



MK-5

ANALISIS RISIKO DURASI PENYELESAIAN PROYEK DENGAN METODE KUANTITATIF PADA PROYEK BANGUNAN INNA BALI BEACH GARDEN

Dewa Ketut Sudarsana¹, Anak Agung Diah Parami Dewi², dan Igrey Azany Haloho³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran
e-mail: dksudarsana@unud.ac.id

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran
e-mail: anakagungdewi@unud.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran
e-mail: igreyazany21@gmail.com

ABSTRAK

Pada perencanaan durasi penyelesaian pekerjaan struktur Bangunan Inna Bali Beach Garden, masing-masing pekerjaan memiliki durasi. Ada faktor ketidakpastian yang dapat menyebabkan waktu pelaksanaan proyek terlambat dari jadwal yang direncanakan. Ketidakpastian merupakan hal yang tidak dapat dihindari dalam proyek konstruksi, sehingga memengaruhi perencanaan durasi pekerjaan proyek konstruksi. Upaya meminimalkan ketidakpastian durasi penyelesaian proyek perlu dilakukan analisis risiko jadwal secara kuantitatif menggunakan metode probabilistic yaitu metode Monte Carlo. Penelitian ini bertujuan agar estimasi kemungkinan berhasilnya penyelesaian durasi total pekerjaan struktur dapat diperhitungkan pada proyek Inna Bali Beach Garden. Metode simulasi penyelesaian durasi proyek menggunakan metode Monte Carlo dan alat bantu *software* Crystall Ball. Hasil simulasi Monte Carlo mendapatkan penyelesaian proyek tercepat 201 hari, rata-rata 218 hari, dan terlama 237 hari. Total durasi yang direncanakan oleh kontraktor selama 211 hari berada antara waktu tercepat dan rata-rata.

Kata kunci: risiko waktu, kuantitatif, Monte Carlo, durasi, proyek hotel

PENDAHULUAN

Proyek Inna Bali Beach Garden merupakan salah satu program pengembangan Kawasan Ekonomi Khusus Kesehatan (KEKK) Sanur. Tidak hanya dari sisi kesehatan namun juga dari sisi perekonomian, pendapatan negara selama pandemi menurun drastis. Adanya usulan pembangunan KEKK Sanur diharapkan mampu mempercepat peningkatan perekonomian sekaligus fasilitas Kesehatan yang ada di Indonesia. Untuk mendukung hal ini dibutuhkan pelaksanaan proyek sesuai target durasi yang direncanakan. Adanya variasi waktu pelaksanaan proyek inilah yang mengakibatkan perkiraan durasi penyelesaian terkadang tidak tepat waktu.

Ketidakpastian pada durasi penyelesaian suatu proyek yang dapat menimbulkan risiko kerugian baik bagi kontraktor maupun klien. Risiko pada proyek konstruksi dianalisis, dikelola dampaknya (Kangari,1995). Salah satu cara untuk mengurangi ketidakpastian durasi penyelesaian proyek adalah dengan menganalisis risiko jadwal secara kuantitatif menggunakan metode Monte Carlo.

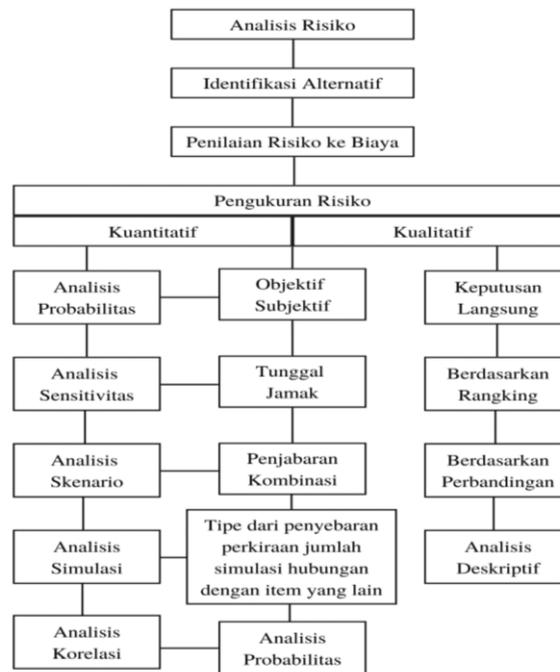
Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah upaya tata kelola yang dilakukan melalui tahapan perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian pada kegiatan-kegiatan proyek dari awal sampai akhir (Rani, 2016). Pengendalian terhadap kegiatan-kegiatan proyek dengan tujuan agar pekerjaan konstruksi, mulai tahap perencanaan hingga konstruksi selesai dapat tercapai tepat waktu, mutu dan biaya. Manajemen dalam pelaksanaan proyek konstruksi juga sangat dibutuhkan agar kegiatan proyek tercapai efektif dan efisien.

Analisis Risiko Proyek

Analisis risiko merupakan salah satu metode untuk mengidentifikasi maupun mengukur variabel yang dianggap dapat menyebabkan masalah atau kerugian pada suatu proyek yang sudah direncanakan. Analisis risiko dilakukannya untuk menepatkan peluang dan dampak risiko yang mungkin terjadi (Flanagan dan Norman, 1993). Analisis risiko juga bertujuan untuk mengelompokkan risiko kecil dan risiko besar yang dapat digunakan sebagai evaluasi dan pertimbangan perlakuan penanganan dan pengendalian risiko.

Gambar 1 dapat menjelaskan langkah-langkah analisis risiko menurut Flanagan dan Norman (1993).



Gambar 1. Langkah -Langkah Analisis Risiko

Time Schedule

Salah satu tanggung jawab terpenting pada proyek konstruksi adalah merencanakan dan menjadwalkan suatu proyek. Kunci untuk mencapai keuntungan pada perusahaan proyek konstruksi adalah berhasilnya suatu proyek diselesaikan. Keberhasilan suatu proyek dapat dilihat dari ketepatan penyelesaian proyek sesuai waktu yang direncanakan. Suatu proyek harus dimonitor agar selesai tepat waktu. Oleh sebab itu, dibutuhkan *Time Schedule* agar suatu proyek dapat dimonitor dan selesai tepat waktu (Ibrahim, 1993)..

Kurva S merupakan hubungan antara persentase waktu pekerjaan dan pekerjaan yang dicapai dalam sebuah kurva. Pada Kurva S dapat digambarkan progres volume pekerjaan yang diselesaikan. Perbedaan kurva realisasi pelaksanaan dengan kurva berdasarkan perencanaan dapat dilihat terjadi kemajuan atau penyimpangan. itu Kurva S ini banyak digunakan oleh pelaku proyek dalam perencanaan dan *monitoring schedule* pelaksanaan proyek. Kemampuan penggunaan Kurva S dengan benar dapat melihat dan menginterpretasi penyimpangan- penyimpangan selama pelaksanaan proyek. Kurva S diplot dari diagram batang yang bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan dan progres saat periode evaluasi pelaksanaan proyek (Callahan, 1992).

Simulasi Monte Carlo

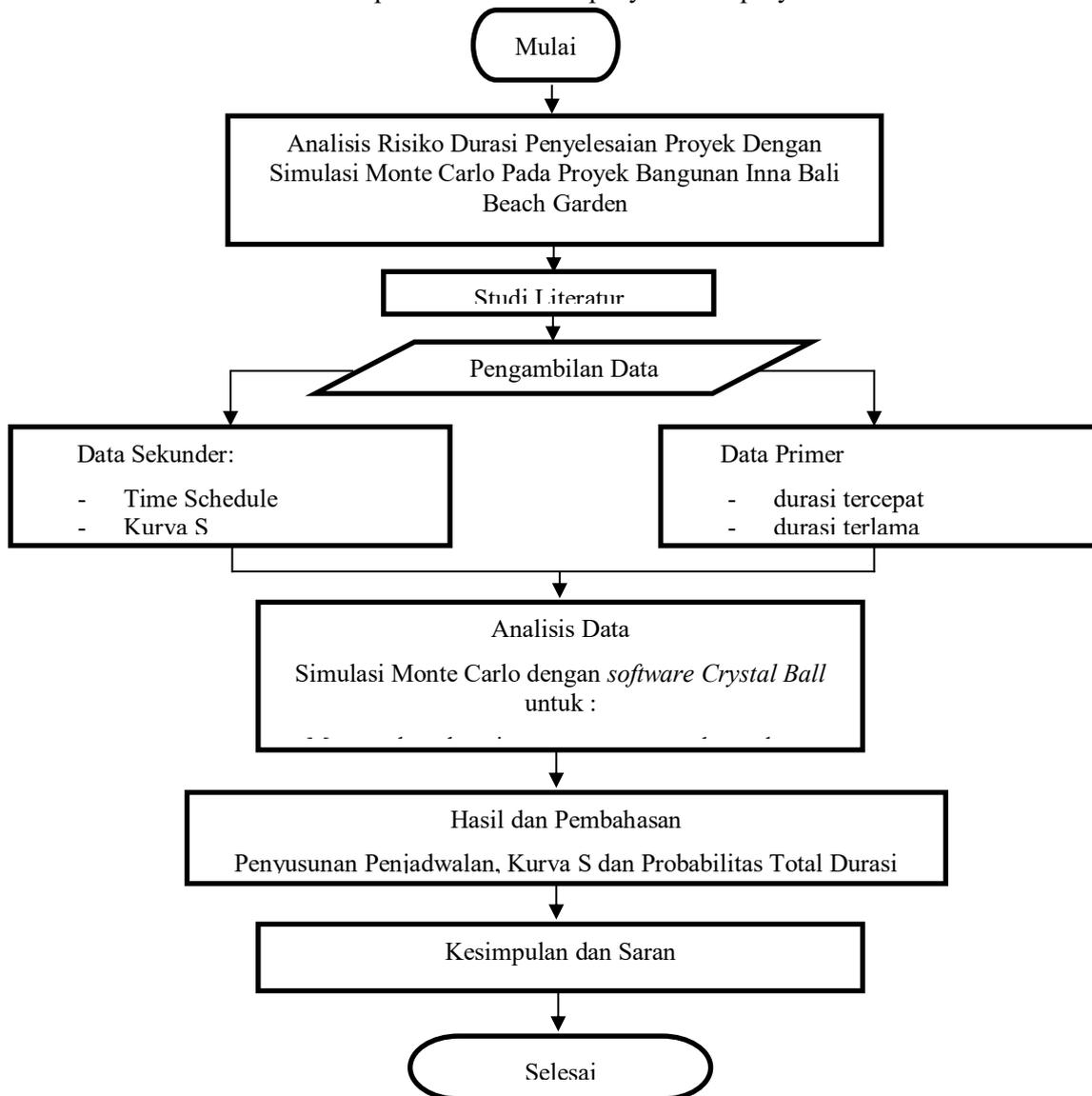
Simulasi Monte Carlo adalah untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif misalnya risiko biaya dan waktu (Fadjar, 2012). *Project Management Institute* (2004) menjelaskan bahwa simulasi Monte Carlo digunakan untuk menganalisis atau mengintegrasikan risiko biaya atau dan waktu suatu proyek dengan menggunakan nilai-nilai secara *random* dari distribusi probabilitas biaya atau waktu dari masing-masing item pekerjaan suatu proyek.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap analisa data, proses analisa dilakukan menggunakan simulasi Monte Carlo dengan bantuan *software Crystall Ball*. Proses ini dilakukan untuk menganalisis risiko durasi rencana proyek. Tahapan proses analisis data dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

- Melakukan penjadwalan ulang yang bertujuan untuk mengetahui pekerjaan- pekerjaan struktur yang melintasi lintasan kritis.
- Pengumpulan hasil pengajuan kuesioner kepada pihak-pihak terkait pada pelaksanaan proyek Pembangunan Inna Bali Beach Garden.
- Hasil kuesioner didapatkan data berupa durasi tercepat dan terlama.
- Memasukkan data durasi tercepat, terlama dan rata-rata yang akan disimulasi dengan simulasi Monte Carlo dengan bantuan *software Chrystal Ball*.
- Menyusun jadwal proyek dengan Microsoft Project kemudian digambarkan dalam bentuk Kurva S dengan data durasi hasil simulasi Monte Carlo.

Hasil analisis akan diketahui besar probabilitas durasi penyelesaian proyek.



Gambar 2. Bagan Alir

PENGOLAHAN DATA PENELITIAN

WBS (*Work Breakdown Structures*)

Work Breakdown Structure adalah sebuah metode pengorganisasian proyek berbasis hierarkis. Sebuah proyek diuraikan menjadi bagian-bagian dengan mengikuti pola struktur dan hierarki menjadi item-item pekerjaan yang cukup terperinci. Untuk mengetahui item-item pekerjaan apa saja yang berada pada lintasan kritis pada item-item pekerjaan struktur yang menjadi batasan penelitian, dan dilakukannya penyusunan ulang penjadwalan dengan bantuan *software Microsoft Project*.

Estimasi Durasi Probabilistik

Sumber data primer yang dilakukan melalui pengisian formulir kuesioner oleh responden-responden yang telah ditentukan berdasarkan pengalaman dan posisi yang telah dimiliki selama bekerja di proyek konstruksi. Responden-responden yang telah ditentukan antara lain Pelaksana 1, Pelaksana 2, Scheduler, Project Manager dan Site Engineer Manager pada proyek Bangunan Inna Bali Beach Garden. Hasil survey akan memperoleh data yang dibutuhkan yaitu estimasi durasi probabilistik.

Sekumpulan data yang diperoleh dari masing-masing responden memiliki perbedaan estimasi durasi pada tiap item pekerjaan. Oleh sebab itu untuk memudahkan dalam menganalisis data, perlu dilakukan rekapitulasi data dengan mencari nilai rata-rata. Selanjutnya, data yang sudah direkapitulasi dapat disimulasikan dengan Simulasi Monte Carlo dengan bantuan software *Crystall Ball*. Hasil data rata-rata durasi dari masing-masing responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Rata-rata Estimasi Durasi Probabilistik

No	Nama Pekerjaan	Tercepat (hari)	Terlama (hari)	Rata-rata (hari)
1	Pekerjaan Pondasi	102,2	109,8	106
2	Pekerjaan Tanah	95,4	104,4	99,9
3	Pekerjaan Pile Cap Garden 1	60,8	71,8	66,3
4	Pekerjaan Tie Beam Garden 1	61,4	68,8	65,1
5	Pekerjaan Kolom Garden 1	66,4	76,6	71,5
6	Pekerjaan Balok Garden 1	60,4	68	64,2
7	Pekerjaan Plat Lantai Garden 1	65,8	74,8	70,3
8	Pekerjaan Pile Cap Garden 2	39,4	45,6	42,5
9	Pekerjaan Tie Beam Garden 2	39,4	45,6	42,5
10	Pekerjaan Kolom Garden 2	60	67,4	63,7
11	Pekerjaan Balok Garden 2	39,4	46,6	43
12	Pekerjaan Plat Lantai Garden 2	53	60,4	56,7
13	Pekerjaan Tangga Garden 2	32,4	39,2	35,8

Simulasi Monte Carlo

Jumlah iterasi dilakukan pada tahap awal sebelum simulasi. Iterasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10.000 kali. Pemilihan iterasi ini dikarenakan sudah cukup mewakili untuk mengetahui tingkat akurasi metode yang digunakan. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dalam pelaksanaan Simulasi Monte Carlo dengan bantuan *software Crystall Ball*.

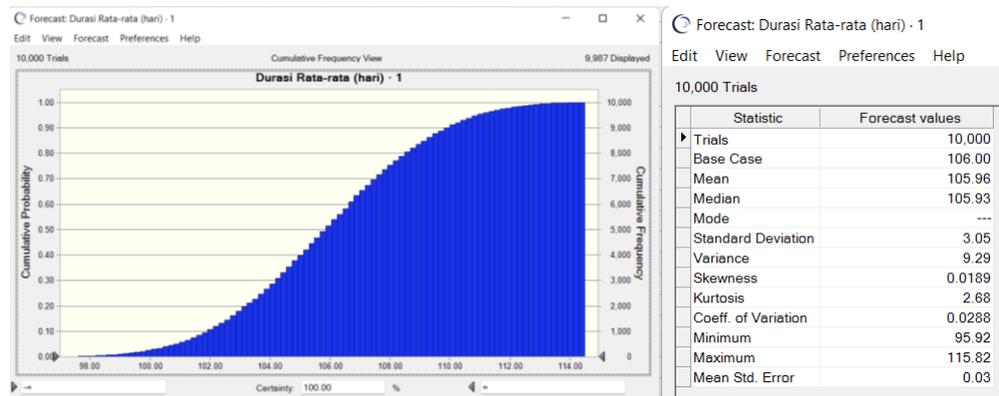
- Memasukkan data estimasi probabilistik kedalam *Microsoft Excel*.
- Menentukan asumsi dari durasi tercepat dan terlama pada setiap item pekerjaan yang akan disimulasikan.

- Klik *cells* yang menjadi asumsi > Klik *Define Assumption* > Pilih *Triangular Distribution* > Klik OK. Distribusi triangular (*Triangular Distribution*) merupakan salah satu distribusi peluang kontinu dengan 3 parameter yaitu nilai minimum dan maksimum dan yang paling mungkin dari suatu data.
- Menentukan asumsi durasi mean acuan untuk Simulasi Monte Carlo.
- Klik *cell* durasi rata rata pada item pekerjaan pondasi yang akan dijadikan *base mean* durasi item pekerjaan > klik *Define Forecast* > klik OK.
- Menjalankan Simulasi Monte Carlo
- Sebelum menjalankan simulasi pastikan *cells* yang sudah ditetapkan sebagai *Define Forecast* berwarna biru muda dan *Define Assumption* berwarna hijau seperti pada Gambar 4.12. Kemudian pada *toolbar run* ketik jumlah iterasi yang telah ditentukan yaitu 10.000 kali iterasi dan juga menentukan *Sampling method* yaitu Monte Carlo.
- *Trials: 10.000* > *Run Preferences: Sampling method: Monte Carlo* > Klik *Start*.
- Untuk melihat statistik hasil Simulasi Monte Carlo dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.
- Klik menu *view* pada dialog box hasil simulasi > Pilih *Statistics*. Maka akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 didapatkan hasil Simulasi Monte Carlo untuk durasi penyelesaian item pekerjaan pondasi adalah sebagai berikut:

Tercepat : 95,92 = 96 hari
 Terlama : 115,82 = 116 hari
 Rata rata : 105,96 = 106 hari

Tahapan ini dilakukan secara berulang pada 12 item pekerjaan struktur lainnya



Gambar 3. *Cumulative View* Hasil Simulasi Pekerjaan Pondasi

Hasil Simulasi Monte Carlo

Setelah simulasi dilakukan dan didapatkan durasi tercepat, durasi terlama dan durasi rata-rata pekerjaan dapat diselesaikan untuk seluruh item pekerjaan, kemudian dicatat dan direkapitulasi dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Durasi Rata-rata Penyelesaian Item Pekerjaan Hasil Simulasi

No	Nama Pekerjaan	Hasil Simulasi			Hasil Simulasi (Pembulatan)		
		Tercepat (hari)	Terlama (hari)	Rata-rata (hari)	Tercepat (hari)	Terlama (hari)	Rata-rata (hari)
1.	Pekerjaan Pondasi	95,92	115,82	105,96	96	116	106
2.	Pekerjaan Tanah	90,97	108,69	99,85	91	109	100
3.	Pekerjaan Pile Cap Garden 1	60,50	72,30	66,30	61	73	67
4.	Pekerjaan Tie Beam Garden 1	59,39	71,26	65,09	60	72	65
5.	Pekerjaan Kolom Garden 1	64,80	78,07	71,47	65	78	72

6.	Pekerjaan Balok Garden 1	58,54	70,13	64,21	59	71	65
7.	Pekerjaan Plat Lantai Garden 1	64,09	76,65	70,28	64	77	71
8.	Pekerjaan Pile Cap Garden 2	38,62	46,35	42,50	39	47	43
9.	Pekerjaan Tie Beam Garden 2	38,97	46,32	42,50	39	47	43
10.	Pekerjaan Kolom Garden 2	57,74	69,56	63,71	58	70	64
11.	Pekerjaan Balok Garden 2	39,27	46,91	42,99	40	47	43
12.	Pekerjaan Plat Lantai Garden 2	51,71	61,89	56,70	52	62	57
13.	Pekerjaan Tangga Garden 2	32,60	38,94	35,79	33	39	36

HASIL ANALISIS

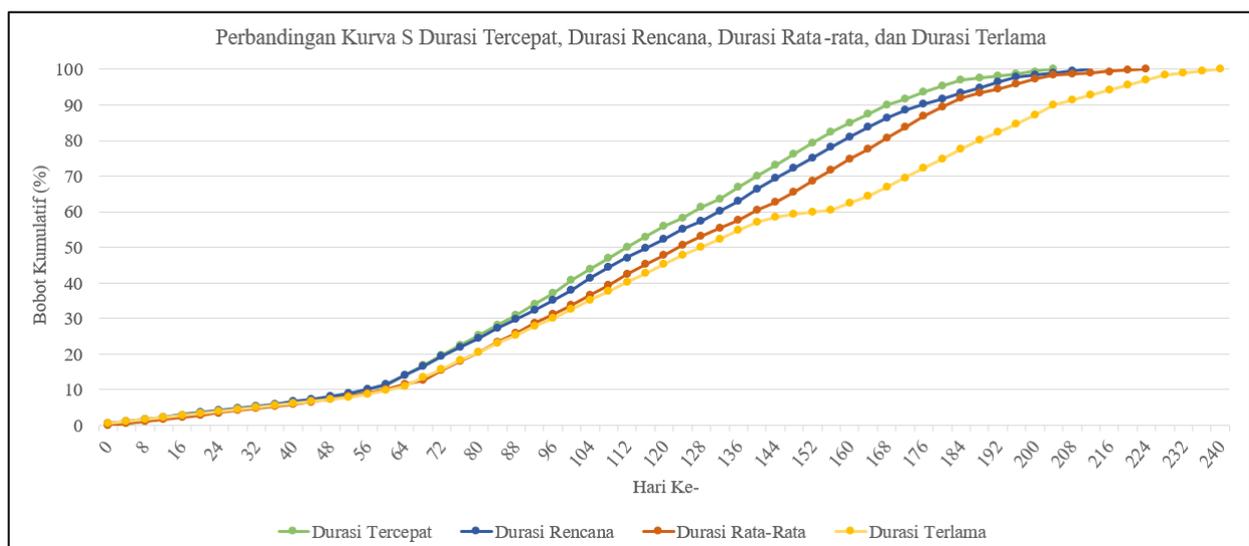
Setelah mendapatkan durasi tercepat, rata-rata, dan terlama dari hasil Simulasi Monte Carlo dari tiap-tiap item pekerjaan, tahap selanjutnya adalah menyusun penjadwalan proyek sesuai dengan durasi-durasi tersebut.

Setelah simulasi dan dilakukannya penjadwalan ulang dengan *software Microsoft Project.*, didapatkan total durasi penyelesaian pekerjaan struktur atas yang tercepat, terlama dan rata-rata sebagai berikut:

- Tercepat diselesaikan: 201 hari
- Rata-rata dapat diselesaikan: 218 hari
- Terlama dapat diselesaikan: 237 hari

Pada perencanaan eksisting total durasi rencana penyelesaian pekerjaan struktur atas adalah 211 hari, rencana ini berada pada interval penyelesaian tercepat dan rata-rata. Setelah melakukan penyusunan penjadwalan maka penyusunan kurva S dapat dilakukan. Penyusunan kurva S dilakukan pada durasi tercepat, durasi rata-rata, durasi terlama hasil Simulasi Monte Carlo dan durasi rencana. Penyusunan kurva S berdasarkan masing-masing durasi rencana, tercepat, rata-rata dan terlama bertujuan untuk memberi gambaran penyelesaian proyek dari rencana dan simulasi.

Hasil penyusunan kurva s didapatkan 4 macam kurva yakni durasi rencana, durasi tercepat, durasi rata-rata, dan durasi terlama hasil Simulasi Monte Carlo. Dari 4 macam kurva S yang telah disusun akan digabung dan dibandingkan. Perbandingan total durasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 3.



Gambar 4. Gabungan Kurva S



Tabel 3. Total Durasi Penjadwalan

Jadwal	Tercepat Hasil Simulasi	Rencana	Rata-rata Hasil Simulasi	Terlama Hasil Simulasi
Durasi (Hari)	201	211	218	237

Dari Gambar x. maka jadwal rencana yang ditentukan oleh proyek dapat dianalisis. Terlihat kurva S durasi rencana berada diantara kurva s durasi tercepat dan kurva s durasi rata rata. Hal ini menyatakan bahwa pihak proyek Pembangunan Inna Bali Beach telah mempertimbangkan durasi yang aman untuk penyelesaian proyek tersebut. Namun hal tersebut tidak memastikan bahwa durasi yang telah direncanakan dari pihak proyek akan sesuai dengan target yang mereka rencanakan.

KESIMPULAN

Hasil analisis dari penelitian ini diperoleh probabilitas keberhasilan durasi penyelesaian pekerjaan struktur yang disusun oleh pihak proyek selama 211 hari yaitu 11,77%, untuk probabilitas keberhasilan durasi penyelesaian pekerjaan struktur tercepat hasil Simulasi Monte Carlo selama 201 hari yaitu 0,06%, untuk probabilitas keberhasilan durasi penyelesaian pekerjaan struktur rata-rata hasil Simulasi Monte Carlo selama 218 hari yaitu 50,25%, dan untuk probabilitas keberhasilan durasi penyelesaian pekerjaan struktur terlama hasil Simulasi Monte Carlo selama 237 hari yaitu 99,94%. Penjadwalan pada Pembangunan Inna Bali Beach Garden berada mendekati rata-rata penyelesaian hasil simulasi Monte Carlo. Hal ini perlu mendapat perhatian dari pelaksana tim proyek dalam mengelola dan mengendalikan proyek di lapangan agar tepat waktu sesuai rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Flanagan, R dan Norman, G. 1993. *Risk Management and Construction*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Callahan, M. T. 1992. *Construction Project Scheduling*, USA: McGrawHill.
- Fadjar, A. 2012. Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek. *Smartek*.
- Kangari, R. 1995. *Risk Management Perceptions and Trends of U.S. Construction*. Journal of Construction Engineering and Management. ASCE. December.
- Ibrahim, H. B. 1993. Rencana Dan Estimate Real Of Cost. Cetakan ke-2. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Rani, H. A. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Deepublish, Yogyakarta.