



PAPER – OPEN ACCESS

Optimasi Waktu Pengerjaan Proyek Menggunakan Simulasi Monte Carlo Pada Proyek Konstruksi Hotel Y Oleh PT X

Author : Sarah Ratna Sari Panjaitan
DOI : 10.32734/ee.v2i3.782
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 2 Issue 3 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Optimasi Waktu Pengerjaan Proyek Menggunakan Simulasi Monte Carlo Pada Proyek Konstruksi Hotel Y Oleh PT X

Project Time Optimization Using Monte Carlo Simulation at Hotel Y Construction Project by PT X

Sarah Ratna Sari Panjaitan

*Student of Engineering Management; Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Del, Laguboti, Tobasa, Sumatera Utara*

sarahh.smadel@gmail.com

Abstrak

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi selalu membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang baik. Keberhasilan atau kegagalan suatu proyek dipengaruhi oleh 3 faktor utama, waktu, biaya dan kualitas. Manajemen proyek yang tepat dan teratur diperlukan untuk memastikan penyelesaian proyek tepat waktu sehingga menghindari penundaan, pembengkakan biaya, penurunan kualitas, dan hal lain yang dapat mempengaruhi kegagalan proyek. Berdasarkan penelitian, proyek konstruksi Hotel Y melampaui perkiraan waktu yang direncanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan waktu pembangunan Hotel Y sambil meminimalkan waktu proyek dengan menganalisis jalur kritis. Metode yang digunakan adalah simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo adalah metode yang digunakan dalam pemodelan dan analisis sistem yang mengandung risiko dan ketidakpastian. Pendekatan yang digunakan adalah penilaian ahli untuk mengidentifikasi Waktu Optimis, Waktu Paling Mungkin, Waktu Pesimis, mensimulasikan dan membandingkan jadwal proyek dengan hasil simulasi jadwal. Penelitian ini menggunakan perencanaan jaringan dengan Microsoft Project dan program @Risk untuk Proyek untuk menentukan durasi pengerjaan proyek yang optimal. Selain itu, analisis Indeks Kritis digunakan untuk melihat kegiatan apa yang perlu diprioritaskan dan analisis sensitivitas untuk risiko yang mungkin terjadi. Hasil perbandingan jadwal yang dilakukan dalam penelitian ini ada perbedaan penjadwalan pada total durasi pekerjaan, yaitu durasi optimis dari 123 hari, durasi yang paling mungkin untuk 130 hari, durasi pesimis selama 140 hari dan durasi hasil simulasi Monte Carlo selama 140 hari. Perbedaan jadwal pada proyek konstruksi Hotel Y bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode simulasi Monte Carlo adalah panjang durasi dan besarnya probabilitas penyelesaian pekerjaan. Durasi jadwal rencana adalah 128 hari dengan kontinjensi waktu 20%. Sedangkan durasi hasil simulasi Monte Carlo selama 140 hari dengan probabilitas 80%.

Kata kunci: Optimalkan, Monte Carlo, Proyek, Penghakiman Pakar, @Risk untuk proyek

Abstract

In the implementation of a construction project always requires a good planning, scheduling and controlling. The success or failure of a project is influenced by 3 main factors, time, cost and quality. Precise and orderly project management is required to ensure timely completion of the project thereby avoiding delays, swelling costs, declining quality, and anything else that can affect the project's failure. Based on research, the construction project of Hotel Y goes beyond the planned time estimate. This research aims to optimize the time of construction of Hotel Y while minimizing project time by analyzing critical path. The method used is a Monte Carlo simulation. Monte Carlo Simulation is a method used in modeling and analyzing systems that contain risk and uncertainty. The approach used is expert judgment for identifying Optimistic Time, Most Likely Time, Pessimistic Time, simulating and comparing project schedules with schedule simulated results. This research uses network planning with Microsoft Project and the @Risk for Project program to determine the optimum duration of project workmanship. In addition, the Critical Index analysis is used to see what activities need to be prioritized and sensitivity analysis for the risks that may occur. The result of the schedule comparison done in this study there was a difference of scheduling on the total duration of the work i.e. optimistic duration of 123 days, most likely duration for 130 days, pessimistic duration for 140 days and duration of results Monte Carlo simulation for 140

days. The difference in schedule on the construction project of Hotel Y when compared to scheduling using the Monte Carlo simulation method is the length of duration and magnitude of the job completion probability. The duration of the plan schedule is 128 days with time contingency 20%. While the duration of the Monte Carlo simulation results for 140 days with a probability of 80%.

Keywords: Optimize, Monte Carlo, Project, Expert Judgment, @Risk for project

1. Pendahuluan

Proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif karena setiap aspek dalam proyek mempengaruhi satu sama lain. Perencanaan dan pada pelaksanaan proyek konstruksi dipengaruhi oleh biaya, kualitas, dan waktu. Masing-masing faktor memiliki risiko, sebagai contoh sering terjadi ketidaksesuaian jadwal perencanaan dan jadwal aktual di lapangan yang dapat mengakibatkan penambahan waktu. Penyebab penambahan waktu yang sering terjadi adalah perubahan desain dan fungsi oleh owner, keterlambatan pengadaan material, faktor cuaca, kebutuhan pekerja yang kurang memadai, pengadaan material dan peralatan, kesalahan perencanaan sesuai dengan spesifikasi pengerjaan proyek.

Periode konstruksi berlebihan karena ketidakpastian dan penundaan yang tak terhindarkan dapat meningkatkan administrasi agen dan keseluruhan biaya konstruksi. Pada proyek berskala besar, penting bagi agen untuk menetapkan tenggat waktu kontrak dan jadwal kontrol.

Salah satu alasan mengapa dalam industri jasa konstruksi memiliki kecenderungan risiko yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan industri lain adalah karena banyaknya kegagalan (*failure*) dalam industri ini, baik dari pihak pemilik proyek (*owner*), perencana maupun kontraktor.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan durasi pengerjaan proyek konstruksi dengan menganalisis jalur kritis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data durasi tercepat (*Optimistic Time*), durasi rata-rata (*Most Likely Time*), dan durasi terlama (*Pesimistic Time*) melalui interview kepada *expert judgment* seperti pihak kontraktor, konsultan dan pekerja. Langkah berikutnya adalah membuat perencanaan jaringan dengan *Microsoft project* yang menghasilkan beberapa alternatif jalur kritis. Alternatif alternatif kemudian disalin ke lembar kerja, dan kegiatannya diterapkan pada pola distribusi probabilitas. Langkah terakhir adalah dengan menjalankan simulasi Monte Carlo pada lembar kerja dan menganalisis hasil berdasarkan nilai-nilai statistik.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini akan digunakan perangkat lunak (*software*) untuk dan menganalisa sistem yang mengandung resiko dan ketidakpastian serta mensimulasikannya dalam bentuk model. Software yang digunakan adalah *@Risk for project* dengan simulasi monte carlo, distribusi triangular, dan standar deviasi di bawah 5%.

Lokasi penelitian pada gedung proyek konstruksi Hotel oleh PT X. Durasi pekerjaan hasil simulasi akan dianalisis dan dibandingkan dengan jadwal durasi rencana sesuai dengan target penyelesaian proyek konstruksi yaitu pada akhir Januari 2020.

2.1 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi dapat juga didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya, dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi) dan *time* (waktu) (Turner, 1992). Defenisi yang disampaikan Turner menyarankan 3 (tiga) sasaran utama yang harus diraih saat menjalankan proyek yaitu waktu, biaya dan kualitas. Kerzner (2006) juga mendukung pernyataan yang diberikan Turner, dalam suatu proyek konstruksi memerlukan sumber daya yaitu manusia, bahan peralatan, metode pelaksanaan, biaya, informasi dan waktu.

2.2 Penjadwalan Proyek Konstruksi

Sebelum memilih komponen pekerjaan dalam menentukan penjadwalan proyek, maka aktivitas pekerjaan di *breakdown* menggunakan pareto. Pada penelitian ini, metode penjadwalan jaringan menggunakan *software Microsoft Project*. Program Evaluation and Review Technique (PERT) adalah metode yang dirancang untuk menentukan lama waktu pengerjaan berupa variabel random. Waktu setiap kegiatan dihitung berdasarkan 3 perkiraan:

1. Waktu optimis disebut a
2. Waktu pesimis disebut b
3. Waktu normal disebut m

Rata-rata (mean) atau perkiraan lama waktu kegiatan

$$\text{Mean} = \frac{a+4m+b}{6} \quad \text{pers (1)}$$

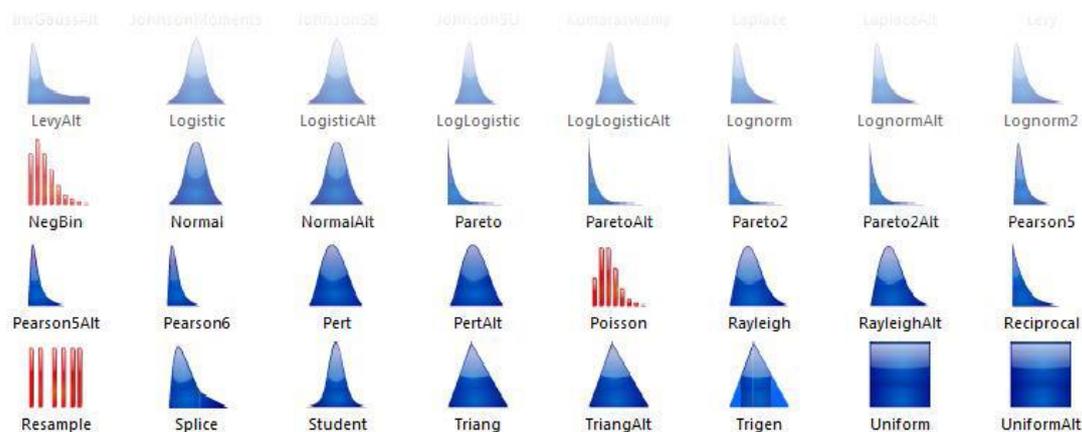
Setiap a dan b mempunyai bobot 1, waktu normal memiliki bobot 4.

$$\text{Mean} = \frac{b-a}{6} \quad \text{pers (1)}$$

2.3 Simulasi Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* adalah semua teknik *sampling* statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. Menurut Project Management Institute (2013) dalam bidang manajemen proyek, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek (Kwak & Ingall, 2007). Dalam simulasi Monte Carlo sebuah model dibangun berdasarkan sistem yang sebenarnya. Setiap variabel dalam model tersebut memiliki nilai yang memiliki probabilitas yang berbeda, yang ditunjukkan oleh distribusi probabilitas atau biasa disebut dengan *probability distribution function* (pdf) dari setiap variabel (Rubinstein & Kroese, 2008).

Sebelum melakukan simulasi Monte Carlo, maka perlu mendefinisikan tipe distribusi inputan data. Distribusi probabilitas umum seperti gambar di bawah ini:



Gambar 1. Distribusi Probabilitas Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo menyediakan sejumlah keuntungan lebih dari deterministik, atau perkiraan satu titik analisis:

1. Probabilistic Result

Hasil menunjukkan tidak hanya apa yang bisa terjadi, tapi seberapa besar kemungkinan setiap hasil.

2. Graphical Result

Karena data yang dihasilkan simulasi Monte Carlo, mudah untuk membuat grafik dari hasil yang berbeda dan kemungkinan terjadinya kejadian. Hal ini penting untuk mengkomunikasikan temuan kepada pemangku kepentingan lain.

3. Sensitivity Analysis

Dengan hanya beberapa kasus, analisis deterministik membuatnya sulit untuk melihat variabel mana yang berdampak pada hasil yang paling. Dalam simulasi Monte Carlo, mudah untuk melihat input mana yang memiliki efek terbesar pada hasil Bottom-line.

4. Scenario Analysis

Dalam model deterministik, sangat sulit untuk memodelkan kombinasi nilai yang berbeda untuk input yang berbeda untuk melihat efek dari skenario yang sungguh berbeda. Menggunakan simulasi Monte Carlo, analisis dapat melihat dengan tepat apa yang memiliki nilai yang sama ketika hasil tertentu terjadi. Ini sangat berharga untuk mengejar analisis lebih lanjut.

5. Correlation of inputs

Dalam simulasi Monte Carlo, dimungkinkan untuk model hubungan saling ketergantungan antara variabel input. Sangat penting untuk akurasi untuk mewakili bagaimana, pada kenyataannya, ketika beberapa faktor naik, yang lain naik atau turun sesuai.

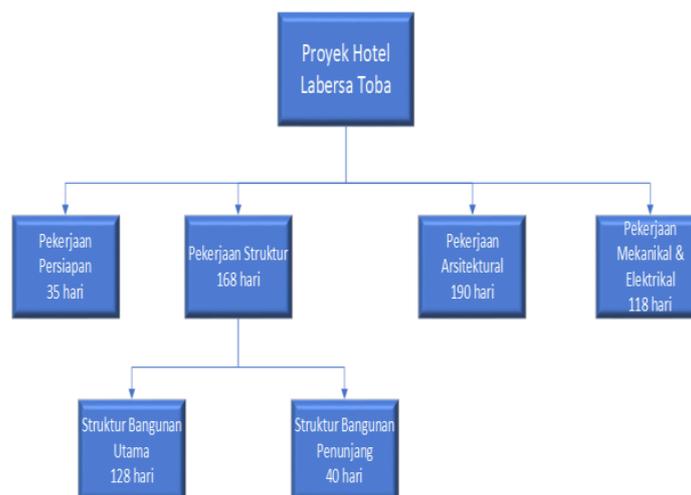
2.4 Program Palisade @Risk

Munculnya aplikasi spreadsheet untuk komputer pribadi memberikan kesempatan bagi para profesional untuk menggunakan simulasi Monte Carlo dalam pekerjaan analisis sehari-hari. Microsoft Excel adalah spreadsheet dominan alat analisis dan Palisade @RISK adalah terkemuka untuk Monte Carlo Simulasi Add-in untuk Excel (Palisade, 2005). Pertama kali diperkenalkan untuk Lotus 1-2-3 untuk DOS di 1987, @RISK memiliki reputasi yang lama mapan untuk komputasi akurasi, pemodelan fleksibilitas, dan kemudahan penggunaan. Pengenalan Microsoft Project menyebabkan aplikasi Logis lain dari simulasi Monte Carlo adalah menganalisis ketidakpastian dan risiko yang melekat pada pengelolaan proyek besar. @RISK juga digunakan untuk manajemen proyek.

3. Hasil dan Pembahasan

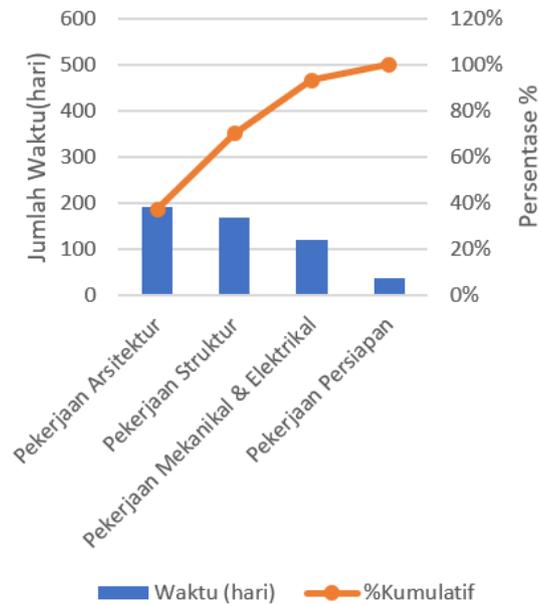
Pemodelan variabel-variabel model berdasarkan distribusi inputan data-data yang telah terkumpul akan mempermudah dalam analisis waktu aktual pengerjaan proyek dan waktu optimal kedepannya yang akan diprediksi dan model digunakan untuk melihat pola distribusi dari variabel yang saling berinteraksi yang ditunjukkan melalui grafik kurva S hasil simulasi Monte Carlo.

3.1. Identifikasi Waktu dan Kegiatan (*Work Breakdown Structure*)



Gambar 2. *Work Breakdown Structure* Proyek Konstruksi Gedung

Dalam menyusun jadwal, sebelumnya PT X membagi-bagi bagian proyek yang ditanganinya menjadi aktivitas yang lebih kecil. Pengembangan *level* WBS sendiri biasanya berdasarkan ruang lingkup pekerjaan (*scope of work*), yaitu pada jenis pekerjaan utama dan area pekerjaan. Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat distribusi waktu pengerjaan proyek pada masing-masing elemen. Untuk mempertimbangkan elemen yang akan diteliti maka dilakukan pengujian menggunakan diagram pareto.



Gambar 3. Diagram Pareto Waktu Pengerjaan Proyek Pembangunan Hotel Y

Berdasarkan diagram pareto di atas dapat dilihat bahwa 80% waktu pengerjaan proyek pembangunan Hotel Y dipengaruhi oleh 20% pekerjaan arsitektur dan pekerjaan struktur bangunan. Berdasarkan kurva S perencanaan proyek didapatkan pekerjaan bangunan yang sedang berjalan saat penelitian adalah pekerjaan struktur bangunan utama.

Pada bagian struktur bangunan utama, masing-masing pekerjaan diurutkan dan diparetokan untuk menentukan bagian yang paling berpengaruh terhadap keseluruhan untuk membatasi ruang lingkup.

Tabel 1. Waktu Pekerjaan Struktur Bangunan Utama

No.	Bangunan Utama	Waktu	Total	%Kumulatif
1	Pondasi Bored Pile Ø 60 cm	60	60	12%
2	Lantai Dasar	35	95	19%
3	Tanah	35	130	25%
4	Pile Cap & Tie Beam	35	165	32%
5	Lantai Satu	32	197	39%
6	Lantai 2	30	227	44%
7	Lantai 3	30	257	50%
8	Lantai 4	30	287	56%
9	Lantai 5	30	317	62%
10	Lantai 6	30	347	68%
11	Lantai 7	30	377	74%
12	Lantai 8	30	407	80%
13	Lantai Atap	26	433	85%
14	Lantai Pent House	26	459	90%
15	Lantai Atap R Mesin Lift + 42450	26	485	95%
16	Rangka Atap as.K-M/0-3	26	511	100%
Total Waktu		511		

3.2 Estimasi Durasi Probabilistik

Estimasi durasi probabilistik diperoleh melalui survei dengan menyusun formulir kuisioner yang akan diberikan kepada responden yang dituju untuk diisi dengan pertimbangan berdasarkan pengalaman yang dimiliki. Responden yang dimaksud adalah *expert judgment* bagian *site engineer* yang ada pada kontraktor pelaksana yaitu owner, konsultan supervisi, general superintendent, site engineer dan mandor pada Proyek Hotel Y oleh PT X.

Berdasarkan hasil survei terhadap *expert judgment* maka didapatkan durasi waktu tercepat (*optimistic time*), durasi waktu rata-rata (*most likely time*), dan durasi waktu terlama (*pessimistic time*) pada setiap elemen pekerjaan struktur bangunan utama. Durasi waktu tersebut disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. *Three-point estimate duration time*

Bangunan Utama	min (days)	M.likely (days)	max (days)
Pekerjaan Pondasi Borepile	21	30	60
Pekerjaan Tanah	14	30	60
Pekerjaan Pile Cap dan Tie Beam	21	30	60
Pekerjaan Lantai Dasar	14	21	60
Pekerjaan Lantai 1-2			
Pekerjaan Baja	7	10	45
Pekerjaan Pembesian Kolom	5	7	14
Pekerjaan Bekisting Kolom	5	7	14
Pekerjaan Pengecoran Kolom	7	14	30
Pekerjaan Metal Deck	5	7	14
Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai	5	7	14
Pekerjaan Pengecoran Pelat	5	10	30
Pekerjaan Lantai 3-9			
Pekerjaan Baja	5	10	75
Pekerjaan Pembesian Kolom	3	7	14
Pekerjaan Bekisting Kolom	3	7	14
Pekerjaan Pengecoran Kolom	3	7	14
Pekerjaan Metal Deck	3	7	14
Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai	3	7	14
Pekerjaan Pengecoran Pelat	3	7	14

3.3 Hasil analisis dengan bantuan software @Risk for Project

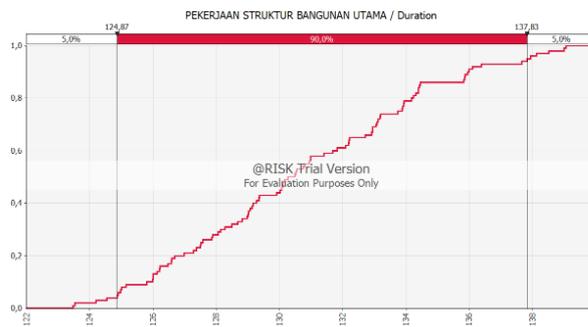
Setelah melakukan simulasi, maka akan muncul hasil distribusi output data untuk waktu pekerjaan struktur bangunan utama yang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Distribusi PERT data Struktur Bangunan Utama

Berdasarkan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan distribusi triangular dan iterasi sebanyak 1000 kali maka didapatkan bahwa:

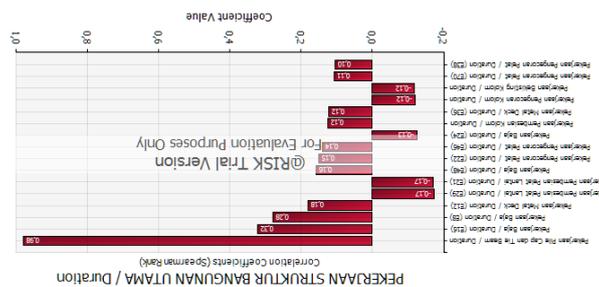
1. Durasi minimal pengerjaan dengan Critical Indeks 5% didapati sebanyak 123 hari pengerjaan.
2. Durasi rata-rata pengerjaan dengan Critical Indeks 5% didapati sebanyak 130 hari pengerjaan.
3. Durasi maksimal pengerjaan dengan Critical Indeks 5% didapati sebanyak 140 hari pengerjaan



Gambar 5. Kurva S Struktur Bangunan Utama

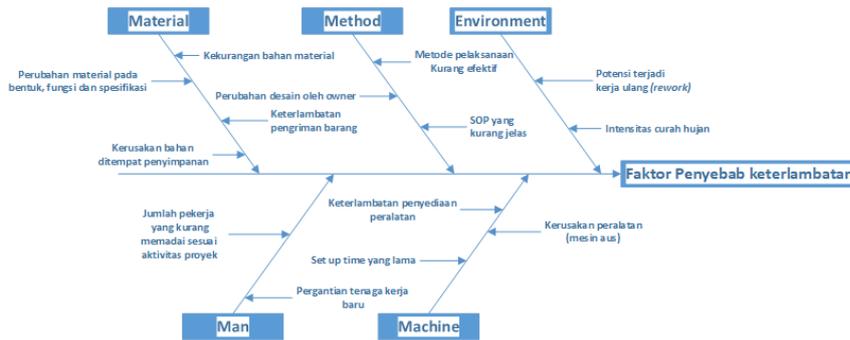
Kurva S hasil simulasi pengerjaan bangunan utama dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan gambar diatas dengan tingkat CI 5%, dilakukan sensitivitas analisis. Analisis ini menggunakan perankingan terhadap elemen elemen pekerjaan yang Aktivitas yang mempunyai risiko tertinggi. Tingkat sensitivitas tersebut dapat dilihat pada gambar 6, dimana:

1. Pekerjaan Pile Cap dan Tie Beam sebesar 98%
2. Pekerjaan Baja Lantai 2 sebesar 32%
3. Pekerjaan Baja Lantai 1 sebesar 28%
4. Pekerjaan Metal Deck sebesar 18%



Gambar 6. Sensitivity Analysis Struktur Bangunan Utama

Risiko yang berada di atas 80% merupakan faktor yang berpengaruh terhadap waktu pengerjaan proyek. Untuk memvalidasi resiko terhadap komponen aktivitas proyek, maka dianalisis melalui diagram *fishbone* di bawah.



Gambar 7. Fishbone Keterlambatan Proyek

Berdasarkan Dari analisis keterlambatan proyek dengan Diagram Tulang Ikan telah disimpulkan bahwa terdapat lima faktor penyebab utama. Berikut adalah faktor-faktor penyebab keterlambatan penyelesaian proyek:

1. Man

Pada sisi manusia terdapat penyebab seperti tenaga kerja yang ahli yang disebabkan oleh pergantian tenaga kerja baru. Pergantian ini disebabkan karena adanya pekerja yang sakit karena kecelakaan kerja. Selain itu juga terdapat sejumlah pekerja yang kurang memadai pada setiap aktivitas proyek yang menyebabkan waktu pengerjaan proyek menjadi kurang optimal.

2. Machine

Pada sisi mesin terdapat penyebab berupa keterlambatan penyediaan peralatan, yang disebabkan oleh jauhnya pengiriman peralatan ke lokasi proyek. Selain itu terdapat juga faktor kerusakan peralatan (mesin aus) dan set up time yang lama.

3. Material

Pada sisi material terdapat penyebab keterlambatan berupa perubahan material pada bentuk, fungsi dan spesifikasi. Contohnya, semen akan berubah bentuk menjadi mengeras saat terkena air baik itu air hujan maupun yang lainnya.

4. Method

Pada sisi metode, perubahan metode saat berlangsung pembangunan bagian struktur bangunan utama. Contohnya penggantian metode bekisting konvensional menjadi bekisting GRC. Hal ini diubah untuk mengoptimalkan waktu pengerjaan proyek.

5. Environment

Pada sisi lingkungan, terdapat faktor cuaca yang menyebabkan penundaan waktu pengerjaan proyek. Contohnya pada bulan Januari hingga Maret 2019 cuaca di tempat lokasi proyek adalah hujan. Hal ini menghambat proses pembangunan struktur pondasi dan tanah.

4. Kesimpulan

Penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan setelah menganalisis data, yaitu Dalam penjadwalan probabilistik dengan metode Simulasi Monte Carlo, didapatkan hasil berupa distribusi probabilistik umur proyek dan tingkat nilai sensitivitas tiap aktivitas. Nilai sensitivitas inilah yang menjadi keunggulan metode simulasi Monte Carlo dibandingkan metode lain. Dengan adanya nilai sensitivitas, identifikasi resiko akan lebih mudah digunakan. Sehingga dapat dicari respon risiko yang paling tepat agar risiko yang tidak menguntungkan tidak terjadi. Penjadwalan probabilistik dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo ini lebih rasional karena memberikan suatu range umur proyek dari pada penjadwalan yang dilakukan kontraktor yang menghasilkan suatu angka durasi penyelesaian proyek. Direncanakan durasi penyelesaian proyek dengan cara probabilistik adalah 140 hari dengan kontingensi waktu 20% hari serta dengan presentasi keberhasilan sebesar 98%. Aktivitas yang mempunyai risiko tertinggi adalah:

Pekerjaan Pile Cap dan Tie Beam sebesar 98%, Pekerjaan Baja Lantai 2 sebesar 32%, Pekerjaan Baja Lantai 1 sebesar 28%, Pekerjaan Metal Deck sebesar 18%. Risiko yang berada di atas 80% merupakan faktor yang berpengaruh terhadap waktu pengerjaan proyek.

Dari hasil analisis yang diperoleh dari penelitian ini, diberikan saran bahwa sebaiknya perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai pola distribusi setiap aktivitas. Hal ini diperlukan untuk meneliti bagaimana pengaruh distribusi setiap aktivitas terhadap resiko yang akan muncul. Selain itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk menilai besarnya biaya kompensasi terhadap resiko yang memungkinkan pada aktivitas kritis. Alternatif respon yang bisa diambil untuk semua risiko keterlambatan adalah dengan membuat kontrak forward dengan penyedia tenaga kerja dengan batasan waktu tertentu. Dengan adanya kontak tersebut, pekerja harus bisa menyelesaikan pekerjaannya sesuai dengan batasan waktu yang telah disetujui sebelumnya.

Referensi

- [1] Kerzner, H. (2006). *Project Management A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling* (8th ed.). John and Wiley. Inc.
- [2] Kwak, Y., & Ingall, L. (2007). *Exploring Monte Carlo Simulation Applications For Project Management* (Vol. 9). Risk Management.
- [3] Palisade. (2005). *Risk Analysis and Simulation add-in for Microsoft Excel*. Palisade Cooperation.
- [4] Project Management Institute. (2013). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (Fifth ed.). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc
- [5] Rubinstein, R. Y., & Kroese, D. P. (2008). *Simulation and The Monte Carlo Method* (2nd ed.). Canada: Wiley Series in Probability and Statistics.
- [6] Turner, J. R. (1992). *The handbook of project based management: improving processes for achieving your strategic* . New York: McGraw-Hill.