

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 91 - 98	SURABAYA 2017	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	---------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)	
ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK	
<i>Novi Dwi Pratama, Nur Andajani,</i>	01 – 08
ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013	
<i>Ferry Sandrian, Sutikno,</i>	09 – 16
MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013	
<i>Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S.,</i>	17 – 26
ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012	
<i>Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno,</i>	27 – 32
ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR	
<i>Andik Setiawan, Purwo Mahardi,</i>	33 – 38
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN <i>SLUDGE</i> INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN <i>CONPLAST</i> WP 421 DAN <i>MONOMER</i> PADA PEMBUATAN BATAKO	
<i>Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto,</i>	39 – 46
ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN <i>MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>TIME COST TRADE OFF</i> (TCTO)	
<i>Aulia Putri Andhita, Hasan Dani,</i>	47 – 55
ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIP-JAMBANGAN	
<i>Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi,</i>	56 – 62

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M <i>Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono,</i>	63 – 69
PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M <i>Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono,</i>	70 – 76
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M <i>Danan Jaya Tri Yanuar, Arie Wardhono,</i>	77 – 83
ANALISA PERKIRAAN TOTAL WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE COST SCHEDULE CONTROL SYSTEM CRITERIA (C/S-CSC) PADA PELAKSANAAN STRUKTUR PEMBANGUNAN FASUM (FASILITAS UMUM) DAN FASOS (FASILITAS SOSIAL) PT. INDUSTRI GULA GLENMORE KABUPATEN BANYUWANGI <i>Priestianti Diandra, Mas Suryanto HS.,</i>	84 – 90
IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KONSTRUKSI YANG MEMPENGARUHI MUTU DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND SINGKONO LAGOON SURABAYA <i>Trisna Anggi Prasetya, Mas Suryanto HS.,</i>	91 – 98

IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KONSTRUKSI YANG MEMPENGARUHI MUTU DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* DAN *FAULT TREE ANALYSIS* PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND SUNGKONO LAGOON SURABAYA

Trisna Anggi Prasetya

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: trisnaanggi.prasetya@gmail.com

Mas Suryanto HS., ST., MT.

Dosen Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pada pekerjaan struktur apa yang memiliki risiko terhadap mutu konstruksi yang paling dominan untuk kemudian dicari akar penyebab dari risiko tersebut. Sehingga dapat dicari solusi dan strategi penanganan yang tepat. Penelitian ini menggunakan data wawancara terhadap narasumber terpilih dan laporan keluhan mutu milik tim QC yang kemudian akan dianalisis lebih lanjut dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga *Failure Mode* yang paling dominan pada pekerjaan struktur diantaranya adalah kurangnya jumlah *beugel* yang dipasang, jarak antar *beugel* yang tidak sesuai dan muncul *void* dan keropos pada beton. Ketiga *Failure Mode* tersebut memiliki faktor penyebab diantaranya adalah terbatasnya waktu pengawasan, tidak terpantau dengan baik, tergesa-gesa, kurang konsentrasi, bercanda dengan pekerja lain, dan tidak fokus pada pekerjaan. Solusi pencegahan dan penanganan yang disarankan adalah dengan menambah waktu atau porsi pengawasan, menambah jumlah personil pengawas, memilih pengawas dengan kinerja yang baik, pemberian hukuman atau peringatan apabila diperlukan dapat membantu mencegah akar penyebab tersebut terjadi.

Kata Kunci: *Failure Mode and Effect Analysis*, *Fault Tree Analysis*, Mutu Konstruksi, Risiko, dan Proyek konstruksi

Abstract

The purpose of this study is to determine on what structural work has a risk to the most dominant construction quality to then sought the root cause of the risk. So that we can find the right solution and handling strategy. This study uses interview data on selected sources and QC team's quality complaint report which will be further analyzed by Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) method.

The results showed that there are three most dominant Failure Mode in structural work such as the lack of number of beugles installed, the distance between the beugles are not appropriate and appears voids and porous on the concrete. The three Failure Modes have a number of factors, such as limited supervision time, poor observation, haste, lack of concentration, jokes with other workers, and no focus on work. Recommended preventive and handling solutions are to increase the time or portion of supervision, increase the number of supervisory personnel, choose a supervisor with good performance, punishment or warning if necessary may help prevent the root cause from occurring.

Keywords: Failure Mode and Effect Analysis, Fault Tree Analysis, Quality of construction, Risk, dan Construction project

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan suatu kota tidak hanya diketahui dengan meningkatnya jumlah penduduk dan ilmu pengetahuan, melainkan juga dengan meningkatnya pembangunan di kota tersebut. Dengan meningkatnya pembangunan maka tuntutan akan kualitas tentu akan meningkat seiring dengan pembangunan tersebut. Menyikapi hal tersebut perusahaan-perusahaan khususnya pada bidang konstruksi berlomba-lomba untuk menunjukkan kemampuannya dalam memenuhi tuntutan

tersebut. Sehingga menimbulkan persaingan yang ketat antar perusahaan. Agar dapat bertahan dan memenangkan persaingan yang ketat tersebut tidak hanya selesai tepat pada waktunya, melainkan mutu produk juga harus tetap terjaga kualitasnya.

Dalam praktiknya hal itu sangat sulit untuk dilakukan, karena di dalam pelaksanaan suatu proyek dapat muncul berbagai macam risiko baik dari metode, alat, maupun *human error*. Pada umumnya, kegiatan analisa terhadap risiko tersebut sudah sering dilakukan pada bidang konstruksi agar risiko yang akan terjadi dapat diantisipasi

dengan tindakan yang tepat dan cepat. Namun sayangnya, dalam bidang konstruksi tersebut hanya diidentifikasi saja secara kualitatif, dengan menggunakan metode *impact matrix*. Sedangkan pada penelitian ini nantinya akan diidentifikasi serta dianalisa secara kuantitatif dengan menggunakan 2 metode. Metode tersebut adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

Dari uraian latar belakang di atas, timbul ketertarikan untuk diteliti lebih lanjut dalam skripsi yang bertitik tolak pada analisa risiko yang terjadi pada pelaksanaan proyek dengan judul: Identifikasi dan Analisa Risiko Konstruksi yang Mempengaruhi Mutu Dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Fault Tree Analysis* Pada Proyek Pembangunan Apartemen Venetian Grand Sungkono Lagoon, Surabaya.

Rumusan masalah pada penelitian analisis risiko konstruksi yang mempengaruhi mutu dengan metode FMEA dan FTA pada proyek Grand Sungkono Lagoon Surabaya adalah sebagai berikut: (1) Pekerjaan struktur apa saja yang terdapat risiko terhadap konstruksi mutu yang pernah dan akan terjadi pada proyek pembangunan Apartemen Grand Sungkono Lagoon Surabaya? (2) Apa saja risiko yang paling dominan dan paling berdampak pada mutu konstruksi? (3) Apakah sumber penyebab dari risiko yang paling dominan tersebut? (4) Bagaimana strategi penanganan yang tepat untuk mengatasi dan mencegah penyebab dari risiko yang paling dominan tersebut?

Tujuan diadakannya penelitian analisis risiko konstruksi yang mempengaruhi mutu dengan metode FMEA dan FTA pada proyek Grand Sungkono Lagoon Surabaya adalah sebagai berikut: (1) Mengetahui pekerjaan struktur apa saja yang terdapat risiko terhadap konstruksi mutu yang pernah dan akan terjadi pada proyek pembangunan Apartemen Grand Sungkono Lagoon Surabaya. (2) Mengetahui apa saja risiko yang paling dominan dan paling berdampak pada mutu konstruksi. (3) Mengetahui sumber penyebab dari risiko yang paling dominan tersebut. (4) Mengetahui strategi penanganan yang tepat untuk mengatasi dan mencegah penyebab dari risiko yang paling dominan tersebut.

Manfaat pada penelitian analisis risiko konstruksi yang mempengaruhi mutu dengan metode FMEA dan FTA pada proyek Grand Sungkono Lagoon Surabaya adalah sebagai berikut: (1) Bagi Peneliti dapat dijadikan pengetahuan tambahan serta referensi mengenai analisa risiko pada suatu proyek konstruksi dan juga sebagai syarat kelulusan mata kuliah TA/Skripsi. (2) Bagi Akademisi dapat dijadikan pengetahuan tambahan dalam bidang manajemen konstruksi serta dapat dimanfaatkan sebagai referensi penelitian selanjutnya mengenai analisis risiko pada suatu proyek konstruksi. (3) Bagi

Kontraktor/Perusahaan Dapat dijadikan sebagai bahan analisa dan evaluasi tentang risiko-risiko yang berpengaruh terhadap mutu dan mengetahui sebab dan cara penanggulangannya agar dapat dilakukan tindakan pencegahan (*preventif*) sebelum risiko tersebut terjadi.

Batasan masalah pada penelitian analisis risiko konstruksi yang mempengaruhi mutu dengan metode FMEA dan FTA pada proyek Grand Sungkono Lagoon Surabaya adalah sebagai berikut: (1) Risiko yang diteliti adalah risiko pada pelaksanaan proyek pembangunan Apartemen Grand Sungkono Lagoon Surabaya yang mempengaruhi kualitas atau mutu konstruksi dari sudut pandang kontraktor. (2) Mengidentifikasi risiko yang berpotensi terjadi di proyek melalui wawancara dengan responden para *engineer* PT. Pembangunan Perumahan. (3) Analisa dan kelola hasil berdasarkan risiko yang paling sering terjadi dan berdampak paling besar terhadap mutu. (4) Risiko yang diteliti hanya pada pekerjaan struktur proyek.

Gasperz (2002) mendefinisikan mutu secara umum dan khusus. Definisi mutu secara umum memberikan gambaran mengenai karakteristik langsung dari suatu produk seperti: performansi (*performance*), keandalan (*reliability*), mudah dalam penggunaan (*ease of use*), estetika (*esthetics*) dan lain sebagainya. Sedangkan definisi mutu secara khusus adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan dari pelanggan.

Berdasarkan beberapa definisi mengenai mutu diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa mutu adalah segala sesuatu yang dapat memuaskan serta dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan dari pelanggan. Suatu produk bisa dikatakan bermutu apabila produk tersebut memiliki kompetensi untuk memenuhi keinginan pelanggan, diproduksi dengan baik, dan dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Menurut Nawawi (2005), "Manajemen mutu adalah manajemen fungsional dengan pendekatan yang secara terus menerus difokuskan pada peningkatan kualitas, agar produknya sesuai dengan standar kualitas dari masyarakat yang dilayani dalam pelaksanaan tugas pelayanan umum (*public service*) dan pembangunan masyarakat (*community development*)". Gasperz (2001) menjelaskan bahwa, "Sistem kualitas atau mutu merupakan sekumpulan prosedur terdokumentasi dan praktek-praktek standar untuk manajemen sistem yang bertujuan menjamin kesesuaian dari suatu proses dan produk (barang dan jasa) terhadap kebutuhan atau persyaratan tertentu".

Berdasarkan beberapa definisi tentang manajemen mutu di atas dapat disimpulkan bahwa manajemen mutu adalah sebuah aktivitas serta fungsi manajemen yang akan menentukan kebijakan mengenai mutu untuk

peningkatan kualitas agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas serta mampu memenuhi kebutuhan, keinginan maupun kepuasan pelanggan. Manajemen mutu akan selalu mengalami proses perbaikan secara kontinyu untuk memenuhi kepuasan pelanggan.

Menurut Rahmi (2012), “risiko adalah hal yang tidak akan pernah dapat dihindari pada suatu kegiatan atau aktivitas yang dilakukan manusia, termasuk pada aktivitas proyek pembangunan dan proyek konstruksi.”

Dari beberapa definisi diatas dapat ditarik bahwa risiko merupakan suatu kejadian yang tak dapat dihindari sebagai akibat dari ketidakpastian suatu aktivitas dimana risiko tersebut dapat berakibat positif maupun negatif.

Berdasarkan penelitian Kangari tahun 1995 (dalam Rahmi; 2012) yang berjudul *Risk Management Perception And Trends Of US Construction*, menjelaskan tentang pembagian risiko konstruksi menjadi risiko penting dan risiko yang kurang penting berdasarkan persepsi kontraktor pada proyek-proyek konstruksi di Amerika Serikat.

Berikut ini merupakan pembagian dari risiko tersebut, antara lain:

1. Risiko yang penting:
 - a. Produktivitas tenaga kerja dan peralatan
 - b. Kualitas atau mutu pekerjaan
 - c. Keselamatan kerja
 - d. Kemampuan kontraktor
2. Risiko yang kurang penting:
 - a. Ketersediaan material, tenaga kerja dan peralatan
 - b. Kerusakan material
 - c. Inflasi
 - d. Kuantitas pekerjaan aktual
 - e. Perselisihan tenaga kerja
 - f. Kegagalan keuangan pihak-pihak yang terlibat
 - g. Proses perpanjangan kontrak
 - h. Ganti rugi
 - i. Negosiasi untuk *change order*

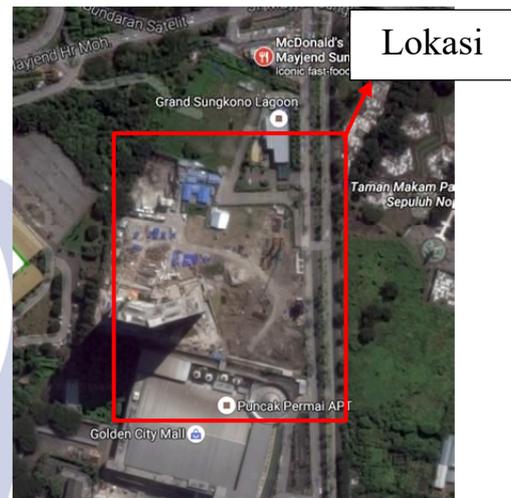
METODE

Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dan dianalisis dengan menggunakan 2 metode, diantaranya kedua metode tersebut adalah metode FMEA atau *Failure Mode And Effect Analysis* dan FTA atau *Fault Tree Analysis*. Kedua metode tersebut memiliki fungsi masing-masing. Fungsi dari metode FMEA adalah untuk mengetahui tingkat dari suatu risiko tersebut dan dapat ditentukan risiko mana yang dapat ditangani terlebih dahulu. Sedangkan metode FTA memiliki fungsi untuk menemukan akar penyebab dari risiko tersebut yang kemudian akan di tentukan tindakan mitigasinya secara tepat.

Lokasi Penelitian

Lokasi dilaksanakannya penelitian ini guna memperoleh data untuk diolah lebih lanjut adalah pada proyek pembangunan Apartemen Venetian *Grand Sungkono Lagoon*, Surabaya. Pihak kontraktor yang menangani proyek ini adalah PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk. Detil lokasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Peta lokasi Proyek Grand Sungkono Lagoon

Sasaran Penelitian

Sasaran yang dituju dari penelitian ini adalah kontraktor PT. PP (Persero) Tbk khususnya pada proyek pembangunan Apartemen Venetian *Grand Sungkono Lagoon*.

Teknik Analisis Data

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut Gasperz (2002), FMEA adalah pendekatan terstruktur yang memberikan tingkat risiko kualitas setiap langkah dalam proses (manufaktur maupun transaksional).

Adapun langkah-langkah yang diperlukan dalam melakukan FMEA adalah:

- a. Melakukan pemeriksaan terhadap masing-masing item pekerjaan yang memungkinkan memiliki risiko konstruksi yang mempengaruhi mutu.
- b. Membuat daftar mode kegagalan yang masing-masing memiliki risiko dari tiap item pekerjaan.
- c. Membuat potensi dampak kegagalan yang memiliki risiko dari tiap item pekerjaan.
- d. Menilai tingkat keparahan (*Severity*) dari dampak kegagalan dengan menggunakan *severity index*.
- e. Membuat daftar potensi penyebab dari suatu kegagalan di tiap item pekerjaan.

- f. Menilai tingkat *probability* kejadian (*Occurance*) dari potensi penyebab suatu kegagalan di tiap item pekerjaan dengan menggunakan *severity index*.
- g. Membuat daftar kontrol desain yaitu bentuk pencegahan dalam potensi penyebab kegagalan.
- h. Menilai tingkat skala deteksi (*Detection*) berdasarkan daftar kontrol desain di tiap item pekerjaan dengan menggunakan *severity index*.
- i. Hitung tingkat prioritas atau biasa disebut RPN dari masing-masing *severity*, *detection*, dan *occurance*.
- j. Urutkan prioritas kesalahan berdasarkan RPN yang memerlukan penanganan lebih lanjut.

Untuk menilai tingkat *Severity*, *Occurance*, maupun *Detection* diperlukan adanya acuan penilaian untuk menentukan seberapa besar nilai tersebut ditentukan.

1. *Severity* (berdasarkan tingkat keparahan risiko)
Severity merupakan penilaian risiko berdasarkan pada tingkat keparahan dari efek yang ditimbulkan oleh risiko tersebut.

Tabel 1 Acuan Penilaian Tingkat Keparahannya

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan)
2	<i>Mild Severity</i> (pengaruh buruk yang ringan)
3	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh yang moderat)
4	<i>High Severity</i> (pengaruh yang tinggi)
5	<i>Potential Safety Problem</i> (masalah keamanan potensial)

(Sumber: Gasperz dalam yessi 2014)

2. *Occurance* (berdasarkan tingkat kejadian risiko)
Occurance merupakan penilaian risiko berdasarkan pada tingkat kejadian dari risiko tersebut. Seberapa sering risiko tersebut kemungkinan akan terjadi. Berikut ini merupakan tabel skala acuan untuk penilaian tingkat kejadian dari risiko:

Tabel 2 Acuan Penilaian Tingkat Kejadian

Rating	Berdasarkan pada frekuensi kejadian
1	Sangat jarang terjadi
2	Jarang terjadi
3	mungkin dapat terjadi
4	Cenderung terjadi
5	sering terjadi

(Sumber: Gasperz dalam yessi 2014)

3. *Detection* (berdasarkan tingkat deteksi risiko)
Detection merupakan penilaian risiko berdasarkan pada tingkat deteksi dari risiko tersebut. Seberapa mudah risiko tersebut terdeteksi dan dapat dicegah sehingga risiko tak terjadi lagi. Berikut ini merupakan tabel skala acuan untuk penilaian tingkat deteksi dari risiko:

Tabel 3 Acuan Penilaian Tingkat Deteksi

Rating	Kriteria
1	sangat mudah dideteksi dan tindak pencegahan berhasil sangat baik
2	mudah dideteksi dan tindak pencegahan berhasil dengan baik
3	Bersifat moderat dan Metode pencegahan kadang berhasil
4	Sulit dideteksi dan metode pencegahan kurang efektif
5	sangat sulit untuk dideteksi dan metode pencegahan tidak efektif

(Sumber: Gasperz dalam yessi 2014)

Setelah proses *scoring* telah selesai, tahap selanjutnya adalah menghitung peringkat dari risiko tersebut. RPN atau disebut *Risk Priority* adalah peringkat berbentuk numerik dari risiko. RPN dapat dihitung dengan rumus:

$$RPN = Occurance \times Severity \times Detection$$

FTA (*Fault Tree Analysis*)

Tiga risiko yang paling dominan sesuai hasil dari FMEA akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*), dimana dengan metode ini nantinya akan didapatkan penyebab dari risiko yang telah terjadi untuk kemudian ditentukan tindakan mitigasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN Identifikasi Potensi Failure Mode

Penelitian ini dimulai dengan survey lapangan tahap pertama untuk mengetahui kondisi atau keadaan dari proyek tempat akan diadakan penelitian. Hal ini dilakukan dengan metode wawancara terstruktur perihal *failure mode* yang dapat menyebabkan timbulnya risiko pada proyek tersebut.

Tabel 4 Hasil Wawancara Mengenai *Failure Mode*

Jenis Pekerjaan	Uraian Pekerjaan	failure mode	
Pekerjaan Tanah	Pekerjaan galian	Perbedaan kondisi tanah dasar	
		galian tidak sesuai posisi dan ukuran yang dibutuhkan	
		terjadi longsor pada tanah yang tidak digali	
	Pekerjaan urugan dan pemadatan	timbul genangan air karena hujan meluapnya air tanah	
		pemadatan tanah yang tidak merata	
		bahan timbunan tercampur kotoran kepadatan yang dibutuhkan tidak sesuai desain	
pekerjaan pondasi	pondasi pancang	tiang pancang retak atau patah	
		pondasi yang dipesan tidak sesuai dengan mutu desain	
		posisi tiang pancang miring	
		mutu beton tiang pancang tidak sesuai	
pekerjaan beton	pekerjaan pembesian	pasangan beugel dengan sudut kait 90 derajat	
		jarak antar beugel yang tidak sesuai dengan desain	
		kurangnya jumlah beugel yang dipasang	
		diameter tulangan utama tidak sesuai dengan desain	
		panjang penjangkaran tulangan utama tidak sesuai desain	
		tulangan utama dan beugel berkarat	
	pekerjaan bekisting	tulangan utama sedikit bengkok	
		kualitas multiplex yang digunakan tak sesuai desain	
		ikatan pada bekisting kurang kuat	
	pekerjaan cor	bekisting terlalu cepat dibongkar	
		posisi bekisting yang kurang pas	
		penggunaan vibrator yang tidak merata	
		permukaan beton tidak rata	
		beton menggelembung atau bunting	
		memberikan beban yang tidak seharusnya kepada plat	
	ready mix yang dipesan tidak sesuai desain		
			muncul void dan keropos pada beton

Analisa menggunakan Failure Mode And Effect Analysis

Pada tahap kedua ini diawali dengan pengisian pada lembar kuisioner penilaian terhadap *failure mode* hasil dari wawancara pada tahap pertama. Pengisian kuisioner tersebut didasarkan pada tingkat penilaian yang telah disebutkan sebelumnya yaitu *severity*, *Occurance*, dan *detection*. Nilai dari keempat responden tersebut dirata-rata, kemudian hasilnya digunakan untuk perhitungan RPN.

Nilai RPN tersebut akan dibandingkan dengan nilai RPN kritis. Nilai RPN kritis tersebut didapatkan dari jumlah total nilai RPN dibagi dengan jumlah *failure mode*. Apabila nilai RPN dari *failure mode* lebih tinggi daripada nilai RPN kritis, maka *failure mode* tersebut termasuk dalam kategori kritis. Dari keseluruhan *failure mode* yang masuk ke dalam kategori kritis akan dipilih

tiga *failure mode* dengan nilai tertinggi untuk dianalisa lebih lanjut menggunakan FTA. Tiga *failure mode* tersebut adalah:

Tabel 5 Tiga *Failure Mode* Dengan Nilai RPN Tertinggi

	uraian pekerjaan	failure mode	nilai RPN
A	pekerjaan pembesian	kurangnya jumlah beugel yang dipasang	63.00
B	pekerjaan pembesian	jarak antar beugel yang tidak sesuai dengan desain	54.84
C	pekerjaan cor	muncul void dan keropos pada beton	50.47

Analisa menggunakan Fault Tree Analysis

Dalam metode *Fault Tree Analysis* akan ditentukan penyebab-penyebab *failure mode* yang telah diperoleh dari metode sebelumnya hingga ditemukan penyebab akhir dari kejadian tersebut agar penanganan dan pencegahan dapat dilakukan dengan tepat sasaran. Masing-masing dari *failure mode* dengan RPN tertinggi akan dijadikan *Top Event* yang selanjutnya akan dicari akar penyebabnya. Dimulai dari *Intermediate Event* hingga mencapai *Basic Event*.

Intermediate event merupakan sebuah kondisi dimana pada faktor penyebab dari risiko tersebut masih memungkinkan untuk ditelusuri lebih lanjut penyebab lainnya yang masih berhubungan. Sedangkan *Basic Event* merupakan sebuah kondisi dimana faktor penyebab tersebut tidak mungkin lagi diidentifikasi atau penyebab tersebut sudah merupakan penyebab paling akhir sehingga tidak dapat dicari lagi penyebab lainnya.

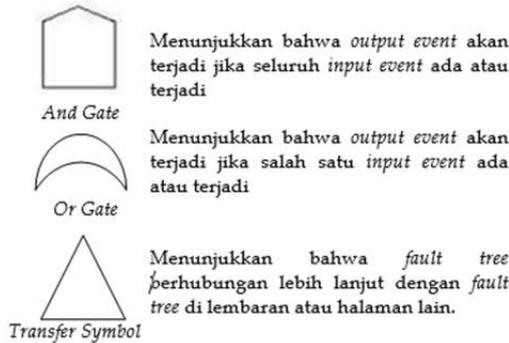
Dalam setiap *Intermediate Event* dihubungkan dengan menggunakan *Logic Gate* (Gerbang Logika) dimana gerbang tersebut akan menentukan apakah faktor penyebab tersebut berpengaruh terhadap faktor penyebab lain dalam satu tingkat.

Gerbang OR digunakan apabila suatu *Intermediate Event* tidak mempengaruhi *Intermediate Event* lain di satu tingkat. Jadi bila salah satu penyebab telah terjadi maka risiko tersebut akan terjadi. Sedangkan gerbang AND digunakan apabila suatu *Intermediate Event* berpengaruh terhadap *Intermediate Event* lain dalam satu tingkat. Jadi semua faktor penyebab pada satu tingkat harus terjadi agar sebuah risiko dapat terjadi.

Penggambaran FTA

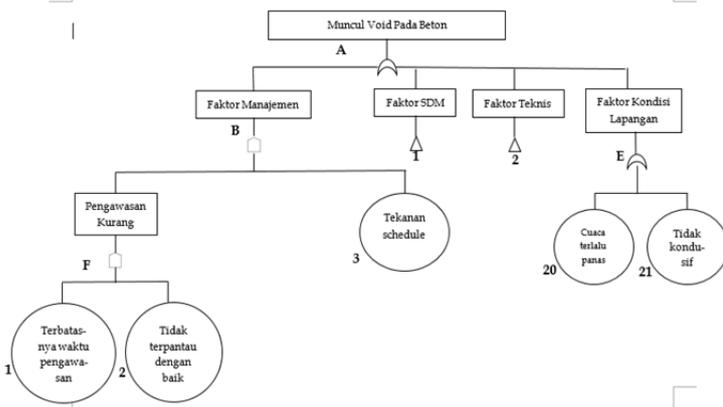
Proses penggambaran dari metode *Fault Tree Analysis* ini dimulai setelah mendapatkan analisa faktor-faktor penyebab dari *failure mode*. Diawali dengan penggambaran *Top Event* yang kemudian berlanjut ke

Intermediate Event dan baru kemudian Basic Event. Untuk penggambaran FTA ini digunakan Logic Gate (Gerbang Logika) seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Berikut ini merupakan gambar dari simbol-simbol yang diperlukan dalam penggambaran FTA termasuk diantaranya simbol gerbang logika:

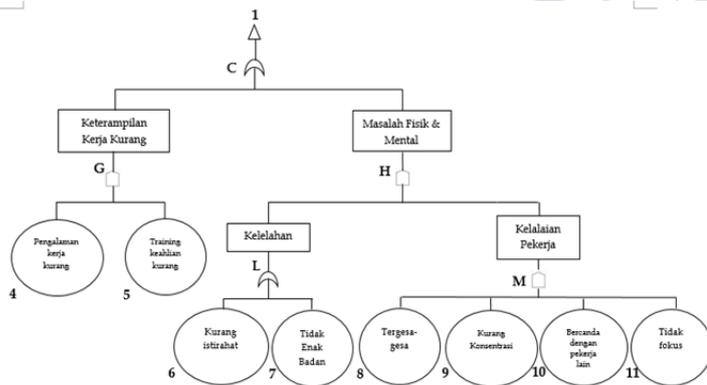


Gambar 2 simbol gerbang FTA

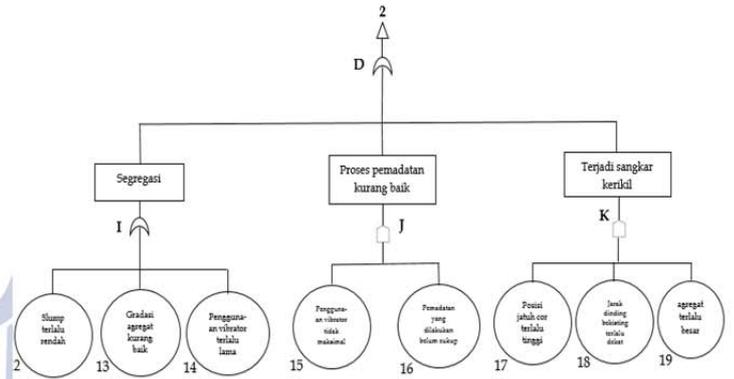
Salah satu failure mode yang sudah digambar dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3 FTA failure mode C bagian 1



Gambar 4 FTA failure mode C bagian 3



Gambar 5 FTA failure mode C bagian 3

Kombinasi Basic Event

Setelah proses penggambaran FTA telah diselesaikan, langkah berikutnya adalah menentukan MOCUS (Method Obtain Cut Set). MOCUS ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi dari basic event dari masing-masing failure mode yang dianalisa dengan hubungan AND Gate dan OR Gate. Kombinasi tersebut yang nantinya akan dicari tindak mitigasinya. Berikut ini merupakan langkah-langkah menentukan MOCUS:

1. Menggambar Fault Tree Analysis berdasarkan faktor penyebab yang telah ditentukan
2. Memberi notasi huruf (A, B, C, dst) pada gerbang Intermediate Event.
3. Memberi notasi angka (1, 2, 3, dst) pada Basic Event.
4. Melakukan proses pembukaan gerbang dari Top Event. Proses pembukaan gerbang dilakukan secara berurutan dari kiri ke kanan hingga berakhir pada Basic Event paling kanan.
5. Buka gerbang satu-persatu hingga muncul semua notasi angka (Basic Event).
6. Notasi pada Basic Event yang gerbangnya telah dibuka tetap ditulis hingga pembukaan gerbang paling terakhir.
7. Memasukkan hasil MOCUS ke dalam tabel Minimal Cut Set.

hasil MOCUS yang telah dimasukkan ke dalam tabel minimum cutset failure mode C dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 6 Minimum Cutset Failure Mode C

Minimal Cut Set Failure mode C			
1, 2, 3	4, 5	6, 8, 9, 10, 11	6, 8, 9, 10, 11
12	13	14	15, 16
17, 18, 19	20	21	

Dari hasil MOCUS di atas, dapat dilihat bahwa penyebab dari *failure mode* kurangnya jumlah beugel yang dipasang berjumlah 21 *Basic Event*, namun setelah melalui proses MOCUS ditemukan beberapa kombinasi sehingga faktor penyebab tersebut berjumlah 11 *cut set* atau kombinasi. Angka yang sering muncul adalah 8, 9, 10 dan 11 berturut-turut yaitu tergesa-gesa, kurang konsentrasi, bercanda dengan pekerja lain, tidak fokus pada pekerjaan. *Basic event* yang sering muncul ini yang akan dicari tindak pencegahannya.

Penanganan dan Tindak Mitigasi

Berikut ini merupakan tindak mitigasi maupun solusi dari akar penyebab tersebut:

1. Terbatasnya waktu pengawasan
Pengawasan merupakan hal penting yang harus diperhatikan agar dalam suatu proyek tak terjadi kesalahan yang fatal. Namun terbatasnya waktu pengawasan sering menjadi penghambat dalam proses tersebut. Hal ini dapat diatasi dengan menambah porsi waktu untuk pengawasan. Namun bila sudah tidak bisa ditambahkan lagi, maka solusi selanjutnya adalah dengan menambah jumlah personil. Diharapkan dengan menambah jumlah personil dapat mencakup seluruh medan pengawasan sehingga dapat memaksimalkan waktu dari pengawasan meskipun terbatas.
2. Tidak terpantau dengan baik
Sama halnya dengan waktu pengawasan yang terbatas dengan menambah jumlah personil diharapkan dapat menutupi kekurangan personil dalam hal pengawasan. Selain itu memilih pengawas yang sudah ahli di bidangnya juga dapat membuat proses pengawasan berjalan dengan baik.
3. Tergesa-gesa waktu bekerja
Tertekan jadwal seringkali membuat para pekerja terburu-buru dalam mengerjakan suatu pekerjaan. Sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pekerjaan tersebut akan semakin besar. Untuk mencegah hal ini dapat terjadi dapat dilakukan dengan cara mengecek kembali jadwal yang sudah ada dan memaksimalkan waktu tersebut sehingga pekerja juga dapat maksimal dalam pekerjaannya.
4. Kurang konsentrasi dan tidak fokus pada pekerjaan
Banyak hal yang dapat menyebabkan kurangnya konsentrasi pekerja sehingga membuatnya tak bisa fokus pada pekerjaan yang dikerjakan. bercanda dengan pekerja lain, memiliki masalah pribadi, dan lain-lain. Bila dibiarkan hal ini dapat menyebabkan menurunnya kualitas dari kinerja pekerja itu sendiri. Sebuah peringatan atau hukuman (bila diperlukan) dapat memberikan efek jera terhadap pelaku pelanggaran. Selain itu peningkatan proses

pengawasan terhadap pekerjaan tersebut juga dapat mengurangi terjadinya pekerja yang kurang berkonsentrasi maupun tidak fokus pada pekerjaannya.

Dari proses FTA dapat dilihat faktor SDM sangat berpengaruh pada hasil kinerja yang didapatkan. Hal tersebut dapat dilihat dari ketiga *failure mode* faktor penyebab dari sumber daya manusia sering muncul. Beberapa diantaranya yaitu tergesa-gesa, kurang konsentrasi, tidak fokus pada pekerjaan dan bercanda dengan pekerja lain. Selain itu pada proses pengawasan juga perlu diperhatikan. Dengan peningkatan pengawasan diharapkan dapat meminimalisir hal-hal yang tidak diinginkan seperti halnya penurunan kualitas. Peningkatan kualitas SDM, proses pengawasan yang baik dan maksimal, serta pemberian peringatan maupun hukuman bagi para pelanggar dapat membantu mencegah maupun mengatasi apabila terjadi yang tidak diinginkan.

PENUTUP

Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari hasil analisa risiko konstruksi yang berpengaruh terhadap mutu pada proyek pembangunan *Apartement Grand Sungkono Lagoon* Surabaya dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Fault Tree Analysis* adalah sebagai berikut:

1. Risiko yang pernah dan akan terjadi pada pelaksanaan proyek pembangunan *Apartement Grand Sungkono Lagoon* diketahui terdapat pada beberapa pekerjaan diantaranya adalah pekerjaan galian, pekerjaan urugan dan pemadatan, pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, dan pekerjaan cor
2. Melalui metode *Failure Mode and Effect Analysis* diketahui terdapat tiga *failure mode* yang paling dominan. Beberapa diantaranya adalah yang paling dominan dan berdampak pada mutu konstruksi adalah kurangnya jumlah beugel yang dipasang, jarak antar beugel yang tidak sesuai dengan desain, dan muncul *void* dan keropos pada beton.
3. Masing-masing *failure mode* memiliki akar penyebabnya sendiri. *Failure mode* A atau kurangnya jumlah beugel yang terpasang memiliki beberapa akar penyebab diantaranya pada faktor manajemen yaitu terbatasnya waktu pengawasan (*basic event* 3) dan tidak terpantau dengan baik (*basic event* 4). Pada faktor SDM terdapat tergesa-gesa (*basic event* 10), kurang konsentrasi (*basic event* 11), bercanda dengan pekerja lain (*basic event* 12) tidak fokus pada pekerjaan (*basic event* 13). *Failure mode* B atau jumlah beugel tidak sesuai dengan desain memiliki beberapa akar penyebab diantaranya pada faktor manajemen yaitu terbatasnya waktu pengawasan

(*basic event 3*) dan terbatasnya waktu pengawasan (*basic event 4*). *Failure mode C* atau muncul *void* dan keropos pada beton memiliki beberapa akar penyebab diantaranya pada faktor SDM yaitu tergesa-gesa (*basic event 8*), kurang konsentrasi (*basic event 9*), bercanda dengan pekerja lain (*basic event 10*), tidak fokus pada pekerjaan (*basic event 11*).

4. Penanganan dan pencegahan akar penyebab risiko tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Terbatasnya waktu pengawasan
Hal ini dapat diatasi dengan menambah porsi waktu untuk pengawasa. Selain itu juga dapat ditanggulangi dengan cara menambah jumlah personil pengawas. Dengan begitu dapat memaksimalkan proses pengawasan.
- b. Tidak terpantau dengan baik
Menambah jumlah personil diharapkan dapat menutupi kekurangan dari tidak terpantaunya dengan baik. Serta pemilihan pengawas yang sudah ahli di bidangnya juga dapat membantu proses pengawasan berjalan dengan baik.
- c. Tergesa-gesa waktu bekerja
Untuk mencegah hal ini dapat terjadi dapat dilakukan dengan cara mengecek kembali jadwal yang sudah ada dan memaksimalkan waktu sehingga pekerja juga dapat memaksimalkan pekerjaannya.
- d. Kurang konsentrasi dan tidak fokus pada pekerjaan
Sebuah peringatan atau hukuman (bila memang diperlukan) sehingga akan memberikan efek jera kepada pelaku pelanggaran. Selain itu melakukan peningkatan kualitas pengawasan agar dapat mencegah para pekerja lalai dan tidak fokus terhadap pekerjaannya.

Saran

Setelah mengetahui risiko apa saja yang sering terjadi dan penyebabnya disertai penanganan dan pencegahannya, saran yang bisa diambil dalam penelitian analisa risiko konstruksi yang berpengaruh terhadap mutu pada proyek pembangunan Apartement Grand Sungkono Lagoon Surabaya dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Fault Tree Analysis* adalah sebagai berikut:

1. Dibutuhkan data yang lebih banyak lagi agar penelitian dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* ini lebih maksimal hasilnya.
2. Untuk menganalisa penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja, selain menggunakan wawancara sebaiknya dapat ditambah dengan mencari studi literatur yang lebih baru agar lebih efektif penanganannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlson, C. 2012. *Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economic Products and Processes Using Failure Mode and Effect Analysis*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Darmawi, Hermawan. 2011. *Manajemen Risiko*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ervianto, W. I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi Offset
- Flanagan, R. dan Norman, G. 1993. *Risk Management and Construction*. London: Blackwell Science
- Gaspersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Gray, C. F. dan E. W. Larson. 2006. *Project Management: The Managerial Process 3th Edition*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hanafi, M. 2006. *Manajemen Risiko*. Yogyakarta: Unit Penerbit Dan Percetakan Sekolah Tinggi Manajemen YKPN.
- Kangari, Rozzbeigh. 1995. Risk Management Perceptions and Trends of U.S. Construction Industry: a Contractors Perspective. *International Journal of Project Management*, 19(6): 325-335.
- Kerzner, H. 2002. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling 8th edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Nawawi, Hadari. 2005. *Manajemen Sumber Daya Manusia Untuk Bisnis Yang Kompetitif*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Ramli, S. 2010. *Pedoman Praktis Manajemen Risiko Dalam Prespektif K3 OHS Risk Management*. Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Suardi, R. 2006. *Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008*. Jakarta: PPM.