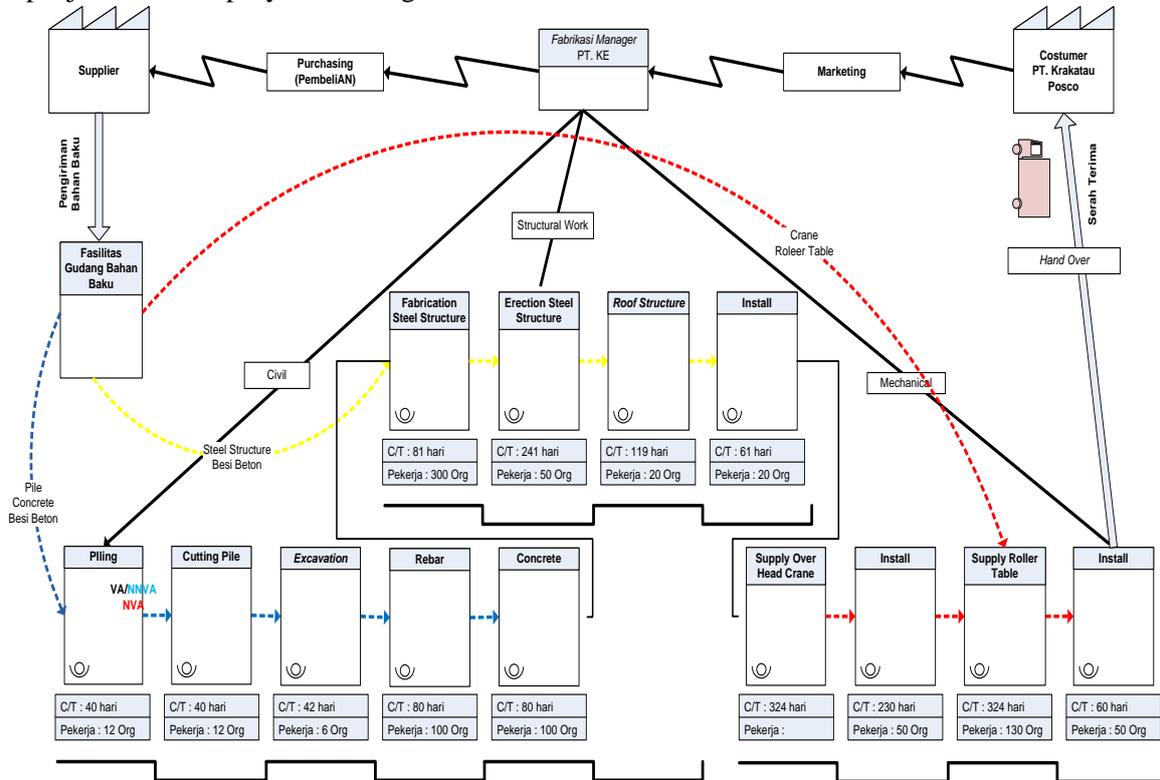
Pada *MS project* menjelaskan tentang gambaran pengerjaan proyek mulai dari awal proses pengerjaan sampai pengerjaan proyek tersebut selesai dengan waktu yang dihasilkan yaitu selama 562,5 hari atau 563 hari. Dalam *MS project* pekerjaan atau kegiatan yang dilakukan di proyek dinamakan *Task*. Beda halnya dengan WBS yang hanya menggambarkan pekerjaan besar menjadi sub-sub pekerjaan yang lebih kecil yang tercakup dalam level, *MS project* terdapat durasi atau waktu pengerjaan proyek, *predecessor* untuk *task* yang mendahului *task* lain serta *resource* yaitu sumber daya yang digunakan untuk mengerjakan proyek, yang dapat berupa peralatan, manusia, maupun biaya. Dalam gambaran *MS project* diatas data yang diambil berdasarkan data WBS, data material / peralatan yang digunakan, dan waktu pengerjaan proyek yang menggambarkan proses awal sampai akhir dimana terdapat aktivitas-aktivitas yang mendahului.

3. Pembuatan VSM (*Value Stream Mapping*)

Pada gambaran VSM diatas menjelaskan tentang gambaran seluruh kegiatan pengerjaan proyek dari membeli bahan baku sampai *hand over* atau serah terima proyek selesai, antara PT. ABC

dengan PT. XYZ. Terdapat 3 aliran proses yang dibedakan berdasarkan warna yaitu untuk warna biru aliran proses *civil*, untuk warna kuning aliran proses *structural work*, dan untuk warna merah aliran proses *mechanical*. Dalam gambaran VSM diatas data yang diambil berdasarkan data penjadwalan proyek dengan MS

Project.Berikut ini gambaran *Value Stream Mapping* untuk *Warehouse MC58* sampai *MC62* tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Value Stream Mapping Structure Warehouse MC58 sampai MC62

4. Melakukan Identifikasi waste dengan *Brainstorming*

Dalam mengidentifikasi waste yang terjadi pada proyek pembuatan Warehouse MC58 sampai MC62, dengan cara melakukan *brainstorming* langsung ke pihak manajemen fabrikasi. *Brainstorming* merupakan suatu tools yang digunakan untuk menghasilkan ide dalam jangka waktu yang pendek dan juga merangsang kreativitas dalam berpikir tetapi tetap mempertimbangkan semua ide yang telah didapat. Hal ini diperlukan untuk mengetahui jenis waste atau pemborosan mana yang memiliki pengaruh besar terhadap jalannya suatu proyek sehingga nantinya kualitas pengerjaan proyek dapat berlangsung dengan cepat. Adapun divisi yang dilibatkan dalam *brainstorming*

adalah divisi *civil*, divisi *Structural Work*, dan divisi *Mechanical*. Setelah dilakukan *brainstorming*, maka dihasilkan empat jenis waste yang sangat berpengaruh dalam proyek pembuatan Warehouse MC58 sampai MC62 sehingga harus segera dihilangkan atau direduksi. Berikut ini keempat jenis waste tersebut:

- a. Cacat (*Defect*)
Adanya kerusakan pada alat kerja Civil seperti Excavator, Buldozer, Dump Truck, Alat Pancang, dan Compactor (Divisi *Civil*)
- b. Proses yang tidak tepat (*Inappropriate Processing*)
Kontraktor Ore Prestasi (Divisi *Civil*)
- c. Persediaan yang tidak penting (*Unnecessary Inventory*)

Mutu mesin pompa yang kurang bagus(Divisi *Civil*)

d. Waktu tunggu (*Waiting*)

Kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses excavation. (Divisi *Civil*), Kekurangan bahan bakar.(Divisi *Civil*), Kekurangan Manpower atau Pekerja tidak memadai.(Divisi *Civil*), Kondisi cuaca yang tidak mendukung seperti hujan saat proses *Piling*. (Divisi *Civil*), Keterlambatan datangnya raw material *steel structure*. (Divisi *Structural Work*), Kekurangan Manpower atau Pekerja tidak memadai. (Divisi *Structural Work*), Kekurangan *Equipment* atau alat tidak memadai. (Divisi *Structural Work*), Kondisi cuaca yang tidak mendukung seperti hujan saat proses *erection steel structure*. (Divisi *Structural Work*), Kondisi cuaca yang tidak mendukung seperti hujan saat proses *Roof Structure*. (Divisi *Structural Work*), Sebagian komponen *Trolley Bar* hilang. (Divisi *Mechanical*), Kabel listrik sering hilang. (Divisi *Mechanical*), *Komponen* terlambat datang.(Divisi *Mechanical*), Kurangnya tenaga ahli seperti *mill right dan mechanical fitter*. (Divisi *Mechanical*), dan Kekurangan alat (Divisi *Mechanical*).

5. Melakukan Analisa FMEA (*failure mode and effect analysis*)

Setelah diketahui *waste* apa saja yang terjadi selama proses proyek berlangsung, selanjutnya melakukan analisis FMEA yaitu suatu tools yang digunakan untuk memperbaiki prioritas perbaikan yang akan diberikan pada komponen/kegiatan yang memiliki tingkat prioritas (RPN) paling tinggi. Berikut hasil dari analisa FMEA dengan nilai RPN tertinggi untuk masing-masing *waste* ialah :

1. *WasteDefect*

Adanya kerusakan pada alat kerja *Civil* dengan RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 168 dengan rank 1.

Artinya prioritas resiko yang didapatkan dari hasil perkalian 3 nilai kriteria yang didapat sebesar 168 dengan menempati urutan pertama dalam *waste defect* dikarenakan tidak

adanya *potensial failure* lainya dalam *wastedefect*.

2. *WasteInappropriate Processing*

Kontraktor ore prestasi dengan RPN sebesar 196 dengan rank 1. Artinya prioritas resiko yang didapatkan dari hasil perkalian 3 nilai kriteria yang didapat sebesar 196 dengan menempati urutan pertama dalam *waste inappropriate processing* dikarenakan tidak adanya *potensial failure* lainya dalam *wasteinappropriate processing*.

3. *WasteUnnecessary Inventory*

Mutu mesin pompa yang kurang bagus dengan RPN sebesar 224 dengan rank 1 Artinya prioritas resiko yang didapatkan dari hasil perkalian 3 nilai kriteria yang didapat sebesar 224 dengan menempati urutan pertama dalam *waste unnecessary inventory* dikarenakan tidak adanya *potensial failure* lainya dalam *wasteunnecessary inventory*.

4. *WasteWaiting*

a. Keterlambatan datangnya raw material *steel structure* dengan RPN200 dengan rank 1 Artinya prioritas resiko yang didapatkan dari hasil perkalian 3 nilai kriteria yang didapat sebesar 220 dengan menempati urutan pertama dari 14 *waste waiting*.

b. Kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses excavation dengan RPN192 dengan rank 2 Artinya prioritas resiko yang didapatkan dari hasil perkalian 3 nilai kriteria yang didapat sebesar 192 dengan menempati urutan kedua setelah *waste* keterlambatan datangnya raw material *steel structure* dari 14 *waste waiting*.

Dan rekapitulasi tersaji pada Tabel. 1

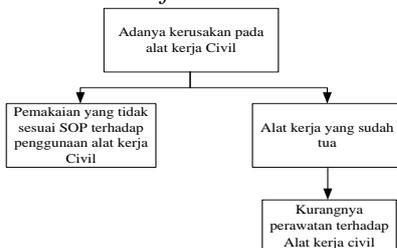
Tabel 1. Rekapitulasi Rekomendasi berdasarkan

No	Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Potential Cause Mechanism of Failure	RPN	Rekomendasi
1	Cacat (Defect)	Adanya kerusakan pada alat kerja Civil	Kegiatan pengerjaan proyek menjadi terganggu, sehingga waktu pembangunan menjadi lebih lama	Alat kerja yang sudah tua dan Kurangnya perawatan terhadap mesin	168	Melakukan perawatan terhadap mesin secara berkala dan adanya pembelian alat kerja baru untuk menambah kapasitas.
2	Proses yang tidak tepat (Inappropriate Processing)	Kontraktor Ore Prestasi	Tidak bisa melakukan kegiatan pembangunan proyek ketahap selanjutnya,	Kontraktor belum mempunyai dana untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya	196	Harus selektif dalam memilih kontaktor yang sanggup dan sesuai dengan dalam pembangunan proyek
3	Persediaan yang tidak penting (Unnecessary Inventory)	Mutu mesin pompa yang kurang bagus	Proses pengerjaan excavation terganggu sehingga proses memakan waktu lama	Buruknya pemilihan yang tidak disesuaikan dengan standar proyek.	224	Adanya pembelian mesin pompa dengan mutu yang bagus.
4	Waktu tunggu (waiting)	Keterlambatan datangnya raw material steel structure	Proses di bidang structural work menjadi terganggu	<ul style="list-style-type: none"> Tidak adanya stok pembuatan raw material steel structure di dalam negeri Kurang kordinasi dengan client 	200	<ul style="list-style-type: none"> Sebelum pengerjaan berlangsung harus membuat daftar list yang dibutuhkan. Harus adanya kordinasi dengan client
		Kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses excavation	Proses excavation menjadi terhambat	<ul style="list-style-type: none"> Banyaknya air tergenang pada saat proses excavation, Permukaan tanah bekas daerah rawa 	192	Perlu dilakukannya dewatering pompa

6. Membuat RCA (Root Cause Analysis)

Root cause analysis dimaksudkan untuk menganalisis akar penyebab dari sebuah permasalahan dalam masing-masing waste yang paling tinggi dimana diambil berdasarkan nilai risk priority number (RPN) yang tertinggi sehingga dengan mengetahuinya dapat dilakukan tindakan perbaikan dan pencegahan secara efektif.

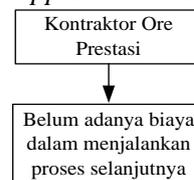
a. Waste Defect



Gambar 3. Root Cause Analysis untuk waste defect

Waste cacat (defect) yang terjadi pada proses pembangunan Warehouse MC58 sampai MC62 yaitu adanya kerusakan pada alat kerja Civil. Dengan penyebab potensial terjadinya waste tersebut yakni dimulai dari pemakaian yang tidak sesuai SOP terhadap penggunaan alat kerja Civil, alat kerja civil yang sudah tua yang tidak didukung dengan kurangnya perawatan secara berkala.

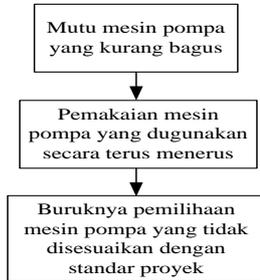
b. Waste Inappropriate Processing



Gambar 4. Root cause analysis untuk waste Inappropriate Processing

Waste cacat (*defect*) yang terjadi pada proses pembangunan Warehouse MC58 sampai MC62 yaitu kontraktor ore prestasi. Dimana penyebab potensial terjadinya *waste* tersebut yakni belum adanya biaya dalam menjalankan proses selanjutnya.

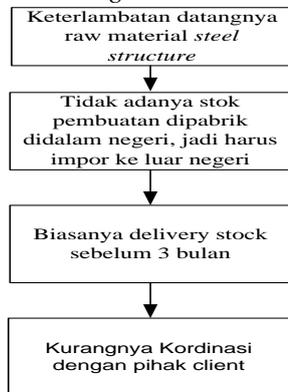
c. *Waste Unnecessary Inventory*



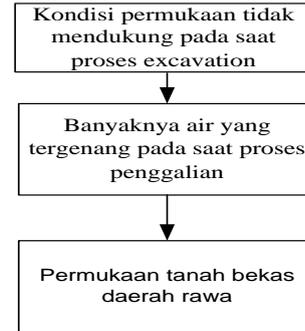
Gambar 5. *Root cause analysis* untuk *waste Unnecessary Inventory*

Dalam *waste Unnecessary Inventory* (persediaan yang tidak penting) teridentifikasi hanya 1 *waste* yang terjadi pada proses pembangunan Warehouse MC58 sampai MC62 yaitu mutu mesin pompa yang kurang bagus. Dimana penyebab potensial terjadinya *waste* tersebut yakni dimulai dari pemakaian mesin pompa yang digunakan secara terus menerus, yang tidak didukung dengan buruknya pemilihan mesin pompa yang tidak disesuaikan dengan standar proyek.

d. *Waste Waiting*



Gambar 6. *Root cause analysis* untuk *wastewaiting* (1)



Gambar 7. *Root cause analysis* untuk *wastewaiting* (2)

Dalam *waste waiting* (persediaan yang tidak penting) teridentifikasi terdapat 2 *waste* yang terjadi pada proses pembangunan Warehouse MC58 sampai MC62 yaitu keterlambatan datangnya raw material *steel structure* dan kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses *excavation*. Dimana penyebab potensial terjadinya untuk *waste* yang pertama tersebut yakni dimulai dari tidak adanya stok pembuatan didalam negeri, sehingga harus impor ke luar negeri, yang biasanya *delivery stock* sebelum 3 bulan, serta kurangnya kordinasi dengan pihak client. Sedangkan penyebab potensial terjadinya untuk *waste* yang kedua yaitu dimulai banyaknya air yang tergenang pada say proses penggalian, yang di persulit dengan permukaan tanah bekas daerah rawa.

7. Penentuan *critical waste* dengan PRM (*Project Risk management*)

PRM (*Project Risk management*) ialah salah satu tools yang digunakan dalam menentukan resiko. Tahapan awal dalam PRM ialah identifikasi resiko yaitu klasifikasi masalah dalam tahap proses pembangunan proyek, yang didapatkan dari FMEA. Berikut tabel identifikasi resiko pada masing-masing kegiatan tersaji pad Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Resiko pada tahap kegiatan

Kategori	Resiko
Civil	Adanya kerusakan pada alat kerja Civil
	Kontraktor Ore Prestasi
	Mutu mesin pompa yang kurang bagus
	Kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses excavation
Structural Work	Keterlambatan datangnya raw material <i>steel structure</i>
Mechanica l	-

Selanjutnya setelah diketahui potensi resiko dari masing-masing kegiatan kemudian melakukan penilaian resiko yang diperoleh dari hasil *brainstorming* dengan pihak fabrikasi *manager*. Tujuan dari penilaian resiko ini yaitu untuk mengetahui potensi resiko yang paling besar dari masing-masing resiko yang kemudian akan dilakukan strategi untuk menanggulangi resiko yang mungkin timbul. Berikut tabel penilaian pada masing-masing resiko, tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Penilaian Risiko

Resiko	Kemungkinan	Dampak	Nilai Risiko
Adanya kerusakan pada alat kerja Civil	3	2	6
Kontraktor ore prestasi	1	5	5
Mutu mesin pompa yang kurang bagus	1	2	2
Keterlambatan datangnya raw material <i>steel structure</i>	4	5	20
Kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses <i>excavation</i>	1	3	3

Setelah diperoleh nilai bobot kemungkinan, bobot dampak dan nilai resiko. Maka tahap selanjutnya yaitu melakukan matriks penilaian untuk memvisualisasi dalam bentuk matriks prioritas resiko-resiko yang dominan, tersaji pada Tabel 4.

Kemudian, setelah diperoleh resiko-resiko yang dominan, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan *risk response planning* dalam tabel pengembangan respon resiko yaitu strategi untuk menanggulangi resiko yang mungkin timbul. Berikut tabel pengembangan respon pada masing-masing resiko, tersaji pada Tabel 5.

Kemungkinan	Very High	5					Keterlambatan datangnya raw material <i>steel structure</i>
	High	4					
	Moderate	3		Adanya kerusakan pada alat kerja Civil			
	Low	2					
	Very Low	1		Mutu mesin pompa yang kurang bagus	Kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses <i>excavation</i>		
		1	2	3	4	5	
		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic	
		Dampak					

Tabel 4. Matriks Penilaian Resiko

Tabel 5. Pengembangan Respon Resiko

Risiko	Respon	Rencana Kontigensi
Mutu mesin pompa yang kurang bagus	Avoid/Transfer	Adanya pembelian mesin pompa dengan mutu yang bagus
Keterlambatan datangnya raw material steel structure	Transfer/Mitigasi	Sebelum pengerjaan berlangsung harus membuat daftar list yang dibutuhkan serta harus adanya kordinasi dengan client
Kontraktor ore prestasi	Avoid	Harus selektif dalam memilih kontaktor yang sanggup dan sesuai dalam pembangunan proyek
Kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses excavation	Transfer/Mitigasi	Perlu dilakuknya dewatering pompa
Adanya kerusakan pada alat kerja Civil	Transfer /Mitigate	Melakukan perawatan terhadap mesin secara berkala dan adanya pembelian alat kerja baru untuk menambah kapasitas.
Kontraktor ore prestasi	Avoid	Harus selektif dalam memilih kontaktor yang sanggup dan sesuai dengan dalam pembangunan proyek

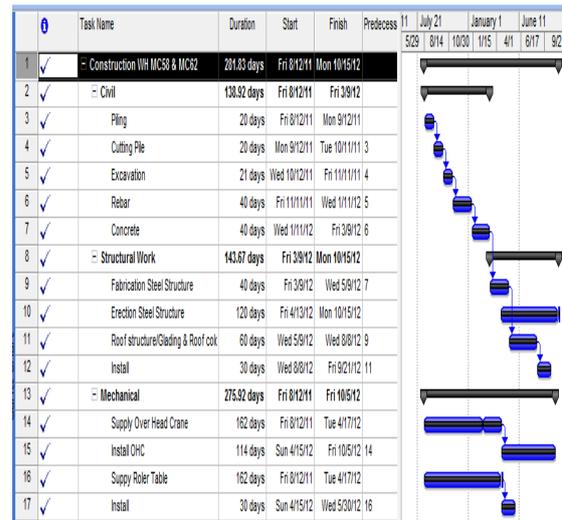
8. Penjadwalan proyek menggunakan *critical chain project management (CCPM)*

Pada penjadwalan proyek Warehouse MC58-MC62, durasi yang direncanakan yaitu selama 562,5 hari atau 563 hari yang berada pada rentang waktu 12 agustus 2011 – 13 desember 2013, dimana terdapat keterlambatan waktu selama 13 hari yang seharusnya proyek terselesaikan pada tanggal 30 november 2013, maka dari itu dilakukan metode *critical chain project management (CCPM)* untuk menganalisis berapa lama waktu yang

dibutuhkan, agar mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara mengurangi waktu tunggu. Berikut langkah-langkah pembuatan jadwal CCPM.

- a. Melepaskan waktu keselamatan dan mengurangi tugas-tugas jangka waktusebesar 50%.

Pada tahap pertama ini semua jangka waktu keselamatan dan semua tugas jangka waktu dikurangi setengah (50%). Misalnya Task 3 yaitu piling menjadi 20 hari bukan 40 hari, dan berikut penjadwalan proyek dengan mengurangi waktu sebesar 50%.



Gambar 8. Penjadwalan Proyek dengan mengurangi waktu sebesar 50%

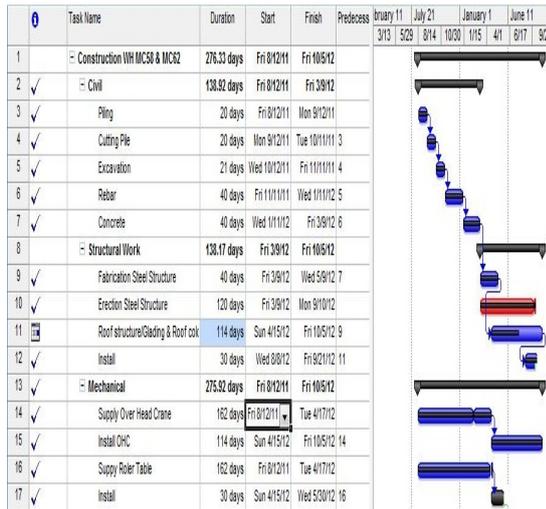
$$\begin{aligned} \text{Proyek Jangka waktu} &= \text{Task3} + \text{Task4} + \text{Task5} \\ &\quad + \text{Task6} + \text{Task7} + \text{Task9} + \text{Task10} \\ &= 20 + 20 + 21 + 40 + 40 + 40 + 120 \\ &= 301 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut waktu untuk tahapan awal dalam metode CCPM yaitu selama 1 hari dengan tahapan proses yang termasuk ialah task 3, task 4, task 5, task 6, task 7, task 9, dan task 10.

- b. Melepaskan waktu keselamatan dan mengurangi tugas-tugas jangka waktu sebesar 50%.

Setelah diketahui berapa proyek jangka waktu yang pertama, maka tahap selanjutnya yaitu tahap menentukan tanggal selesai akhir dan hapus kendala

sumber daya dan mengidentifikasi rantai kritis, dimana yang menjadi masalah atau rantai kritisnya yaitu task 10 yaitu tahap *erection steel structure* dengan memindahkan mulai dari tanggal selesai akhir sehingga selaras dengan *task 9* yaitu tahap *fabrication steel structure*. Berikut penjadwalan proyek dengan menentukan tanggal finis akhir dan hapus kendala sumber daya dan mengidentifikasi rantai kritis. Tersaji pada Gambar 9.



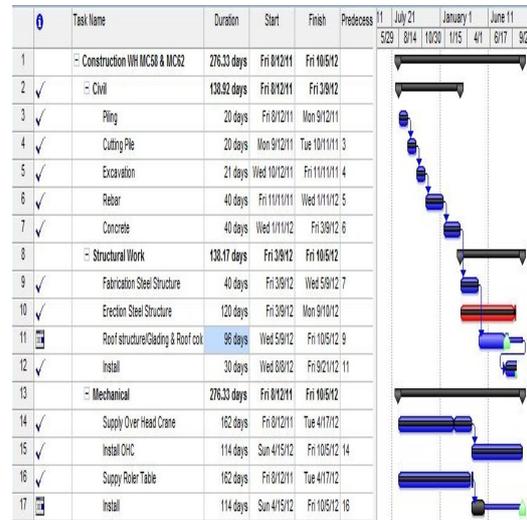
Gambar 9. Penjadwalan Proyek dengan membuat jadwal pada tanggal finish akhir dan menghapus kendala sumber daya dan mengidentifikasi rantai kritis

$$\text{Proyek Jangka waktu} = \text{Task3} + \text{Task4} + \text{Task5} + \text{Task6} + \text{Task7} + \text{Task9} + \text{Task15} = 20 + 20 + 21 + 40 + 40 + 40 + 114 = 295 \text{ hari}$$

Dari hasil tersebut diperoleh waktu untuk tahapan kedua dalam metode CCPM yaitu selama 295 hari dengan tahapan proses yang termasuk ialah *task 3, task 4, task 5, task 6, task 7, task 9, dan task 15*.

- c. Menambahkan Proyek *Buffer* dari 50% dari durasi tugas dan menambahkan *Feeder* penyangga rantai non kritis. Dalam tahap terakhir ini yaitu tahap menambahkan proyek *buffer* dari 50% dari durasi tugas proyek jangka waktu $2(295 \text{ Hari}) = 147,5 \text{ hari} = 148 \text{ Days (rounded)}$ dan menambahkan *feeder buffer* penyangga rantai non kritis, yaitu

task 11 ditambahkan 36 hari menjadi 96 hari dan *task 17* ditambahkan 84 hari menjadi 114 hari sehingga total *feeder buffer* sebesar 120 hari. Berikut penjadwalan proyeknya :



Gambar 10. Penjadwalan Proyek dengan mengurangi waktu sebesar 50%

$$\text{Proyek Jangka waktu} = \text{Task3} + \text{Task4} + \text{Task5} + \text{Task6} + \text{Task7} + \text{Task9} + \text{Task15} + \text{PB} = 20 + 20 + 21 + 40 + 40 + 40 + 114 + 148 = 443 \text{ hari}$$

Dari hasil diatas didapatkan bahwa, durasi proyek dengan pendekatan CCPM adalah 443 hari sehingga terdapat rentang waktu atau *buffer time* sebesar 120 hari, dan bila dihitung secara keseluruhan adalah 563 hari, atau sama dengan jumlah durasi awal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan yaitu *waste* yang sering terjadi dalam pembangunan proyek *Warehouse MC58-MC62* yaitu adanya kerusakan pada alat kerja Civil, kontraktor ore prestasi, mutu mesin pompa yang kurang bagus, keterlambatan datangnya *raw material steel structure*, dan kondisi permukaan tidak mendukung pada saat proses *excavation*. Dari *waste* tersebut menghasilkan *high* resiko yaitu keterlambatan datangnya *raw material steel structure* dengan diprioritaskan untuk dilakukan

transfer/mitigate. Sehingga dengan metode penjadwalan CCPM didapatkan hasil sebesar 443 hari dengan durasi pengerjaan proyek menjadi lebih pendek. Dengan demikian rekomendasi atau perbaikan yang dapat direkomendasikan untuk mengurangi masing-masing potensi risiko adalah sebelum pengerjaan berlangsung harus membuat daftar list yang dibutuhkan serta harus adanya kordinasi dengan *client*, melakukan perawatan terhadap mesin secara berkala dan adanya pembelian alat kerja baru untuk menambah kapasitas, harus selektif dalam memilih kontraktor yang sanggup dan sesuai dengan dalam pembangunan proyek, adanya pembelian mesin pompa dengan mutu yang bagus, dan perlu dilakukanya *dewatering* pompa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M. 2007. *Konstruksi Ramping: Memaksimalkan Value dan Meminimalkan Waste*. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Dwivedi, U. 2008. *Critical Chain Project Management (CCPM)*.
- Heizer, Jay & Render, Barry. 2009. *Manajemen Operasi*. Penerbit Salemba Empat. Jakarta.
- <http://WorkBreakdownStructure.com>. diakses pada tanggal 23 Febuari 2014
- Nurifansyah, M, 2008. Peningkatan Kualitas Proyek Pembuatan SFO Clean Tanks dengan Metode Pengembangan FMEA menggunakan Konsep *Lean* dan *Root Cause Analysis* (Studi Kasus: PT. Adiguna Shipyard & Enggining). TA Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sulatan Ageng Tirtayasa. Cilegon.