

PENERAPAN METODE CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT UNTUK PERENCANAAN PROYEK VERY LOW PRESSURE PHASE-II KEI Ltd

Siti Rohana Nasution¹, Resthy²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Jakarta 12640

Masuk: 2 Nopember 2013, revisi masuk: 21 Januari 2014, diterima: 5 Februari 2014

ABSTRACT

This research is do to make Very Low Pressure Phase-II Project which be expected to not like the last project which have not appropriate between plan and implementation. It is because the increase of activity which is not planned before and student's syndrome behavior. Student's syndrome like spin out time is occur because the safety time in every activity and when a project have a problem, with the result that the estimation time and cost is bigger. Therefore, it be made a plan with applied Critical Chain Project Management method. From primer data and secondary data be treated with microsoft project software. This method is to hide safety time in every activity and change with buffer time. Increase buffer time with using cut and paste method is add project buffer half of critical chain duration at the end of chain and put feeding buffer with half activity to activity at not critical chain which bring it to critical chain. The result of research is when a project is already start and no changes, so the project can finish during 370 day with cost 3,558,232.73 USD. When the project is not appropriate, then buffer time can be consumed about 185 day with resource buffer cost about 334,767.27 USD and total of finished project is 555 day, a safety time for Very Low Pressure Phase-II project.

Keywords: *Critical Chain Project Management, Project Buffer, Buffer Time, Feeding Buffer*

INTISARI

Penelitian ini dilakukan untuk membuat perencanaan proyek Very Low Pressure Phase-II yang diharapkan tidak seperti proyek sebelumnya, dimana terjadi ketidaksesuaian antara perencanaan dengan pelaksanaannya. Hal ini dikarenakan penambahan aktivitas yang tidak direncanakan sebelumnya dan perilaku student's syndrome. Student's syndrome berupa penguluran waktu mulai karena adanya waktu aman (safety time) disetiap aktivitas dan saat proyek berjalan ditemukan masalah, maka estimasi waktu dan biaya membesar. Oleh karena itu dibuat suatu perencanaan dengan menerapkan metode Critical Chain Project Management. Dari data primer dan data sekunder diolah dengan software microsoft project. Metode ini menghilangkan safety time disetiap aktivitas dan menggantinya dengan waktu penyangga (buffer time). Penambahan buffer time dengan menggunakan metode cut and paste yaitu menambahkan project buffer separuh durasi rantai kritis (critical chain) pada akhir rantai dan meletakkan feeding buffer dengan separuh durasi aktivitas ke aktivitas pada rantai tidak kritis (non critical chain) yang membawa kepada rantai kritis (critical chain). Hasil dari penelitian bahwa apabila saat proyek berjalan tidak terdapat perubahan-perubahan maka proyek dapat diselesaikan selama 370 hari dengan biaya 3,558,232.73 USD. Apabila terjadi ketidaksesuaian, maka buffer time dapat dikonsumsi sebesar 185 hari dengan biaya resource buffer sebesar 334,767.27 USD dan total penyelesaian proyek selama 555 hari, waktu aman untuk proyek Very Low Pressure Phase-II ini.

Kata Kunci: *Critical Chain Project Management, Project Buffer, Buffer Time, Feeding Buffer*

¹ nasutionana@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Menurut Budi Santoso, 2009 perlunya fungsi perencanaan adalah untuk menghilangkan atau mengurangi ketidak-pastian, yaitu dengan perencanaan yang baik, apa yang dikerjakan, waktu pengerjaan, sumber daya apa saja yang diperlukan, serta target dari setiap aktivitas yang dilakukan akan menjadi lebih jelas dan lebih pasti. Memperbaiki efisiensi operasi, yaitu dengan perencanaan yang baik tentu saja akan membuat pelaksanaan proyek akan semakin efisien. Karena langkah coba-coba pada saat menjalankan proyek akan menghabiskan biaya lebih besar. Mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang tujuan proyek, yaitu dalam membuat aktivitas-aktivitas yang dikerjakan disuatu proyek maka pemahaman untuk mencapai tujuan proyek dapat mudah dipahami, untuk memberikan dasar pada tahap monitoring saat proyek dijalankan, yaitu tanpa acuan yang jelas tidak mungkin dilakukan kegiatan monitoring yang baik, sehingga biaya yang dikeluarkan akan lebih besar.

KEI Ltd. adalah salah satu Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) dalam negeri yang memproduksi minyak bumi dan gas alam. Kondisi yang terjadi saat ini, penjualan gas menurun seiring dengan penurunan produksi gas dan tekanannya dari sumur. Hal ini menunjukkan umur hidup lapangan operasi Pulau Pagerungan dalam kondisi kritis. Umur lapangan operasi diperkirakan akan berakhir bersamaan dengan berakhirnya umur pakai dari fasilitas (*inlet compressor*) di Pulau Pagerungan. Oleh karena itu, perusahaan berusaha untuk mengoptimalkan hasil produksi yang ada di Pulau Pagerungan dengan merencanakan suatu proyek lanjutan yaitu *Very Low Pressure Phase-II*. Proyek yang merubah dan mengkonfigurasi ulang *inlet compressor* dengan tekanan hisap dan bahan bakar gas yang lebih rendah untuk meningkatkan pemulihan

gas serta meminimalkan konsumsi bahan bakar gas sehingga menghasilkan *saving fuel*. Adanya *saving fuel* sebesar ± 2.4 MMSCFD membuat *stakeholder* berharap agar proyek dapat selesai dilaksanakan sebelum berakhirnya umur hidup lapangan gas Pulau Pagerungan.

Dengan adanya keterbatasan waktu dan sumber daya, perusahaan berharap proyek *Very Low Pressure Phase-II* ini berjalan dengan baik dan tidak mengalami keterlambatan seperti proyek *Very Low Pressure* sebelumnya. Terjadi ketidaksesuaian antara rencana awal dengan realisasi yang ada disebabkan karena kurangnya perencanaan, jadwal proyek dibuat tanpa mempertimbangkan jika terjadi suatu kejadian yang tidak diinginkan sehingga mempengaruhi jadwal aktivitas lainnya dan penambahan waktu pengaman (*safety time*) yang berlebihan pada setiap aktivitas akan menimbulkan *student's syndrome* yaitu memulai aktivitas dime-nit-menit terakhir, sehingga panjangnya waktu yang diberikan tidak cukup untuk menyelesaikan tugas-tugas tersebut.

Bidang manajemen proyek saat ini berkembang suatu metode penjadwalan yang digunakan dalam menangani ketidakpastian (*uncertainty*) dan dampak negatif terhadap penyelesaian proyek. Metode ini dikenal dengan metode *Critical Chain Project Management* menurut Goldratt, 1997 Eliyahu M. dalam bukunya *Critical Chain*, Pada metode *Critical Chain Project Management* ini penambahan waktu aman (*safety time*) yang biasanya diletakkan pada setiap aktivitas akan dihilangkan dan digantikan dengan waktu penyangga (*buffer time*) yang diletakkan diakhir *critical chain* sebagai cadangan waktu pada keseluruhan proyek. Apabila hal-hal yang tidak pasti (*uncertainty*) terjadi saat pelaksanaan proyek, maka dapat diantisipasi dengan adanya waktu penyangga (*buffer time*) sehingga terhindar dari keterlambatan. Sesuai dengan penelitian pendahulu yang dilakukan oleh Ilham Hariadi tahun 2013 pada proyek konstruksi apartemen Tamansari Panoramic Bandung dapat dilakukan pengurangan keterlambatan

dengan penerapan *Critical Chain Project Management* sehingga dapat menghilangkan *multi-tasking*, menghilangkan durasi peng-aman pada masing-masing aktivitas untuk menghindari *student syndrome* dan *parkinson's law* kemudian digantikan dengan *buffer* pada akhir proyek, juga didapatkan hasil analisis *progress* dengan ditunjukkan oleh penetrasi *buffer*.

Keterlambatan disebabkan faktor internal seperti kekurangan tenaga kerja, kekurangan peralatan, kerusakan peralatan, keterlambatan material, keterlambatan suatu kegiatan menyebabkan keterlambatan kegiatan selanjutnya, dan hal lainnya yang bersifat internal. Agar keterlambatan dapat dihindari maka ketidakpastian akibat keterbatasan sumber daya, keterbatasan waktu, kerusakan mesin, keterlambatan material, dan lain-lain faktor sejenis harus dikelola dengan baik. *Critical chain project management* (CCPM) adalah metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dikembangkan dari sebuah metodologi yang disebut *Theory of Constraint* (TOC), ccpm didefinisikan sebagai rantai terpanjang dari kejadian yang saling berkaitan dimana keterkaitan satu dengan yang lain tersebut terletak pada pekerjaan atau sumber daya yang saling berhubungan. Persyaratan ccpm ini adalah tidak adanya multitasking, menghilangkan *hidden safety* dan memindahkannya dalam bentuk *buffer* dibelakang kegiatan proyek dan menitik beratkan pada jadwal akhir selesainya proyek. Penelitian ini dilakukan oleh Rizki Nurannisa Heryanti tahun 2012.

Dalam pengendalian proyek telah dikembangkan metodologi *Theory of constrain* (Goldratt, EliyahuM) dimana dalam penyelesaian permasalahan dikembangkan penjadwalan dengan CCPM dengan mengkaitkan hubungan antar pekerjaan, kendala sumberdaya, waktu *safety* sehingga didapatkan optimalisasi jadwal dengan menghilangkan waktu tunggu dan pengendalian waktu pengaman pada setiap pekerjaan dengan *feeding buffer* dan *project buffer* penelitian ini dilakukan oleh DitaMardillah tahun 2013 Oleh karena itu, penulis membuat perencanaan proyek *Very Low*

Pressure Phase-II dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management*.

METODE

Data primer dan data sekunder yang didapatkan sebelumnya disusun dengan metode *Critical Chain Project Management* dan diolah menggunakan *software microsoft project*. Tahap pengolahan data yang dilakukan pertama kali dalam menyusun perencanaan adalah dengan menyusun *Work Breakdown Structure* (Iman Soeharto, 2011) dari lingkup pekerjaan proyek untuk memberikan gambaran proyek secara keseluruhan. Setelah itu membuat metode jaringan kerja (*network planning*) berupa hubungan aktivitas, aktivitas mana yang terdahulu (*predecessor*) dan aktivitas mana yang mendahului (*successor*), menentukan durasi dan kebutuhan sumber daya (tenaga kerja langsung dan material). Dalam pembuatan jadwal perencanaan proyek dengan metode *Critical Chain Project Management* adalah dengan menghilangkan waktu aman (*safety time*) disetiap aktivitas dengan menghilangkan kebiasaan *student syndrome*, *parkinson's law* dan tidak diperkenankan melakukan pekerjaan tumpang tindih (*multi-tasking*).

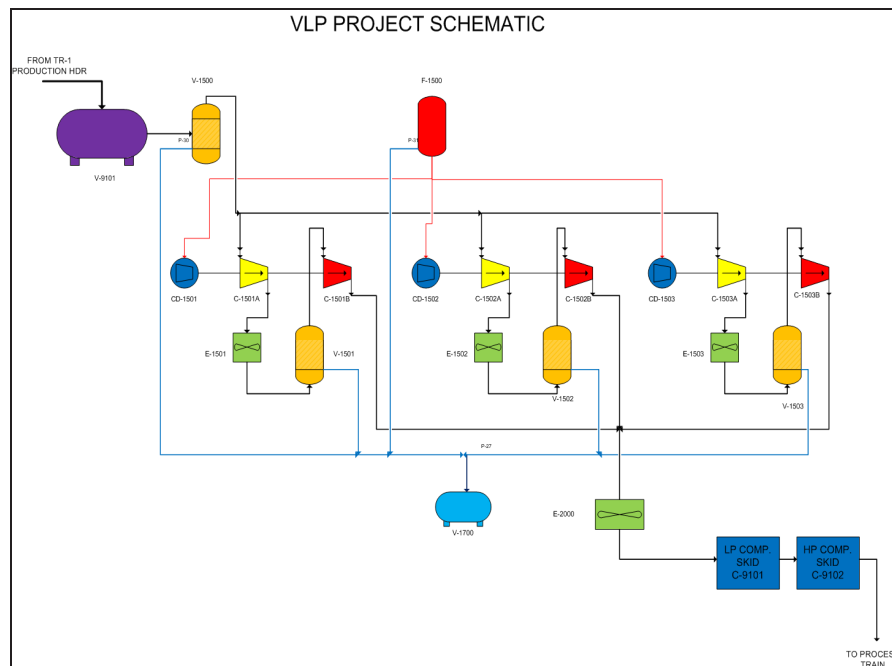
Dengan metode *Critical Chain Project Management*, *safety time* yang dihilangkan disetiap pekerjaan digantikan dengan menggunakan *project buffer*. Besarnya *project buffer* dan *feeding buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste*, pada dasarnya metode ini memotong 50% dari durasi untuk semua aktivitas. Untuk meletakkan *project buffer* adalah dengan separuh durasi rantai kritis (*critical chain*) pada akhir rantai, seperti halnya untuk meletakkan *feeding buffer* adalah dengan separuh durasi aktivitas ke aktivitas pada rantai tidak kritis (*non critical chain*) yang membawa kepada rantai kritis (*critical chain*) atau dengan rumus: (PMBOK@ Guide) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Project buffer} &= \sum_{\text{rantai kritis}} \times 50\% \\ \text{Feeding buffer} &= \sum_{\text{durasi}} (X_A + X_B + X_C) \times 50\% \end{aligned}$$

Setelah pengolahan data selesai, didapatkan analisis *buffer* dan analisis biaya pada perencanaan proyek *Very Low Pressure Phase-II* ini. Pengumpulan Data, dengan mengganti, memodifikasi dan mengkonfigurasi ulang *inlet compressor* yang ada maka tujuan dari proyek *Very Low Pressure Phase-II* adalah meningkatkan pemulihan gas serta meminimalkan konsumsi bahan bakar (*saving fuel*) sehingga dapat meningkatkan produksi gas yang dihasilkan dari Pulau Pangerungan. Proyek *Very Low Pressure Phase-II* ini direncanakan akan dimulai pada bulan Juni 2014 dan selesai pada Januari 2016. Jumlah nilai estimasi untuk menyelesaikan proyek *Very Low Pressure Phase-II*

sebesar 3,893,000 USD. Nilai ini merupakan nilai acuan yang dimasukkan ke dalam proposal untuk diajukan kepada *stakeholder*.

Gambaran Umum *Very Low Pressure*, pada awalnya *Inlet Compressor* di Pulau Pangerungan menggunakan empat buah kompresor besar yang memiliki sistem konfigurasi berupa *High Pressure, Medium Pressure, Low Pressure, Low Pressure* (HP-MP-LP-LP). Karena tekanan dari sumur mulai menurun, maka proyek VLP ini merubah sistem konfigurasi kompresor menjadi *High Pressure* (C-9109), *Low Pressure* (C-9102) dan *Very Low Pressure* (C-1501, C-1502, C-1503), seperti Gambar 1.

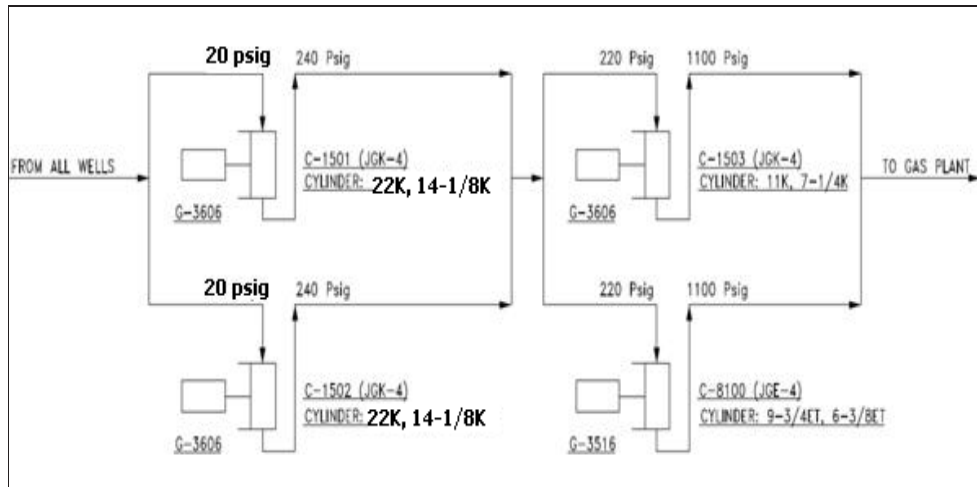


Gambar 1. Konfigurasi Kompresor pada *Very Low Pressure Phase-I*

Dengan kondisi lapangan operasi Pulau Pangerungan yang semakin kritis dan umur pakai fasilitas yang terbatas, maka akan dilaksanakannya proyek *Very Low Pressure Phase-II* untuk mengoptimalkan kondisi tersebut. Proyek ini disebut Phase-II dikarenakan struktur organisasi serta sumber daya (tenaga kerja langsung) sama seperti proyek sebelumnya.

Sehingga untuk melaksanakan proyek yang ada dilapangan diperlukan

suatu fasilitas yang memadai. Sedangkan pada *Very Low Pressure Phase-II* ini digunakan dua buah kompresor besar yaitu C-9101 dan C-9102 (*Low Pressure* dan *High Pressure*) diganti menjadi satu buah kompresor (*existing compressor*) C-8100 yang dikonfigurasi dengan C-1503 menjadi *High Pressure*. Sehingga konfigurasi yang akan terjadi pada *Inlet Compressor* yaitu *High Pressure* dan *Low Pressure* (C-1501 dan C-1502), terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Kompresor pada VLP Phase-II

Dengan pergantian kompresor tersebut, maka konsumsi bahan bakar dari *engine* berkurang atau dengan kata lain terdapat *saving fuel* yang dapat meningkatkan produksi gas sebesar 2.4 MMSCFD. Lingkup Pekerjaan Proyek, pada proyek *Very Low Pressure Phase-II* terdiri dari lima pekerjaan inti yaitu

engineering, procurement, field construction, precommissioning dan *start up & commissioning*. Keseluruhan lingkup pekerjaan merupakan input dalam penjadwalan dengan metode *Critical Chain Management Project* dan dibuat *Work Breakdown Structure*

Tabel 1.. Tenaga Kerja Internal dari Proyek *Very Low Pressure*

No.	Resource	Type	No.	Resource	Type
1	Project Manager	Work	22	Welder Piping	Work
2	Field Operation Manager	Work	23	Welder Structure	Work
3	Project Leader	Work	24	Labour	Work
4	Project Engineer	Work	25	Compressor Cylinder	Material
5	Civil Engineer	Work	26	Compresso Part and accessories	Material
6	Process Engineer	Work	27	Control Valve 6" - 4"	Material
7	Static Engineer	Work	28	ROV 10"	Material
8	Rotating Engineer	Work	29	PSV 3" #900	Material
9	Sr.QA/QC Engineer	Work	30	Pressure switch,	Material
10	Electrical Engineer	Work	31	Level switch	Material
11	Instrument Engineer	Work	32	Pressure Transmitter,	Material
12	Scheduler&Project Control	Work	33	Pressure gauge	Material
13	Field Coordinator	Work	34	Power and Instrument Cable	Material
14	Start Up &	Work	35	Cable Tray and	Material

No.	Resource	Type	No.	Resource	Type
	<i>Commissioning Coordinator</i>			<i>accessories</i>	
15	<i>Doc.Control&Project Admin</i>	Work	36	<i>Power and Instrument Cable</i>	Material
16	<i>Piping Designer</i>	Work	37	<i>Pipe 10" sch 80</i>	Material
17	<i>Drafter</i>	Work	38	<i>Elbow and Flanges</i>	Material
18	<i>Craftsman</i>	Work	39	<i>Small pipe fittings</i>	Material
19	<i>Pipe Fitter</i>	Work	40	<i>Reducer</i>	Material
20	<i>Helper daily worker</i>	Work	41	<i>Consumable Material</i>	Material
21	<i>Precommissioning inspector</i>	Work			

Tabel 2. Biaya Upah Tenaga Kerja Bulanan

Tenaga Kerja	Jumlah	Biaya Tenaga Kerja
<i>E/I Construction</i>	8	Rp. 15,000,000/orang/bulan
<i>Craftsman</i>	12	Rp. 13,000,000/orang/bulan
<i>Pipe Fitter</i>	14	Rp. 13,000,000/orang/bulan
<i>Helper daily worker</i>	40	Rp. 4,000,000/orang/bulan
<i>Precommissioning inspector</i>	6	Rp. 25,000,000/orang/bulan
<i>Welder Piping</i>	4	Rp. 8,000,000/orang/bulan
<i>Welder Structure</i>	4	Rp. 8,000,000/orang/bulan
<i>Labour</i>	12	Rp. 12,000,000/orang/bulan

Tabel 3. Biaya Upah Tenaga Kerja Harian

Tenaga Kerja	Jumlah	Biaya Tenaga Kerja
<i>QA/QC Inspector (PT. Indospect)</i>	8	\$ 70/orang/hari
<i>Craftsman (PT.Trakindo)</i>	5	\$ 50/orang/hari
<i>Craftsman (PT. Ariel Compressor)</i>	9	\$ 40/orang/hari
<i>Craftsman (PT. Arezda)</i>	2	\$ 45/orang/hari
<i>Hydrotest (PT.Bonne Indoteknik)</i>	6	\$ 120/orang/hari

PEMBAHASAN

Dalam menentukan durasi dan hubungan pekerjaan, penulis membuat berdasarkan faktor-faktor berikut ini:

Estimasi proyek sesuai dengan proyek sebelumnya (*Very Low Pressure*).

Menghilangkan *safety time* berupa waktu pengaman disetiap kegiatan, kecuali pada tahap *procurement* durasi tidak menggunakan *safety time* dari waktu pengadaan.

Menghilangkan kebiasaan *student's syndrome* dan *parkinson's law*.

Menghindari *multitasking* atau kegiatan yang tumpang tindih, sehingga

hubungan kegiatan sebagian besar berupa *finish to start*.

Jaringan Kritis (*critical chain*), Dapat dilihat bahwa kegiatan yang berada pada rantai kritis (*critical chain*) memiliki jumlah waktu pelaksanaan keseluruhan selama 370 hari yang berada dalam rentang waktu tanggal 01 Juni 2014 sampai dengan 05 Juni 2015, seperti gambar pada lampiran 3 (*network planning*) dan lampiran 5 (*gant chart*). Didapatkan 22 aktivitas yang berada didalam jalur kritis, aktivitas-aktivitas tersebut adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4. Kegiatan pada Rantai Kritis (*Critical Chain*)

<i>WBS No.</i>	<i>Task</i>	<i>Duration</i>
<u><i>Tahap Engineering</i></u>		
1.1.1	<i>Basic Design and Survey</i>	<i>2 wks</i>
1.1.2	<i>Study reports and recommendation</i>	<i>2 wks</i>
1.1.3.1.1	<i>P&ID on Skid</i>	<i>1.5 wks</i>
1.1.4.1.2	<i>P&ID Off Skid</i>	<i>1.5 wks</i>
1.1.4.3.2	<i>Stress Analysis</i>	<i>15 days</i>
1.1.4.3.3	<i>MTO</i>	<i>1 wk</i>
<u><i>Tahap Procurement</i></u>		
1.2.6	<i>Piping & fittings</i>	<i>6 wks</i>
<u><i>Tahap Field Construction</i></u>		
1.3.3.2.2	<i>Cutting & Fitt Up</i>	<i>8 wks</i>
1.3.3.2.3	<i>Sand Blasting</i>	<i>5 wks</i>
1.3.3.2.4	<i>Welding</i>	<i>8 wks</i>
1.3.3.2.5	<i>Installation</i>	<i>8 wks</i>
1.4.2.1	<i>Hydrotest</i>	<i>4 wks</i>
1.4.2.2	<i>Flushing & Dewatering</i>	<i>2 wks</i>
<u><i>Tahap Start Up and Commissioning</i></u>		
1.5.1	<i>Mechanical Check List</i>	<i>2 days</i>
1.5.2	<i>Instrument Check List</i>	<i>2 days</i>
1.5.3	<i>Electrical Check List</i>	<i>2 days</i>
1.5.4	<i>Punch List</i>	<i>2 days</i>
1.5.5	<i>Ready for Start Up</i>	<i>0 days</i>
1.5.6	<i>Nitrogen Purging</i>	<i>1 day</i>
1.5.7	<i>Introduce Gas in a Leak Test</i>	<i>1 day</i>
1.5.8	<i>Start (UP) Performance Test</i>	<i>2 days</i>
1.5.9	<i>ON LINE</i>	<i>0 days</i>

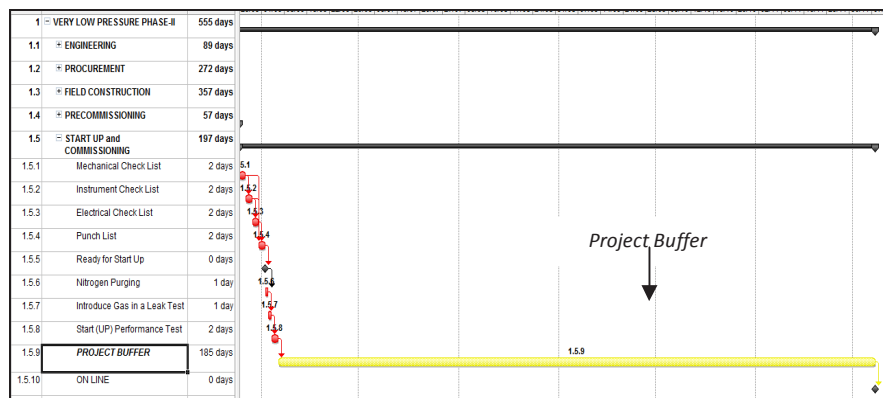
Sumber : Data olahan *microsoft project*

Total Duration 370 days

Project Buffer, besarnya *project buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste* yaitu 50% dari waktu keseluruhan pelaksanaan proyek pada pekerjaan yang berada pada rantai kritis (rumus 2.1). Sehingga dari durasi rantai kritis selama 370 hari, maka didapatkan *project buffer* sebesar:
 $Project\ buffer = \sum_{rantai\ kritis} \times 50\% = 370\ hari \times 50\% = 185\ hari$
Feeding Buffer, besarnya *feeding buffer* sama dengan perhitungan *project buffer*

yaitu besarnya 50% dari waktu keseluruhan dari rantai non kritis (rumus 2.2):

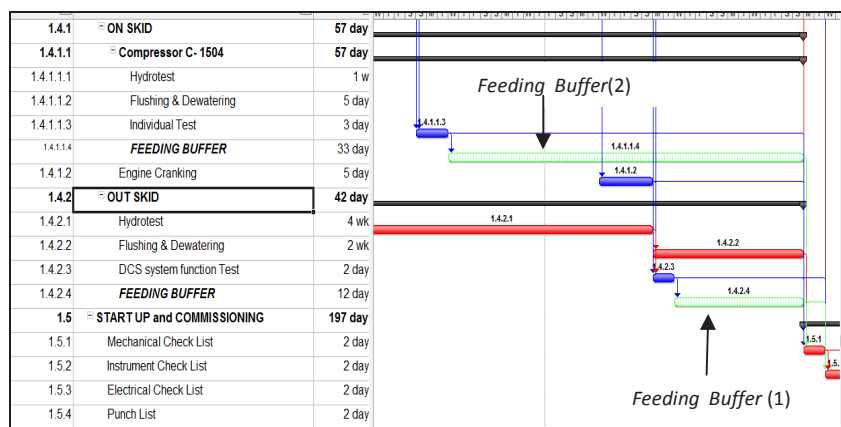
$$\begin{aligned}
 Feeding\ buffer(1) &= \sum_{durasi} (DCS\ system\ function\ test + engine\ cranking + install\ component\ process + assembly\ component\ process + remove\ component\ process) \times 50\% \\
 &= \sum_{durasi} (2\ hari + 5\ hari + 3\ hari + 6\ hari + 7\ hari) \times 50\% \\
 &= 23\ hari \times 50\% \\
 &= 12\ hari\ (dengan\ durasi\ tidak\ berubah = 555\ hari)
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Diagram Batang Critical Chain dengan Project Buffer

$$\begin{aligned} \text{Feeding buffer(2)} &= \sum \text{durasi (individual test+} \\ &\text{control panel+instrumentation ON SKID +} \\ &\text{piping ON SKID+ refurbishment+} \\ &\text{foundation support+ dismantling)} \times 50\% \\ &= \sum \text{durasi (3 hari +1 minggu +2 minggu+ 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{minggu +3 minggu+ 1 minggu + 1} \\ &\text{minggu)} \times 50\% = 66 \text{ hari} \times 50\% \\ &= 33 \text{ hari (dengan durasi tidak berubah =} \\ &555 \text{ hari)} \end{aligned}$$



Gambar 4. Critical Chain dengan Dua Feeding Buffer

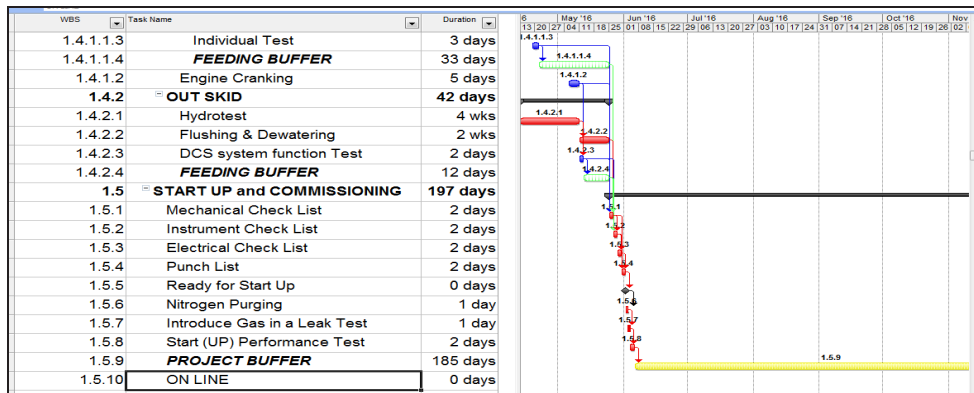
Analisa Biaya Proyek, pertimbangan biaya dan waktu pelaksanaan merupakan suatu yang terpenting dalam pelaksanaan konstruksi agar dalam mengestimasi biaya proyek menjadi efisien. Berikut ini hasil perhitungan dari biaya keseluruhan proyek *Very Low Pressure Phase-II* beserta biaya pada setiap aktivitas.

$$\begin{aligned} \text{Total biaya proyek} &= \sum \text{tenaga kerja langsung} + \\ &\sum \text{material} + \sum \text{service} \\ &= \$ 688,192.73 + \$ 2,365,040 + \$ \\ &505,000 \\ &= \$ 3,558,232.73 \end{aligned}$$

Analisa Buffer, dari biaya yang diajukan diproposal sebesar 3,893,000 dikurangi dengan total biaya proyek *Very Low Pressure Phase-II* (sebelum buffer) merupakan nilai *resource buffer*.

$$\begin{aligned} \text{Total biaya resource buffer} &= \sum \text{biaya} \\ &\text{proyek (proposal)} - \sum \text{biaya proyek (370 hari)} \\ &= \$ 3,893,000 - \$ 3,558,232.73 \\ &= \$ 334,767.27 \end{aligned}$$

Jika *buffer time* digunakan, maka adanya penambahan tenaga kerja dimana jumlahnya tidak dapat ditentukan pada saat perencanaan.



Gambar 5. Metode Critical Chain Project Management

KESIMPULAN

Dari pengolahan data dan analisis yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa perencanaan proyek *Very Low Pressure Phase-II* menggunakan metode *Critical Chain Project Management* dilakukan dengan menghilangkan kebiasaan *student's syndrome*, *parkinson's law*, *multi-tasking* serta menghilangkan *safety time* di setiap aktivitasnya dan menggantinya dengan waktu penyangga (*buffer time*) di akhir proyek. Pada proyek ini didapatkan tiga *buffer time*, yaitu:

Feeding buffer pada pekerjaan *DCS system function test* adalah sebesar 12 hari.

Feeding buffer pada pekerjaan *C-1504 individual test* adalah sebesar 33 hari.

Project buffer pada keseluruhan proyek adalah sebesar 185 hari.

Apabila dari ketiga *buffer time* tidak terpakai dalam proyek maka durasi yang dihabiskan selama 370 hari dengan biaya proyek sebesar 3,558,232.73 USD.

Namun apabila suatu aktivitas mengalami suatu hal yang tidak terduga tim proyek tidak perlu khawatir karena adanya waktu penyangga tersebut. Estimasi durasi penyelesaian proyek apabila waktu penyangga atau *buffer time* seluruhnya terkonsumsi adalah sebesar 555 hari atau 1 tahun 6 bulan, dengan biaya *resource buffer* sebesar 334,767.27 USD. Perencanaan waktu (lampiran 6) dan perencanaan biaya yang sesuai untuk proyek ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi Santosa, 2009 *Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi*, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Goldratt, Eliyahu M. 1997 *Critical Chain Method*, North River Press, Great Barrington, MA.
- Ilham Hariadi 2013 Analisis Penjadwalan Proyek Apartemen Tamansari Panoramic Bandung Dengan Menggunakan Metode Critical Chain Project Management Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
- Iman Soeharto, *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 2001
- Rizky Nurannisa Heryati 2012 Analisis Penerapan Critical Chain Project Management Pada Proyek Pembangunan Rusunawa Kediri Skripsi Universitas Gajag Mada
- _____ *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PM-BOK@ Guide)*, 5th edn, Project Management Institute, 2013
- _____ *Microsoft Project 2007 untuk Pemula*, Edisi Pertama, Andi dan Madcoms, Yogyakarta, 2008
- _____ *Pengelolaan Proyek dengan Micro-soft Project 2003*, Edisi Pertama, Salemba Infotek, Jakarta, 2005