



Studi Kasus Keterlambatan Proyek Kapal Bangunan Baru Kapal Perintis *Type* 1200 GT Berbasis Manajemen Risiko Di PT. JMI

Rizki Rizcola¹⁾, Untung Budiarto¹⁾, Hartono Yudo¹⁾

¹⁾Laboratorium Kontruksi

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*}e-mail : Rizkirizcola@gmail.com ; Untungb@undip.ac.id ; hartono.yudo@yahoo.com

Abstrak

Pengerjaan proyek pembangunan kapal bangunan baru sering terjadi keterlambatan pada jadwal akibat risiko-risiko yang berpengaruh. Maka dibutuhkan analisa risiko dan mitigasi dalam manajemen risiko proyek. Proyek pembangunan kapal perintis *type* 1200 GT di PT Janata Marina Indah Semarang, dalam pengerjaannya pembangunan tersebut di ketahui mengalami delay selama 40 hari dari perencanaan pembangunan selama 882 hari. Dalam penelitian ini dibutuhkan main schedule dari pembangunan kapal tersebut, kemudian dilakukan penilaian risiko dengan mengidentifikasi dan verifikasi risiko pada proyek pembangunan kapal perintis 1200 GT. Dengan menggunakan metode Monte Carlo dan Software Primavera Risk Analyst, penelitian kali ini bertujuan untuk mendapatkan hasil berupa peringkat risiko, persentase perkiraan keberhasilan suatu proyek terhadap schedule proyek dan aktivitas sensitif serta mitigasi risiko atau respon terhadap proyek bangunan baru kapal perintis 1200 GT. Kemudian hasil menunjukkan nilai persentase keterlambatan sebesar 4,54 % dengan delay atau keterlambatan selama 40 hari dari target pembangunan yang dicapai adalah 922 hari. Serta didapatkan 12 risiko yang berpengaruh dalam pengerjaan proyek pembangunan kapal baru perintis 1200 GT dengan tingkatan 1 risiko kategori ekstim, 4 risiko kategori tinggi, 4 risiko kategori sedang dan 3 risiko kategori rendah. Risiko yang paling berpengaruh pada pengerjaan proyek tersebut yaitu keterlambatan pada supply material, perbaikan atau revisi karena rekomendasi setelah pengerjaan dan kebutuhan tenaga kerja.

Kata Kunci : Manajemen Risiko, Simulasi Monte Carlo, Kapal Perintis 1200GT, Keterlambatan Proyek, Primavera Risk Analyst

1. PENDAHULUAN

Kegiatan suatu proyek pembangunan adalah suatu kegiatan yang jelas kapan mulai dan kapan selesai, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksud untuk menghasilkan produk. Pengerjaan suatu proyek dimulai dari perencanaan (*planing*), penyusunan jadwal (*scheduling*) dan pengendalian (*monitoring*) untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan [1-2].

Risiko proyek merupakan suatu peristiwa atau kondisi yang tidak pasti, jika terjadi memiliki pengaruh yang positif ataupun negatif pada tujuan proyek. Setiap risiko memiliki penyebab dan jika terjadi dapat membawa konsekuensi atau dampak pada biaya yang akan bertambah atau jadwal yang akan mengalami keterlambatan [3].

Berdasarkan jurnal penelitian mengenai keterlambatan proyek berdasarkan manajemen risiko antara lain penelitian oleh Alvian. S yang menganalisa keterlambatan pembangunan kapal perintis *type* 2000 GT di PT. Janata Marina Indah didapat 16 risiko yang berpengaruh, ketepatan proyek pembangunan tersebut on target hanya memiliki peluang 3% dan risiko yang paling berpengaruh pada keterlambatan proyek yaitu supply material, rendahnya performance alat kerja, kebutuhan tenaga kerja dan kemampuan financial galangan [4], lalu berdasarkan jurnal penelitian sebelumnya dengan judul penilaian operasional pekerjaan pembangunan kapal di PT. Adiluhung didapat sumber risiko yaitu keterlambatan suplai material, peralatan (*crane*) yang tidak sesuai kebutuhan, faktor cuaca yang mengganggu

pekerjaan terbuka, pekerjaan karena menyesuaikan dengan keinginan owner dan pihak klasifikasi. Faktor-faktor risiko tersebut yang menjadi faktor utama keterlambatan jadwal proyek pembangunan kapal di PT. Adiluhung [5], dan juga hasil analisa dari jurnal penelitian mengenai analisa risiko proses pembangunan kapal baru 3500 LTDW *white product oil tanker* – Pertamina di PT. Dumas Tajung Perak Surabaya didapatkan 12 sumber risiko, baik itu internal maupun eksternal yaitu terdiri dari 3 kejadian risiko dari keterlambatan dalam desain dan perencanaan, 2 kejadian risiko dari keterlambatan dalam *supply material/ewuipment* dan 7 kejadian risiko dari keterlambatan proses produksi. Sumber risiko yang memerlukan prioritas penanganan yaitu pekerjaan perbaikan/revisi karena penyesuaian permintaan dari pemilik kapal dan pihak klasifikasi [6].

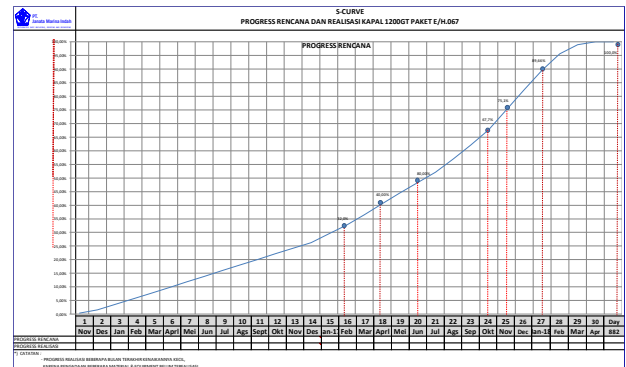
Pembangunan kapal bangunan baru KM. Sabuk Nusantara 92 perintis 1200 GT di PT. Janata Marina Indah Semarang mengalami keterlambatan 40 hari dari rencana berdasarkan s-curve rencana dan realisasi. Berdasarkan hal tersebut penulis mengadakan penelitian terhadap proyek pembangunan kapal bangunan baru *type* perintis 1200 GT di galangan PT. Janata Marina Indah.

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, adapun tujuan yang menjadi pokok bahasan pada penelitian ini adalah mengidentifikasi risiko-risiko yang mempengaruhi durasi pengerjaan pada proyek, melakukan analisa risiko untuk memperoleh keberhasilan tercapainya durasi schedule yang direncanakan, mengetahui aktivitas-aktivitas yang paling sensitif terhadap keterlambatan pada proyek dan menentukan respon terhadap risiko yang terjadi.

2. METODE

Objek pada penelitian ini yaitu *main schedule* dari proyek pembangunan kapal Perintis 1200 GT di PT. Janata Marina Indah. Dari *main schedule* yang di dapat serta risiko yang telah teridentifikasi dan terverifikasi pada proyek maka akan di analisa dengan mengintegrasikan aktivitas pada jadwal. Sehingga rancangan kontrak pembangunan kapal tersebut yang memiliki durasi 882 hari, akan di ketahui mengalami delay atau on-time dari di lakukannya analisa monte carlo dengan menggunakan software primavera risk analyst.

Data primer yang berupa *main schedule* yang di dapat dari galangan, data nilai probabilitas dan dampak keterlambatan diperoleh dari hasil kuesioner dengan karyawan di PT. Janara Marina Indah dengan melakukan survey serta wawancara langsung.



Gambar 1. Data Main Schedule Kapal Perintis 1200 GT.

2.1. Monte Carlo

Metode Monte Carlo merupakan metode yang di gunakan dalam mengidentifikasi risiko atau peluang serta digunakan untuk mengevaluasi dari kemungkinannya untuk mengetahui berapa besar pengaruh suatu peristiwa atau aktivitas terhadap durasi proyek. [7]

Metode monte carlo adalah metode yang digunakan dalam memodelkan dan menganalisa sistem yang mengandung resiko dan ketidakpastian. Pada bidang manajemen proyek, simulasi Monte Carlo dapat menjadi alat yang handal bagi manajer proyek dalam menganalisa risiko dan ketidakpastian yang umum terjadi dalam pebiayaan proyek. Hasil simulasi Monte Carlo dapat membantu manajer proyek dalam menentukan eskpektasi pembiayaan yang realistis. [8]

Validasi hasil simulasi dilakukan dengan rnnggunakan rata -rata dari Persentase Kesalahan Absolut Rata- Rata (Mean Absolute Percentage Error- MAPE). Jika MAPE < 25% maka hasii simulasi dapat diterima secara memuaskan, sebaliknya jika MAPE > 25% maka hasil simulasi kurang memuaskan (Makridakii, Wheelwright, and McGee, 1983). [9]

$$MAPE = \sum \frac{|Y_i - A_t|}{A_t} \times 100\%$$

Dimana, Y_i = hasil simulasi pada waktu ke -t , A_t = data aktual pada waktu ke -t .

2.2. Identifikasi dan Verifikasi Risiko

Identifikasi dan verifikasi risiko adalah tahap awal dalam melakukan evaluasi terhadap schedule proyek yang akan di analisa. Tahap ini dilakukan dengan cara observasi dan wawancara terhadap pihak galangan khususnya dengan kepala proyek dan karyawan yang menangani proyek bangunan baru kapal perintis 1200 GT di PT. Janata Marina Indah.

2.3. Indeks Nilai Probabilitas Risiko

Nilai probabilitas adalah nilai yang mewakili besar kemungkinan terjadinya risiko terhadap aktivitas pada pekerjaan suatu proyek.

Tabel 1. Indeks Nilai Probabilitas Risiko

Indeks		Probabilitas	
1	Hampir Tidak Mungkin terjadi	0%-10%	Rare
2	Jarang Terjadi	11%-30%	Unlikely
3	Bias Terjadi	31%-50%	Moderate
4	Sangat Mungkin Terjadi	51%-70%	Likely
5	Hampir Pasti Terjadi	71%-90%	Almost Certain
6	Pasti Terjadi	91%-100%	Definitetly

2.4. Indeks Akibat Dampak Risiko

Indeks akibat dampak risiko adalah penambahan waktu yang mengakibatkan keterlambatan pada suatu proyek. Mengacu pada ketentuan PMBOK 6th Edition, 2017 [2]. Penentuan nilai berdasarkan olah data yang diambil dengan cara observasi dan wawancara untuk mendapatkan nilai tersebut.

Tabel 2. Indeks Akibat Dampak Risiko

Indeks Impact Scale					
Time	Insignificant Time increase	Minor <5% time increase	Moderate 5-10% time increase	Significant 10%-20% time increase	Catastrophic >20% time increase

2.5. Indeks Matrik Risiko

Matriks Risiko adalah matriks yang digunakan selama *risk assesment* untuk menentukan berbagai berbagai tingkatan risiko sebagai produk dari kategori probabilitas bahaya atau keparahan.

Likelihood	Consequences				
	Insignificant	Minor	Moderate	Significant	Catastrophic
	1	2	3	4	5
6. Definitely	M	H	E	E	E
5. Almost Certain	M	H	E	E	E
4. Likely	M	H	H	E	E
3. Moderate	L	M	H	H	E
2. Unlikely	L	L	M	H	H
1. Rare	L	L	L	M	M

Gambar 2. Matriks Risiko

Keterangan :

- L : Risiko Rendah
- M : Risiko Medium
- H : Risiko Tinggi
- E : Risiko Sangat Tinggi

2.6. Analisa Metode Monte Carlo Dengan Software Primavera Risk Analyst

Primavera *Risk Analysis* adalah *software scheduling / penjadwalan proyek* yang dapat digunakan untuk menganalisa deterministik dari jadwal suatu proyek. Dengan menggunakan metode monte carlo dengan 1000 iterasi dikarenakan metode monte carlo adalah metode yang memunculkan bilangan acak untuk memeriksa permasalahan [10].

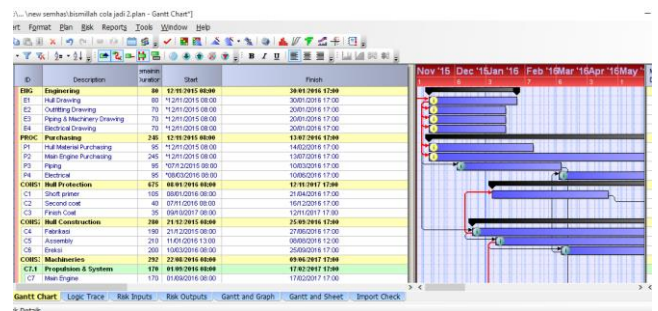
Pada tahap ini main schedule di modelkan dalam software, dan kemudian dilakukan input risiko serta nilai yang akan di jadikan ukuran yaitu indeks probabilitas dan indeks dampak akibat risiko. Disetiap aktivitas pada pekerjaan akan di integrasikan terhadap risiko yang sesuai dan terjadi pada lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Menggunakan Software Primavera Risk Analyst

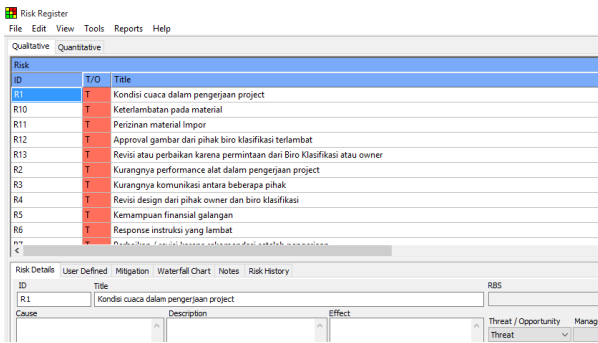
Tahap yang harus di kerjakan dalam simulasi monte carlo pada software primavera risk analyst adalah sebagai berikut :

- 1) Membuat *Schedule Gant Chart*
Data *main schedule* dibawah ini diperoleh dari PT. Janata Marina Indah Semarang, data dimodelkan pada *software primavera risk analyst*.



Gambar 3. Scheduling pada software

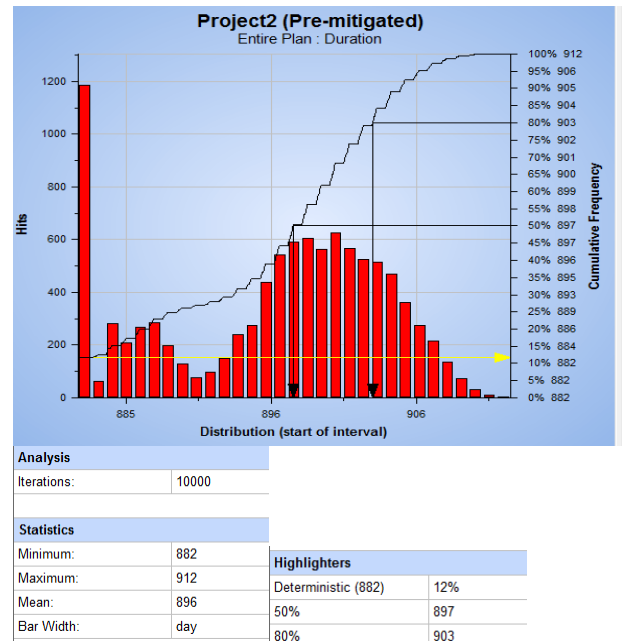
- 2) Input Kejadian Risiko
Memasukan data risiko yang telah teridentifikasi dan terverifikasi ke *software* pada *risk register*.



Gambar 4. Input risiko pada risk register

- 3) Menyusun kriteria penilaian kualitatif pada risk register. Pengaturan nilai probabilitas dan nilai dampak berdasarkan data yang di dapat dari literatur dan wawancara pada software.
- 4) Pemetaan Risiko dan Input Nilai Risiko Pemetaan risiko terhadap aktivitas pekerjaan atau wbs (work breakdown structure), dan input nilai probabilitas serta dampak terhadap waktu pekerjaan.
- 5) Build Impact Risiko Risiko yang telah di atur, melalui build impact risiko terintegrasi dengan main schedule yang telah di modelkan. Sehingga risiko akan mempengaruhi aktivitas dalam schedule untuk langkah selanjutnya dilakukan running.
- 6) Running Software Simulasi Monte Carlo Setelah itu dilakukan running simulasi monte carlo dengan percobaan 10.000 kali percobaan. Karena prinsip metodenya adalah menurunkan secara acak variabel - variabel tidak pasti secara berulang dengan minimal 1000 kali iterasi atau percobaan simulasi model dan dalam penelitian kali ini variabel risiko yang mempengaruhi time delay.

monte carlo ditampilkan grafik distribusi. Sumbu x pada grafik tersebut menunjukkan durasi penyelesaian dan dua buah sumbu y masing-masing menunjukkan jumlah data hasil iterasi yang menghasilkan durasi tertentu dan frekuensi kumulatif.

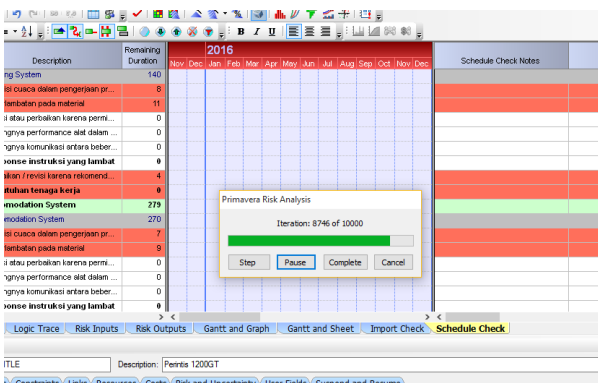


Gambar 6. Peluang Hasil Tercapainya Proyek

Berdasarkan gambar 6, setelah di lakukan simulasi monte carlo pada software primavera risk analyst didapatkan bahwa pembangunan kapal perintis 1200 GT PT. Janata Marina Indah yang ditargetkan selesai 882 hari diperkirakan memiliki peluang pekerjaan on-time sebesar 12% selesai selama 912 hari dengan peluang 100%, durasi 903 hari dengan peluang 80% , durasi 897 hari dengan peluang 50%.

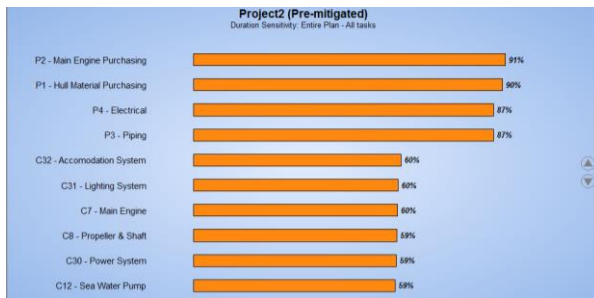
3.2. Aktifitas Sensitif Akibat Risiko

Aktivitas sensitif ini merupakan jalur kritis yang disebabkan oleh risiko yang mempengaruhi time schedule dari proyek pembangunan kapal tersebut. Pada aktivitas pekerjaan yang didapat setelah melakukan analisa dan mendapatkan hasil aktivitas yang merupakan jalur kritis sebagai berikut :



Gambar 5. Running software Simulasi Monte Carlo

- 7) Hasil Analisa Dari hasil analisa menggunakan software primavera risk analyst dengan metode simulasi



Gambar 7. Aktifitas Sensitif Akibat Risiko

Berdasarkan analisa dengan *software* didapatkan tornado *graph* berupa aktifitas sensitif pada pengerjaan proyek kapal bangunan baru *type* perintis 1200 GT dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Aktifitas Sensitif Dalam Proyek

No.	Aktifitas	Resiko Kejadian
1	Main engine purchasing	91%
2	Hull material purchasing	90%
3	Piping	87%
4	Electrical	87%
5	Accomodation system	60%
6	Lightning system	60%
7	Main Engine	60%
8	Propeller & Shaft	59%
9	Power System	59%
10	Bilge & Ballast Pump	59%

Berdasarkan tabel 3 main engine purchasing, hull material purchasing, piping purchasing dan electrical pruchasing merupakan aktifitas paling sensitif dalam proyek.

Tabel 4. Skenario Analisa Software

No	Skenario	50%	80%	Deterministik (882)
1	Risiko tetap dan Perencanaan hari pada purchase tetap	898	903	12%
2	Peringkat 1 risiko dihilangkan	894	900	20%
3	Peringkat 1 dan 2 risiko dihilangkan	893	899	25%
4	Perencanaan material <i>purchase</i> di kurangi 5 hari	892	898	21%
5	Perencanaan material <i>purchase</i> di kurangi 10 hari	888	893	28%

Pada tabel 4 jika analisa software dilakukan dengan menghilangkan risiko paling tinggi maka di dapatkan deterministik sebesar 20%, lalu jika menghilangkan 2 risiko paling tinggi maka didapatkan detesministik 25%, jika analisa software dilakukan dengan mengurangi jadwal hari pada perencanaan sebesar 5 hari maka didapatkan deterministik sebesar 21% dan jika mengurangi 10 hari dari faktor perencanaan maka didapatkan deterministik sebesar 28%.

3.3. Matrik Risiko

Hasil tingkatan risiko-risiko pada pengerjaan proyek kapal perintis 1200 GT sebagai berikut :

Likelihood	Consequences				
	Insignificant 1	Minor 2	Moderate 3	Significant 4	Castrophic 5
6. Definitely					
5. Almost Certain					
4. Likely			R5		
3. Moderate		R4	R2, R8	R11	R10
2. Unlikely		R9, R12	R2, R8	R1, R7, R13	
1. Rare		R6		R3	

Gambar 8. Hasil Petaan Matriks Risiko

Berdasarkan analisa risiko pada proyek kapal Perintis 1200 GT di PT. Janata Marina Indah Semarang. Didapakan 12 risiko yang berpengaruh dengan tingkatan 1 risiko kategori ekstim, 4 risiko kategori tinggi, 4 risiko kategori sedang dan 3 risiko kategori rendah.

3.4. Peringkat dan Mitigasi Risiko

Tabel 5. Peringkat dan Mitigasi Risiko

Peringkat Risiko	Kejadian Risiko	Kategori Risiko	Mitigasi Risiko
1	Keterlambatan pada supply material	Ekstrim	Melakukan pengecekan inventori gudang serta monitoring <i>purchase order</i> .
2	Perbaikan revisi karena rekomendasi setelah pengerjaan	High	Melakukan koordinasi kembali dengan divisi terkait perihal penyempurnaan pengerjaan
3	Kebutuhan tenaga kerja	Medium	Melakukan planing terhadap kebutuhan subcontractor tiap pekerjaan dan dilakukannya overtime work
4	Kondisi cuaca dalam pengerjaan project	High	Pemasangan tenda/pelindung atau dilakukannya reschedule pekerjaan
5	Revisi atau perbaikan karena permintaan dari biro klasifikasi atau owner	High	Melakukan perencanaan ulang terkait permintaan dan dilakukannya overtime
6	Kemampuan finansial galangan	High	Melakukan koordinasi dan komunikasi terhadap pihak yang terkait dengan purchasing dan order
7	Kurangnya perfrmance alat dalam pengerjaan proyek	Medium	Adanya maintenance rutin dan terjadwal
8	Kurangnya komunikasi	Medium	Perlu adanya koordinasi dan komunikasi tiap divisi

	antara beberapa pihak		yang dilakukan dalam hal teknis maupun non teknis
9	Revisi deign dari pihak owner dan biro klasifikasi	Medium	Koordinasi terkait perencanaan gambar dengan owner dan biro
10	Keterlambatan dalam pengerjaan design	Low	Melakukan koordinasi dengan tiap divisi agar tiap detail design
11	Respon intruksi yang lambat	Low	Perlu adanya koordinasi dan komunikasi tiap divisi dan monitoring terjadwal
12	Approval dari pihak biro klasifikasi	Low	Koordinasi dengan pihak klasifikasi atau pengerjaan desain selesaikan lebih awal

Berdasarkan tabel 5 hasil analisa dilakukan dengan metode observasi dan wawancara dengan pihak galangan maka didapatkan hasil peringkat dan mitigasi atau respon risiko.

Mitigasi risiko adalah langkah serta solusi yang direncanakan untuk mengurangi dampak dari efek yang disebabkan oleh risiko atau bisa dikatakan sebagai respon upaya meminimalisir akibat risiko yang terjadi. Prosedur mitigasi dapat dilakukan dengan menghindari dari risiko (*risk avoid*), memindahkan risiko (*risk transfer*), mengurangi peluang atau dampak yang terjadi (*risk mitigate*), menahan risiko (*risk retain*), serta menerima risiko (*risk accept*). [5]

3.5. Menentukan Pengukuran Keberhasilan Proyek Peringkat dan Mitigasi Risiko

Validasi hasil simulasi dilakukan dengan menggunakan rata-rata dari Persentase Kesalahan Absolut Rata-Rata (Mean Absolute Percentage Error- MAPE). Jika $MAPE < 25\%$ maka hasil simulasi dapat diterima secara memuaskan, sebaliknya jika $MAPE > 25\%$ maka hasil simulasi kurang memuaskan (Makridakii, Wheelwright, and McGee, 1983). [11]

$$MAPE = \frac{Time\ Delay}{Time\ Project} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{40\ day}{882\ day} \times 100\%$$

$$MAPE = 4,54\ \%$$

Dengan persentase keterlambatan sebesar 4,54 % dari target pembangunan yang dicapai adalah 882 hari, proyek mengalami delay akibat adanya risiko selama 40 hari dan proyek diperkirakan selesai dalam 922 hari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pada keterlambatan proyek pembangunan kapal perintis 1200 GT di PT. Janata Marina Indah Semarang, didapatkan kesimpulan sebagai berikut : 1) Analisa proyek pembangunan kapal baru perintis 1200 GT di PT. Janata Marina Indah didapatkan 12 risiko yang berpengaruh pada proyek dengan 1 risiko kategori *ekstrim*, 4 risiko kategori *high*, 4 risiko kategori *medium*, 3 kategori *low*. 2) Berdasarkan analisa proyek dengan risiko yang diterima pada pengerjaan pembangunan proyek kapal perintis 1200 GT di PT. Janata Marina Indah yang diperkirakan selesai dalam kurun waktu 882 hari hanya memiliki peluang keberhasilan sebesar 12%. Proyek memiliki presentase keterlambatan sebesar 4,54% dari target yang direncanakan selama 882 hari, proyek mengalami delay akibat adanya risiko selama 40 hari dan proyek diperkirakan selesai dalam 922 hari. 3) Risiko yang paling berpengaruh pada pengerjaan proyek tersebut yaitu keterlambatan pada supply material, perbaikan atau revisi karena rekomendasi setelah pengerjaan dan kebutuhan tenaga kerja. 4) Mitigasi risiko dapat dilakukan dengan perencanaan yang telah dilakukan terhadap risiko yang terjadi, sehingga dapat meminimalisir dampak dari adanya risiko pada proyek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan jurnal penelitian ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung atau tidak langsung membantu penulis. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan penelitian tugas akhir ini. Kepada pimpinan beserta jajaran PT. Janata Marina Indah Semarang, dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, bantuan serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *A Guide To The Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), 6th Edition. USA : PMO (*Project Management Institute, Inc*). 2017.
- [2] *A Guide To The Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), 1th Edition. USA : PMO (*Project Management Institute, Inc*). 2000.
- [3] B. Santosa, *Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.

- [4] R. A. Santosa, "Evaluasi Schedule Penyebab Keterlambatan Pada New Ship Building Project Berdasarkan Manajemen Risiko Studi Kasus Kapal Perintis 1200 GT" *kapal; Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, vol 6 no 3 juli, 2018.
- [5] Y. Sulistyana, "Penilaian Risiko Operasional Pekerjaan Bangunan Kapal Baru Di PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia Menggunakan Metode Matrik Risiko," *ITATS*, 2017.
- [6] M. Basuki and B. Chairunnisak, "Analisa Risiko Proses Pembangunan Kapal Baru 3.500 LTDW White Product Oil Tanker – Pertamina Di PT. Dumas Tanjung Perak Surabaya," *Jurnal Neptunus*, 2012.
- [7] A. Imansari, "Analisa Risiko Berdasarkan Aspek Waktu Dengan Metode Monte Carlo Pada Proyek Gedung Baru Di Universitas Brawijaya" *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, vol 1 no 1, 2017.
- [8] A. Fadjar, "Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek," *SMARTek*, Vol 6 No 4 November, 2008.
- [9] Universitas Gunadarma, 2013. <http://cilduk619.blogspot.co.id/2013/04/simulasi-montecarlo.html> [Online]. [Diakses 18 Agustus 2019]
- [10] Oracle, Primavera. 2013. *Primavera Risk Analyst*. <http://www.oracle.com/us/industries/oil-and-gas/019366> [Online]. [Diakses 18 Agustus 2019]