

## **ANALISIS RISIKO PADA UJI PEMBEBANAN (*LOADING TEST*) JEMBATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)**

**Paksi Aan Syuryadi**

Manajemen Proyek Konstruksi, Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Merdeka 30, Bandung, Jawa Barat  
Email: paksi.aansyuryadi@pusjatan.pu.go.id

### **Abstrak**

*Salah satu wujud infrastruktur terkait dengan konektivitas antar daerah adalah jalan dan jembatan. Agar jembatan memiliki daya layan sesuai umur rencana perlu dilakukannya tindakan preventif berupa pemeliharaan yang rutin untuk mengetahui keadaan aktual yang terjadi pada jembatan tersebut. Salah satu metode pemeriksaan jembatan yang sering dilakukan adalah dengan melakukan uji beban (*loading test*). Penelitian ini bermaksud untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko-risiko yang mungkin terjadi pada saat pengujian *loading test* jembatan berlangsung dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN), yang bertujuan untuk mengantisipasi dan mengontrol risiko-risiko yang mungkin terjadi agar pengujian dapat berjalan dengan lancar, data yang didapat dapat diolah dengan baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Berdasarkan penelitian ini terdapat 5 (lima) risiko yang merupakan nilai RPN tertinggi yang kemungkinan akan terjadi dalam pelaksanaan pengujian *loading test* Jembatan yaitu: cuaca yang berubah-ubah pada saat pelaksanaan *loading test* jembatan, sensor strain gauge yang mengalami kerusakan baik akibat dari hasil pabrikan atau dari ketidak hati-hati an pemasangan di lapangan, pengolahan data hasil pengujian yang tidak teliti, keterlambatan dalam pelaksanaan pengujian *loading test*, dan gangguan lalu lintas pada saat *loading test* berlangsung.*

**Kata kunci:** *Failure Mode Effect Analysis (FMEA), jembatan, loading test, risiko*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Salah satu wujud infrastruktur terkait dengan konektivitas antar daerah adalah jalan dan jembatan. Tidak dapat dipungkiri bahwa salah satu tolak ukur keberhasilan pembangunan adalah tersedianya infrastruktur jalan dan jembatan yang andal. Selain berfungsi untuk mendukung pengembangan wilayah dan kelancaran distribusi barang dan jasa, jalan dan jembatan juga mempunyai andil yang penting dalam memperkuat ketahanan pangan serta menjadi roda penggerak perekonomian bangsa.

Untuk terwujudnya infrastruktur yang andal, dibutuhkan penerapan penyelenggaraan infrastruktur dengan pendekatan teknologi yang aplikatif. Salah satunya adalah dengan adanya pembangunan jembatan yang memiliki umur rencana dan telah diukur ketahanannya/daya layan sesuai dengan beban rencana. Oleh karena itu perlu dilakukannya tindakan preventif berupa pemeliharaan yang rutin untuk mengetahui keadaan sebenarnya/aktual yang terjadi pada jembatan tersebut. Salah satu metode pemeriksaan jembatan yang sering dilakukan adalah dengan melakukan uji beban (*loading test*). Pengujian ini dilaksanakan untuk mengukur respon jembatan memikul beban statik dan dinamik. Struktur jembatan harus menunjukkan kinerja yang baik dalam memikul beban. Uji beban statik akan bermanfaat untuk memberikan informasi pola penyaluran gaya-gaya dalam struktur atas akibat beban hidup. Sedangkan, uji beban dinamik bermanfaat untuk mengukur frekuensi alami jembatan.

Namun demikian dalam pelaksanaan *loading test* memiliki risiko-risiko yang perlu diantisipasi dan dikelola agar pelaksanaan pengujian dapat berjalan lancar sesuai jadwal yang telah ditentukan dan hasil dari pengujian dapat diolah dan dapat dipertanggung jawabkan sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambil keputusan. Pada penelitian ini penulis mencoba mengantisipasi risiko-risiko yang kemungkinan akan terjadi pada pelaksanaan pengujian *loading test* pada jembatan.

Dengan terdapatnya kemungkinan risiko yang terjadi pada masa pelaksanaan *loading test* penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko-risiko yang mungkin terjadi pada saat pengujian *loading test* jembatan berlangsung dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), yang bertujuan untuk mengantisipasi dan mengontrol risiko-risiko yang mungkin terjadi agar pengujian dapat berjalan dengan lancar, data yang didapat dapat diolah dengan baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Sehingga nantinya dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan penanganan jembatan selanjutnya.

Tujuan utama dari manajemen risiko adalah mengurangi risiko yang potensial dapat terjadi. Menurut PMBOK (2013), manajemen risiko terdiri dari enam tahapan, yakni: perencanaan untuk risiko, identifikasi risiko, analisis risiko kualitatif, analisis risiko kuantitatif, memberi rencana respon dari risiko serta monitoring dan kontroling terhadap risiko. Dengan dilakukannya manajemen risiko, suatu organisasi dapat mengembangkan strategi untuk mengurangi probabilitas terjadinya kejadian berisiko serta dampak negatif yang ditimbulkannya.

### Tahapan Manajemen Risiko

Tahapan dalam manajemen risiko dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Perencanaan (*Planning*)

Proses pengembangan dan dokumentasi strategi dan metode yang terorganisasi, komprehensif, dan interaktif untuk keperluan identifikasi dan penelusuran isu-isu risiko, pengembangan rencana penanganan risiko, penilaian risiko yang kontinyu untuk menentukan perubahan risiko, serta mengalokasikan sumberdaya yang memenuhi. *Output* dari langkah ini adalah pengenalan sumber, sifat, serta potensi terjadinya risiko (Ongkowijoyo, 2009).

b. Identifikasi

Identifikasi risiko adalah langkah awal dalam penerapan manajemen risiko dan merupakan tahapan yang penting dalam pelaksanaan kegiatan. Dengan identifikasi risiko pada proses pelaksanaan kegiatan konstruksi akan diketahui risiko-risiko apa saja yang terjadi selama pelaksanaan kegiatan sejak mulai dikerjakan sampai selesai. Selanjutnya akan diketahui seberapa potensial risiko-risiko tersebut dalam mempengaruhi tercapainya sasaran kegiatan (Tumimomor, 2014).

Pada dasarnya identifikasi risiko diawali dengan menyusun daftar kejadian-kejadian tidak diharapkan di proyek yang mungkin menyebabkan kegagalan dalam mencapai sasaran proyek (Maharani, 2011).

c. Analisis Risiko

Mengutip pendapat Yumaida (2011), berdasarkan American National Standard (2004) Analisis risiko dalam konstruksi dapat dibagi menjadi:

- a) Analisis Risiko Kualitatif, adalah metode untuk melakukan prioritas terhadap daftar risiko yang telah teridentifikasi untuk penanganan selanjutnya. Analisis risiko secara kualitatif menguji prioritas dari daftar risiko yang telah teridentifikasi dengan menggunakan probabilitas kejadian dan pengaruhnya pada kinerja proyek. Hasil analisis risiko secara kualitatif bisa dianalisis lebih lanjut dengan analisis risiko secara kuantitatif atau langsung ke rencana tindakan penanganan risiko (*risk response planning*).
- b) Analisis Risiko Kuantitatif, adalah proses menganalisis dampak dari *risk events* dan memberikan *rate* secara *numerical* (angka) terhadap daftar risiko. Proses ini dapat menggunakan *Statistic Nonparametric Test* atau *Statistic Parametric Test* yang dilanjutkan dengan simulasi *Monte Carlo* atau *decison tree analysis*.

d. Penanganan Risiko

Tujuan dari tahap penanganan risiko adalah mengubah ketidakpastian menjadi keuntungan dengan cara menghambat terjadinya dan meningkatkan peluang. Mengutip pendapat Yumaida (2011), tahapan penerimaan risiko berdasarkan American National Standard (2004) yaitu:

- 1). Strategi untuk menghadapi risiko/ancaman negatif:

- a) *Tolerate/Acceptance* (Menerima)
  - b) *Avoidance* (Menghindari)
  - c) *Transfer* (Memindahkan)
  - d) *Mitigate* (Mengurangi)
- 2). Strategi untuk menghadapi risiko positif/peluang
- a) *Exploit* (Eksplotasi)
  - b) *Share* (Berbagi)
  - c) *Enhance* (Meningkatkan)
- e. Monitoring dan Pengontrolan Risiko

Menurut Yumaida (2011) yang dimaksud dengan monitoring dan pengontrolan risiko adalah proses mengidentifikasi, menganalisis, dan merencanakan risiko-risiko yang akan muncul, tetap mengawasi daftar risiko yang telah diidentifikasi, menganalisis ulang risiko yang sudah ada, memonitor kondisi pemicu terhadap kemungkinan rencana, mengontrol risiko yang masih ada dan mengevaluasi keefektifan pelaksanaan penanganan risiko.

### **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah sebuah teknik menganalisa yang mengkombinasikan antara teknologi dan pengalaman dari orang dalam mengidentifikasi penyebab kegagalan dari produk atau proses dan perencanaan untuk penghilangan penyebab kegagalannya. suatu prosedur yang terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Tujuan yang diharapkan dengan penerapan FMEA pada proses *loading test* jembatan adalah:

- a) Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya pada pengujian *loading test* jembatan.
- b) Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan yang dapat menghambat dalam proses persiapan maupun pelaksanaan uji *loading test* jembatan.
- c) Untuk mengurutkan risiko potensial dalam perencanaan maupun proses pengujian jembatan.
- d) Untuk membantu fokus *engineer* dalam mengurangi perhatian terhadap hasil dan proses serta membantu mencegah timbulnya permasalahan/risiko.

FMEA dikatakan sebagai tindakan *before-the event* karena FMEA berusaha untuk mengeliminasi dan mengurangi kemungkinan gagal dari penyebab, sehingga mencegah kegagalan tidak terulang lagi di masa mendatang. *Severity* adalah pengukuran terhadap kerugian/kerusakan dari kegagalan yang timbul dari berbagai macam target. Peringkat dari *severity* diterapkan hanya untuk akibat yang timbul. *Occurance* merupakan pengukuran terhadap frekuensi dari kegagalan yang terjadi. *Detection* adalah kemampuan untuk mendeteksi/menemukan kegagalan sebelum kegagalan tersebut mempengaruhi target. *Risk Priority Number* (RPN) merupakan perkalian dari ranking *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detectability* (D).

$$RPN = S \times O \times D$$

Dengan:

S = *Severity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Hasil dari nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah.

## **METODOLOGI**

### **Pengumpulan Data Penelitian**

Pengumpulan data penelitian adalah salah satu fase yang sangat penting dalam penelitian ini, karena tahap ini merupakan langkah awal dalam membuat analisis mengenai keadaan dan mengambil kesimpulan, dimana tahap pengumpulan data ini merupakan pengumpulan data untuk pengolahan data menggunakan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*).

Adapun data-data yang dibutuhkan pada penelitian mengenai *loading test* jembatan diperoleh dari:

a. Data historis

Data historis yang dimasukkan kedalam pengolahan data ini adalah data historis pengujian sejenis yang pernah dilaksanakan, dimana kemungkinan risiko yang akan terjadi akan menjadi penghambat dalam proses persiapan maupun pengujian jembatan tersebut.

b. Data wawancara

Penulis melakukan wawancara kepada pihak yang dianggap *expert* dalam melakukan pengujian atau pengawasan uji *loading test* jembatan mengenai masalah-masalah yang sering terjadi dalam uji *loading test* jembatan. Pihak yang menjadi responden dalam wawancara ini adalah para supervisor, pelaksana, *engineer* yang pernah melakukan uji *loading test* jembatan.

c. Kuesioner

Setelah risiko teridentifikasi maka akan ditentukan nilai *occurance*, *severity* dan *detection*. Untuk menentukan nilai tersebut penulis menggunakan kuesioner yang pengisiannya dilakukan oleh para ahli dan *engineer* yang telah beberapa kali melakukan *loading test* di beberapa jembatan yang bertugas di Balai Jembatan, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

### Olah Data Penelitian

Pengolahan data menggunakan metode FMEA bertujuan untuk mendapatkan risiko kritis yang merupakan risiko-risiko yang akan dianalisis lebih lanjut. Risiko kritis tersebut diperoleh setelah dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap risiko yang telah teridentifikasi. Berikut langkah penentuan risiko kritis menggunakan metode FMEA:

a. Identifikasi Risiko

*Output* yang diharapkan dari proses identifikasi ini adalah daftar atau list risiko yang nantinya akan masuk kedalam tahap penilaian risiko. Identifikasi risiko dilakukan dalam kegiatan persiapan dan pelaksanaan uji *loading test* jembatan. Penulis melakukan beberapa tahapan dalam mengidentifikasi risiko.

- i. Mengumpulkan dan mempelajari kegiatan dari *loading test* jembatan.
- ii. Mencari data historis tentang hambatan dan gangguan dalam *loading test* jembatan.
- iii. Mengumpulkan informasi mengenai masalah-masalah yang sering terjadi selama kegiatan *loading test* jembatan berlangsung.
- iv. Menentukan standar *rating severity*, *occurance* dan *detection*.
- v. Membuat kuesioner mengenai risiko.
- vi. Menyebarkan kuesioner kepada responden.
- vii. Pengumpulan dan evaluasi kuesioner.

Pada proses persiapan dan *loading test* dimungkinkan terjadinya risiko-risiko yang dapat menghambat/mengganggu *loading test* jembatan. Pada Tabel 1 penulis mencoba mengidentifikasi beberapa daftar risiko yang mungkin terjadi pada *loading test* jembatan.

b. Penentuan Rating *Occurance*, *Severity* dan *Detection*

Setelah diperoleh *item* risiko maka langkah berikutnya adalah penentuan rating probabilitas terjadinya risiko (*occurance*), dampak akibat risiko (*severity*) dan deteksi risiko (*detection*). Penentuan ketiga rating tersebut akan sangat menentukan proses memprioritaskan daftar risiko/penentuan risiko kritis. Rating dari *occurance* merupakan kuantifikasi dari kemungkinan terjadinya risiko. Skala yang digunakan mulai dari rentang 1–10, yang mana skala 1 menyatakan probabilitas terjadinya risiko yang sangat rendah dan skala 10 menyatakan probabilitas terjadinya risiko sangat tinggi. Pada Tabel 2 disajikan probabilitas terjadinya risiko pada *loading test* jembatan.

Rating *severity* adalah kuantifikasi dari tingkat dampak akibat terjadinya risiko. Skala yang digunakan mulai dari rentang 1–10, yang mana skala 1 menyatakan bahwa risiko tidak memberikan efek terhadap uji *loading test* jembatan dan skala 10 menyatakan bahwa terjadinya

risiko akan memberikan dampak berupa gangguan/hambatan terhadap uji *loading test* jembatan. Pada Tabel 3 disajikan berupa dampak risiko pada proses *loading test*.

Rating dari *detection* adalah kuantifikasi dari kontrol atau prosedur atau strategi yang ada yang mengatur fungsi atau yang membuat suatu kegagalan dapat dideteksi. Fungsi deteksi ini adalah untuk melihat apakah risiko yang ada dapat diketahui sebelum terjadinya kegagalan dan juga apakah kontrol yang dimiliki dapat mengurangi risiko kegagalan yang dapat terjadi. Skala yang digunakan mulai dari 1-10, yang mana semakin tinggi semakin rendah tingkat kontrol yang dimiliki untuk mendeteksi terjadinya kegagalan, sedangkan pada Tabel 4 kemudahan deteksi terhadap risiko yang mungkin terjadi selama proses *loading test* jembatan.

**Tabel 1. Daftar risiko, kemungkinan penyebab, dan kemungkinan efeknya**

Kelompok	Daftar Risiko	Kemungkinan Penyebab	Kemungkinan Efek Risiko
Alat	Sensor <i>strain gauge</i> yang rusak	Dari pabrikasi atau karena ketidak hatian dalam pemasangan sensor	Tidak diperoleh data yang diinginkan
	Sensor <i>strain gauge</i> hilang setelah terpasang	Hilang setelah terpasang di lapangan	Kekuarangan data pengujian
	Peralatan perekam data ( <i>data logger</i> ) rusak atau <i>error</i>	Karena tidak dilakukan pemeriksaan dalam tahap persiapan, jarang dikaliberasi	Tidak dapat melakukan pengujian, pengujian tertunda
Metode	Kelebihan/kekurangan sensor <i>strain gauge</i>	Metode pengujian yang kurang detail	Kelebihan atau kekurangan data
	Keterlamabatan waktu pengujian	Metode pengujian yang memakan waktu yang lama	Biaya yang bertambah
	Beban berlebih/ <i>over load</i>	<i>Asbuilt drawing</i> yang tidak lengkap	Terjadi <i>over load</i> jembatan, merusak struktur jembatan
SDM	Pembacaan data yang salah	Ketidaktelitian dalam pembacaan data di lapangan	Interpretasi data yang salah
	Olah data yang tidak teliti	Ketidaktelitian dalam pengolahan data	Interpretasi data yang salah
	Pengujian yang tidak efektif terkait jumlah personil	Koordinasi yang kurang baik, tidak mengetahui kondisi lapangan dengan jelas	Ketidakefektifan pengujian
Lingkungan	Gangguan lalu lintas	Lalu lintas yang tetap dibuka	Keterlambatan pelaksanaan pengujian, pengujian terganggu
	Penerangan yang kurang untuk melakukan pembacaan sensor	Jembatan tidak ada lampu penerangan, pegujian dilakukan dimalam hari	Tidak dapat membaca beberapa sensor yang membutuhkan penerangan
	Cuaca yang berubah-ubah	Cuaca yang tidak dapat diprediksi	Keterlambatan waktu pengujian

**Tabel 2. Probabilitas terjadinya risiko**

Rank	Kejadian	Kriteria verbal	Tingkat terjadinya kegagalan
1	Hampir tidak pernah	Risiko hampir tidak pernah terjadi	Probablitas terjadinya 0 - 1
2	Remote	Risiko jarang terjadi	Probablitas terjadinya > 1 - 2
3	Sangat sedikit	Risiko yang terjadi sangat sedikit	Probablitas terjadinya > 2 - 3
4	Sedikit	Risiko yang terjadi sedikit	Probablitas terjadinya > 3 - 4
5	Rendah	Risiko yang terjadi pada tingkat rendah	Probablitas terjadinya > 4 - 5
6	Medium	Risiko yang terjadi pada tingkat medium	Probablitas terjadinya > 5 - 6
7	Agak tinggi	Risiko yang terjadi agak tinggi	Probablitas terjadinya > 6 - 7
8	Tinggi	Risiko yang terjadi tinggi	Probablitas terjadinya > 7 - 8
9	Sangat tinggi	Risiko yang terjadi sangat tinggi	Probablitas terjadinya > 8 - 9
10	Selalu terjadi	Risiko selalu terjadi	Probablitas terjadinya > 9

**Tabel 1. Dampak akibat terjadinya risiko**

Rank	Akibat	Kriteria verbal	Akibat pada pengujian
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apa-apa, tidak memerlukan penyesuaian	Proses pengujian dalam kendali tanpa penyesuaian peralatan dan metode.
2	Akibat sangat ringan	Pengujian tetap berjalan, hanya sedikit gangguan. Akibat hanya dapat diketahui oleh <i>engineer</i> yang berpengalaman	Proses pengujian dalam pengendalian, hanya Membutuhkan sedikit penyesuaian.
3	Akibat ringan	Pengujian dapat terus dilaksanakan hanya ada sedikit gangguan. Akibat rata-rata diketahui oleh operator alat.	Proses pengujian masih dapat berlangsung, perlu melakukan kalibrasi alat/sensor.
4	Akibat minor	Pengujian dapat terlaksana, namun ada gangguan kecil. Akibat diketahui oleh semua personil/tim uji beban.	Proses masih dapat berlangsung perlu trial yang berulang agar perilaku alat/sensor sesuai dengan yang diharapkan.
5	Akibat moderat	Pengujian dapat berjalan normal, namun terdapat beberapa data yang bermasalah/ <i>error</i> . <i>Engineer</i> merasa tidak puas karena kinerja berkurang.	Pengujian masih berlangsung, namun ada beberapa data yang didapatkan terdapat anomali.
6	Akibat signifikan	Pengujian dapat dilaksanakan, tetapi ada beberapa data yang tidak dapat diambil, <i>engineer</i> merasa tidak puas karena kekurangan data.	Pengujian masih berlangsung, namun ada beberapa data yang tidak didapatkan / kekurangan sebagian kecil data.
7	Akibat major	Pengujian tetap dapat dilaksanakan tetapi tidak secara penuh atau ada kegiatan yang sampai tertunda.	Pengujian berlangsung namun tidak dilaksanakan dalam 1 (satu) hari.
8	Akibat ekstrem	Pengujian tidak dapat dilaksanakan sepenuhnya/tertunda.	Pengujian tidak dapat dilaksanakan ditunda sampai persiapan yang baik.
9	Akibat serius	Pengujian gagal dilaksanakan tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja.	Pengujian tidak dapat dilaksanakan sampai aturan K3 terlengkapi.
10	Akibat berbahaya	Pengujian tidak layak dilaksanakan hal ini terkait dengan peraturan keselamatan kerja.	Pengujian tidak layak dilakukan karena tidak layak untuk keselamatan pekerja.

**Tabel 4. Deteksi terhadap risiko**

Rank	Akibat	Kriteria
1	Hampir pasti	Pasti terdeteksi
2	Sangat tinggi	Sangat mudah terdeteksi
3	Tinggi	Mudah terdeteksi
4	Moderately high	Dapat terdeteksi
5	Moderate	Cukup Mudah terdeteksi
6	Rendah	Relatif jarang terdeteksi
7	Sangat rendah	Sangat jarang terdeteksi
8	Remote	Relatif sulit terdeteksi
9	Very remote	Sulit terdeteksi
10	Tidak pasti	Tidak dapat terdeteksi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Hasil

Dari hasil kuesioner yang telah dibagikan kepada para ahli *loading test* jembatan, maka diperoleh nilai dari *occurrence*, *saverity* dan *detection* untuk tiap risiko yang dapat dilihat pada Tabel 5, sehingga diperoleh nilai RPN dari berbagai kemungkinan risiko yang dapat terjadi pada masa pelaksanaan *loading test* jembatan.

Berdasarkan risiko yang telah terdaftar dan diketahui nilai RPN masing-masing, maka dapat ditentukan risiko kritis. Risiko kritis tersebut yang akan dianalisis lebih lanjut sebagai langkah awal dari tindakan penanganan risiko untuk mempertahankan kinerja *loading test* jembatan nantinya. Suatu risiko dikategorikan sebagai risiko kritis jika memiliki nilai RPN diatas nilai kritis. nilai kritis RPN ditentukan dari rata-rata RPN dari seluruh risiko.

$$\text{Nilai kritis RPN} = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah risiko}} = \frac{1089}{91} = 91$$

Berdasarkan nilai kritis yang diambil melalui metode kuesioner dan dirata-ratakan terhadap jumlah kuesioner yang kembali maka diperoleh 5 risiko kritis. Nilai RPN dari ke lima risiko tersebut diatas 91 yang merupakan nilai kritis RPN. Pada Tabel 6 disajikan daftar risiko kritis yang dapat mengganggu kelancaran proses *loading test* jembatan.

**Tabel 5. Nilai *occurrence*, *saverity*, *detection* dan RPN untuk tiap risiko**

No	Kelompok	Daftar risiko	Dampak	Probabilitas	Deteksi	RPN
1	Alat	Sensor <i>strain gauge</i> yang rusak	7	5	4	115
2		Sensor <i>strain gauge</i> hilang	7	2	2	29
3		Peralatan perekam data ( <i>data loger</i> ) rusak atau <i>error</i>	7	3	3	67
4	Metode	Kelebihan/kekurangan sensor <i>strain gauge</i>	5	3	3	45
5		Keterlambatan waktu pengujian	5	6	4	94
6		Beban berlebih/ <i>over load</i>	8	2	4	60
7	SDM	Pembacaan data yang salah	6	3	4	84
8		Olah data yang tidak teliti	6	4	4	97
9		Pengujian yang tidak efektif terkait jumlah personil	5	5	4	85
10	Lingkungan	Gangguan lalu lintas	5	6	3	92
11		Penerangan yang kurang untuk melakukan pembacaan sensor	4	3	3	31
12		Cuaca yang berubah-ubah	7	6	7	291

Berdasarkan daftar risiko kritis tersebut terdapat risiko yang dapat membahayakan keselamatan dan keselamatan pekerja apabila tidak diidentifikasi dan di mitigasi dengan baik. Berdasarkan penelitian Priarinto Mengenai Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Infrastuktur Jalan dan Jembatan, terdapat pengaruh antara tingkat kecelakaan kerja dengan kinerja biaya proyek. Variabel-variabel bebas penentu kecelakaan kerja yang terjadi memiliki korelasi positif terhadap kinerja biaya proyek di lingkungan instansi terkait.

**Tabel 6. Daftar risiko kritis**

Daftar Risiko	Probabilitas	Dampak	Deteksi	RPN
Cuaca yang berubah-ubah	7	6	7	291
Sensor <i>strain gauge</i> yang rusak	7	5	4	115
Olah data yang tidak teliti	6	4	4	97
Keterlambatan waktu pengujian	5	6	4	94
Gangguan lalu lintas	7	6	7	92

### Usulan Tindakan Penanganan Risiko Kritis

Berdasarkan pengolahan data FMEA didapatkan risiko-risiko yang termasuk risiko kritis yang kemungkinan terjadi dalam pelaksanaan pengujian *loading test* Jembatan, maka tahap berikutnya usulan tindakan penanganan untuk risiko-risiko yang termasuk kritis. Tujuan dari tahapan ini adalah mempersiapkan rencana atau respon untuk melakukan sesuatu bila risiko terjadi dan juga mengurangi risiko yang mungkin terjadi. Mempunyai rencana penanganan terhadap risiko yaitu

memungkinkan orang yang terkena dampak risiko tersebut merespon dengan cepat sehingga meminimalkan dampak yang mungkin terjadi. Karena termasuk risiko kritis maka respon dengan menerima risiko (*Risk Acceptance*) tidak tepat, karena dapat membuat evaluasi hasil pengujian menjadi kurang baik.

Usulan tindakan penanganan risiko dilakukan dengan mengurangi risiko (*Risk Mitigation*). Agar pengurangan risiko dapat dilaksanakan dengan efisien dan efektif maka berdasarkan hasil analisis, pengalaman penulis yang pernah mengikuti beberapa uji *loading test* jembatan dan evaluasi data dapat diberikan usulan tindakan yang perlu dilakukan, yaitu:

- a. Mengadakan pertemuan dan koordinasi agar persiapan yang dilakukan maksimal sehingga dapat mengantisipasi segala risiko yang mungkin terjadi di lapangan.
- b. Perlu dilakukan pemeriksaan dan kalibrasi alat dan sensor yang akan digunakan di lapangan, agar dapat mengurangi kemungkinan peralatan yang rusak/sensor yang *error*.
- c. Membuat *Standard Operational Procedure* (SOP) secara terinci terkait pengujian *loading test* jembatan.
- d. Perlu dilakukan pelatihan dari pihak yang expert atau inhouse training tentang penggunaan alat dan pengolahan data agar semakin meminimalisir terhadap ketidaktepatan dari penggunaan peralatan, pembacaan atau pengolahan data.
- e. Perlu dilakukan survei mengenai kondisi lapangan pada saat akan dilakukan pengujian *loading test* jembatan, memastikan kondisi yang tepat untuk melakukan pengujian apakah dilakukan pada siang hari, malam hari dan apakah perlu tidaknya lalu lintas untuk ditutup selama pengujian agar data yang dihasilkan tidak terganggu oleh noise.
- f. Diharapkan dengan adanya *as built drawing* yang lengkap para pelaksana pengujian dapat memperkirakan metode apa yang akan dipakai terkait jumlah sensor, pengujian apa saja yang akan diuji dan data apa saja yang diperlukan. sehingga dapat mengoptimalkan waktu agar tidak terjadi keterlambatan pada pengujian, karena jika pengujian menjadi terlambat maka *setting* terhadap peralatan dan sensor harus diulang pada hari selanjutnya.
- g. Perlu melakukan tindakan pencegahan terhadap cuaca yang sering berubah-ubah, karena pengujian *loading test* jembatan menggunakan peralatan elektronik yang rentan terhadap kondisi hujan. Misalnya dengan menempatkan sensor pada posisi yang aman dari air (dibawah lantai jembatan). Terkait peratan perekam data pengujian (*data logger*) ditempatkan pada lokasi yang terlindung dari hujan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan metode FMEA terdapat 5 *item* risiko yang merupakan nilai RPN tertinggi yang kemungkinan akan terjadi dalam pelaksanaan pengujian *loading test* Jembatan, yang mana 5 *item* risiko tersebut merupakan risiko kritis dari 12 risiko yang teridentifikasi yaitu:

- a. Cuaca yang berubah-ubah pada saat pelaksanaan *loading test* jembatan.
- b. Sensor *strain gauge* yang mengalami kerusakan baik akibat dari hasil pabrikasi atau dari ketidakhati-hatian pemasangan di lapangan.
- c. Pengolahan data hasil pengujian yang tidak teliti.
- d. Keterlambatan dalam pelaksanaan *loading test*.
- e. Gangguan lalu lintas pada saat *loading test* berlangsung.

### Saran

Penulis menyadari masih terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini, oleh karena itu penelitian berkelanjutan sangat diperlukan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat sehingga risiko-risiko yang dapat menghambat atau merugikan pada pelaksanaan *loading test* jembatan dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan. Sebagai contoh dapat dilakukan penelitian menggunakan pohon keputusan (*decision tree*) terkait risiko yang dianggap kritis sehingga kita dapat mengetahui kerugian dari segi biaya apabila pengujian tetap dilakukan jika probabilitas risiko signifikan terjadi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Maharani, (2011), Manajemen Risiko Biaya Dan Waktu Pada Pekerjaan Struktur Bawah Dari Proyek Bangunan Gedung Bertingkat di Jakarta, Skripsi Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Ongkowijoyo et al., (2009). Identifikasi dan Alokasi Risiko-Risiko Pada Proyek Jembatan Nasional Suramadu, Skripsi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- PMBOK – Fifth Edition. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute.
- Priyanto, eko (2015), Mengenai Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Infrastruktur Jalan dan Jembatan, Universitas Persada Indonesia, Jakarta.
- Tumimomor et al, (2014), Analisis Risiko Pada Konstruksi Jembatan di Sulawesi Utara, Sabua Vol.6, No.2: 235–241, Agustus 2014. ISSN 2085-7020.
- Yumaida, (2011), Analisis Risiko Kegagalan Pemeliharaan Pada Pabrik Pengelolaan Pupuk NPK Granular (Studi Kasus: PT. Pupuk Kujang Cikampek), Skripsi Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Indonesia, Depok.