

KAJIAN PERCEPATAN PENJADWALAN PEMBANGUNAN LANDING CRAFT UTILITY (LCU) DENGAN METODE SIMULASI MONTE CARLO

by Bustamin Maulidya Octaviani

Submission date: 15-Jul-2020 05:53AM (UTC-0700)

Submission ID: 1357808884

File name: 273-664-1-SM_1.docx (508.21K)

Word count: 4000

Character count: 24723

KAJIAN PERCEPATAN PENJADWALAN PEMBANGUNAN LANDING CRAFT UTILITY (LCU) DENGAN METODE SIMULASI MONTE CARLO

Maulidya Octaviani Bustamin¹⁾ dan Nadjadji Anwar²⁾

¹⁾ Program Studi Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Cokroaminoto 12A, Surabaya, 60264, Indonesia
e-mail: octaviani.maulidya@gmail.com

²⁾ Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

ABSTRAK

Pengerjaan konstruksi proyek sering kali menemui penundaan waktu pengerjaan yang cukup panjang hingga berakibat pada pengeluaran *cost* berlebih. Pada perjanjian kerja pembangunan kapal terdapat berbagai hal yang perlu disepakati salah satunya fase pembangunan *Hull Construction* LCU. Guna terlaksananya fase pembangunan pada tempo yang udah diagendakan serta memperoleh kualitas produksi yang diinginkan, maka runtutan dari fase pembangunan sebuah kapal perlu ditetapkan secara rasional serta diselaraskan dengan fasilitas produksi yang ada di galangan. Maksud dari pembuatan Tesis ini ialah guna menghasilkan pengagendaan probabilistik yang sifatnya tidak menentu yang berimbas pekerjaan pembangunan melampaui tempo yang ditetapkan. Riset berkaitan tentang pengagendaan probabilistic pada Tesis ini akan diimplementasikan pada pekerjaan pembangunan kapal *Landing Craft Utility* (LCU).

Fase yang akan dijalani ialah menghimpun data pengagendaan pekerjaan, menetapkan korelasi antar aktivitas, memperkirakan tempo aktivitas serta menjalankan simulasi dengan memanfaatkan *Monte Carlo Simulation*.

Dari hasil simulasi diperoleh pengerjaan pembangunan *Landing Craft Utility* pada bagian *Hull Construction*, yang semula selama 102 hari diakselerasi menjadi 99 hari dengan taraf keyakinannya sebesar 100%, 94 hari taraf keyakinannya hingga 60%, serta pada akselerasi 90 hari taraf keyakinannya hanya 3%. Berpedoman pada hasil itu diperoleh tempo optimal selama 94 hari dengan akselerasi pengagendaan pembangunan kapal LCU selama 8 hari dengan tambahan *cost* tenaga kerja sebesar Rp 27.300.000,- atau sekitar 9,8% dari keseluruhan *cost*.

Kata kunci: *Landing Craft Utility, Monte Carlo Simulation, Hull Construction*

1. PENDAHULUAN

Peran angkutan laut di Indonesia sangat penting mengingat Indonesia merupakan negara kepulauan. Moda angkutan barang melalui laut dirasa lebih efisien dibanding moda transportasi darat dan udara. Barang ekspor, impor, serta muatan dalam jumlah besar biasanya juga menggunakan kapal laut. Banyak sekali sumber daya alam yang bersumber dari

laut sehingga mengakibatkan industri kapal serta bangunan lepas pantai berkembang pesat. Tentu banyak sekali perusahaan di dalam negeri ataupun diluar negeri membuat bangunan laut seperti kapal dan bangunan lepas pantai lainnya. Dalam pembuatan bangunan tersebut membutuhkan waktu dan biaya yang tepat agar proyek pembangunan kapal berjalan dengan jadwal yang

disepakati sebelumnya oleh pihak galangan dan dengan *owner*.

Dalam kontrak kerja pembangunan kapal memunculkan hal yang perlu disepakati terkait proses pembangunan tersebut. Yang paling diperhatikan ialah waktu pembangunan, yakni waktu proyek tersebut siap dimulai sampai bangunan tersebut selesai dibangun hingga siap dirasakan manfaatnya. Selain itu, nilai proyek juga sangat penting pada sebuah proyek, bisa jadi nilai merupakan parameter utama dari disetujuinya proyek pembangunan kapal.

Monte Carlo Simulation atau disingkat MCS ialah satu dari banyak teknik penilaian risiko kuantitatif yang dapat dimanfaatkan berbagai organisasi untuk proses manajemen risiko, khususnya pada saat kajian risiko dan/atau penilaian risiko yang mempunyai wujud variabel acak. Kajian serta penilaian risiko dengan wujud variabel acak tidak hanya berlaku bagi kasus risiko pasar, risiko kredit, serta risiko operasional di lingkup perbankan, namun juga untuk risiko operasional di industri lainnya seperti industri minyak, gas, pertambangan maupun perkapalan. Selain itu pula perlu dilakukan percepatan pengagendaaan secara acak guna mengetahui waktu akselerasi paling efisien tanpa mengabaikan biaya yang harus dikeluarkan.

Keterlambatan pada penjadwalan proyek terjadi dikarenakan adanya hambatan pada pasokan material yang dipakai dalam pembangunan kapal. Serta adanya pengaruh dari sumber daya galangan yang memungkinkan terajadinya keterlambatan.

Atas dasar tersebut penulis berharap dapat memberikan solusi percepatan waktu akibat keterlambatan tersebut dalam proyek pembangunan pada *Landing Craft Utility* (LCU) dengan menggunakan *Monte Carlo Simulation* (MCS).

Maksud dari riset ini ialah guna membangun model simulasi percepatan penjadwalan pengerjaan proyek pembangunan *Hull Construction* kapal LCU dengan menggunakan *Monte Carlo Simulation* berdasarkan tingkat keyakinan penyelesaian dan menganalisa pengaruh percepatan waktu pembangunan *Hull Construction* kapal LCU terhadap jam kerja dan biaya tenaga kerja sehingga dapat memberikan manfaat serta solusi kepada perusahaan dalam usaha mempercepat waktu pengerjaan pembangunan proyek LCU dengan distribusi probablistik akibat adanya keterlambatan, selain itu juga membagikan informasi berkaitan waktu dan biaya tenaga kerja yang dapat dipertimbangkan dalam proses pembangunan kapal, dapat bermanfaat pada hasil yang didapat sesuai dengan rencana sebelumnya untuk mendekati target durasi yang diharapkan oleh *owner*.

2. METODOLOGI

Riset ini dilaksanakan secara garis besar serta melalui beberapa fase, yakni fase identifikasi, membuat jaringan kerja, kemudian mempercepat umur proyek, pengolahan durasi percepatan dengan model simulasi monte carlo, serta menetapkan jam kerja serta biaya tenaga kerja. Fase Identifikasi dilaksanakan dengan mengidentifikasi keadaan proyek, hambatan, dan pengumpulan data yang relevan.

Membuat *Network Planning*

Analisis dengan menggunakan *Network* akan menunjang penyusunan penjadwalan *finishing* proyek pada waktu serta biaya terefisien. Selain itu, *Network* menggunakan *Critical Path Methode* (CPM) serta *Program Evaluation Review and Technique* (PERT) jdapat dimanfaatkan sebagai media pengendalian. CPM ialah pola yang berorientasi pada waktu dimana

penetapan agenda serta perkiraan waktunya bersifat deterministik/pasti.

Disisi lain PERT ialah pola yang berorientasi pada waktu dimana penetapan agenda serta waktunya bersifat probabilistik/kemungkinan. Akan tetapi pada riset ini pola yang digunakan adalah CPM. Metode ini diperlukan agar dapat mengendalikan sinkronisasi semua kegiatan sehingga penyelesaian proyek diselesaikan tepat waktu dan mendukung perusahaan dalam melangsungkan pengagendaaan serta pengelolaan proyek.

Menurut Kerzer (1995) suatu proyek dapat dikatakan sukses bila mampu memenuhi ruang lingkup proyek (*scope*) menyelesaikan proyek dengan tepat waktu atau lebih singkat dari waktu yang telah disepakati, dan menghemat dana yang tersedia secara bersamaan. Pendekatan menggunakan *critical path method* memberikan mekanisme dalam mengidentifikasi dan sesuatu yang kritis dalam kondisi ketidakpastian proyek. Pola memberikan kemungkinan guna memprediksi keadaan *unpredictable* serta variabilitas yang dapat terjadi pada proyek.

Beberapa keuntungan menggunakan metode CPM adalah, meningkatnya tingkat kesuksesan proyek, proyek dapat berjalan tepat waktu, proyek terselesaikan dengan biaya dibawah yang dianggarkan, mengurangi durasi proyek, penyederhanaan manajemen proyek, pengembangan capaian proyek dengan *resource* yang tetap

CPM memberikan berbagai informasi penting mengenai spesifik proyek, yakni total waktu penyelesaian proyek, awal dijadwalkan serta tanggal usainya tiap tugas terkait selesainya proyek, lintasan "kritis" dalam pekerjaan serta keharusan penyelesaian tepat waktu, tenggang waktu yang tersedia dalam non-tugas penting, serta toleransi mereka dapat ditunda sebelum

kegiatan tersebut mengubah tanggal selesainya suatu pekerjaan.

Jalur kritis adalah jalur terpanjang pada *network planning* sehingga memiliki durasi pengerjaan terpanjang. Dari sini dapat diketahui waktu yang dapat dipersingkat guna menuntaskan proyek. Tiap penundaan aktivitas di rute kritis langsung berdampak pada penuntasan pekerjaan yang telah direncanakan. Total tempo pengerjaan yang lebih singkat dari jalur kritis dikenal dengan sub- kritis atau non-kritis.

Dalam CPM dianalisa kegiatan apa saja yang memiliki paling sedikit fleksibilitas penjadwalan, yaitu yang paling *mission critical*, kemudian diprediksi jadwal durasi proyek berdasarkan kegiatan yang jatuh sepanjang "jalur kritis". Kegiatan yang terletak di sepanjang jalur kritis tidak dapat ditunda karena berakibat pada waktu penuntasan seluruh pekerjaan akan terlambat juga. Tidak hanya perencanaan penyusunan jadwal, CPM juga membantu dalam perencanaan sumber daya.

Mempercepat Umur Proyek

Kasus yang dialami ialah terdapat selisih umur estimasi pekerjaan dengan umur jadwal pekerjaan. Umur jadwal pekerjaan umumnya lebih pendek dari umur estimasi pekerjaan. Umur estimasi proyek ditetapkan oleh lintasan kritis dengan waktu pelaksanaan terlama, serta waktu pengerjaan tersebut merupakan estimasi waktu aktivitas perkiraan dari aktivitas kritis yang membentuk jalur kritis. Sedangkan umur jadwal pekerjaan ditetapkan sesuai kepentingan manajemen dan atau sebab lain.

Agar pekerjaan selesai sesuai agenda, umur estimasi proyek harus sama dengan umur rencana proyek. Upaya yang dilakukan dengan akselerasi aktivitas estimasi secara proporsional (catatan: berfungsi pada kondisi yang tidak punya

ketetapan lain yang wajib dipatuhi). Kriteria akselerasi umur pekerjaan adalah adanya *network diagram* yang tepat, penentuan estimasi masing-masing kegiatan. Kemudian hitung EET serta LET semua kejadian, serta ditetapkan pula umur rencana proyek (UREN).

Perkiraan waktu penyelesaian proyek menggunakan *Single duration estimate*, atau perkiraan waktu tunggal pada tiap aktivitas. Aturan ini dapat dilakukan bila lamanya dapat diketahui secara akurat serta tidak *over fluktuasi*. Pendekatan CPM memanfaatkan aturan ini karena CPM berpedoman bahwa tiap *fluktuasi* dapat ditangani dengan fungsi pengendalian.

Prosedur mempercepat umur proyek adalah:

1. Membuat *network diagram* dengan nomor peristiwa tetap, lama kegiatan estimasi, langkah estimasi serta langkah ulangan baru, langkah siklus utama tetap.
2. Dengan basis EET peristiwa awal, $EET_1 = 0$, dihitung EET lainnya. Umur perkiraan proyek (UPER) = EET peristiwa akhir (EET_m , m ialah nomor peristiwa akhir *network diagram* atau nomor maksimal peristiwa).
3. Dengan dasar LET peristiwa akhir *network diagram* (LET_m) = umur proyek direncanakan (UREN), dihitung LET semua kejadian.
4. Hitung TF semua kegiatan yang ada. Jika TF tidak ada yang bernilai negative, proses perhitungan selesai. Bila terdapat TF negative, maka lanjutkan ke fase mencari lintasan-lintasan yang terdiri dari kegiatan TF masing-masing besarnya:

$$\text{Total Float} = LET - L - EET \quad (1)$$

5. Durasi kegiatan peristiwa tersebut disebut Ln , n ialah nomor urut

kegiatan dalam satu lintasan.

$$n = 1, 2, 3, \dots, z$$

6. Hitung durasi kegiatan baru dari kegiatan tersebut (langkah e dan f) dengan menggunakan:

$$Ln(\text{baru}) = \frac{Ln(\text{lama}) + Ln(\text{lama}) \times (UREN - UPER)}{Li} \quad (2)$$

Keterangan:

$Ln(\text{baru})$ = Lama kegiatan baru

$Ln(\text{lama})$ = Lama kegiatan lama

Li = Jumlah lama kegiatan

satu lintasan dipercepat

UREN = Umur rencana proyek

UPER = Umur perkiraan proyek

Simulasi Monte Carlo

Sebuah metode guna menilai pola deterministik dengan memanfaatkan gabungan bilangan acak (*random number*) sebagai input. Metode *Monte Carlo* hanyalah satu dari banyak metode yang bisa dilakukan guna mengkaji propagasi ketidakpastian, dimana maksudnya ialah guna memastikan bagaimana variasi acak dari parameter input, probabilitas kegagalan ($F(x)$) dari unit atau teknik yang mengubah kehandalan pola yang dimodelkan. Ilustrasi variasi acak dari parameter masukan dan pengaruh terhadap kehandalan. Kehandalan serta *maintainability* media atau prosedur dapat diperagakan dengan memanfaatkan *random number* yang diperoleh dari *Excel's RAND()*. Fitur ini bisa dimanfaatkan guna menimbulkan *random number* antara nilai minimum dan maksimum.

Metode *Monte Carlo* memperagakan teknik secara berulang kali, baik ratusan hingga ribuan sesuai teknik yang diamati, dengan memilih angka random pada tiap variabel dari persebaran probabilitasnya. Output yang diperoleh ialah persebaran probabilitas dari angka sebuah prosedur dengan menyeluruh. Di bidang manajemen pekerjaan. Metode *Monte Carlo Simulation* digungkan guna mengkalkulasi atau mengiterasi *cost*

serta waktu pekerjaan memanfaatkan angka yang ditetapkan secara acak dari persebaran probabilitas cost serta waktu yang dapat terjadi, bertujuan untuk mengkalkulasi persebaran probabilitas total cost serta waktu dari sebuah pekerjaan (Project Management Institute, 2004).

Rata-rata referensi manajemen pekerjaan memposisikan simulasi Monte Carlo setelah pembahasan *risk management*, atau pada topik *time management* serta *cost management*. Project Management Institute (2004) mengimplementasikan sebuah pendekatan standar manajemen resiko yang memiliki 6 tahap; Perencanaan Manajemen Resiko, Identifikasi, Kualifikasi, Kuantifikasi, Perencanaan Respon, serta Pemantauan & Evaluasi, simulasi Monte Carlo diposisikan sebagai undur pada tahap Kuantifikasi Resiko.

Tinjauan Jam Orang

Maksud penetapan jam orang (JO) bagi entitas terkhususnya galangan ialah sebagai acuan menaruh tarif jasa pekerjaan. Tarif jasa untuk pekerjaan dapat diperkirakan dari besarnya jumlah jam orang untuk volume pekerjaan yang diberikan. Selain itu penentuan jam orang juga digunakan untuk memperkirakan besarnya volume pekerjaan yang disesuaikan dengan fasilitas yang ada dan teknik yang akan dimanfaatkan, sehingga dapat menjadi referensi di pekerjaan selanjutnya yang berkaitan dengan waktu penyelesaian suatu beban pekerjaan.

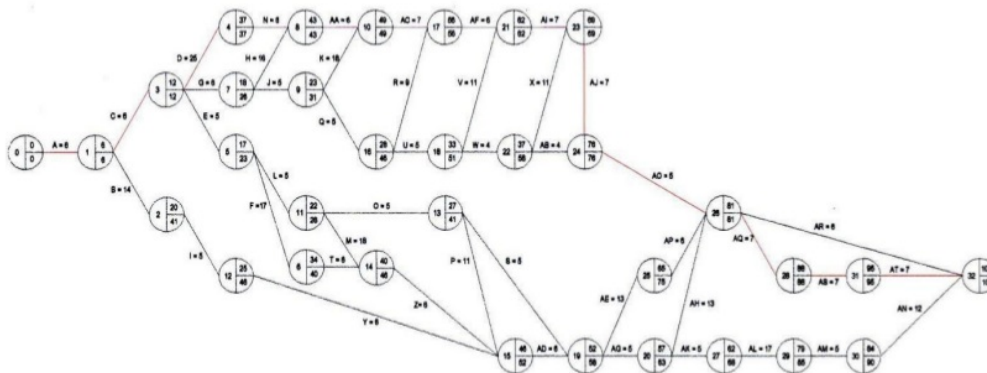
Penetapan jam orang pada mulanya dilakukan dengan cara pendekatan rumus atau berdasarkan standart jam orang yang telah ada (JO Standart). Akan tetapi dengan pendekatan rumus sulit diaplikasikan pada perusahaan galangan di Indonesia, ini disebabkan karena pendekatan rumus diperoleh dari informasi yang diperuntukkan bagi galangan di negara maju, disisi lain galangan di Indonesia memiliki kondisi berbeda dengan di negara maju. Dengan demikian pendekatan dengan menggunakan rumus sulit diterapkan. Sedangkan cara yang tepat adalah dengan menggunakan standart yang telah ada dari pekerjaan yang dilakukan galangan atau dengan standart jam orang dari galangan lain dengan koreksi tertentu.

Penentuan jam orang dan jam mesin sangatlah diperlukan dalam memperkirakan beberapa biaya yang dikeluarkan untuk suatu pekerjaan. Sehingga pada fase pengagendaan pekerjaan perlu melakukan penetapan jam orang serta jam mesin yang optimal. JO dirumuskan sebagai berikut:

$$JO = \frac{\text{Volume atau berat baja yang diproses (kg)}}{\text{Standart kerja atau faktor jam orang } \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam orang}}\right)} \quad (3)$$

Standart jam orang ini ditentukan dengan menggunakan standart yang telah ada, baik berdasarkan data yang telah dianalisa maupun pengoreksian standart galangan lain. Standart JO tidak bisa berganti kecuali terdapat pergeseran penerapan metode produksi dan penggunaan teknologi baru dalam proses produksi. Perhitungan diatas untuk tiap komponen pekerjaan kemudian dijumlahkan, sehingga didapat perkiraan penggunaan jam orang secara global.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. *Netwrok Planning Durasi Awal*

Tabel 1. Aktivitas, *Dependency* dan Durasi Kegiatan Pembangunan LCU

No	Nama	Kegiatan	Ketergantungan	Durasi (hari)	No	Nama	Kegiatan	Ketergantungan	Durasi (hari)
1	A	Fabrication DB1	-	6	24	X	Assembly FBW	W	11
2	B	Assembly DB1	A	14	25	Y	Erection ER	I	6
3	C	Fabrication DB2 + ER	A	6	26	Z	Erection EUD	M, T	6
4	D	Assembly DB2 + ER	C	25	27	AA	Erection DB3 + UD2	N, H	6
5	E	Fabrication UD1	C	5	28	AB	Fabrication ABW	W	4
6	F	Assembly UD1	E	17	29	AC	Erection UD3	AA, K	7
7	G	Fabrication DB3 + UD2	C	6	30	AD	Erection AP	P, Y, Z	6
8	H	Assembly DB3 + UD2	G	16	31	AE	Assembly PD	S, AD	13
9	I	Erection DB1	B	5	32	AF	Erection FUD+FP	R, AC	6
10	J	Fabrication UD3	G	5	33	AG	Fabrication BRD	S, AD	5
11	K	Assembly UD3	J	18	34	AH	Assembly BRD	AG	13
12	L	Fabrication EUD	E	5	35	AI	Erection FC	V, AF	7
13	M	Assembly EUD	L	18	36	AJ	Erection FWB	X, AI	7
14	N	Erection DB2	D	6	37	AK	Fabrication TD	AG	5
15	O	Fabrication AP	L	5	38	AL	Assembly TD	AK	17
16	P	Assembly AP	O	11	39	AM	Fabrication FN	AL	5
17	Q	Fabrication FUD+FP	J	5	40	AN	Assembly FN	AM	12
18	R	Assembly FUD+FP	Q	9	41	AO	Assembly ABW	AB, AJ	5
19	S	Fabrication PD	O	5	42	AP	Erection PD	AE	6
20	T	Erection UD1	F	6	43	AQ	Erection ABW	AP, AO, AH	7
21	U	Fabrication FC	Q	5	44	AR	Erection BRD	AP, AO, AH	6
22	V	Assembly FC	U	11	45	AS	Erection TD	AQ	7
23	W	Fabrication FBW	U	4	46	AT	Erection FN	AS	7

Selesai mengerjakan *network diagram*, langkah selanjutnya adalah menganalisa waktu pelaksanaan kegiatan. Tujuannya adalah untuk mengetahui *earliest even time* (EET) dan *latest even time* (LET) dari sebuah *network diagram* secara menyeluruh sesuai dengan jaringan kerja yang telah dibuat sebelumnya.

EET merupakan suatu kejadian yang mungkin serta tidak mungkin terjadi sebelumnya. Sedangkan LET merupakan momen yang terlambat suatu kejadian yang bersangkutan boleh serta tidak boleh terjadi setelahnya, sehingga memungkinkan suatu pekerjaan tuntas sesuai waktu yang diagendakan.

Tabel 2. Perhitungan *Earliest Even Time* (EET)

Nama	EET Sebelum	EET Setelah	Jumlah Penambahan	Nama	EET Sebelum	EET Setelah	Jumlah Penambahan
EET ₀	-	-	0	EET ₁₇	28	9	37
EET ₁	0	6	6	EET ₁₈	28	5	33
EET ₂	6	14	20	EET ₁₉	27	5	32
EET ₃	6	6	12	EET ₁₉	46	6	52
EET ₄	12	25	37	EET ₂₀	52	5	57
EET ₅	12	5	17	EET ₂₁	56	6	62
EET ₆	17	17	34	EET ₂₁	33	11	44
EET ₇	12	6	18	EET ₂₂	33	4	37
EET ₈	37	6	43	EET ₂₃	62	7	69
EET ₉	18	16	34	EET ₂₃	37	11	48
EET ₉	18	5	23	EET ₂₄	37	4	41
EET ₁₀	43	6	49	EET ₂₄	69	7	76
EET ₁₀	23	18	41	EET ₂₅	52	13	65
EET ₁₁	17	5	22	EET ₂₆	57	13	70
EET ₁₂	20	5	25	EET ₂₆	65	6	71
EET ₁₃	22	5	27	EET ₂₆	76	5	81
EET ₁₄	22	18	40	EET ₂₇	57	5	62
EET ₁₄	34	6	40	EET ₂₈	81	7	88
EET ₁₅	25	6	31	EET ₂₉	62	17	79
EET ₁₅	40	6	46	EET ₃₀	79	5	84
EET ₁₅	27	11	38	EET ₃₁	88	7	95
EET ₁₆	23	5	28	EET ₃₂	81	6	87
EET ₁₇	49	7	56	EET ₃₂	95	7	102
				EET ₃₂	84	12	96

Tabel 3. Perhitungan *Latest Even Time* (LET)

Nama	LET Setelah	LET Sebelum	Jumlah Pengurangan	Nama	LET Setelah	LET Sebelum	Jumlah Pengurangan
LET ₁₁	102	7	95	LET ₁₄	52	6	46
LET ₁₀	102	12	90	LET ₁₅	52	11	41
LET ₂₉	90	5	85	LET ₁₆	58	5	53
LET ₂₈	95	7	88	LET ₁₇	52	6	46
LET ₂₇	85	17	68	LET ₁₈	41	5	36
LET ₂₆	102	6	96	LET ₁₉	46	18	28
LET ₂₅	88	7	81	LET ₂₀	56	7	49
LET ₂₄	81	6	75	LET ₂₁	49	18	31
LET ₂₄	81	5	76	LET ₂₂	46	5	41
LET ₂₅	76	7	69	LET ₂₃	49	6	43
LET ₂₂	76	4	72	LET ₂₄	31	5	26
LET ₂₃	69	11	58	LET ₂₅	43	16	27
LET ₂₁	69	7	62	LET ₂₆	46	6	40
LET ₂₀	68	5	63	LET ₂₇	40	17	23
LET ₂₀	81	13	68	LET ₂₈	28	5	23
LET ₁₉	63	5	58	LET ₂₉	43	6	37
LET ₁₉	75	13	62	LET ₃₀	37	25	12
LET ₁₈	58	4	54	LET ₃₁	26	6	20
LET ₁₈	62	11	51	LET ₃₂	23	5	18
LET ₁₇	62	6	56	LET ₃₃	46	5	41
LET ₁₆	51	5	46	LET ₃₄	41	14	27
LET ₁₆	56	9	47	LET ₃₅	12	6	6
LET ₁₅	58	6	52	LET ₃₆	6	6	0

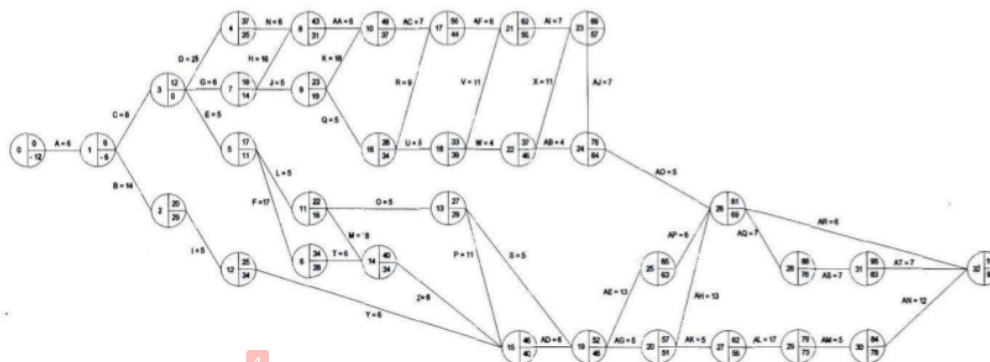
Penetapan jalur krusial pada *network planning* awal yang telah dibuat sebelumnya merupakan prosedur pertama kali yang harus dilakukan sebelum melakukan penerapan aplikasi untuk mempercepat umur proyek. Lintasan kritis tersebut dapat dilihat dengan cara melihat kegiatan yang memiliki nilai EET dan

LET yang sama. Berdasarkan hasil perhitungan EET dan LET tersebut didapatkan jalur kritis melewati aktivitas A-C-D-N-AA-AC-AF-AI-AJ-AO-AQ-AS-AT

Setelah didapatkan jalur krusial pada *network planning* yang telah dibuat sebelumnya, setelah itu melakukan

akselerasi pengagendaan dengan periode pembangunan LCU sepanjang 102 hari diubah menjadi 90 hari berdasarkan kesepakatan. Kemudian dilakukan kalkulasi EET serta LET lagi pada tiap aktivitas untuk akselerasi

pengagendaan selama 12 hari, sehingga total durasi pembangunan menjadi 90 hari. Perhitungan EET serta LET merupakan tahapan dalam proses akselerasi durasi.



Gambar 2. Netwrok Planning Percepatan 12 hari

Dalam jalur krusial, hanya aktivitas yang ada di jalur tersebut yang dirubah durasinya. Hal ini dikarenakan hanya aktivitas di jalur tersebut yang memiliki pengaruh terhadap percepatan total durasi dari suatu pembangunan.

Untuk perhitungan durasi baru, dilakukan dengan cara mempercepat total durasi keseluruhan pembangunan dari 102 hari menjadi 90 hari. Berikut ini disajikan pada Tabel 4.4 hasil perhitungan LET serta EET guna diakselerasi menjadi 90 hari.

Tabel 4. Nilai LET dan EET Tiap Kegiatan

Nama	Kegiatan	LET	EET	Nama	Kegiatan	LET	EET
A	Fabrication DB1	-6	0	X	Assembly FBW	57	37
B	Assembly DB1	29	6	Y	Erection ER	40	25
C	Fabrication DB2 + Fabrication ER	0	6	Z	Erection EUD	40	40
D	Assembly DB2 + Assembly ER	25	12	AA	Erection DB3 + Erection UD2	37	43
E	Fabrication UD1	11	12	AB	Fabrication ABW	64	37
F	Assembly UD1	28	17	AC	Erection UD3	44	49
G	Fabrication DB3 + Fabrication UD2	14	12	AD	Erection AP	46	46
H	Assembly DB3 + Assembly UD2	31	18	AE	Assembly PD	63	52
I	Erection DB1	34	20	AF	Erection FUD+FP	50	56
J	Fabrication UD3	19	18	AG	Fabrication BRD	51	52
K	Assembly UD3	37	23	AH	Assembly BRD	69	57
L	Fabrication EUD	16	17	AI	Erection FC	57	62
M	Assembly EUD	34	22	AJ	Erection FWB	64	69
N	Erection DB2	31	37	AK	Fabrication TD	56	57
O	Fabrication AP	29	22	AL	Assembly TD	73	62
P	Assembly AP	40	27	AM	Fabrication FN	78	79
Q	Fabrication FUD+FP	34	23	AN	Assembly FN	90	84
R	Assembly FUD+FP	44	28	AO	Assembly ABW	69	76
S	Fabrication PD	46	27	AP	Erection PD	69	65
T	Erection UD1	34	34	AQ	Erection ABW	76	81
U	Fabrication FC	39	28	AR	Erection BRD	90	81
V	Assembly FC	50	33	AS	Erection TD	83	88
W	Fabrication FBW	46	33	AT	Erection FN	90	95

Angka **LET** serta **EET** yang muncul pada Tabel 4 didapatkan setelah melakukan percepatan penjadwalan pembangunan menjadi 90 hari. Karena adanya percepatan tersebut, maka LET dan EET yang sebelumnya ada pada jaringan kerja awal dihitung kembali untuk akselerasi menjadi 90 hari. Sehingga angka LET serta EET yang baru berpegang pada *network* yang diakselerasi selama 12 hari.

Percepatan pembangunan menjadi total 90 hari dilakukan dengan

menggunakan durasi baru yang diperoleh melampaui beberapa perhitungan, berkaitan dengan tempo baru serta perhitungan mengenai total *float*.

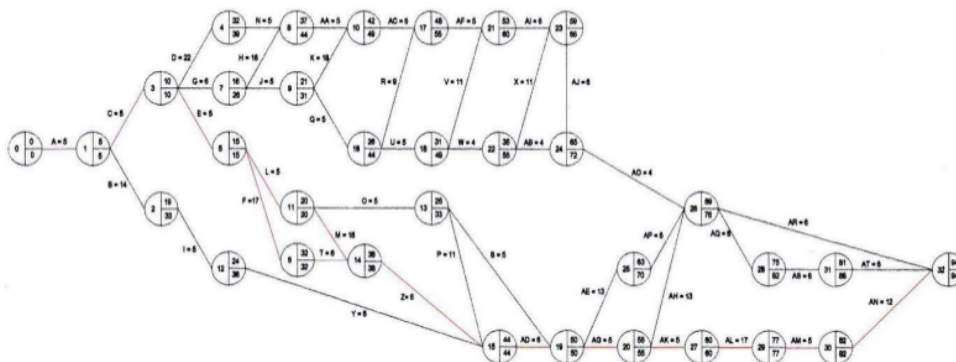
Dari perhitungan Total *Float* (TF) didapatkan nilai TF bernilai negatif yang paling kecil adalah nilai -12. Hal ini menunjukkan bahwa apabila dilakukan percepatan penjadwalan pembangunan sesuai dengan durasi yang diharapkan, oleh karena itu perlu dijalankan akselerasi umur pekerjaan selama 12 hari.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Durasi Baru

Nama	LET	Durasi (Hari)	EET	Total Float	Durasi Baru (Hari)
A	-6	6	0	-12	5
C	0	6	6	-12	5
D	25	25	12	-12	22
N	31	6	37	-12	5
AA	37	6	43	-12	5
AC	44	7	49	-12	6
AF	50	6	56	-12	5
AI	57	7	62	-12	6
AJ	64	7	69	-12	6
AO	69	5	76	-12	4
AQ	76	7	81	-12	6
AS	83	7	88	-12	6
AT	90	7	95	-12	6

Sesuai kalkulasi yang ditunjukkan pada Tabel 5 diperoleh durasi baru untuk setiap kegiatan. Fase berikutnya ialah implementasi tempo baru dalam *network planning* yang baru seperti yang terlihat di Gambar 3 dengan total keseluruhan proyek selama 94 hari. Kemudian untuk menganalisa kembali *network planning* tersebut.

Dengan adanya perhitungan total *float* (TF), maka durasi yang baru menjadi total keseluruhan selama 94 hari. Dikarenakan adanya total keseluruhan durasi setelah percepatan menjadi 94 hari, maka dilakukan negosiasi terhadap pihak *owner* mengenai percepatan durasi yang awalnya 102 hari berdasarkan tingkat keyakinan memanfaatkan **simulasi monte carlo**.



Gambar 3. Network Planning Durasi Baru

Bersumber pada *network diagram* di Gambar 4.10, dapat diketahui lintasan kritis pada jaringan kerja adalah sebagai berikut:

- Lintasan 1
= A-C-D-N-AA-AC-AF-AI-AJ-
AO-AQ-AS-AT
= 102 hari
- Lintasan 2
= A-C-E-F-T-Z-AD-AG-AK-AL-
AM-AN
= 5 + 5 + 5 + 17 + 6 + 6 + 6 + 5 +
5 + 17 + 5 + 12
= 94 hari
- Lintasan 3
= A-C-E-L-M-Z-AD-AG-AK-AL-
AM-AN
= 5 + 5 + 5 + 5 + 18 + 6 + 6 + 5 +
5 + 17 + 5 + 12
= 94 hari

Maka dapat diambil kesimpulan bahwa, akselerasi tempo dalam pembangunan *Landing Craft Utility* yakni yang semula durasi awal sebelum percepatan selama 102 hari harus dipadatkan menjadi target 90 hari dengan percepatan, sehingga percepatan durasi untuk pembangunan tersebut adalah harusnya selama 12 hari. Namun pada kenyataannya, setelah dilakukan analisa akselerasi, total seluruh tempo menjadi 94 hari. Meskipun, belum memenuhi target untuk percepatan

durasi menjadi total keseluruhan pembangunan menjadi 90 hari. Maka, penting untuk menganalisa akselerasi sesuai taraf keyakinan memanfaatkan *Monte Carlo Simulation*.

Sebagai contoh, durasi keseluruhan aktivitas pekerjaan pembangunan LCU akan tampak sebagai berikut: = $RAND() \times (387 - 375) + 375$, rumusan ini akan memunculkan angka acak yang nilainya berkisar 375 sampai 387. Bila durasi tiap kegiatan diasumsikan dengan formula itu, maka durasi keseluruhan pekerjaan ialah total durasi seluruh kegiatan.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa tempo seluruh aktivitas pekerjaan pembangunan LCU 300 DWT ialah sebesar 387 hari dan dengan adanya akselerasi tempo, maka tempo baru menjadi 375 hari, dimana seluruh beda dari durasi awal dan durasi baru adalah selama 12 hari, maka harus dilakukan percepatan selama 12 hari. Pada perhitungan sebelumnya telah dilakukan analisa akselerasi awal selama 102 hari menjadi 94 hari, guna mengkaji tempo pengerjaan ini, selanjutnya dilakukan beberapa kali iterasi untuk menentukan tingkat keyakinan pengerjaan proyek untuk durasi total pengerjaan pembangunan tersebut. Fungsi RAND yang ada pada *Ms Excel* untuk memberikan angka random.

Tabel 6. Hasil Iterasi Pembangunan LCU 300 DWT

Nama	t awal (hari)	t baru (hari)	Iterasi 1	Iterasi 2	Iterasi 3	Iterasi 4	Iterasi 5	Rata-rata	t (t)
A	5	5.29412	5.425038	5.305691	5.312177	5.305017	5.311724	5.332329	5
B	16	16	16	16	16	16	16	16	16
C	5	5.29412	5.459991	5.451299	5.452179	5.452374	5.452139	5.459376	5
D	25	22.08882	23.3099	22.14916	23.22787	23.02187	23.21294	22.97915	23
E	5	5	5	5	5	5	5	5	5
F	17	17	17	17	17	17	17	17	17
G	6	6	6	6	6	6	6	6	6
H	18	18	18	18	18	18	18	18	18
I	5	5	5	5	5	5	5	5	5
J	5	5	5	5	5	5	5	5	5
K	18	18	18	18	18	18	18	18	18
L	5	5	5	5	5	5	5	5	5
M	18	18	18	18	18	18	18	18	18
N	6	5.29412	5.406054	5.332016	5.401691	5.364866	5.395659	5.416057	5
O	5	5	5	5	5	5	5	5	5
P	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Q	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R	9	9	9	9	9	9	9	9	9
S	5	5	5	5	5	5	5	5	5
T	6	6	6	6	6	6	6	6	6
U	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V	11	11	11	11	11	11	11	11	11
W	8	8	8	8	8	8	8	8	8
X	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Y	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Z	6	6	6	6	6	6	6	6	6
AA	6	5.29412	5.425038	5.305691	5.312177	5.305017	5.311724	5.332329	5
AB	4	4	4	4	4	4	4	4	4
AC	7	6.17647	6.877348	6.184855	6.293277	6.210345	6.267413	6.366468	6
AD	6	6	6	6	6	6	6	6	6
AE	15	15	15	15	15	15	15	15	15
AF	6	5.29412	5.475191	5.324087	5.489929	5.382783	5.452601	5.420106	5
AG	5	5	5	5	5	5	5	5	5
AH	13	13	13	13	13	13	13	13	13
AI	7	6.17647	6.349359	6.231177	6.314445	6.298877	6.299178	6.298027	6
AJ	7	6.17647	6.284218	6.282789	6.28928	6.283083	6.283189	6.283294	6
AK	5	5	5	5	5	5	5	5	5
AL	17	17	17	17	17	17	17	17	17
AM	5	5	5	5	5	5	5	5	5
AN	12	12	12	12	12	12	12	12	12
AQ	5	4.41176	4.448362	4.414955	4.415462	4.416029	4.416229	4.422387	4
AP	6	6	6	6	6	6	6	6	6
AQ	7	6.17647	6.837915	6.810519	6.831106	6.834597	6.828188	6.826593	7
AR	8	8	8	8	8	8	8	8	8
AS	7	6.17647	6.952292	6.799334	6.910736	6.858142	6.870973	6.878255	7
AT	7	6.17647	6.893028	6.964243	6.715653	6.593866	6.616835	6.676685	7
Jumlah	387	375	382.7628	386.2541	383.6875	382.8957	386.8411	385.132	377

Maksud adanya akselerasi ialah mempercepat durasi pembangunan dari

102 hari menjadi 90 hari. Berdasarkan Gambar 4.11 di atas menampilkan bahwa

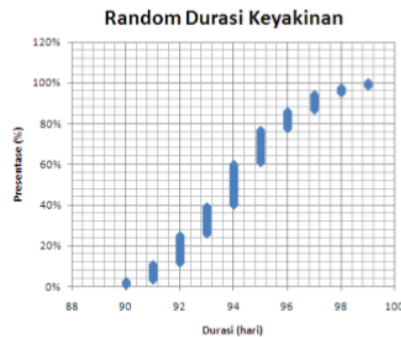
jalur kritis dengan seluruh tempo pengerjaan sebelum percepatan dan setelah akselerasi ialah 387 dan $375 = 12$ hari. Dengan total tempo jalur krusial sebesar sebagai berikut:

- Sebelum percepatan
 $= 6 + 6 + 25 + 6 + 6 + 7 + 6 + 7 + 7 + 5 + 7 + 7 + 7$
 $= 102$ hari
- Durasi akselerasi 12 hari jalur kritis
 $= 5,29412 + 5,29412 + 22,05882 + 5,29412 + 5,29412 + 6,17647 + 5,29412 + 6,17647 + 6,17647 + 4,41176 + 6,17647 + 6,17647 + 6,17647$
 $= (5 \times 2,9412) + (6 \times 6,17647) + 22,05882 + 4,41176$
 $= (26,4706) + (37,05882) + 26,47058$
 $= 90$ hari
- Durasi akselerasi menjadi 90 hari
 - Jalur kritis 1
 $= A-C-E-F-T-Z-AD-AG-AK-AL-AM-AN$
 $= 5 + 5 + 5 + 17 + 6 + 6 + 6 + 5 + 5 + 17 + 5 + 12$
 $= 94$ hari
 - Lintasan kritis 2
 $= A-C-E-L-M-Z-AD-AG-AK-AL-AM-AN$
 $= 5 + 5 + 5 + 5 + 18 + 6 + 6 + 5 + 5 + 17 + 5 + 12$
 $= 94$ hari

Maka dari hasil tersebut di atas, durasi yang diinginkan sudah sesuai dengan yang diharapkan untuk total pengerjaan selama 90 hari untuk jalur lintasan kritis percepatan 12 hari. Ketika dilakukan percepatan lagi, maka lintasan kritis yang awalnya berada di atas, menjadi di bawah dengan total 2 jalur krusial selama 94 hari. Serta guna mengkaji kasus tempo yang *random* atau acak, maka pada tulisan ini selanjutnya dilakukan *Monte Carlo Simulation* untuk mendapatkan durasi tingkat keyakinan ketika berhadapan dengan pihak *owner*. Berapa persen keyakinan yang bisa

ditampilkan untuk menyelesaikan proyek pengerjaan pembangunan tersebut hingga selesai.

Bersumber dari Tabel 6 terkait hasil pengujian monte carlo dengan acak, diperoleh distribusi data sebanyak 120 data. Didapatkan durasi nilai terkecil serta terbesar yakni selama 90 dan 99 hari.



Gambar 4. Grafik Tingkat Keyakinan Penyelesaian Proyek

Dari hasil grafik pada Gambar 4 di atas, dapat diartikan bahwa pengerjaan pekerjaan selama 94 hari adalah yang terbanyak tempo keyakinannya, namun satu pekerja diakselerasi menjadi 94 hari, keyakinan pengerjaan proyek tersebut adalah sebesar 40% hingga 60%.

Jika proyek LCU ingin dipercepat 90 hari, tempo awal dari 102 hari, akselerasinya ialah 12 hari, maka keyakinannya hanya sekitar 3%. Sebaliknya jika ingin mendapatkan keyakinan penuh sebesar 100%, maka proyek tersebut harus dipercepat selama 99 hari. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mendapatkan keyakinan 100%, hanya dipercepat selama 3 hari dari total keseluruhan durasi selama 102 hari.

Waktu penyelesaian pembangunan akan berimbas pada *cost* produksi, khususnya *cost* tenaga kerja. Maka setelah itu dijalankan kalkulasi *cost* tenaga kerja yang terlibat dalam pembangunan kapal LCU, baik sebelum ataupun sesudah pemadatan

Tabel 7. Kebutuhan Jam Orang Pembangunan LCU

Nama	Kegiatan	Kebutuhan Jam Orang (J.O)	Nama	Kegiatan	Kebutuhan Jam Orang (J.O)
A	Fabrication DB1	465	X	Assembly FBW	411
B	Assembly DB1	838	Y	Erection ER	780
C	Fabrication DB2 + Fabrication ER	877	Z	Erection EUD	437
D	Assembly DB2 + Assembly ER	1578	AA	Erection DB3 + Erection UD2	1234
E	Fabrication UD1	284	AB	Fabrication ABW	226
F	Assembly UD1	510	AC	Erection UD3	510
G	Fabrication DB3 + Fabrication UD2	686	AD	Erection AP	385
H	Assembly DB3 + Assembly UD2	1234	AE	Assembly PD	165
I	Erection DB1	838	AF	Erection FUD+FP	950
J	Fabrication UD3	251	AG	Fabrication BRD	87
K	Assembly UD3	452	AH	Assembly BRD	157
L	Fabrication EUD	243	AI	Erection FC	988
M	Assembly EUD	437	AJ	Erection FWB	411
N	Erection DB2	799	AK	Fabrication TD	52
O	Fabrication AP	214	AL	Assembly TD	94
P	Assembly AP	385	AM	Fabrication FN	62
Q	Fabrication FUD+FP	528	AN	Assembly FN	111
R	Assembly FUD+FP	950	AO	Assembly ABW	226
S	Fabrication PD	92	AP	Erection PD	165
T	Erection UD1	510	AQ	Erection ABW	407
U	Fabrication FC	549	AR	Erection BRD	157
V	Assembly FC	988	AS	Erection TD	94
W	Fabrication FBW	228	AT	Erection FN	111
			Jumlah		22156

Kalkulasi **tarif** JO bagi tenaga kerja tetap yang diterapkan di galangan berpatokan data entitas ialah:

- Gaji pokok rata-rata per bulan
= Rp 2.400.000,-
- Hari kerja rata-rata perbulan
= 24 hari
- Jam kerja perhari
= 8 jam
- Besarnya tarif jam per orang
= $\text{Rp } 2.400.000 / (24 \times 8)$
= Rp 12.500,-
- Total kebutuhan jam orang
= 22156

Dengan demikian besarnya *cost* tenaga kerja langsung pada pembangunan *Landing Craft Utility* 300 DWT sebelum pemampatan adalah = $22156 \times \text{Rp } 12.500,-$
= Rp 276.950.000,-

Melihat *network diagram* awal dan akhir nampak bahwa tidak semua aktivitas terdampak akselerasi. Akselerasi tempo hanya ada pada beberapa kegiatan. Guna mengetahui kebutuhan jam orang setelah dilakukan percepatan dapat dilihat di Tabel 8. Maksud dari kalkulasi ini ialah guna melihat tambahan *cost* yang diperlukan dalam akselerasi pembangunan tersebut.

Tabel 8. Kebutuhan Jam Orang Lembur dan Biaya Kerja Lembur

Nama	Kegiatan	Jam Orang Lembur (J.O)	Biaya	
			J.O Lembur x 1,5 x tarif / J.O	
A	Fabrication DB1	80	Rp	1,500,000.00
C	Fabrication DB2 + Fabrication ER	144	Rp	2,700,000.00
D	Assembly DB2 + Assembly ER	192	Rp	3,600,000.00
N	Erection DB2	160	Rp	3,000,000.00
AA	Erection DB3 + Erection UD2	208	Rp	3,900,000.00
AC	Erection UD3	72	Rp	1,350,000.00
AF	Erection FUD+FP	192	Rp	3,600,000.00
AI	Erection FC	144	Rp	2,700,000.00
AJ	Erection FWB	72	Rp	1,350,000.00
AO	Assembly ABW	104	Rp	1,950,000.00
AQ	Erection ABW	56	Rp	1,050,000.00
AS	Erection TD	16	Rp	300,000.00
AT	Erection FN	16	Rp	300,000.00
	Jumlah	1456	Rp	27,300,000.00

- Jumlah jam yang dikerjakan lembur = 1456
- Jumlah biaya yang dikerjakan lembur = Rp 27.300.000,-
- Jumlah jam yang dikerjakan tanpa lembur = 22156 – 1456 = 20700
- Jumlah biaya yang dikerjakan tanpa lembur = Rp 276.950.000,-

Oleh karenanya besarnya *cost* tenaga kerja lembur dalam pembangunan LCU setelah dilakukan pemampatan ialah = biaya lembur + biaya normal (tanpa lembur) = Rp 27.300.000 + Rp 276.950.000,- = Rp 304.250.000,-

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dengan adanya percepatan waktu penjadwalan pembangunan Landing Craft Utility (LCU) mengalami tambahan *cost* tenaga kerja sebesar Rp 27.300.000,- (biaya setelah pemampatan – biaya sebelum pemampatan = Rp 304.250.000 - Rp 276.950.000).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Ringkasan dari hasil riset ini ialah:

1. Hasil analisis pada *network planning* diagram menunjukkan bahwa aktivitas yang tergolong jalur kritis ialah:
Lintasan 1
= A-C-D-N-AA-AC-AF-AI-AJ-AO-AQ-AS-AT
= 90 hari

Lintasan 2
= A-C-E-F-T-Z-AD-AG-AK-AL-AM-AN

= 94 hari

Lintasan 3
= A-C-E-L-M-Z-AD-AG-AK-AL-AM-AN

= 94 hari

2. Total durasi sebelum dan setelah percepatan selama 12 hari pada pengerjaan pembangunan Landing Craft Utility (LCU) dijabarkan sebagai berikut:

Total seluruh tempo tiap kegiatan pekerjaan kapal LCU = 387 hari

Total durasi keseluruhan kapal tiap kegiatan setelah dipercepat = 375 hari

Total durasi lintasan kritis untuk total pekerjaan Hull Construction = 102 hari

Total durasi lintasan kritis Hull Construction setelah dipercepat = 90 hari

3. Dengan memanfaatkan fungsi RAND. Angka acak pada Simulasi Monte Carlo diperoleh output dari keseluruhan tempo ialah sebagai berikut:

❖ Dalam random acak MCS durasi terpendek selama 90 hari serta durasi terpanjang selama 99 hari. Random paling banyak menunjukkan durasi selama 94 hari pengerjaan.

❖ Untuk total pengerjaan pembangunan Landing Craft Utility pada bagian Hull

- 1
Construction, akselerasi menjadi 99 hari taraf keyakinannya sebesar 100%, 94 hari taraf keyakinannya hingga 60%, serta untuk akselerasi menjadi 90 hari taraf keyakinannya hanya 3%.
4. Sesuai hasil durasi percepatan, bisa juga dikaji terkait pengaruh akselerasi waktu terhadap tenaga kerja serta *cost*. Berikut ini biaya yang harus ditambah dengan adanya percepatan durasi diantaranya adalah sebagai berikut:
- Biaya tenaga kerja sebelum percepatan = Rp 276.950.000,-
 - Biaya tenaga kerja setelah percepatan = Rp 304.250.000,-
 - Biaya penambahan = Rp 27.300.000,-
- Biaya penambahan ialah Rp 27.300.000,- ini adalah 9,8% dari seluruh *cost* total pengerjaan.

Saran pada riset selanjutnya ialah:

1. Sesuai pengkajian yang telah dilakukan, diharapkan bagi entitas untuk mengimplementasikan CPM pada tahap pembangunan kapal. Sebab hasil analisis menunjukkan bahwa dengan menggunakan CPM mampu memberikan solusi bagi galangan untuk mempercepat pembangunan kapal.
2. Aktivitas yang berada di jalur lintasan kritis perlu diberikan perhatian spesial. Bila ada penundaan pada aktivitas dalam jalur kritis, maka pekerjaan akan

mengalami keterlambatan dalam proses penyelesaian pembangunan kapal.

3. Analisa penerapan Simulasi Monte Carlo sebaiknya dilakukan dengan objek kapal dengan tonnase yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- 3
Hanna, M., & Ruwanpura, J. Y., 2007. *Simulation Tool for Manpower Forecast Loading and Resource Leveling*. Paper presented at the Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference.
- Harold, Kerzner. 1995. *Project Management: A System Approach to Planning*.
- Kwak, Y. H., & Ingall, L. ,2007. Exploring Monte Carlo Simulation Applications For Project Management. *Risk Management*, 9, 44-57.
- McCabe, B. ,2003. *Monte Carlo Simulation For Schedule Risks*. Paper presented at the Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference.
- P. Siagian., 1987. *Penelitian Operasional Teori dan Praktek.*, Penerbit Universitas Indonesia Jakarta.
- Project Management Institute. 2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide* (3rd ed.). Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
- Sujitno, Anjhar. 1996. *Galangan kapal*, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

KAJIAN PERCEPATAN PENJADWALAN PEMBANGUNAN LANDING CRAFT UTILITY (LCU) DENGAN METODE SIMULASI MONTE CARLO

ORIGINALITY REPORT

21%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.scribd.com

Internet Source

9%

2

pt.scribd.com

Internet Source

3%

3

ejournal.unitomo.ac.id

Internet Source

3%

4

digilib.its.ac.id

Internet Source

3%

5

ejournal-s1.undip.ac.id

Internet Source

2%

6

maludinp.blogspot.com

Internet Source

1%

7

docplayer.info

Internet Source

<1%

8

mmt.its.ac.id

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off