

EVALUASI PENJADWALAN PEMBANGUNAN HANGGAR PT. GUDANG GARAM, Tbk MENGGUNAKAN METODE CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT (Studi Kasus Pembangunan Hanggar PT. Gudang Garam, Tbk di Waru, Sidoarjo, Jawa Timur)

Subandiyah Azis⁽¹⁾, Edi hargono D.P. ⁽²⁾, Dedy Supriyadi⁽³⁾

⁽¹⁾Teknik Sipil Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Institut Teknologi Nasional Malang
Email: cup.subandiyah@gmail.com

⁽²⁾Teknik Sipil Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Institut Teknologi Nasional Malang
E-mail : edi_hargono@yahoo.com

⁽³⁾ Teknik Sipil Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Masalah yang sering terjadi di proyek konstruksi adalah penyerahan hasil proyek yang terlambat dikarenakan ketidaksesuaian antara rencana awal dengan realisasi yang ada dalam pelaksanaan proyek. Untuk menghindari keterlambatan pekerjaan, maka diperlukan adanya pengendalian proyek yang dapat mengevaluasi kinerja dan kapan diperlukan langkah perbaikan diperlukan, sehingga diperlukan metode penjadwalan dan pengendalian yang sensitive, artinya dapat mengungkapkan dan mendeteksi penyimpangan sedini mungkin. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Critical Chain Project Management* dalam mencari solusi optimalisasi dan pengendalian kinerja waktu pada penjadwalan proyek konstruksi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi kasus pada proyek pembangunan Hanggar PT. Gudang Garam, Tbk Sidoarjo dengan mengumpulkan data hasil tinjauan langsung pengamatan dan wawancara serta data pihak internal yaitu PT. Dutikon Sejahtera sebagai pengawas dan PT. Pamenang Buana Raya sebagai pelaksana proyek. Kemudian berdasarkan data tersebut, membuat jadwal baru dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management*, yang nantinya akan dilakukan pengukur kinerja proyek dan diharapkan dapat mengatasi permasalahan pengendalian dan penyelesaian akhir proyek. Hasil dari penelitian ini, dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management* terbukti dapat mengoptimalkan jadwal karena dapat menghilangkan waktu tunggu dengan menghilangkan waktu pengaman pada setiap pekerjaan, menyisipkan *project buffer* dan *feeding buffer*. Melalui hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa proyek dapat dipercepat.

Kata Kunci: Efektif dan Efisien, *Critical Chain Project Management*, *project buffer*, *feeding buffer*.

1. PENDAHULUAN

Perencanaan dan pendawalan yang baik adalah panduan untuk melaksanakan pekerjaan proyek secara efektif dan efisien. Masalah yang sering dihadapi dalam proyek konstruksi adalah terjadi ketidaksesuaian antara rencana awal dengan realisasi yang ada dalam pelaksanaan proyek, seberapa baikpun perencanaan awal (anggaran biaya, jadwal, kualitas/mutu) yang telah dilakukan, pada tahap pelaksanaan selalu terjadi perubahan yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian. Keterlambatan suatu pekerjaan merupakan efek kombinasi dari ketergantungan antar pekerjaan dan variabilitas dalam setiap proses pekerjaan. Karena sifat proyek peka terhadap perubahan serta spesifik, maka perencanaannya tidak mudah dan cenderung selalu terjadi penyimpangan dalam pelaksanaannya.

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. Beberapa metode penjadwalan proyek tradisional yang telah sering digunakan dalam proyek konstruksi, seperti *Gantt Chart*, *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM). Dalam bidang manajemen proyek konstruksi, dewasa ini berkembang suatu metode penjadwalan proyek baru yang digunakan dalam menangani ketidakpastian dalam penyelesaian proyek. Metode ini dikenal dengan *Critical Chain Project Management* (CCPM).

Critical Chain Project Management (CCPM) mengoptimalkan *feeding buffer* dan *project buffer* (waktu tambahan) di setiap aktivitas untuk menghindari penjadwalan proyek yang tidak tepat waktu dengan mengkaitkan hubungan antar pekerjaan, kendala sumber daya, waktu *safety* dan menghilangkan waktu tunggu dan pengendalian waktu pengaman pada setiap pekerjaan sehingga didapatkan optimalisasi jadwal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Proyek

The Project Management Institute's (PMI) melalui buku panduan untuk *Project Management Body of Knowledge* mendefinisikan proyek sebagai usaha sementara yang dilakukan untuk menciptakan sebuah produk atau jasa yang unik. Kata sementara digunakan untuk membedakan proyek dengan produksi bahwa setiap proyek memiliki waktu mulai dan waktu akhir yang pasti. "Unik" berarti bahwa proyek-proyek semua berbeda satu sama lain. Keberhasilan proyek berarti proyek memberikan pelanggan apa yang mereka inginkan, ketika mereka menginginkannya, untuk harga yang mereka telah setuju untuk itu, dan memiliki tim proyek yang berusaha menciptakan kesuksesan itu (Globerson, 2000).

Manajemen Proyek

Manajemen Proyek telah dikembangkan sejak tahun 1950. Sejak dikembangkannya metode PERT dan CPM. Manajemen proyek merupakan ilmu yang harus dikuasai oleh para manajer-manajer yang terlibat di dalam pengelolaan proyek. Manajemen proyek adalah dari aplikasi dari kumpulan alat dan teknik (CPM dan matriks organisasi) untuk mengarahkan penggunaan sumberdaya yang beragam terhadap pemenuhan yang unik, kompleks, terbatas pada waktu, biaya dan kendala kualitas. Setiap tugas membutuhkan gabungan alat tesis dan teknik terstruktur tertentu agar sesuai dengan lingkungan tugas tertentu (Atkinson, 1999).

Konsep Penjadwalan Proyek Konstruksi

Perencanaan merupakan proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi-asumsi mengenai keadaan di masa yang akan datang untuk merumuskan kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Tiga unsur utama yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan adalah waktu, biaya, dan mutu. Dengan

perencanaan yang tepat maka seluruh kegiatan proyek dapat dimulai dan selesai dengan alokasi waktu yang cukup, biaya serendah mungkin dan mutu yang dapat diterima (Arianto, 2010).

Ketidakpastian dalam Penjadwalan

Menurut Mulholand (1999), ketidakpastian dapat mempengaruhi proses penjadwalan tradisional yang nampaknya sudah terprediksi dengan presisi. Untuk menyediakan kerangka bagi penilaian ketidakpastian jadwal kerja yang terstruktur dan sistematis, telah ditentukan tiga dimensi ketidakpastian dalam penjadwalan, yaitu: tahap perencanaan teknik, tahap pengadaan, tahap konstruksi.

Metode *Critical Chain Project Management (CCPM)*

Pada tahun 1997, Dr. Eliyahu Goldratt memperkenalkan suatu metode penjadwalan baru untuk manajemen proyek yaitu *Critical Chain Project Management (CCPM)*. *Critical Chain Project Management* adalah metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dikembangkan dari sebuah metodologi yang disebut *Theory of Constraints* (Goldratt, 1997).

Hakekat dari *Theory of Constraints* adalah untuk memfokuskan pada model batasan kunci yang mana secara langsung berkontribusi ke sistem kinerja, mengatur buffer sumber daya untuk mengoptimalkan proses dan membuat optimal penggunaan kapasitas yang sudah ada (Chua, 2005). Persyaratan dalam metode *Critical Chain Project Management* ini adalah tidak adanya *multitasking*, *Student's Syndrome*, *Parkinson's law*, *As late as possible*, menghilangkan *hidden safety* dan memindahkannya dalam bentuk *buffer* di belakang proyek, dan menitikberatkan pada penyelesaian akhir proyek.

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. Di mana *buffer* digunakan untuk melindungi jadwal proyek secara global dari ketidakpastian-ketidakpastian pada setiap pekerjaan sehingga dapat diselesaikan tepat waktu. *Buffer* yang digunakan di dalam *critical chain* adalah *Project buffer* dan *Feeding buffers*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

1. Obyek Penelitian

Proyek yang dijadikan obyek adalah pembangunan Hanggar PT. Gudang Garam, Tbk. Proyek Hanggar PT. Gudang Garam, Tbk terdiri dari pekerjaan Hanggar, pekerjaan Gudang Alat,

pekerjaan Parkir A dan pekerjaan Parkir B dengan nilai kontrak Rp. 8.090.000.000,- mencakup pekerjaan struktur dan arsitektur dan sebagai kontraktor pelaksana PT. Pamenang Buana Raya. Adapun durasi dari proyek menurut kontrak adalah 8 bulan.

2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini secara umum dilakukan melalui tiga tahapan, yakni:

1. Tahap identifikasi

Proses penelitian ilmiah diawali dengan merumuskan pertanyaan penelitian atau apa yang disebut konseptualisasi masalah yang selanjutnya menetapkan topik dan tujuan penelitian yang akan dibahas. Kemudian melakukan studi literatur mengenai topik yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini topik yang dipilih adalah penerapan metode *Critical Chain Project Management* pada penjadwalan proyek untuk pengukuran kinerja waktu proyek. Setelah ditentukan topik dari penelitian ini tindakan selanjutnya adalah menyusun referensi-referensi yang berkaitan dengan topik tersebut. Tahap selanjutnya adalah menyusun alur tentang bagaimana metode yang akan digunakan pada penelitian ini.

2. Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Data pada penelitian ini adalah berupa dokumen perencanaan proyek yang dibuat oleh pihak pelaksana dan pihak pengawas. Data tersebut dikumpulkan dengan cara penelusuran dokumen. Data yang telah diperoleh selanjutnya akan diolah sehingga dihasilkan suatu permodelan permasalahan yang *representative* dengan bantuan *software* LYNX dari A-DATO *Scheduling Technology Release 16*.

3. Tahap Analisa dan kesimpulan

Dari permodelan yang dihasilkan kemudian diterapkan pada penjadwalan proyek yang menjadi studi kasus untuk mendapatkan usulan solusi optimum untuk skema perencanaan proyek tersebut. Kemudian dilakukan validasi berupa respon berbagai pihak terkait proyek tersebut terhadap solusi yang diusulkan. Terakhir adalah menyimpulkan hasil dari penelitian serta memberikan saran dan masukan berkaitan dengan penelitian yang telah dilaksanakan.

3. Metode Analisis Data

Pada penelitian ini dari data yang diperoleh selanjutnya akan dianalisa :

1. Dengan teori probabilitas adalah untuk memperhitungkan *unsure* ketidakpastian (*uncertainty*) pada durasi tiap pekerjaan, yang terdiri dari 3 jenis perkiraan yaitu *pessimistic*, *optimistic* dan *most likely* yang kemudian akan dirata-rata. Pada studi kasus pelaksanaan proyek pembangunan hanggar PT. Gudang Garam, Tbk langsung dilakukan pemotongan durasi sebesar setengah 50% dari durasi yang sudah ada (*existing*).
2. Penyusunan jadwal dengan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) dan teori pengembangan penjadwalan dengan membuat hubungan keterkaitan antar aktivitas. Hubungan antar aktivitas ini merupakan kendala (*constraints*).
3. Dengan teridentifikasinya *critical chain* maka langkah selanjutnya adalah melindungi

critical chain yang merupakan pekerjaan-pekerjaan yang berpengaruh terhadap keterlambatan proyek. Untuk melindungi proyek dari keterlambatan maka perlu dimasukkannya *project buffer*. Perhitungan besaran *project buffer* = $\sum \text{rantai kritis} \times 50\%$ (*cut and paste method*) dan diletakkan pada akhir rantai.

4. Tahap berikut dari pengembangan penjadwalan ini adalah dengan memasukkan *feeding buffer* ke dalam penjadwalan proyek. Tujuan dari memasukkan *feeding buffer* ini adalah untuk menjaga dan melindungi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada *critical chain* dari perubahan yang terjadi disebabkan keterlambatan pada pekerjaan-pekerjaan *non-critical*. *Feeding buffer* disisipkan didalam penjadwalan pada persimpangan antara pekerjaan *critical chain* dan *non-critical chain*. Perhitungan besaran *feeding buffer* = $\sum \text{durasi} (X_A + X_B + X_C) \times 50\%$ (*cut and paste method*) dan diletakkan pada akhir rantai.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penjadwalan Ulang CCPM

1. Pekerjaan Hanggar

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat pemotongan durasi (*exiting*) seperti terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1 Pemotongan Durasi Pekerjaan Hanggar

No	Nama Kegiatan	Durasi Normal	50%
	Durasi Penyelesaian	224	112
1	Galian tanah	7	3.5
2	Pair urug padat bawah plat	14	7
3	Lantai kerja bawah plat	14	7
4	Pondai plat 100 x 240	14	7
5	Kolom 300 x 500	28	14
6	Rafter WF 248x124	14	7
7	Garding C 125x50x20x2.3	28	14
8	Tracktang 0 12	35	17.5
9	Paang inulation	28	14
10	Atap bluecope type pandex T=0.45	42	21
11	Rangka cladding C 125x50x20x2.3	14	7
12	Penutup gewel	14	7
13	Pondai batu kali	21	10.5
14	loof beton 250 x 350	14	7
15	Pasangan dinding bata 1: 5 area luar	84	42
16	Balok ring 230x350	14	7
17	Paangan dinding 1: 5 area dalam	14	7
18	Pleteran dinding	70	35
19	Acian dinding	56	28
20	Plafond jayaboard ceiling panel	14	7
21	Plafond kaliboard t=6 pada Toilet	7	3.5
22	Cornice plafond	7	3.5
23	Cat plafond Mowilex	7	3.5
24	Keramik lantai	7	3.5
25	Keramik dinding toilet	7	3.5
26	Keramik lantai toilet	7	3.5
27	Pintu Jendela PJ Uk.3000x2500	7	3.5
28	Pintu P1 Uk. 800x2400	7	3.5
29	Pintu P2 Uk. 1400x2400	7	3.5
30	Pintu P3 Uk. 700x2400	7	3.5

No	Nama Kegiatan	Durasi Normal	50%
31	Jendela J2 Uk. 1500x1500	7	3.5
32	Jendela J1 Uk. 1800x500	7	3.5
33	Cat dinding dalam Mowilex	14	7
34	Cat dinding luar Mowilex	14	7
35	Kloet duduk	7	3.5
36	Watafel	7	3.5
37	Floor drain	7	3.5
38	oap tray	7	3.5
39	Kran dinding	7	3.5
40	Cermin Uk. 600x1200	7	3.5
41	Urug tanah kembali, perataan, & pemadatan	14	7
42	Buang tanah sisa galian	14	7
43	Perataan tanah / pemadatan	7	3.5
44	Plat lantai	28	14
45	Plat beton tutup saluran	21	10.5

2. Pekerjaan Gudang Alat

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat pemotongan durasi (*exiting*) seperti terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2 Pemotongan Durasi Pekerjaan Gudang Alat

No	Nama Kegiatan	Durasi Normal	50%
	PEKERJAAN GUDANG ALAT	224	112
1	Galian tanah	7	3.5
2	Pasir urug padat pilecap	14	7
3	Lantai kerja bawah pilecap	14	7
4	Pondasi plat 100 x 240	14	7
5	Kolom 300 x 500	28	14
6	Rafter 284x124	14	7
7	Garding C 125x50x20x2.3	28	14
8	Trackstang 0 12	35	17.5
9	Pasang insulation	28	14
10	Atap Bluescope type spandex T=0.45	42	21
11	Rangka Cladding C	14	7
12	Penutup gewel	14	7
13	Pondasi batu kiai	21	10.5
14	Sloof beton 250 x 350	14	7
15	Pasangan dinding bata, 1 :5	70	35
16	Balok 230x350	14	7
17	Plesteran pada dinding 1 :5	56	28
18	Acian dinding	35	17.5
19	Pintu type PI (baja model sleding) uk 5	7	3.5
20	Jendela type J1 uk. 1950x500	7	3.5
21	Jendela type J2	7	3.5
22	Cat dinding luar Weathercoat Mowilex	14	7
23	Cat dinding dalam Emultion Mowilex	14	7
24	Urug tanah kembali, perataan, pemadatan	14	7
25	Buang tanah sisa galian	14	7
26	Perataan tanah / pemadatan	7	3.5
27	Pasir urug padat bawah Plat	77	38.5
28	Lantai kerja bawah Plat Lantai	14	7
29	Plat lantai	28	14
30	Plat beton tutup saluran	21	10.5

3. Pekerjaan Parkir A

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat pemotongan durasi (*exiting*) seperti terlihat dalam Tabel 3.

Tabel 3 Pemotongan Durasi Pekerjaan Parkir A

No	Nama Kegiatan	Durasi Normal	50%
	PARKIR A	189	94.5
1	Galian tanah	7	3.5
2	Pasir urug padat pilecap & tie beam	14	7
3	Lantai kerja bawah pilecap & tie beam	14	7
4	Footing Pl	14	7
5	Kolom Pedestal	21	10.5
6	Kolom WF 200X100X5.5X8	14	7
7	Rafter A	14	7
8	Garding C 125x50	28	14
9	Trackstang 0 12	28	14
10	Atap Bluescope type spandex T=0.45	35	17.5
11	Regel UNP 125x65	14	7
12	Sloof 150x250	7	3.5
13	Urug tanah kembali, perataan, & pemadatan	7	3.5
14	Buang tanah sisa galian	7	3.5
15	Pasang Kansteen	14	7
16	Pasir urug padat bawah paving	28	14
17	Pasang Paving parker	28	14

4. Pekerjaan Parkir B

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat pemotongan durasi (*exiting*) seperti terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4 Pemotongan Durasi Pekerjaan Parkir B

No	Nama Kegiatan	Durasi Normal	50%
	PARKIR B	182	91
1	Galian tanah	7	3.5
2	Pasir urug padat	14	7
3	Lantai kerja	14	7
4	Footing	14	7
5	Kolom Pedestal	14	7
6	Kolom WF 200X100	14	7
7	Rafter A	14	7
8	Gording C 125x50	28	14
9	Trackstang 0 12	35	17.5
10	Atap Bluescope	28	14
11	Pondasi batu kali	14	7
12	Sloof 150x250	14	7
13	Pasangan dinding	35	17.5
14	Plesteran	28	14
15	Acian dinding	21	10.5
16	Cat dinding	21	10.5
17	Cat dinding	21	10.5
18	Pintu Pl	7	3.5
19	Pintu P2	7	3.5
20	Jendela J1 Uk.	7	3.5
21	Jendela J2 Uk.	7	3.5
22	Plafond gypsum	7	3.5
23	Plafond Kalsiboar	7	3.5
24	Cornice Plafond	7	3.5

No	Nama Kegiatan	Durasi Normal	50%
25	Dinding keramik	7	3.5
26	Keramik lantai	7	3.5
27	Keramik lantai	7	3.5
28	Kloset duduk	7	3.5
29	Floor	7	3.5
30	Soap tray	7	3.5
31	Robe	7	3.5
32	Kran dinding	7	3.5
33	Urug tanah	14	7
34	Buang tanah sisa	14	7
35	Pasang kansteen	14	7
36	Pasir urug padat	21	10.5
37	Paving parker	21	10.5

Setelah menghilangkan waktu pengaman (*hidden safety*) dengan melakukan pemotongan durasi sebesar setengah 50% dari durasi yang sudah ada (*existing*), langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi jaringan yang kritis yaitu jaringan yang memiliki waktu pelaksanaan pekerjaan terpanjang dari kejadian yang saling ketergantungan.

1. Pekerjaan Hanggar.

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat jaringan yang memiliki waktu pelaksanaan pekerjaan terpanjang dari kejadian yang saling ketergantungan, yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug bawah plat, lantai kerja bawah plat, pondasi beton 100x240, kolom beton 300x500, rafter 284x124, gording c 125x50x20x2.3, trackstang \varnothing 12, pasang insulation, atap bluescope type spandex $t=0.45$.

2. Pekerjaan Gudang Alat

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat jaringan yang memiliki waktu pelaksanaan pekerjaan terpanjang dari kejadian yang saling ketergantungan, yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug padat pilecap, lantai kerja bawah pilecap, pondasi plat 100 x 240, kolom 300 x 500, rafter 284x124, gerding c 125x50x20x2.3, trackstang 12, pasang insulation, atap bluescope type spandex $t=0.45$.

3. Pekerjaan Parkir A

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat jaringan yang memiliki waktu pelaksanaan pekerjaan terpanjang dari kejadian yang saling ketergantungan, yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug, lantai kerja bawah pilecap, footing Pl, kolom pedestal, Kolom WF, rafter A, Trackstang, Atap Bluescope.

4. Pekerjaan Parkir B

Dari hasil pengolahan menggunakan software LYNX didapat jaringan yang memiliki waktu pelaksanaan pekerjaan terpanjang dari kejadian yang saling ketergantungan, yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug, lantai kerja bawah pilecap, footing Pl, kolom pedestal, Kolom WF, rafter A, Trackstang, Atap Bluescope.

Setelah dilakukan pemindahan waktu pelaksanaan akhir (*as soon as possible*) maka langkah selanjutnya adalah melindungi pekerjaan-pekerjaan kritis (*critical chain*) yang menjadi prioritas karena tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan proyek atau dapat dikatakan umur rantai kritis sama dengan umur proyek. Sehingga untuk melindungi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada rantai kritis (*critical chain*) dapat dilakukan dengan masukan *project buffer* pada akhir rantai kritis. Besarnya *project buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste* (C & PM) yaitu 50% dari waktu keseluruhan pelaksanaan proyek pada pekerjaan yang berada pada rantai kritis, dengan bantuan *software* LYNX maka didapat besarnya nilai *project buffer* untuk setiap induk pekerjaan adalah:

1. Pekerjaan Hanggar

Besarnya *project buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste* dari waktu keseluruhan pelaksanaan proyek pada pekerjaan yang berada pada rantai kritis, dengan bantuan *software* LYNX maka didapat besarnya nilai *project buffer* Pekerjaan Hanggar sebesar 56 hari.

2. Pekerjaan Gudang Alat

Besarnya *project buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste* dari waktu keseluruhan pelaksanaan proyek pada pekerjaan yang berada pada rantai kritis, dengan bantuan *software* LYNX maka didapat besarnya nilai *project buffer* Pekerjaan Gudang Alat sebesar 56 hari.

3. Pekerjaan Parkir A

Besarnya *project buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste* dari waktu keseluruhan pelaksanaan proyek pada pekerjaan yang berada pada rantai kritis, dengan bantuan *software* LYNX maka didapat besarnya nilai *project buffer* Pekerjaan Parkir A sebesar 48 hari.

4. Pekerjaan Parkir B

Besarnya *project buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste* dari waktu keseluruhan pelaksanaan proyek pada pekerjaan yang berada pada rantai kritis, dengan bantuan *software* LYNX maka didapat besarnya nilai *project buffer* Pekerjaan Parkir B sebesar 46 hari.

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. Besarnya *feeding buffer* sama dengan perhitungan *Project buffer*.

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* LYNX, didapat besarnya *feeding buffer* untuk masing-masing induk pekerjaan adalah:

1. Pekerjaan Hanggar

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* LYNX, didapat besarnya *feeding buffer* untuk Pekerjaan Hanggar seperti terlihat dalam Tabel 5.

Tabel 5 Feeding Buffer Pekerjaan Hanggar

No	Nama Kegiatan	Durasi
1	Feeding buffer	7
2	Feeding buffer	33.3
3	Feeding buffer	45.5
4	Feeding buffer	49
5	Feeding buffer	49
6	Feeding buffer	45.5
7	Feeding buffer	45.5
8	Feeding buffer	45.5
9	Feeding buffer	45.5
10	Feeding buffer	45.5
11	Feeding buffer	45.5
12	Feeding buffer	45.5
13	Feeding buffer	45.5
14	Feeding buffer	47.3
15	Feeding buffer	47.3
16	Feeding buffer	45.5
17	Feeding buffer	47.3
18	Feeding buffer	47.3
19	Feeding buffer	47.
20	Feeding buffer	47.3
21	Feeding buffer	47.3
22	Feeding buffer	26.3

2. Pekerjaan Gudang Alat

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* LYNX, didapat besarnya *feeding buffer* untuk Pekerjaan Gudang Alat seperti terlihat dalam Tabel 6.

Tabel 6 Feeding Buffer Pekerjaan Gudang Alat

No	Nama Kegiatan	Durasi
1	Feeding buffer	7
2	Feeding buffer	29.8
3	Feeding buffer	50.8
4	Feeding buffer	50.8
5	Feeding buffer	50.8

No	Nama Kegiatan	Durasi
6	Feeding buffer	52.5
7	Feeding buffer	49

3. Pekerjaan Parkir A

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* LYNX, didapat besarnya *feeding buffer* untuk Pekerjaan Parkir A seperti terlihat dalam Tabel 7.

Tabel 7 Feeding Buffer Pekerjaan Parkir A

No	Nama Kegiatan	Durasi
1	Feeding buffer	3.5
2	Feeding buffer	5.3
3	Feeding buffer	14
4	Feeding buffer	14

4. Pekerjaan Parkir B

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* LYNX, didapat besarnya *feeding buffer* untuk Pekerjaan Parkir A seperti terlihat dalam Tabel 8.

Tabel 8 Feeding Buffer Pekerjaan Parkir B

No	Nama Kegiatan	Durasi
1	Feeding buffer	33.3
2	Feeding buffer	33.3
3	Feeding buffer	29.8
4	Feeding buffer	29.8
5	Feeding buffer	29.8
6	Feeding buffer	29.8
7	Feeding buffer	29.8
8	Feeding buffer	33.3
9	Feeding buffer	33.3
10	Feeding buffer	35
11	Feeding buffer	3
12	Feeding buffer	35
13	Feeding buffer	35
14	Feeding buffer	28

Feeding buffer berfungsi menjaga *critical chain* dari keterlambatan dari kegiatan-kegiatan *non-critical chain* yang dihitung berdasarkan penjumlahan dari kegiatan-kegiatan *non-critical chain* yang akan menjadi *predecessor* dari *critical chain*. Dengan adanya *buffer* maka pengendalian terhadap proyek mudah dilaksanakan, pengendalian dilakukan dengan memperhitungkan besar pemakaian *buffer* pada setiap kemajuan proyek yang dapat diperoleh melalui laporan mingguan dan harian kemajuan proyek.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pengolahan data dan analisis yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Critical chain* pada durasi normal pembangunan proyek Hanggar PT. Gudang Garam, Tbk adalah sebagai berikut:
 - a. Pekerjaan Hanggar yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug bawah plat, lantai kerja bawah plat, pondasi beton 100x240, kolombeton 300x500, rafter 284x124, gording c 125x50x20x2.3, trackstang \varnothing 12, pasang insulation, atap bluescope type spandex $t=0.45$.
 - b. Pekerjaan Gudang Alat yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug padat pilecap, lantai kerja bawah pilecap, pondasi plat 100 x 240, kolom 300 x 500, rafter 284x124, gording c 125x50x20x2.3, trackstang 12, pasang insulation, atap bluescope type spandex $t=0.45$.
 - c. Pekerjaan parkir A yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug, lantai kerja bawah pilecap, footing Pl, kolom pedestal, Kolom WF, rafter A, Trackstang, Atap Bluescope.
 - d. Pekerjaan Parkir B yaitu meliputi pekerjaan: galian tanah, pasir urug, lantai kerja bawah pilecap, footing Pl, kolom pedestal, Kolom WF, rafter A, Trackstang, Atap Bluescope.
2. Besar *feeding buffer* dan *project buffer* pada pembangunan hangar PT. Gudang Garam, Tbk adalah sebagai berikut:
 - a. Pekerjaan hanggar: *feeding buffer* 112 hari dan *project buffer* 56 hari
 - b. Pekerjaan gudang alat: *feeding buffer* 112 hari dan *project buffer* 56 hari
 - c. Pekerjaan parkir A: *feeding buffer* 94.5 hari dan *project buffer* 48 hari
 - d. Pekerjaan parkir B: *feeding buffer* 91 hari dan *project buffer* 46 hari
3. Durasi pekerjaan yang efisien pada pembangunan proyek hangar PT. Gudang Garam, Tbk menggunakan metode *Critical Chain Project Management* adalah sebagai berikut:
 - a. Pekerjaan hanggar : 168 hari
 - b. Pekerjaan gudang alat : 168 hari
 - c. Pekerjaan parkir A : 141.8hari
 - d. Pekerjaan parkir B : 136.5 hari

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penjadwalan proyek pembangunan hanggar PT. Gudang Garam, Tbk maka dapat disampaikan saran bahwa metode pejadwalan *critical chain project management* dapat diterapkan didalam penjadwalan proyek pembangunan hanggar PT. Gudang Garam, Tbk selain itu perlu dukungan dari personil-personil yang terlibat di dalam

proses penjadwalan dengan mengkaji setiap aspek dari penjadwalan *critical chain* di masa yang akan datang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, Arif 2010, *Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line Of Balance Dan Time Chainage Diagram Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi*, Tesis, Universitas Diponegoro.
- Atkinson, R. 1999. Project Management: *Cost, Time and Quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other succes criteria*. International Journal of Project Management Vol.17, No. 6.
- Chua, D. K. H. and L. J. Shen. 2005. *Key Constraints Analysis with Integrated Production Scheduler*, the Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 131, No. 7, July.
- Eliyahu M. Goldratt. 1997. *Critical Chain*. Massachusetts: North River Press.
- Globerson, S. 2000. *PMBOK and the Critical Chain*.
- Mulholand, B. & Christian J. 1999. *Risk Assessment in Construction Schedule*. ASCE Journal Construction Engineering and management Vol. 125 No. 1.
- Riberal J, Sachon M and Grasas A, 2003. *Buffer Management*, IESE Business School, Barcelona, Spanyol.