

Penerapan *Lean Project Management* Pada Proyek Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan

Ensannudin¹, Surya Perdana²

Program Studi Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI, Indonesia^{1,2}

ensann.ensan@gmail.com¹, suryaperdana.st.mm@gmail.com²

Abstrak

Proyek Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan adalah proyek penggantian jaringan pipa di Wilayah Kerja Rokan, Provinsi Riau yang mendekati akhir masa desainnya. Permasalahan yang terjadi dalam proyek ini adalah terdapat waste dalam pelaksanaannya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor waste penyebab utama keterlambatan dan mengetahui cara meminimalisir waste pada proyek tersebut, dan meminimalisir biaya berlebih. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Lean Project Management (LPM)* dan *Critical Chain Project Management (CCPM)* dan menggunakan software *zoho project & ganttpro*, yang meliputi pengidentifikasian waste, risiko dan estimasi kebutuhan proyek (waktu, sumber daya, dan biaya). Dari penelitian ini diperoleh waste yang sering terjadi saat pelaksanaan proyek yaitu waiting, disebabkan karena adanya keterlambatan data dan pekerjaan re-work (berulang). Beberapa hal yang perlu dilakukan untuk menghindari hal tersebut yaitu dengan melakukan survey data untuk memastikan data yang valid, sedangkan untuk pekerjaan re-work (berulang) pada kesalahan pekerja, diharapkan segera memperbaiki pekerjaan yang salah. Dengan adanya safety time (buffer time) yang terdapat dalam penjadwalan dengan metode CCPM, hasil dari penanganan waste dengan menggunakan penjadwalan CCPM menunjukkan penghematan waktu pengerjaan proyek sebesar 7 hari. Selain itu, biaya yang dikeluarkan untuk percepatan pekerjaan mencapai Rp 156,333,331.

Kata Kunci : *lean project management, waste, waktu*

A. PENDAHULUAN

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa konsultan engineering. Saat ini sedang mengerjakan proyek Jasa Perancangan, Pengadaan dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan dimana PT XYZ sebagai konsultan engineering nya DED (*Detail Engineering Design*), dan kontraktornya yaitu Konsorsium PT A dan PT B.

Permasalahan yang terjadi dalam proyek ini adalah terdapat waste dalam pelaksanaan Proyek Jasa Perancangan, Pengadaan Dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan, yang dapat berpotensi mengakibatkan terjadinya keterlambatan proyek. Meminimalisir waste yang terdapat pada Proyek ini biaya yang dikeluarkan menjadi berlebih. Jangka waktu pelaksanaan pengerjaan DED Rokan tersebut dimulai pada tanggal 10 Agustus 2020 sampai 10 Januari 2022 terhitung sampai bulan Mei 2022 keterlambatan yang terjadi yaitu 5 bulan, hal tersebut menyebabkan kerugian waktu karena tidak mencapai target yang diharapkan sehingga target yang sudah di tentukan menjadi mundur atau terhambat.

Untuk mengatasi keterlambatan proyek tersebut penulis melakukan penelitian menggunakan metode LPM, dan CCPM untuk menganalisa faktor waste penyebab utama keterlambatan dan mengetahui cara untuk meminimalisir waste pada proyek Jasa Perancangan, Pengadaan dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan dan mengetahui cara meminimalisir biaya berlebih dengan menggunakan software *Zoho Project* dan *GanttPro*.

B. LANDASAN TEORI

1. Manajemen Proyek

Menurut Lewis dalam Sitanggang, dkk (2019:20) manajemen proyek yaitu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian kegiatan proyek untuk memnuhi tujuan proyek, tujuan utama yang harus dipenuhi meliputi kinerja, biaya dan sasaran waktu, sementara pada saat yang sama harus mengendalikan atau mempertahankan ruang lingkup proyek pada tingkat yang benar. Sasaran proyek dapat diukur dari indikator kinerja biaya, mutu, waktu, serta keselamatan kerja dengan merencanakan secara cermat, teliti, dan terpadu seluruh alokasi sumber daya manusia, peralatan, material, serta biaya yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Agus, dan M. Afif, 2019:9).

2. *Lean Project Management*

Menurut Untu dalam Hatpito (2019:115) *Lean project management* berarti metode sistematis dan integratif yang diimplementasikan secara berkesinambungan untuk meminimalisir dan mencegah adanya pemborosan ataupun proses-proses yang tidak bernilai tambah (*non value added*) dengan cara perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) melalui *pemetaan value stream* (peta yang memperlihatkan proses nyata secara lebih rinci, mengandung informasi yang lengkap seperti tahapan proses, *lead time*, antrian, dan lain-lain), yang melibatkan seluruh karyawan baik dari tingkatan top management sampai tingkatan yang terendah.

Prinsip - prinsip *Lean Project Management* antara lain :

- a. *Project System*
- b. *Leading People*
- c. *Chartering*
- d. *Right Solution*

3. *Critical Chain Project Management*

Critical Chain Project management didefinisikan sebagai metode perencanaan dan pengelolaan proyek yang menempatkan penekanan utama pada sumber daya yang dibutuhkan untuk melaksanakan tugas proyek, kelebihan metode CCPM dibandingkan dengan metode lainnya seperti jalur kritis dan algoritma yaitu metode CCPM ini akan cenderung menjaga sumber daya yang dimuat secara merata, untuk lebih fleksibel dalam waktu mulainya dan dengan cepat beralih antara tugas dan rantai tugas untuk menjaga proyek sesuai jadwal (Sugiyanto, 2021:11).

CCPM merupakan metode yang dapat menentukan penjadwalan suatu proyek agar selesai tepat pada waktunya sehingga rantai kritis yang masing-masing terdapat pada pekerjaan proyek seperti sumber daya atau yang dapat menyebabkan bottleneck dapat dihindari dengan cara menghilangkan multitasking dan memberi buffer di waktu akhir proyek (Saputra, Arie. Dkk 2021:204).

4. *Software*

a. *Zoho Projects*

Zoho Projects adalah perangkat lunak manajemen Proyek untuk merencanakan, melacak, dan berkolaborasi dalam proyek dan tugas serta membantu dalam pembuatan Kurva S.

b. *GanttPro*

GanttPro adalah solusi manajemen proyek berbasis cloud untuk perusahaan kecil hingga menengah, serta berguna individu dan untuk menentukan jalur kritis.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif, dalam penyelesaian masalah dilakukan dengan pendekatan wawancara, observasi, kuesioner dan dokumentasi pada proyek Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan di PT XYZ yang terletak di Jalan M. Yusuf Raya III, Depok Jawa Barat. Penelitian ini menggunakan metode *Lean Project Management (LPM)*.

Langkah pertama yang dilakukan dengan mengidentifikasi Waste dengan menggunakan diagram *Fish Bone*, *Fish Bone* ini digunakan untuk membuat akar permasalahan dan formulasi If Then digunakan untuk mencari solusi terbaik. Untuk mencari nilai pembobotan menggunakan *Right Solution* matriks evaluasi untuk mendapatkan solusi yang terbaik. Mengidentifikasi risiko dengan menggunakan Form penilaian FMEA untuk mengetahui nilai tertinggi pada setiap risiko yang diambil dengan rumus perhitungan (Surya, Rizkal, 2020) :

$$\text{FMEA} = \text{Kemungkinan} \times \text{Dampak} \times \text{Kesulitan Deteksi} \quad (1)$$

Penjadwalan Kurva S menggunakan bantuan software zoho projects. Menghitung estimasi biaya, waktu dengan menggunakan *Critical Chain Project Management (CCPM)*, menentukan jalur kritis dengan bantuan *software ganttpro* dan sumber daya untuk mengetahui perhitungan yang lebih efisien. Menganalisis *Waste* digunakan untuk menganalisa masalah yang muncul dalam pelaksanaan proyek dan analisis risiko yang terjadi pada pelaksanaan proyek.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

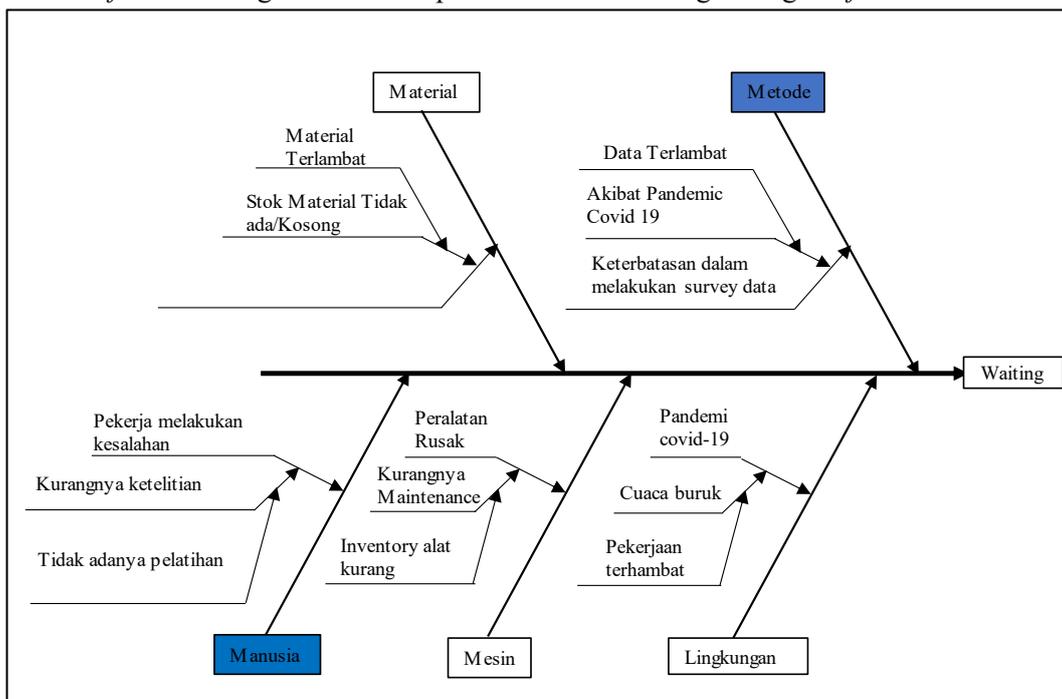
1. Identifikasi *Waste* dengan Diagram *Fish Bone* dan Formulasi *IF Then*

Kendala utama dalam proyek Jasa Perancangan, Pengadaan dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan adalah *waste waiting*. *Waste waiting* meruliputi seluruh waktu yang membuat proses pekerjaan terhenti (Hatpito et al, 2019). Pada tabel 1 merupakan identifikasi *waste waiting* :

Tabel 1. Identifikasi Penyebab *Waste*

No	Faktor Penyebab <i>Waste</i>
1	Ketersediaan Data
2	Kesalahan Pekerja (pekerjaan <i>re-work</i> (berulang))

Setelah dilakukan penentuan indentifikasi *waste* langkah selanjutnya adalah dilakukan proses validasi *waste* kembali pada project manager untuk mengkonfirmasi bahwa *critical waste* yang peneliti tentukan yaitu *waste waiting*. Selanjutnya identifikasi tersebut diolah menggunakan diagram *fishbone* dan *formulasi if then*. Pada gambar 1 merupakan identifikasi dengan diagram *fishbone* :



Gambar 1. Diagram *Fishbone Waiting*

Dari diagram *fishbone* tersebut dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang dapat menimbulkan *waste* adalah metode dan manusia. Pada faktor manusia, salah satu permasalahan yang teridentifikasi adalah pekerjaan *re-work* yang berulang. Pekerjaan *re-work* (berulang) terjadi ketika pekerjaan harus diulang atau diperbaiki karena tidak memenuhi standar atau spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Masalah ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kurangnya pemahaman, keterampilan yang kurang memadai, atau komunikasi yang buruk antara tim. Kurangnya pemahaman dapat terjadi jika tenaga kerja tidak memahami dengan jelas persyaratan atau spesifikasi yang harus dipenuhi. Misinterpretasi atau ketidakpahaman tentang tugas yang harus dilakukan dapat menyebabkan kesalahan dalam pelaksanaan dan akhirnya memicu pekerjaan *re-work* (berulang).

Selain itu, kurangnya keterampilan juga dapat berkontribusi pada pekerjaan *re-work* (berulang). Jika tenaga kerja tidak memiliki keterampilan yang cukup untuk melaksanakan tugas dengan baik, mereka cenderung membuat kesalahan yang memerlukan pekerjaan ulang. Komunikasi yang buruk antara tim atau dengan pihak terkait juga dapat menyebabkan pekerjaan *re-work* (berulang). Kurangnya komunikasi yang efektif dapat mengakibatkan kesalahpahaman, informasi yang tidak jelas, atau instruksi yang tidak lengkap.

Hal ini dapat mengganggu pelaksanaan tugas dengan benar dan menyebabkan pekerjaan harus diulang untuk memperbaiki kesalahan. Selain faktor manusia, faktor metode juga berperan dalam munculnya pekerjaan *re-work* (berulang). Salah satu permasalahan yang teridentifikasi pada faktor metode adalah keterlambatan data yang dibutuhkan. Keterlambatan data yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek dapat mengganggu kesinambungan pengerjaan dan menyebabkan kesalahan atau ketidaksesuaian yang memerlukan pekerjaan *re-work* (berulang).

Selain kerugian waktu, aspek biaya juga menjadi perhatian utama. Jika proyek tidak selesai tepat waktu, biaya operasional proyek dapat meningkat secara signifikan. Hal ini terkait dengan biaya tenaga kerja, biaya pengadaan material, dan biaya lainnya yang terkait dengan proyek. Keterlambatan dalam penyelesaian proyek dapat mengakibatkan peningkatan biaya produksi, biaya pemeliharaan, atau biaya lain yang harus ditanggung oleh pihak pelaksana.

Dari munculnya peristiwa *waste* tersebut selanjutnya diolah kedalam formulasi *if then* untuk dapat mengetahui Tindakan-tindakan apa saja yang bisa ditempuh dengan tujuan meminimumkan atau bahkan menghilangkan *waste* tersebut dapat dilihat pada tabel 2 :

Tabel 2. *Controlling Waste*

<i>Controlling Waste</i>		
<i>If</i>	<i>Then</i>	<i>When</i>
Data Terlambat	Melakukan survey data Menggunakan data yang valid	Saat Pelaksanaan
Kesalahan Pekerja	Memperbaiki yang salah Memperbaiki ulang	Saat Pelaksanaan

Dari tabel 2 dapat diketahui terdapat beberapa solusi dari penyebab yang bisa mengakibatkan *waste* yaitu metode (data terlambat) dengan melakukan survey data untuk memastikan data yang valid. Sedangkan untuk pekerjaan *re-work* (berulang) pada kesalahan pekerja, diharapkan segera memperbaiki pekerjaan yang salah, untuk meminimalisir kesalahan atau kegagalan.

Penyebab permasalahan yang memiliki lebih dari satu solusi maka solusi tersebut bisa digunakan untuk mengambil keputusan dan dapat diolah ke dalam matriks evaluasi. Matriks evaluasi nantinya akan digunakan untuk mengetahui solusi mana yang terbaik berdasarkan kriteria dan ketentuan yang berlaku pada pelaksanaan proyek Jasa Perancangan, Pengadaan dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan, sehingga penyebab yang mengakibatkan *waste* hanya memiliki satu solusi yang terbaik.

2. *Right Solution* Matriks Evaluasi

Right Solution Matriks Evaluasi bertujuan untuk mengetahui solusi yang layak digunakan. Dengan melakukan pembobotan/*Scoring* dari setiap solusi yang ada sehingga diputuskan mana yang mendapatkan “GO” yang berarti menjadi solusi pertama yang digunakan, atau “NOT GO” yang berarti menjadi solusi kedua yang digunakan. Terdapat dua penyebab yang memenuhi kriteria tersebut, yaitu keterlambatan data dan kesalahan pekerja. Tahap berikutnya adalah pengolahan ke dalam Matriks Evaluasi untuk mendapatkan solusi terbaik berdasarkan beberapa kriteria yang ada. Matriks evaluasi Metode dapat dilihat pada tabel :

Tabel 3. Matriks Evaluasi Faktor Metode (Data Terlambat)

Kriteria	<i>Weight Factor</i>	Melakukan survey data		Menggunakan data yang valid	
		<i>Ranking</i>	<i>Weight Score</i>	<i>Ranking</i>	<i>Weight Score</i>
Biaya	4	3	12	2	8
Waktu	5	3	15	2	10
Dampak terhadap hasil	3	3	9	3	9
Risiko	4	3	12	4	16

Total	48	43
GO NOT GO	GO	NOT GO

Pada tabel 3 matriks evaluasi faktor metode didapatkan nilai weight score pada solusi pertama yaitu dengan melakukan survey data dengan nilai 48 dan memasuki kategori “GO” dan weight score pada solusi kedua yaitu dengan menggunakan data yang valid mendapatkan nilai 43 dan memasuki kategori “NOT GO”. Berikut ini tabel 4 adalah matriks evaluasi kesalahan pekerja.

Tabel 4. Matriks Evaluasi Manusia (Kesalahan Pekerja)

Kriteria	Weight Factor	Pekerjaan <i>re-work</i> (berulang)		Memperbaiki pekerjaan yang salah	
		Ranking	Weight Score	Ranking	Weight Score
Biaya	4	5	20	2	8
Waktu	5	4	20	3	15
Dampak terhadap hasil	5	4	20	4	20
Risiko	4	2	8	3	12
Total			68		55
GO NOT GO			GO		NOT GO

Pada tabel 4 matriks evaluasi faktor kesalahan pekerja didapatkan nilai weight score pada solusi pertama yaitu dengan Pekerjaan *re-work* (berulang) dengan nilai 68 dan memasuki kategori “GO” dan weight score pada solusi kedua yaitu dengan memperbaiki pekerjaan yang salah mendapatkan nilai 55 dan memasuki kategori “NOT GO”.

Setelah dilakukan evaluasi dengan menggunakan matriks evaluasi, didapatkan solusi terbaik dari faktor metode adalah melakukan survey data dan dari faktor manusia adalah dengan cara mengerjakan *re-work* (berulang) pada pekerjaan yang salah.

3. Identifikasi Risiko

Tujuan dari penilaian risiko adalah untuk mengetahui risiko kemungkinan besar terjadi berdampak merugikan bagi perusahaan dan mempunyai tingkat kesulitan yang tinggi. Semakin tinggi nilai FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) maka pihak perusahaan harus waspada terhadap risiko ataupun peristiwa yang muncul. Adapun hasil penilaiannya yang terdapat pada tabel :

Tabel 5. *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*

No	Jenis Waste	Potensial Failure Mode	Potensial Effect or Failure	S	Potensial Cause of Failure	O	Control	D	RPN
1	Masalah penyediaan data yang dibutuhkan	Keterlambatan penerimaan data	Pekerjaan terhambat	4	Data yang dibutuhkan harus melalui proses survey data di lapangan	4	Follow up/ Mengon- trol pelaksanaa- n survey data	5	80
2	Kondisi waktu pelaksanaan yang tidak efektif	Tidak sesuai dengan yang di tentukan	Pekerjaan terhambat	3	Tidak sesuai	4	Mengerjaka- n ulang	4	48

3	K3	Kurang disiplin	Tidak menggunakan alat pelindung diri	2	Kecelakaan kerja	2	Memberikan peringatan /sanksi	3	12
4	Kerusakan alat	Kurang maintenance	Pekerjaan terhambat	2	Alat tidak bisa digunakan	3	Melakukan maintenance secara rutin	2	12

Berdasarkan pengolahan data pada tabel 5 *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* yaitu risiko masalah dalam penyediaan data dipicu keterlambatan dari sumber data maka dari itu diusulkan untuk melakukan survey data. Risiko pada K3 dipicu oleh pekerja tidak mematuhi aturan untuk menggunakan APD, sehingga untuk mengatasi hal tersebut pihak pelaksana melakukan pendisiplinan pekerja yang tidak menggunakan APD.

Untuk kondisi waktu pelaksanaan proyek yang tidak efektif diusulkan pengerjaan ulang, dan untuk riisiko kerusakan alat yang dipicu oleh alay yang tidak di maintenance dengan baik oleh pekerja sehingga alat kerja tersebut mengalami kerusakan untuk mengatasi permasalahan tersebut diusulkan membuat jadwal maintenance secara rutin.

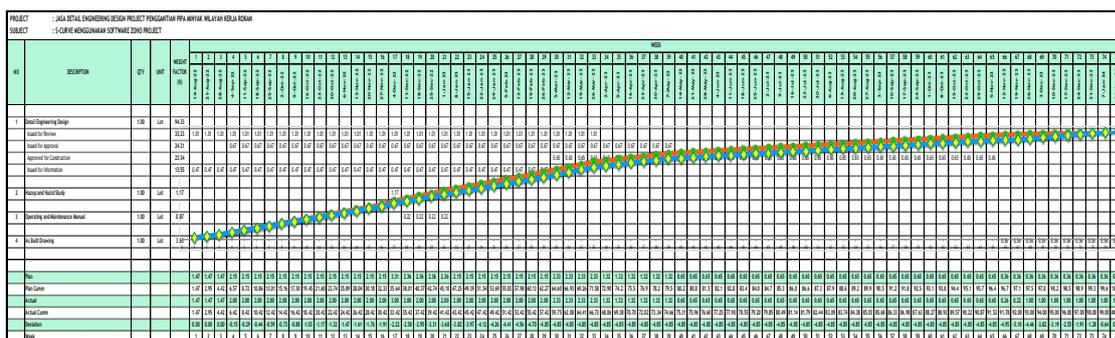
4. Penjadwalan dengan Kurva S dan CCPM

Penjadwalan menggunakan kurva S dan *Critical Chain Project Management (CCPM)* bertujuan untuk mengatur dan mengelola pekerjaan proyek dengan efektif dan efisien. Tujuan pembuatan kurva S adalah untuk memantau proyek dan mengetahui perkembangan setiap pekerjaan. Setiap pekerjaan dijadwalkan untuk dimulai dan diselesaikan dalam waktu tertentu, sehingga kurva S membantu tim proyek untuk memonitor kinerja pekerjaan dan mengetahui apakah pekerjaan berjalan sesuai jadwal atau tidak.

Metode CCPM menghilangkan *safety time* untuk aktifitas-aktifitas individual dan memfokuskan pada penyelesaian *critical chain proyek*. Metode CCPM mengganti *safety time* dengan *buffer time* untuk menjamin penyelesaian *critical chain* tepat waktu. Dengan selesainya penempatan *feeding buffer* dan *project buffer*, perencanaan waktu dan sumber daya proyek telah lengkap dengan diketahuinya total durasi dan jadwal proyek beserta jumlah dan jenis sumber daya yang dibutuhkan (Aulady dan Orleans, 2016).

Metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* merupakan metode penjadwalan suatu solusi alternatif dalam mengatasi permasalahan waste (Hatpito et al, 2017). Metode CCPM didefinisikan sebagai rantai terpanjang dari kejadian-kejadian yang saling berkaitan, dimana keterkaitan tersebut terletak pada pekerjaan atau sumberdaya yang saling berhubungan satu sama lain (Ucok, et al, 2021)

Dengan menggunakan kurva S dan CCPM, tim proyek dapat memantau kinerja pekerjaan dan memastikan bahwa proyek selesai sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Hal ini dapat mengurangi risiko biaya, waktu, dan kualitas yang mungkin terjadi akibat keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Berikut ini adalah gambar 2 Penjadwalan dengan menggunakan Kurva S sebagai berikut :



Gambar 2. Penjadwalan dengan Kurva S menggunakan *Software Zoho Projects*

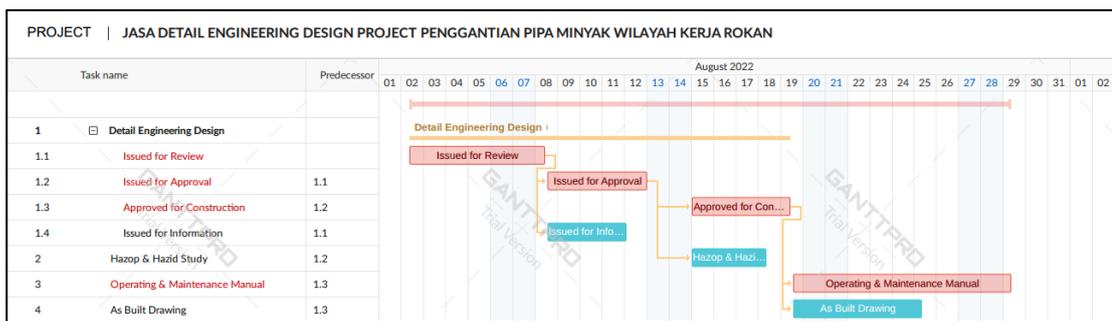
Pada gambar 2 dapat diketahui durasi pekerjaan proyek Jasa Perancangan, Pengadaan dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan yang pada awalnya mengalami keterlambatan pada pengerjaan dokumen, setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan *software zoho projects*, dapat mengalami percepatan (pada garis berwarna biru). Langkah selanjutnya adalah menghitung *Project Buffer* yang terdapat pada tabel 6:

Tabel 6. Perhitungan *Project Buffer*

Jenis Pekerjaan	Waktu Tercepat (A)	Waktu yang masih menyimpan cadangan (S)	(S-A)/2	(S-A)/2 x (S-A)/2	
A. Detail Engineering Design					
1. Issued for Review	33	34	0.5	0,25	
2. Issued for Approval	36	37	0.5	0,25	
3. Approved for Construction	36	37	0.5	0,25	
4. Issued for Information	29	29	0	0	
B. Hazop and Hazid Study					
	1	1	0	0	
C. Operating and Maintenance Manual					
	4	5	0.5	0,25	
D. As Built Drawing					
	10	10	0	0	
Total				1	1

BUFFER TIME

Dalam tabel 6 durasi yang digunakan adalah *weekly*, dari perhitungan Tabel 6 dapat diketahui bahwa dengan penyesuaian penjadwalan menggunakan *Critical Chain Project Management (CCPM)* mengalami percepatan pekerjaan selama 1 minggu/7 hari. *Project buffer* digunakan untuk melindungi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada proyek secara keseluruhan, pada gambar 3 merupakan tampilan pada *Software Ganttpro* untuk analisa jalur kritis.



Gambar 3. Jalur Kritis Metode CCPM *Software Ganttpro*

Dari hasil penjadwalan CCPM, didapatkan hasil bahwa panjang durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek menjadi 516 hari (termasuk *buffer time*) selisih waktu yaitu 1 minggu/7 hari, hal ini tentu saja lebih singkat dibandingkan dengan jadwal sebelumnya yaitu 523 hari.

5. Perhitungan Biaya

Pada tahap pengerjaan dokumen engineering, biaya upah tenaga kerja menjadi salah satu faktor pengeluaran yang sangat besar. upah tenaga kerja menjadi salah satu faktor biaya terbesar dalam pengerjaan dokumen engineering. Setiap tenaga kerja memiliki tingkat upah yang berbeda tergantung pada keterampilan, pengalaman, dan kompleksitas tugas yang dilakukan. Semakin tinggi tingkat keterampilan dan pengalaman yang diperlukan, semakin tinggi upah yang harus diberikan. Selain itu, jika pengerjaan dokumen melewati batas waktu yang telah ditetapkan sebelumnya, akan ada dampak signifikan terhadap pengeluaran.

Dengan demikian, penting untuk memperhatikan faktor upah tenaga kerja dalam pengerjaan dokumen engineering dan memastikan agar proyek berjalan sesuai dengan batas waktu yang telah

ditetapkan sebelumnya. Dengan mengelola upah tenaga kerja dengan hati-hati dan menghindari keterlambatan yang tidak perlu, kita dapat mengurangi kemungkinan pemborosan dan pengeluaran yang berlebihan dalam pengerjaan dokumen tersebut. Berikut perhitungan tenaga kerja pada tabel 7:

Tabel 7. Upah Tenaga Kerja

No	Jabatan	Jumlah rata-rata	Harga satuan (per hari)	Biaya tenaga kerja
1	<i>Engineering Manager</i>	1	Rp 1.166.667	Rp 1.166.667
2	<i>Ass Engineering Manager</i>	1	Rp 833.333	Rp 833.333
3	<i>Senior process engineer1</i>	1	Rp 733.333	Rp 733.333
4	<i>Senior Process engineer2</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
5	<i>Junior Process Engineer</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
6	<i>Safety process engineer</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
7	<i>Senior Piping Engineer1</i>	1	Rp 733.333	Rp 733.333
8	<i>Senior Piping Engineer 2</i>	1	Rp 733.333	Rp 733.333
9	<i>Pipe Designer1</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
10	<i>Pipe Designer 2</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
11	<i>Junior Piping Engineer</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
12	<i>Senior Pipeline Engineer</i>	1	Rp 733.333	Rp 733.333
13	<i>Junior Pipeline Engineer</i>	1	Rp 483.333	Rp 483.333
14	<i>Site Engineer</i>	1	Rp 500.000	Rp 500.000
15	<i>Senior Mech Engineer 1</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
16	<i>Senior Mech Engineer 2</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
17	<i>Junior Mech Engineer</i>	1	Rp 366.667	Rp 366.667
18	<i>Senior Structue Enginee</i>	1	Rp 733.333	Rp 733.333
19	<i>Senior Structure 2</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
20	<i>Junior Structure Engineer</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
21	<i>Senior Civil Engineer</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
22	<i>Junior Civil Engineer</i>	1	Rp 416.667	Rp 416.667
23	<i>Senior Electrical</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
24	<i>Senior Electrical 2</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
25	<i>Junior Electrical</i>	1	Rp 416.667	Rp 416.667
26	<i>Senior Instrument1</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
27	<i>Senior Instrument 2</i>	1	Rp 666.667	Rp 666.667
28	<i>Junior Instrument</i>	1	Rp 450.000	Rp 450.000
29	<i>Drafter Process</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
30	<i>Drafter Pipeline</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
31	<i>Drafter Piping</i>	1	Rp 366.667	Rp 366.667
32	<i>Drafter Mechanical</i>	1	Rp 366.667	Rp 366.667
33	<i>Drafter Electrical</i>	1	Rp 366.667	Rp 366.667
34	<i>Drafter Instrumentation</i>	1	Rp 366.667	Rp 366.667
35	<i>Drafter Civil</i>	1	Rp 366.667	Rp 366.667
36	<i>Document Control</i>	1	Rp 400.000	Rp 400.000
37	<i>QA QC Mechanical</i>	1	Rp 550.000	Rp 550.000
38	<i>QA QC Civil - Sructure</i>	1	Rp 550.000	Rp 550.000
39	<i>QA QC Piping Pipeline</i>	1	Rp 550.000	Rp 550.000
40	<i>QAQC Instrument Electrical</i>	1	Rp 550.000	Rp 550.000
	Total	40	Rp 22.333.333	Rp 22.333.333

Dari perhitungan table 7, didapatkan bahwa total biaya rata- rata tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp. 22.333.333. Jika penghematan dari proses penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM didapatkan hasil 7 hari maka penghematan yang didapatkan sebanyak :

$$\text{Jumlah hari Penghematan} \times \text{Total Upah Pekerja} / \text{Hari} = \text{Penghematan}$$

$$7 \times \text{Rp. 22.333.333} = \text{Rp 156.333.331}$$

Dari hasil perhitungan penghematan biaya berdasarkan kebutuhan biaya rata-rata tenaga kerja per hari, di kali dengan jumlah penghematan hari yang didapat dari hasil penjadwalan CCPM adalah sebesar Rp 156.333.331.

E. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Penyebab munculnya *waste waiting* pada pelaksanaan proyek Jasa Perancangan, Pengadaan dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan dikarenakan faktor keterlambatan penerimaan data yang dibutuhkan (data hasil survey, data-data *interface* dengan *fasilitas existing*) dan pekerjaan *re-work* (berulang). Untuk meminimalisir faktor *waste waiting* yang terdapat dalam penelitian ini adalah dengan melakukan survey data untuk memastikan data yang valid, sedangkan untuk pekerjaan *re-work* (berulang) pada kesalahan pekerja, diharapkan segera memperbaiki pekerjaan yang salah. Untuk meminimalisir biaya berlebih pada upah tenaga kerja dengan adanya *safety time (buffer time)* yang terdapat dalam penjadwalan dengan metode CCPM, hasil dari penanganan *waste* dengan menggunakan penjadwalan CCPM menunjukkan penghematan waktu pengerjaan proyek sebesar 7 hari. Selain itu, biaya yang dikeluarkan untuk percepatan pekerjaan mencapai Rp 156,333,331.

Kepada PT XYZ selaku pihak konsultan pada pelaksana proyek Jasa Perancangan, Pengadaan, dan Konstruksi Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan dapat menerapkan metode *Lean Project Management (LPM)* dan *Critical Chain Project Management (CCPM)* untuk mengetahui faktor *waste* penyebab utama keterlambatan dan mengetahui cara meminimalisir *waste* serta meminimalisir biaya berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulady. dan Orleans. 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 No 1.
- Hatpito. Anwardi. Hamdy, Muhammad Ihsan. 2019. Identifikasi Waste Proyek Konstruksi Jalan dengan Menggunakan Metode Lean Project Management. *Jurnal Teknik Industri*, 5 (2) hlm 115-125.
- Perdana, Surya., Rahman, Arif., dan Widjajanto, Tulus. 2022. Penerapan Lean Project Management pada Proyek Pembangunan Water Treatment System di PT Karya Nurindo. *Jurnal Faktor Exacta*. Vol 15 No 3 hal 192-199.
- Perdana, Surya., dan Nur, Rizkal. 2020. Penerapan Lean Project Management (LPM) dalam Proyek Konstruksi Pembangunan Konstruksi Exhaust Ducting Kompresor Gas. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Islam Syekh Yusuf*, hal 558 – 567.
- Saputra, Arie. Putra, Gaustama. & Aguslita, Fani. 2021. Pengendalian Waktu Proyek Menggunakan Metode Critical Chain Project Management (CCPM) Studi Kasus Pembangunan Proyek Irigasi Tahap II Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Teknik Industri*. 11 (3), hlm 204-215
- Siswanto, Agus B. Salim, M Afif. 2019. *Manajemen Proyek*. Semarang : CV. Pilar Nusantara.
- Sitanggang, Nathanael. Simarmata, Janner. Luthan, Putri Lynna. 2019. *Pengantar Konsep Manajemen Proyek untuk Teknik*. Medan : Yayasan Kita Menulis.
- Sugiyanto. 2021. *Manajemen Proyek Rantai Kritis*. Surabaya : Cipta Media Nusantara.
- Ucok. et al. 2021. Evaluasi Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Critical Chain Project Management (CCPM) (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Pengganti dan Fasilitas di Yonif 661/AWL Kompi Senapan Samarinda. *Jurnal Teknologi Sipil*. Vol 5 No 1.

<https://ganttpro.com/about-us/>

<https://www.zoho.com/id/projects/>