

BAB II

TINAJAUAN PUSTAKA

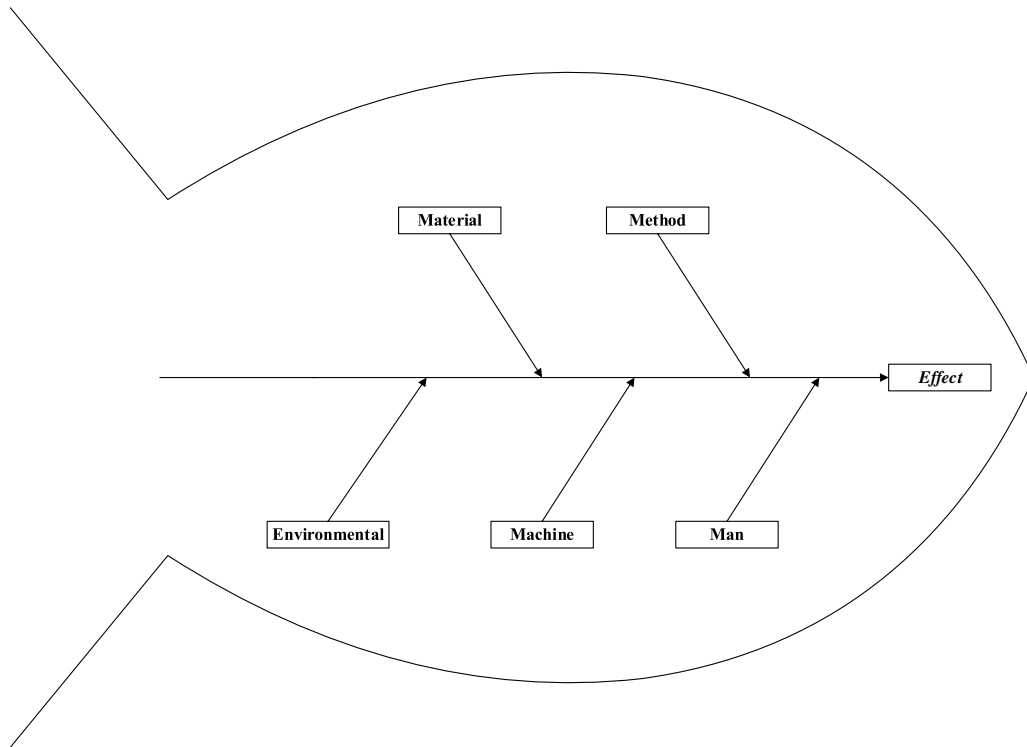
1.1 *Lean Project Management*

Lean Project Management merupakan metode sistematis dan integratif yang diimplementasikan secara berkesinambungan untuk meminimalisir dan mencegah adanya pemborosan (*waste*) ataupun proses-proses yang tidak bernilai tambah (*non value added*). Menurut PMBOK *Lean Project Management* mengembangkan rantai kritis sebagai fokus utama proyek, pendekatan ini berfungsi untuk menghilangkan *waste*. *Lean Project Management* membangun rantai kritis setelah menghapus pertentangan sumber daya, daripada sebelum mempertimbangkan keterbatasan sumber daya. Rantai kritis tetap tidak berubah selama seluruh durasi proyek, dan merupakan fokus utama manajer proyek.

Prinsip-prinsip *Lean Project Management* :

1. Sistem Proyek (*Project System*)

Sistem Proyek dilakukan untuk mengidentifikasi *waste* yang kemungkinan akan muncul dalam pelaksanaan proyek. Ada 2 tahap yang harus dilakukan untuk mengidentifikasi *waste* tersebut, yaitu dengan menggunakan *Fish bone* diagram dan formulasi *if then*. *Fish bone* diagram digunakan untuk mengetahui akar penyebab *waste* yang dilihat dari segi manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), material (*material*), dan lingkungan (*environmental*). Contoh bentuk *fish bone* diagram dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Bentuk *Fish Bone* Diagram

2. Pemilihan Solusi (*Right Solution*)

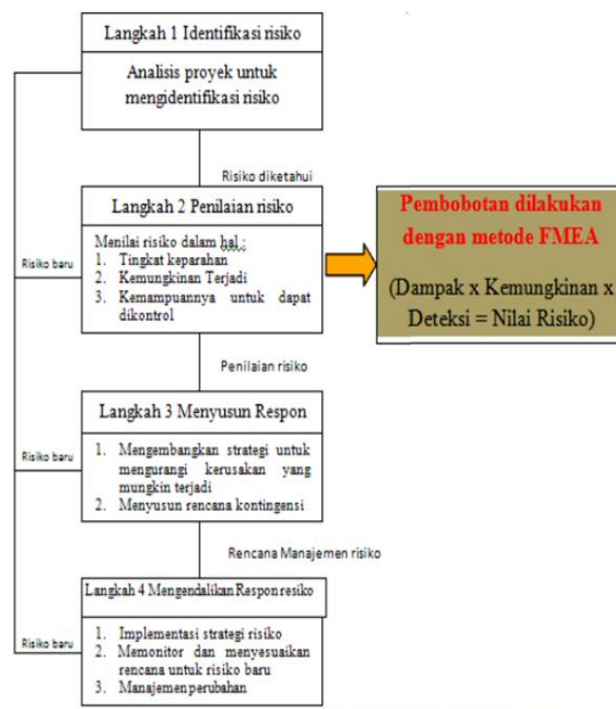
Pemilihan solusi digunakan dalam pemilihan solusi untuk menangani *waste* yang berpotensi muncul saat pelaksanaan proyek. Pemilihan solusi dapat dilakukan dengan matriks evaluasi. Matriks evaluasi bertujuan untuk mengetahui solusi mana yang layak dipilih berdasarkan beberapa kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya dengan melakukan pembobotan. Dari pembobotan tersebut akan didapatkan *scoring* tiap-tiap solusi, sehingga dapat diputuskan solusi mana yang dapat “GO” atau “NOT GO”. Matriks evaluasi hanya digunakan pada peristiwa yang memiliki lebih dari satu alternatif solusi dengan waktu implementasi yang bersamaan (pra pelaksanaan, saat pelaksanaan, atau pasca pelaksanaan). Contoh matriks evaluasi yang digunakan dalam pemilihan solusi dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel Error! No text of specified style in document..1 Contoh Matriks Evaluasi

Kriteria	Weight Factor	Alternatif 1		Alternatif 1	
		Ranking	Weight Score	Ranking	Weight Score
Kriteria 1					
Kriteria 2					
Kriteria 3					
Kriteria 4					
TOTAL					
Keputusan (GO/NOT GO)					

3. Manajemen Risiko Proyek (*Project Risk Management*)

Manajemen risiko proyek meliputi langkah memahami dan mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi, mengevaluasi, memonitoring dan menangani risiko. Langkah-langkah manajemen risiko proyek dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini:



Gambar Error! No text of specified style in document..2 Langkah-langkah manajemen risiko proyek

Sumber : Dian Artika, 2014

3. Mengelola Variasi (*Managing Variation*)

Variasi di dalam proyek diartikan ketidakpastian, untuk itu pihak pelaksana perlu *manage* variasi, dengan cara mengestimasi sebelum pelaksanaan proyek baik dari segi biaya, waktu, dan sumber daya yang digunakan. Tujuan mengestimasi adalah agar manajemen proyek dapat meramalkan atau memperkirakan waktu, biaya, dan sumber daya yang dibutuhkan saat pelaksanaan proyek.

Estimasi bertindak sebagai standar untuk membandingkan antara kenyataan dan rencana di sepanjang umur proyek. Hal pertama yang dilakukan adalah mengestimasi biaya proyek dari kebutuhan material dan tenaga kerja dengan tujuan agar pihak pelaksana dapat memperkirakan apakah total biaya proyek sesuai dengan nilai proyek yang sudah ditentukan pihak pemilik proyek atau justru melampaui. Estimasi biaya dilakukan dengan merinci kebutuhan material dan tenaga kerja dari tiap jenis pekerjaan. Setelah melakukan estimasi biaya, dilakukan estimasi penjadwalan dengan menggunakan kurva S dan *Critical chain Project Management* (CCPM). Di dalam CCPM terdapat *buffer time* yaitu waktu penyangga, yang digunakan untuk melindungi ketidakpastian yang berpotensi menimbulkan keterlambatan target penyelesaian proyek. Penentuan ukuran *buffer* dapat dilakukan melalui metode *Square Root of the Sum of Square* (SSQ) (Herroelen, 2001).

1.1.1 Waste

Menurut Lee (1999), *waste* dalam konstruksi dan industri meliputi penundaan waktu, biaya, kualitas, kurangnya keselamatan, *rework*, transportasi

yang tidak perlu, jarak jauh, pilihan atau manajemen yang tidak tepat dari metode/peralatan, dan *constructability* yang lemah. Adapun 8 jenis *waste* menurut Womack dan Jones (1996) adalah sebagai berikut:

1. *Defects* yaitu adanya aktivitas yang tidak sesuai dengan rencana sehingga menimbulkan pengerjaan ulang.
2. *Waiting* yaitu kegiatan yang terjadi karena menunggu untuk proses berikutnya seperti menunggu material datang.
3. *Overproduction* yaitu kegiatan produksi yang berlebih dari yang dibutuhkan seperti adanya produksi material berlebih.
4. *Transportation* yaitu *waste* yang berhubungan dengan banyaknya pergerakan atau pemindahan yang tidak diperlukan.
5. *Inventory* yaitu adanya persediaan yang berlebih dan kurang perlu seperti persediaan material yang banyak.
6. *Unused talent* yaitu adanya penempatan orang yang tidak terlibat langsung dalam pelaksanaan menjadi aktivitas yang tidak bernilai tambah.
7. *Motion* yaitu adanya aktivitas yang tidak perlu dilakukan dan tidak memiliki nilai tambah (*value*).
8. *Extra-processing* yaitu *waste* yang diakibatkan karena proses berlebihan yang tidak sesuai dengan kebutuhan.

1.1.2 Risk

Risiko proyek (*project risk*) adalah suatu peristiwa (*event*) atau kondisi yang tidak pasti (*uncertain*), jika terjadi mempunyai pengaruh positif maupun negatif pada tujuan proyek. Suatu risiko mempunyai penyebab, dan jika terjadi,

membawa konsekuensi atau dampak. Untuk suatu kejadian, dapat dilihat dari sisi probabilitas dan dampak dari kejadian tersebut. Suatu peristiwa bisa mempunyai probabilitas kecil dengan dampak besar, atau probabilitas besar dengan dampak kecil. Dari sana bisa dihitung kejadian mana yang lebih berbahaya atau lebih berisiko. Sehingga risiko bisa dinyatakan, Risiko = f {kemungkinan, dampak}.

Manajemen risiko didefinisikan sebagai proses, mengidentifikasi, mengukur dan memastikan risiko dan mengembangkan strategi untuk mengelola risiko tersebut. Manajemen risiko yang baik akan mampu memperbaiki keberhasilan proyek secara signifikan. Ada tiga kunci yang perlu diperhatikan dalam manajemen risiko agar bisa efektif :

1. Identifikasi, analisis dan penilaian risiko pada awal proyek secara sistematis dan mengembangkan rencana untuk menanganinya;
2. Mengalokasikan tanggungjawab kepada pihak yang paling sesuai untuk mengelola risiko;
3. Memastikan bahwa biaya penanganan risiko cukup kecil dibanding dengan nilai proyeknya.

1.2 *Critical Chain Project Management*

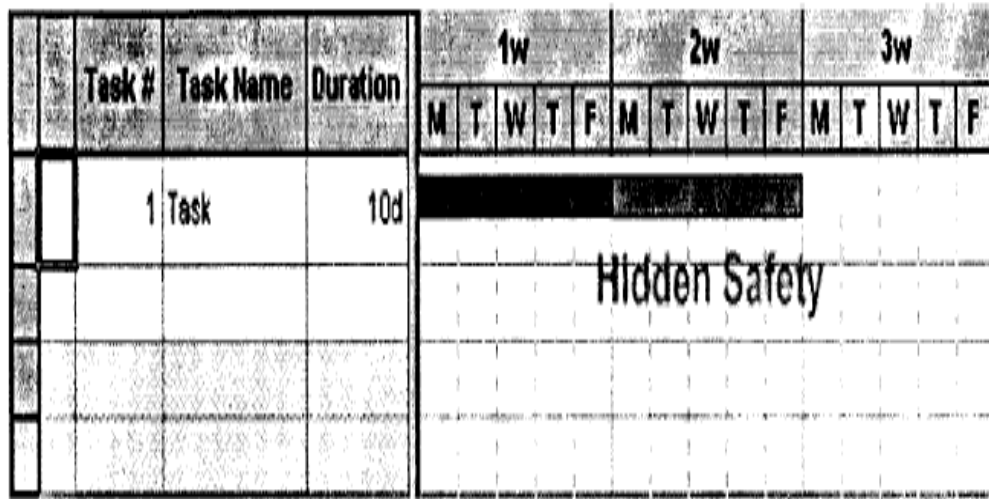
Metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) merupakan pendekatan yang berbeda dalam perencanaan waktu dengan metode pemodelan dan analisis manajemen proyek konvensional. Menurut Umbe (2000), salah satu penyebab utama rendahnya kinerja perencanaan proyek konvensional adalah besarnya tambahan *safety time* saat penjadwalan waktu. Dengan pertimbangan

untuk mencegah proyek dari risiko keterlambatan, tim yang terlibat di proyek menambahkan *safety time* dalam estimasi waktu setiap aktifitasnya.

Metode ini menghilangkan *safety time* untuk aktifitas-aktifitas individual dan memfokuskan pada penyelesaian *critical chain* proyek dengan mengganti *safety time* menjadi *buffer time*. *Buffer time* terdiri dari *feeding buffer* dan *project buffer*. *Feeding buffer* adalah waktu penyangga yang menghubungkan aktifitas *non-critical chain* dengan aktifitas *critical chain*. Selain itu *feeding buffer* juga berfungsi sebagai waktu cadangan jika terdapat keterlambatan pada aktifitas *non-critical chain*. *Project buffer* adalah waktu penyangga yang diletakkan di akhir *critical chain* suatu proyek sebagai cadangan waktu untuk keseluruhan proyek. Kedua *buffer time* inilah yang akan menjamin *critical chain* dan integritas jadwal proyek secara keseluruhan.

1.2.1 Estimating

Dalam mengestimasi durasi proyek harus didasarkan pada pengalaman perencana, dimana kebanyakan dari perencana penjadwalan cenderung untuk menambahkan durasi keamanan yang tersembunyi ke dalam penilaian-penilaian mereka untuk setiap ketidakpastian pada kinerja aktual. (Meijer, 2013). Berikut ilustrasi yang menunjukkan adanya 5 hari pengaman yang tersembunyi (*hidden safety*) dari 10 hari yang diperkirakan. *Hidden safety* dalam estimasi dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar Error! No text of specified style in document..3. *Hidden Safety* dalam estimasi

Sumber : Budi Santoso, 2009

1.2.2 *Student Syndrome*

Student syndrome dapat diilustrasikan dengan para siswa yang diberikan suatu tugas, biasanya tugas tersebut mulai dikerjakan pada menit-menit terakhir, bahkan panjangnya waktu yang diberikan tidak cukup untuk menyelesaikan tugas tersebut dengan cepat sehingga dibutuhkan tambahan waktu. Berdasarkan ilustrasi diatas waktu keamanan yang ditambahkan menjadi semacam barang sisa karena untuk memulai mengerjakan tugas tersebut tidak dilakukan pada waktu awal.

Ilustrasi adanya *student syndrome* yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Task Name	Duration	1w					2w					3w				
		M	T	W	T	F	M	T	W	T	F	M	T	W	T	F
Task	13d	[Task bar spanning 13 days with two triangles]														

Gambar Error! No text of specified style in document.**4** *Student syndrome* dalam estimasi

Sumber : Budi Santoso, 2009

Perilaku ini dapat menyebabkan waktu keamanan yang terdapat didalam pekerjaan terbuang percuma bahkan sebelum pekerjaan itu dimulai, sehingga tidak ada lagi 90% kemungkinan waktu yang dijanjikan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

1.2.3 *Parkinson's Law*

Pekerjaan berkembang sesuai dengan waktu yang tersedia. Hampir semua mengetahui *Parkinson's Law* dan menemukannya dalam setiap pengerjaan suatu proyek. Jika tugas dijadwalkan untuk 10 hari, biasanya tidak pernah kurang dari itu. Usaha-usaha penyesuaian untuk memenuhi ketersediaan waktu dapat dilakukan dengan berbagai cara. Proyek-proyek pembuatan *software* seringkali menunjukkan kecenderungan untuk memperlambat penyelesaian ketika developer melihat adanya kelebihan waktu yang dimiliki dalam menyelesaikan tugas. Pada kasus lain, orang akan meningkatkan usaha agar terlihat sibuk selama jadwal

suatu tugas. Seperti yang sudah didiskusikan sebelumnya, proyek tradisional ditekankan untuk tidak terlambat, tetapi para pekerja tidak mendapat promosi bila diselesaikan lebih cepat dari tenggat waktu yang ditentukan. Kenyataan ini mendorong efek dari *hidden safety*, *student syndrome* dan *Parkinson's Law*.

1.2.4 *Multitasking*

Multitasking adalah mengerjakan beberapa pekerjaan dalam waktu yang bersamaan. Pengaruh dari multitasking seharusnya dipertimbangkan karena fragmentasi dari sumber daya dan waktu persiapan peralatan akan menyebabkan tugas-tugas menjadi tertunda karena kehilangan konsentrasi.

1.2.5 *As-Late-As-Possible Scheduling (ALAP)*

Dalam penjadwalan *Critical Path* tradisional, tugas-tugas dijadwalkan secepat mungkin dari tanggal proyek dimulai. Penjadwalan ini menempatkan kerja sedekat mungkin dengan awal dari jadwal kita. Dalam perencanaan *Critical Chain*, tugas-tugas dijadwalkan selambat mungkin (ALAP) berdasarkan tanggal akhir target. Penjadwalan ALAP ini menempatkan kerja sedekat mungkin dengan akhir penjadwalan.

Menunda kerja selama mungkin memiliki cukup memberikan keuntungan. Dengan menggunakan analogi produksi, kita meminimalisir *work-in-progress* (WIP) dan tidak mengeluarkan dana lebih cepat dari yang dibutuhkan. Dari sudut pandang manajer proyek, lebih baik untuk fokus pada awal proyek yang kritis karena tidak terlalu banyak kerja awal untuk dimulai. Hal yang paling penting, adanya kejadian secara menyeluruh dan pengetahuan kerja, karena semakin lama bekerja dalam proyek semakin banyak pengetahuan yang akan diperoleh.

Pengaturan tugas secara ALAP, akan memberikan kesempatan untuk meningkatkan pengetahuan secara signifikan sehingga menurunkan risiko untuk mengulang. Kekurangan tunggal adalah secara langsung berhubungan dengan pengaturan semua tugas-tugas secara ALAP. Dalam terminologi *Critical Path* tradisional, ini berarti bahwa semua tugas adalah kritis, ketika berada di dalam mode/cara tracking. Satu penambahan selang waktu dari suatu tugas akan mendorong penambahan jumlah batas waktu akhir proyek. Menurut Goldatt salah satu solusi yang sederhana dalam perencanaan *Critical Chain*, adalah dengan memasukkan *buffer* atau penyangga pada titik kunci dalam rencana proyek. Hal tersebut akan berfungsi sebagai penyerap untuk menjaga waktu batas akhir proyek terhadap peningkatan waktu pengerjaan suatu tugas. Dengan adanya pendekatan *buffer*, maka akan diperoleh keuntungan dari pengaturan ALAP dengan antisipasi yang memadai terhadap ketidakpastian.

1.3 Manajemen *Buffer*

Menurut Riberal (2003), Manajemen *buffer* adalah kunci untuk mengatur aktivitas pada rantai kritis jadwal proyek. Metodologi rantai kritis tidak dapat terlaksana tanpa manajemen *buffer*. Ada tiga macam ketidakpastian di dalam perencanaan dan penjadwalan proyek yakni ketidakpastian waktu aktivitas, ketidakpastian waktu alur, dan ketidakpastian sumber daya. Untuk mengatur ketidakpastian di dalam proyek-proyek konstruksi maka digunakan manajemen *buffer* untuk membuat penilaian atas kebutuhan dari *buffer* pada setiap aktivitas. Untuk menyelesaikan proyek lebih awal dari jadwal yang direncanakan dengan batasan sumber daya, aplikasi *buffer* penyangga di dalam *Critical Chain* digunakan untuk memecahkan permasalahan tersebut. *Buffer* digunakan untuk

melindungi jadwal proyek secara global dari ketidakpastian-ketidakpastian pada setiap pekerjaan sehingga dapat diselesaikan tepat waktu.

a. Tipe-Tipe *Buffer*

Pengurangan durasi aktivitas pada metode ini menyebabkan resiko keterlambatan semakin besar. Maka dari itu, *buffer* atau waktu penyangga harus diaplikasikan agar kegiatan tidak terlambat. *Buffer* ditambahkan kedalam waktu proyek yang durasi aktivitasnya dikurangi sehingga dihasilkannya jadwal yang lebih aman. Menurut Leach (2000) di dalam lingkungan proyek tunggal ada tiga tipe *buffer*, yaitu:

1. *Project Buffer*

Seperti yang telah disebutkan pada penjadwalan proyek tradisional, *safety time* dimasukkan ke dalam beberapa kegiatan, pada metode CCPM *safety time* tersebut digabung menjadi *Project Buffer*. *Buffer* ini ditambahkan pada akhir proyek untuk melindungi waktu akhir dari penyelesaiannya.

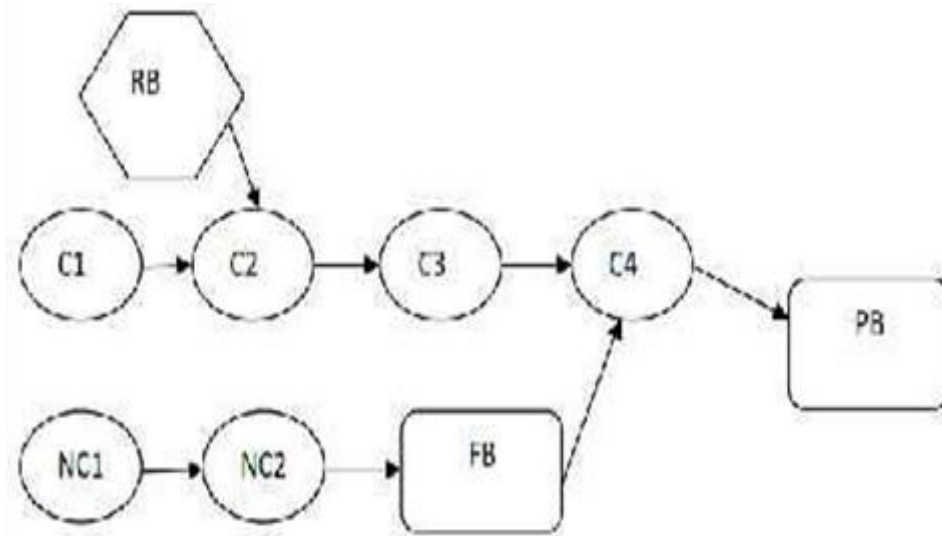
2. *Feeding Buffer*

Feeding buffer dimasukkan untuk melindungi kegiatan jalur kritis akibat terlambatnya kegiatan-kegiatan non jalur kritis. *Buffer* ini dimasukkan pada akhir kegiatan-kegiatan non kritis.

3. *Resource Buffer*

Resource buffer adalah satu-satunya *buffer* yang sifatnya non-waktu. Fungsinya sebagai sinyal, mekanisme jaga-jaga untuk sumber daya agar disiapkan terlebih dahulu ketika dibutuhkan oleh aktivitas dalam jalur kritis. *Resource buffer* dimasukkan ke dalam kegiatan ketika aktivitas jalur kritis memelurkan sumber daya yang jenisnya berbeda.

Feeding Buffer (FB) ditempatkan pada poin aktivitas non-kritikal bertemu dengan aktivitas kritis. *Resource Buffer (RB)* dimasukkan sebelum aktivitas kritis C2, karena aktivitas tersebut memerlukan sumber daya yang berbeda dari aktivitas C1. *Project buffer (PB)* ditempatkan pada akhir dari proyek. *Buffer* pada *Critical Chain Project Management* dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini:



Gambar Error! No text of specified style in document..5 *Buffer* pada *Critical*

Chain Project Management

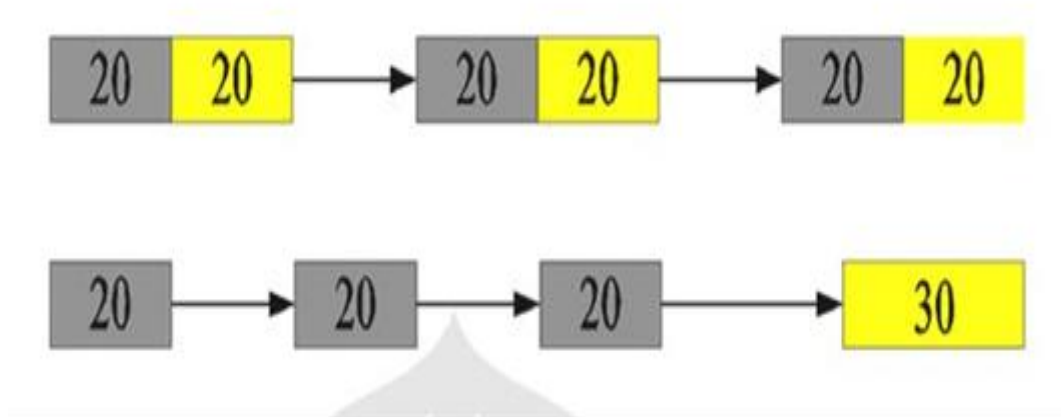
Sumber: Valikoniene, 2014

b. Metode Perhitungan Buffer

Menurut Herroelen (2001), di dalam literatur, metode pendekatan yang sering digunakan dalam menentukan ukuran *buffer* yang sederhana untuk menentukan *buffer* proyek dan feeder *buffer* yaitu *Cut and Paste Method* dan RSEM (*Root Square Error Method*).

1. C&PM (*Cut and Paste Method*)

C&PM merupakan aturan perekat yang digunakan untuk menentukan *buffer* proyek dan *feeding buffer* di dalam C&PM pada dasarnya memotong 10%, 20%, 30%, 40% atau 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 ke aktivitas pada jalur yang tidak rantai kritis (*non critical chain*) yang membawa kepada rantai kritis. Penerapan *Cut & Paste Method* dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini:

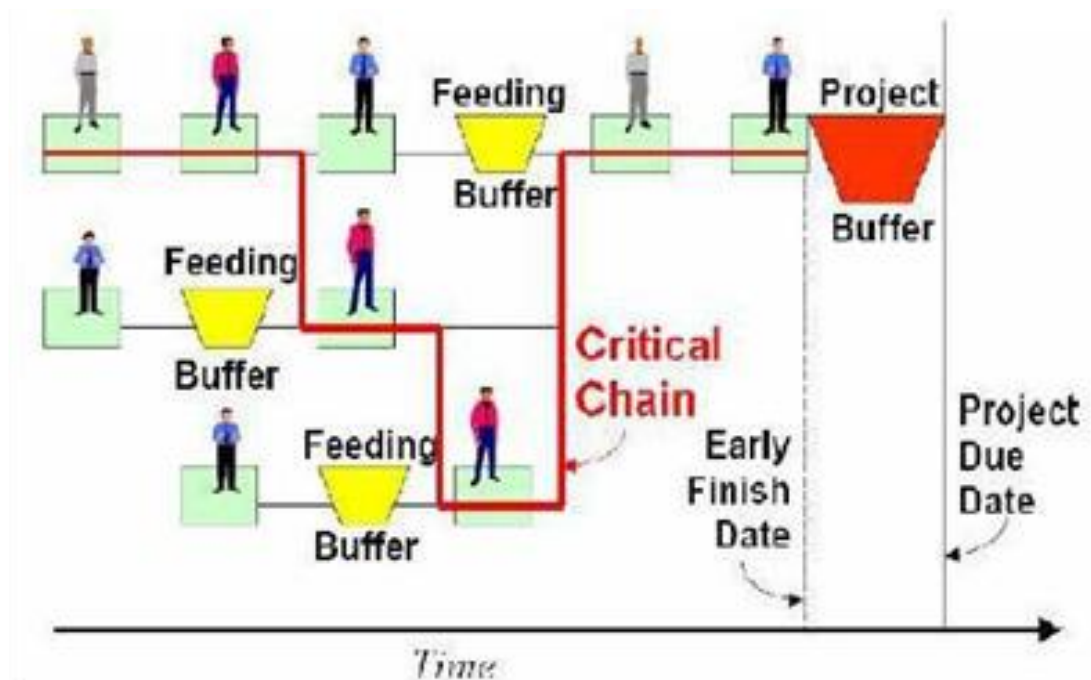


Gambar Error! No text of specified style in document..6 Penerapan *Cut & Paste Method*

Sumber: Ryan Ramanda dan Ary Arvianto, 2015

Feeding Buffer terletak pada rangkaian *non critical chain*, atau disebut dengan bukan rantai kritis. *Buffer* di sini dimaksud untuk menjaga rantai *critical chain* dari pengaruh variasi rantai non kritis tadi. Pada rangkaian CCPM yang baru dibentuk dengan durasi tanpa aktivitas cadangan, diteruskan dengan penempatan *buffer*, yang diimbangi dengan membuat stabil beban pekerja terlebih dahulu. Pada perencanaan dengan menggunakan metode ini, *feeding buffer* diletakkan pada tiap akhir rantai non kritis yang akan menuju

rantai kritis. Berikut perhitungan besaran *feeding buffer*. *Project Buffer* terletak pada akhir rantai kritis, terdapat penyangga yang diletakkan pada akhir *critical chain*, perhitungan besaran *project buffer* diletakkan pada akhir rantai. Namun karena standar deviasi *buffer* tidak terlalu lebar, maka penentuannya dilakukan dengan menjumlahkan *buffer* pada masing-masing aktivitas di lintasan kritis. Besarnya *buffer* proyek yang terbentuk pada setiap proyek berbeda, meskipun ketiganya memiliki struktur yang hampir identik. Perhitungan besaran *project buffer* dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut ini:



Gambar Error! No text of specified style in document..7 *Feeding Buffer* dan *Project Buffer*

Sumber: Ryan Ramanda dan Ary Arvianto, 2015

2. *Root Square Error Method (RSEM)*

(Leach, 1999) 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 (A). Ukuran buffer ditetapkan sebagai 2 standar deviasi dengan rumus sebagai berikut:

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

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

Eliminasi waktu aman dengan RSEM dan C&PM dengan berbagai pemotongan persentase meliputi 50%, 40%, 30%, 20%, 10% dieliminasi dan sisa durasi aktivitas berdasarkan pengalaman perencana. (Ryan Ramanda dan Ary Arvianto, 2015)

1.4 *Network Diagram*

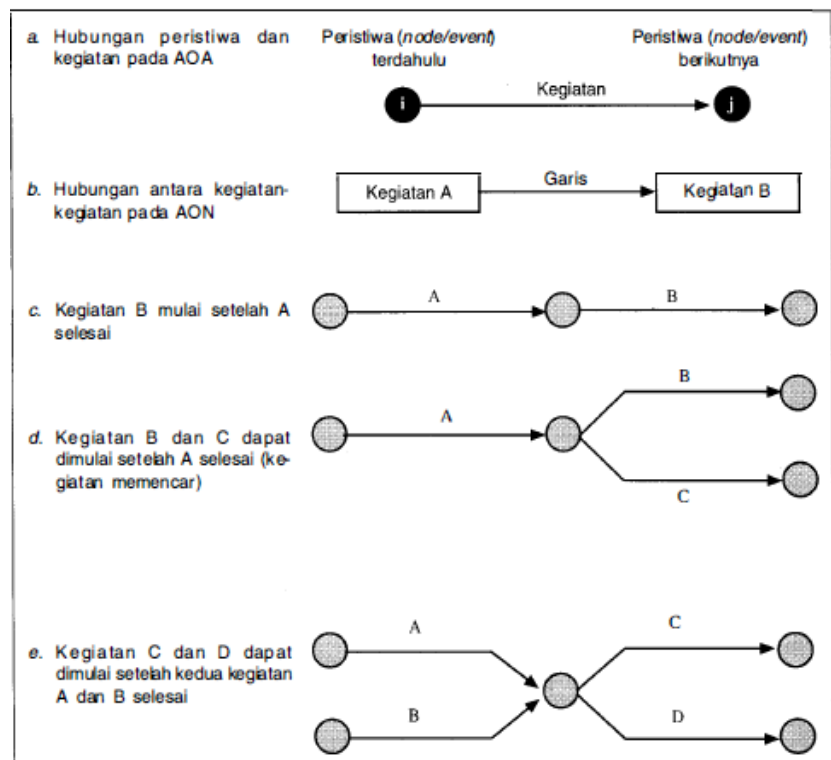
Network diagram merupakan jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Dengan *network diagram* dapat dilihat kaitan satu kegiatan dengan kegiatan lainnya dan dapat diketahui lintasan yang merupakan lintasan kritis.

1.4.1 *Network Diagram Activity on Arrow (AoA)*

Network Diagram Activity on Arrow (AoA) merupakan kegiatan pada anak panah yang digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah merupakan awal dan ujungnya sebagai akhir kegiatan. Nama dan kurun waktu kegiatan berturut-turut ditulis di atas dan di bawah anak panah, seperti terlihat pada Gambar 2.8-a

1.4.2 Network Diagram Activity on Node (AoN)

Network Diagram Activity on Node (AoN) merupakan kegiatan yang ditulis dalam bentuk kotak atau lingkaran, sedangkan anak panah hanya menjelaskan hubungan ketergantungan diantara kegiatan-kegiatan seperti pada Gambar 2.8-b



Gambar Error! No text of specified style in document..8 Tanda dan Simbol dalam Network Diagram