

**ANALISIS RISIKO BERDASARKAN ASPEK WAKTU DENGAN
METODE *MONTE CARLO* PADA PROYEK GEDUNG BARU DI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**NASKAH TERPUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**AISYANING IMANSARI
NIM. 125060101111013**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

ANALISIS RISIKO BERDASARKAN ASPEK WAKTU DENGAN METODE MONTE CARLO PADA PROYEK GEDUNG BARU DI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Aisyuning Imansari, Dr. Ir. Harimurti., MT, Dr. Eng Indradi W., ST, M.Eng (Prac)

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Email: ai.syaning@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan suatu gedung bertingkat tidak luput dari timbulnya berbagai macam risiko. Hal ini disebabkan karena besarnya bobot pekerjaan dan juga tingginya bangunan dengan batas waktu pelaksanaan yang demikian singkat. Adanya risiko-risiko yang timbul dalam pelaksanaan proyek berdampak langsung terhadap durasi pembangunan proyek tersebut. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap risiko-risiko yang berdampak pada aktivitas-aktivitas pelaksanaan proyek. Analisis risiko yang dimaksud adalah untuk mengetahui bagaimana frekuensi kemungkinan (*likelihood*) risiko terhadap durasi proyek dan seberapa besar pengaruh (*consequences*) risiko terhadap durasi proyek. Selain itu, dilakukan analisis terhadap penjadwalan proyek dengan simulasi Monte Carlo untuk memperoleh distribusi waktu penyelesaian proyek dan juga nilai sensitivitas pada aktivitas pelaksanaan proyek. Guna memudahkan analisis digunakan *software Oracle Ball dan @Risk* sebagai alat bantu menghitung simulasi Monte Carlo. Analisis dilakukan pada pembangunan gedung baru di Universitas Brawijaya, yaitu proyek Pembangunan Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, Gedung Baru PTIK Tahap III, Gedung Baru FIA Tahap II, dan Gedung Pendidikan Bersama FK Tahap II. Hasil dari analisis risiko didapatkan 34 dari 117 risiko adalah dalam kategori dominan. Setelah dilakukan simulasi Monte Carlo didapatkan durasi total penyelesaian proyek, yaitu pada proyek pembangunan Gedung Baru FIA Tahap II oleh PT. Menara Agung Pusaka didapat total durasi sebesar 128,68 hari dari total durasi rencana proyek adalah sebesar 130 hari. Sedangkan, untuk proyek Pembangunan Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, dan Gedung Baru PTIK Tahap III oleh PT. Nindya Karya adalah 132,91 hari dari total durasi rencana proyek adalah 134 hari. Nilai sensitivitas tertinggi yang berpengaruh pada durasi total proyek pada proyek Pembangunan Gedung Baru FIA Tahap II adalah pekerjaan CCTV sebesar 16%. Sedangkan, pada pembangunan proyek Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, dan Gedung Baru PTIK Tahap III adalah pekerjaan *lift passenger* sebesar 19%. Setelah mengetahui risiko dalam kategori dominan yang berdampak besar pada pelaksanaan proyek maka dilakukan tindakan mitigasi pada risiko tersebut guna mengurangi atau bahkan menghilangkan dampaknya.

Kata kunci : Risiko, Identifikasi Risiko, Penjadwalan, Simulasi Monte Carlo, Respon Risiko.

ABSTRACT

Construction of a multi-storey building does not escape from the emergence of various risks. It is due to the weight of the work and also the height of the building with the implementation deadline so short. The risks that arise in the implementation of projects directly impact the duration of the development. It is necessary for analysis of the risks that have an impact on the activities of the project. Analysis of the risk in question is to know how the frequency of the possibility (likelihood) risks to the duration of the project and how much influence (consequences) of risk to the duration of the project. In addition, an analysis of the project scheduling with Monte Carlo simulation to obtain the distribution of project completion time and also the value of the sensitivity of the activities of the project. In order to facilitate the analysis used Ball and @Risk Oracle software as a tool for calculating the Monte Carlo simulation. Analysis was conducted on the construction of a new building at the UB, the construction project Main Building FEB Phase IV, Postgraduate building FH Phase IV, New Building FP Phase III, New Building PTIK Phase III, New Building FIA Phase II, and Education Building Together FK Phase II, The results of the risk analysis obtained 34 out of

117 risk is the dominant category. After Monte Carlo simulation obtained total duration of the completion of the project, namely the construction of new building projects FIA Phase II by PT. Heritage Court tower obtained a total duration of 128.68 days over the total duration of the project plan is for 130 days. Whereas, for the Main Building Development Project FEB Phase IV, Phase IV FH Graduate Building, New Building FP Phase III, and Phase III of the New Building PTIK by PT. Nindya work is 132.91 days of the total duration of the project plan is 134 days. The highest sensitivity value which affects the total duration of the project on the construction project of the New Building FIA Phase II is the work of CCTV by 16%. Whereas, in the development of the Main Building FEB Phase IV, Phase IV FH Graduate Building, New Building FP Phase III, and Phase III of the New Building PTIK is a passenger lift employment by 19%. After knowing the risks in the dominant category that have a major impact on the implementation of the project is carried out in such risk mitigation measures to reduce or even eliminate the impact.

Keyword : Risk, Risk Identification, Scheduling, Monte Carlo Simulation, Risk Mitigation.

PENDAHULUAN

Proyek pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu proyek yang mempunyai risiko yang tinggi berdasarkan bobot pekerjaan dan tinggi struktur bangunannya. Pelaksanaan konstruksi ini memakan waktu yang lama dan kompleks sehingga dapat menimbulkan ketidakpastian kondisi-kondisi di lapangan yang menimbulkan berbagai macam risiko pada pelaksanaan proyek tersebut.

Risiko merupakan akibat yang mungkin terjadi secara tidak terduga. Risiko dalam suatu proyek dapat mengganggu tercapainya sasaran proyek, yaitu biaya, waktu, dan kualitas suatu proyek. Dalam suatu proyek risiko dapat terjadi dalam setiap tahapan proyek konstruksi, yaitu perencanaan (*planning*), perancangan (*design*), pelaksanaan (*construction*), dan penyelesaian (*operational and maintenance*).

Pada proses pelaksanaan proyek biasanya muncul beberapa risiko yang kurang dipertimbangkan dalam proses penjadwalan. Untuk meminimalkan risiko yang timbul, maka diperlukan identifikasi dan analisis risiko secara kualitatif serta kuantitatif. Analisis risiko secara kuantitatif dapat dilakukan dengan simulasi Monte Carlo yang terfokuskan pada perhitungan perencanaan penjadwalan proyek. Tindakan mitigasi risiko juga diperlukan untuk mengatasi kemungkinan terjadinya risiko pada suatu pekerjaan proyek, terutama risiko dalam kategori dominan sehingga dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh pihak terkait. Maka perlu dilakukan identifikasi dan analisis risiko konstruksi pada pelaksanaan proyek. Sehingga proyek dapat bertahan dari kegagalan dan mencapai sasaran waktu yang diinginkan.

Manajemen Risiko

Flanagan dan Norman (1993), manajemen risiko adalah cara untuk mengidentifikasi dan mengukur seluruh risiko dalam suatu proyek atau bisnis sehingga dapat diambil keputusan bagaimana mengelola risiko tersebut.

Proses manajemen risiko proyek terdiri dari beberapa tahap, yaitu identifikasi risiko, analisis dan penilaian risiko, tanggapan serta pengendalian terhadap risiko. (Burke, 2000)

Analisis Risiko Kualitatif

Menurut Duffield dan Trigunaryah (1999), penilaian terhadap risiko suatu proyek dibagi dalam dua faktor, yaitu

- 1) *Probability*, kemungkinan (probabilitas) terjadinya risiko tersebut dan frekuensi kejadian.
- 2) *Impact*, ukuran dampak dari terjadinya risiko tersebut.

Analisis risiko secara kualitatif dapat menentukan risiko mana yang paling dominan dengan cara mengalikan frekuensi (*likelihood*) dengan konsekuensi (*consequence*) dari risiko yang telah diidentifikasi.

$$\text{Indeks Risiko} = \text{Frekuensi} \times \text{Dampak}$$

Tabel 1. Skala Frekuensi (*Likelihood*).

Skala	Tingkat Frekuensi	Keterangan
5	Sangat sering (<i>Frequent</i>)	Selalu terjadi pada setiap kondisi
4	Sering (<i>Probable</i>)	Sering terjadi pada setiap kondisi
3	Kadang-kadang (<i>Occasional</i>)	Terjadi pada kondisi tertentu
2	Jarang (<i>Remote</i>)	Kadang terjadi pada kondisi tertentu
1	Sangat jarang (<i>Improbable</i>)	Jarang terjadi, hanya pada kondisi tertentu

Tabel 2. Skala Frekuensi (*Likelihood*).

Skala	Tingkat Frekuensi	Keterangan
5	Sangat besar (<i>Catastrophic</i>)	Selalu terjadi pada setiap kondisi
4	Besar (<i>Critical</i>)	Sering terjadi pada setiap kondisi
3	Sedang (<i>Serious</i>)	Terjadi pada kondisi tertentu
2	Kecil (<i>Marginal</i>)	Kadang terjadi pada kondisi tertentu
1	Sangat kecil (<i>Negligible</i>)	Tidak berpengaruh

Berdasarkan nilai indeks risiko yang diperoleh dari hasil perkalian antara frekuensi (*likelihood*) dengan konsekuensi (*consequence*) risiko, maka disusun tingkat penilaian penerimaan risiko menurut Godfrey (1996).

Tabel 3. Matriks Tingkat Penerimaan Risiko (*Assessment of Risk Acceptability*).

Probability Factor	Frequent (5)	25	20	15	10	5
	Probable (4)	20	16	12	8	4
	Occasional (3)	15	12	9	6	3
	Remote (2)	10	8	6	4	2
	Improbable (1)	5	4	3	2	1
		Catastrophic (5)	Critical (4)	Serious (3)	Marginal (2)	Negligible (1)
		<i>Impact Factor</i>				

Keterangan :	
Unacceptable	Tidak dapat diterima, harus dihilangkan atau ditransfer
Undesirable	Tidak diharapkan, harus dihindari
Acceptable	Dapat diterima
Negligible	Dapat diabaikan

Analisis Risiko Kuantitatif

Analisis risiko secara kuantitatif adalah proses analisis dampak risiko dengan memberikan *rate* berupa angka terhadap variabel risiko yang

telah teridentifikasi. Proses analisis ini dapat dilakukan dengan simulasi Monte Carlo.

Metode Monte Carlo

Metode Monte Carlo adalah metode statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko maupun peluang serta mengevaluasi kemungkinannya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh suatu aktifitas terhadap durasi total proyek.

Pada suatu simulasi, model proyek dihitung berulang kali dengan input secara random dari suatu *probability distribution function* (pdf) yang dipilih untuk masing-masing pengulangan dari distribusi peluang atau probabilitas masing-masing variabel. *Probability distribution function* (pdf) digambarkan menggunakan tiga estimasi durasi, yaitu : Waktu yang paling optimis (*Optimistic Time*), Waktu yang paling mungkin (*Most Likely Time*), dan Waktu yang paling pesimis (*Pessimistic Time*)

Untuk menggambarkan aktifitas proyek dalam simulasi Monte Carlo dapat menggunakan distribusi *triangular*.

Hasil dari simulasi Monte Carlo, yaitu :

- 1) Distribusi statistik penyelesaian proyek.
- 2) Sensitivitas

Metode Monte Carlo merupakan sebuah metode ketidakpastian yang terkait dengan menggunakan model simulasi di komputer. *Crystal Ball (Oracle Ball)* dan *@Risk Software* adalah sebuah *spreadsheet add-ins* dalam Microsoft Excel yang menyediakan fasilitas untuk mengaplikasikan simulasi Monte Carlo.

METODE PENELITIAN

Berikut ini merupakan langkah-langkah penelitian :

1. Identifikasi Risiko

Variabel risiko pada kuisioner didapatkan dari data sekunder yang kemudian dilanjutkan dengan proses *brainstorming* dan wawancara bersama pihak responden yang mempunyai kompetensi untuk memberikan opini atas pertanyaan-pertanyaan dalam kuisioner, yaitu mengenai risiko yang terjadi serta frekuensi, konsekuensinya, dan tindakan mitigasinya.

2. Uji Instrumen Penelitian

Dalam uji instrumen penelitian terdapat 2 macam uji, yaitu uji Validitas untuk mengukur valid tidaknya suatu kuisioner dengan menggunakan program *Microsoft Excel* dan *SPSS (Statistical Product and Service Solutions)* dan uji

Reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi instrumen yang dalam hal ini kuisioner dengan menggunakan program *SPSS (Statistical Product and Service Solutions)*.

3. Analisis Risiko Kualitatif

Penilaian risiko dilakukan dengan cara mencari modus yang paling banyak terjadi. Selanjutnya nilai modus inilah yang nantinya digunakan untuk mengukur indeks risiko, yaitu perkalian antara frekuensi dan konsekuensi.

Tingkat penerimaan risiko dapat dihitung setelah nilai indeks risiko diketahui, yaitu hasil perkalian antara frekuensi (*likelihood*) dengan konsekuensi (*consequences*) risiko. Selanjutnya, dilakukan penyusunan tingkat penilaian penerimaan risiko pada Matriks *Assessment of Risk Acceptability (Tabel 3.)*.

Berdasarkan tingkat penerimaan risiko ini kemudian dilakukan evaluasi terhadap risiko yang memerlukan tindakan mitigasi dengan kriteria risiko yang bersifat *Unacceptable* (tidak dapat diterima) dan *Undisirable* (tidak diharapkan).

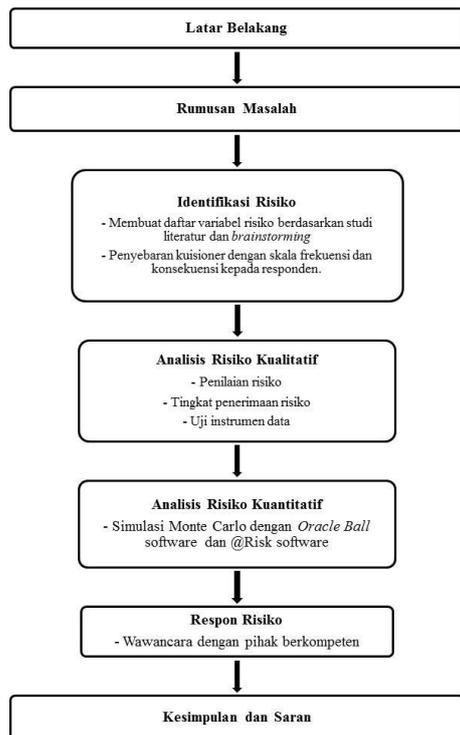
4. Analisis Risiko Kuantitatif

Tahap pertama yang dilakukan adalah menyusun ulang penjadwalan proyek menggunakan *Microsoft Excel* dengan tiga estimasi durasi, yaitu waktu yang paling optimis (*Optimistic Time*), waktu yang paling mungkin (*Most Likely Time*), dan waktu yang paling pesimis (*Pessimistic Time*). Durasi *most likely* diambil dari data penjadwalan proyek yang ditinjau. Durasi *optimistic* dan *pessimistic* ditentukan berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pihak proyek yang ditinjau. Selanjutnya, menghitung total durasi dari masing-masing kategori tersebut menggunakan *Microsoft Excel*.

Analisis risiko secara kuantitatif dilakukan menggunakan simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo diaplikasikan pada *spreadsheet add-ins* dalam *Microsoft Excel*, yaitu *Crystal Ball* dan *@Risk*.

5. Respon Risiko

Tindakan mitigasi risiko hanya dilakukan pada variabel risiko dengan kategori risiko dominan yang berdampak terbesar dan juga pada aktifitas proyek dengan nilai sensitivitas tinggi. Metode analisis yang digunakan adalah analisis statistika deskriptif, yaitu mendeskripsikan terlebih dahulu opini masing-masing responden kemudian dibuat kesimpulan penanganan atau respon risiko yang sesuai dengan risiko-risiko tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan berdasarkan penelitian-penelitian sejenis terdahulu, jurnal, dan literatur dan juga dengan melakukan investigasi lapangan dan wawancara serta diskusi dengan pihak yang berkompeten. Sehingga didapatkan total 117 variabel risiko yang teridentifikasi berdasarkan sumber risikonya.

Tabel 4. Prosentase Jumlah Variabel Risiko Berdasarkan Sumber Risiko.

No.	Risiko	Jumlah	(%)
A.	<i>Force Majeure</i>	9	7,69
B.	Material dan Peralatan	15	12,82
C.	Sumber daya manusia	13	11,11
D.	Kontraktual	11	9,40
E.	Pelaksanaan	34	29,06
F.	Desain dan Teknologi	15	12,82
G.	Manajemen	20	17,09
Total		117	100

Analisis Kualitatif Risiko

Dari data modus jawaban responden terhadap frekuensi kemungkinan risiko dapat disimpulkan frekuensi skala penilaian sebagai berikut,

1. Frekuensi skala 1 (sangat jarang) : 46 (39,32%)
2. Frekuensi skala 2 (jarang) : 37 (31,62%)

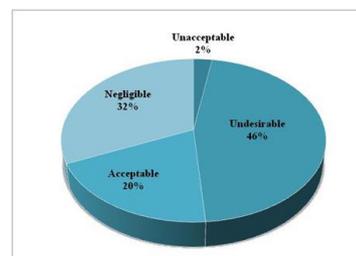
3. Frekuensi skala 3 (kadang-kadang) : 29 (24,79%)
4. Frekuensi skala 4 (sering) : 4 (3,42%)
5. Frekuensi skala 5 (sangat sering) : 1 (0,85%)

Dari data modus jawaban responden terhadap konsekuensi risiko dapat disimpulkan frekuensi skala penilaian sebagai berikut,

1. Frekuensi skala 1 (sangat kecil) : 37 (31,62%)
2. Frekuensi skala 2 (kecil) : 11 (9,40%)
3. Frekuensi skala 3 (sedang) : 47 (40,17%)
4. Frekuensi skala 4 (besar) : 17 (14,53%)
5. Frekuensi skala 5 (sangat besar) : 5 (4,27%)

Tingkat penerimaan risiko diperoleh dari hasil perkalian nilai modus antara frekuensi kemungkinan (*likelihood*) dengan konsekuensi (*consequences*) risiko. Maka, disusun tingkat penilaian penerimaan risiko (*acceptability of risk*), yaitu :

1. *Unacceptable* (tidak dapat diterima) : 3 risiko (2,56%)
2. *Undesirable* (tidak diharapkan) : 54 risiko (46,15%)
3. *Acceptable* (dapat diterima) : 23 risiko (19,66%)
4. *Negligible* (dapat diabaikan) : 37 risiko (31,62%)



Gambar 2. Grafik Tingkat Penerimaan Risiko.

Uji Instrumen Data

Pada uji validitas dengan *Microsoft Excel* diperoleh hasil, yaitu 108 variabel risiko *likelihood* adalah valid dan 112 variabel risiko *consequences* adalah valid. Sedangkan jumlah variabel risiko tidak valid adalah *likelihood* sebanyak 9 variabel risiko dan *consequences* sebanyak 5 variabel risiko.

Uji validitas menggunakan program SPSS dilakukan hanya pada variabel risiko yang sudah dinyatakan valid pada uji validitas sebelumnya dengan *Microsoft Excel*.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan program SPSS 2.3 dengan cara korelasi *Bivariate Pearson (Pearson Product Moment)*, diperoleh nilai koefisien korelasi setiap item pertanyaan diatas nilai *r product moment* (0,754, 2-tailed sig. 0,05). Maka, dapat disimpulkan bahwa 108 variabel risiko *likelihood* adalah valid, dan 112 variabel risiko *consequences* adalah valid.

Analisis Kuantitatif Risiko dengan Simulasi Monte Carlo

1. Distribusi penyelesaian proyek

Dari data durasi rencana penjadwalan proyek didapatkan nilai total durasi proyek adalah

- 1) Pada Proyek Pembangunan Gedung Baru FIA Tahap II oleh PT. Menara Agung Pusaka selama 130 hari, yaitu dimulai pada tanggal 22 Juli 2016 - 20 Desember 2016.
- 2) Pada Proyek Pembangunan Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, dan Gedung Baru PTIK Tahap III oleh PT. Nindya Karya selama 134 hari, yaitu dimulai tanggal 1-2 Juli 2016 kemudian dilanjutkan setelah libur lebaran yaitu tanggal 18 Juli 2016 - 17 Desember 2016.

Hasil dari simulasi Monte Carlo dengan program *Oracle Ball* dan *@Risk* software diperoleh nilai distribusi semua aktifitas pekerjaan proyek.

No.	Nama Proyek	Total Durasi		
		Total Durasi Semua Aktifitas (hari)	Oracle Ball (hari)	@Risk (hari)
1.	Proyek Pembangunan Gedung Baru FIA Tahap II oleh PT. Menara Agung Pusaka.	6.512	6.578,8	6.578,1
2.	Proyek Pembangunan Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, dan Gedung Baru PTIK Tahap III oleh PT. Nindya Karya.	13.422	13.531,9	13.532,3

Dengan menggunakan ratio antara hasil simulasi Monte Carlo dengan Perencanaan Proyek, maka untuk proyek Pembangunan Gedung Baru FIA Tahap II oleh PT. Menara Agung Pusaka didapat total durasi sebesar 128,68 hari. Sedangkan, untuk proyek Pembangunan Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, dan Gedung Baru PTIK Tahap III oleh PT. Nindya Karya adalah 132,91 hari.

2. Sensitivitas

Hasil dari simulasi Monte Carlo dengan program *Oracle Ball* dan *@Risk* software diperoleh nilai sensitivitas. Pekerjaan dengan nilai

sensitivitas tinggi diantaranya pekerjaan CCTV dengan *Oracle Ball* Software memiliki angka sensitivitas sebesar 0,16, artinya pengaruh aktivitas ini terhadap total durasi proyek adalah 16% dan pekerjaan *lift passenger* dengan *Oracle Ball* Software memiliki angka sensitivitas sebesar 0,19, artinya pengaruh aktivitas ini terhadap total durasi proyek adalah 19%.

Pekerjaan dengan nilai sensitivitas tinggi menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut mempunyai pengaruh yang besar terhadap durasi penjadwalan proyek, dengan kata lain keterlambatan pekerjaan dengan nilai sensitivitas tinggi akan mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan.

Respon Risiko

Mitigasi risiko dilakukan untuk risiko dalam dominan, yaitu kategori *Unacceptable* dan kategori *Undisirable* dan juga pada aktifitas pekerjaan yang memiliki sensitivitas yang tinggi.

Sebagai contoh tindakan mitigasi yang dilakukan untuk variabel risiko dalam kategori dominan seperti adanya *change order* adalah dengan melakukan perhitungan volume dan harga secara teliti, hasil perhitungan dikonsultasikan dengan pengawas dan *owner* untuk segera disetujui. Kemudian sebagai contoh lain tindakan yang dilakukan untuk variabel risiko ketepatan sasaran proyek pekerjaan konstruksi adalah dengan membuat *schedule* dan melaksanakannya sesuai target.

Alternatif respon risiko yang dilakukan untuk mengatasi aktifitas proyek yang memiliki sensitivitas tinggi, yaitu pekerjaan instalasi air conditioning (AC), pekerjaan CCTV, *lift passenger*, dan *passenger elevator lift.*, yaitu : membuat kontrak *forward* dengan penyedia tenaga kerja dengan batasan waktu tertentu sehingga pekerja harus bisa menyelesaikan pekerjaannya sesuai dengan batasan waktu yang telah disetujui sebelumnya, melakukan percepatan terhadap pekerjaan setelahnya, melakukan tindakan dini seperti pengawasan dan pengontrolan secara berkala oleh bagian *mechanical* dan *electrical engineering*, dan membuat cadangan genset.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Pada proyek pembangunan gedung baru di Universitas Brawijaya diperoleh 117 risiko yang teridentifikasi dimana setelah dilakukan analisis kualitatif, yaitu

tingkat penerimaan risiko. Analisis ini menunjukkan terdapat 3 (2,56%) risiko dalam kategori *Unacceptable* dan 54 (46,15%) risiko dalam kategori *Undesirable*. Sedangkan untuk kategori *Acceptable* sebanyak 23 (19,66%) risiko dan *Negligible* sebanyak 37 risiko (31,62%). Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 57 (48,72%) risiko dari total 117 risiko merupakan risiko dalam kategori *Major Risk* yang dapat mengganggu sasaran proyek berupa waktu.

2. Analisis risiko secara kuantitatif dilakukan menggunakan simulasi Monte Carlo menggunakan *Crystal Ball* software dan *@Risk* software. Pada simulasi Monte Carlo diperoleh distribusi probabilistik durasi umur proyek dan tingkat nilai sensitivitas. Dengan cara membandingkan hasil semua aktifitas pekerjaan proyek yang sudah didapat, maka untuk proyek Pembangunan Gedung Baru FIA Tahap II oleh PT. Menara Agung Pusaka didapat total durasi sebesar 128,68 hari dari total durasi rencana proyek adalah sebesar 130 hari. Sedangkan, untuk proyek Pembangunan Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, dan Gedung Baru PTIK Tahap III oleh PT. Nindya Karya adalah 132,91 hari dari total durasi rencana proyek adalah 134 hari. Berdasarkan simulasi Monte Carlo nilai sensitivitas tertinggi yang berpengaruh pada durasi total proyek pada proyek Pembangunan Gedung Baru FIA Tahap II adalah pekerjaan CCTV sebesar 16%. Sedangkan, pada pembangunan proyek Gedung Utama FEB Tahap IV, Gedung Pascasarjana FH Tahap IV, Gedung Baru FP Tahap III, dan Gedung Baru PTIK Tahap III adalah pekerjaan lift passenger sebesar 19%.
3. Pada penelitian ini tindakan mitigasi dilakukan pada risiko kategori dominan dan aktifitas pekerjaan dengan sensitivitas tinggi. Untuk 3 variabel risiko yang termasuk dalam kategori *unacceptable* dilakukan 5 tindakan mitigasi, salah satunya adalah tindakan mitigasi untuk risiko perubahan harga material yaitu dengan mengikat supplier/vendor dengan harga kontrak. Sedangkan untuk 54 risiko dengan kategori *undiserable* dilakukan 71 tindakan mitigasi, salah satunya untuk risiko perubahan spesifikasi material dilakukan tindakan mitigasi berupa

koordinasi dengan konsultan pengawas dan *owner*. Tindakan mitigasi risiko yang dimaksudkan adalah tindakan yang akan diambil bila variabel-variabel risiko tersebut terjadi pada saat pelaksanaan proyek.

Dari simulasi Monte Carlo didapatkan aktifitas proyek yang memiliki nilai sensitivitas tinggi diantaranya adalah pekerjaan CCTV dan *lift passenger*. Salah satu tindakan yang dilakukan bila pekerjaan ini terjadi adalah dengan membuat cadangan genset.

SARAN

Dalam Tugas Akhir ini tentunya masih terdapat kekurangan, untuk itu perlu diberikan saran antara lain :

1. Sebaiknya pada analisis kualitatif responden untuk kuisioner dapat diperbanyak sehingga menghasilkan data yang lebih akurat.
2. Sebaiknya perlu diadakan penelitian yang lebih lanjut mengenai identifikasi risiko terhadap sasaran proyek berupa biaya.
3. Simulasi Monte Carlo sebaiknya juga dilakukan untuk analisis biaya pada proyek sehingga dapat terintegasi dengan hasil analisis penjadwalan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Burke, P.J. 2006. *Contemporary Social Psychological Theories*. California: Stanford University Press.
- Clark, D. E. 1999. *Monte Carlo Analysis: Ten Years of Experience*. Technical Article - Roll of Risk Series. P. 40.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Jilid I & II. Yogyakarta: Kanisius.
- Duffield, C. & Trigunaryah, B. 1999. *Project Management Conception to Completion*. Australia: Engineering Education Australia (EEA).
- Flanagan, R. & Norman, G. 1993. *Risk Management and Construction*. Cambridge: University Press.
- Godfrey, P.S., Sir William Halcrow & Partners Ltd. 1996. *Control of Risk A Guide to Systematic Management Of Risk from Construction*. Westminster London : Construction Industry Research and Information Association (CIRIA).

- Halpin, D. W. & Woodhead, R. W. 1998. *Construction Management*. 2nd Edition. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Kerzner, H. 1995. *Project Management A System Approach to Planning Scheduling and Controlling*. 5th Edition. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Kurniawan, B. Y. 2011. *Analisa Risiko Kontruksi pada Proyek Pembangunan Apartemen Petra Square Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh November. Tugas Akhir – RC09 1380.
- Labombang, M. 2011. *Manajemen Risiko dalam Proyek Konstruksi*. Jurnal SMARTek. Vol. 9. No. 1. Februari 2011: 39–46.
- Mulholland, B. & Christian, J. 1999. *Risk Assessment in Construction Schedule*. Journal of Construction Engineering and Management.
- Norris, C., Perry, J. & Simon, P. 2000. *Project Risk Analysis and Management*. <http://www.eurolog.co.uk/apriskig/publications/minipram.pdf>. (diakses 19 Desember 2016)
- PMI (Project Management Institute, Inc). 2004. *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK)*. 4th Edition. USA.
- Radian Z. Hosen. *Prosedur Pelaksanaan Manajemen Risiko Proyek PT*. Rekayasa. Jakarta. Hal. 7-8.
- Riza. 2012. *Pengelolaan Resiko pada Pelaksanaan Proyek Jalan Perkerasan Lentur PT X dalam Rangka Meningkatkan Kinerja Mutu Proyek*. Universitas Indonesia. 291/FT.01/Tesis/02/2012.
- Saputra, I. G. N. O. 2005. *Analisis Risiko Pada Pembangunan Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Soeharto, I. 2001. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soemarno, M. S. 2007. *Risiko Pembangunan Lalan dan Analisisnya Laboratorium PPJP Jurusan Tanah*. Malang.
- Tjakra, J. & Sangari, F. 2011. *Analisis Resiko Pada Proyek Konstruksi Perumahan Di Kota Manado*. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 1. No. 1. ISSN 2087-9334 (29-37).
- Widawati, E. N. 2011. *Risiko Kegagalan Bangunan dari Aspek Manajemen Proyek Konstruksi*. Universitas Indonesia.
- Wideman, R. M. 1992. *Project and Program Risk Management : A Guide to Managing Project Risk and Opportunities*. PMI