

# **Pemikiran Awal tentang Prinsip Tindakan Mitigasi Preventif Resiko Bencana Alam bagi Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas**

Preliminary Reflexion on Preventif Mitigation Principle against Natural Disaster Risk for Infrastructure & Facility Asset Management.

**Hitapriya Suprayitno<sup>1,a)</sup> & Ria Asih Aryani Soemitro<sup>1,b)</sup>**

<sup>1)</sup>*Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya*

Koresponden : <sup>a)</sup>suprayitno.hita@gmail.com & <sup>b)</sup>ria@ce.its.ac.id

## **ABSTRAK**

Indonesia berada pada Kawasan Rawan Bencana, karena letaknya pada Kawasan Cincin Api Dunia. Gempa tektonik yang beberapa tahun terakhir ini terjadi di Indonesia seharusnya bisa memberi pelajaran yang sangat berharga. Terkait hal ini, Ilmu Pengetahuan Manajemen Aset Infrastruktur mempunyai pertanyaan yang sangat penting : Seperti apakah Pemikiran Awal tentang Prinsip Tindakan Mitigasi Preventif yang harus dilakukan untuk menghadapi Bencana Alam ?

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Resiko Bencana Alam yang harus diperhitungkan meliputi resiko-resiko berikut ini : banjir, gempa tektonik, gempa vulkanik, tsunami, likuefaksi, longsor, angin puyuh, kekeringan. Tindakan terhadap resiko harus terdiri dari tindakan preventif, tindakan pertolongan, tindakan evakuasi dan tindakan rehabilitasi. Bentuk tindakan mengatasi resiko harus lebih dirumuskan dalam bentuk tindakan menghindari resiko dan menghadapi resiko, dan bukan mengalihkan resiko. Beberapa resiko bencana alam belum berhasil diperhitungkan dengan baik, antara lain : tsunami, likuefaksi, gempa tektonik pada sesar. Resiko sebaiknya dikenali dalam aspek : lokasi terjadinya, magnitudo besarnya resiko dan kapan terjadinya resiko. Nilai kemungkinan terjadinya resiko bencana alam harus diperhitungkan berdasarkan data statistik berulangnya bencana dan angka perkiraan berdasarkan teori fenomena terjadinya bencana. Angka keamanan untuk infrastruktur dan fasilitas publik harus lebih tinggi dari pada infrastruktur dan fasilitas pribadi.

**Kata Kunci** : manajemen aset infrastruktur, tindakan mitigasi resiko, bencana alam

## **PENDAHULUAN**

Indonesia adalah sebuah negara kepulauan yang terletak di Garis Katulistiwa dan dikelilingi oleh Cincin Api. Cincin Api merupakan garis pertemuan Lempeng Benua Asia dengan Lempeng Samudra India, yang terletak disepanjang garis Pantai Selatan Indonesia. Juga garis pertemuan antara Lempeng Pasifik dan Lempeng Asia yang terletak disepanjang Kepulauan Maluku. Akibat situasi geologis ini, di Indonesia juga banyak terdapat sesar dan gunung berapi. Oleh karena itu di Indonesia banyak terdapat Bencana Alam yang terkait dengan Gempa Tektonik dan Letusan Gunung Berapi (BNPB 2018; Hermon 2018).

Di Indonesia, Penanggulangan Bencana sudah diatur dalam suatu Undang-Undang, Peraturan Pemerintah sampai dengan Standar Nasional Indonesia. Meskipun demikian Indonesia masih terlihat teragap-gagap dalam menghadapi beberapa Bencana Alam terakhir ini, misalnya Gempa Tektonik Aceh pada bulan Desember tahun 2004, serangkaian Gempa Tektonik Lombok pada tahun 2018, dan Gempa Tektonik Palu pada bulan September 2018.

Gempa Tektonik Palu merupakan peristiwa yang sangat hebat bagi Indonesia, didalamnya terjadi tiga peristiwa besar secara sekaligus, yakni gempa tektonik, tsunami dan likuifaksi. Dampak terhadap Infrastruktur yang dihasilkan sangat hebat. Peristiwa likuifaksi hebat, baru pernah terjadi kali ini, dalam sejarah Republik Indonesia. Padahal, beberapa artikel sudah pernah membahas tentang kemungkinan terjadinya Gempa Palu ini (Baeda & Husain 2017; Pakpahan, Ngadmanto & Masturyono 2015; Ramadhani 2011; Wydianingrum 2012).

Bencana Alam yang skalanya sangat besar, seperti Tsunami Aceh, Gempa Palu membutuhkan Upaya Penanganan, dalam hal tenaga, waktu dan biaya; baik dalam hal Pertolongan dan Proses Rehabilitasi Wilayah terdampak. Dana yang disediakan Pemerintah dan yang didapatkan dari Iuran Bersama masih sangat kurang untuk mengatasi seluruh permasalahan (Fauzie 2018).

Bencana Alam ini bisa sangat berdampak pada kerusakan parah Infrastruktur dan Fasilitas. Manajemen Aset Infrastruktur dan Fasilitas (MAIF) suatu Bidang Ilmu Pengetahuan yang bertujuan untuk mengelola agar Keberlanjutan Fungsi Infrastruktur & Fasilitas, secara Ekonomis, Efisien, Efektif dan selaras dengan Prinsip Sustainable (Soemitro & Suprayitno 2018; Suprayitno & Soemitro 2018). MAIF harus mempunyai Pemikiran tentang Tindakan Mitigasi Resiko Bencana Alam bagi Infrastruktur dan Fasilitas.

Makalah ini menyampaikan hasil upaya Pemikiran Awal tentang Prinsip Tindakan Mitigasi Preventif dalam menghadapi Resiko Bencana Alam bagi Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas. Pada pemikiran awal ini, infrastruktur kajian dibatasi hanya tentang Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat saja (Infrastruktur PUPR).

## **METODA PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut : perumusan latar belakang, perumusan tujuan, perumusan metoda, kajian pustaka, penyusunan analisis, perumusan kesimpulan. Analisis : dasar pemikiran hanya tindakan preventif, tipe hadapi dan hindari resiko. Alur analisis : analisis bencana alam, analisis infrastruktur, karakteristik bencana alam, karakteristik dampak untuk infrastruktur, klasifikasi tindakan preventif.

Penelitian awal ini dibatasi hanya membahas Infrastruktur PUPR saja, berdasarkan Kajian Data Sekunder yang termuat didalam artikel berita tentang Bencana Alam.

## **KAJIAN PUSTAKA**

Mengacu pada Tujuan Penelitian, Kajian Pustaka ditujukan untuk mencari beberapa pengertian berikut ini : Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas (MAIF), Prinsip Manajemen Resiko, Ketentuan Indonesia tentang Penanggulangan Bencana, dan Tipe Bencana Alam di Indonesia. Kajian Pustaka disampaikan sebagai berikut.

### Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas

Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas adalah suatu pengetahuan, program, dan tindakan untuk mengelola suatu infrastruktur atau fasilitas dalam seluruh siklus hidupnya, agar bisa berfungsi berkelanjutan; secara efisien, efektif dan ekonomis serta sesuai dengan prinsip sustainability (lingkungan, sosial, ekonomi) (Soemitro & Suprayitno 2018; Suprayitno & Soemitro 2018).

### Prinsip Manajemen Resiko

Dalam setiap kegiatan manusia selalu mengandung Resiko. Resiko adalah suatu Kejadian Merugikan yang Tidak Diharapkan tapi Mungkin Untuk Terjadi. Oleh karena itu Resiko harus bisa dikelola dengan baik, sehingga kalau Resiko Terjadi dampak negatif yang dihasilkan masih bisa diatasi. Tindakan Manajemen Resiko meliputi : identifikasi resiko,

identifikasi besar kemungkinan terjadinya, identifikasi dampak negatif yang dihasilkan, dan pemikiran tentang cara mengatasi resiko atau dampak negatif tersebut. Tindakan terhadap Resiko atau Dampak Resiko bisa digolongkan kedalam tindakan menghindari resiko, menghadapi resiko, dan/atau mengalihkan dampak resiko (Crane et al 2013; Mauliana 2016).

#### Ketentuan Indonesia terkait Penanggulangan Bencana

Indonesia sudah sangat sadar akan besarnya Potensi Bencana dan besarnya Resiko yang ditimbulkan oleh Bencana. Oleh karena itu di Indonesia, Penanggulangan Bencana telah diatur dalam satu rangkaian undang-undang dan peraturan pemerintah. Bencana dikalsifikasikan kedalam Bencana Alam dan Bencana akibat Ulah Manusia. Ketentuan Indonesia terkait Bencana yang utama adalah sebuah Undang-Undang dan 3 Peraturan Pemerintah. Selain itu masih terdapat beberapa Peraturan Presiden, Peraturan Menteri serta Standar Nasional Indonesia. Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah dalam hal Penanggulangan Bencana bisa disebutkan sebagai berikut :

- UU 24/07 - Penanggulang Bencana
  - PP 21/08 - Penyelengaran Penanggulangan Bencana
  - PP 22/08 - Pendanaan dan Pengelolaan Bencana
  - PP 23/08 - Peran serta Lembaga Lembaga Internasional dan Lembaga Asing NonPemerintah dalam Penanggulangan Bencana

#### Tipe Bencana Alam di Indonesia

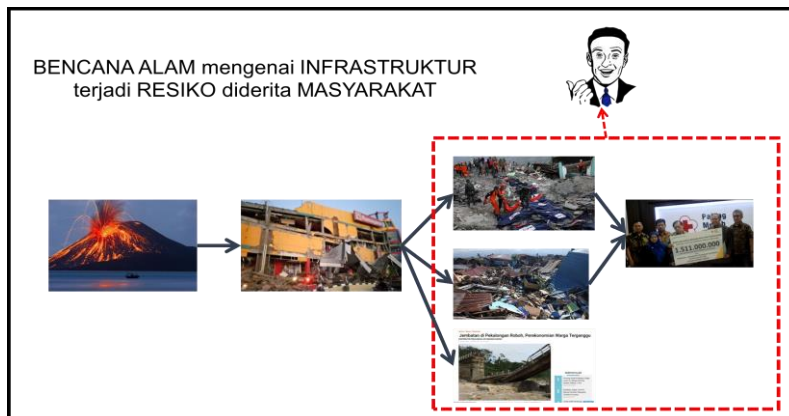
Bencana Alam adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (UU 24/07; PP 21/08).

Tipe Bencana Alam di Indonesia antara lain : bencana terkait gempa bumi tektonik : gempa, tsunami, longsor, liquefaksi; terkait bencana gunung berapi : lahar, awan panas, hujan abu, lahar dingin; terkait bencana banjir : banjir sungai, banjir pasang air laut; terkait bencana longsor; terkait bencana angin topan; terkait bencana kekeringan; serta terkait bencana kebakaran hutan (BNPB 2018; Hermon 2018; Putro 2017; Sedayo & Damanik 2017).

### **PENYUSUNAN PRINSIP TINDAKAN PENCEGAHAN TERHADAP RESIKO**

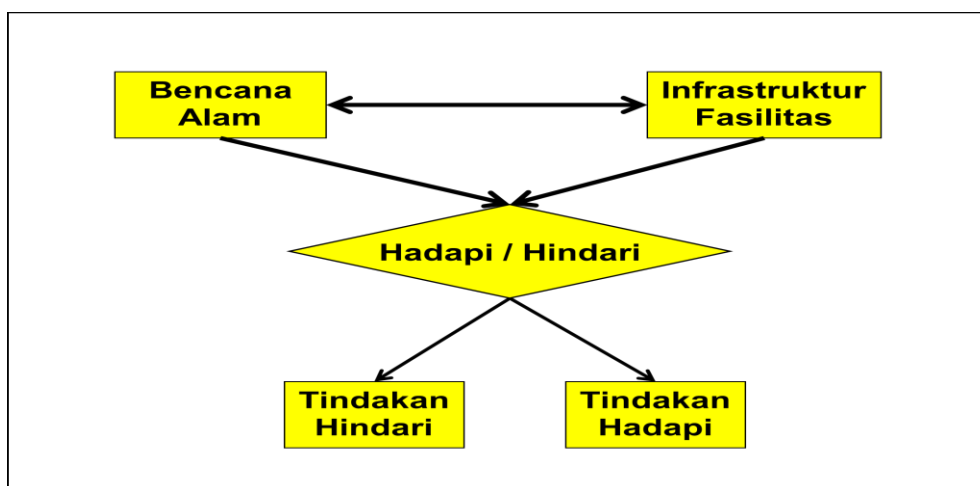
#### **Dasar Pemikiran Metoda Penyusunan Tindakan Pencegahan**

Bencana Alam terjadi. Berdampak pada Infrastruktur, terjadi kerusakan Infrastruktur. Akibat kerusakan Infrastruktur, Masyarakat menerima resikonya : korban orang (meninggal, luka, trauma psikologis), korban material, korban berupa terganggunya aktivitas ekonomi-sosial. Ketiga hal tersebut berdampak pada resiko finansial dan ekonomi bagi Masyarakat. Dengan demikian, dalam kasus ini yang disebut sebagai Resiko adalah Resiko bagi Masyarakat akibat Kerusakan Infrastruktur yang disebabkan oleh Bencana Alam. Resiko tersebut bisa digolongkan kedalam 4 Jenis Resiko. Penelitian ini dibatasi hanya membahas Infrastruktur PUPR saja. Rangkaian kejadian tersebut digambarkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



**Gambar 1.** Ilustrasi Resiko Bencana Alam akibat Kerusakan Infrastruktur

Kejadian Bencana Alam, Infrastruktur PUPR, Karakteristik Bencana Alam, Karakteristik Dampak Infrastruktur, Penggolongan Tindakan Hindari & Hadapi.



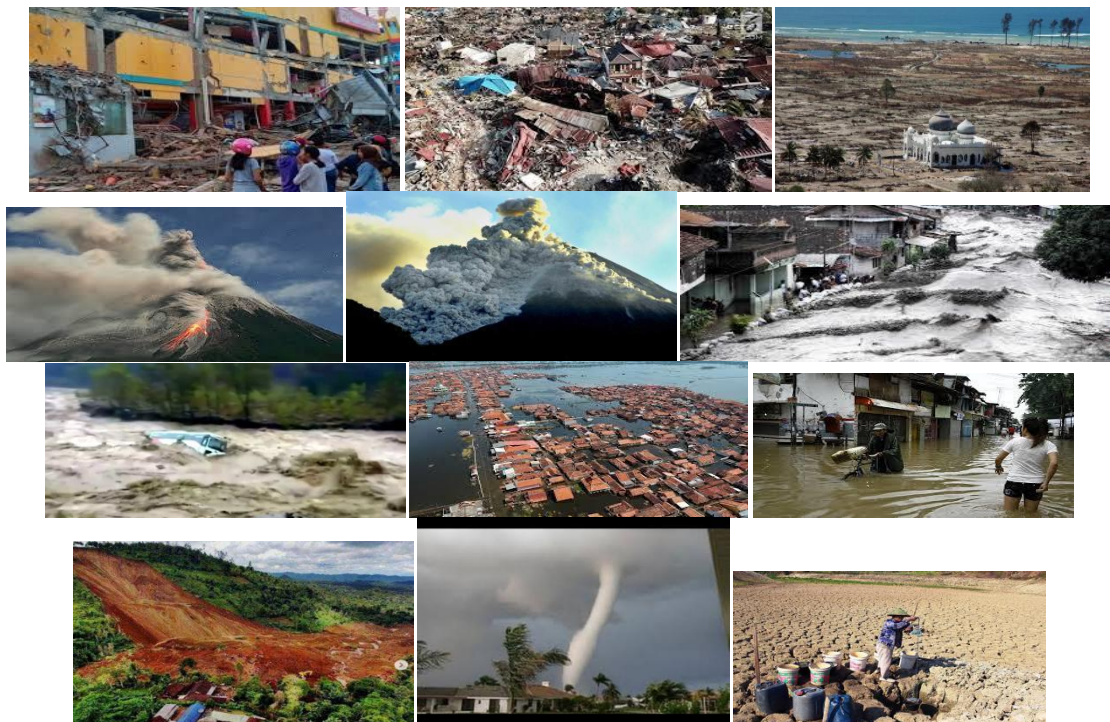
**Gambar 2.** Prinsip Perumusan Tindakan Mitigasi

### Identifikasi Awal Bencana Alam di Indonesia

Setelah Dasar Pemikiran selesai dirumuskan, langkah berikutnya adalah melakukan Identifikasi Awal tentang Bencana Alam di Indonesia. Secara umum, Bencana Alam di Indonesia bisa digolongkan kedalam : gempa tektonik, letusan gunung berapi, bencana angin, banjir, longsor, kebakaran hutan, dan kekeringan wilayah. Identifikasi awal Tipe Bencana Alam di Indonesia disampaikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1.** Identifikasi Awal Tipe Bencana Alam di Indonesia

<b>Bencana Alam</b>		<b>Kejadian</b>
<b>Golongan</b>	<b>Bencana Alam</b>	
Gempa Tektonik	Gempa	Gempa Tektonik Aceh, 26 Des 2004, 9 SR (BNPB 2012).
	Tsunami	Tsunami Aceh, 26 Des 2004, Gempa Tektonik 9 SR (BNPB 2012).
	Likuefaksi	Likuefaksi Palu, 28 September 2018 (Farisa 2018).
	Longsor	-
Letusan Gunung Berapi	Lahar	Gunung Merapi, 26 Oktober 2010 (Diaz 2010).
	Awan Panas	Gunung Merapi, 26 Oktober 2010 (Diaz 2010).
	Hujan Abu	Gunung Kelud, 13 Februari 2014 (Anonim 2014).
	Lahar Dingin	Banjir Lahar Dingin Sungai Krasak, 6 November 2010 (Anonim 2010a).
Angin Topan & Puting Beliung		Angin Puyuh Kota Bogor, 6 Desember 2018 (Anonim 2018).
Banjir	Banjir Arus Deras	Sungai Badeng, Desa Alasmalang, Banyuwangi, 22 Juni 2018 (Fakhri 2018).
	Banjir Genang	Jakarta Tergenang Banjir Kiriman, 4 Februari 2018 (Defianti 2018).
	Banjir Pasang	Pekalongan, 22 Mei 2018 (Suryono 2018).
Longsor		Ciwidey, Kabupaten Bandung, 23 Februari 2010 (Anonim 2010).
Kebakaran Hutan		Muaro Jambi, Jambi, 15 September 2015 (Anonim 2015).
Kekeringan		9 Kabupaten di Jawa Tengah, 15 Juli 2015 (Parwito 2015).



**Gambar 2.** Ilustrasi Bencana Alam di Indonesia

### Identifikasi Awal Infrastruktur PUPR

Infrastruktur Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat (Infrastruktur PUPR) bisa dikelompokkan kedalam 4 sektor infrastruktur sebagai berikut : Pengairan, Bina Marga, Cipta Karya, dan Perumahan Rakyat. Masing-masing infrastruktur dalam setiap sektor diidentifikasi secara sangat singkat, seperti disampaikan pada Tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2.** Infrastruktur PUPR

Sektor	Infrastruktur	Contoh
Pengairan	Bendungan	Bendungan Karangates, Sukowilangun, Kab. Malang
	Bendung	Bendung Waru-Turi, Kab. Kediri
	Jaringan Irigasi	Kediri
	Bangunan Pengaman Sungai	
	Dataran Banjir	Dataran Banjir Sungai Brantas - Kab. Kediri
Bina Marga	Jalan	Jalan Pantura Jawa
	Jembatan	Jembatan Pasopati, Kota Bandung
Cipta Karya	SPAM	Mojokerto
	SPLP	TPS, TPA
	IPAL	Keputih
Perumahan Rakyat	Rumah Susun	Surabaya
	Perumahan Rakyat	Perumnas Gresik

**Gambar 3.** Ilustrasi Infrastruktur PUPR, dari 4 sektor, di Indonesia

### Identifikasi Awal Karakteristik Bencana Alam

Hal berikut yang harus diidentifikasi adalah Karakteristik Bencana Alam. Setiap Bencana Alam mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Sehingga resiko terkait infrastruktur yang diakibatkan oleh Bencana Alam bisa sangat berbeda satu dengan yang lain. Dengan demikian, tindakan Mitigasi yang harus dipersiapkan juga bisa sangat berbeda antara Bencana Alam yang berbeda dan antara Infrastruktur yang berbeda. Pada langkah awal ini, Karakteristik Bencana Alam yang dipikir sangat penting untuk diidentifikasi adalah : kepastian terjadinya (lokasi, waktu, dan musim), luas wilayah bencana, kekuatan bencana, daya rusak, dan pengaruh manusia terhadap timbulnya dan besarnya Bencana Alam : mulai dari tidak mempunyai pengaruh sampai dengan pengaruhnya bisa cukup besar. Untuk menyatakan besarnya setiap Karakteristik, masing-masing karakteristik diberi nilai angka, dalam skala 0-5. Bisa dicontohkan, misal Nilai Lokasi untuk Gempa Tektonik adalah 2, sedangkan untuk Letusan Gunung Api adalah 5. Hal ini menunjukkan bahwa Lokasi Letusan Gunung Berapi adalah sangat pasti. Letusan terjadi di Kawah Gunung Berapi dan tidak mungkin pindah. Sedangkan Lokasi Gempa Tektonik tidak bisa dipastikan, akan tetapi selalu terjadi di sepanjang Garis Sesar Pertemuan Lempeng Benua. Identifikasi Karakteristik Bencana disampaikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

**Tabel 3.** Identifikasi Awal Karakteristik Bencana Alam

Golongan	Bencana Alam	Kepastian			Luas	Kekuatan	Daya Rusak	Pengaruh Manusia
		Lokasi	Waktu	Musim				
Gempa Tektonik	Gempa	2	2	1	5	5	5	0
	Tsunami	2	2	1	5	5	5	0
	Likuefaksi	0	1	1	3	5	5	1
	Longsor	2	2	1	2	5	5	2
Letusan Gunung Berapi	Lahar	5	4	2	1	5	5	0
	Awan Panas	5	4	1	3	5	5	0
	Hujan Abu	4	4	1	5	3	3	0
	Lahar Dingin	5	4	5	4	5	5	2
Angin Puyuh		2	3	4	3	4	4	0
Banjir	Banjir Bandang	2	2	5	4	5	5	3
	Banjir Menggenang	3	3	5	4	2	2	3
	Banjir Pasang	4	4	5	4	2	2	3
Longsor		3	3	5	2	5	5	2
Kebakaran Hutan		3	3	5	5	5	5	2
Kekeringan		2	4	5	5	4	4	1

### Identifikasi Awal Dampak Bencana bagi Infrastruktur

Dampak Bencana terhadap Infrastruktur bisa besar atau kecil, tergantung pada Tipe Bencana Alam yang terjadi dan Tipe Infrastruktur yang terkena Bencana. Oleh karena itu, Dampak Bencana perlu untuk diidentifikasi, dilihat dari sudut pandang berbagai Tipe Bencana Alam dan berbagai Tipe Infrastruktur. Dampak Bencana Alam dilihat dalam 4 katagori dampak : korban manusia, kerusakan infrastruktur, gangguan aktivitas dan kerugian ekonomi, korban manusia.

#### Identifikasi Dampak berdasarkan Tipe Bencana Alam

Dampak Bencana terhadap Infrastruktur berbasis Tipe Bencana Alam telah diidentifikasi secara kasar. Dampak Bencana dinilai dalam Nilai Skala 0-5. Nilai 0 berarti tidak ada Dampak, sedangkan Nilai 5 berarti Dampak yang terjadi sangat tinggi. Identifikasi Dampak berbasis Tipe Bencana disampaikan pada Tabel 4 sebagai berikut.



**Tabel 4.** Identifikasi Awal Dampak Bencana berbasis Tipe Bencana

Golongan	Bencana Alam	Dampak			
		Korban Manusia	Kerusakan	Gangguan Aktivitas	Kerugian Ekonomi
Gempa Tektonik	Gempa	0-5	0-5	0-5	0-5
	Tsunami	0-5	0-5	0-5	0-5
	Likuifaksi	0-5	0-5	0-5	0-5
	Longsor	0-5	0-5	0-5	0-5
Letusan Gunung Berapi	Lahar	0-2	0-2	0-1	0-1
	Awan Panas	0-2	0-4	0-2	0-4
	Hujan Abu	0-1	0-1	0-4	0-4
	Lahar Dingin	0-5	0-5	0-5	0-5
Angin Puyuh		0-3	0-3	0-3	0-3
Banjir	Banjir Bandang	0-5	0-5	0-5	0-5
	Banjir Menggenang	0-1	0-1	0-5	0-5
	Banjir Pasang	0-1	0-1	0-4	0-4
Longsor		0-5	0-5	0-5	0-5
Kebakaran Hutan		0-3	0-3	0-3	0-3
Kekeringan		0-1	0-1	0-1	0-5

#### Identifikasi Dampak berdasarkan Tipe Infrastruktur

Dampak Bencana terhadap Infrastruktur berbasis Tipe Infrastruktur telah diidentifikasi secara kasar. Dampak Bencana dinilai dalam Nilai Skala 0-5. Nilai 0 berarti tidak ada Dampak, sedangkan Nilai 5 berarti Dampak yang terjadi sangat tinggi. Identifikasi Dampak berbasis Tipe Bencana disampaikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

**Tabel 5.** Identifikasi Awal Dampak Bencana bagi Infrastruktur berbasis Infrastruktur

Sektor	Infrastruktur	Dampak			
		Korban Manusia	Kerusakan	Gangguan Aktivitas	Kerugian Ekonomi
Pengairan	Bendungan	0-5	0-5	0-5	0-5
	Bendung	0-1	0-1	0-1	0-1
	Jaringan Irigasi	0	0-2	0-2	0-2
	Bangunan Pengaman Sungai	0-1	0-1	0-1	0-1
	Dataran Banjir	0	0	0	0
Bina Marga	Jalan	0-3	0-5	0-5	0-4
	Jembatan	0-3	0-5	0-5	0-4
Cipta Karya	IPAM	?	?	?	?
	SPLP	?	?	?	?
	IPAL	?	?	?	?
Perumahan Rakyat	Rumah Susun	0-5	0-5	0-5	0-5
	Perumahan Rakyat	0-5	0-5	0-5	0-5

#### Pemikiran Tindakan Mitigasi Preventif terhadap Resiko Bencana Alam

Tindakan Penanganan Resiko Bencana Alam pada dasarnya bisa dibagi kedalam 3 golongan tindakan : hindari resiko, hadapi resiko, dan alihkan resiko. Tindakan Alihkan Resiko berupa Penggunaan Asuransi. Ini berarti Resiko Keuangan akan ditanggung oleh Asuransi, atau bisa disebut Resiko Keuangan dialihkan ke Asuransi.



Penelitian ini hanya dibatasi untuk memikirkan Tindakan Mitigasi Preventif Hindari Resiko dan Tindakan Mitigasi Preventif Hadapi Resiko. Keduanya disampaikan sebagai berikut.

#### Tindakan Mitigasi Preventif Menghindari Resiko

Prinsip Tindakan Hindari adalah hindari daerah potensi bencana alam, sehingga bencana alam tidak akan berakibat pada infrastruktur, sehingga Resiko akibat Kerusakan Infrastruktur bisa dihindari. Tindakan ini diperlukan untuk Bencana Alam dengan kekuatan besar, dan potensi dampak besar. Sehingga infrastruktur sekuat apapun tidak bisa melawannya, resiko besar pasti akan terjadi. Tipe Bencana Alam dalam kategori ini adalah : gempa tektonik (gempa, tsunami, likuefaksi, tanah longsor), dan letusan gunung berapi (lahar, awan panas, lahar dingin).

#### Tindakan Mitigasi Preventif Menghadapi Resiko

Prinsip Tindakan Hadapi adalah hadapi bencana alam yang akan terjadi dengan dua cara pokok : Kurangi Kekuatan Bencana Alam dan Perkuat Infrastruktur untuk mengurangi/menghapuskan Kerusakan Infrastruktur akibat bencana.

Infrastruktur harus dibangun agar kuat menahan gempa. Untuk infrastruktur di daerah yang rawan Bencana Alam tapi kekuatan Gempa masih bisa diatasi dengan tindakan infrastruktur untuk menghadapi Bencana Alam. Infrastruktur bisa bersifat infrastruktur tahan bencana atau infrastruktur untuk menahan bencana.

Kurangi kekuatan Bencana Alam. Bencana Alam ada yang bisa diupayakan untuk dikurangi : banjir, tanah longsor, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan.

### **KESIMPULAN**

Penelitian ini telah berhasil diselesaikan dengan baik. Beberapa kesimpulan utama bisa disampaikan sebagai berikut.

- Penyusunan Konsep Tindakan Mitigasi Preventif harus didasarkan pada pengetahuan tentang korelasi antara berbagai Tipe Bencana Alam dengan berbagai Tipe Infrastruktur dalam hal Dampak Bencana bagi Kerusakan Infrastruktur dan Resiko yang ditimbulkan olehnya.
- Tindakan mengatasi Resiko bisa digolongkan kedalam 3 macam tindakan : hindari, hadapi dan alihkan Resiko.
- Bencana Alam di Indonesia bisa digolongkan kedalam Bencana Hidrometeo dan Bencana Geologi, juga bisa digolongkan kedalam Bencana yang tidak bisa dikurangi dan bencana alam yang bisa diupayakan untuk dikurangi, juga bisa digolongkan kedalam golongan bencana berkekuatan besar dengan bencana berkekuatan rendah.
- Infrastruktur PUPR bisa dibagi kedalam 4 sektor infrastruktur : pengairan, bina marga, cipta karya, perumahan rakyat.
- Karakteristik Bencana Alam : kepastian (lokasi, waktu, musim), kekuatan, luas bencana.
- Karakteristik Dampak Bencana : kerusakan infrastruktur, manusia, material, gangguan aktivitas, kerugian ekonomi.
- Klasifikasi Mitigasi Preventif : Hindari dan Hadapi.

Penelitian ini seyogyanya dilanjutkan dengan melakukan penelitian tentang : identifikasi pendataan dan pemetaan bencana alam yang sudah ada, identifikasi SNI terkait bencana, pembahasan per tipe bencana, pembahasan per tipe infrastruktur, dan penentuan prioritas tindak lanjut.

**CATATAN.** Makalah ini merupakan bagian dari Program Membangun Dasar-Dasar Ilmu Pengetahuan Manajemen Aset Infrastruktur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2010). “19 Jenazah Korban Longsor Ciwidey Ditemukan”. *Kompas.com*, 25 Februari 2010, 11:51 WIB.
- Anonim (2010a). “Banjir Lahar Dingin di Sungai Krasak”. *Liputan6.com*, 6 November 2010, 13:42 WIB.
- Anonim (2014). “Hujan Abu Gunung Kelud Menyelimuti Yogyakarta”. *Kompas.com*, 14 Februari 2014, 18:10 WIB.
- Anonim (2015). “Kebakaran Hutan Kali Ini Terburuk Dalam Sejarah”. *Tempo.co*, 4 Oktober 2015, 10:01 WIB.
- Anonim (2018). “Video Terkini Angin Puting Beliung di Bogor, Pohon Beringin Tumbang”. *TribunNews.com*, Kamis, 6 Desember 2018, 17:05 WIB.
- Baeda, A.Y. & Husain, F. (2017). “Kajian Potensi Tsunami Akibat Gempa Bumi Bawah Laut di Perairan Pulau Sulawesi”. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 19, No. 1, April 2012 : 75-82.
- BNPB (2012). *Master Plan Pengurangan Resiko Bencana Tsunami – Tahun 2012*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- BNPB (2018). Definisi dan Jenis Bencana. <http://www.bnpb.go.id/penegetahuann-bencana>. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Crane, L., Gantz, G., Isaacs, S., Jose, D. & Sharp, R. (2013). *Introduction to Risk Management*. Second Edition. Extension Risk Mngement Education and Risk Management Agency. Washington DC.
- Defianti, Ika (2018). “Banjir Kiriman Datang, Jakarta Tergenang”. *Liputan6.com*, 6 Februari 2018.
- Diaz (2010). “Inilah Kronologi Letusan Dahsyat Merapi di Jum’at Pagi”. *TribunNews.com*, Jum’at, 5 November 2010, 04:19 WIB.
- Fakhri, Fakhrizal (2018). “Banjir Bandang Terjang Banyuwangi, 325 Rumah Warga Rusak”. *OkeNews.com*, Jum’at 22 Juni 2018, 20:09 WIB.
- Farisa, Fitria Chusna (2018). “Begini Kronologi Gempa dan Tsunami Palu-Donggala Yang Tewaskan Ratusan Orang”. *Kompas.com*, 29 September 2018, 16:41 WIB.
- Fauzie, Yuli Yanna (2018). “Dilema Negara Bencana : Anggaran Tipis Asuransi Tak Punya”. *CNN Indonesia*, Rabu, 3 Oktober 2018, 07:24 WIB.
- Hermon, Dedi (2018). *Geografi Bencana Alam*. Rajawali Pers.
- Mauliana, Mitty (2016). “Manajemen Resiko”. *Working Paper March 2016*. Fakultas Farmasi. Universitas Pajajaran. Bandung.
- Pakpahan, S., Ngadmanto, D. & Masturyono (2015). “Analisa Kegempaan di Zona Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah”. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 6, No. 3, Desember 2015 : 253-264.
- Parwito (2015). “9 Kabupaten di Jawa Tengah Alami Kekeringan Terparah”. *Merdeka.com*, 24 Juli 2015, 15:57 WIB.
- PP 21/08. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana*.
- PP 22/08. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2008 tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana*.
- PP 23/08. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2008 tentang Peran Serta Lembaga Internasional dan Lembaga Asing Non Pemerintah Dalam Penanggulan Bencana*.
- Putro, Dennish Ari (2017). “Longsor Bumi Reog”. *Waspada, Catastrophe Newsletter*, Edisi 26, Januari-Juli 2017.
- Ramadhani, Sriyati (2011). “Kondisi Seismisitas dan Dampaknya untuk Kota Palu”. *Infrastruktur*, Vol. 1, No. 2, Desember 2011 : 111-119.

- Sedayo, H. & Damanik, R. (2017). “Peta Sumber Gempa Baru”. *Waspada, Catastrophe Newsletter, Edisi 26, Januari-Juli 2017*.
- Soemitro, R.A.A. & Suprayitno, H. (2018). “Pemikiran Awal tentang Konsep Dasar Manajemen Aset Fasilitas”. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas, Vol. 2, Suplemen. 1, Juni 2018, hal. : 1-13*.
- Suprayitno, H. & Soemitro, R.A.A. (2018). “Preliminary Reflexion on Basic Principle of Infrastructure Asset Management”. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas, Vol. 2, No. 1, Maret 2018, hal : 1-9*.
- Suryono (2018). “Banjir Rob Makin Parah, Ribuan Rumah di Pekalongan Terendam”. *SindoNews.com, Selasa, 22 Mei 2018*.
- UU 24/07. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*.
- Wydianingrum, R. (2012). Penyelidikan Geologi Teknik Potensi Liquefaksi Daerah Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. *Laporan Penelitian*. Pusat Sumber Daya Air Tanah dan Geologi Lingkungan. Badan Geologi. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Wydianingrum, R. & Buana (2018). “*Sekilas Liquefaksi Palu Berdasarkan Data Geologi Teknik*”. Kertas Kerja. Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan. Badan Geologi. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

