

## ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA

**Taufiq Arya Putra N**

<sup>1,2</sup>Magister Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

**Fitri Nugraheni**

<sup>1,2</sup>Magister Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Jalan Kaliurang Km. 14,5 Sleman, Yogyakarta 55584<sup>1</sup>

<sup>1</sup>[21914025@students.uui.ac.id](mailto:21914025@students.uui.ac.id), <sup>2</sup>[005110101@uui.ac.id](mailto:005110101@uui.ac.id)

**Abstract.** Success in completing construction projects is influenced by many factors that are mutually dependent on each other, one of which is the supply chain. In 2018, the Public Works and Spatial Planning Department of West Sumatra Province, Indonesia had 24 road construction work packages. Only 33.3% were completed on time and the remaining 66.7% experienced delays, one of which was due to material delays (Rita et al., 2021). Embankment work on the Solo – Yogyakarta – YIA Kulon Progo Toll Road Project Section I Package 1.2 cannot be separated from the potential for delays. The supply chain is a special concern for this project, because the large material requirements and the difficulty of finding landfill material that meets specifications can become obstacles if the risks in each process are not managed well. The instrument used is Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), namely by identifying failures in each process and the impacts that can occur on the activities carried out, so that mitigation actions can be determined to minimize risks that may occur. The research results showed that there are 5 supply chain activities for earth embankment work, namely raw materials, suppliers, manufacturing, distribution and consumers. There are 41 risks divided into 3 risk levels. At the raw material stage there are 4 medium risks and 2 high risks, at the supplier stage there are 7 medium risks, at the manufacturing stage there is 1 low risk and 6 medium risks, at the distribution stage there are 2 low risks and 11 medium risks, and at the consumer stage there are 8 moderate risk. There are 47 control measures which are divided into 5 aspects, namely Man, Money, Machine, Material and Method.

**Keywords:** Delay, Risk, Supply Chain, FMEA, Roads

**Abstrak** Keberhasilan dalam penyelesaian proyek konstruksi dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling memiliki ketergantungan satu sama lain, salah satunya adalah rantai pasok. Pada tahun 2018, Dinas Pekerjaan Umum dan Perencanaan Tata Ruang Provinsi Sumatera Barat, Indonesia memiliki 24 paket pekerjaan konstruksi jalan. Hanya 33.3% yang selesai tepat waktu dan sisanya sebesar 66.7% mengalami keterlambatan, salah satunya adalah akibat keterlambatan material (Rita dkk., 2021). Pekerjaan timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – YIA Kulon Progo Seksi I Paket 1.2 tidak terlepas dari potensi keterlambatan tersebut. Rantai pasok menjadi perhatian khusus pada proyek ini, dikarenakan kebutuhan material yang besar serta sulitnya menemukan material timbunan yang sesuai spesifikasi dapat menjadi kendala jika risiko-risiko dalam setiap prosesnya tidak dikelola dengan baik. Instrumen yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu dengan mengidentifikasi kegagalan-kegagalan dalam setiap proses serta dampak yang dapat terjadi terhadap kegiatan yang dilakukan, sehingga dapat menentukan tindakan mitigasi untuk meminimalkan risiko-risiko yang dapat terjadi. Hasil penelitian didapatkan 5 alur aktivitas *supply chain* pekerjaan timbunan tanah yaitu bahan baku, *supplier*, pabrikasi, distribusi, dan konsumen. Terdapat 41 risiko yang terbagi menjadi 3 tingkat risiko. Pada tahapan bahan baku terdapat 4 risiko sedang dan 2 risiko tinggi, pada tahapan *supplier* terdapat 7 risiko sedang, pada tahapan pabrikasi terdapat 1 risiko rendah dan 6 risiko sedang, pada tahapan distribusi terdapat 2 risiko rendah dan 11 risiko sedang, serta pada tahapan konsumen terdapat 8 risiko sedang. Terdapat 47 tindakan pengendalian yang terbagi menjadi 5 aspek yaitu *Man, Money, Machine, Material* dan *Method*.

**Kata Kunci:** Keterlambatan, Risiko, Rantai Pasok, FMEA, Jalan

## **Pendahuluan**

Keberhasilan dalam penyelesaian proyek konstruksi dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling memiliki ketergantungan satu sama lain, salah satunya adalah rantai pasok. Rantai pasok atau yang sering disebut *supply chain* merupakan faktor yang cukup penting dalam kelancaran pelaksanaan pekerjaan, ketika *supply chain* tidak berjalan dengan baik, maka akan terjadi permasalahan seperti keterlambatan pekerjaan, perselisihan antara kontraktor dan pemilik, menurunnya kredibilitas kontraktor, serta pembengkakan biaya. Pada tahun 2018, Dinas Pekerjaan Umum dan Perencanaan Tata Ruang Provinsi Sumatera Barat, Indonesia memiliki 24 paket pekerjaan konstruksi jalan. Selama pelaksanaan proyek konstruksi jalan tol, faktanya seringkali mengalami kendala saat proses pelaksanaan pekerjaannya. Permasalahan ini yang menjadi penyebab terlambatnya suatu pekerjaan, sehingga proyek tidak dapat selesai sesuai dengan biaya, mutu dan waktu yang sudah ditetapkan. Apabila target waktu selesainya suatu proyek mundur dari waktu yang sudah ditetapkan, maka akan mengakibatkan perubahan biaya (*cost*) yang dikeluarkan oleh pihak proyek menjadi lebih besar.

Keterlambatan tersebut sangat merugikan pihak-pihak terkait, kontraktor maupun pemilik proyek itu sendiri. Perpres No. 16 tahun 2018 menyebutkan bahwa denda (sanksi finansial) dapat dikenakan penyedia jasa bila tidak dapat melaksanakan proyek sesuai waktu yang tersedia dalam kontrak. Keterlambatan proyek ini bisa berasal dari penyedia jasa (kontraktor), pengguna jasa maupun penambahan waktu dan pengadaan bahan bangunan. Dimana pengadaan bahan bangunan pada suatu proyek konstruksi merupakan salah satu modal kerja yang cukup penting, sebab sebagian besar modal usaha yang dikeluarkan oleh suatu perusahaan adalah dari pengadaan material, oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen pengadaan sumber daya agar nantinya pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan efektif, guna menghindari terjadinya hal - hal yang tidak diinginkan yang menyebabkan terjadi kerugian yang besar dari perusahaan.

Dalam tahap pelaksanaan suatu proyek konstruksi, tingkat pemakaian material akan berubah-ubah. Hal ini tentu saja akan menyebabkan tingkat pemakaian dalam suatu periode perencanaan menjadi tidak tentu dan kapan persediaan akan habis juga menjadi tidak bisa dipastikan sebelumnya. Selain itu pada tahap pelaksanaan proyek konstruksi masih adanya hambatan dalam hubungan koordinasi, baik yang melibatkan pihak internal proyek dan eksternal, dimana keterlibatan ini membentuk sebuah jaringan *supply chain* konstruksi, seperti pada proses pengadaan material tersebut masih adanya ketidakpastian dalam kinerja *supply chain* konstruksi yang dapat menimbulkan risiko keterlambatan. Salah satu proyek jalan tol yang sedang berjalan dan memiliki permasalahan dalam *supply chain* adalah proyek jalan tol Solo – Yogyakarta – YIA Kulon Progo, dimana dalam pelaksanaannya proyek tersebut terkendala oleh beberapa faktor yaitu keterbatasan volume material di *quarry* yang sesuai dengan spesifikasi, adanya *idle dump truck* dan alat berat di lokasi proyek, serta hubungan antara akses jalan warga dengan lalu lintas kendaraan proyek.

Pekerjaan yang terdampak akibat kendala tersebut adalah pekerjaan timbunan, terutama pada area Seksi I dikarenakan pada area tersebut adalah tipe konstruksi *at grade* sehingga membutuhkan material tanah timbunan dengan volume yang sangat besar dengan kebutuhan  $\pm 30.000 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Dengan kebutuhan *supply* material yang sangat besar tersebut, proyek jalan tol Solo – Yogyakarta – YIA Kulon Progo tidak dapat berjalan sesuai dengan target progres yang sudah direncanakan. Adapaun faktor-faktor umum yang teridentifikasi seperti kekurangan *supply* material yang sesuai spesifikasi, serta beberapa faktor lain yang sudah disebutkan di atas, sehingga harus dilakukan analisis

untuk menguraikan permasalahan tersebut sehingga dapat dilakukan tindakan pengendalian saat terjadi permasalahan serta sebagai upaya mitigasi untuk meminimalisir risiko yang dapat terjadi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada perbedaan lokasi, objek pekerjaan, serta metode analisis yang digunakan dibandingkan penelitian terdahulu. Jika penelitian sebelumnya berfokus pada proyek konstruksi gedung maupun bangunan pengaman pantai, maka penelitian ini mengkaji secara khusus pekerjaan timbunan pada proyek konstruksi jalan tol yang memiliki karakteristik risiko berbeda. Selain itu, pendekatan analisis yang diterapkan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menelaah akar penyebab potensi kegagalan secara lebih sistematis, sedangkan penelitian terdahulu cenderung menggunakan metode penilaian risiko konvensional, Analytical Hierarchy Process (AHP), maupun analisis deskriptif. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan kajian manajemen risiko konstruksi, khususnya pada pekerjaan timbunan jalan tol dengan pendekatan analisis yang lebih mendalam dan terstruktur.

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan di atas, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk:

1. Menyusun alur aktivitas supply chain pada pekerjaan tanah timbunan Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2.
2. Mengidentifikasi potensi risiko yang dapat terjadi pada aktivitas supply chain pekerjaan tanah timbunan Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2?
3. Mengetahui tingkat risiko pada aktivitas supply chain pekerjaan tanah timbunan Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2.
4. Mengetahui tindakan mitigasi risiko berdasarkan risk management analysis pada aktivitas supply chain pekerjaan tanah timbunan Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2.

### Metode Penelitian

Strategi penelitian adalah pendekatan yang digunakan untuk mengarahkan proses pengumpulan data terkait objek, subjek, variabel, serta permasalahan yang diteliti, sehingga data yang diperoleh dapat relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian (Sukmadinata, 2009). Terdapat berbagai jenis strategi penelitian yang dapat digunakan, antara lain eksperimen, survei, analisis, historis, dan studi kasus. Pemilihan strategi tersebut disesuaikan dengan karakteristik permasalahan dan tujuan penelitian. Adapun strategi penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. dan strategi penelitian saat ini dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 1. Strategi penelitian

| Strategi       | Pertanyaan Penelitian             | Kontrol | Kontemporer |
|----------------|-----------------------------------|---------|-------------|
| Eksperimen     | Bagaimana, mengapa                | Ya      | Ya          |
| Survei         | Siapa, apa, dimana, berapa banyak | Tidak   | Ya          |
| Analisis arsip | Siapa, apa, dimana, berapa banyak | Tidak   | Tidak       |
| Historis       | Bagaimana, mengapa                | Tidak   | Tidak       |
| Studi kasus    | Bagaimana, mengapa                | Tidak   | Ya          |

Tabel 2. Strategi penelitian saat ini

| Rumusan Masalah                                                                                                              | Kontrol | Kontemporer | Strategi    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|-------------|
| 1. Bagaimana alur aktivitas <i>supply chain</i> pada Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2? | Tidak   | Ya          | Studi Kasus |

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN  
TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA**

|                                                                                                                                                                                              |       |    |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-------------|
| 2. Apa saja potensi risiko yang dapat terjadi pada aktivitas <i>supply chain</i> Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2?                                     | Tidak | Ya | Survei      |
| 3. Bagaimana tingkat risiko pada aktivitas <i>supply chain</i> Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2?                                                       | Tidak | Ya | Studi Kasus |
| 4. Bagaimana tindakan mitigasi risiko berdasarkan <i>risk management analysis</i> pada aktivitas <i>supply chain</i> Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2? | Tidak | Ya | Studi Kasus |

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel terikat (*dependet variable*) dan variabel bebas (*independent variable*). Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Adapun variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah keterlambatan waktu pelaksanaan proyek.

Subjek penelitian merupakan batasan penelitian dimana peneliti bisa menentukannya dengan benda, hal atau orang untuk melekatnya variabel penelitian (Arikunto, 2010). Pada penelitian ini, subjek penelitian adalah risiko rantai pasok material. Menurut Sugiyono (2014) “objek penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya”. Berdasarkan definisi diatas, maka objek dalam penelitian ini adalah aktivitas pekerjaan timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – YIA Kulon Progo Seksi I Paket 1.2.

Identifikasi kegagalan yang diperoleh dari observasi lapangan, serta verifikasi data yang diperoleh dari wawancara bebas, yaitu pewawancara bebas menanyakan apa saja kepada narasumber, namun masih ada kaitannya dengan data yang dibutuhkan. Adapun responden dalam wawancara adalah praktisi pada proyek terkait dengan kriteria sebagai berikut:

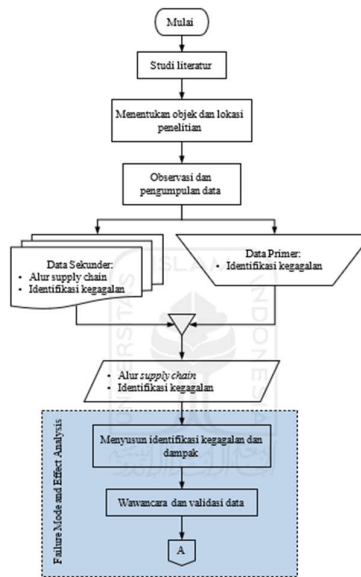
1. Memiliki pengalaman kerja di bidang konstruksi jalan tol
2. Memiliki SKK jalan dan jembatan atau manajemen konstruksi
3. Berhubungan langsung dengan proyek terkait

Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah literatur terkait *supply chain management*.

1. Studi literatur atau studi pustaka. Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data dan informasi untuk mendukung penelitian ini yang didapatkan dari buku, jurnal, artikel, penelitian sebelumnya, internet dan laporan kerja.
2. Studi kasus. Metode ini dilakukan terhadap pekerjaan timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – YIA Kulon Progo Seksi I Paket 1.2 sebagai bahan studi.

Agar lebih mudah dipahami, urutan dan langkah penelitian dibuat dalam bentuk gambar bagan alir. Berikut merupakan bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gb. 1

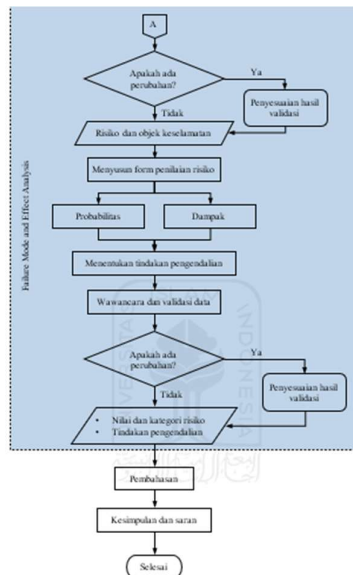
# ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA



## Analisis dan Pembahasan Evaluasi Model Pengukuran

Evaluasi dari model penelitian yang dilakukan dengan menggunakan pengujian *outer model* dan *inner model*. *Outer model* yang merupakan tahap awal adalah evaluasi model pengukuran yang bertujuan untuk melakukan pengukuran validitas dan reliabilitas model penelitian yang akan diuji.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menilai apakah model penelitian valid dan reliabel



Gb.1. Bagan alir

## Hasil dan Pembahasan

### Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan terbagi menjadi 2 yaitu data sekunder dan data primer.

### 1. Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2012), data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung melalui berbagai media, seperti literatur, buku, maupun dokumen, dengan cara membaca, mempelajari, serta memahami isi sumber-sumber tersebut. Adapun data sekunder yang diperoleh dari hasil wawancara kepada Responden adalah alur rantai pasok yang dapat dilihat pada Gb.2. berikut.



Gb.2. Alur rantai pasok

### 2. Data Primer

Menurut Arikunto (2013), data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama, umumnya melalui metode seperti wawancara, observasi, maupun pencatatan jejak, sehingga informasi yang dikumpulkan merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Data primer diperoleh dari observasi lapangan dengan melakukan pengamatan pada pekerjaan timbunan badan jalan, serta mencatat identifikasi masalah serta risiko/dampak yang dapat terjadi, yang kemudian data tersebut akan diverifikasi kepada Responden untuk dikoreksi kembali. Adapun data yang diperoleh berupa identifikasi kegagalan proses serta akibat dari kegagalan tersebut.

Tabel 3. Hasil observasi lapangan

| Alur       | Identifikasi Masalah                                                                                     | Risiko / Dampak                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Bahan baku | Izin <i>quarry</i>                                                                                       | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            |
|            | Ketersediaan volume bahan baku                                                                           | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           |
|            | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                       | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) |
|            | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) |
| Supplier   | Modal <i>supplier</i>                                                                                    | Keterlambatan material                                         |
|            | Material yang terkirim belum terbayar                                                                    | Keterlambatan material selanjutnya                             |

Lanjutan Tabel 3. Hasil observasi lapangan

# ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA

| Alur       | Identifikasi Masalah                                                                             | Risiko / Dampak                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Pabrikasi  | Ketersediaan <i>man power</i>                                                                    | Keterlambatan material                                         |
|            | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai                                 | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Ketersediaan dan kapasitas muatan alat berat untuk penggalan                                     | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Ketersediaan dan kapasitas muatan <i>dump truck</i> untuk pengambilan material                   | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Keterbatasan area untuk manuver <i>dumping</i>                                                   | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Cuaca                                                                                            | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Keterampilan operator                                                                            | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Material yang digali tidak sesuai dengan <i>approval</i>                                         | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) |
|            | Kesulitan bahan bakar                                                                            | Keterlambatan material                                         |
|            | Kurangnya ketersediaan <i>dump truck</i>                                                         | Keterlambatan material                                         |
| Distribusi | Rusaknya akses keluar masuk <i>quarry</i> ke proyek (regulasi peraturan lalu lintas dan muatan ) | Keterlambatan material                                         |
|            | Jarak pengiriman dari <i>quarry</i> ke lokasi                                                    | Keterlambatan material                                         |
|            | Keterampilan supir <i>dump truck</i>                                                             | Keterlambatan material                                         |
|            | Kendaraan ODOL                                                                                   | Keterlambatan material                                         |
|            | Kesehatan kendaraan                                                                              | Keterlambatan material                                         |
|            | Dampak lingkungan seperti debu (demo masyarakat)                                                 | Keterlambatan material                                         |
|            | Lahan <i>dropping</i> yang belum siap                                                            | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Cuaca                                                                                            | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Kondisi keuangan                                                                                 | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
|            | Pesiapan alat berat di lapangan (penghamparan serta 1 <i>fleet</i> pemadatan)                    | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| Konsumen   |                                                                                                  |                                                                |

## Penyusunan FMEA

Berikut merupakan langkah-langkah dalam menyusun FMEA.

- Langkah 1: Meninjau proses atau produk
- Langkah 2: Melakukan brainstorming terhadap moda kegagalan potensial
- Langkah 3: Mendaftar potensi efek yang timbul untuk setiap mode kegagalan.

Adapun verifikasi identifikasi kegagalan dan dampak dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Verifikasi identifikasi kegagalan dan dampak

| Penciri    |                                                                                                                 |                                                                | R1                                                                                                        |                                                                |     | R2                                                                                                              |                                                                |     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|
| Alur       | Identifikasi Kegagalan                                                                                          | Risiko / Dampak                                                | Identifikasi Kegagalan                                                                                    | Risiko / Dampak                                                | Ket | Identifikasi Kegagalan                                                                                          | Risiko / Dampak                                                | Ket |
| Bahan baku | <i>lin quarry</i>                                                                                               | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | <i>lin quarry</i>                                                                                         | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | ■   | <i>lin quarry</i>                                                                                               | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | ■   |
|            | Ketersediaan volume bahan baku                                                                                  | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | Ketersediaan volume bahan baku <i>(deposit sesuai)</i>                                                    | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | ■   | Ketersediaan volume bahan baku <i>(sesuai sesuai)</i>                                                           | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | ■   |
|            | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                              | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                        | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | ■   | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                              | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | ■   |
|            | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas dapat menggendong tanah ekspansif dan banyak ditambuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas menggendong tanah ekspansif dan banyak ditambuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | ■   | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas dapat menggendong tanah ekspansif dan banyak ditambuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | ■   |
|            |                                                                                                                 |                                                                |                                                                                                           |                                                                | ■   |                                                                                                                 |                                                                | ■   |
|            |                                                                                                                 |                                                                |                                                                                                           |                                                                | ■   |                                                                                                                 |                                                                | ■   |

| Penciri   |                                                                                |                                     | R1                                                                             |                                                             |     | R2                                                                             |                                     |     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----|
| Alur      | Identifikasi Kegagalan                                                         | Risiko / Dampak                     | Identifikasi Kegagalan                                                         | Risiko / Dampak                                             | Ket | Identifikasi Kegagalan                                                         | Risiko / Dampak                     | Ket |
| Supplier  | Modal <i>supplier</i>                                                          | Keterlambatan material              | Modal <i>supplier</i>                                                          | Keterlambatan material <i>ke lokasi proyek</i>              | ■   | Modal <i>supplier</i>                                                          | Keterlambatan material              | ■   |
|           | Material yang dikirim belum terbayar                                           | Keterlambatan material selanjutnya  | Material yang dikirim belum terbayar                                           | Keterlambatan material selanjutnya <i>pengiriman sesuai</i> | ■   | Material yang dikirim belum terbayar                                           | Keterlambatan material selanjutnya  | ■   |
|           | Ketersediaan <i>man power</i>                                                  | Keterlambatan material              | Ketersediaan <i>man power</i>                                                  | Keterlambatan material <i>ke lokasi proyek</i>              | ■   | Ketersediaan <i>man power</i>                                                  | Keterlambatan material              | ■   |
|           | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai               | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai               | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                         | ■   | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai               | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | ■   |
|           |                                                                                |                                     |                                                                                |                                                             | ■   |                                                                                |                                     | ■   |
|           |                                                                                |                                     |                                                                                |                                                             | ■   |                                                                                |                                     | ■   |
| Pabrikasi | Ketersediaan dan kapasitas muatan alat berat untuk penggalan                   | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | Ketersediaan dan kapasitas muatan alat berat untuk penggalan                   | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                         | ■   | Ketersediaan dan kapasitas muatan alat berat untuk penggalan                   | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | ■   |
|           | Ketersediaan dan kapasitas muatan <i>dump truck</i> untuk pengambilan material | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | Ketersediaan dan kapasitas muatan <i>dump truck</i> untuk pengambilan material | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                         | ■   | Ketersediaan dan kapasitas muatan <i>dump truck</i> untuk pengambilan material | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | ■   |
|           | Keterbatasan area untuk manuver <i>dumping</i>                                 | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | Keterbatasan area untuk manuver <i>dumping</i>                                 | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                         | ■   | Keterbatasan area untuk manuver <i>dumping</i>                                 | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | ■   |
|           | Cuaca                                                                          | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | Cuaca                                                                          | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                         | ■   | Cuaca <i>hujan</i>                                                             | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | ■   |
|           | Keterampilan operator                                                          | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | Keterampilan operator                                                          | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                         | ■   | Keterampilan operator                                                          | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan | ■   |
|           |                                                                                |                                     |                                                                                |                                                             | ■   |                                                                                |                                     | ■   |

# ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA

4. Langkah 4: Menetapkan peringkat *severity* untuk setiap efek yang ditimbulkan. Contoh Penilaian *severity* pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian Peringkat *Saverity*

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                                                                          |                                                                | PENILAIAN <i>SEVERITY</i> |    |    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|----|----|
| Alur                | Mode Kegagalan                                                                                           | Risiko / Dampak                                                | R1                        | R2 | R3 |
| Bahan baku          | Izin <i>quarry</i>                                                                                       | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | 5                         | 7  | 8  |
|                     | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material)                                                        | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | 5                         | 8  | 7  |
|                     | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                       | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 9                         | 8  | 6  |
|                     | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 5                         | 5  | 7  |
|                     | Material yang datang ke lokasi proyek <i>over size</i> dan terlalu halus                                 | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 6                         | 7  | 7  |
|                     | Terdapat batuan                                                                                          | Material <i>oversize</i> (tidak dapat digunakan)               | 6                         | 8  | 7  |
| Supplier            | Modal <i>supplier</i>                                                                                    | Keterlambatan material ke lokasi proyek                        | 3                         | 7  | 6  |
|                     | Material yang terkirim belum terbayar                                                                    | Keterlambatan material selanjutnya / penghentian suplai        | 3                         | 3  | 7  |
|                     | Ketersediaan <i>man power</i>                                                                            | Keterlambatan material ke lokasi proyek                        | 6                         | 8  | 5  |
|                     | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai                                         | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 6                         | 7  | 7  |
|                     | Ketidaksesuaian material yang digunakan oleh <i>supplier</i>                                             | Material tidak dapat digunakan                                 | 7                         | 7  | 7  |
|                     | Gejolak sosial antara <i>supplier</i> dengan warga                                                       | Keterlambatan suplai material ke lokasi proyek                 | 3                         | 8  | 6  |
|                     | Ketersediaan armada                                                                                      | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 2                         | 7  | 6  |

5. Langkah 5: Menetapkan peringkat *occurrence* untuk setiap efek yang ditimbulkan.

Tabel 6. Penilaian peringkat *occurrence*

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                   |                                                                | PENILAIAN RISIKO |    |    |
|---------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|----|----|
| Alur                | Mode Kegagalan                                    | Risiko / Dampak                                                | R1               | R2 | R3 |
| Bahan baku          | Izin <i>quarry</i>                                | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | 5                | 6  | 2  |
|                     | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material) | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | 5                | 8  | 7  |
|                     | Kondisi lapisan tanah yang beragam                | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 7                | 8  | 7  |

6. Langkah 6: Menetapkan peringkat *detection* untuk setiap efek yang ditimbulkan.

Tabel 7. Penilaian peringkat *detection*

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                                                                          |                                                                | PENILAIAN RISIKO |    |    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|----|----|
| Alur                | Mode Kegagalan                                                                                           | Risiko / Dampak                                                | R1               | R2 | R3 |
|                     | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 6                | 3  | 9  |
|                     | Material yang datang ke lokasi proyek <i>over size</i> dan terlalu halus                                 | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 6                | 7  | 6  |
|                     | Terdapat batuan                                                                                          | Material <i>oversize</i> (tidak dapat digunakan)               | 6                | 4  | 7  |
| Supplier            | Modal <i>supplier</i>                                                                                    | Keterlambatan material ke lokasi proyek                        | 3                | 6  | 6  |
|                     | Material yang terkirim belum terbayar                                                                    | Keterlambatan material selanjutnya / penghentian suplai        | 3                | 4  | 6  |
|                     | Ketersediaan <i>man power</i>                                                                            | Keterlambatan material ke lokasi proyek                        | 6                | 3  | 5  |
|                     | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai                                         | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 6                | 5  | 6  |
|                     | Ketidaksesuaian material yang digunakan oleh <i>supplier</i>                                             | Material tidak dapat digunakan                                 | 7                | 7  | 6  |
|                     | Gejolak sosial antara <i>supplier</i> dengan warga                                                       | Keterlambatan suplai material ke lokasi proyek                 | 3                | 3  | 6  |
|                     | Ketersediaan armada                                                                                      | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 2                | 4  | 7  |
|                     | Ketersediaan dan kapasitas muatan alat berat untuk penggalian                                            | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 2                | 4  | 6  |
| Pabrikasi           | Ketersediaan dan kapasitas muatan <i>dump truck</i> untuk pengambilan material                           | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 2                | 4  | 6  |
|                     | Keterbatasan area untuk manuver <i>dumping</i> / akses                                                   | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 2                | 1  | 6  |
|                     | Cuaca (hujan lebat/intensitas tinggi)                                                                    | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 2                | 6  | 6  |
|                     | Keterampilan operator                                                                                    | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 2                | 7  | 4  |
|                     | Material yang digali tidak sesuai dengan <i>approval</i>                                                 | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 7                | 6  | 5  |

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN  
TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA**

7. Langkah 7: Menetapkan peringkat *Risk Priority Number* untuk setiap efek yang ditimbulkan. Contoh Rumus RPN:

$$\begin{aligned} \text{Dampak risiko (S)} &= 5 \\ \text{Tingkat keserangan (O)} &= 5 \\ \text{Deteksi risiko (D)} &= 5 \\ \text{Risk Priority Number (RPN)} &= S \times O \times D \\ &= 5 \times 5 \times 5 \\ &= 125 \end{aligned}$$

**Tabel 8. Penilaian RPN**

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                                                                          |                                                                | NILAI RPN |   |   |   |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|---|---|---|
| Alur                | Mode Kegagalan                                                                                           | Risiko / Dampak                                                | R1        |   |   |   |
|                     |                                                                                                          |                                                                | S         | O | D | R |
| Bahan baku          | Izin <i>quarry</i>                                                                                       | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | 5         | 5 | 5 | 1 |
|                     | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material)                                                        | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | 5         | 5 | 5 | 1 |
|                     | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                       | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 9         | 7 | 3 | 1 |
|                     | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 5         | 6 | 6 | 1 |
|                     | Material yang datang ke lokasi proyek <i>over size</i> dan terlalu halus                                 | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 6         | 6 | 6 | 2 |
|                     | Terdapat batuan                                                                                          | Material <i>oversize</i> (tidak dapat digunakan)               | 6         | 6 | 6 | 2 |

8. Langkah 8: Memprioritaskan mode kegagalan yang akan ditindaklanjuti. Nilai RPN dari masing-masing responden adalah divergen, sehingga perlu dilakukan rekapitulasi agar mendapatkan nilai akhir.

**Tabel 9. Rekapitulasi nilai rpn tahap 1**

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                                                                          |                                                                | PENILAIAN RISIKO |          |     |          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|----------|-----|----------|
| Alur                | Mode Kegagalan                                                                                           | Risiko / Dampak                                                | R1               |          | R2  |          |
|                     |                                                                                                          |                                                                | RPN              | Kategori | RPN | Kategori |
| Bahan baku          | Izin <i>quarry</i>                                                                                       | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | 125              | Sedang   | 168 | Sedang   |
|                     | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material)                                                        | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | 125              | Sedang   | 320 | Tinggi   |
|                     | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                       | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 189              | Sedang   | 128 | Sedang   |
|                     | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 180              | Sedang   | 60  | Rendah   |
|                     | Material yang datang ke lokasi proyek <i>over size</i> dan terlalu halus                                 | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | 216              | Tinggi   | 98  | Sedang   |
|                     | Terdapat batuan                                                                                          | Material <i>oversize</i> (tidak dapat digunakan)               | 216              | Tinggi   | 160 | Sedang   |
| Supplier            | Modal <i>supplier</i>                                                                                    | Keterlambatan material ke lokasi proyek                        | 63               | Rendah   | 210 | Tinggi   |
|                     | Material yang dikirim belum terbayar                                                                     | Keterlambatan material selanjutnya / penghentian suplai        | 63               | Rendah   | 24  | Rendah   |
|                     | Ketersediaan man power                                                                                   | Keterlambatan material ke lokasi proyek                        | 252              | Tinggi   | 120 | Sedang   |
|                     | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai                                         | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            | 288              | Tinggi   | 105 | Sedang   |
|                     | Ketidaksesuaian material yang digunakan oleh <i>supplier</i>                                             | Material tidak dapat digunakan                                 | 147              | Sedang   | 147 | Sedang   |
|                     | Gejolak sosial antara <i>supplier</i> dengan warga                                                       | Keterlambatan suplai material ke lokasi proyek                 | 63               | Rendah   | 48  | Rendah   |

9. Langkah 9: Mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi mode kegagalan yang berisiko tinggi.

**Tabel 10. Tindakan pengenralian**

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                   |                                                                | PENGENDALIAN RISIKO                    |                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Alur                | Mode Kegagalan                                    | Risiko/Dampak                                                  | Pengendalian Sekarang                  | Tindakan Rekomendasi                                                      |
| Bahan baku          | Izin <i>quarry</i>                                | <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan                            | Percepat perizinan                     | Mempercepat perizinan agar tidak ada gejolak dengan warga                 |
|                     | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material) | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                           | Mencari <i>quarry</i> baru             | Mencari <i>quarry</i> yang memiliki material bagus                        |
|                     | Kondisi lapisan tanah yang beragam                | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) | Dipilih kondisi lapisan yang diizinkan | Melakukan pemeriksaan material di <i>quarry</i> sebelum dikirim ke lokasi |

**Tabel 11. Rekapitulasi tindakan pengendalian risiko**

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN  
TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA**

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                                                                   |                                                        |            | REKAPITULASI PENGENDALIAN                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alur                | Mode Kegagalan                                                                                    | Risiko / Dampak                                        | RPN Rerata | Pengendalian Sekarang                                                                                                                                                                             | Tindakan Rekomendasi                                                                                                                                                           |
| Bahan baku          | Izin quarry                                                                                       | Quarry tidak dapat digunakan                           | 119        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Semua kontrak supplier harus melampirkan izin quarry</li> <li>Menunggu pengurusan izin dan mencari alternatif quarry</li> </ul>                            | Mempercepat perizinan agar tidak ada gejala dengan warga                                                                                                                       |
|                     | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material)                                                 | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                   | 213,67     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mencari quarry baru</li> <li>Menginventarisasi quarry yang bisa digunakan</li> <li>Pengecekan dari data izin quarry dan data dari surveyor</li> </ul>      | Mencari quarry baru yang memiliki kualitas material bagus                                                                                                                      |
|                     | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval) | 203,67     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dipilih kondisi lapisan yang diizinkan</li> <li>Pemantauan di quarry dan di lapangan</li> <li>Hanya diperbolehkan material yang sesuai approval</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pemeriksaan material di quarry sebelum dikirim ke lapangan</li> <li>Pencolakan material yang tidak memenuhi syarat</li> </ul> |
|                     | Ketika kunjungan quarry lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval) | 143        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan sampling secara komprehensif</li> <li>Dilakukan clearing pada top soil material quarry</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat kesepakatan terkait sampel material yang akan digunakan</li> <li>Mencari alternatif quarry sebanyak-banyaknya</li> </ul>        |

10. Langkah 10: Menghitung hasil *Risk Priority Number* setelah mode kegagalan dikurangi atau dihilangkan

Tabel 12. Rekapitulasi nilai rpn tahap 2

| IDENTIFIKASI RISIKO |                                                                                                   |                                                         | PENILAIAN RIS |          |     |          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|----------|-----|----------|
| Alur                | Mode Kegagalan                                                                                    | Risiko / Dampak                                         | R1            |          | R2  |          |
|                     |                                                                                                   |                                                         | RPN           | Kategori | RPN | Kategori |
| Bahan baku          | Izin quarry                                                                                       | Quarry tidak dapat digunakan                            | 60            | Rendah   | 4   | Rendah   |
|                     | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material)                                                 | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                    | 80            | Sedang   | 2   | Rendah   |
|                     | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval)  | 125           | Sedang   | 80  | Sedang   |
|                     | Ketika kunjungan quarry lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval)  | 192           | Tinggi   | 12  | Rendah   |
|                     | Material yang datang ke lokasi proyek over size dan terlalu halus                                 | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval)  | 72            | Sedang   | 48  | Rendah   |
|                     | Terdapat batuan                                                                                   | Material oversize (tidak dapat digunakan)               | 126           | Sedang   | 48  | Rendah   |
| Supplier            | Modal supplier                                                                                    | Keterlambatan material ke lokasi proyek                 | 54            | Rendah   | 120 | Sedang   |
|                     | Material yang terkirim belum terbayar                                                             | Keterlambatan material selanjutnya / penghentian suplai | 54            | Rendah   | 18  | Rendah   |
|                     | Ketersediaan man power                                                                            | Keterlambatan material ke lokasi proyek                 | 84            | Sedang   | 18  | Rendah   |
|                     | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai                                  | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                     | 96            | Sedang   | 8   | Rendah   |
|                     | Ketidaksesuaian material yang digunakan oleh supplier                                             | Material tidak dapat digunakan                          | 96            | Sedang   | 18  | Rendah   |
|                     | Gejolak sosial antara supplier dengan warga                                                       | Keterlambatan suplai material ke lokasi proyek          | 36            | Rendah   | 24  | Rendah   |

## Pembahasan

### Mode Kegagalan dan Dampak Risiko

Berdasarkan observasi lapangan dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan hasil identifikasi risiko/dampak dari mode kegagalan pada tiap alur rantai pasok pekerjaan timbunan tanah.

Tabel 13. Rekapitulasi mode kegagalan dan dampak risiko

| IDENTIFIKASI RISIKO |                   |                                                                                                   |                                                         |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| No.                 | Alur Supply Chain | Mode Kegagalan                                                                                    | Risiko / Dampak                                         |
| 1                   | Bahan baku        | Izin quarry                                                                                       | Quarry tidak dapat digunakan                            |
| 2                   |                   | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material)                                                 | Kebutuhan bahan baku tidak terpenuhi                    |
| 3                   |                   | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval)  |
| 4                   |                   | Ketika kunjungan quarry lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval)  |
| 5                   |                   | Material yang datang ke lokasi proyek over size dan terlalu halus                                 | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai approval)  |
| 6                   |                   | Terdapat batuan                                                                                   | Material oversize (tidak dapat digunakan)               |
| 7                   | Supplier          | Modal supplier                                                                                    | Keterlambatan material ke lokasi proyek                 |
| 8                   |                   | Material yang terkirim belum terbayar                                                             | Keterlambatan material selanjutnya / penghentian suplai |
| 9                   |                   | Ketersediaan man power                                                                            | Keterlambatan material ke lokasi proyek                 |
| 10                  |                   | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai                                  | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                     |
| 11                  |                   | Ketidaksesuaian material yang digunakan oleh supplier                                             | Material tidak dapat digunakan                          |

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN  
TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA**

|    |          |                                                                               |                                     |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 32 |          | Agenda resmi pemerintah daerah (hari besar, ulang tahun, peristiwa)           | Keterlambatan material              |
| 33 |          | Antrean kendaraan ( <i>idle</i> )                                             | Keterlambatan material              |
| 34 | Konsumen | Kondisi keuangan                                                              | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |
| 35 |          | Pesiapan alat berat di lapangan (penghamparan serta 1 <i>fleet</i> pemadatan) | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |
| 36 |          | Menunggu hasil proses pengujian material yang sudah dipadatkan                | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |
| 37 |          | Kondisi lokasi <i>dropping</i> di lapangan ketika hujan                       | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |
| 38 |          | Menunggu hasil uji lab <i>independent</i>                                     | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |
| 39 |          | Penyesuaian elevasi badan jalan                                               | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |
| 40 |          | Kesepakatan antara konsumen dengan <i>supplier</i>                            | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |
| 41 |          | Perubahan-perubahan pada keadaan tertentu (addendum)                          | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan |

| IDENTIFIKASI RISIKO |                   |                                                                                                 |                                                                |
|---------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| No.                 | Ahaz Supply Chain | Mode Kegagalan                                                                                  | Risiko / Dampak                                                |
| 12                  |                   | Gejolak sosial antara <i>supplier</i> dengan warga                                              | Keterlambatan suplai material ke lokasi proyek                 |
| 13                  |                   | Ketersediaan armada                                                                             | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 14                  | Fabrikasi         | Ketersediaan dan kapasitas muatan alat berat untuk penstraian                                   | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 15                  |                   | Ketersediaan dan kapasitas muatan <i>dump truck</i> untuk pengambilan material                  | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 16                  |                   | Ketersediaan area untuk manuver <i>dumping</i> / akses                                          | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 17                  |                   | Cuaca (hujan lebat/intensitas tinggi)                                                           | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 18                  |                   | Keterampilan operator                                                                           | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 19                  |                   | Material yang digali tidak sesuai dengan <i>approval</i>                                        | Material tidak dapat digunakan (tidak sesuai <i>approval</i> ) |
| 20                  |                   | <i>Screening</i> material <i>over size</i>                                                      | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 21                  | Distribusi        | Kesulitan bahan bakar                                                                           | Keterlambatan material                                         |
| 22                  |                   | Kurangnya ketersediaan <i>dump truck</i>                                                        | Keterlambatan material                                         |
| 23                  |                   | Rusaknya akses keluar masuk <i>quarry</i> ke proyek (regulasi peraturan lalu lintas dan muatan) | Keterlambatan material                                         |
| 24                  |                   | Jarak pengiriman dari <i>quarry</i> ke lokasi                                                   | Keterlambatan material                                         |
| 25                  |                   | Keterampilan supir <i>dump truck</i>                                                            | Keterlambatan material                                         |
| 26                  |                   | Kendaraan ODOL                                                                                  | Keterlambatan material                                         |
| 27                  |                   | Kesehatan kendaraan / Tidak jalan uji laik jalan (LSIR)                                         | Keterlambatan material                                         |
| 28                  |                   | Dampak lingkungan seperti debu (demo masyarakat) pada saat musim kemarau                        | Keterlambatan material                                         |
| 29                  |                   | Lahan <i>dropping</i> yang belum siap                                                           | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 30                  |                   | Cuaca                                                                                           | Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan                            |
| 31                  |                   | Kondisi lalu lintas yang tidak menentu                                                          | Keterlambatan suplai material                                  |

Tabel 15. Risiko dominan

| Risiko                              | Jumlah |
|-------------------------------------|--------|
| Kebutuhan material tidak terpenuhi  | 1      |
| Keterlambatan                       | 33     |
| Material <i>reject</i>              | 6      |
| <i>Quarry</i> tidak dapat digunakan | 1      |

#### Nilai Prioritas Risiko

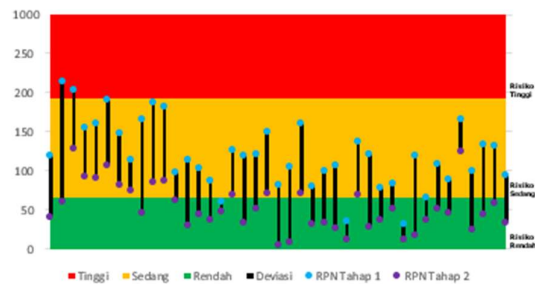
Penilaian prioritas risiko digunakan sebagai acuan dalam mengetahui dan menentukan pekerjaan apa yang paling berisiko sehingga dapat menentukan tindakan pengendalian dengan tepat. Adapun nilai prioritas risiko atau *Risk Priority Number* (RPN).

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN  
TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA**

Tabel 16. Rekapitulasi nilai RPN

| KATEGORI RISK PRIORITY NUMBER |                   |        |        |        | Rerata Skor RPN Kondisi Awal | Rerata Skor RPN Kondisi Usulan |
|-------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|------------------------------|--------------------------------|
| No.                           | Alur Supply Chain | Rendah | Sedang | Tinggi |                              |                                |
| 1                             | Bahan baku        | 0      | 4      | 2      | 171,78                       | 85,94                          |
| 2                             | Supplier          | 0      | 7      | 0      | 146,24                       | 66,38                          |
| 3                             | Pabrikasi         | 1      | 6      | 0      | 108,00                       | 50,29                          |
| 4                             | Distribusi        | 2      | 11     | 0      | 95,82                        | 30,74                          |
| 5                             | Konsumen          | 0      | 8      | 0      | 109,75                       | 52,17                          |

Deviasi Skor RPN Kondisi Awal dan Usulan



Gb 3. Deviasi Skor RPN Kondisi Awal dan Akhir

Tabel 17. Deviasi kondisi awal dan usulan

| No. | Mode Kegagalan                                                                           | Alur       | RPN Tahap 1 | RPN Tahap 2 | Deviasi |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|---------|
| 1   | Ketersediaan volume bahan baku (deposit material)                                        | Bahan baku | 213,67      | 59,33       | 154,33  |
| 2   | Ketersediaan man power                                                                   | Supplier   | 165,67      | 46,00       | 119,67  |
| 3   | Kesepakatan kerja sama dengan penyedia alat berat tidak tercapai                         | Supplier   | 187,00      | 84,67       | 102,33  |
| 4   | Kendaraan ODOL                                                                           | Distribusi | 128,00      | 25,67       | 102,33  |
| 5   | Antrean kendaraan (idle)                                                                 | Distribusi | 120,00      | 17,67       | 102,33  |
| 6   | Kurangnya ketersediaan dump truck                                                        | Distribusi | 104,00      | 8,33        | 95,67   |
| 7   | Ketidaksesuaian material yang digunakan oleh supplier                                    | Supplier   | 182,00      | 87,00       | 95,00   |
| 8   | Lahan dropping yang belum siap                                                           | Distribusi | 121,67      | 27,33       | 94,33   |
| 9   | Modal supplier                                                                           | Supplier   | 175,00      | 82,00       | 93,00   |
| 10  | Rusaknya akses keluar masuk quarry ke proyek (regulasi peraturan lalu lintas dan muatan) | Distribusi | 160,00      | 70,00       | 90,00   |

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN  
TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA**

| No. | Mode Kegagalan                                                                                           | Alur       | RPN Tahap 1 | RPN Tahap 2 | Deviasi |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|---------|
| 11  | Terdapat batuan                                                                                          | Bahan baku | 190,67      | 106,00      | 84,67   |
| 12  | Izin <i>quarry</i>                                                                                       | Bahan baku | 119,00      | 40,00       | 79,00   |
| 13  | Penyesuaian elevasi badan jalan                                                                          | Konsumen   | 122,67      | 44,33       | 78,33   |
| 14  | Screening material <i>over size</i>                                                                      | Pabrikasi  | 149,00      | 71,33       | 77,67   |
| 15  | Kesulitan bahan bakar                                                                                    | Distribusi | 81,67       | 4,67        | 77,00   |
| 16  | Keterampilan operator                                                                                    | Pabrikasi  | 109,33      | 33,33       | 76,00   |
| 17  | Menunggu hasil uji lab <i>independent</i>                                                                | Konsumen   | 100,33      | 24,33       | 76,00   |
| 18  | Kondisi lapisan tanah yang beragam                                                                       | Bahan baku | 203,67      | 128,33      | 75,33   |
| 19  | Ketersediaan armada                                                                                      | Supplier   | 104,00      | 29,33       | 74,67   |
| 20  | Kesepakatan antara konsumen dengan <i>supplier</i>                                                       | Konsumen   | 131,00      | 58,00       | 73,00   |
| 21  | Material yang datang ke lokasi proyek <i>over size</i> dan terlalu halus                                 | Bahan baku | 160,67      | 90,00       | 70,67   |
| 22  | Material yang digali tidak sesuai dengan <i>approval</i>                                                 | Pabrikasi  | 121,00      | 51,33       | 69,67   |
| 23  | Keterampilan supir <i>dump truck</i>                                                                     | Distribusi | 98,67       | 33,33       | 65,33   |
| 24  | Perubahan-perubahan pada keadaan tertentu ( <i>addendum</i> )                                            | Konsumen   | 95,00       | 33,33       | 61,67   |
| 25  | Ketersediaan dan kapasitas muatan alat berat untuk penggalan                                             | Pabrikasi  | 102,67      | 44,00       | 58,67   |
| 26  | Cuaca ( <i>hujan lebat/intensitas tinggi</i> )                                                           | Pabrikasi  | 126,67      | 68,33       | 58,33   |
| 27  | Pesiapan alat berat di lapangan ( <i>penghamparan serta 1 fleet pemadatan</i> )                          | Konsumen   | 109,00      | 50,67       | 58,33   |
| 28  | Dampak lingkungan seperti debu ( <i>demo masyarakat</i> ) pada saat musim kemarau                        | Distribusi | 123,67      | 69,33       | 54,33   |
| 29  | Ketika kunjungan <i>quarry</i> lapisan atas mengandung tanah ekspansif dan banyak ditumbuhi tanaman liar | Bahan baku | 143,00      | 92,00       | 51,00   |
| 30  | Ketersediaan dan kapasitas muatan <i>dump truck</i> untuk pengambilan material                           | Pabrikasi  | 86,67       | 36,00       | 50,67   |
| 31  | Jarak pengiriman dari <i>quarry</i> ke lokasi                                                            | Distribusi | 80,33       | 30,67       | 49,67   |
| 32  | Menunggu hasil proses pengujian material yang sudah didapatkan                                           | Konsumen   | 88,67       | 46,33       | 42,33   |
| 33  | Kondisi lokasi <i>dropping</i> di lapangan ketika hujan                                                  | Konsumen   | 165,00      | 124,33      | 40,67   |
| 34  | Cuaca                                                                                                    | Distribusi | 78,00       | 37,67       | 40,33   |
| 35  | Material yang dikirim belum terbayar                                                                     | Supplier   | 113,00      | 74,00       | 39,00   |
| 36  | Gejolak sosial antara <i>supplier</i> dengan warga                                                       | Supplier   | 97,00       | 61,67       | 35,33   |
| 37  | Kondisi lalu lintas yang tidak menentu                                                                   | Distribusi | 84,00       | 51,67       | 32,33   |
| 38  | Kondisi keuangan                                                                                         | Konsumen   | 66,33       | 36,00       | 30,33   |
| 39  | Kesehatan kendaraan / Tidak lulus uji laik jalan (KIR)                                                   | Distribusi | 34,67       | 11,67       | 23,00   |
| 40  | Agenda resmi pemerintah daerah ( <i>hari besar, ulang tahun, peristiwa</i> )                             | Distribusi | 31,00       | 11,67       | 19,33   |
| 41  | Keterbatasan area untuk manuver <i>dumping / akses</i>                                                   | Pabrikasi  | 60,67       | 47,67       | 13,00   |

**Tindakan pengendalian Risiko**

Pengendalian risiko menentukan sejauh apa risiko tersebut dapat berkurang sehingga setiap kegiatan yang dilakukan tidak menghambat pelaksanaan proyek. Adapun tindakan pengendalian yang dilakukan pada kondisi awal dan usulan.

Tabel 18. Rekapitulasi tindakan pengendalian risiko

| No. | Tindakan Pengendalian                                                                   | Aspek Pengendalian |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1   | Di beberapa tempat rawan kemacetan disediakan <i>flagman</i> untuk mengatur lalu lintas | <i>Method</i>      |
| 2   | Dicatat volumenya agar bisa dibayar                                                     | <i>Money</i>       |
| 3   | Dilakukan <i>checklist</i> berkala oleh tim K3                                          | <i>Machines</i>    |
| 4   | Dilakukan pendekatan dan pengendalian debu dengan disiram air secara berkala            | <i>Method</i>      |
| 5   | Dilakukan pengecilan material oversize dengan cara breaker                              | <i>Material</i>    |
| 6   | Dilakukan perbaikan jalan dan mencari jalur alternatif                                  | <i>Method</i>      |

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PEKERJAAN  
TANAH TIMBUNAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE FMEA**

|    |                                                                                          |                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 7  | Dilakukan <i>screening</i> dari <i>quarry</i>                                            | <i>Material</i> |
| 8  | Evaluasi kinerja individu                                                                | <i>Man</i>      |
| 9  | Harus memiliki surat izin, sertifikat serta jam terbang tinggi                           | <i>Man</i>      |
| 10 | Kesepakatan harus dilakukan sesuai kontrak                                               | <i>Money</i>    |
| 11 | Konversi kendaraan dengan BBM ke bahan bakar gas                                         | <i>Machine</i>  |
| 12 | Lakukan pekerjaan seperti biasa, naikan kapasitas produksi sebelum libur                 | <i>Method</i>   |
| 13 | Lanjutkan dengan material yang sudah ada hasil uji                                       | <i>Material</i> |
| 14 | Melakukan / menyediakan <i>stockpile</i> timbunan dekat dengan lokasi proyek             | <i>Method</i>   |
| 15 | Melakukan penertiban kendaraan ODOL                                                      | <i>Machine</i>  |
| 16 | Melakukan pengujian internal didampingi dengan pihak-pihak yang berkepentingan           | <i>Material</i> |
| 17 | Melakukan pertemuan antar pihak dan melakukan CSR dengan wilayah terdampak               | <i>Man</i>      |
| 18 | Melakukan pinjaman ke bank                                                               | <i>Money</i>    |
| 19 | Melakukan <i>quality control</i> material di <i>quarry</i> sebelum dikirim ke lapangan   | <i>Material</i> |
| 20 | Melibatkan warga dalam penambangan <i>quarry</i>                                         | <i>Man</i>      |
| 21 | Memberikan pelatihan untuk meningkatkan keterampilan                                     | <i>Man</i>      |
| 22 | Membuat jalur masuk dan keluar dengan arah yang berbeda supaya tidak menyebabkan antrian | <i>Method</i>   |
| 23 | Membuat kesepakatan dengan pemerintah setempat terkait jalur pengiriman                  | <i>Method</i>   |
| 24 | Membuat kesepakatan terkait sampel material yang akan digunakan                          | <i>Material</i> |
| 25 | Membuat surat tertulis kepada kontraktor dan <i>owner</i> untuk pembayaran yang tertunda | <i>Money</i>    |
| 26 | Mempercepat perizinan agar tidak ada gejolak dengan warga                                | <i>Method</i>   |
| 27 | Memperlebar area untuk manuver                                                           | <i>Method</i>   |
| 28 | Menambah jumlah <i>supplier</i> / <i>vendor</i> / subkon                                 | <i>Machine</i>  |
| 29 | Menambah sumber daya manusia untuk lokasi proyek                                         | <i>Man</i>      |
| 30 | Mencari alternatif <i>quarry</i> dengan material yang baik dan memiliki izin             | <i>Material</i> |
| 31 | Mencatat ritase dan volume material agar bisa segera dibayarkan                          | <i>Money</i>    |
| 32 | Mengganti dengan <i>bucket</i> yang lebih besar                                          | <i>Machine</i>  |
| 33 | Menggunakan material yang sudah ada hasil uji                                            | <i>Material</i> |
| 34 | Menggunakan motor <i>grader</i> untuk mempercepat pekerjaan                              | <i>Machine</i>  |
| 35 | Menggunakan solar industri / non subsidi                                                 | <i>Machine</i>  |
| 36 | Mengoptimalkan ketika cuaca cerah dan membuat <i>stock</i> deposit di lapangan           | <i>Method</i>   |
| 37 | Menolak material yang tidak memenuhi syarat                                              | <i>Material</i> |
| 38 | Menunggu hasil dari perubahan                                                            | <i>Method</i>   |
| 39 | Menyesuaikan elevasi sesuai RTA                                                          | <i>Method</i>   |
| 40 | Menyiapkan beberapa zona <i>dropping</i> agar antrian tidak panjang                      | <i>Method</i>   |
| 41 | Pelengkapan SIO                                                                          | <i>Man</i>      |
| 42 | Pengecekan berkala alat pemadat                                                          | <i>Machine</i>  |
| 43 | Pengujian dilakukan jauh hari sebelum digunakan                                          | <i>Method</i>   |
| 44 | Pemviapan lahan dahulu                                                                   | <i>Method</i>   |
| 45 | Sampai permasalahan selesai semua operasional distop                                     | <i>Method</i>   |
| 46 | Segera diurus uji KIR                                                                    | <i>Machine</i>  |
| 47 | Sementara stop beroperasi sampai cuaca membaik                                           | <i>Method</i>   |

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui terdapat 5 aspek tindakan pengendalian berdasarkan aspek 5M yaitu *Man*, *Money*, *Machine*, *Material* dan *Method*. Dari 47 pengendalian terdapat 7 tindakan pengendalian aspek manusia (*Man*), 5 tindakan pengendalian aspek keuangan (*Money*), 9 tindakan pengendalian aspek peralatan (*Machine*), 9 tindakan pengendalian aspek material (*Material*) dan 17 tindakan pengendalian aspek metode (*Method*). Tindakan pengendalian dengan aspek metode merupakan pengendalian yang paling dominan untuk dilakukan karena metode

pelaksanaan pekerjaan dan rekayasa teknis yang dilakukan di lapangan berdampak sangat efektif dalam menekan risiko keterlambatan yang dapat terjadi.

Tindakan pengendalian dengan manajemen metode seperti di beberapa tempat rawan kemacetan disediakan *flagman* untuk mengatur lalu lintas, dilakukan pendekatan dan pengendalian debu dengan disiram air secara berkala, dilakukan perbaikan jalan dan mencari jalur alternatif, menaikkan kapasitas produksi sebelum libur, menyediakan *stockpile* timbunan dekat dengan lokasi proyek, membuat jalur masuk dan keluar dengan arah yang berbeda supaya tidak menyebabkan antrian, serta beberapa tindakan dengan manajemen metode tersebut sangat efektif dalam menekan risiko keterlambatan, sebagai contoh pada tahap distribusi terdapat mode kegagalan antrean kendaraan (*idle*) sehingga dapat menimbulkan dampak keterlambatan dengan skor RPN sebesar 120 (tingkat sedang), setelah dilakukan pengendalian dengan menyiapkan beberapa zona *dropping* agar antrian tidak panjang, sehingga skor RPN turun secara signifikan menjadi 17,67 (tingkat rendah).

### **Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan didapatkan bahwa terdapat 5 alur aktivitas *supply chain* pekerjaan timbunan tanah pada Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi I Paket 1.2 yaitu bahan baku, *supplier*, pabrikasi, distribusi, dan konsumen. Bahan baku mencakup proses material yang akan digunakan saat berada di tempat asalnya (*quarry*), *supplier* mencakup lingkup penyedia bahan baku atau material, pabrikasi mencakup proses pengelolaan bahan baku menjadi material siap pakai, distribusi mencakup proses penyaluran material dari *supplier* kepada konsumen, dan konsumen merupakan pengguna jasa, dalam hal ini adalah pemilik proyek.

Terdapat 41 risiko yang terbagi menjadi 4 jenis yaitu keterlambatan sebanyak 33 risiko, material *reject* sebanyak 6 risiko, serta *quarry* tidak dapat digunakan dan kebutuhan material tidak terpenuhi masing-masing sebanyak 1 risiko.

Pada aktivitas *supply chain* pekerjaan timbunan tanah pada Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo Seksi I Paket 1.2 terdapat 41 risiko yang terbagi menjadi 3 tingkat risiko. Pada tahapan bahan baku terdapat 4 risiko sedang dan 2 risiko tinggi, pada tahapan *supplier* terdapat 7 risiko sedang, pada tahapan pabrikasi terdapat 1 risiko rendah dan 6 risiko sedang, pada tahapan distribusi terdapat 2 risiko rendah dan 11 risiko sedang, serta pada tahapan konsumen terdapat 8 risiko sedang.

Terdapat 47 tindakan pengendalian yang terbagi menjadi 5 aspek yaitu *Man*, *Money*, *Machine*, *Material* dan *Method*. Aspek metode (*Method*) sebanyak 17 tindakan pengendalian, aspek peralatan (*Machine*) sebanyak 9 tindakan pengendalian, aspek material (*Material*) sebanyak 9 tindakan pengendalian.

### **Referensi**

- Arikunto S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur penelitian : Suatu pendekatan praktek*. Edisi revisi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur penelitian : Suatu pendekatan praktek*. Edisi revisi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

- AS/NZS 4360:1999/ *Risk Management in Security Risk Analysis*. Brisbane, Australia: ISMCPI
- Bogdan dan Taylor. 2012. *Prosedur Penelitian. Dalam Moleong, Pendekatan Kualitatif*. (him. 4). Jakarta: Rineka Cipta.
- Candra, A. (2021). *Analisis Manajemen Rantai Pasok Garam Konsumsi Beryodium CV Jelajah Alam di Desa Kubang Jaya Kabupaten Kampar – Riau*. Universitas Islam Riau.
- Carlson, Carl. (2012). *Effective FMEAs: Achieving safe, Reliable, and economical products and processes using failure mode and effect analysis*. Canada: United State of America.
- Chapman, C. and Ward, S. (2003) *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Chen, I.J. and Paulraj, A. (2004) *Towards a Theory of Supply Chain Management: The Constructs and Measurements*. *Journal of Operations Management*, 22, 119.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2003.12.007>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (4th ed.)*. Boston, MA: Pearson.
- Dannyanti, E. 2010. *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)*, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Dempsey & Dempsey. (2002). *Validitas Data Edisi 4*. Jakarta: EGC.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Jakarta Selatan : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga."
- Ervianto, W. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit : Andi. Yogyakarta.
- Fauzi, M. (2021). *Analisis dan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Produk Makanan Beku dengan Metode Failure Mode and Effect Ananlysis di CV Fania Group Kotagede*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Godfrey, T. and West, S. (1996) *Introduction to industrial enzymology*. Industrial enzymology, Mac. Millan Press, London, 1-8.
- Hyatt, N. 2003. *Guidelines for Process Hazards Analysis (PHA, HAZOP), Hazards Identification, and Risk Analysis*: CRC Press
- Kartam, N.A. and Kartam, S.A. (2001) *Risk and Its Management in the Kuwaiti Construction Industry: A Contractors' Perspective*. *International Journal of Project Management (Compendex)*, 19, 325-335.
- Kurniawan, H., & Anggraeni, I. A. A. (2020). *Analisis Risiko Rantai Pasok Material Terhadap Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi*. *Rekayasa Sipil*, 14(1), 43–50. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.01.6>
- Leedy, P. D. (1997). *Practical research: Planning and design (6th Edition)*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Mayudha (2022) *Analisis Kinerja Supply Chain Proses Pengiriman Barang PT.XYZ Menggunakan SCOR MODEL*.
- Mayudha, M. (2022). *Analisis Kinerja Supply Chain Pada Proses Pengiriman*. Universitas Islam Indonesia.
- McDermott, Robin.E, dkk, 2009. *The Basics of FMEA*. Edisi 2. CRC Press. United States of America.
- Mulyana, Dedy. 2013. *Metodologi Penelitian Kualitatif: Paradigma Baru Ilmu Komunikasi dan Ilmu Sosial Lainnya*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

- Nurhayati, 2010. *Manajemen Proyek*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Palisungan, A., Dundu, A. K. T., Willar, D., (2020). *Rantai Pasok Material dengan Pendekatan Manajemen Risiko pada Pembangunan Bangunan Pengaman Pantai Miangas*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 10(2), 151–164.
- Parenreng, S.M., (2016), *Model Pengelolaan Risiko Supply Chain Mempertimbangkan Kepentingan Multistakeholder Pada Komoditas Tuna*, Penelitian Disertasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 Tentang Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah.
- Piatakowski, J., & Kamiński, P. (2017). *Risk Assessment of Defect Occurrences in Engine Piston Castings by FMEA Method*. 107–110. <https://doi.org/10.1515/afe2017-0100>
- Pradesa, E. (2021). *Analisis Manajemen Risiko dalam Aliran Rantai Pasok Pengadaan Material Proyek Konstruksi*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran.”
- Project Management Institute. 1992. *A User’s Manual to The PMBOK Guide*. United State of America
- Pujawan, I Nyoman dan mahendrawathi ER. (2010). *Supply Chain Management*. Edisi 2. Surabaya:Guna Widya
- Refdizalis, R., Ophiyandri, T., & Hesna, Y. (2020). *Studi Perilaku Rantai Pasok Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung*. Jurnal Talenta Sipil, 3(2), 58. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v3i2.30>
- Rita, E., Carlo, N., & Nandi. (2021). *Penyebab dan Dampak Keterlambatan Pekerjaan Jalan di Sumatera Barat Indonesia*. Jurnal Rekayasa, 11(1), 27–37. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v11i1.94>
- Soeharto, Iman., 1999, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta."
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabet
- Sukmadinata, Nana Syaodih. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Remaja Rosdakarya
- Supriyati. 2015. *Metodelogi Penelitian*. Bandung: Labkat Press.
- Sutoni, A., & Kurniadi, D. R. (2020). *Analisis Risiko dalam Construction Supply Chain : Studi Kasus Pada Proyek Renovasi Gedung Kantor VEDCA*. Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri, 3(2), 81. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v3i2.772>
- Vaughan, E.J, Elliot, C.M. (1978). *Fundamental of Risk and Insurance*. New York:Wiley, John & Sons, Incorporated.
- Waters, D. (2007). *Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience*. The Chartered Institute of Logistics and Transportation, London, 35-50.
- Williams Jr., C. A., Smith, M. L., & Young, P. C. (1998). *Risk Management and Insurance (8th Edition)*. Boston, MA: Irwin McGraw-Hill.
- Yin, R. K. (2009). *“Case Study Research: Design and Method” (4rd ed.)*. California: Sage Publications, Inc.

- Yin, R.K. (2012) *Case study methods*. In Cooper, H., et al. (Eds.), *APA Handbooks in Psychology. APA Handbook of Research Methods in Psychology, Vol. 2. Research Designs: Quantitative, Qualitative, Neuropsychological, and Biological*, American Psychological Association, 141-155. <https://doi.org/10.1037/13620-009>
- Yin, R.K. (2013) *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Yin, R.K. (2013) *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Yusdi, M. (2022). *Analisis Nilai Tambah dan Mitigasi Risiko dengan Pendekatan HOR & AHP pada Rantai Pasok Beras di Kabupaten Pinrang*. Universitas Hasanuddin.