

Simulasi Model Resiko Pengendalian Pekerjaan *Erection* PCI Girder Proyek Pembangunan Jalan Tol Kunciran-Cengkareng

Lily Kholida¹, Nindyta Arih Kinanti², Putri Bellinda Yoseva³
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana

¹E-mail: ¹lily.kholida@mecubuana.ac.id, ²nindyta.arih@mecubuana.ac.id, ³putribellindayoseva@gmail.com

Abstract

In toll road construction projects, superstructure work is one of the phases that have a high level of risk. Especially when installing an erection girder. This also happened to the Kunciran - Cengkareng Toll Road Construction Project which resulted in 2 accidents. For this reason, this study aims to determine what factors influence the erection girder work stage which is then deepened by literature studies and expert validation. The risk value obtained refers to the 2013 PMBOK risk management which is further sharpened with a Monte Carlo simulation to see the frequency and sensitivity. The results showed that there were six main risks with the highest value, namely oil spills in the work area of 0.178 and the lowest was that workers were injured due to being exposed to materials or equipment during the mobilization process of 0.129. The highest risk sensitivity was 86.9%, namely the worker was hit by material when lifting the PCI girder. Efforts are being made to maximize housekeeping work areas, signs, and PPE for workers in accordance with Permenakertrans No. 8 of 2010 concerning personal protective equipment in building construction so as to improve health and safety performance.

Keywords : Risk, PMBOK 2013, Occupational Health and Safety, Monte Carlo Simulation, Flyover

Abstrak

Pada proyek konstruksi jalan tol, pekerjaan struktur bangunan atas adalah salah satu fase yang memiliki tingkat risiko tinggi. Terutama pada saat pemasangan erection girder. Hal ini juga terjadi pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Kunciran – Cengkareng yang mengakibatkan 2 kecelakaan. Untuk itu penelitian ini ditujukan untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi pada tahapan pekerjaan erection girder yang kemudian diperdalam dengan studi literatur dan validasi pakar. Nilai risiko yang diperoleh mengacu pada *risk management* PMBOK 2013 selanjutnya dipertajam dengan simulasi Monte Carlo untuk melihat frekuensi dan sensitivitas. Hasil penelitian menunjukkan terdapat enam risiko utama dengan nilai tertinggi yaitu adanya tumpahan oli pada area kerja sebesar 0,178 dan terendah adalah pekerja terluka akibat terkena material atau peralatan saat proses mobilisasi sebesar 0,129. Sensitivitas risiko tertinggi sebesar 86,9% yaitu pada pekerja tertimpa material saat pengangkatan PCI girder. Upaya yang dilakukan adalah memaksimalkan housekeeping area kerja, rambu, dan APD bagi pekerja sesuai dengan Permenakertrans No. 8 tahun 2010 tentang alat pelindung diri pada konstruksi bangunan sehingga dapat meningkatkan kinerja kesehatan dan keselamatan kerja.

Kata Kunci : Risiko, PMBOK 2013, Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Simulasi *Monte Carlo*, Flyover

1. PENDAHULUAN

Menurut National Safety Council USA, 8.993 orang meninggal selama 2003-2011 pada tempat kerja konstruksi di Amerika, yang merupakan angka tertinggi penyebab kematian di antara industri lain dan trend yang sama juga terjadi di beberapa negara, bahkan lebih parah pada negara berkembang (Mahmoudi et.al, 2014). Di India, angka kematian pada pekerjaan konstruksi sebesar 40 per 100.000 pekerja,

sedangkan untuk Indonesia sendiri menduduki urutan ke-5 se-ASEAN atau terburuk, dibandingkan Singapura sebagai urutan pertama, disusul Malaysia, Thailand dan Filipina (Endroyo dan Tugino, 2007).

Sementara di Indonesia setiap 100.000 kasus kecelakaan terhadap tenaga kerja di Indonesia, 30% diantaranya terjadi di sektor konstruksi (BPJS Ketenagakerjaan, 2015). Data ini diperkuat juga pada laporan

Kementrian Ketenagakerjaan tahun 2014 yang menyatakan bahwa jumlah kecelakaan kerja yang dialami pekerja konstruksi relatif tinggi yaitu 31,9% dari total kecelakaan dengan jenis kasus kecelakaan tertinggi yaitu jatuh dari ketinggian 26%, terbentur 12% dan tertimpa 9% (Republika, 2015). Dari data ini menunjukkan bahwa persentase tertinggi disebabkan karena jatuh dari ketinggian. Pada proyek konstruksi jalan tol, pekerjaan struktur bangunan atas (*upper structure*) yang dikerjakan dari ketinggian termasuk dalam kategori ini.

Menurut Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga – Direktorat Jembatan pada tahun 2017 – 2018 terdapat lima kasus kecelakaan yang terjadi pada saat proses *erection PCI girder*, salah satunya seperti pada proyek jalan tol Depok – Antasari, Jakarta Selatan, beton rubuh diduga karena terbentur alat berat. Kejadian kecelakaan rubuhnya girder juga terjadi pada proyek kereta ringan atau *Light Rail Train* di Pulo Gadung, Jakarta Timur (Kementrian PUPR, 2018)

Adapun untuk pembangunan Jalan Tol Kunciran – Cengkareng yang ditargetkan selesai tahun 2020 ini telah terjadi dua kecelakaan pada pekerjaan *erection girder*, maka penerapan *zero accident* pada proyek ini belum tercapai.

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang mengatur manajerial, tenaga kerja serta kondisi dari lingkungan yang ada pada sekitar pekerjaan menurut Ramli (2010) bertujuan untuk mengendalikan risiko bahaya, yang dalam hal ini adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan pekerjaan dan bagaimana menjadikannya aman.

Asiyanto (2009) berpendapat risiko adalah suatu potensi yang dapat merugikan. Sedangkan pendapat Soeharto (2001) mendefinisikan risiko sebagai kemungkinan terjadinya peristiwa di luar dari yang tidak diharapkan. Senada dengan pendapat tersebut, PMBOK *Guide 5th Edition* (2013) menjelaskan bahwa risiko proyek adalah kejadian atau kondisi yang tidak pasti, apabila terjadi

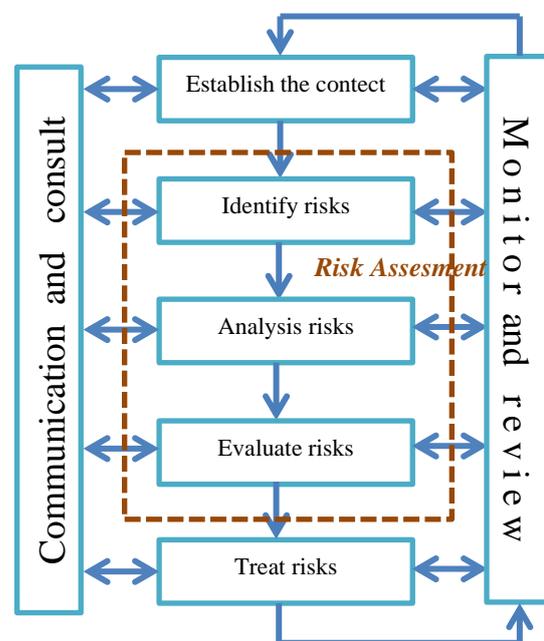
mempunyai dampak negatif atau positif terhadap tujuan proyek dalam hal waktu, biaya, lingkup atau kualitas.

Manajemen risiko adalah sistem yang bertujuan mengidentifikasi dan mengkualifikasikan semua risiko dimana bisnis atau proyek bias terkena dampaknya sehingga dapat diambil keputusan bagaimana untuk menangani risiko. (Flanagan & Norman, 1993)

Menurut Harold Kerzner (2005), risiko memiliki tiga elemen utama, yaitu :

1. Kejadian (*event*), yaitu peristiwa atau situasi yang terjadi pada tempat tertentu selama selang waktu tertentu.
2. Probabilitas atau kemungkinan (*likelihood*), merupakan deskripsi kualitatif dari probabilitas atau frekuensi.
3. Dampak (*consequences*), yaitu hasil dari sebuah kejadian, baik kuantitatif, maupun kualitatif, yang berupa kehilangan atau kerugian.

Berikut adalah gambaran proses manajemen risiko menurut AS/NZS 4360:2004 :



Gambar 1. Skema Overview Manajemen Risiko

Sumber: Australia/ New Zealand Standard AS/NZS 4360:2004

Penetapan konteks mencakup konteks strategis, konteks manajemen risiko, mengembangkan kriteria risiko, dan menentukan struktur pengolahannya. Sedangkan identifikasi risiko untuk mengetahui potensi bahaya, mengetahui lokasi bahaya, menunjukkan suatu bahaya pada pengendali, menunjukkan suatu bahaya tidak akan menimbulkan akibat serta bahan analisa lebih lanjut.

Tahap berikutnya dilanjutkan dengan penilaian risiko dengan tujuan mengevaluasi besarnya risiko serta skenario dampak yang akan ditimbulkan. Analisis level risiko ini digunakan proses *Perform Qualitative Risk Analysis* pada PMBOK® *Guide 5th Edition* sebagai pedoman.

Probability	Threats					Opportunities				
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05/ Very Low	0.10/ Low	0.20/ Moderate	0.40/ High	0.80/ Very High	0.80/ Very High	0.40/ High	0.20/ Moderate	0.10/ Low	0.05/ Very Low

Impact (numerical scale) on an objective (e.g., cost, time, scope or quality)
Each risk is rated on its probability of occurring and impact on an objective if it does occur. The organization's thresholds for low, moderate or high risks are shown in the matrix and determine whether the risk is scored as high, moderate or low for that objective.

Gambar 2. Probability and Impact Matrix
Sumber: PMBOK, 2013

Dari tabel di atas dapat dirangkum skala frekuensi dan dampak berkaitan dengan kinerja keselamatan dan kesehatan kerja seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk range nilai untuk menentukan peringkat risiko disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Skala Frekuensi dan Dampak

Nilai Skala Frekuensi (Probabilitas)					
Kriteria Frekuensi	Jarang Terjadi	Kecil Kemungkinan Terjadi	Mungkin Dapat Terjadi	Cenderung Untuk Terjadi	Hampir Pasti Terjadi
Probabilitas	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
Nilai Skala Dampak					
Kriteria Dampak	Tidak Ada Cidera, Kerugian Materi Kecil	Cidera Ringan/P3K, Kerugian Materi Sedang	Hilang Hari Kerja, Kerugian Materi Cukup Besar	Cacat, Kerugian Materi Besar	Kematian, Kerugian Materi Sangat Besar
Dampak	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8

Sumber: Data Olahan, 2020

Tabel 2. Skala Level Risiko

Tingkat Risiko	Skala
Risiko rendah	0.01 – 0.05
Risiko sedang	0.06 – 0.14
Risiko tinggi	0.18 – 0.72

Sumber: PMBOK, 2013

Langkah analisis risiko bertujuan untuk mengurutkan risiko sesuai prioritas sehingga dapat ditentukan respon risikonya, dengan kata lain tujuan analisis risiko adalah untuk menentukan respon risiko (Baccarini, 2001).

Analisis risiko dibagi menjadi dua, kualitatif dan kuantitatif. Analisis kuantitatif salah satunya dilakukan dengan simulasi menggunakan teknik Monte Carlo. Pada suatu simulasi, model hasil perhitungan proyek dilakukan berulang-ulang dengan input secara random dari suatu distribusi kemungkinan dari variabel yang dipilih untuk masing-masing pengulangan dari distribusi peluang masing-masing variabel (Fandopa, 2012)

Selanjutnya menurut Susanto (2010) adalah evaluasi risiko, dilakukan untuk membandingkan estimasi level risiko dan mempertimbangkan keseimbangan antara manfaat potensial dan hasil yang tidak menguntungkan, hasilnya berupa keputusan untuk menentukan luas dan sifat perlakuan risiko yang diperlukan. Terakhir, perlakuan risiko (*treat risk*) bertujuan untuk mengembangkan dan melaksanakan strategi tertentu yang efektif dan efisien serta rencana aksi untuk meningkatkan manfaat potensial dan mengurangi biaya potensial. (Susanto, 2010)

Beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai risiko terkait K3, terbatas pada konstruksi bangunan gedung. Seperti pada penelitian Fahmi *et al* (2014) mengenai manajemen risiko K3 pada pekerjaan *upper structure* gedung bertingkat di Jatinangor yang menemukan potensi risiko terbesar adalah risiko beton keropos dalam pekerjaan pengecoran dengan nilai indeks risiko sebesar 10,55.

Hasil penelitian Dharma *et al* (2017) juga membahas risiko K3 pada proyek pembangunan Hotel dan Resort di Bali yang

memperoleh 43 risiko yang tergolong tinggi, seperti : terkena manuver alat berat dan kendaraan, alat berat terguling karena area galian longsor, tali seling *Tower Crane* terputus/terjerat pada saat pengoperasian, muatan jatuh dari *Tower Crane*. Juga terdapat 2 risiko dengan kategori sangat tinggi, yaitu : terkena manuver alat *mixer* dan *swing Tower Crane* melewati batas area proyek. Terkait risiko produktivitas alat berat juga diteliti oleh Saputra (2011) dimana untuk pemasangan *precast girder* pada *flyover*, faktor dominan yang diperoleh adalah memperhatikan jadwal waktu penggunaan alat, lokasi tempat kerja, jumlah alat, volume pekerjaan dan kapasitas alat yang digunakan. Hal senada juga di evaluasi pada penelitian Ragil (2015) pada proyek pembangunan jembatan dan struktur pendekat Sungai Brantas tol Mojokerto-Kertosono dimana penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pekerjaan erection girder dengan menggunakan *crawler crane* menghasilkan kurangnya pengendalian kecelakaan kerja akibat faktor manusia, peralatan dan rencana pengangkatan.

Penelitian Manlian Ronald dan Fitri (2017) membahas mengenai rekomendasi analisis risiko pada proyek jalan tol Ciledug – Tendean. Terdapat 7 faktor hasil penelitan tersbut dengan metode studi literatur terkait, yaitu : risiko desain dan teknologi, risiko kontrak, risiko manajemen proyek, risiko tenaga kerja, risiko *supply* material dan peralatan, risiko implementasi konstruksi dan evaluasi. Sedangkan Suparman dan Heni Fitriani (2016) menganalisa risiko kecelakaan kerja pada proyeksi konstruksi Jembatan Musi VI Palembang dengan metode JSA (Job Safety Analysis) dan menentukan risiko dengan mengacu pada AS/NZS 4360:2004 menghasilkan 64 risiko pekerjaan, 13 risiko rendah, 47 sedang dan 4 risiko tinggi. Risiko tertinggi ada pada terhirupnya asap las oleh pekerja dengan nilai index 16.

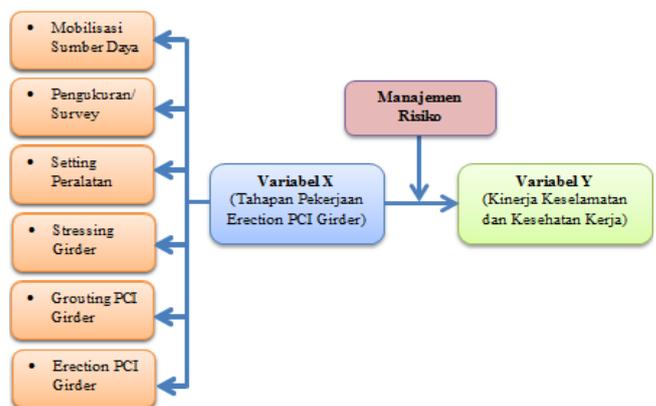
Penelitian yang telah disebutkan di atas belum ada yang membahas bagaimana risiko K3 pada pembangunan *flyover* dengan metode yang berbeda.

Adanya data kecelakaan pada proyek pembangunan Jalan Tol Kunciran – Cengkareng akan diidentifikasi faktor dominan risiko terkait, dilakukan skala tingkatan risiko, kemudian dilakukan simulasi *Monte Carlo* untuk melihat sensitivitas faktor dominan secara kuantifikasi dan memberi gambaran secara tepat penanganan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

2. METODE PENELITIAN

Model dan Variabel Penelitian

Model operasional pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Model Operasional Penelitian
Sumber: Data Olahan, 2020

Variabel independen dalam penelitian ini adalah turunan dari tahapan kerja yang ada pada pekerjaan erection PCI girder, yang terdiri dari enam faktor. Dari studi literatur dan wawancara pakar maka diperoleh rincian variabel tersebut yang kemudian dilihat akan dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap kinerja keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dengan metode pendekatan manajemen risiko.

Populasi dan Sample Penelitian

Metode survey merupakan metode yang dipilih pada penelitian ini, untuk mendapatkan jawaban berapa banyak dan berapa besar. Menurut Riduwan (2006) penelitian survey

adalah penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil, tetapi data yang dipelajari adalah data dari sampel yang diambil dari populasi tersebut.

Pengertian populasi dijelaskan oleh Sugiyono (2015) sebagai wilayah generalisasi yang terdiri dari objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Populasi dalam penelitian ini adalah para pihak pelaku konstruksi pelaksana dan pekerja yang berada pada struktur organisasi SHE proyek pembangunan Jalan Tol Cengkareng – Batu Ceper - Kunciran. Sedangkan sampel penelitian adalah 40 responden yang terdiri dari *safety engineer, environment engineer, safety officer, SHE supervisor, safety man, subkontraktor, engineer* dan *rigger*.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

- a. Sumber data primer, yaitu informasi langsung yang diperoleh dari responden, dalam hal ini penyebaran kuisioner.
- b. Sumber data sekunder, informasi yang diperoleh melalui media perantara, untuk penelitian ini adalah data laporan mingguan K3, laporan bulanan K3 dan laporan data insiden.

Metode Analisis Data

Metode analisis data menggunakan konsep matriks risiko yang dipertajam dengan simulasi *Monte Carlo*. Dimulai dari identifikasi risiko dalam bentuk variabel yang diperoleh dari studi literatur dan urutan pekerjaan erection PCI girder, kemudian di validasi melalui lima pakar yang memiliki spesifikasi yang terkait dengan tema penelitian, yaitu *manager SHE, Safety supervisor, Project Manager*, praktisi pendidikan bidang manajemen risiko, dan *Manager Engineer* dengan pendidikan yang bervariasi mulai dari S1, S2 dan S3. Pengalaman kerja para pakar minimal 5 tahun dan maksimal 22 tahun.

Analisa kualitatif risiko dilakukan dengan penyebaran kuisioner terhadap penilaian

frekuensi dan dampak dari variabel yang telah divalidasi oleh pakar kepada responden dengan menggunakan skala pengukuran *likert*. Selanjutnya jawaban responden untuk masing-masing skala pada variabel penelitian dijumlah dan dikalikan dengan skala frekuensi, begitu juga untuk nilai dampak. Selain itu akan dilakukan analisis statistik yang terdiri dari uji validitas dan reliabilitas.

Analisa kuantitatif risiko dilakukan dengan simulasi model perhitungan *Monte Carlo*. Menurut Fard (2008), Metode *Monte Carlo* adalah salah satu cara yang digunakan orang dalam mengevaluasi integrasi multipel berdasarkan kepada percobaan acak yang berasal dari distribusi kerapatan *probability*.

Metode Monte Carlo mensimulasikan sistem berulang (ratusan atau bahkan ribuan kali) secara acak dengan memilih nilai untuk setiap variabel dari distribusi probabilitas. Hasilnya nanti adalah probabilitas distribusi nilai keseluruhan dari sistem yang dihitung melalui iterasi model (Kwak dan Ingall, 2007). Tahapan dalam aplikasi *crystal ball* adalah :

1. *Assumption cell* adalah membuat satu model *crystal ball* adalah memilih satu distribusi untuk satu asumsi di mana *crystal ball* memiliki 22 distribusi.
2. *Define Forecast* adalah memasukkan formula atau rumus (yang dapat lebih dari satu untuk setiap pemodelan) dengan sudah mengetahui distribusi mana yang akan digunakan.
3. *Output* adalah hasil simulasi berupa diagram perkiraan (*forecast*) yaitu besarnya peluang terjadinya suatu nilai hasil perhitungan dan data statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana indeks dari tiap variabel dapat dipercaya dan diandalkan (Singarimbun, 1995). Jika nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka item pertanyaan atau pernyataan dalam kuisioner berkorelasi signifikan terhadap skor total (artinya item pada kuisioner dinyatakan valid) begitupun

sebaliknya. Sementara uji reliabilitas jika nilai $\alpha > 0,60$ instrumen dikatakan reliable (Singarimbun, 1995).

Pada penelitian ini r tabel didapatkan dari tabel r dengan $df = n - 2$ dan nilai signifikansi sebesar 5% dan jumlah responden adalah 40 orang, maka didapatkan r tabel adalah, $Df = n - 2 = 40 - 2 = 38$. Nilai r tabel (N) $38 = 0.320$. Berikut adalah hasil uji validitas variabel untuk masing-masing item pertanyaan pada variabel bebas (X):

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Variabel

Variabel	Corrected Item Total Correlation	Kesimpulan
		(If. Corrected Item Total Correlation > 0.320 Valid)
X1	.321	Valid
X2	.637	Valid
X3	.240	Valid
X4	.438	Valid
X5	.507	Valid
X6	.576	Valid
X7	.405	Valid
X8	.503	Valid
X9	.371	Valid
X10	.697	Valid
X11	.020	Tidak Valid
X12	-.108	Tidak Valid
X13	-.104	Tidak Valid
X14	.350	Valid
X15	.807	Valid
X16	.418	Valid
X17	.634	Valid
X18	.219	Tidak Valid
X19	.385	Valid
X20	-.092	Tidak Valid
X21	.339	Valid
X22	.360	Valid
X23	.939	Valid
X24	.323	Valid
X25	.382	Valid

X26	.379	Valid
X27	.439	Valid
X28	.410	Valid
X29	.371	Valid
X30	.321	Valid

Sumber: Hasil Olahan SPSS, 2020

Berdasarkan Tabel 3 di atas terdapat 5 variabel yang tidak valid, karena hasil pengujian nilai *Corrected Item Total Correlation* hasil pengujian kurang dari nilai r tabel 0.320, sehingga variabel tereduksi menjadi 25 variabel. Berikut adalah variabel yang lolos pengujian analisis validitas:

Tabel 4. Variabel Penelitian

Mobilisasi Sumber Daya	
X1	Pekerja/ pengendara tertabrak alat karena terbatasnya pandangan dimalam hari
X2	Pekerja terluka akibat terkena material atau peralatan saat proses mobilisasi
X3	Kendaraan yang digunakan untuk mobilisasi tidak dapat digunakan
X4	Material dan alat kerja rusak dan tidak dapat digunakan
X5	Proses mobilisasi mengakibatkan debu bertebaran
X6	Terjadi kemacetan akibat proses mobilisasi di area masuk / keluar proyek
Pengukuran/Survey	
X7	Pekerja terluka karena material atau peralatan yang digunakan
X8	Terpeleset akibat lokasi proyek yang terjal
X9	Beberapa peralatan atau material yang dibutuhkan tidak lengkap
X10	Tertabrak kendaraan yang sedang melintas (jalan aktif)
Setting Peralatan	
X14	Adanya Tumpahan oli pada area kerja
X15	Pekerja tertimbun tanah
X16	Operator alat berat kelelahan
X17	Timbunan mengotori area kerja

X19	Longsor pada timbunan
Stressing Girder	
X21	Pekerja tersandung kabel
X22	Pekerja tertimpa material PCI girder maupun gulungan kabel strand
Grouting PCI Girder	
X23	Tumpahan material grouting
Erection PCI Girder	
X24	Pekerja tertimpa material saat pengangkatan PCI girder
X25	Pekerja tertabrak alat berat
X26	Pengendara/ masyarakat tertimpa/ kejatuhan material
X27	Mesin mengalami kegagalan fungsi
X28	Alat ambruk karena kelebihan beban
X29	Sling putus, material jatuh
X30	Posisi material tidak sejajar

Sumber: Data Olahan, 2020

Selanjutnya dilakukan uji reliabilitas, untuk mengetahui reliable data variabel yang dapat dipercaya hasilnya. Berikut adalah hasil uji reliabilitas menggunakan SPSS :

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas

Variabel	Cronbach's Alpha if Item Deleted	Keterangan
X1	.777	Reliable
X2	.765	Reliable
X3	.732	Reliable
X4	.701	Reliable
X5	.764	Reliable
X6	.777	Reliable
X7	.812	Reliable
X8	.769	Reliable
X9	.823	Reliable
X10	.707	Reliable
X14	.713	Reliable
X15	.745	Reliable
X16	.710	Reliable
X17	.713	Reliable
X19	.777	Reliable
X21	.861	Reliable
X22	.890	Reliable
X23	.713	Reliable
X24	.782	Reliable

X25	.726	Reliable
X26	.777	Reliable
X27	.789	Reliable
X28	.817	Reliable
X29	.712	Reliable
X30	.710	Reliable

Sumber: Hasil Olahan SPSS, 2020

Berdasarkan Tabel diatas diketahui nilai *cronbach Alpha* tiap variabel menunjukkan angka lebih dari 0,6, sehingga variabel penelitian dinyatakan **reliable**.

Analisis Level Risiko

Analisis ini diawali dengan menghitung jumlah jawaban responden pada tiap skala frekuensi yang kemudian dikalikan dengan skala frekuensi pada Tabel 1 dan dirata-rata. Sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 6. Hal yang sama juga dilakukan pada jawaban responden untuk dampak. Sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 7. Nilai risiko diperoleh dari hasil perkalian rata-rata frekuensi dengan rata-rata dampak, atau Risiko = frekuensi x dampak. Selanjutnya diklasifikasikan level risikonya berdasarkan skala pada PMBOK 2013 yang rangkumannya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 6. Nilai Rata-rata Frekuensi

Variabel	Nilai Rata-Rata Frekuensi Faktor Risiko					Nilai Frekuensi	Nilai Frekuensi Rata-Rata
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi		
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9		
X1	0	14	24	2	0	17.60	0.440
X2	0	11	15	11	3	21.20	0.530
X3	7	21	12	0	0	13.00	0.325
X4	11	16	13	0	0	12.40	0.310
X6	0	0	0	32	8	29.60	0.740
X7	0	0	18	15	7	25.80	0.645
X8	0	13	21	6	0	18.60	0.465
X9	4	24	12	0	0	13.60	0.340
X10	8	12	18	2	0	14.80	0.370
X14	0	0	17	13	10	26.60	0.665
X15	3	17	7	13	0	18.00	0.450
X16	9	14	17	0	0	13.60	0.340
X17	0	0	9	31	0	26.20	0.655
X19	0	33	7	0	0	13.40	0.335
X21	12	3	25	0	0	14.60	0.365
X22	0	0	14	19	7	26.60	0.665
X23	6	12	22	0	0	15.20	0.380
X24	0	3	15	12	10	25.80	0.645
X25	0	7	12	22	0	23.50	0.588
X26	11	11	18	0	0	13.40	0.335
X27	13	27	0	0	0	9.40	0.235
X28	9	31	0	0	0	10.20	0.255
X29	0	26	0	14	0	17.60	0.440
X30	0	0	0	19	4	16.90	0.423

Sumber: Data Olahan, 2020

Tabel 7. Nilai Rata-rata Dampak

Nilai Rata-Rata Dampak Faktor Risiko							
Variabel	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	Nilai Dampak	Nilai Dampak Rata-Rata
	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8		
X1	0	19	21	0	0	6.10	0.153
X2	0	14	16	10	0	8.60	0.215
X3	18	4	18	0	0	4.90	0.123
X4	18	4	18	0	0	4.90	0.123
X6	30	10	0	0	0	2.50	0.063
X7	9	20	11	0	0	4.65	0.116
X8	5	19	16	0	0	5.35	0.134
X9	20	17	3	0	0	3.30	0.083
X10	0	13	20	7	0	8.10	0.203
X14	12	10	13	5	0	6.20	0.155
X15	10	16	14	0	0	4.90	0.123
X16	10	9	21	0	0	5.60	0.140
X17	7	28	5	0	0	4.15	0.104
X19	5	30	5	0	0	4.25	0.106
X21	12	24	4	0	0	3.80	0.095
X22	0	21	14	5	0	6.90	0.173
X23	15	13	12	0	0	4.45	0.111
X24	0	10	15	17	0	10.80	0.270
X25	0	18	15	7	0	7.60	0.190
X26	8	12	20	0	0	5.60	0.140
X27	25	15	0	0	0	2.75	0.069
X28	0	0	12	28	0	13.60	0.340
X29	0	0	15	25	0	13.00	0.325
X30	0	18	15	7	0	7.60	0.190

Sumber: Data Olahan, 2020

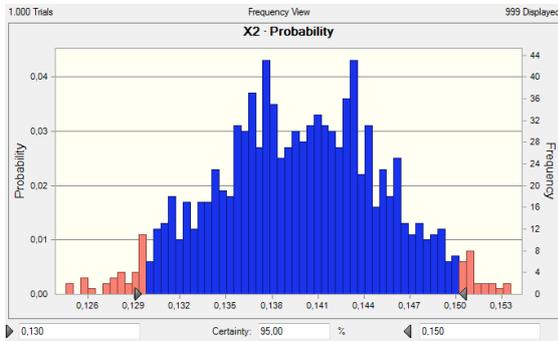
Tabel 8. Level risiko

Variabel	Frekuensi	Dampak	Nilai Risiko	Level Risiko
	Mean	Mean		
Mobilisasi Sumber Daya				
X1	0.440	0.153	0.067	Moderate
X2	0.530	0.215	0.114	Moderate
X3	0.325	0.123	0.040	Low
X4	0.310	0.123	0.038	Low
X6	0.740	0.063	0.046	Low
Pengukuran/Survey				
X7	0.645	0.116	0.075	Moderate
X8	0.465	0.134	0.062	Moderate
X9	0.340	0.083	0.028	Low
X10	0.370	0.203	0.075	Moderate
Setting Peralatan				
X14	0.665	0.155	0.103	Moderate
X15	0.450	0.123	0.055	Low
X16	0.340	0.140	0.048	Low
X17	0.655	0.104	0.068	Moderate
X19	0.335	0.106	0.036	Low
Stressing Girder				
X21	0.365	0.095	0.035	Low
X22	0.665	0.173	0.115	Moderate
Grouting PCI Girder				
X23	0.380	0.111	0.042	Low
Erection PCI Girder				
X24	0.645	0.270	0.174	Moderate
X25	0.588	0.190	0.112	Moderate
X26	0.335	0.140	0.047	Low
X27	0.235	0.069	0.016	Low
X28	0.255	0.340	0.087	Moderate
X29	0.440	0.325	0.143	Moderate
X30	0.423	0.190	0.080	Moderate

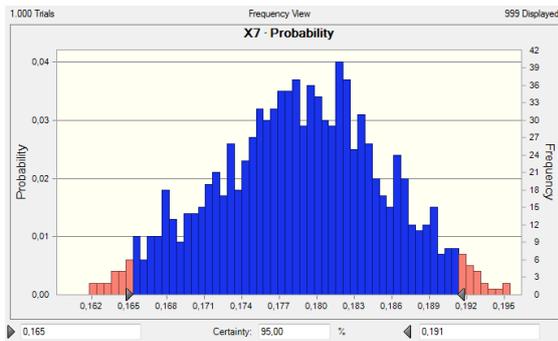
Sumber: Data Olahan, 2020

Simulasi Monte Carlo

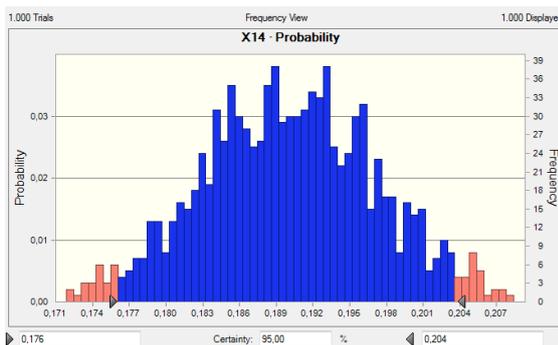
Setelah diperoleh risiko dominan pada tiap-tiap faktor, selanjutnya dilakukan simulasi Monte Carlo dengan iterasi sebanyak 1000 kali. Berikut adalah hasil simulasi Monte Carlo:



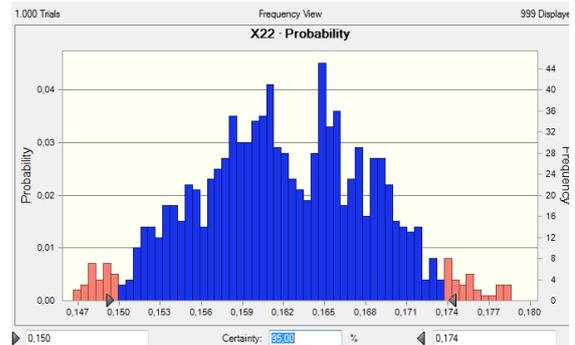
Gambar 4. Output Monte Carlo untuk X2
Sumber: Data Olahan, 2020



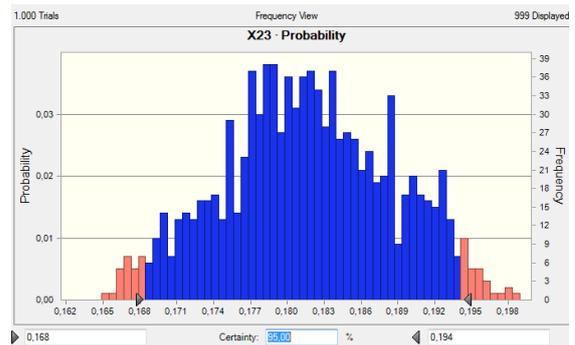
Gambar 5. Output Monte Carlo untuk X7
Sumber: Data Olahan, 2020



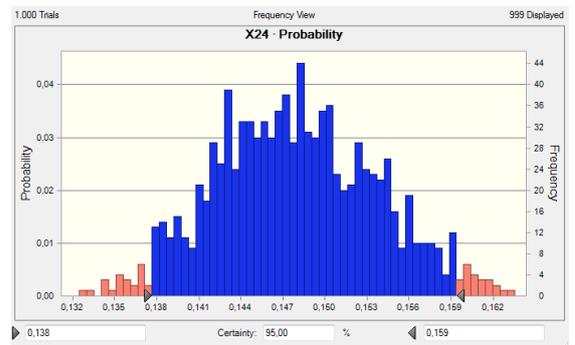
Gambar 6. Output Monte Carlo untuk X14
Sumber: Data Olahan, 2020



Gambar 7. Output Monte Carlo untuk X22
Sumber: Data Olahan, 2020



Gambar 8. Output Monte Carlo untuk X23
Sumber: Data Olahan, 2020



Gambar 9. Output Monte Carlo untuk X24
Sumber: Data Olahan, 2020

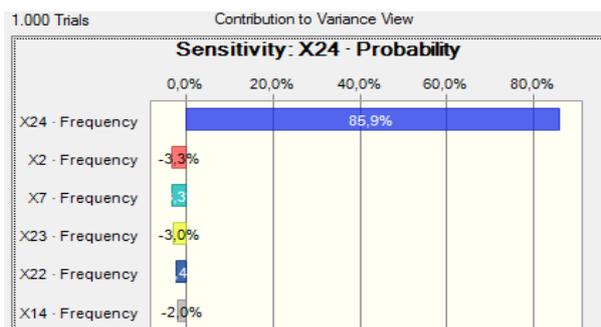
Pada tingkat kepercayaan 95% output simulasi *Monte Carlo* menunjukkan frekuensi pada masing-masing variabel yang disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 9. Rangkuman Output Monte Carlo

Variabel	Hasil Monte Carlo
X2	0,129
X7	0,167
X14	0,178
X22	0,150
X23	0,169
X24	0,138

Sumber: Data Olahan, 2020

Terlihat bahwa frekuensi tertinggi, sebesar 0,178 ditunjukkan oleh adanya tumpahan oli pada area kerja. Sedangkan menurut hasil sensitivitas pada Gambar 10 diperoleh bahwa kegiatan pekerja tertimpa material saat pengangkatan PCI girder merupakan variabel yang paling tinggi sebesar 86,9%.



Gambar 10. Output Sensitivitas Monte Carlo

Sumber: Data Olahan, 2020

Tindakan preventif dan korektif dari risiko dominan pada penelitian ini adalah :

1. X2 (Pekerja terluka akibat terkena material atau peralatan saat proses mobilisasi)

Tindakan preventif:

- Melakukan housekeeping area kerja
- Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan selalu menggunakan APD

Tindakan korektif:

- Memasang rambu wajib APD di area kerja dan pintu masuk proyek.
- Memasang *safety net* pada struktur atas.

2. X7 (Pekerja terluka karena material atau peralatan yang digunakan)

Tindakan preventif:

- Pekerja harus lebih berhati-hati dalam menggunakan peralatan

Tindakan korektif:

- Memasang rambu wajib APD dan rambu berhati-hati dalam melangkah pada area kerja

3. X14 (Adanya tumpahan oli pada area kerja)

Tindakan preventif:

- Menggunakan secondary containment

Tindakan korektif:

- Membersihkan oli setelah selesai kegiatan

4. X22 (Pekerja tertimpa material PCI girder maupun gulungan kabel strand)

Tindakan preventif:

- Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan selalu menggunakan APD

Tindakan korektif:

- Memasang rambu wajib APD di area kerja dan pintu masuk proyek
- Memasang *safety net* pada struktur atas

5. X23 (Tumpahan material grouting)

Tindakan preventif:

- Berhati-hati dan mempertimbangkan kecukupan penyentikan material grouting

Tindakan korektif:

- Housekeeping pada area kerja yang kotor

6. X24 (Pekerja tertimpa material saat pengangkatan PCI girder)

Tindakan preventif:

- Memperhitungkan beban angkut masing masing crawler crane
- Memperhatikan prosedur pemasangan girder pada crawler

Tindakan korektif:

- Pekerja wajib menggunakan APD dan berhati-hati dalam melakukan operasional crawler crane

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada penelitian ini diperoleh enam risiko utama, yaitu pekerja terluka akibat terkena material atau peralatan saat proses mobilisasi, pekerja terluka karena material/peralatan yang digunakan, adanya tumpahan oli pada area kerja, pekerja tertimpa material PCI girder maupun gulungan kabel strand, tumpahan material grouting, dan pekerja tertimpa material saat pengangkatan PCI girder. Frekuensi tertinggi dengan nilai 0,178 adalah adanya tumpahan oli pada area kerja dan sensitivitas tertingg sebesar 86,9% pada pekerja tertimpa material saat pengangkatan PCI girder. Artinya dapat diinterpretasikan bahwa kedua risiko ini harus diperhatikan agar kinerja keselamatan dan kesehatan kerja meningkat.

Upaya yang dapat dilakukan adalah terkait dengan memaksimalkan housekeeping area kerja, rambu, dan APD bagi pekerja sesuai dengan Permenakertrans No. 8 tahun 2010 tentang alat pelindung diri pada konstruksi bangunan.

Saran

Perlu adanya pemahaman dan kesadaran dari berbagai pihak yang terkait dunia konstruksi untuk mengikuti aturan K3 yang ada sehingga kecelakaan dapat berkurang atau bahkan *zero accident*. memberi dan perlunya penelitian lebih lanjut terkait pekerjaan struktur atas lainnya lain dengan metode yang berbeda sehingga menjadi temuan baru bagi dunia konstruksi dan meminimalisir risiko K3.

5. DAFTAR PUSTAKA

Anwar, F. N., Farida, I., & Ismail, A. (2014). Analisis Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pekerjaan Upper Structure Gedung Bertingkat (Studi Kasus Proyek Skyland City–Jatinangor). *Jurnal Konstruksi*, 12(1).

Akdon, Riduwan. (2006). *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*. Bandung: Alfabeta

Asiyanto. (2009). *Manajemen Risiko untuk Kontraktor*. Jakarta : Pradya Paramita.

Australian Standard/New Zealand Standard. (2004). *Australian Standard/New Zealand Standard Risk Management 4360:2004*. Sydney and Wellington : Author.

Baccarini, D., & Archer, R. (2001). The Risk Ranking of Projects: a Methodology. *International journal of project management*, 19(3), 139-145.

BPJS Ketenagakerjaan Pusat. (2015). *Angka Kasus Kecelakaan Kerja Menurun*.

Dharma, B., Agung, A., Adnyana Putera, I. G. A., & Parami Dewi, A. A. Diah. 2017. *Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Jambuluwuk Hotel & Resort Petitenget*. *Jurnal Spektran*, 5(1), 47-55.

Endroyo, B., & Tugino, T. (2009). Analisis faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 9(1), pp-21.

Fandopa, Riza. (2012). *Pengelolaan Resiko pada Pelaksanaan Proyek Jalan Perkerasan Lentur PT X Dalam Rangka Meningkatkan Kinerja Mutu Proyek*. Tesis. Teknik Sipil Universitas Indonesia. Depok.

Flanagan, R. dan Norman, G. (1993). *Risk Management and Construction*. Willey – Blackwell. Oxford.

Indra Z, Mewan. (2008). *Risiko Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Pendekatan As Is yang Berpengaruh Terhadap Kelancaran Pembayaran*. Tesis. Teknik Sipil Universitas Indonesia. Depok

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Kebijakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Keselamatan Konstruksi*. Direktorat Jendral Bina Konstruksi. Jakarta

Kerzner, H., (2009). *Project Management: A System Approach to Planning*,

- Scheduling and Controlling. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Kwak, Y. H., & Ingall, L. (2007). Exploring Monte Carlo simulation applications for project management. *Risk Management*, 9(1), 44-57.
- Mahmoudi, S., Ghasemi, F., Mohammadfam, I., & Soleimani, E. (2014). Framework for continuous assessment and improvement of occupational health and safety issues in construction companies. *Safety and health at work*, 5(3), 125-130.
- OHSAS 18001:2007. (2007). Occupational Health and Safety Management System-Guideline For The Implementation of OHSAS 18001.
- PMI. (2013). A Guide to Project Management Body of Knowledge. (PMBOK Guide), fifth edition. Project Management Institute.
- Ragil, Niken Ayu. (2015). Evaluasi Penerapan Keselamatan Kerja Pada Erection Girder Menggunakan Crawler Crane di PT. Adhi Karya (Persero) TBK. Tugas Akhir. Universitas Airlangga. Surabaya
- Ramli, Soehatman. (2010). Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Prespektif K3 OHS Risk Management. Jakarta : Dian Rakyat.
- Republika. (2015). Angka Kecelakaan Kerja Konstruksi 31,9 persen. 29 Juni 2015
- Saputra, Agus. (2011). Analisa Faktor-faktor Produktivitas Alat Berat Pekerjaan Pemasangan Precast Girder Pada Proyek Flyover (Studi Kasus : Flyover Kalibata). Skripsi. Teknik Sipil Universitas Indonesia. Depok
- Singarimbun, Masri dan Effendi, Sofian. (1995). Metode Penelitian Survei, LP3ES. Edisi Revisi.
- Soeharto, Iman. (2001). Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Erlangga. Jak
- Sugiyono. (2015). Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods). Alfabeta. Bandung
- Suparman, S., & Fitriani, H. (2016). Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Jembatan Musi VI Palembang. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 5(2).
- Susanto, Slamet. (2010). Perbandingan Standar Manajemen Risiko AS/NZS 4360:2004 dengan COSO Enterprise Risk Management 2004. Jakarta
- Susanti, Irriene Indah. (2019). Analisa Perbandingan Metode Konvensional, Desklab dan Bondek pada Pekerjaan Bekisting Jembatan Girder Tipe I Pada Proyek Jalan Tol Bogor – Ciawi – Sukabumi. *Rekayasa Sipil*, Vol. 8 No.2. September 2019 Pp. 50-57