

PENILAIAN RESIKO PEMBANGUNAN TEROWONGAN JALAN





Penilaian resiko pembangunan terowongan jalan



Fahmi Aldiamar, S.T., M.T.
Reviewer: Ir. Yayan Suryana., MSc

Penilaian resiko pembangunan terowongan jalan

Cetakan ke-1, 2012, (v + 46 halaman)

No. ISBN : 978-602-8256-54-4

©Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

© Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum

Penulis:

Fahmi Aldiamar, S.T., M.T.

Reviewer:

Ir. Yayan Suryana., MSc

Naskah ini disusun dengan sumber dana APBN Tahun 2011, pada Paket Kerja Penyusunan Risk Assessment Pembangunan Terowongan Jalan.

Pandangan yang disampaikan di dalam publikasi ini tidak menggambarkan pandangan dan kebijakan Kementerian Pekerjaan Umum, unsur pimpinan, maupun instruksi pemerintah lainnya.

Kementerian Pekerjaan Umum tidak menjamin akurasi data yang disampaikan dalam publikasi ini, dan tanggung jawab atas data dan informasi sepenuhnya dipegang oleh penulis.

Kementerian Pekerjaan Umum mendorong percetakan dan memperbanyak informasi secara eksklusif untuk perorangan dan pemanfaatan nonkomersil dengan pemberitahuan yang memadai kepada Kementerian Pekerjaan Umum. Pengguna dibatasi dalam menjual kembali, mendistribusikan atau pekerjaan kreatif turunan untuk tujuan komersil tanpa izin tertulis dari Kementerian Pekerjaan Umum.

Pemesanan melalui:

Perpustakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan

info@pusjatan.pu.go.id

KATA PENGANTAR

Mengingat besarnya resiko pembangunan konstruksi terowongan jalan, maka perlu dilakukan manajemen resiko dalam pekerjaan konstruksi. Manajemen resiko merupakan suatu aspek kemprehensif sistem manajemen mutu yang berlangsung terus-menerus sepanjang umur proyek. Resiko harus diidentifikasi dan di kendalikan. Hal ini yang mendasari perlunya metode penilaian resiko (*risk assessment*) untuk pembangunan terowongan jalan.

Buku ini menjelaskan hasil kajian terhadap penilaian resiko yang umumnya digunakan pada pembangunan terowongan dari beberapa literatur terkini. Buku ini menjelaskan hasil kajian literatur yang akan menjadi dasar untuk penyusunan pedoman penilaian resiko pembangunan terowongan jalan. Dari hasil penelitian ini, daftar resiko dan metode penilaian resiko untuk pembangunan terowongan jalan dapat tergambarkan.

Bandung, Desember 2012

Tim Penulis

DAFTAR ISI

1	RESIKO PADA PEMBANGUNAN TEROWONGAN JALAN	1
1.1	Gambaran Umum	1
1.2	Resiko kegagalan konstruksi terowongan	2
2	MANAJEMEN RESIKO	9
2.1	Gambaran umum	9
2.2	Perencanaan manajemen resiko	11
2.3	Identifikasi resiko	11
2.4	Analisis resiko secara kualitatif	14
2.5	Analisis resiko secara kuantitatif	14
2.6	Rencana tindak tanggap resiko	17
2.7	Monitoring dan pengendalian resiko	18
3	MANAJEMEN RESIKO SELAMA PERENCANAAN	20
3.1	Identifikasi resiko	21
3.2	Penilaian resiko	28
3.3	Analisis konsekuensi	36
3.4	Penanggung jawab manajemen resiko	37
3.5	Rencana mitigasi dan contingency resiko	39
4	MANAJEMEN RESIKO SELAMA PELAKSANAAN	41
5	PENUTUP	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Rekap kerusakan terowongan di beberapa negara (Neto & Kochen 2002).	3
Tabel 3-1. Tabel rencana tindak tanggap resiko	17
Tabel 4-1. Daftar resiko berdasarkan faktor pengaruh dan kriteria batas potensi bahaya pada perencanaan terowongan jalan.	25
Tabel 4-2. Klasifikasi Massa Batuan (Bieniawski, 1973)	27
Tabel 4-3. Klasifikasi tingkat bahaya berdasarkan percepatan puncak gempa di permukaan tanah (USGS, 2009).....	27
Tabel 4-4. Matrik resiko untuk proyek terowongan di Austria (P Schubert, 2006)	28
Tabel 4-5. Kategori Risiko (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011) ..	30
Tabel 4-6. Kategori Risiko (P Schubert, 2006)	30
Tabel 4-7. Penilaian Probabilitas Terjadinya Risiko Secara Kualitatif (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011).....	30
Tabel 4-8. Penilaian Probabilitas Terjadinya Risiko Secara Kualitatif (P Schubert, 2006).....	31
Tabel 4-9. Penilaian Dampak terhadap Jadwal, Biaya, Lingkup, atau Kualitas (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)	32
Tabel 4-10. Penilaian potensi kerusakan terhadap Jadwal, Biaya, Lingkup, (P Schubert, 2006).....	32
Tabel 4-11. Modifikasi penilaian potensi kerusakan terhadap Jadwal, Biaya, Lingkup, (P Schubert, 2006 dan (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)	33
Tabel 4-12. Berbagai Alternatif Tindakan terhadap Risiko (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)	37
Tabel 4-13. Penanggungjawab Manajemen Risiko (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011).....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Keruntuhan terowongan di São Paulo (Neto & Kochen 2000).	3
Gambar 2-2. Keruntuhan terowongan pada muka bidang galian dengan kekuatan massa batuan sangat rendah (HSE 1996)	4
Gambar 2-3. Keruntuhan terowongan pada muka bidang galian disebabkan oleh beberapa kondisi khusus (HSE 1996)	5
Gambar 2-4. Mekanisme keruntuhan pada dinding (HSE 1996)	6
Gambar 3-1. Contoh identifikasi resiko proyek.....	13
Gambar 3-2. Matrik resiko	14
Gambar 3-3. Perbandingan metode kualitatif dan kuantitatif penilaian resiko (PIARC, 2008)	16
Gambar 3-4. Manajemen resiko dan pengurangan resiko selama tahapan proyek (P Schubert, 2006).....	19
Gambar 4-1. Alur logika resiko sisa (P Schubert, 2006).....	35
Gambar 5-1. Manajemen resiko selama konstruksi menggunakan metode pengamatan (P Schubert, 2006)	42



1 Resiko pada pembangunan terowongan jalan

1.1 Gambaran Umum

Manajemen Resiko adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengelola resiko yang melibatkan semua bagian organisasi dengan melakukan identifikasi, menilai, memahami, bertindak dan mengkomunikasikan hal-hal yang berkaitan dengan resiko.

Manajemen resiko sangat dibutuhkan untuk pekerjaan konstruksi dengan tingkat ketidakpastian dan resiko proyek yang tinggi. Konstruksi terowongan jalan merupakan salah satu proyek yang memiliki tingkat resiko tinggi, dikarenakan kondisi konstruksi yang berada di bawah permukaan dan banyaknya faktor ketidakpastian kondisi tanah/batuan yang akan dilewati terowongan tersebut. Untuk kasus-kasus proyek dengan tingkat resiko yang tinggi tersebut, maka manajemen resiko perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi resiko-resiko yang akan dihadapi dan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko tersebut.

Untuk resiko yang tidak dapat dikurangi, harus dibuat suatu ketentuan yang dapat mengurangi konsekuensi resiko dan mengaturnya. Manajemen resiko sebaiknya dibuat terintegrasi dan harus diperbarui berkala untuk mengidentifikasi semua resiko pada semua tahapan proyek.

Resiko harus ditetapkan secara cermat, termasuk penyebab dan dampaknya terhadap sasaran proyek. Resiko lain yang harus diperhitungkan adalah terkait dengan kesehatan dan keselamatan publik dan lingkungan. Kategori resiko utama yang harus dicermati adalah keruntuhan konstruksi, dampak publik, keterlambatan jadwal, komitmen lingkungan, keruntuhan pada saat operasional dan pemeliharaan, tantangan teknologi, kondisi geoteknik yang tidak diperhitungkan dan kenaikan biaya.

Mengingat besarnya resiko pembangunan konstruksi terowongan jalan, maka perlu dilakukan identifikasi resiko-resiko yang mungkin terjadi dan dilakukan penilaian resiko. Penilaian risiko (*risk assessment*) adalah proses menilai besarnya probabilitas risiko dan menilai besarnya dampak yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, beberapa perumusan masalah dijabarkan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Resiko apa yang akan terjadi pada pembangunan terowongan jalan dan apa konsekuensinya.
 - a. Apakah sudah ada daftar resiko pembangunan terowongan jalan, dan parameter apa yang berpengaruh?
 - b. Apakah sudah ada daftar konsekuensi resiko terhadap jadwal, biaya, lingkup dan kualitas konstruksi?
 - c. Bagaimana analisis resiko dilakukan dan metode penilaian resiko yang sesuai untuk pembangunan terowongan jalan.
2. Apakah resiko yang diperkirakan dapat diterima?
 - a. Bagaimana rencana tindak tanggap resiko dan alternatif-alternatif yang dapat mengurangi pencapaian sasaran proyek.
 - b. Pada tingkat resiko apakah rencana tindak tanggap resiko diutamakan untuk dilakukan.

1.2 Resiko kegagalan konstruksi terowongan

Keruntuhan dan permasalahan lain yang terjadi saat konstruksi terowongan banyak diakibatkan oleh ketidakpastian kondisi geologi dan geoteknik bawah permukaan. Pada beberapa kasus keruntuhan terowongan saat konstruksi, kasus yang umumnya terjadi adalah keruntuhan muka bidang galian yang disebabkan oleh posisi terowongan yang dangkal/dekat ke permukaan tanah, ukuran terowongan yang besar dan metode konstruksi yang tidak sesuai dengan kondisi bawah permukaan yang digali. Contoh keruntuhan dan efeknya terhadap lingkungan sekitar diperlihatkan pada Gambar 1-1. Berdasarkan tipe kerusakannya, keruntuhan konstruksi terowongan di beberapa negara diperlihatkan pada Tabel 1-1. Historis dan penyebab

keruntuhan tersebut menunjukkan betapa besarnya resiko pembangunan terowongan akibat ketidakpastian kondisi bawah permukaan.



Gambar 1-1. Keruntuhan terowongan di São Paulo (Neto & Kochen 2000).

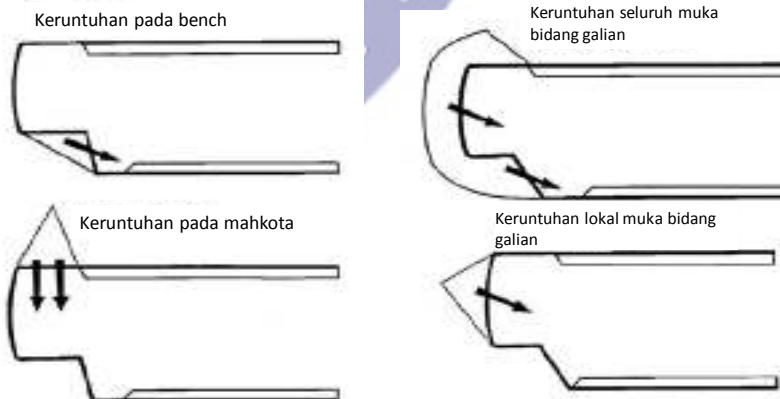
Tabel 1-1. Rekap kerusakan terowongan di beberapa negara (Neto & Kochen 2002).

Tahun	Lokasi	Tipe peruntukan terowongan	Tipe kerusakan
1973	Paris	Terowongan kereta	Runtuh
1981	São Paulo (Brazil)	Terowongan metro	Ketidakstabilan
1984	Landrücken (Jerman)	-	Runtuh
	Bochum (Jerman)	Terowongan metro	Runtuh
1985	Richthof (Jerman)	-	Runtuh
	Kaiserau (Jerman)	-	Runtuh
	Bochum (Jerman)	Terowongan metro	Runtuh
1986	Krieberg (Jerman)	-	Runtuh
1987	Munich (Jerman)	Terowongan metro	5 keruntuhan
	Weltkugel (Jerman)	-	<i>Cave-in</i>
	Karawanken (Austria/Slovenia)	-	Aliran air kedalam terowongan dan deformasi yang sangat besar
1988	Kehrenberg (Jerman)	-	Penurunan permukaan tanah
	Michaels (Jerman)	-	Runtuh
1989	Karawanken (Jerman)	-	Runtuh
	São Paulo (Brazil)	Terowongan metro	Runtuh
1991	Kwachon (Korea)	-	Runtuh
	Seul (Korea)	Terowongan metro	Runtuhan mempengaruhi bangunan sekitar
1992	Funagata (Jepang)	-	Runtuh

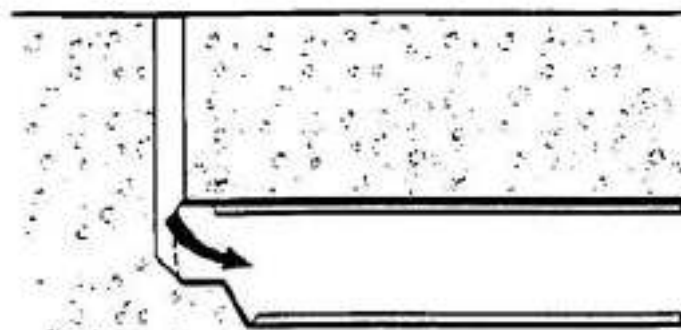
Tahun	Lokasi	Tipe peruntukan terowongan	Tipe kerusakan
	Seul (Korea)	Terowongan metro	2 keruntuhan
1993	Seul (Korea) Chunggho (Taiwan) Tribunal da Justiça (Brazil) Toscana (Itali)	Terowongan metro - - -	4 keruntuhan Runtuh Runtuh Deformasi besar, runtuh
1994	Carvalho Pinto (Brazil) Montemor (Portugal) Galgenberg (Austria) Munich (Jerman) Heathrow (London) Storebaelt (Denmark)	- Terowongan jalan - Terowongan metro Terowongan bandara Mesin bor terowongan	Keruntuhan portal saat konstruksi 2 keruntuhan Runtuh Runtuh Runtuh Kebakaran
1995	Turki	Terowongan motor	Runtuh
1996	Turki Los Angeles (Amerika) Athens (Yunani) Adler (Swiss) Toulon (Prancis) Eidsvoll (Norwegia)	Terowongan motor - Terowongan metro - - -	Runtuh Runtuh Runtuh Runtuh Runtuh Runtuh
1997	Athens (Yunani) São Paulo (Brazil) Carvalho Pinto (Brazil)	Terowongan metro Terowongan metro Terowongan metro	Runtuh Runtuh Runtuh
1998	Russia	-	Runtuh

Penyebab keruntuhan dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu:

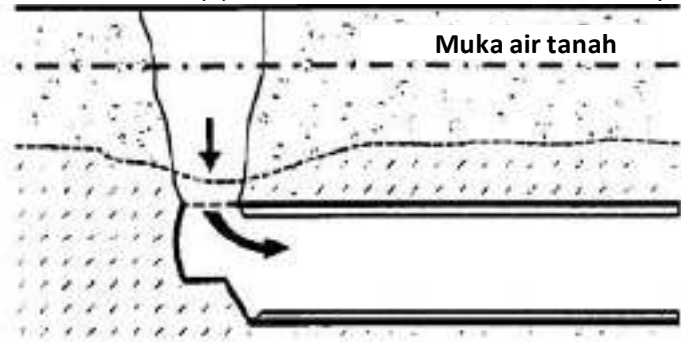
1. Keruntuhan pada muka atas bidang galian (*heading*) dengan ilustrasi diperlihatkan pada Gambar 1-2 dan Gambar 1-3.



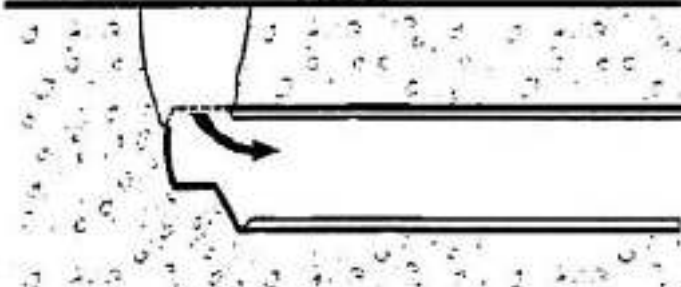
Gambar 1-2. Keruntuhan terowongan pada muka bidang galian dengan kekuatan massa batuan sangat rendah (HSE 1996)



Atap terowongan yang digali menjadi lemah karena adanya retakan vertikal, pipa vertikal dan infrastruktur buatan lainnya



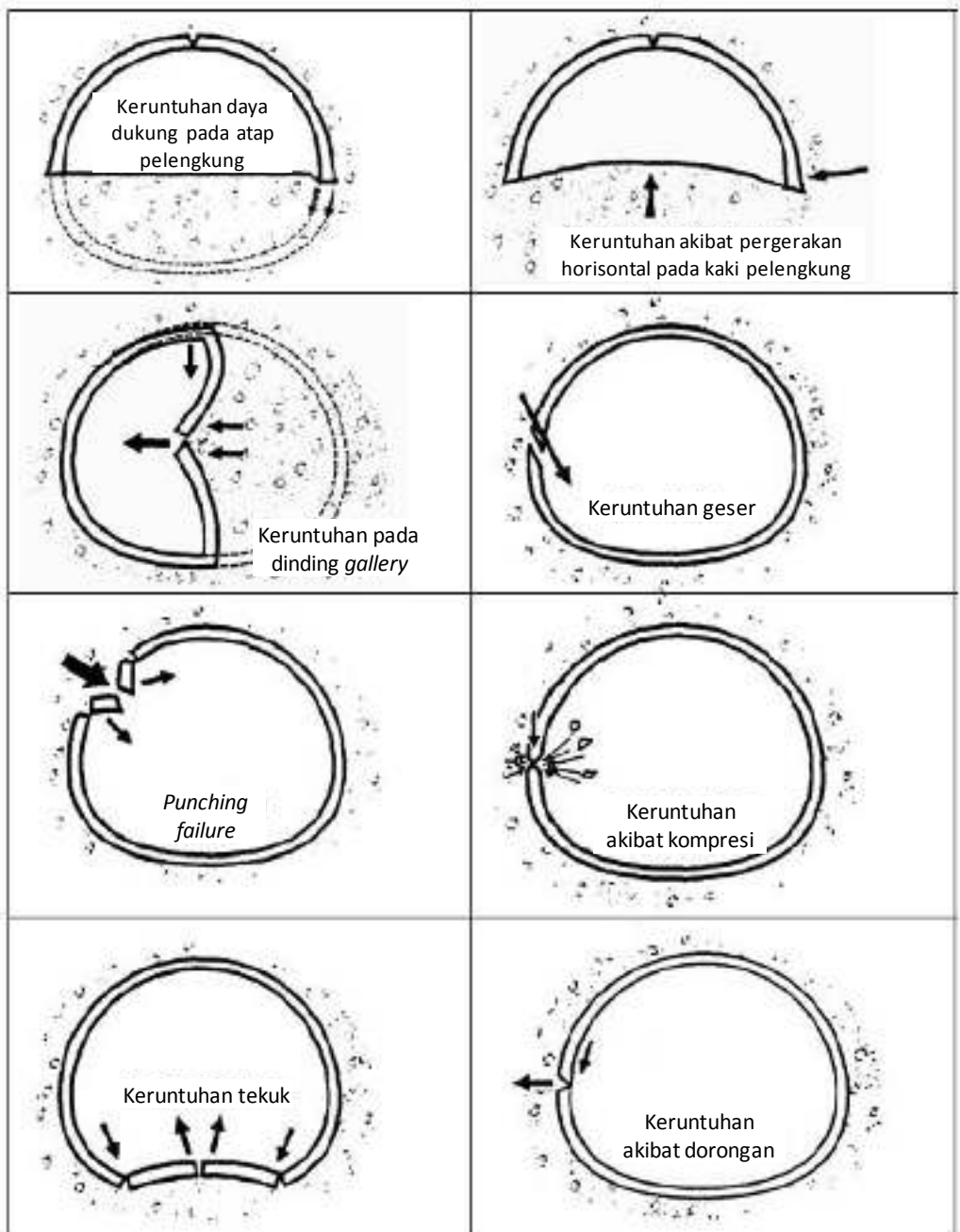
Lapisan kedap di atap terowongan tipis, sehingga tidak mampu mendukung lapisan lulus air dalam kondisi jenuh di atasnya



Lapisan tanah/batuan di atas terowongan dangkal

Gambar 1-3. Keruntuhan terowongan pada muka bidang galian disebabkan oleh beberapa kondisi khusus (HSE 1996)

2. Keruntuhan pada dinding sebelum dan setelah bentuk cincin terbentuk, dengan ilustrasi diperlihatkan pada Gambar 1-4.



Gambar 1-4. Mekanisme keruntuhan pada dinding (HSE 1996)

3. Keruntuhan disebabkan oleh penyebab lainnya, umumnya berupa:
 - a. Keruntuhan pada portal terowongan yang disebabkan oleh kondisi batuan/tanah yang jelek.
 - b. Keruntuhan pada *shaft* vertikal yang disebabkan oleh kondisi tanah/batuan yang jelek serta pengaruh air.

Keruntuhan terowongan akibat ketidakpastian kondisi bawah permukaan dapat menyebabkan kerusakan peralatan, lingkungan sekitar, kematian, biaya yang membengkak dan penundaan waktu kerja. Berdasarkan (HSE 1996; Vlasov et al. 2001), penyebab utama keruntuhan diklasifikasikan berdasarkan permasalahan sebagai berikut:

1. Kondisi geoteknik yang tidak dapat diperkirakan
 - Kondisi ini terjadi disebabkan oleh pengurangan survei dan penyelidikan geoteknik yang menghasilkan karakterisasi kondisi geoteknik yang dangkal.
 - Kondisi yang tidak dapat diperkirakan umumnya terkait penjeualan atau erosi yang terjadi pada tanah/batuan.
 - Survei dan evaluasi kondisi geoteknik lanjutan tidak dilakukan saat pelaksanaan konstruksi berjalan.
2. Kesalahan perencanaan dan spesifikasi
 - Keruntuhan terowongan terjadi disebabkan oleh kesalahan perencanaan untuk mendapatkan lokasi struktur bawah tanah seperti shaft, gorong-gorong, dan lubang bor yang tidak terisi atau terisi sebagian.
 - Ketidaksesuaian metode penggalian dan penyangga terhadap kondisi geoteknik yang ada.
 - Ketidaksesuaian spesifikasi material konstruksi, perencanaan terhadap kondisi yang tidak diketahui dan keadaan darurat.
3. Kesalahan perhitungan atau analisis numerik
 - Kesalahan penentuan parameter desain karena kualitas data penyelidikan geoteknik yang terbatas.

- Tidak dilakukan verifikasi hasil perhitungan terhadap bacaan instrumentasi.
 - Tidak diperhitungkannya efek air
4. Kesalahan saat konstruksi
- Kesalahan konstruksi sulit untuk diidentifikasi, umumnya adalah sebagai berikut:
- Dinding dibangun tidak sesuai dengan ketebalan rencana
 - Kesalahan pemasangan baut batuan dan rusuk baja
 - Bentuk invert yang tidak sesuai dengan perencanaan
 - Pekerjaan perbaikan dinding dilaksanakan dengan buruk.
5. Kesalahan pengendalian dan manajemen konstruksi
- Penyedia jasa dan pengguna jasa yang tidak berpengalaman
 - Kesalahan penyimpulan kondisi lapangan dan ketidaksesuaian perencanaan struktur
 - Pengendalian kualitas pekerjaan buruk
 - Adopsi metode konstruksi yang tidak sesuai.

Risiko merupakan setiap peristiwa yang bisa mencegah/menghambat kemajuan proyek yang telah direncanakan, atau kesuksesan dari penyelesaiannya. Risiko dapat diidentifikasi dari sejumlah sumber yang berbeda. Beberapa risiko mungkin cukup jelas dan dapat diidentifikasi sebelum proyek dimulai. Sedangkan risiko-risiko lainnya baru akan dapat diidentifikasi selama siklus proyek. Risiko dapat diidentifikasi oleh siapa saja yang terlibat dalam proyek. Beberapa risiko melekat pada proyek itu sendiri, sementara ada risiko yang berasal dari pengaruh eksternal yang sepenuhnya di luar kendali tim proyek.

2 Manajemen resiko

2.1 Gambaran umum

Resiko didefinisikan sebagai kemungkinan kehilangan, kerugian dan kerusakan atau dapat diartikan pula bahwa resiko adalah kemungkinan terjadinya kerugian. Untuk itu diperlukan informasi tentang bagaimana masalah muncul dan dengan siapa, apa sifat dari risiko dan bagaimana untuk mengurangnya. Resiko pada pekerjaan bawah permukaan umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Bhawani Singh & Rajnish K. Goel, 2006):

- 
- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. Bencana alam | 2. Informasi |
| 3. Kecelakaan | 4. Asuransi |
| 5. Percepatan atau penangguhan kerja | 6. Penyelidikan |
| 7. Lembaga yang terlibat | 8. Pekerja |
| 9. Prinsip alokasi resiko | 10. Bahan |
| 11. Biaya | 12. Manajemen |
| 13. Konstruksi dan kegagalan konstruksi | 14. Kompetensi manajerial |
| 15. Kontrak | 16. Resiko fisik |
| 17. Kontraktor | 18. Sosial dan politik |
| 19. Perubahan kondisi | 20. Kerusuhan publik |
| 21. Perancangan/pekerjaan yang tidak baik | 22. Perencanaan dan jadwal |
| 23. Keputusan | 24. Karya percontohan |
| 25. Keterlambatan | 26. Variasi kuantitas |
| 27. Data | 28. Kemampuan sdm perorangan |
| 29. Pengungkapan informasi | 30. Peraturan |
| 31. Penyangkalan | 32. Penggantian biaya |
| 33. Perancangan pendukung | 34. Penyelesaian masalah |
| 35. Pengurangan | 36. Tanggung jawab |
| 37. Bencana ekonomi | 38. Ijin lokasi |
| 39. Lingkungan | 40. Kondisi bawah permukaan |
| 41. Evaluasi | 42. Kegagalan sub kontraktor |
| 43. Eskalasi | 44. Pembagian resiko |
| 45. Peralatan | 46. Masalah sosiologi |
| 47. Pendanaan dan kegagalan finansial | 48. Sistem pendukung |
| 49. Air tanah | 50. Keterlambatan pihak ketiga |
| 51. Inflasi | 52. Perselisihan serikat pekerja |
| 53. Inovasi | 54. Permasalahan air |

Manajemen Resiko adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengelola resiko yang melibatkan semua bagian organisasi dengan melakukan identifikasi, menilai, memahami, bertindak dan mengkomunikasikan hal-hal yang berkaitan dengan resiko.

Keuntungan penerapan manajemen resiko, antara lain:

- Meningkatnya pemahaman tentang proyek, sehingga diharapkan dapat menetapkan perencanaan proyek yang lebih realistis baik dalam hal pembiayaan maupun waktu,
- Meningkatnya pemahaman tentang resiko yang dihadapi proyek termasuk dampak-dampaknya, sehingga diharapkan dapat dilakukan upaya-upaya mengurangi resiko dan/atau mengalihkan resiko kepada pihak ketiga yang memiliki kompetensi menangani resiko tersebut,
- Pemahaman bagaimana resiko pada suatu proyek dapat mengarahkan untuk penggunaan suatu bentuk kontrak yang lebih sesuai,
- Adanya sudut pandang berlandaskan resiko proyek yang dapat membantu memberikan alasan yang tepat dalam pengambilan keputusan dan memberikan kemampuan untuk mengelola resiko secara efisien dan efektif.

Langkah-langkah manajemen proyek adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan manajemen resiko
2. Identifikasi resiko
3. Analisis resiko secara kualitatif
4. Analisis resiko secara kuantitatif
5. Rencana tindak tanggap resiko
6. Monitoring dan pengendalian resiko

2.2 Perencanaan manajemen resiko

Perencanaan manajemen resiko adalah suatu proses dalam menetapkan cara pendekatan dan pelaksanaan kegiatan manajemen resiko pada suatu proyek. Perencanaan manajemen resiko diperlukan untuk memastikan tingkat, jenis dan kegunaan manajemen resiko yang secara proporsional akan mempertimbangkan antara resiko dan tingkat kepentingan proyek bagi suatu organisasi. Selain itu, perencanaan manajemen resiko diperlukan pula untuk menyediakan sumberdaya dan waktu yang memadai bagi kegiatan manajemen resiko dan untuk menetapkan landasan-landasan yang disepakati untuk mengevaluasi pengelolaan resiko.

2.3 Identifikasi resiko

Identifikasi resiko adalah kegiatan mengidentifikasi potensi resiko yang mungkin terjadi pada suatu proyek dan bertujuan untuk mengenali dan mendokumentasikan resiko-resiko yang dapat mempengaruhi proyek beserta karakteristiknya. Luaran yang dihasilkan dari proses identifikasi resiko adalah suatu Daftar Resiko Proyek, dimana proses Identifikasi resiko merupakan suatu proses yang iteratif.

Dalam mengidentifikasi resiko harus dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- **Tantangan**, yaitu suatu resiko yang menimbulkan dampak negatif terhadap pencapaian sasaran proyek (bila terjadi)
- **Peluang**, yaitu suatu resiko yang menimbulkan dampak positif terhadap pencapaian sasaran proyek (bila terjadi)
- **Pemicu**, yaitu gejala atau rambu-rambu peringatan yang memberikan indikasi bahwa suatu resiko menjadi hampir pasti terjadi dan suatu rencana tindakan tanggap harus segera dilaksanakan.

- **Resiko Sisa**, yaitu resiko yang masih tersisa walaupun tindakan terhadap resiko semula telah dilakukan. Dalam manajemen resiko, resiko sisa harus diupayakan pada tingkat yang dapat diterima.
- **Resiko Sekunder**, yaitu resiko yang timbul karena tindakan terhadap resiko semula.
- **Interaksi Resiko**, yaitu kombinasi dampak dari beberapa resiko yang terjadi bersamaan, yang lebih besar dari penjumlahan dampak sejumlah resiko yang terjadi tidak secara bersamaan.

Cara-cara yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi resiko antara lain:

- Brain storming
- Menggunakan daftar contoh resiko yang telah ada
- Menyusun struktur uraian resiko (risk breakdown structure),
- Mengevaluasi pengalaman pada proyek sejenis
- Konsultasi dengan pihak-pihak yang memiliki pengetahuan dan pengalaman
- Konsultasi dengan pihak-pihak yang berpengalaman pada proyek sejenis
- Cara-cara lain yang diberikan pada berbagai referensi lainnya.

Cara termudah untuk mengidentifikasi resiko adalah dengan cara membuat pemisahan berdasarkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi suatu proyek dan membuat identifikasi berdasarkan faktor-faktor tersebut. Contoh identifikasi resiko proyek dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1. Contoh identifikasi resiko proyek

2.4 Analisis resiko secara kualitatif

Analisis resiko secara kualitatif mencakup metoda penetapan skala prioritas terhadap resiko yang telah teridentifikasi. Tujuannya adalah meningkatkan kinerja proyek secara efektif dengan mengutamakan penanganan resiko-resiko dengan prioritas tinggi dan menilai prioritas resiko-resiko yang teridentifikasi berdasarkan probabilitas terjadinya, dampak yang timbul, faktor-faktor lain seperti skala waktu dan toleransi resiko terhadap batasan-batasan proyek (biaya, jadwal, lingkup, dan mutu). Untuk mendapatkan ilustrasi tingkat resiko dengan mudah, umumnya dibuat matriks resiko dengan menggunakan perbandingan antara probabilitas dan dampak seperti diperlihatkan pada Gambar 2-2. Penggunaan warna dapat digunakan pula untuk memberikan gambaran secara mudah tingkat resiko yang ada.



Gambar 2-2. Matrik resiko

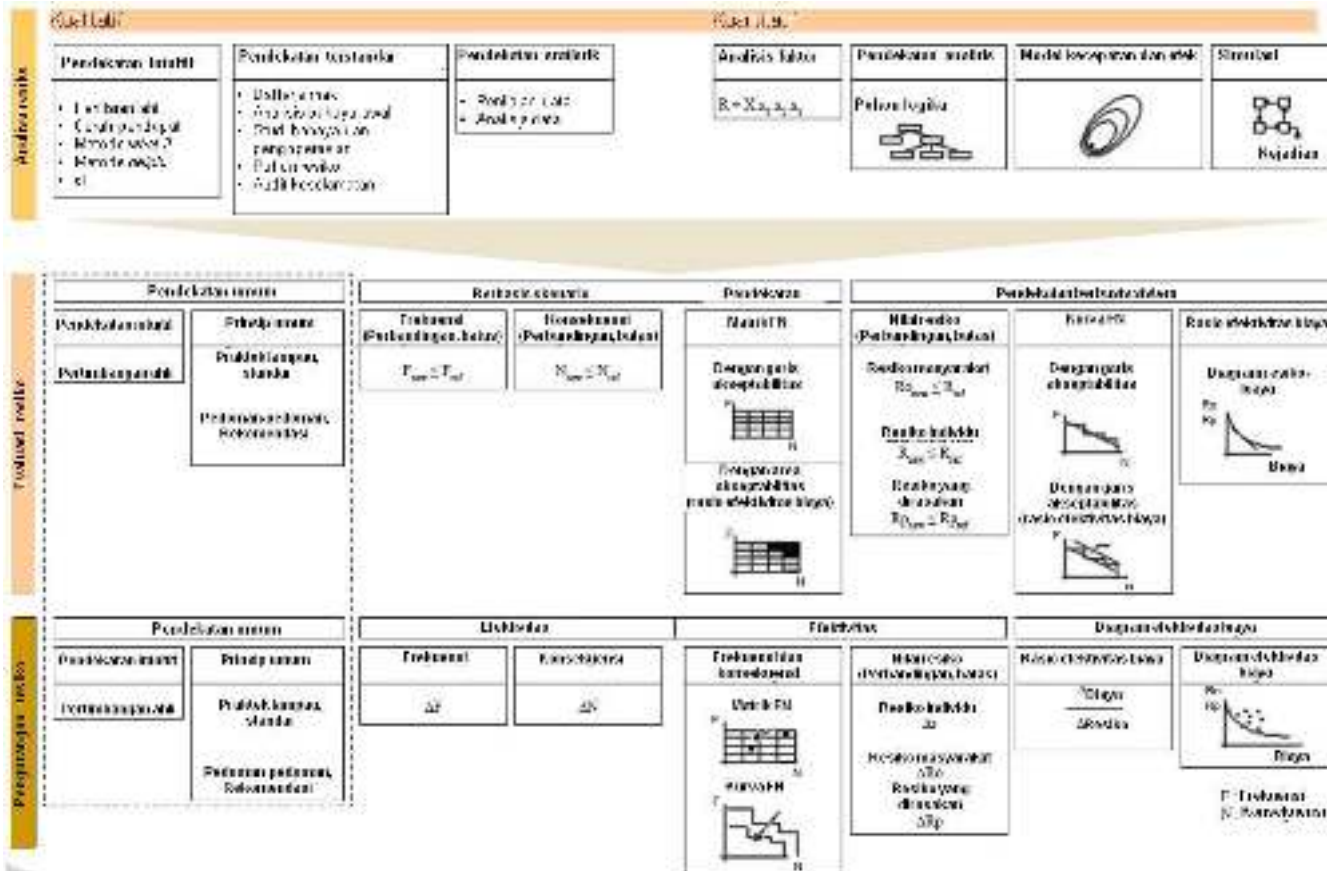
2.5 Analisis resiko secara kuantitatif

Metode kuantitatif merupakan suatu cara numerik dalam memperkirakan probabilitas suatu proyek dapat mencapai sasaran proyek biaya dan waktu. Dimana pada penggunaannya, dilakukan teknik-teknik statistik, terutama simulasi

Monte Carlo, yang banyak diterapkan pada berbagai piranti lunak. Metoda kualitatif mencoba untuk menstrukturkan kejadian yang mungkin terjadi dalam suatu sistem secara logis dan terintegrasi. Beberapa skenario dapat dianalisis dan perubahan yang relevan dapat diidentifikasi. Meski demikian, diperlukan tingkat kompleksitas yang tinggi dan ketersediaan data yang lengkap pada beberapa proyek yang telah dilakukan.

Perbandingan antara metode kualitatif dan kuantitatif pada tahapan proses penilaian resiko diperlihatkan pada Gambar 2.3.





Gambar 2.3. Perbandingan metode kualitatif dan kuantitatif penilaian resiko (PIARC, 2008)

2.6 Rencana tindak tanggap resiko

Rencana tindak tanggap resiko adalah suatu proses pengembangan pilihan-pilihan. Pada prosesnya perlu ditetapkan tindakan-tindakan untuk memberdayakan peluang dan mengurangi tantangan terhadap pencapaian sasaran-sasaran proyek. Pemilihan rencana tindak tanggap resiko harus mengutamakan penanganan resiko-resiko dengan klasifikasi tinggi dan diidentifikasi serta ditetapkan oleh pihak-pihak yang bertanggungjawab untuk setiap tindak tanggap resiko. Secara umum resiko dapat dikategorikan sebagai tantangan atau peluang, sehingga rencana tindak tanggap resiko dapat mengacu pada kategori mana yang akan digunakan.

Tabel 2-1. Tabel rencana tindak tanggap resiko

TANTANGAN	PELUANG
Hindari: Menghindari resiko mencakup mengubah rencana proyek untuk menghilangkan resiko atau mempertahankan sasaran proyek dari dampak. Misalnya dengan mengubah lingkup, menambah waktu, atau penambahan sumberdaya	Eksplorasi: Dengan meniadakan semua ketidakpastian atau hambatan yang berkaitan dengan terjadinya resiko, agar peluang benar-benar terjadi.
Alihkan: Mengalihkan dampak negatif termasuk tanggungjawab, tindakan, dan pembayarannya kepada pihak ketiga yang berkompeten sesuai dengan bidangnya. Misalnya melalui berbagai cara seperti: asuransi, jaminan pelaksanaan, pasal-pasal insentif/disentif pada kontrak.	Berbagi: Menempatkan pengelolaan peluang kepada pihak ketiga yang berkompeten untuk mewujudkan peluang bagi kepetingan proyek. Misalnya dengan membentuk kemitraan, berkoordinasi dengan instansi tertentu, perusahaan yang memiliki keahlian khusus.
Mitigasi Mencakup upaya mengurangi probabilitas dan/atau dampak hingga pada kondisi yang dapat diterima. Tindakan mitigasi yang lebih awal umumnya lebih efektif dibandingkan dengan tindakan perbaikan setelah resiko terjadi.	Perkuat: Dengan memodifikasi tingkat peluang dengan meningkatkan probabilitas dan/atau dampak positif resiko. Upaya untuk memperkuat penyebab terjadinya peluang, dan secara proaktif memperkuat kondisi pemicu, dapat meningkatkan probabilitas. Pemicu dampak dapat pula dikelola, yaitu dengan meningkatkan keterbukaan proyek terhadap peluang.

2.7 Monitoring dan pengendalian resiko

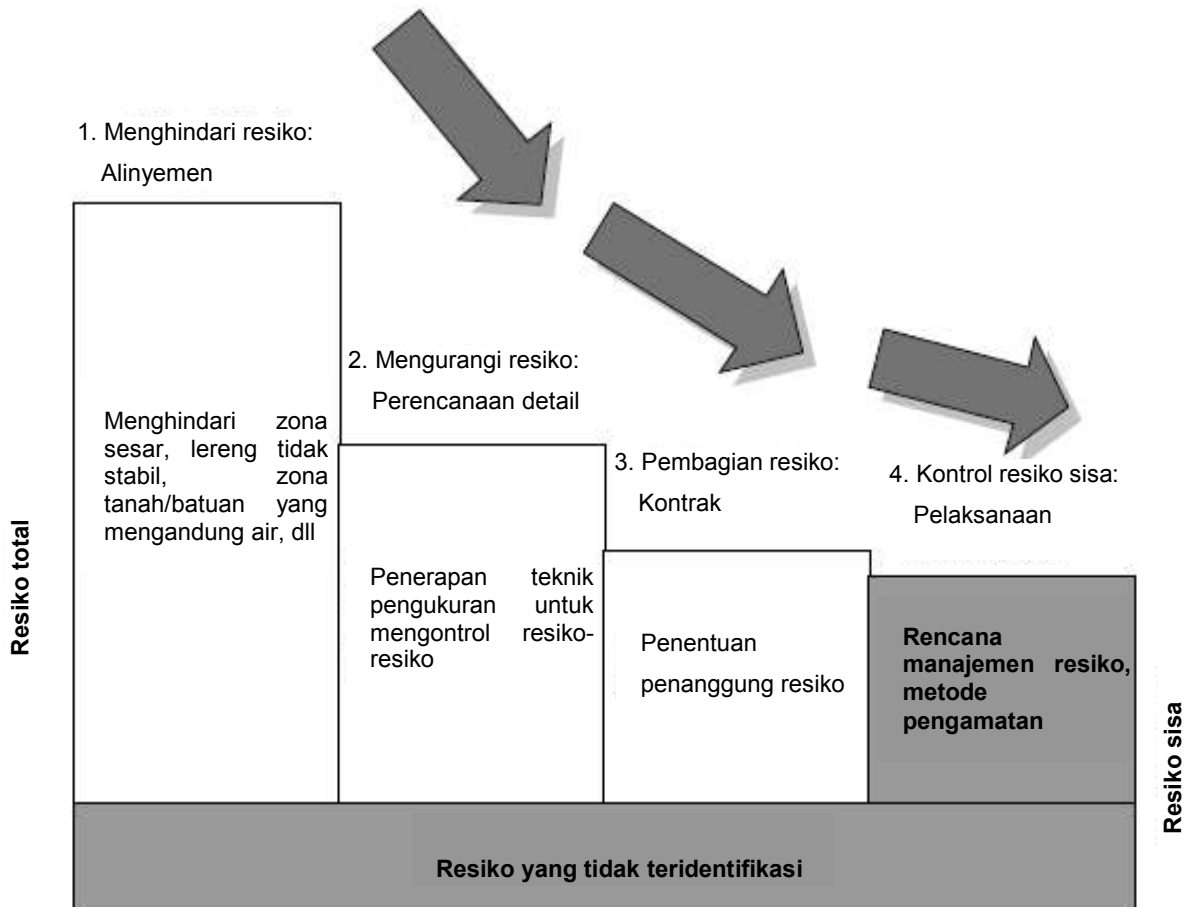
Monitoring dan pengendalian resiko diperlukan untuk memantau dan mengendalikan resiko-resiko yang teridentifikasi, resiko sisa, dan resiko baru yang muncul. Monitoring dan pengendalian resiko dilakukan untuk memantau pelaksanaan strategi yang direncanakan terhadap resiko yang teridentifikasi serta mengevaluasi keefektifan pelaksanaannya. Tindakan monitoring dan pengendalian resiko harus dilaksanakan selama proyek berlangsung, dan dibahas dalam rapat berkala.

Pada proyek terowongan terdapat tahapan-tahapan kegiatan, dimana langkah-langkah manajemen proyek diperlukan pada setiap tahapannya. Tahapan tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tahap-1: Studi pra kelayakan dan perencanaan alinyemen proyek:
 - a. Identifikasi faktor resiko geologi secara umum,
 - b. Membuat klasifikasi resiko awal dan penentuan prioritas,
 - c. Mengoptimalkan rencana alinyemen dan lokasi konstruksi,
 - d. Penilaian dan penentuan dasar metode konstruksi.
2. Tahap-2: Perencanaan detail:
 - a. Mengembangkan penilaian resiko pada alinyemen dan metode kerja yang telah dipilih,
 - b. Penilaian probabilitas-terjadi dan potensi kerusakan,
 - c. Mengurangi resiko melalui penyesuaian perencanaan atau langkah-langkah tambahan,
 - d. Penentuan resiko sisa, yaitu perilaku yang diperkirakan saat konstruksi,
 - e. Penentuan kriteria metode pengamatan.
3. Tahap-3: Tahap lelang
 - a. Klarifikasi penanggung resiko,
 - b. Metode penentuan penyelesaian elemen ketidakpastian,
 - c. Opsional, memasukkan pengguna jasa dalam penilaian resiko.

4. Tahap-4: Tahapan pelaksanaan
 - a. Membangun sistem manajemen keselamatan,
 - b. Menentukan dan mengatur metode pengamatan.

Secara keseluruhan harus ada kesinambungan pada tiap tahapan (1-4)



Gambar 2-4. Manajemen resiko dan pengurangan resiko selama tahapan proyek (P Schubert, 2006)

3 Manajemen resiko selama perencanaan

Manajemen Risiko adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengelola risiko yang melibatkan semua bagian organisasi proyek, yang mencakup beberapa proses berikut: mengidentifikasi, menilai, memahami, bertindak dan mengkomunikasikan hal-hal yang berkaitan dengan risiko. Risiko mungkin disebabkan oleh satu atau lebih faktor dan dapat menghasilkan satu atau lebih dampak kejadian. Risiko dapat berdampak pada biaya, lingkup, jadwal, dan kualitas proyek.

Manajemen risiko pada dasarnya bersifat *on-going* dan dilaksanakan pada seluruh tahapan proyek. Proses-prosesnya secara berkelanjutan dilakukan dan disusun dalam suatu perencanaan manajemen risiko yaitu: identifikasi risiko, penilaian atau analisis risiko, dan juga proses pemantauan dan pengendalian risiko. Proses-proses ini kemudian akan diulang sejalan dengan ditemuinya risiko-risiko lain/baru selama proyek berlangsung. Dengan demikian, tujuan manajemen risiko dapat tercapai yaitu mengurangi kemungkinan dan mengurangi dampak suatu peristiwa yang merugikan proyek. Di sisi lain, apabila ditemui risiko yang berdampak positif maka perlu dieksploitasi untuk keuntungan proyek.

Penerapan manajemen risiko sangat bermanfaat dalam upaya peningkatan kualitas proyek sejalan dengan beberapa hal berikut:

- Meningkatnya pemahaman tentang proyek, sehingga diharapkan dapat menetapkan perencanaan proyek yang lebih realistis baik dalam hal pembiayaan maupun waktu.
- Meningkatnya pemahaman tentang risiko yang dihadapi proyek termasuk dampak-dampaknya, sehingga diharapkan dapat dilakukan

upaya-upaya mengurangi risiko dan/atau mengalihkan risiko ke pihak ketiga yang memiliki kompetensi menangani risiko tersebut.

- Meningkatkan pemahaman bagaimana risiko pada suatu proyek dapat mengarahkan untuk penggunaan suatu bentuk kontrak yang lebih sesuai.
- Adanya sudut pandang berlandaskan risiko proyek yang dapat membantu memberikan alasan yang tepat dalam pengambilan keputusan dan memberikan kemampuan untuk mengelola risiko secara efisien dan efektif.

3.1 Identifikasi risiko

Proses Identifikasi Risiko mencakup kegiatan mengenali potensi risiko yang mungkin terjadi pada suatu proyek. Tujuan identifikasi risiko adalah untuk mengenali dan mendokumentasikan risiko-risiko yang dapat mempengaruhi proyek beserta karakteristiknya. Luaran yang dihasilkan dari proses identifikasi risiko adalah suatu Daftar Risiko, yang memberikan gambaran pengaruh risiko-risiko yang teridentifikasi terhadap pencapaian sasaran proyek. Daftar risiko proyek harus selalu ditinjau dan diperbaharui selama proyek berlangsung sejalan dengan hasil-hasil dari analisis risiko secara kualitatif dan rencana tindak tanggap risiko.

Risiko merupakan setiap peristiwa yang bisa mencegah/menghambat kemajuan proyek yang telah direncanakan, atau kesuksesan dari penyelesaiannya. Risiko dapat diidentifikasi dari sejumlah sumber yang berbeda. Beberapa risiko mungkin cukup jelas dan dapat diidentifikasi sebelum proyek dimulai. Sedangkan risiko-risiko lainnya baru akan dapat diidentifikasi selama siklus proyek. Risiko dapat diidentifikasi oleh siapa saja yang terlibat dalam proyek. Beberapa risiko melekat pada proyek itu sendiri, sementara ada risiko yang berasal dari pengaruh eksternal yang sepenuhnya di luar kendali tim proyek.

Direktorat Jenderal Bina Marga secara keseluruhan bertanggung jawab untuk mengelola risiko proyek. Kepala Satker ditugaskan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga sebagai pihak yang bertanggung jawab mengelola proses manajemen risiko dan kegiatan untuk setiap proyek di lapangan. Setiap anggota tim proyek perlu menyadari apa yang merupakan risiko terhadap proyek, dan bersikap sensitif/peduli terhadap peristiwa atau faktor yang berpotensi memberikan dampak positif atau negatif terhadap proyek, serta melaporkannya kepada yang berwenang.

Selama pelaksanaan proyek, PPK Kegiatan bertanggungjawab dan juga membantu pihak-pihak lainnya dalam mengidentifikasi risiko dan mendokumentasikannya pada Daftar Risiko. Daftar ini selalu diperbarui (*update*) sejalan dengan temuan-temuan selanjutnya selama masa pelaksanaan proyek. Dalam rapat-rapat koordinasi proyek, manajemen risiko ini menjadi salah satu topik bahasan utama, bersamaan dengan pembahasan topik-topik lainnya yang terkait pencapaian tujuan suatu proyek.

PPK Kegiatan lah yang mengambil keputusan apakah suatu risiko yang baru teridentifikasi perlu ditindaklanjuti, serta memimpin proses evaluasi selanjutnya. Bersama-sama dengan tim proyek kemudian menilai/menganalisis serta menyusun rencana merespon risiko.

Selama proyek berlangsung, setiap kejadian yang ditengarai akan menimbulkan risiko perlu segera disampaikan untuk perhatian PPK Kegiatan. Penyampaianannya perlu dilakukan secara jelas, spesifik, dan tertulis. Berikut hal-hal yang perlu diuraikan dalam Daftar Risiko:

- Deskripsi risiko. Risiko perlu dijelaskan dalam konteks misalnya apakah ada potensi beberapa peristiwa yang akan saling bertentangan dalam penyelesaiannya. Jelaskan bagaimana pertentangan antar peristiwa-peristiwa ini berpotensi menambah sumberdaya yang diperlukan. Contoh lain adalah risiko yang terkait dengan kesalahan perancangan (*design*), terkait cuaca, keterlambatan suatu kegiatan konstruksi, dan lain-lain.

- Probabilitas/kemungkinan terjadinya suatu risiko. Pada setiap risiko yang telah dideskripsikan, jelaskan pula perkiraan kemungkinan terjadinya. Misalnya, terdapat probabilitas 50% (atau dapat secara kualitatif dinyatakan sebagai "cukup mungkin") bahwa pemasok beton *ready-mix* tidak dapat mengirim pesanan pada waktunya sesuai dengan kebutuhan pengecoran beton pada saat dibutuhkan minggu yang akan datang.
- Dampak terhadap jadwal. Dampak perlu dinyatakan dalam konteks yang realistis, misalnya berapa jam/hari/minggu/bulan bahwa suatu risiko akan mengakibatkan penundaan jadwal pelaksanaan proyek. Misalnya, risiko kebakaran generator akan berdampak pada penundaan proyek selama 2 hari.
- Dampak terhadap lingkup. Besarnya dampak suatu risiko juga dapat dinyatakan terhadap lingkup pekerjaan, misalnya kondisi cuaca yang ekstrim (banjir dll) akan berdampak pada pengurangan lingkup pekerjaan (hanya dua dari tiga menara yang dapat diselesaikan).
- Dampak terhadap kualitas. Suatu risiko juga dapat berdampak terhadap penurunan kualitas pekerjaan. Misalnya, pembengkakan biaya proyek akan mengakibatkan kekurangan dana di tahap akhir proyek yang berujung pada kebutuhan untuk menurunkan spesifikasi material yang digunakan.
- Dampak terhadap biaya. Segala jenis risiko pada umumnya akan berdampak pada biaya proyek.

Tahapan awal perencanaan umumnya difokuskan pada identifikasi risiko. Identifikasi risiko harus dilakukan selama waktu perencanaan karena penambahan informasi yang didapatkan dari penyelidikan lanjutan dan konsep konstruksi spesifik dapat membantu dalam proses identifikasi risiko. Risiko-resiko baru dapat muncul dan risiko-resiko sebelumnya dapat

berkurang seiring penambahan informasi. Secara umum resiko yang harus dipertimbangkan pada perencanaan terowongan jalan terdiri dari:

1. Lereng-lereng tidak stabil atau jatuhnya batuan pada alinyemen jalan dan portal terowongan,
2. Permasalahan dengan konstruksi melalui zona sesar, kekuatan massa batuan yang rendah, kurangnya stabilitas dan kondisi pemampatan,
3. Potensi efek lingkungan, seperti penurunan dan getaran,
4. Perubahan muka air alam, air masuk kedalam pekerjaan galian,
5. Rongga batuan,
6. Beban gempa,
7. Panjang terowongan,
8. Jumlah terowongan sejajar dan jumlah lajur,
9. Geometri penampang melintang terowongan,
10. Alinyemen vertikal dan horisontal,
11. Tipe struktur,
12. Lalu lintas searah atau dua arah,
13. Volume lalu lintas tiap terowongan (termasuk waktu distribusi),
14. Resiko kemacetan (harian atau musiman),
15. Waktu akses untuk layanan darurat,
16. Jumlah dan persen kendaraan angkutan berat,
17. Jumlah dan persen tipe lalu lintas yang mengangkut barang berbahaya,
18. Karakteristik jalan akses,
19. Titik masuk dan keluar terowongan,
20. Lebar lajur,
21. Kecepatan rencana,
22. Lingkungan geografis dan meteorologi,
23. Karakteristik khusus, misal lokasi terowongan berada dibawah air atau dibawah bangunan gedung,
24. Dan lain sebagainya.

Berdasarkan kompilasi beberapa literatur yang ada, disusunlah daftar resiko beserta kriteria batas berdasarkan faktor pengaruh terhadap potensi bahaya seperti diperlihatkan pada Tabel 3-1. Daftar resiko ini bertujuan untuk

memberikan gambaran pada penyedia jasa mengenai potensi bahaya yang akan dihadapi dan tindakan yang harus dilakukan terkait masing-masing resiko yang dihadapi.

Tabel 3-1. Daftar resiko berdasarkan faktor pengaruh dan kriteria batas potensi bahaya pada perencanaan terowongan jalan.

NO	Faktor pengaruh	Potensi bahaya				
		Sangat rendah	rendah	sedang	tinggi	Sangat tinggi
1	<p>Sudut kemiringan standar lereng galian pada alinyemen jalan dan portal terowongan berdasarkan jenis material tanah dan batuannya adalah sebagai berikut: (Manajemen pekerjaan tanah untuk jalan, DPU, 2006)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Batuan keras – Batuan lunak – Tanah pasiran padat (H<5m) – Tanah pasiran padat (H =5-10m) – Tanah pasiran tidak padat (H<5m) – Tanah pasiran tidak padat (H =5-10m) – Tanah pasiran bercampur dengan kerikil atau massa batuan, padat/bergradasi baik (H<10m) – Tanah pasiran bercampur dengan kerikil atau massa batuan, padat/bergradasi baik (H=10-15m) – Tanah pasiran bercampur dengan kerikil atau massa batuan, tidak padat/ bergradasi buruk (H<10m) – Tanah pasiran bercampur dengan kerikil atau massa batuan, tidak padat/ bergradasi buruk (H=10-15m) – Tanah lempungan (H=0-15m) – Tanah lempungan bercampur dengan massa batuan atau kerakal (H<5m) – Tanah lempungan bercampur dengan massa batuan atau kerakal (H =5-10m) <p>Keterangan : H adalah tinggi lereng galian</p>	<p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p> <p><25⁰</p>	<p>25⁰-50⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p> <p>25⁰-45⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p> <p>25⁰-35⁰</p> <p>25⁰-45⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p> <p>25⁰-45⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p> <p>25⁰-35⁰</p> <p>25⁰-40⁰</p>	<p>50⁰-70⁰</p> <p>40⁰-60⁰</p> <p>45⁰-70⁰</p> <p>40⁰-45⁰</p> <p>40⁰-45⁰</p> <p>35⁰-40⁰</p> <p>45⁰-50⁰</p> <p>40⁰-45⁰</p> <p>40⁰-45⁰</p> <p>35⁰-40⁰</p> <p>40⁰-50⁰</p> <p>40⁰-45⁰</p> <p>35⁰-40⁰</p>	<p>>70⁰</p> <p>>60⁰</p> <p>>70⁰</p> <p>>45⁰</p> <p>>45⁰</p> <p>>40⁰</p> <p>>50⁰</p> <p>>45⁰</p> <p>>45⁰</p> <p>>40⁰</p> <p>>50⁰</p> <p>>45⁰</p> <p>>40⁰</p>	
2	Kelompok massa batuan berdasarkan Klasifikasi Massa Batuan (Bieniawski, 1973), lihat Tabel 3-2	I	II	III	IV	V

NO	Faktor pengaruh	Potensi bahaya				
		Sangat rendah	rendah	sedang	tinggi	Sangat tinggi
3	Konsistensi tanah berdasarkan uji penetrasi standar (ASTM d2487): – Lanau, lempung – Pasir, kerikil	>30 >50	15-30 30-50	8-15 10-30	4-8 4-10	0-4 0-4
4	Geohidrologi	Akuifer langka	Akuifer rendah	Akuifer menengah	Akuifer tinggi	Akuifer sangat tinggi
5	Matrial tanah dan batuan yang mengalami masalah bila terjadi perubahan muka air alam akibat proses penggalian terowongan (Pedoman pekerjaan terowongan pegunungan, 2002)		– Batuan kuarsit dan batu gamping – Batuan beku	– Aluvial – Tanah lempungan – Batuan sedimen tersementasi baik	– Tanah kepasiran dan kerikil – Debris batuan dan kolumial – Serpih, filit dan sekis lapuk kuat – Metamorf (sabak dan filit) – Batuan sedimen tersementasi buruk	
6	Percepatan gempa maksimum (g) (USGS, 2009), lihat Tabel 3-3.	0.04-0.10	0.1-0.20	0.20-0.35	0.35-0.65	>0.65
7	Panjang terowongan (m) (PIARC, 2008)	500-1000	1000-1500	1500-3000	3000-5000	>5000
8	Volume lalu lintas (kendaraan/hari/lajur) (PIARC, 2008)	<2000	2000-5000	5000-10000	10000-15000	>15000
9	Persen kendaraan angkutan berat (jarak tempuh kendaraan angkutan berat/hari/terowongan) (PIARC, 2008)	<500	500-2000	2000-6000	6000-12000	>12000
10	lalu lintas yang mengangkut barang berbahaya (Jumlah kendaraan angkutan berat mengangkut barang berbahaya/hari) (PIARC, 2008)	<10	10-50	50-300	300-1000	>1000
11	Kemiringan di dalam terowongan (%) (PIARC, 2008)	<1	1-3	3-5	5-7	>7
12	Kecepatan kendaraan (km/jam) (PIARC, 2008)	<50	50-70	70-90	90-120	>120
13	Waktu akses untuk layanan darurat (menit) (PIARC, 2008)	<5	5-10	10-15	15-20	>20

Tabel 3-2. Klasifikasi Massa Batuan (Bieniawski, 1973)

A. Klasifikasi Parameter dan Rating								
Parameter			Batasan Nilai					
1	Kekuatan material batuan padat (intact rock)	Point-load strength index	>10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	Untuk nilai yang lebih kecil	
		Uniaxial comp. strength	>250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5 - 25 MPa	1 - 5 MPa
	Rating		15	12	7	4	2	1
2	Nilai RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%	
	Rating		20	17	13	8	3	
3	Jarak diskontinuitas		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm	
	Rating		20	15	10	8	5	
4	Kondisi diskontinuitas (lihat E)		Permukaan sangat kasar Tidak menerus Tidak ada pemisahan Batuan segar	Permukaan agak kasar Pemisahan < 1 mm Lapuk ringan	Permukaan agak kasar Pemisahan < 1 mm Lapuk kuat	Permukaan yang tergerus (slickensided) atau Gouge, tebal < 5 mm atau Pemisahan 1-5 mm Menerus	Gouge halus, tebal > 5 mm Pemisahan > 5 mm Menerus	
	Rating		30	25	20	10	0	
5	Air tanah	Aliran (inflow) tiap 10 m panjang terowongan (l/m)	tidak ada	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125	
		tekanan air kekar, tegangan utama, σ	0	< 0.1	0.1 - 2	0.2 - 0.5	> 0.5	
		Kondisi umum	Kering	Lembab	Basah	Menetes	Mengalir	
	Rating		15	10	7	4	0	
B. Penyesuaian Rating untuk Orientasi Diskontinuitas (lihat F)								
Orientasi strike dan dip			Sangat Sesuai	Sesuai	Cukup	Tidak Sesuai	Sangat Tidak Sesuai	
Rating	Terowongan & tambang		0	-2	-5	-10	-12	
	Pondasi		0	-2	-7	-15	-25	
	Lereng		0	-5	-25	-50		
C. Kelompok Massa Batuan dari Total Rating								
Rating			100 <-- 81	80 <-- 61	60 <-- 41	40 <-- 21	< 21	
Nomor Kelompok			I	II	III	IV	V	
Deskripsi			Sangat Bagus	Bagus	Cukup	Jelek	Sangat Jelek	
D. Keterangan setiap Kelompok Batuan								
Nomor Kelompok			I	II	III	IV	V	
Rata-rata stand-up time			20 th utk 15 m span	1 th utk 10 m span	1 minggu utk 5 m span	10 hari utk 2.5 m span	30 menit utk 1 m span	
Koheesi massa batuan (kPa)			> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100	
Sudut geser massa batuan (derajat)			> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15	
E. Panduan untuk Klasifikasi Kondisi Diskontinuitas								
Panjang diskontinuitas (persistence)			< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m	
Rating			6	4	2	1	0	
Pemisahan (aperture)			tidak ada	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm	
Rating			6	5	4	1	0	
Kekasaran			Sangat kasar	Kasar	Agak kasar	Halus	Tergerus/slickensided	
Rating			6	5	3	1	0	
Pengisian (gouge)			tidak ada	Hard filling < 5 mm	Hard filling > 5 mm	Soft filling < 5 mm	Soft filling > 5 mm	
Rating			6	4	2	0	0	
Pelapukan			Tidak lapuk	Lapuk ringan	Lapuk sedang	Lapuk kuat	Hancur/decomposed	
Rating			6	5	3	1	0	
F. Pengaruh Orientasi Arah jurus dan Kemiringan Diskontinuitas pada Terowongan								
Arah jurus (strike) tegak lurus poros terowongan					Arah jurus (strike) sejajar poros terowongan			
Drive with dip - Dip 45 - 90°		Drive with dip - Dip 2° - 45°			Dip 45 - 90°		Dip 20 - 45°	
Sangat sesuai		Sesuai			Sangat tidak sesuai		Sesuai	
Drive against dip - Dip 45 - 90°		Drive against dip - Dip 20 - 45°			Dip 0-20 - Irrespective of strike			
Sesuai		Tidak Sesuai			Sesuai			

Tabel 3-3. Klasifikasi tingkat bahaya berdasarkan percepatan puncak gempa di permukaan tanah (USGS, 2009)

POTENTIAL DAMAGE	NONE	NONE	NONE	VERY LIGHT	LIGHT	MODERATE	MODERATE/ HEAVY	HEAVY	VERY HEAVY
PERCEIVED SHAKING	NOT FELT	WEAK	LIGHT	MODERATE	STRONG	VERY STRONG	SEVERE	VIOLENT	EXTREME
PEAK ACCELEROMETER (g)	0.0017	0.0017-0.014	0.014-0.039	0.039-0.092	0.092-0.18	0.18-0.34	0.34-0.65	0.65-1.24	>1.24
INSTRUMENTAL INTENSITY (MMI)	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XI

3.2 Penilaian resiko

Penilaian risiko adalah proses menilai besarnya probabilitas risiko dan menilai besarnya dampak yang mungkin terjadi. Proses ini sering juga disebut sebagai proses analisis risiko. Klasifikasi resiko berdasarkan probabilitas terjadi dan potensi kerusakan sangatlah penting. Pada banyak kasus, tidak terdapat dasar untuk menentukan parameter tersebut dengan akurat. Karenanya penilaian dengan bantuan ahli-ahli di bidang terkait dan penggunaan rentang nilai menjadi sangat penting.

Resiko didefinisikan sebagai produk dari probabilitas-terjadi dan potensi kerusakan. Contoh matrik resiko untuk proyek terowongan dapat ditentukan berdasarkan Tabel 3-4.

Tabel 3-4. Matrik resiko untuk proyek terowongan di Austria (P Schubert, 2006)

		Potensi kerusakan				
		10	5	3	1	0.5
		Kecelakaan manusia dan kerusakan materiil	Kecelakaan dan kerusakan materiil	Tindakan-tindakan diluar tindakan reguler	Tindakan-tindakan reguler	Tindakan-tindakan reguler
		Kerusakan mempengaruhi pihak ketiga	Kerusakan terbatas pada proyek	Tidak dipertimbangkan dalam kontrak	Resiko kelebihan kuantitas pada item tertentu	Pendugaan dengan tingkat keyakinan tinggi
Probabilitas						
Sering	10	100	50	30	10	5
Kadang-kadang	5	50	25	15	5	2.5
Tidak teratur	2	20	10	6	2	1
Jarang	1	10	5	3	1	0.5
Sedikit	0.5	5	2.5	1.5	0.5	0.25

Tingkat resiko

>20	Tidak dapat diterima, diperlukan penyesuaian perencanaan
10-19	Kritis, tindakan khusus diperlukan pada perencanaan
5-9	Resiko yang dapat diterima, diperlukan manajemen resiko
0-4	Resiko rendah

Probabilitas

Nilai	Probabilitas terjadinya	Keterangan
10	Sering	Dapat terjadi beberapa kali dalam proyek
5	Kadang-kadang	Dapat terjadi sekali dalam proyek
2	Tidak teratur	Tidak dipertimbangkan dalam proyek ini, tapi kadang terjadi pada proyek serupa
1	Jarang	Tidak dipertimbangkan dalam proyek ini, dan jarang terjadi pada proyek serupa
0.5	Sedikit	Kelompok ahli mempertimbangkan hal ini tidak mungkin terjadi pada proyek

Tahapan akhir dalam proses penilaian/analisis risiko adalah penentuan prioritas risiko. Hasil perkalian antara nilai probabilitas (P) dan nilai dampak (D) inilah yang kemudian digunakan dalam menetapkan prioritas risiko. Hasil perkalian risiko yaitu : $R = P \times D$ (Resiko = Probabilitas x Dampak). Selanjutnya, risiko dikategorikan dalam tingkatan seperti dijelaskan pada Tabel 3-5 dan Tabel 3-6.

Penilaian probabilitas atau kemungkinan terjadinya suatu risiko dapat dilakukan secara kualitatif atau kuantitatif. Apabila data historis mengenai kejadian-kejadian risiko tersedia, maka probabilitasnya dapat diperkirakan secara kuantitatif yang tentunya bernilai antara 1% sampai 100%. Berdasarkan perbandingan besaran nilai resiko (R) antara Tabel 3-5 dan Tabel 3-6, diketahui rentang nilai resiko yang diberikan P Schubert (2006) memberikan rentang antara 0-100% yang konsekuen terhadap pendekatan secara kualitatif sehingga kategori resiko dan nilai rentang resiko yang di pilih untuk digunakan dalam kategori resiko adalah pendekatan P Schubert (2006). Pertimbangan lainnya adalah metode yang digunakan oleh P Schubert (2006) telah diujicobakan pada penilaian resiko di museum bawah tanah Salzburg dan terowongan Lainzer, sehingga metode yang dikeluarkan spesifik untuk mengidentifikasi resiko pada perencanaan dan pelaksanaan terowongan.

Mengingat pendekatan skema P Schubert (2006) yang akan digunakan, maka selanjutnya analisis resiko akan disusun dengan skema dasar P Schubert (2006) dan beberapa modifikasi menggunakan metode yang

dikeluarkan Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga (Draft, Maret 2011), untuk mengakomodasi kondisi lokal yang umumnya berlaku di Indonesia.

Tabel 3-5. Kategori Risiko (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)

Nilai $R = P \times I$	Kategori Risiko
1 - 7	Risiko Rendah
8-17	Risiko Sedang
18-25	Risiko Tinggi

Tabel 3-6. Kategori Risiko (P Schubert, 2006)

Nilai $R = P \times I$	Kategori Risiko
0-4	Resiko rendah
5-9	Resiko dapat diterima,
10-19	Kritis,
20-100	Resiko tidak dapat diterima, diperlukan penyesuaian perencanaan

Nilai probabilitas seringkali dinyatakan dalam besaran yang bersifat kualitatif, seperti diuraikan pada Tabel 3-7 dan Tabel 3-8. Pada Tabel 3-7, terlihat bahwa penjelasan probabilitas terjadinya resiko didasarkan pada probabilitas secara statistik yang telah disederhanakan, sedangkan Tabel 3-8 mempertimbangkan pula preseden/ kondisi pada proyek serupa sebagai dasar pengambilan keputusan penentuan nilai probabilitas terjadinya resiko.

Tabel 3-7. Penilaian Probabilitas Terjadinya Risiko Secara Kualitatif (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)

Nilai	Probabilitas Terjadinya	Keterangan
1	Sangat tidak mungkin	Hanya mungkin terjadi pada situasi yang ekstrim
2	Tidak mungkin	Kecil kemungkinannya, tetapi bisa saja terjadi
3	Mungkin	Kemungkinan terjadi kurang dari 50-50
4	Cukup mungkin	Kemungkinan terjadi lebih dari 50-50
5	Sangat mungkin	Hampir pasti akan terjadi

Tabel 3-8. Penilaian Probabilitas Terjadinya Risiko Secara Kualitatif (P Schubert, 2006)

Nilai	Probabilitas terjadinya	Keterangan
0.5	Sedikit	Kelompok ahli mempertimbangkan hal ini tidak mungkin terjadi pada proyek
1	Jarang	Tidak dipertimbangkan dalam proyek ini, tapi jarang terjadi pada proyek serupa
2	Tidak teratur	Tidak dipertimbangkan dalam proyek ini, tapi kadang terjadi pada proyek serupa
5	Kadang-kadang	Dapat terjadi sekali dalam proyek
10	Sering	Dapat terjadi beberapa kali dalam proyek

Penilaian besarnya dampak terhadap proyek juga perlu dilakukan secara terukur, namun terkadang hanya dapat diperkirakan secara kualitatif saja. Perkiraan besarnya biaya, durasi keterlambatan, dan perubahan dalam lingkup dan penurunan kualitas pekerjaan didokumentasikan dan ditambahkan ke dalam Daftar Risiko. Tabel 3-9 dan Tabel 3-10 memperlihatkan besarnya dampak terhadap biaya, lingkup, jadwal, dan kualitas. Penilaian dampak yang diperlihatkan pada Tabel 3-10 mengasumsikan kualitas pekerjaan tidak mengalami perubahan dan dampak terhadap jadwal, biaya serta lingkup dibahas secara umum. Mengingat lebih sesuai penilaian dampak terhadap jadwal, biaya, lingkup dan kualitas format Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011 pada proyek di Indonesia, maka dilakukan modifikasi seperti diperlihatkan pada Tabel 3-11.

Tabel 3-9. Penilaian Dampak terhadap Jadwal, Biaya, Lingkup, atau Kualitas (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)

Dampak Terhadap:	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Besar	Sangat Besar
	Nilai = 1	Nilai = 2	Nilai = 3	Nilai = 4	Nilai = 5
Jadual	Tidak ada keterlambatan yang berarti	Rencana penyelesaian milestone terlambat kurang dari 3 bulan	Rencana Penyelesaian milestone terlambat 3 bulan	Rencana Penyelesaian milestone terlambat lebih dari 3 bulan	Rencana Penyelesaian milestone terlambat melampaui thn anggaran
Biaya	Tidak ada penambahan biaya yang berarti	<5% kenaikan biaya	5-10% kenaikan biaya	10-20% Kenaikan Biaya	>20% Kenaikan Biaya
Lingkup	Tidak ada pengurangan lingkup yang berarti	Perubahan lingkup dengan kenaikan biaya <5%	Perubahan lingkup dengan kenaikan biaya antara 5-10%	Pengguna Jasa tdk setuju bhw lingkup sesuai dgn tujuan dan kebutuhan	Lingkup sesuai dgn tujuan dan kebutuhan
Kualitas	Tidak menyebabkan penurunan mutu yang berarti	Tdk menimbulkan masalah keselamatan. Kekurangan pd aspek konstruktibilitas/ operasional/pemeliharaan, dapat disetujui oleh Proyek	Tdk menimbulkan masalah keselamatan. Kekurangan pd aspek konstruktibilitas/ operasional/pemeliharaan harus disetujui oleh Atasan Proyek	Kualitas dpt diterima melalui berbagai mitigasi dan perjanjian	Kualitas tidak memenuhi salah satu ketentuan keselamatan, aspek konstruktibilitas /operasional/peeliharaan

Tabel 3-10. Penilaian potensi kerusakan terhadap Jadwal, Biaya, Lingkup, (P Schubert, 2006)

Dampak terhadap:	Potensi kerusakan				
	Tindakan-tindakan reguler	Tindakan-tindakan reguler	Tindakan-tindakan diluar tindakan reguler	Kecelakaan dan kerusakan materiil	Kecelakaan manusia dan kerusakan materiil
	Pendugaan dengan tingkat keyakinan tinggi	Resiko kelebihan kuantitas pada item tertentu	Tidak dipertimbangkan dalam kontrak	Kerusakan terbatas pada proyek	Kerusakan mempengaruhi pihak ketiga
	Nilai = 0.5	Nilai = 1	Nilai = 3	Nilai = 5	Nilai = 10
Jadwal	Tidak ada keterlambatan yang berarti	Terlambat	Terlambat	Terlambat	Terlambat
Biaya	Tidak ada penambahan biaya yang berarti	Kenaikan biaya	Kenaikan biaya sangat tinggi	Kenaikan biaya sangat tinggi	Kenaikan biaya sangat tinggi
Lingkup	Tidak ada penambahan lingkup yang berarti	Perubahan kuantitas pada BOQ → claim	Penambahan lingkup	Perbaikan struktur (terbatas pada area proyek)	Perbaikan struktur dan kesehatan (terbatas pada area proyek)

Tabel 3-11. Modifikasi penilaian potensi kerusakan terhadap Jadwal, Biaya, Lingkup, (P Schubert, 2006 dan (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)

Dampak terhadap:	Potensi kerusakan				
	Tindakan-tindakan reguler	Tindakan-tindakan reguler	Tindakan-tindakan diluar tindakan reguler	Kecelakaan dan kerusakan materiil	Kecelakaan manusia dan kerusakan materiil
	Pendugaan dengan tingkat keyakinan tinggi	Resiko kelebihan kuantitas pada item tertentu	Tidak dipertimbangkan dalam kontrak	Kerusakan terbatas pada proyek	Kerusakan mempengaruhi pihak ketiga
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Besar	Sangat Besar
	Nilai = 0.5	Nilai = 1	Nilai = 3	Nilai = 5	Nilai = 10
Jadwal	Tidak ada keterlambatan yang berarti	<ul style="list-style-type: none"> Rencana penyelesaian proyek terlambat kurang dari 3 bulan 	<ul style="list-style-type: none"> Rencana Penyelesaian proyek terlambat 3 bulan 	<ul style="list-style-type: none"> Rencana Penyelesaian proyek terlambat lebih dari 3 bulan 	<ul style="list-style-type: none"> Rencana Penyelesaian proyek terlambat melampaui anggaran
Biaya	Tidak ada penambahan biaya yang berarti	<ul style="list-style-type: none"> <5% kenaikan biaya 	<ul style="list-style-type: none"> 5-10% kenaikan biaya 	<ul style="list-style-type: none"> 10-20% Kenaikan Biaya 	<ul style="list-style-type: none"> >20% Kenaikan Biaya
Lingkup	Tidak ada penambahan lingkup yang berarti	<ul style="list-style-type: none"> Perubahan kuantitas pada BOQ → <i>claim</i> Perubahan lingkup dengan kenaikan biaya <5% 	<ul style="list-style-type: none"> Perubahan lingkup dengan kenaikan biaya antara 5-10% 	<ul style="list-style-type: none"> Perbaikan struktur (terbatas pada area proyek) Perubahan lingkup dengan kenaikan biaya antara 10-20% 	<ul style="list-style-type: none"> Perbaikan struktur dan kesehatan (terbatas pada area proyek) Perubahan lingkup dengan kenaikan biaya >20%
Kualitas	Tidak menyebabkan penurunan mutu yang berarti	Tdk menimbulkan masalah keselamatan. Kekurangan pd aspek konstruktibilitas/operasional/pemeliharaan, dapat disetujui oleh Proyek	Tdk menimbulkan masalah keselamatan. Kekurangan pd aspek konstruktibilitas/operasional/pemeliharaan harus disetujui oleh Atasan Proyek	Kualitas dpt diterima melalui berbagai mitigasi dan perjanjian	Kualitas tidak memenuhi salah satu ketentuan keselamatan, aspek konstruktibilitas /operasional/pemeliharaan

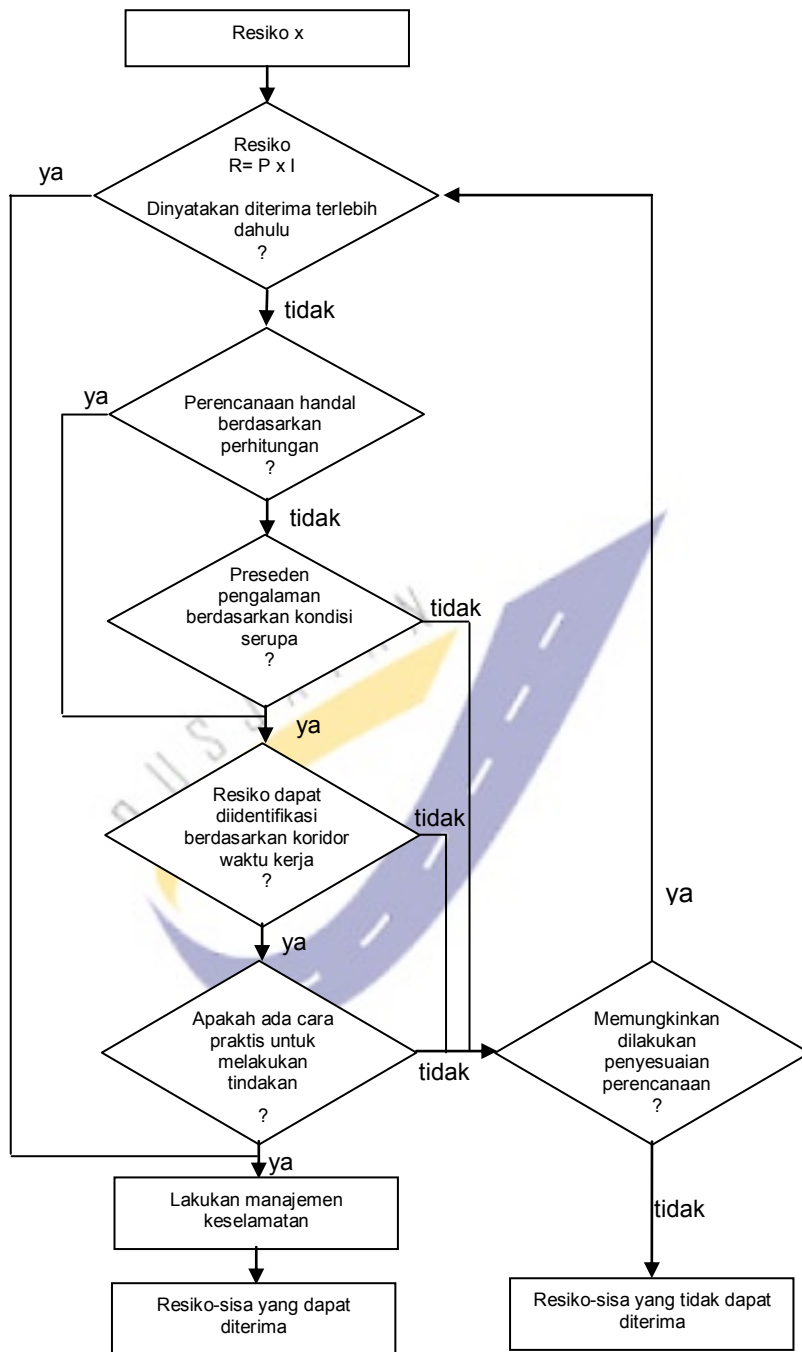
Alur logika untuk menghadapi resiko yang tidak dapat dikurangi hingga batas minimum yang dapat diterima dapat dilihat pada Gambar 3-1. Alur logika ini didasarkan pada metode pengamatan yang diadopsi dari standar eropa (*Eurocode 7*). Pendekatan ini cukup memadai untuk proyek kritis seperti terowongan dengan beban-berlebih (*overburden*) rendah dibandingkan untuk

terowongan dalam. Untuk terowongan dalam, dengan banyak hal yang tidak dapat diketahui, pendekatan-pengamatan digunakan dengan pendekatan yang lebih umum dengan ketentuan aturan yang lebih longgar. Permasalahan utama untuk terowongan dalam adalah, terdapatnya resiko-resiko yang tidak akan diketahui sebelum muncul dalam pelaksanaan dan dengan demikian tidak dapat diakomodasi sepenuhnya pada tahapan perencanaan.

Tahapan alur logika seperti diperlihatkan pada Gambar 3-1 adalah sebagai berikut:

1. Pada tahapan awal, resiko harus dinilai keandalannya melalui perhitungan perencanaan atau preseden pengalaman pada kondisi serupa. Bila salah satu dari tahapan tersebut dapat dihasilkan, pendekatan-pengamatan menggunakan *Eurocode 7* dapat dilakukan. Bila tidak, perencanaan harus diubah.
2. Tahap pengamatan, memiliki dua elemen kritis, yaitu:
 - a. Dapatkah resiko diidentifikasi berdasarkan koridor waktu kerja untuk memungkinkan penyelesaian yang sesuai?
 - b. Adakah metode praktis yang tersedia untuk mengatasi pembangunan yang tidak sesuai perencanaan?

Kedua elemen tersebut harus mendapatkan jawaban agar pendekatan-pengamatan untuk terowongan dengan beban-berlebih rendah dapat dilakukan. Bila salah satu dari kedua kriteria tersebut tidak mendapatkan jawaban, maka diperlukan penyesuaian perencanaan.



Gambar 3-1. Alur logika resiko sisa (P Schubert, 2006)

3.3 Analisis konsekuensi

Rencana Tindak Tanggap (*response*) adalah suatu proses mengembangkan berbagai alternatif dan menentukan alternatif tindakan yang dapat mengurangi tantangan terhadap pencapaian sasaran-sasaran proyek (atau bahkan menambah kemungkinan terjadinya peluang manfaat). Rencana tindak tanggap ini diutamakan bagi risiko yang berkategori “kritis” seperti dijelaskan pada Tabel 3-6. Pihak pengambil keputusan adalah Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) (yang merekomendasikan) dan Kasatker atau Kepala Unit/Instansi (yang menyetujui).

Terdapat beberapa alternatif tindakan yang dapat diambil (Tabel 3-12) yaitu “menghindar,” “mengalihkan,” “memitigasi,” “menerima,” atau “menunda.” Pada Tabel 3-12 juga dijelaskan tindakan dalam konteks “peluang” yaitu apabila risiko akan mengakibatkan dampak yang sifatnya positif, bukan negatif.



Tabel 3-12. Berbagai Alternatif Tindakan terhadap Risiko (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)

Tantangan	Peluang
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menghindari – menghindari risiko dengan mengubah rencana proyek untuk menghilangkan risiko. Misalnya dengan mengubah lingkup, menambah waktu, atau menambah sumberdaya 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengeksplorasi – meniadakan semua ketidakpastian atau hambatan yang berkaitan dengan terjadinya risiko, agar peluang benar-benar terjadi.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengalihkan – mengalihkan dampak negatif (tanggungjawab dan tindakan) dengan pembayaran kepada pihak ketiga yang lebih kompeten dalam menangani risiko. Misalnya melalui asuransi, jaminan pelaksanaan, pasal-pasal insentif/disentif pada kontrak. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membagi – menempatkan pengelolaan peluang kepada pihak ketiga yang lebih kompeten untuk mewujudkan terjadinya peluang tersebut untuk kepentingan proyek. Misalnya dengan membentuk kemitraan, berkoordinasi dengan instansi tertentu, perusahaan yang memiliki keahlian khusus.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mitigasi – upaya mengurangi probabilitas dan/atau dampak hingga pada kondisi yang dapat diterima. Tindakan mitigasi yang lebih awal umumnya lebih efektif dibandingkan dengan tindakan perbaikan setelah risiko terjadi. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memperkuat – upaya untuk memperkuat penyebab terjadinya peluang, dan secara proaktif memperkuat kondisi pemicu, dapat meningkatkan probabilitas. Pemicu dampak dapat pula dikelola, yaitu dengan meningkatkan keterbukaan proyek terhadap peluang.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menerima – risiko diterima apa adanya. Berdasarkan pertimbangan probabilitas dan dampak risiko, tidak akan dilakukan rencana apapun namun akan menerima segala konsekuensi ketika risiko itu terjadi yang mencakup aspek biaya, lingkup, jadwal, dan kualitas. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menunda – penentuan mengenai tindakan yang akan diambil terhadap risiko untuk sementara ditunda 	

3.4 Penanggung jawab manajemen resiko

Seluruh proses dalam manajemen risiko ada penanggungjawabnya. Seluruh pihak terlibat dalam manajemen risiko ini yang meliputi Kepala Satuan Kerja (Kasatker) atau Kepala Unit/Instansi, Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) Kegiatan, dan para staf dan tenaga-tenaga ahli berbagai disiplin yang terlibat dalam perencanaan/perancangan/pelaksanaan proyek (internal dan eksternal), perwakilan masyarakat pengguna dan masyarakat di sekitar proyek.

Kepala Satuan Kerja (Kasatker) atau Kepala Unit/Instansi dalam melakukan tugas perencanaan manajemen risiko ini dapat membentuk tim atau

menugaskan seorang personil untuk menjalankan fungsi perencanaan, implementasi, hingga pemantauan manajemen risiko suatu proyek. Tim/personil ini berlaku sebagai kepanjangan tangan Kepala Satuan Kerja (Kasatker) atau Kepala Unit/Instansi bekerjasama dengan PPK Kegiatan di lapangan/proyek.

Dalam kasus-kasus yang sangat kompleks, Kasatker atau Kepala Unit/Instansi dapat pula melibatkan tenaga ahli manajemen resiko eksternal yang secara khusus ditugaskan untuk memandu perencanaan dan pelaksanaan manajemen risiko secara keseluruhan sejak tahap awal sampai akhir proyek.

Pada setiap proyek perlu disusun suatu daftar penanggungjawab setiap proses, seperti diuraikan pada Tabel 3-13. Tanggung jawab untuk mengelola risiko dibagi kepada semua pihak, namun keputusan pemilihan strategi mitigasi dan tindakan *contingency* ditentukan oleh Kasatker atau Kepala Unit/Instansi. Hal ini menjadi tanggungjawab Kasatker atau Kepala Unit/Instansi karena seringkali ada konsekuensi biaya dan perubahan sumberdaya lainnya.

Tabel 3-13. Penanggungjawab Manajemen Risiko (Direktorat Bina Teknik, Dirjen Bina Marga, Maret 2011)

Kegiatan Manajemen Risiko	Penanggungjawab
Proses Identifikasi	Semua pihak
Penyusunan Daftar Risiko	Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) Kegiatan
Proses Penilaian/Analisis	Semua pihak, dipimpin oleh PPK
Tindak Tanggap (<i>Response</i>) Risiko	PPK (rekomendasi) Kasatker atau Kepala Unit/Instansi (persetujuan)
Rencana Mitigasi dan <i>Contingency</i>	PPK (rekomendasi) Kasatker atau Kepala Unit/Instansi (persetujuan)
Pemantauan dan Pelaporan	PPK (pelaporan) Kasatker atau Kepala Unit/Instansi (tindak lanjut)

3.5 Rencana mitigasi dan contingency resiko

Mitigasi risiko ada segala tindakan untuk mengurangi probabilitas dan dampak terjadinya suatu risiko. Mengambil langkah/tindakan yang lebih awal untuk mengurangi kemungkinan risiko yang merugikan dapat lebih efektif dan lebih murah daripada tindakan memperbaiki kerusakan setelah risiko terjadi. Namun, tidak selalu demikian, terkadang upaya mitigasi dapat membutuhkan biaya yang lebih tinggi daripada biaya konsekuensi terjadinya risiko.

Proses mitigasi juga harus didokumentasikan dan digabungkan ke dalam Daftar Risiko. Hal-hal yang perlu dicatat adalah sebagai berikut:

- Identifikasi kegagalan yang mungkin terjadi untuk setiap solusi mitigasi risiko.
- Untuk setiap kemungkinan kegagalan tersebut, perlu didokumentasikan kejadian apa yang dapat menunjukkan bahwa kejadian atau risiko ini sudah terjadi atau pun sudah mencapai kondisi kritis (*"red flags"*).
- Untuk setiap kemungkinan kegagalan, tentukan beberapa alternatif yang dapat dilakukan untuk memperbaikinya.

Di samping menentukan tindakan mitigasi, manajemen risiko juga mencakup penyusunan rencana *contingency* risiko, yaitu tindakan yang akan dilakukan apabila suatu risiko nantinya benar-benar terjadi. Dengan menyusun rencana *contingency*, maka tim proyek dipaksa untuk berpikir sejak awal mengenai tindakan yang akan dilakukan jika terjadi suatu risiko. Rencana contingency mencakup hal-hal berikut:

- Mengidentifikasi uraian kegiatan secara rinci atau langkah-langkah (*tasks*) yang dapat dilakukan ketika risiko terjadi.
- Mengidentifikasi sumberdaya yang dibutuhkan: pendanaan, peralatan dan tenaga kerja.

- Menyusun jadual. Jadual ini disampaikan dalam format langkah apa yang harus dilakukan pada hari ke-1, pada hari ke-2, dan seterusnya.
- Menetapkan prosedur tanggap darurat (*emergency*) dan prosedur ketika kondisi semakin gawat (*escalation*), jika diperlukan.
- Mengembangkan materi pelatihan rencana *contingency*, jika diperlukan.
- Mengkaji ulang dan memperbarui rencana *contingency*, jika perlu.
- Rencana *contingency* harus disosialisasikan agar diketahui dan dipahami oleh seluruh pihak yang terkait.

Rencana *contingency* ini harus juga tercermin dalam anggaran proyek, untuk menutupi biaya tak terduga. Jumlah anggaran yang dialokasikan hanya terbatas untuk risiko-risiko yang tinggi saja. Hal ini ditentukan dengan estimasi biaya jika risiko yang mungkin terjadi, dan mengalikannya dengan probabilitas. Sebagai contoh, suatu risiko diperkirakan akan membutuhkan biaya tambahan sebesar Rp.500.000.000, dan kemungkinan terjadinya adalah sekitar 80%, maka jumlah yang harus dialokasikan dalam anggaran terkait risiko ini adalah Rp. 400.000.000,-.

Terkait dengan rencana *contingency*, terdapat pemicu awal dan pemicu akhir. Suatu pemicu awal adalah suatu peristiwa yang akan mengaktifkan rencana *contingency*, sementara yang memicu berhentinya adalah kriteria untuk melanjutkan kegiatan secara normal. Keduanya harus diidentifikasi dalam Daftar Risiko.

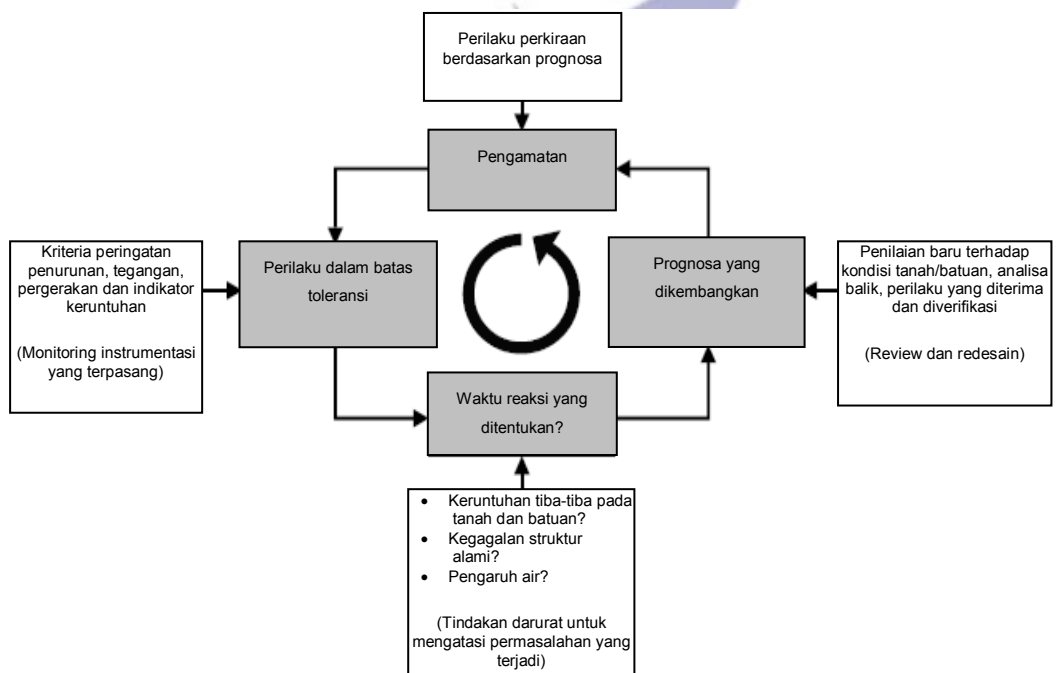
4 Manajemen resiko selama pelaksanaan

Pada awal konstruksi, umumnya sejumlah resiko sisa muncul akibat ketidakpastian kondisi tanah/batuan, termasuk resiko-resiko yang telah diketahui dan tidak dapat dihindari atau resiko-resiko yang sama sekali belum teridentifikasi. Berdasarkan aspek hukum terkait lingkungan proyek dan kontrak, klien dan pengguna jasa berbagi resiko. Umumnya resiko terhadap ketidakpastian kondisi tanah/batuan merupakan resiko klien, sedangkan metode konstruksi dan penggunaan peralatan dan sumber daya merupakan resiko pengguna jasa.

Kebutuhan dan persyaratan saat ini terkait dengan keselamatan dan kebutuhan untuk membuat pemilihan keputusan secara terbuka/transparan menghasilkan penilaian resiko yang diatur dalam manajemen perencanaan resiko keselamatan sebagai bagian dari sistem manajemen kualitas proyek sebelum konstruksi. Berdasarkan cara pandang klien yang mengutamakan stabilitas terowongan, bagian-bagian utama dari manajemen perencanaan keselamatan adalah:

1. Definisi perilaku terowongan yang dapat diperkirakan (penurunan, konvergen, penurunan permukaan dan lain sebagainya) dan batas toleransi,
2. Menyiapkan dan mengatur sistem organisasi dan teknologi yang memadai untuk memonitor perilaku terowongan termasuk faktor-faktor pengaruh utama, seperti dokumentasi geologi, prognosa/pendugaan, tindak lanjut model geoteknik dan interpretasinya,
3. Perbandingan perilaku perkiraan terhadap aktual yang terjadi dan penyesuaian berdasarkan pengalaman,
4. Dokumentasi perilaku aktual terhadap perkiraan dan deviasinya,
5. Kriteria peringatan, sistem organisasi, prioritas dan tindakan pada saat terjadi permasalahan.

Waktu reaksi yang sesuai dan tindak lanjut perilaku yang diperkirakan (termasuk batas toleransi) merupakan elemen yang dibutuhkan dan penting pada metode pengamatan. Pengalaman menunjukkan bahwa batas toleransi yang dinyatakan dalam perencanaan umumnya tidak sesuai dengan pelaksanaan, tetapi elemen penilaian lain yang sesuai disiapkan untuk memastikan level keselamatan yang dapat diterima terpenuhi. Untuk mendapatkan kriteria tersebut, pengukuran tegangan-regangan langsung, analisa balik, data penyelidikan tanah/batuan baru dan analisis statistik dari data hasil monitoring terbaru diperlukan. Menggunakan pendekatan alur seperti diperlihatkan pada Gambar 4-1, level keselamatan aktual konstruksi terowongan dapat ditingkatkan dan secara formal dikoreksi serta didapatkan selama masa konstruksi.



Gambar 4-1. Manajemen resiko selama konstruksi menggunakan metode pengamatan (P Schubert, 2006)

5 Penutup

Ketidakpastian kondisi geologi dan geoteknik bawah permukaan dapat menyulitkan proses pembangunan terowongan dan bila metode konstruksi yang digunakan tidak sesuai dengan kondisi bawah permukaan yang digali, keruntuhan konstruksi dapat terjadi. Identifikasi resiko sebaiknya dilakukan sedini mungkin dalam proyek pembangunan terowongan untuk mencegah terhambatnya kemajuan proyek atau keruntuhan konstruksi akibat resiko ketidakpastian kondisi geologi dan geoteknik bawah permukaan.

Identifikasi resiko dapat menginformasikan resiko potensial, probabilitas terjadinya dan konsekuensi yang akan dihadapi. Perencanaan manajemen resiko harus dilakukan untuk mendapatkan resiko-resiko yang akan dihadapi dengan cara menghindari atau mengurangi konsekuensi resiko berdasarkan perancangan, perencanaan atau menetapkan ketentuan operasional.

Untuk resiko yang tidak dapat dikurangi, ketentuan harus dibuat untuk mengurangi konsekuensi dan mengaturnya. Manajemen resiko terintegrasi harus diperbarui berkala untuk mengidentifikasi semua resiko berkaitan dengan perencanaan, pelaksanaan dan penyelesaian pekerjaan terowongan.

DAFTAR PUSTAKA

Alan Muir Wood. 2000. Tunnelling: *Management by design*, Taylor & Francis e-Library, ISBN: 0-203-47766-9

Andrew Bond and Andrew Harris. 2008. *Eurocode 7*. Taylor and Francis group. ISBN: 0-203-93772-4

Direktorat Bina Teknik, Maret 2011, Draft-3 Pedoman Perencanaan Manajemen Resiko pada Kegiatan Pembangunan Jalan, Direktorat Jenderal Bina Marga.

FHWA-NHI-10-034 (December 2009): *Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels - Civil Elements*.

Gordon A. Fenton and D. V. Griffiths. 2008. *Risk Assessment in Geotechnical Engineering*. John Wiley & Sons. Inc. ISBN: 978-0-470-17820-1.

P. Schubert. 2006. *Geotechnical Risks in Rock Tunnels*. Taylor & Francis Group. London. ISBN: 0 415 40005 8.

PIARC, 2008, Risk Analysis for Road Tunnel, World Road Association, www.piarc.org

LAMPIRAN A. CONTOH FORMULIR DAFTAR RISIKO

Nama/Lokasi/Tahun Proyek:			Unit Pelaksana:					Ketua Unit Pelaksana:			
No. Kode	Nama/Jenis Risiko	Deskripsi	Probabilitas	Dampak terhadap					R = P x D	Kategori Risiko	Aktivitas yang akan dilakukan
				Jadual	Biaya	Lingkup	Kualitas	Keseluruhan (rata-rata)			
A01	Jenis tanah pasiran tidak padat pada portal terowongan jalan	⇒ Longsor akibat material tanah pasiran lepas mengalami intensitas hujan tinggi (berpengaruh pada jadwal, biaya dan lingkup bila tidak ditangani) ⇒ (intensitas curah hujan di lapangan tinggi)	5	3	3	3	3	3	15	Kritis	PPK merekomendasikan penambahan lingkup, yaitu sistem drainase permukaan dan subdrain
		⇒ Tinggi galian maksimum 5m (berpengaruh pada jadwal, biaya dan lingkup bila tidak ditangani) ⇒ Tinggi galian desain = 4m	2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	Rendah	
		⇒ Sudut lereng galian aman maksimum 45° (berpengaruh pada jadwal, biaya dan lingkup bila tidak ditangani) ⇒ Sudut lereng desain = 30°	2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	Rendah	

LAMPIRAN B. CONTOH FORMULIR RENCANA MITIGASI DAN CONTINGENCY RISIKO

Nama/Lokasi/Tahun Proyek:			Unit Pelaksana: Ketua Unit Pelaksana:			
Tanggal:		Status:				
No.Kode:A01	Nama/Jenis Risiko: Jenis tanah pasiran tidak padat pada portal terowongan jalan	Tanggal identifikasi: 	Nama/Jabatan yg mengidentifikasi: 	Probabilitas: 5	Dampak: 3	Kategori Risiko: Kritis
Deskripsi risiko dan dampaknya:	Intensitas curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan terjadinya longsor pada material tanah pasiran lepas saat pekerjaan penggalian dilakukan. Longsor permukaan dapat mengakibatkan longsor yang lebih dalam, dikarenakan jenis material yang porous. Longsor dapat mengganggu pekerjaan utama pemasangan perkuatan pada portal terowongan.					
Rencana Mitigasi:	<ul style="list-style-type: none"> – Menghentikan penggalian lereng bila terjadi longsor. – Segera lakukan penanganan darurat untuk mencegah meluasnya longsor yang terjadi – Melakukan pekerjaan penggalian parit untuk mengendalikan aliran air – Melakukan kajian hidrologi untuk mengetahui dimensi saluran dan subdrain yang dibutuhkan 					
Rencana Contingency:	<ul style="list-style-type: none"> – Identifikasi kemungkinan posisi retakan/indikasi longsor, tagging posisi dan diberikan patok – Evaluasi kemungkinan posisi dan kedalaman muka air tanah serta posisi drainase permukaan dan subdrain – Evaluasi kemungkinan posisi saluran kolektor dan saluran pembuang tanpa mempengaruhi lingkungan sekitar – Merencanakan kebutuhan area untuk pembebasan lahan – dst 					
Estimasi Biaya/ Sumberdaya lain:	<ul style="list-style-type: none"> – Biaya pembebasan lahan untuk kebutuhan penggalian dan drainase = Rp (Biaya analisa hidrologi dan konstruksi drainase dimasukkan kedalam kontrak utama) – Biaya pengamanan proyek = Rp – dst 					
Catatan lain:						
Tanda tangan PPK Kegiatan:						