

PENERAPAN *CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT* UNTUK MENGATASI MASALAH MULTI PROYEK DENGAN KETERBATASAN *RESOURCES* DI PT BERKAT MANUNGGAL JAYA

Ryan Ramanda N¹, Ary Arvianto²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239
Telp. (024) 7460052
E-mail: ryanramandanst@gmail.com¹; aryarvi@yahoo.com²

ABSTRAK

PT. Berkat Manunggal Jaya adalah perusahaan yang bergerak pada bidang perakitan *generator set*. Dalam kondisi nyata perusahaan sering dihadapkan dengan kasus multi proyek dengan keterbatasan sumber daya. Dengan menggunakan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*) perusahaan mendapatkan rantai kritis yang masing masing terdapat pekerjaan dari masing-masing proyek yang memiliki konflik sumber daya atau yang dapat menyebabkan *bottleneck* apabila tidak ditangani. Pada akhir kritis diberi *project buffer* sebesar 1551,1 menit untuk menjaga pekerjaan yang berada di dalam rantai kritis agar tidak terlambat. *Project buffer* juga digunakan untuk mengontrol kemajuan proyek dengan penetrasi buffer yaitu dengan melihat tingkat konsumsi pada *project buffer*. Dengan menggunakan metode CCPM dapat memperoleh durasi yang lebih singkat dibandingkan dengan metode penjadwalan dengan *multi tasking* dan tidak simultan. Dengan menggunakan metode CCPM durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek BMGS 20 kva dan 500 kva adalah sebesar 4884,6 menit. Dengan metode *multi tasking* untuk menyelesaikan proyek BMGS 20 kva dan BMGS 500 kva memerlukan waktu 5769,6 menit sedangkan dengan penjadwalan dengan tidak simultan memerlukan waktu 6265,1 menit. Dapat disimpulkan bahwa penjadwalan dengan metode CCPM dapat menghasilkan durasi yang lebih singkat.

Kata kunci : Manajemen Proyek, Critical Path, Critical Chain, dan Resource Constraint Scheduling Problem.

ABSTRACT

PT. Berkat Manunggal Jaya is company that engaged in generator set assembly. In actual condition, the company always faced with multi projects problem with resources constraint. With CCPM (Critical Chain Project Management) method will get critical chain from other projects that have resource constraint that will make bottleneck if not handled soon. At the end of critical chain, it will be given the project buffer amount 1551,1 minutes to keep the activity on the critical chain so they don't late. Project buffer used control project progress with buffer penetration by looking the consumption rate on buffer project. With CCPM method the projects will have shorter duration compare with multi tasking scheduling method and not simultaneous scheduling method. By using CCPM method the required duration to complete the project BMGS 20 kVA and 500 kVA is equal to 4884.6 minutes. With multi-tasking method to complete the project BMGS 20 kVA and 500 kVA takes 5769.6 minutes while the scheduling with no simultaneous takes 6265.1 minutes. It can be concluded that scheduling with CCPM method can produce a shorter duration.

Keywords : Project Management, Critical Path, Critical Chain, and Resource Constraint Scheduling Problem.

PENDAHULUAN

Tingginya variasi produk yang harus sesuai dengan keinginan konsumen yang berbeda – beda,

tentunya diperlukan suatu pendekatan untuk manajemen pelaksanaan aktivitas di PT BMJ agar berjalan dan selesai tepat waktu dan sesuai

dengan waktu yang dijanjikan. Dengan durasi penyelesaian waktu suatu aktivitas yang tidak pasti karena keragaman produk yang tinggi disesuaikan dengan spesifikasi dan permintaan konsumen yang berbeda-beda, maka untuk mengatur aktivitas atau aktivitas yang dilakukan PT BMJ dengan pendekatan manajemen proyek.

Dalam kondisi aktual BMJ dihadapkan dengan kasus multi proyek yang memiliki RCSP (*Resource Constraint Schedule Problem*) atau masalah keterbatasan sumber daya. Dalam hal ini sumber daya yang terbatas adalah jumlah pekerja dan mesin. PT BMJ belum memiliki suatu metode pengendalian yang optimal untuk melaksanakan masalah *multi proyek* karena PT BMJ menyelesaikan satu proyek terlebih dahulu baru kemudian menyelesaikan proyek lainnya agar salah satu proyek dapat selesai sebelum target yang ditetapkan. Tetapi proyek yang lain tentu harus menunggu dan akan menambah durasi penyelesaian proyek tersebut.

Dalam bidang manajemen proyek dewasa ini berkembang suatu metode penjadwalan yang digunakan dalam menangani ketidakpastian (*uncertainty*) dan dampak negatif terhadap penyelesaian proyek serta melaksanakan proyek lain tanpa perlu menambahkan sumber daya. Metode ini dikenal dengan metode *Critical Chain Project Management*. *Critical Chain* adalah suatu metode untuk merancang dan mengatur proyek yang menitikberatkan pada kebutuhan sumber daya untuk melaksanakan proyek, untuk itu *Critical Chain* telah diposisikan berbeda dengan metode *Critical Path* dan PERT, yang menitikberatkan pada perintah kerja dan penjadwalan yang kaku. *Critical Chain* diperkenalkan oleh Goldratt (Gokshu, 2012) Banyak perusahaan yang telah menerapkan metode CCPM seperti perusahaan Texas Instrument, Lucent Technologies, Honey-well dan Harris Semiconductor dapat menyelesaikan proyeknya dalam setengah atau kurang dari waktu yang telah diestimasikan (Chawan,2012).

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Buffer

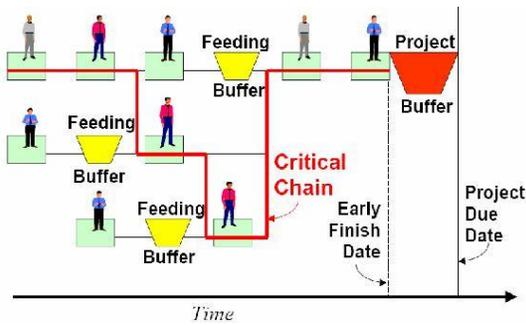
Menurut Leach (2000), manajemen buffer adalah kunci untuk mengatur aktivitas pada rantai kritis jadwal proyek. Manajemen buffer dapat memberikan pandangan yang jelas terhadap dampak resiko yang kumulatif kepada kinerja proyek, termasuk pertimbangan tentang batasan sumber daya dan berfokus kepada penyebab

ketidakpastian didalam manajemen proyek. Oleh karena itu, menjadwalkan tanpa mempertimbangkan batasan sumber daya menjadi sesuatu yang tak dapat dipercaya dalam menjadwalkan, karena waktu untuk memulai suatu aktivitas biasanya dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya.

Didalam metode *critical chain Project Management*, *buffer* ditambahkan pada durasi yang digunakan pada penjadwalan proyek untuk melindungi *critical chain* bagi suksesnya proyek. Banyak faktor yang mempengaruhi ukuran suatu buffer proyek, ada faktor-faktor resiko sebagai berikut : gangguan dalam persediaan material dan alat, pembiayaan tidak beraturan, kesalahan disain, cuaca buruk, kerusakan peralatan, pemborong tidak efisien, gangguan administrasi yang sah, dan lain-lain.

Maka untuk menyelesaikan proyek lebih awal dari jadwal yang direncanakan dengan batasan sumber daya, aplikasi buffer/penyangga didalam *Critical Chain* digunakan untuk memecahkan permasalahan tersebut. Dimana buffer digunakan untuk melindungi jadwal proyek secara global dari ketidakpastian-ketidakpastian pada setiap aktivitas sehingga dapat diselesaikan tepat waktu. Buffer yang digunakan di dalam *critical chain* adalah sebagai berikut

- a) *Project buffer* adalah untuk melindungi waktu penyelesaian akhir proyek dari ketidakpastian jadwal di dalam aktivitas *critical chain*. *Project buffer* ditempatkan pada akhir proyek setelah aktivitas yang berada didalam jaringan kritis yang terakhir.
- b) *Feeding buffers* adalah untuk melindungi dan menjaga kinerja aktivitas jaringan *critical chain* dari perubahan karena ketidakpastian jadwal di dalam aktivitas dari jaringan-jaringan yang tidak kritis sehingga tidak mengganggu aktivitas didalam jaringan kritis dalam hubungan ketergantungan, Hanya ketika 100% dari *feeding buffer* dihabiskan untuk mengerjakan aktivitas pada rantai yang tidak kritis baru akan berpengaruh pada *critical chain* dan *project buffer*. *Feeding buffer* ditempatkan pada persimpangan (sambungansambungan) antara rantai yang tidak kritis dengan *critical chain*.
- c) *Resource buffer* adalah untuk mengantisipasi dan menjamin keamanan dari ketersediaan sumber daya, sehingga tidak ada penambahan waktu untuk *critical chain*, *Resource buffer* ditempatkan pada *critical chain*.



	3 0	2 0	1 0	0 0	
	5	5	5	9	Buffer yang disediakan
1	6	5	5	8	-1 hari
2	6	3	5	10	+2 hari
3	6	3	10	5	-5 hari
	Waktu selesai				

Kemajuan pekerjaan proyek aktual adalah sebagai berikut :

- Pada no 1, menjelaskan aktivitas yang pertama menghabiskan waktu aktivitas enam hari dari lima hari waktu yang diharapkan, maka buffer proyek berkurang satu hari menjadi delapan hari waktu keamanan proyek.
- Pada no 2, menjelaskan pekerjaan yang kedua menghabiskan waktu pelaksanaan tiga hari dari lima hari sebagai ganti lima hari waktu yang diharapkan, maka buffer proyek ditambahkan dua hari dari buffer sebelumnya menjadi sepuluh hari waktu keamanan proyek.
- Pada no 3, Menjelaskan aktivitas yang ketiga menghabiskan waktu selama 10 hari dari lima hari waktu yang diharapkan, maka buffer proyek berkurang lima hari menjadi lima hari waktu keamanan proyek.

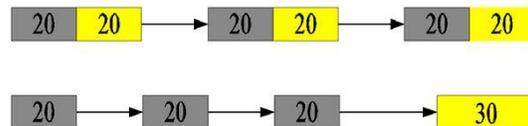
Hasil akhir dari proyek tersebut dapat menjelaskan bahwa kita dapat menyelesaikan proyek lebih awal yaitu selama 24 hari. Itu berarti jika proyek ini dilaksanakan dalam waktu 10 hari, kita dapat mengharapkan bahwa sembilan diantara sepuluh hari, proyek itu akan selesai dalam waktu 24 hari. Tetapi karena kita mengurangi enam hari dari jadwal rencana yaitu 30 hari. Maka kita telah menginvestasikan sebagian dari buffer proyek untuk meningkatkan kemungkinan 95%, 98%, atau lebih untuk aktivitas berikutnya.

Metode Pengukuran Buffer

Menurut Herroelen (2001), di dalam literature, terdapat 2 metode pendekatan yang sering digunakan dalam menentukan ukuran buffer yang sederhana untuk menentukan buffer proyek dan feeder buffer yaitu cut and paste method (C&PM juga disebut 50% aturan) dan Root Square Error method (RSEM).

1. Metode cut and paste (C&PM)

Aturan perekat yang digunakan untuk menentukan buffer proyek dan feeding buffer di dalam C&PM pada dasarnya memotong 50% dari durasi untuk semua aktivitas, dan untuk melekatkan buffer proyek dengan separuh durasi rantai kritis (critical chain) pada akhir rantai, seperti halnya untuk melekatkan buffer pengisi dengan separuh durasi aktivitas pada jalur yang tidak rantai kritis (non critical chain) yang membawa kepada rantai kritis. Sebagai contoh, dapat dilihat pada gambar 2.25, dalam rantai kritis dengan 3 aktivitas, setiap tugas dengan waktu ketidakpastian 20, yang berasal dari pemotongan sebesar 50% dari aktivitas keseluruhan waktu kerja 40, dan *buffer* proyek mempunyai 30 sebagai ukuran buffer yang ditambahkan pada akhir rantai kritis yang mempunyai durasi 60



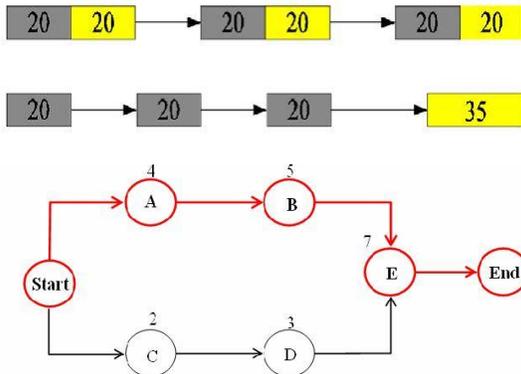
2. Metode Root Square Error (RSEM).

Aturan perekat yang digunakan untuk menentukan buffer proyek dan feeding buffer di dalam (RSEM) memerlukan 2 estimasi durasi tugas, pertama estimasi aman (S) mempunyai cukup pengaman untuk melindungi dari semua kemungkinan besar sumber keterlambatan, dan yang kedua estimasi rata-rata yaitu 50% dari durasi tugas. Asumsi waktu penyelesaian tugas adalah bebas, ukuran buffer ditetapkan sebagai 2 standar deviasi.

$$2\sigma = \sqrt{(S_1 - A_1)^2 + (S_2 - A_2)^2 + \dots + (S_n - A_n)^2}$$

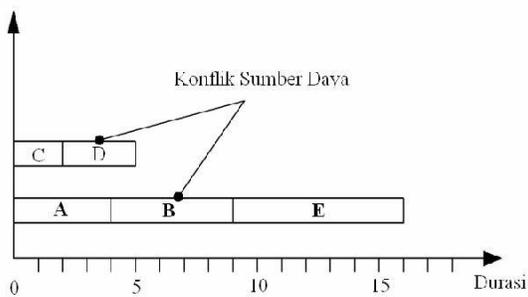
Dimana n adalah banyaknya aktivitas dalam rantai kritis atau pengisi rantai. Menggunakan contoh yang sama dari kasus C&PM, ukuran buffer proyek dengan menggunakan metode RSEM adalah 35 yang berasal dari setiap

tugas i, $S_i = 40$, $A_i = 20$, dan $2 \cdot 2\sigma = 1200 \approx 35$.



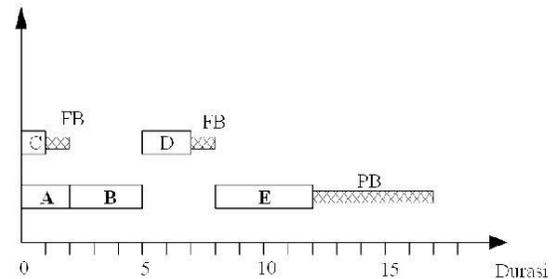
Hasil analisa penjadwalan tradisional menggunakan metode Critical Path dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah. jalur terpanjang adalah jalur kritis dengan panjang durasi 16. Bagaimanapun ketika terjadi bentrokan kebutuhan sumber daya yang telah diperhitungkan, penjadwalan dengan menggunakan CPM menyebabkan konflik sumberdaya antara aktivitas B dan aktivitas D.

Aktivitas	Estimasi Durasi	Earliest Start	Latest Start	Total Slack
Start	0	0	0	0
A	4	0	0	0
B	5	4	4	0
C	2	0	4	4
D	3	2	6	4
E	7	9	9	0
End	0	16	16	0



Untuk mengatasi masalah konflik sumber daya, perekat buffer pada CCPM digunakan, Waktu kemungkinan dengan RSEM dan C&PM dengan berbagai pemotongan persentase meliputi 50%, 40%, 30%, 20%, 10% dieliminasi dan sisa durasi aktivitas dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah.

Aktivitas	Sisa durasi aktivitas dengan menggunakan C&PM dan RSEM					
	C50	C40	C30	C20	C10	R
A	2	2	3	3	4	2
B	3	3	4	4	5	3
C	1	1	1	2	2	1
D	2	2	2	2	3	2
E	4	4	5	6	7	4



METODOLOGI PENELITIAN

Studi Pendahuluan

Pada tahap penelitian pendahuluan, yang dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada perusahaan melalui :

Pengamatan Lantai Produksi

Melakukan pengamatan di lantai produksi secara langsung dimaksudkan untuk mengetahui kondisi perusahaan secara garis besar yang berkenaan dengan proses produksi secara langsung, Permasalahan yang muncul pada perusahaan. Pengamatan ini dilakukan dengan metode observasi serta wawancara. Metode observasi dilakukan dengan mengamati keseluruhan system yang ada, sedangkan wawancara dilakukan dengan Tanya jawab terhadap pihak yang terkait untuk menjelaskan setiap proses yang ada secara rinci dan akurat agar mendapatkan informasi – informasi guna identifikasi masalah di perusahaan.

Identifikasi Permasalahan

Setiap perusahaan tentunya ingin agar semua proyek yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar dan untuk memenuhi permintaan konsumen. Untuk dapat memenuhi permintaan konsumen maka diperlukan penjadwalan proyek yang tepat agar proyek dapat berjalan sesuai dengan tenggat waktu yang telah disepakati. Dalam hal ini bagaimana PT BMJ melakukan penjadwalan multi

proyek dengan keterbatasan sumber daya agar proyek dapat berjalan dan sesuai dengan waktu yang telah disepakati.

Menentukan Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui titik kritis yang ada pada penjadwalan multi proyek.
2. Mendapatkan durasi penyelesaian tiap proyek dengan metode CCPM.
3. Mengetahui besar *buffer* yang diperlukan dan cara pengendalian proyek.

Menentukan Batasan dan Asumsi Masalah

Pembatasan dan asumsi masalah telah di sampaikan di bab I.

Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a) Data Urutan Aktivitas
Data urutan aktivitas ini berupa langkah – langkah pembuatan *generator set* 20 kVa, baik yang bersifat paralel maupun seri dalam bentuk *precedence diagram* .
- b) Data Pengalokasian Tenaga Kerja
Mendapatkan data tenaga kerja serta jumlahnya yang bertanggung jawab untuk melakukan aktivitas – aktivitas kerja dalam pembuatan *generator set* 20 dan 500 kVa.
- c) Data Durasi Aktivitas
Data ini berisi durasi atau waktu masing – masing aktivitas, data ini diperoleh berdasarkan pengamatan langsung di lapangan.

Pengolahan Data

Pengolahan data berdasarkan data – data yang diperoleh yaitu :

1. Menentukan jalur kritis proyek
2. Menghilangkan safety time dengan Metode C&PM
3. Melakukan penjadwalan aktivitas *non critical chain* dengan *as late as possible*
4. Memisahkan Aktivitas yang mempunyai konflik sumber daya
5. Menentukan *critical chain* berdasarkan kebutuhan sumber daya
6. Memberikan project buffer di akhir critical chain
7. Menyisipkan feeding buffer di antara aktivitas non critical chain dan aktivitas critical chain

8. Menambahkan buffer resource di dalam *critical chain*
9. Pengendalian buffer.

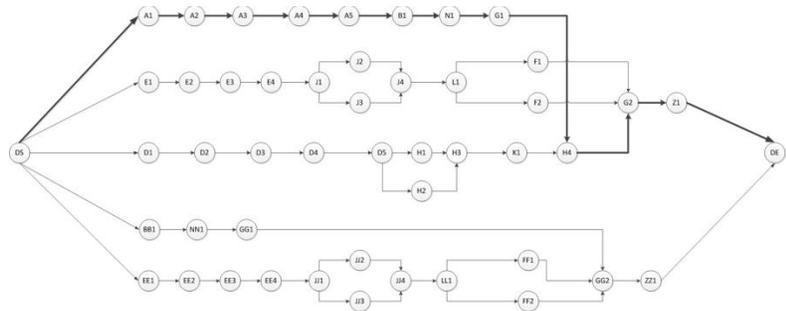
Analisis Perbandingan

Menganalisis kondisi penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM, metode multi tasking dan penjadwalan dengan tidak simultan.

HASIL

Perhitungan Critical Path

Dari perhitungan total float diatas, maka dapat ditentukan lintasan kritis



Menghilangkan Safety Time dengan Metode C&PM

Dengan memotong setiap waktu aktivitas sebesar 50%

Pembagian Aktivitas dengan Warna

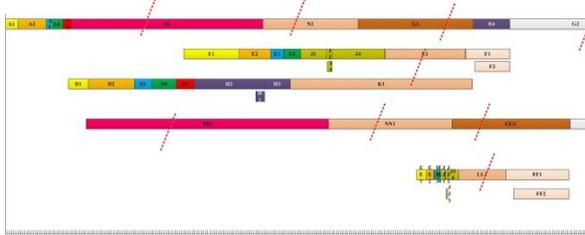
Melakukan pembagian tiap aktivitas dengan warna untuk memudahkan melihat aktivitas yang mempunyai konflik sumber daya

Jenis Aktivitas	Warna
Cutting	Yellow
Marking	Orange
Stamping	Green
Potong Sudut	Blue
Bending	Red
Las Baseframe	Pink
Finishing	Light Green
Panel box Assembly	Light Yellow
Panel	Light Orange
Assembling mekanik	Brown
Assembling elektrik	Grey
Rakit silent box	Purple
Test load	Light Blue

Menentukan Aktivitas yang Mengalami Konflik Sumber Daya

Menjadwalkan aktivitas yang tidak berada pada jalur kritis dengan waktu mulai paling awal atau sesegera mungkin (*as soon as possible*) didesakan atau dipindahkan ke waktu mulai pelaksanaan akhir (*as late as possible*) sesuai dengan hasil dari

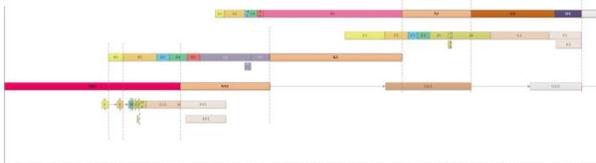
perhitungan metode CPM seperti yang ada pada gambar di bawah



Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa banyak aktivitas yang memiliki konflik sumber daya seperti aktivitas N1, L1, K1, dan NN1. Aktivitas tersebut memiliki konflik karena sumber daya yang digunakan sama yaitu pekerja finishing. Demikian juga dengan aktivitas yang memiliki konflik lainnya.

Menentukan Critical Chain

Selanjutnya adalah melakukan pemisahan sumber daya yang memiliki konflik dengan aktivitas yang ada dalam *critical path*. Pemindahan dilakukan ke belakang agar tidak menghalangi *critical chain*.



rantai kritisnya adalah aktivitas BB1, NN1, K1, N1, G1, H4, G2, dan Z1 dengan durasi sebesar 3102,3 menit. Titik Kritis ini harus diperhatikan agar jangan sampai mengalami masalah karena dapat berdampak pada kemuduran durasi penyelesaian seluruh proyek.

Menentukan Project Buffer dan Feeding Buffer

Melindungi aktivitas-aktivitas kritis yang menjadi prioritas karena tingkat kepekaanya paling tinggi terhadap keterlambatan proyek atau dapat dikatakan umur rantai kritis sama dengan umur proyek. Sehingga untuk melindungi aktivitas-aktivitas yang berada pada rantai kritis (*critical chain*) dapat dilakukan dengan memasukan *project buffer* pada akhir rantai kritis.

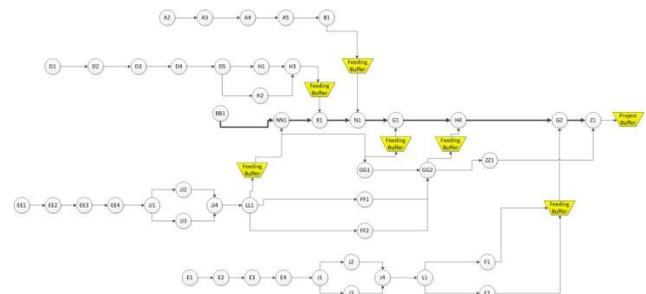
$$\text{Project buffer} = 3102,3 \text{ menit} \times 50\% = 1551,1 \text{ menit}$$

Setelah memasukan *project buffer*, maka untuk melindungi dan menjaga kinerja aktivitas jaringan yang berada pada rantai kritis (*critical chain*) dari perubahan yang disebabkan keterlambatan

jaringan-jaringan yang tidak kritis (*non critical chain*) dalam hubungan ketergantungan maka disisipkan *feeding buffer* yang ditempatkan pada persimpangan (konektifitas) antara rantai yang tidak kritis dengan rantai kritis.

$$\begin{aligned} \text{Feeding buffer} &= \sum \text{durasi} \\ &= (A1+A2+A3+A4+A5+B1) \times 50\% \\ &= 819,15 \times 50\% \\ &= 409,58 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berlaku juga dengan kegiatan *non critical chain* lainnya.



Penerapan Perhitungan CCPM dengan Microsoft Project

Proyek 20 kva dapat diselesaikan dalam durasi 4886,4 menit. Sedangkan untuk proyek BMGS 500 kva atau 2884,8 menit. Karena CCPM melakukan penjadwalan secara simultan maka waktu untuk pengerjaan proyek 20 kva dan 500 kva adalah menggunakan waktu terlama yaitu selama 4886,4 menit.

Dengan menggunakan metode multi tasking untuk menyelesaikan proyek BMGS 20 kva dan BMGS 500 kva pada Microsoft proyek memerlukan waktu 5769,6 menit sedangkan dengan penjadwalan dengan tidak simultan memerlukan waktu 6265,1 menit.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat disimpulkan hasil dari penelitian sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode *critical chain management* didapatkan aktivitas aktivitas yang berada dalam *critical chain* yaitu aktivitas BB1, NN1, K1, N1, G1, H4, G2, dan Z1. Aktivitas –aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang berada pada proyek BMGS 20 kva dan proyek BMGS 500 kva.
2. Pada akhir aktivitas *critical chain* ditambahkan *project buffer* sebesar 1551,1 menit atau sebesar 25,85 jam dan atau sebesar

- 3,2 hari. *Project Buffer* berfungsi untuk mengendalikan aktivitas atau aktivitas yang berada pada rantai kritis karena keterlambatan suatu aktivitas pada rantai kritis dapat berarti keterlambatan untuk semua proyek. *Feeding buffer* juga disisipkan diantara aktivitas – aktivitas *non critical chain* diantara konektivitas dengan aktivitas *critical chain*. Terdapat 7 *feeding buffer* yang disisipkan diantara aktivitas *non critical chain* dan *critical chain*. *Feeding buffer* ini berfungsi untuk menjaga aktivitas *non critical chain* dari keterlambatan agar tidak mempengaruhi aktivitas *critical chain*.
3. Dengan menggunakan metode CCPM durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek BMGS 20 kva dan 500 kva adalah sebesar 4884,6 menit. Hasil penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM dapat menghasilkan perkiraan durasi yang lebih singkat jika dibandingkan dengan penjadwalan proyek dengan menggunakan metode multi tasking dan penjadwalan dengan tidak simultan. Dengan metode multi tasking untuk menyelesaikan proyek BMGS 20 kva dan BMGS 500 kva memerlukan waktu 5769,6 menit sedangkan dengan penjadwalan dengan tidak simultan memerlukan waktu 6265,1 menit. Dapat disimpulkan bahwa penjadwalan dengan metode CCPM dapat menghasilkan durasi yang lebih singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chawan, P.M., Gaikwad, Ghanes P., S. Ghosavhi, Prashant. 2012. *International Journal of Engineering Research and Application*, Vol 2 No.3, 1048-1052.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Production Planning & Inventory Control*. Jakarta : Gramedia.
- Gokshu, Ali., Catovic, Selma. 2012. Implementation of Critical Path Method and Project Evaluation and Review Technique. *3rd International Symposium on Sustainable Development*, Vol 1 No.1 , 205-211.
- Goldratt, Eliyahu M. 1997. *Critical Chain*. Great Barrington. MA: The North River Press
- Herroelen, W., Leus, R. 2001. On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling, *Journal of Operations Management*, Vol 19, 559-577
- Husen, Abrar. 2010 . *Manajemen Proyek – Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek* . Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Leach, L.P. 2000. *Critical Chain Project Management*. Boston: Artech House Inc.
- Lecher, Thomas G., Ronen, Boaz., Stohr, Edward A. 2005. Critical Chain: A New Project Management Paradigm Or Old Wine In New Bottles?, *Engineering Management Journal*, Vol 17 No. 4.
- Shu-Hui, Jan. 2006. Construction Project Buffer Management In Scheduling Planning and Control. ISARC2006. 858-863.
- Suharto, Imam. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional* , Penerbit Erlangga, Jakarta.