

MITIGASI RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK PERBAIKAN TANGKI MINYAK MENTAH DI DURI DENGAN SIMULASI MONTE CARLO

Arvin¹, Ari Sandhyavitri¹ dan Muhammad Ikhsan¹

¹Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Jl. Mucthar Luthfi, Pekanbaru, 28293, Indonesia

E-mail : *arvin.thamsir@gmail.com*

ABSTRAK

Pekerjaan pada jalur kritis (*critical path*) berpotensi terjadinya keterlambatan penyelesaian proyek. Pekerjaan kritis mempunyai risiko dominan dan berpengaruh pada pekerjaan berikutnya jika terlambat memulai dan menyelesaikan pekerjaan tersebut. Proyek perbaikan tangki memiliki serangkaian pekerjaan *critical path* yang berisiko tinggi. Perlunya daftar risiko yang teridentifikasi pada perencanaan skedul sebuah proyek, membantu manajemen proyek dalam meminimalisir keterlambatan waktu pekerjaan sebuah proyek. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi, menganalisis dan melakukan mitigasi terhadap faktor risiko keterlambatan pada proyek perbaikan tangki minyak yang berlokasi di Duri Kabupaten Bengkalis. Dari hasil identifikasi terdapat 29 faktor risiko yang menyebabkan keterlambatan proyek. Setelah dilakukan pengelompokan level risiko, teridentifikasi 8 faktor risiko dengan kategori level tinggi dan dominan yang sangat mempengaruhi dan berdampak secara signifikan terhadap keterlambatan proyek diantaranya faktor keselamatan kerja pada saat konstruksi, kekurangan sumber daya manusia yang berpengalaman, banyaknya pekerjaan *critical path*, pengalaman kontraktor, ketersediaan peralatan konstruksi yang terbatas, proses memperoleh izin kerja harian yang terkendala, kurangnya pengawas yang berkualitas, dan kurangnya koordinasi antar tim yang terlibat. Berdasarkan faktor-faktor risiko diatas, proyek telah mengalami keterlambatan selama 257 hari kerja. Setelah dilakukan mitigasi risiko, dengan asumsi nilai besaran risiko berkurang hingga 25%, dengan simulasi monte carlo untuk mengestimasi total waktu penyelesaian proyek dengan program *@Risk for Excel* diperoleh hasil bahwa proyek mengalami percepatan waktu sebesar 17,34%. Simulasi monte carlo dengan program *@Risk* mampu mengestimasi total durasi pelaksanaan proyek untuk memperoleh hasil yang mendekati akurat.

Kata Kunci : *mitigasi risiko, keterlambatan proyek, simulasi monte carlo*

ABSTRACT

Activities on the critical path have potential to delay the completion of a project. Critical path has a dominant risk and influential on the next job if it is late to start and finish. Activities on tank repair projects has a series of critical path of high-risk. It need to register risks to identified schedule of a project, greatly helps project management to minimizing the delay in the time a project activities. The objectives of this research are to identify, analyze and mitigate the risk factors for delays in the tank repair project located in Duri, Bengkalis Regency. As are results of identification there are 29 risk factors that cause project delays. After the risk level grouping analysis is carried out, 8 higher and dominant level risk factors are generated which greatly influence and significantly affect project delays including work safety factors during construction, lack of experienced human resources, critical path work, contractor experience, limited equipment availability, process of obtaining constrained daily work permits, lack of qualified supervisors, and lack of coordination between the teams involved. Based on risk factors, the project has experienced a delay of 257 working days. After risk mitigation is carried out, assuming the value of the risk amount is reduced about 17,34%, it is carried out using Monte Carlo simulation to estimate total time of completion of the project using @Risk program. Monte Carlo simulation using program @Risk for Excel able to estimate total duration of the project to get accurate results.

Keywords : risk mitigation, time delay of project, monte carlo simulation.

PENDAHULUAN

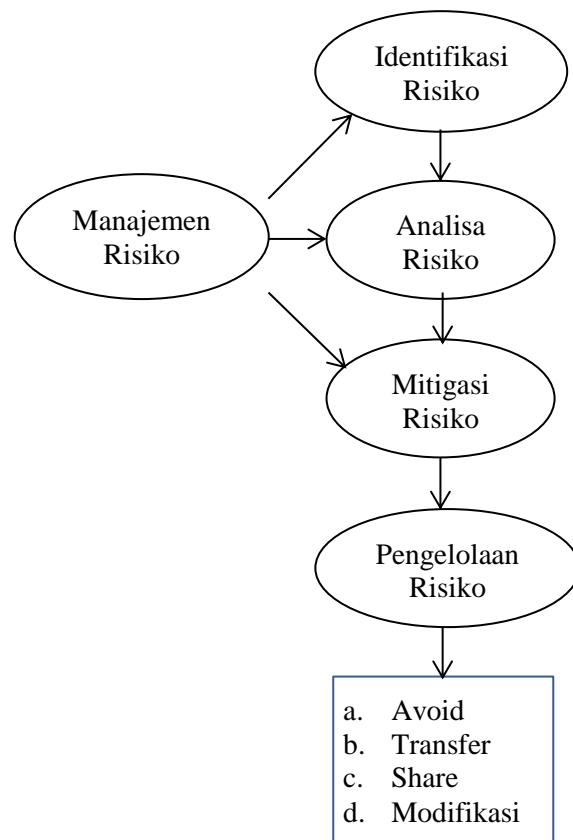
Proyek perbaikan tangki minyak adalah pekerjaan penggantian sebagian struktur tangki yang telah mengalami korosi dan penipisan ketebalan pelat yang meliputi pekerjaan *tank cleaning* sisa minyak dan sedimentasi di dalam tangki, penggantian pondasi *ringwall* tangki, *bottom plate tank*, shell, *Center column* dan atap tangki. Dalam masa pengerjaannya proyek telah mengalami keterlambatan selama 257 hari kerja.

Banyak faktor penyebab keterlambatan yang tidak tertangani dengan tepat, seringnya terjadi keterlambatan pekerjaan karena tidak tersedianya material di lapangan sehingga pekerjaan menjadi tertunda, kurangnya koordinasi antar tim kerja membuat pekerjaan tidak efektif, tidak lengkapnya dokumen izin kerja yang mengakibatkan izin kerja harian lambat mendapat persetujuan dari pemilik fasilitas merupakan sebagian kecil penyebab terlambatnya pekerjaan proyek. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi kegiatan yang berada di jalur kritis, mengidentifikasi faktor risiko dan mengklasifikasikan berdasarkan tingkat risiko tinggi, sedang dan rendah serta mensimulasi total waktu pelaksanaan proyek akibat keterlambatan yang terjadi setelah dimitigasi.

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Nasrul, 2015).

Jaringan pekerjaan yang berada di jalur kritis merupakan jalur yang paling menentukan dalam menyelesaikan proyek dimana memiliki aktivitas-aktivitas dengan jumlah waktu pelaksanaan paling lama. Dalam metode jalur kritis atau yang lebih dikenal *Critical Path methode* (CPM) dapat mendayagunakan manajemen waktu proyek menjadi lebih efisien dan efektif (Danniyanti, 2010)

Manajemen risiko merupakan suatu sistem pengawasan risiko. Manajemen risiko menyoroti berbagai tindakan, mengidentifikasi (*Risk Identification*), menilai (*Risk Assessment*), pengontrolan dan meminimalkan risiko (*Risk minimize and control*) yang mungkin terjadi (Project Management Institute, 2013). Tujuan diadakannya manajemen risiko dalam penilaian proyek adalah untuk suatu proses evaluasi pengoptimalan tujuan dari sasaran proyek. Pendekatan yang diambil dari penilaian proyek membantu manajer proyek dalam proses pengambilan keputusan (Sandhyavetri, 2009).



Gambar 1. Proses Manajemen Risiko

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa tahap awal dari proses manajemen risiko adalah identifikasi faktor risiko dan dilanjutkan analisa risiko. Renaldi (2014) telah mengidentifikasi ada 39 variabel risiko (risk event) yang mempengaruhi keterlambatan pada proyek pembangunan tangki Pertamina di Tuban dengan mengelompokkannya menjadi 6 risiko ekstrim, 11 risiko tinggi dan 22 risiko rendah.

Tujuan dari analisis risiko adalah menambah pemahaman lebih dalam tentang risiko agar dapat menekan konsekuensi-konsekuensi buruk dari dampak yang timbul dengan memperkirakan tingkat risiko yang mungkin terjadi. Risiko dianalisis secara kualitatif maupun kuantitatif (Labombang, 2012).

Cara menghitung Indeks risiko :

Nilai Besaran Risiko = Frekuensi x Dampak

Simulasi *Monte Carlo* dapat menerjemahkan ketidakpastian/risiko secara spesifik pada tingkat detail yang mempunyai dampak potensial pada sasaran/kinerja proyek, mengkuantifikasi akibat-akibat dari risiko dan ketidakpastian yang umum terjadi dalam jadwal dan biaya sebuah proyek (Fadjar, 2008). Pada simulasi, model proyek dihitung berulang kali dengan input secara random dari *probability distribution function* yang dipilih

untuk masing-masing pengulangan dari distribusi peluang masing-masing variabel (Project Management Institute, 2013).

Mitigasi risiko dimaksudkan untuk mengurangi peluang dan dampak dari suatu kejadian risiko pada ambang batas yang dapat diterima (Erizal, 2016). Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk memitigasi risiko yang menyebabkan durasi kerja lebih lama diantaranya:

- Metode Analisa Pekerjaan Yang Tidak Benilai Tambah (*Non Value Added*)
- Metode *Total Productive Maintenance* (TPM)
- Metode *Mistake Proofing and Prevention* (Poka-yoke)

BAHAN DAN METODE

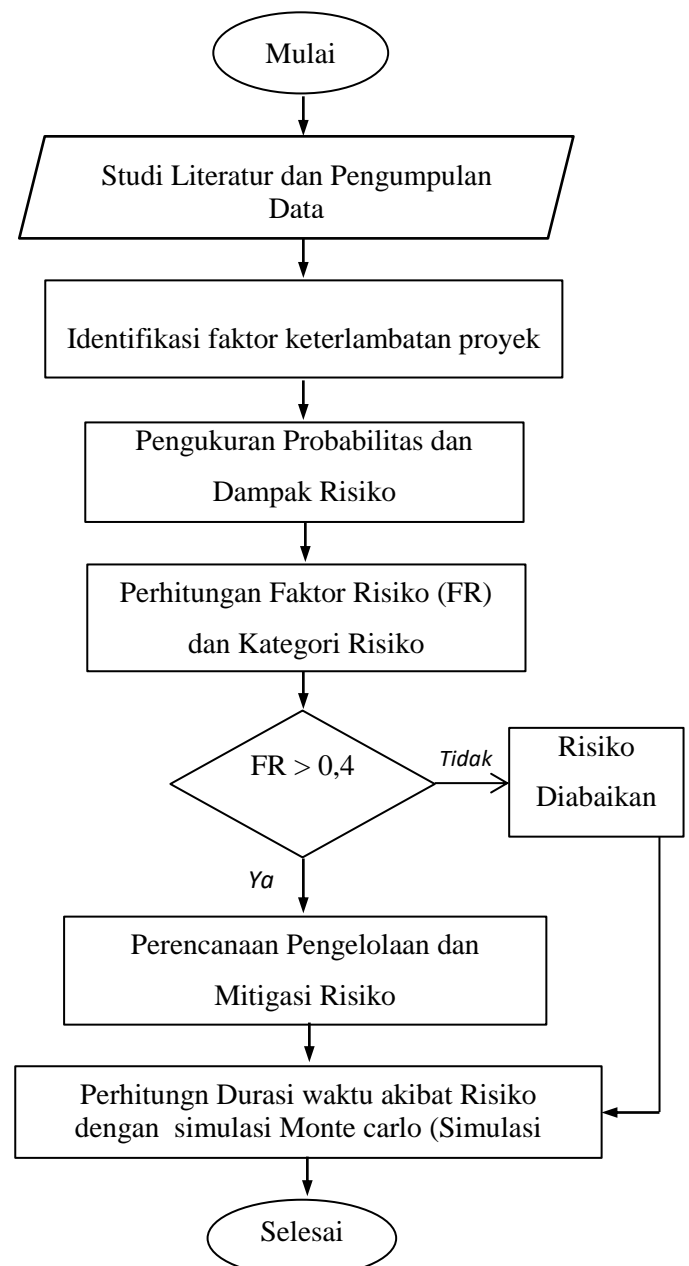
Penelitian menggunakan metode studi kasus dimana dilakukan analisa data dari suatu objek yang dijadikan kasus. Objek yang menjadi kasus dalam penelitian ini adalah proyek perbaikan tangki minyak di Duri. Dari tiap sampel kuisisioner, diambil data-data yang diperlukan untuk menggambarkan hubungan antara faktor risiko dan dampak risiko serta mitigasi untuk mengatasi dampak risiko yang terjadi.

Teknik sampling yang digunakan untuk mendukung simulasi adalah teknik sampling *Monte Carlo*. Analisis risiko kuantitatif dengan simulasi *Monte Carlo* dilakukan terhadap matrik risiko sebagai hasil pemetaan faktor-faktor risiko proyek yang berhasil diidentifikasi, tingkat probabilitas, dampak, dan tingkat kritikal risiko, berdasarkan data arsip proyek, hasil wawancara dan *brainstorming* dengan beberapa *stakeholders*, serta *expert judgement*. Hasil identifikasi risiko akan dianalisa menggunakan bantuan program *@Risk 5.5 for Excel*.

Data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari kuisisioner dan data sekunder diperoleh dari data pelaksanaan proyek. Populasi dalam penelitian ini adalah semua karyawan dan personil yang terlibat secara langsung pada proyek perbaikan tangki yang terdiri dari 3 perusahaan diantaranya pemilik proyek, konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana. Sedangkan sampel penelitian diambil dari populasi dengan teknik pengambilan *Disproportional Stratified Random Sampling*. Jumlah sampel sebanyak 25 responden terdiri dari 1 responden dari pemilik proyek, 12 responden dari konsultan pengawas serta 12 responden dari kontraktor pelaksana.

Data hasil kuisisioner dikelompokkan berdasarkan hasil identifikasi risiko keterlambatan dari 5 responden pakar dan ahli. Jika 3 responden menyatakan setuju terhadap faktor risiko yang diajukan maka faktor risiko tersebut masuk dalam variabel kuisisioner tahap kedua.

Hasil kuisisioner tahap dua dilakukan uji validitas. Jika hasil data valid maka instrumen variabel tersebut dapat digunakan. Alat ukur dalam pengujian validitas kuisisioner adalah angka hasil korelasi antara skor pernyataan dan skor keseluruhan pernyataan responden terhadap kuisisioner. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Gambar 2 menjelaskan diagram alir penelitian mulai dari studi literatur hingga perhitungan durasi waktu. Perhitungan durasi waktu akibat risiko berdasarkan faktor risiko tinggi disimulasikan dengan program *@Risk 5.5 for Excel*. Tujuan simulasi adalah untuk memperoleh durasi yang telah dipengaruhi oleh faktor risiko yang mempengaruhi keterlambatan tiap-tiap pekerjaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari *baseline schedule* terdapat 31 aktifitas pekerjaan pada lintasan kritis (*Critical Path*) dari 9 pekerjaan utama diantaranya :

1. Pekerjaan *Install Center Column dan Rafter*
2. Pekerjaan *Install Roof*
3. Pekerjaan *Install Water Leg*
4. Pekerjaan *Install SID dan accesories*
5. Pekerjaan *Coating (Internal dan External)*
6. Pekerjaan *Close door sheet*
7. Pekerjaan *Punchlist*
8. Pekerjaan *Hydrotest tank*
9. Pekerjaan *Finishing*

Tahapan pekerjaan yang mengalami keterlambatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aktual Durasi Pekerjaan Proyek

No	Aktifitas pekerjaan	Durasi rencana	Durasi aktual	Selisih durasi
1	Procurement	164 Hk	176 Hk	10 Hk
2	Preparation	16 Hk	28 Hk	39 Hk
3	Tank Cleaning	27 Hk	24 Hk	137 Hk
4	Construction	178 Hk	393 Hk	259 Hk

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dari 4 tahapan pekerjaan, 3 tahapan mengalami keterlambatan diantaranya tahap *procurement*, *preparation* dan *contruction*. Setelah dilakukan identifikasi risiko terdapat 49 faktor risiko keterlambatan yang kemudian diklarifikasi kepada 5 pakar ahli yang terlibat langsung pada proyek, diperoleh bahwa 30 variabel risiko disetujui dan 19 faktor risiko tidak disetujui sebagai faktor risiko keterlambatan proyek.

Analisa Frekuensi Kejadian Risiko

Dari 30 faktor risiko terdapat 6 faktor risiko keterlambatan yang memiliki frekuensi kejadian terbesar yaitu keselamatan kerja saat konstruksi, koordinasi semua tim yang terlibat dalam proyek kurang baik, area kerja yang terbatas dan sempit, ketersediaan sumber daya manusia yang berpengalaman terbatas, proses memperoleh ijin kerja harian yang sulit, dan banyaknya pekerjaan

critical path yang berkaitan dan ketergantungan dengan pekerjaan lain.

Analisa Dampak dan Pengaruh Risiko

Dari 30 faktor risiko keterlambatan, terdapat 6 faktor yang memiliki nilai terbesar dengan dampak dan pengaruh terhadap keterlambatan proyek diantaranya adalah keselamatan kerja pada saat konstruksi, ketersediaan sumber daya manusia berpengalaman yang terbatas, banyaknya pekerjaan *critical path* yang berkaitan dan ketergantungan dengan pekerjaan lain, pengalaman kontraktor dalam melaksanakan proyek sejenis, koordinasi semua tim yang terlibat dalam proyek kurang baik dan area kerja yang terbatas dan sempit.

Analisa Perkalian Frekuensi dengan Dampak Risiko

Setelah dilakukan analisa perkalian frekuensi dengan dampak risiko terdapat 6 faktor risiko yang memiliki nilai terbesar yaitu keselamatan kerja pada saat konstruksi, ketersediaan sumber daya manusia yang berpengalaman, banyaknya pekerjaan *critical path* yang berkaitan dan ketergantungan dengan pekerjaan lain, pengalaman kontraktor dalam melaksanakan proyek sejenis, ketersediaan peralatan konstruksi dan proses memperoleh ijin kerja harian.

Uji Validitas Faktor Risiko

Pengujian validitas dilakukan dengan cara membandingkan nilai *corrected item-total correlation* dengan nilai *r* tabel produk momen, dimana nilai *n* adalah jumlah responden = 25. Berdasarkan Tabel 2 di bawah diperoleh nilai *r* product moment sebesar 0,396.

Berdasarkan hasil uji validitas terhadap 30 faktor risiko terhadap 25 responden, diperoleh hasil bahwa 29 faktor risiko adalah valid dan hanya 1 faktor risiko yang tidak valid yaitu faktor bencana kabut asap, karena nilai koefisien korelasi (*r* hitung) sebesar 0,317 (lebih kecil dari 0.396). Dengan demikian maka 29 faktor risiko akan digunakan untuk analisis data selanjutnya.

Pengukuran Besaran dan Level Risiko

Dengan bantuan program SPSS versi 16.0 dihitung nilai besaran risiko yang diperoleh dari nilai rata-rata (*mean*) hasil perkalian tingkat frekuensi risiko (probabilitas) dengan tingkat pengaruh risiko (dampak) dari masing masing faktor risiko hasil survey tahap II. Ringkasan hasil perkalian antara tingkat pengaruh risiko (dampak) dengan tingkat

frekuensi risiko (probabilitas) tersebut bisa dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 2. Nilai r Produk Momen

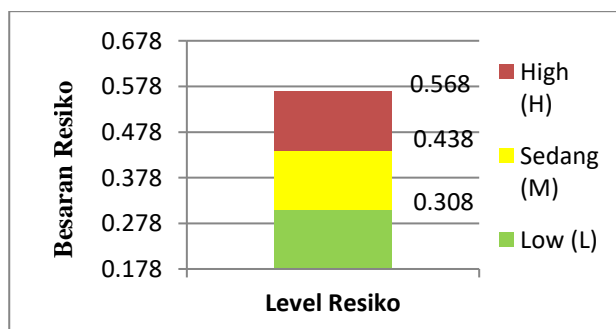
Jumlah Responden , N	Tarf Signifikan	
	5,0%	1,0%
8	0,707	0,834
9	0,666	0,798
10	0,632	0,765
11	0,602	0,735
12	0,576	0,708
13	0,553	0,684
14	0,532	0,661
15	0,514	0,641
16	0,497	0,623
17	0,482	0,606
18	0,468	0,590
19	0,456	0,575
20	0,444	0,561
21	0,433	0,549
22	0,423	0,537
23	0,413	0,526
24	0,404	0,515
25	0,396	0,505

Tabel 3. Summary statistic descriptive besaran risiko

Mean	Min	Max	Range	Max / Min	Varianse	N
0,387	0,178	0,568	0,39	3,195	0,007	30

Dari hasil analisis terhadap faktor akhir yang tereduksi setelah uji validasi, didapat nilai rata-rata maksimum adalah 0.568, sedangkan nilai rata-rata minimum adalah 0.178, nilai rentangan atau range adalah = 0.390, sehingga didapat nilai batas tingkat risiko adalah $0.390 / 3 = 0.130$. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dimana besaran dan level risiko yaitu :

- Risiko Tinggi (H) : 0.438 – 0.568
- Risiko Sedang (M) : > 0.308 – 0.438
- Risiko Rendah (L) : 0.178 – 0.308



Gambar 3. Besaran dan level risiko

Hasil pengukuran besaran dan level risiko untuk 29 faktor risiko keterlambatan proyek perbaikan tangki minyak di Duri dapat dilihat pada Tabel 4 hasil besaran dan level faktor risiko.

Tabel 4. Pengelompokan level risiko

Besaran dan Level Risiko	Jumlah	Persentase
Risiko Rendah (L)	3	10.34%
Risiko Sedang (M)	18	62.07%
Risiko Tinggi (H)	8	27.59%

Delapan faktor risiko tinggi tersebut disajikan dalam Tabel 5. Berdasarkan pengelompokan risiko pada tahapan pekerjaan, 7 faktor risiko masuk dalam tahapan konstruksi dan satu faktor risiko dalam tahap pengontrolan dan pengendalian.

Tabel 5. Faktor risiko tinggi

Faktor-Faktor Risiko yang mempengaruhi keterlambatan proyek Perbaikan Tangki Minyak di Duri	Besaran Risiko
1. Koordinasi semua tim yang terlibat dalam proyek kurang baik	0.440
2. Ketersediaan sumber daya manusia yang berpengalaman	0.485
3. Ketersediaan pengawas yang berkualitas	0.448
4. Keselamatan kerja (kecelakaan, kematian) pada saat konstruksi	0.568
5. Pengalaman kontraktor dalam melaksanakan proyek sejenis	0.465
6. Ketersediaan peralatan konstruksi	0.465
7. Proses memperoleh ijin kerja harian	0.460
8. Banyaknya Pekerjaan critical path yang berkaitan dan ketergantungan dengan pekerjaan lain	0.480

Setelah dilakukan mitigasi risiko, nilai besaran risiko waktu diasumsikan menjadi 25% dari besaran risiko awal 100% untuk keseluruhan item kegiatan. Selanjutnya dilakukan modifikasi 3 point-estimate risiko berdasarkan asumsi angka ketidakpastian sebesar 25%.

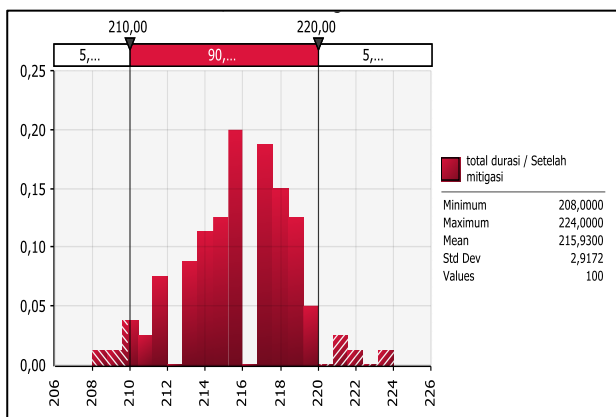
- Nilai persentase min : $100\% - 0.074 = 92.6\%$
- Nilai persentase max : $100\% + 0.094 = 109.4\%$
- Nilai persentase *most likely* : $(92.6\% + 109.4\%) / 2 = 101\%$

Nilai besaran risiko sebelum mitigasi dan sesudah mitigasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Besaran Risiko Sebelum dan Sesudah Mitigasi

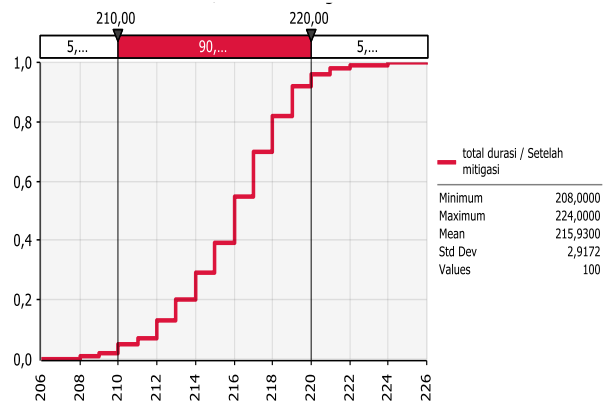
Level Risiko	Sebelum Mitigasi	Setelah Mitigasi
Low (L)	0.178 – 0.308	0.080 – 0.138
Sedang (M)	0.308 – 0.438	0.138 – 0.196
Tinggi (H)	0.438 – 0.568	0.196 – 0.255

Pada Tabel 6 menunjukkan terjadi penurunan nilai faktor risiko dalam 3 level risiko rendah, sedang dan tinggi antara 35-50%. Selanjutnya perhitungan estimasi durasi menggunakan bantuan program @Risk for excel 5.5. Setelah diperoleh semua durasi waktu untuk 3 range tersebut, maka selanjutnya menentukan distribusi dari masing-masing durasi minimum, *most likely* dan maksimum dengan memilih distribusi PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Dengan memasukkan nilai durasi minimum sebesar 165 hari, nilai *most likely* 180 hari, dan nilai durasi maksimum sebesar 293 hari dilakukan simulasi dengan program @Risk dimana iterasi sebanyak 1000 kali dan simulasi sebanyak 10 kali diperoleh hasil seperti Gambar 4.



Gambar 4. Grafik total durasi setelah mitigasi

Pada Gambar 4 grafik histogram *probabiliy disribution function* dapat dijelaskan bahwa estimasi total durasi minimum penyelesaian pekerjaan adalah 208 hari dan maksimum selama 224 hari dan durasi rata-rata (*most likely*) adalah 211 hari setelah dilakukan mitigasi risiko. Untuk percentil tingkat probabilitas estimasi total durasi penyelesaian pekerjaan digambarkan dalam Gambar 5 grafik hubungan waktu dengan probabilitas dalam bentuk kurva-S, pada probabilitas 80% estimasi total durasi penyelesaian proyek adalah 218 hari artinya setelah dilakukan mitigasi mengalami percepatan waktu sebesar 17,34% dibanding sebelum mitigasi.



Gambar 5. Grafik hubungan waktu dengan probabilitas setelah mitigasi

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pada tingkat probabilitas 5% penyelesaian proyek sebesar 210 hari, pada probabilitas 95% penyelesaian proyek adalah 220 hari, pada probabilitas 50% penyelesaian proyek sebesar 216 hari (*most likely*) dan 80% probabilitas penyelesaian proyek adalah 218 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat 31 aktifitas pekerjaan dari 9 pekerjaan utama yang berada pada jalur kritis (*critical path*).
2. Berdasarkan identifikasi pekerjaan yang mengalami keterlambatan, tahap *procurement* terlambat selama 10 hari, tahap persiapan lapangan terlambat 39 hari, tahap *tank cleaning* terlambat 137 hari, dan tahap konstruksi terlambat 259 hari.
3. Dari hasil uji validitas diperoleh 29 faktor risiko keterlambatan yang valid yang dikelompokkan dalam 3 level risiko yaitu:
 - a. Risiko rendah sebesar 10.34%
 - b. Risiko sedang sebesar 62.07%
 - c. Risiko tinggi sebesar 27.59%
4. Terdapat 8 faktor risiko yang dominan yaitu koordinasi semua tim proyek kurang baik, kurangnya sumber daya manusia yang berpengalaman, kurangnya pengawas yang berkualitas, aturan keselamatan kerja yang ketat, kurangnya pengalaman kontraktor dalam mengerjakan proyek sejenis, terbatasnya peralatan konstruksi, terkendala dalam memperoleh ijin kerja dan banyaknya pekerjaan kritis yang saling berkaitan yang kurang direncanakan dengan baik.
5. Setelah dilakukan mitigasi terhadap faktor risiko keterlambatan, pada tingkat probabilitas 80% (P80) estimasi total pekerjaan adalah 218

hari dan mengalami percepatan waktu sebesar 17,34%.

DAFTAR PUSTAKA

- Dannyanti, E., 2010. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM, *Jurnal Universitas Diponegoro*.
- Erizal, 2016. *Optimasi Kinerja Proyek Pembersihan Crude Oil Contaminated Soil (COCS) Melalui Mitigasi Risiko Dan Metode Pendekatan Lean Sigma*. Master Degree Thesis. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Fadjar, A., 2008. Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek, *Jurnal SMARTek*, 6(4).
- Labombang, M., 2012. Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi. *SMARTek*.
- Nasrul, 2015. Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi Ditinjau Dari Sisi Manajemen Waktu. *Jurnal Momentum*, 17(1), pp. 50–54.
- Project Management Institute, 2013. *Project Management Body of Knowledge: A Guide to the Project Management Body of Knowledge*.
- Renaldhi, M. Rhefi., 2014. *Analisis Risiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Tangki TTU-Tuban (Studi Kasus PT, Pertamina UPMS V)*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sandhyafitri, A., 2009. Manajemen Risiko Di Proyek Konstruksi. *Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil*, Th.XVII/Feb/09.