



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202055774, 3 Desember 2020

## Pencipta

Nama : **Dwi Kurniati, S.T., M.T., Yohanes Anton Nugroho, S.T., M.T., M.T. dkk**

Alamat : Perumahan Griya Tirta Kencana Blok C1, RT.006, RW.53, Nglinggan, Wedomartani, Ngemplak, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. , Yogyakarta, DI YOGYAKARTA, 55584

Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dwi Kurniati, S.T., M.T., Yohanes Anton Nugroho, S.T., M.T., M.T. dkk**

Alamat : Perumahan Griya Tirta Kencana Blok C1, RT.006, RW.53, Nglinggan, Wedomartani, Ngemplak, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. , Yogyakarta, DI YOGYAKARTA, 55584

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Bunga Rampai**

Judul Ciptaan : **Lintas Keilmuan Memandang Kebencanaan**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 10 Juni 2020, di Di Daerah Istimewah Yogyakarta

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000223271

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.  
NIP. 196611181994031001



**LAMPIRAN PENCIPTA**

No	Nama	Alamat
1	Dwi Kurniati, S.T., M.T.	Perumahan Griya Tirta Kencana Blok C1, RT.006, RW.53, Nglingsan, Wedomartani, Ngemplak, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta.
2	Yohanes Anton Nugroho, S.T., M.T., M.T.	Nandan No.44, RT. 04, RW. 38 Sariharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta
3	Fiqi Nurbaya, S.KM., M.Kes.	Perum Korpri Blok U 2, No. 21, RT. 02, RW. 04, Kel. Sendangmulyo, Kec. Tembalang, Kota Semarang.
4	DR. Ir. Endang Setyawati, M.T.	Jl. Palagan Tentara Pelajar, Gg. Gambir 1, Dusun Jongkang, No. 16 B, RT.13, RW. 35, Sariharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta.
5	Suhirman, M.Kom., Ph.D.	Pringgolayan, RT. 05, No. 16, DesaBanguntapan, Kec. Banguntapan, Bantul, DI Yogyakarta.
6	Yul Asriati, S.Psi., M.P.H.	Jl. Kecuridang, Pondok Palm Regency Blok F 24, Dusun III, Parangjoro, Kec. Grogol, Kab. Sukoharjo, Jawa Tengah.
7	MS Hendriyawan A., S.T., M.Eng., Ph.D.	Gg. Merpati, No. 40, Jombor Kidul, Sinduadi, Mlati, Sleman, DI Yogyakarta.

**LAMPIRAN PEMEGANG**

No	Nama	Alamat
1	Dwi Kurniati, S.T., M.T.	Perumahan Griya Tirta Kencana Blok C1, RT.006, RW.53, Nglingsan, Wedomartani, Ngemplak, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta.
2	Yohanes Anton Nugroho, S.T., M.T., M.T.	Nandan No.44, RT. 04, RW. 38 Sariharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta
3	Fiqi Nurbaya, S.KM., M.Kes.	Perum Korpri Blok U 2, No. 21, RT. 02, RW. 04, Kel. Sendangmulyo, Kec. Tembalang, Kota Semarang.
4	DR. Ir. Endang Setyawati, M.T.	Jl. Palagan Tentara Pelajar, Gg. Gambir 1, Dusun Jongkang, No. 16 B, RT.13, RW. 35, Sariharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta.
5	Suhirman, M.Kom., Ph.D.	Pringgolayan, RT. 05, No. 16, DesaBanguntapan, Kec. Banguntapan, Bantul, DI Yogyakarta.
6	Yul Asriati, S.Psi., M.P.H.	Jl. Kecuridang, Pondok Palm Regency Blok F 24, Dusun III, Parangjoro, Kec. Grogol, Kab. Sukoharjo, Jawa Tengah.
7	MS Hendriyawan A., S.T., M.Eng., Ph.D.	Gg. Merpati, No. 40, Jombor Kidul, Sinduadi, Mlati, Sleman, DI Yogyakarta.



ISBN 978-623-94629-3-2

LINTAS KEILMUAN  
MEMANDANG

# KEBENCANAAN

---

Dwi Kurniati  
Yohanes Anton Nugroho  
Fiqi Nurbaya  
Endang Setyawati  
Suhirman  
Yul Asriati  
MS Hendriyawan A



**Lintas Keilmuan Memandang**

# **Kebencanaan**

**Dwi Kurniati**

**Yohannes Anton Nugroho**

**Fiqi Nurbaya**

**Endang Setyawati**

**Suhirman**

**Yul Asriati**

**MS Hendriyawan A**



**PENERBIT PACE  
2020**

**Sanksi Pelanggaran Pasal 72:  
Undang-Undang Nomor 19 Tahun  
2002  
tentang Hak Cipta**

Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

**Lintas Keilmuan Memandang**

# **Kebencanaan**

**Dwi Kurniati**

**Yohannes Anton Nugroho**

**Fiqi Nurbaya**

**Endang Setyawati**

**Suhirman**

**Yul Asriati**

**MS Hendriyawan A**



**PENERBIT PACE  
2020**

Judul:

**Lintas Keilmuan Memandang Kebencanaan**

Penulis: Dwi Kurniati

Yohannes Anton Nugroho

Fiqi Nurbaya

Endang Setyawati

Suhirman

Yul Asriati

MS Hendriyawan A

*Layout*: Zulfikri Syarif

Putra Ramadani

Copyright@2020

Oleh Penerbit PACE

Padang, Sumatera Barat

Pertama kali diterbitkan  
dalam Bahasa Indonesia

Oleh

Penerbit PACE

CV. PACE

*Partnership for Action on Community Education*

Jl. Subarang Koto Baru, Kubung

Solok-Sumatera Barat

Telp. (+62) 85263097544

Komplek Pondok Pinang D/7

Kota Padang-Sumatera Barat

Telp. (+62) 82230294393

Cetakan Pertama: Oktober 2020

**ISBN: 978-623-94629-3-2**

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian

atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit

## **PRAKATA**

Alhamdulillah, Puji dan Syukur Kepada Allah SWT karena atas Hidayah NYA lah buku ini dapat terselesaikan. Buku dengan Tema "Kebencanaan" Dari Berbagai Keilmuan harapannya dapat menjadi sumber inspirasi dalam memandang dan menilai sebuah bencana.

Buku ini berisi tentang Definisi dari sebuah bencana, Kesiapan menghadapi bencana, Hingga Penilaian Cepat Bencana, Manajemen, Hingga Penanggulangannya dijabarkan dari berbagai sudut pandang keilmuan. Tim penulis yang berasal dari berbagai kebidangan ilmu antara lain Teknik Sipil, Teknik Industri, Arsitektur, Informatika, Kesehatan, Teknik Elektro dan Psikologi menyatakan dengan bahwa BENCANA TIDAK BISA DIHINDARI, NAMUN BERSAHABATLAH DENGAN BENCANA.

Ucapan Terima kasih tak terhingga kepada segenap pihak yang telah mensukseskan buku ini. Harapannya buku ini dapat menjadi referensi dan rujukan tentang lintas keilmuan memandang KEBENCANAAN. Saran dan Masukan sangat kami harapkan guna pengembangan ilmu pengetahuan yang lebih baik lagi ke depannya.

Yogyakarta, September 2020

Tim Penulis



# DAFTAR ISI

## **BAB 1**

### **Bencana dari Sudut Pandang Teknik Sipil**

*Oleh Dwi Kurniati, S.T., M.T.*

- A. Pendahuluan ... (1)**
- B. Bencana alam ... (7)**
  - 1. Gempa bumi ... (7)
  - 2. Erupsi gunung api ... (13)
  - 3. Tsunami ... (16)
- C. Assessment kelayakan bangunan ... (17)**
- D. Assessment keandalan bangunan ... (19)**
- E. Daftar Pustaka ... (21)**

## **BAB 2**

### **Penanggulangan Bencana pada Industri**

*Oleh Yohanes Anton Nugroho, S.T., M.T., M.T*

- A. Bencana di Indonesia ... (23)**
- B. Kesiapsiagaan bencana pada sektor bisnis dan industri**
- C. Kesiapsiagaan sektor bisnis dan industri menurut FEMA (1999) ... (27)**
- D. Kesiapsiagaan sektor bisnis dan industri menurut NFPA 1600 ... (28)**
  - 1. Arah dan kontrol (*direction and control*) ... (29)
  - 2. Komunikasi (*communication*) ... (29)
  - 3. Perlindungan hidup (*life safety*) ... (29)
  - 4. Perlindungan properti (*property protection*) ... (30)
  - 5. Pemulihan dan pembangunan kembali (*recovery and restoration*) ... (30)
  - 6. Administrasi dan logistik (*administration and logistic*) ... (30)
- E. Kesiapsiagaan sektor bisnis dan industri menurut EPICC (2003) ... (31)**
- F. Model kesiapsiagaan bencana gempa bumi pada industri kecil ... (35)**
  - 1. Perlindungan properti (*property protection*) ... (38)

2. *Business continuity and recovery* ... (43)
3. *Recovery and Restoration* ... (43)

## **G. Daftar Pustaka ... (47)**

### **BAB 3**

## **Penilaian Cepat Masalah Kesehatan pada Kejadian Bencana (*Rapid Health Assessment*)**

*Oleh Fiqi Nurbaya, S. KM., M.Kes.,*

### **A. Definisi ... (49)**

### **B. Fokus ... (52)**

1. Tim Reaksi Cepat ... (53)
2. Tim Penilaian Cepat (RHA team) ... (53)
3. Tim Bantuan Kesehatan ... (54)

### **C. Point dan Penjabaran focus ... (54)**

1. Tujuan *Rapid Health Assesment* ... (56)
2. Manfaat *Rapid Health Assesment* ... (57)
3. Pelaksana *Rapid Health Assesment* ... (57)
4. Kriteria Petugas ... (57)
5. Lokasi *Rapid Health Assessment* ... (58)
6. Ruang Lingkup Penilaian ... (58)
7. Metode Pengumpulan Data ... (59)
8. Informasi yang perlu dikumpulkan pada saat melakukan RHA meliputi ... (60)
9. Analisis Data ... (62)
10. Penyajian Data dan Rekomendasi ... (63)
11. Cara Penyampaian Informasi ... (64)

## **Daftar Pustaka ... (65)**

### **BAB 4**

## **Bencana dari Sudut Pandang Arsitektur**

*Oleh Dr. Ir. EndangSetyawati, MT*

### **A. Pengertian bencana dalam arsitektur ... (67)**

### **B. Bencana yang berakibat pada bangunan ... (71)**

1. Bencana alam ... (71)
2. Bencana buatan manusia ... (76)
  - a. Kesiapsiagaan bencana pada bidang arsitektur ... (76)

- b. Model/standart kesiapan bencana pada bangunan tidak bertingkat ... (79)
- c. Model/standart kesiapan bencana pada bangunan bertingkat rendah dan sedang ... (81)
- d. Kesiapan bencana dalam skala kota ... (86)

**C. Daftar Pustaka ... (88)**

**BAB 5**

**Perancangan Sistem *Wireless Sensor Network* Pendeteksi Kebakaran Lahan dan Hutan**

*Oleh Suhirman, M. Kom., Ph.D.*

**A. Pendahuluan ... (89)**

**B. Kajian teori ... (91)**

1. Pengertian aplikasi *mobile* ... (94)
2. Wemos D1 mini ... (94)
3. Sensor MQ 2 ... (95)
4. Wi-Fi (*wireless fidelity*) ... (96)

**C. Perancangan ... (96)**

1. Perancangan sistem ... (97)
2. Rangkaian hardware ... (98)

**D. Hasil dan pembahasan ... (99)**

**E. Daftar pustaka ... (103)**

**BAB 6**

**Manajemen Logistik Bencana**

*Oleh Yul Asriati, S. Psi. M.P.H*

**A. Definisi ... (105)**

1. Proses manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana ... (107)
2. Penyelenggaraan manajemen logistik bencana ... (121)
  - a. Umum ... (121)
  - b. Penyelenggaraan Tingkat Nasional ... (121)
  - c. Penyelenggaraan Tingkat Provinsi ... (122)
  - d. Penyelenggaraan Tingkat Kabupaten/Kota ... (123)
3. Alur penyelenggaraan manajemen logistik bencana ... (124)

**B. Daftar Pustaka ... (127)**

**BAB 7**

**Tinjauan Implementasi Teknologi Internet of Thing (IOT)  
Untuk Manajemen Kebencanaan**

*Oleh MS Hendriyawan A., S.T., M.Eng., Ph.D.*

**A. Latarbelakang ... (129)**

**B. Protokol Komunikasi IOT untuk Manajemen Bencana  
... (131)**

1. *Infrastructure layer* ... (133)
2. *Data layer* ... (134)
3. *Communication layer* ... (135)
4. *Discovery layer* ... (137)
5. *Semantic layer* ... (137)
6. *Multi-layer framework layer* ... (138)
7. *Security layer* ... (139)

**C. Piranti IoT komersil untuk manajemen bencana ...  
(140)**

1. *Brinco* ... (140)
2. *Brck* ... (140)
3. *Grillo* ... (141)
4. *Citizen flood detection network* ... (141)
5. *Flood beacon* ... (142)
6. *Floating sensor network* ... (142)
7. *Lightning detection* ... (142)
8. *Alarms* ... (143)
9. *My shake* ... (143)

**D. Implementasi teknologi iot untuk sistem manajemen  
bencana ... (144)**

1. Manajemen bencana vulkanik ... (144)
2. Manajemen bencana banjir ... (146)
3. Manajemen bencana kebakaran hutan ... (147)
4. Manajemen bencana tanah longsor ... (149)
5. Manajemen bencana gempa bumi ... (150)

**E. Tantangan teknologi iot untuk manajemen bencana  
... (151)**

1. Efektifitas biaya ... (151)

2. Standarisasi ... (151)
3. *Context awareness* ... (151)
4. Toleransi kesalahan ... (152)
5. Analisis data ... (152)
6. Perbaruan pengetahuan ... (153)
7. Keamanan data ... (153)
- F. Kesimpulan ... (154)

## **G. Daftar Pustaka ... (155)**

### **Daftar Tabel**

- Tabel 1. Nama Patahan/Sesar di Indonesia ... (5)
- Tabel 2. Skala Intensitas ... (12)
- Tabel 3. Formulir Penilaian Kelayakan Struktur ... (17)
- Tabel 4. Keandalan bangunan ... (20)
- Tabel 5. Perbandingan jenis protokol pada lapisan komunikasi piranti IoT ... (137)
- Tabel 6. Perbandingan produk IoT komersil untuk manajemen bencana ... (144)

### **Daftar Gambar**

- Gambar 1. Klasifikasi Bencana ... (2)
- Gambar 2. *Ring of Fire* ... (3)
- Gambar 3. Pergerakan Lempeng... (4)
- Gambar 4. Sebaran Patahan/Sesar di Indonesia... (5)
- Gambar 5. Penyebab Gempa Bumi ... (7)
- Gambar 6. Gelombang Gempa ... (8)
- Gambar 7. Sebaran Gempa Bumi di Indonesia ... (9)
- Gambar 8. Skala MMI ... (11)
- Gambar 9. Skala Richter ... (12)
- Gambar 10. Sebaran Gunung Api Aktif di Indonesia ... (13)
- Gambar 11. Tingkat isyarat Gunung api ... (15)
- Gambar 12. Zona Potensi Tsunami ... (16)
- Gambar 13. Hubungan kekuasaan antara emergency management stakeholders (*National Research Council, 2006*) ... (26)
- Gambar 14. Pemberian pengait pada rak ... (39)

- Gambar 15. Pemberian pengait pada tabung ... (40)
- Gambar 16. Pemberian pengait pada alat elektronik ... (41)
- Gambar 17. Pemberian peredam getaran ... (42)
- Gambar 18. Kekeringan mengakibatkan kerusakan lingkungan ... (75)
- Gambar 19. Contoh bentuk struktur Pneumatik ... (85)
- Gambar 20. Wemos D1 Mini (Sumber: [www.wemos.cc](http://www.wemos.cc)) ..(95)
- Gambar 21. Sensor MQ 2 (Sumber: [www. Component s 101.com](http://www.Component s 101.com)) ... (96)
- Gambar 22. Diagram Blok Perancangan Sistem ... (98)
- Gambar 23. Rangkaian Hardware Elektronik ... (99)
- Gambar 24. Tampilan Halaman Beranda, Peta, dan Berita ... (100)
- Gambar 25. Rangkaian Mikrokontroler ... (101)
- Gambar 26. Proses Manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana (Perka BNPB Nomor 13 Tahun 2008) ... (107)
- Gambar 27. Contoh formulir Perencanaan/Inventarisasi Kebutuhan (Perka BNPB Nomor 13 Tahun 2008) ... (109)
- Gambar 28. Contoh formulir Permintaan bantuan logistik (Perka BNPB Nomor 4 Tahun 2009) ... (110)
- Gambar 29. Contoh formulir Penerimaan/Pengadaan (Perka BNPB Nomor 13 Tahun 2008) ... (112)
- Gambar 30. Contoh formulir Pengadaan bantuan logistik (Perka BNPB Nomor 4 Tahun 2009) ... (113)
- Gambar 31. Contoh formulir penyimpanan dan pergudangan (Perka BNPB Nomor 13 Tahun 2008) ... (114)
- Gambar 32. Contoh formulir pendistribusian (Perka BNPB Nomor 13 Tahun 2008) ... (116)
- Gambar 33. Contoh formulir Pengangkutan (Perka BNPB Nomor 13 Tahun 2008) ... (118)
- Gambar 34. Contoh formulir Penerimaan (Perka BNPB Nomor 13 tahun 2008) ... (119)
- Gambar 35. Alur Permintaan Bantuan Logistik (Perka BNPB

- Nomor 4 Tahun 2009) ... (124)
- Gambar 36. Alur Pendistribusian Bantuan Logistic Bencana (Perka BNPB Nomor 4 Tahun 2009) ... (125)
- Gambar 37. Lapisan protokol komunikasi piranti IoT untuk manajemen bencana ... (132)
- Gambar 38. Model sistem tanggap bencana vulkanik ... (145)
- Gambar 39. Model pemantauan banjir berbasis CCTV dan IoT ... (147)
- Gambar 40. Model sistem deteksi kebakaran hutan. (a) Arsitektur Open MTC secara umum. (b) Antarmuka antara GSCL dan NSCL. ... (148)
- Gambar 41. Struktur jaringan IoT *Nerve Net* untuk manajemen bencana gempa bumi ... (150)

# BAB 1

## Bencana dari Sudut Pandang Teknik Sipil



**Dwi Kurniati, S.T., M.T.**

*Penulis adalah Dosen Teknik Sipil Universitas Teknologi Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebagai akademisi dan Reviewer Jurnal Nasional, beliau juga seorang praktisi. Aktif di dalam dunia konstruksi, serta kerap menjadi konsultan teknik.*

### **A. Pendahuluan**

Menurut Undang-Undang nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, definisi bencana ialah suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Terdapat tiga kategori bencana antara lain bencana alam, bencana non alam serta bencana sosial. Pembagian/klasifikasi bencana dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

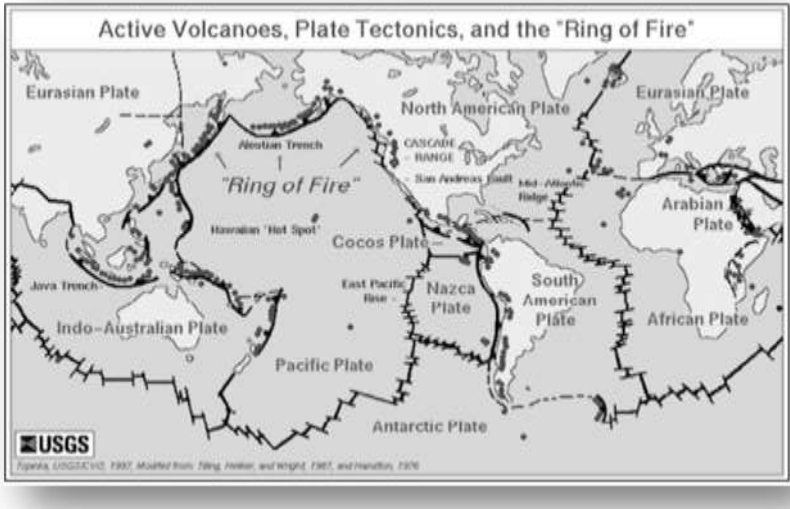




**Gambar 1.** Klasifikasi Bencana

Kejadian Bencana adalah peristiwa bencana yang terjadi dan dicatat berdasarkan tanggal kejadian, lokasi, jenis bencana, korban dan/ataupun kerusakan. Jika terjadi bencana pada tanggal yang sama dan melanda lebih dari satu wilayah, maka dihitung sebagai satu kejadian.

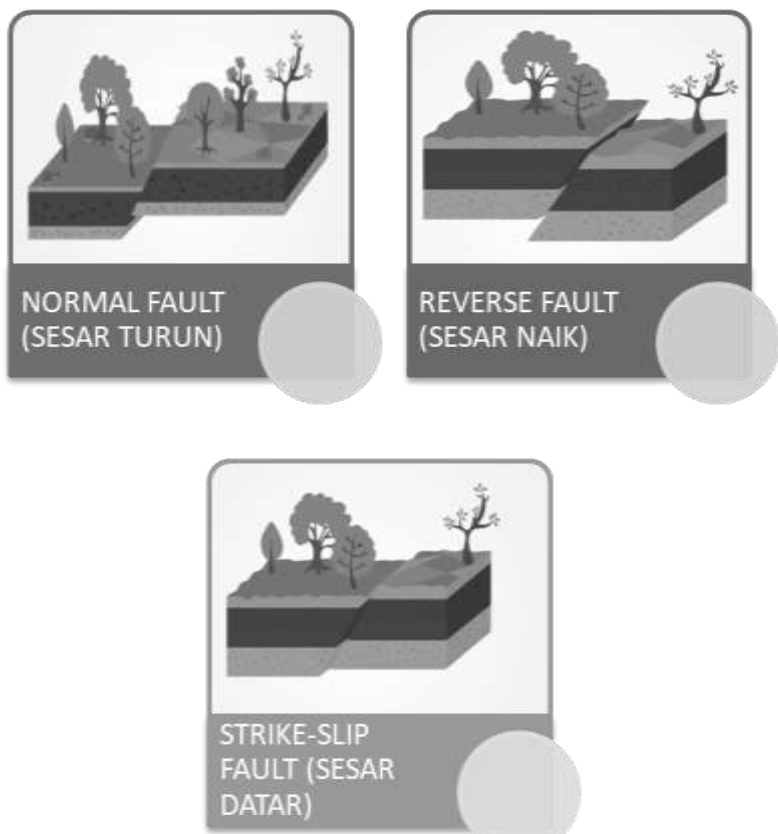
Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng besar dunia yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Austria, dan Lempeng Pasifik. Cincin Api Pasifik atau "Ring of Fire" ini merupakan area yang terdapat banyak aktifitas seismik yang terdiri dari busur vulkanik dan parit-parit (palung) di dasar laut. Cincin Api ini juga memiliki panjang lebih dari 40000 km memanjang dari barat daya Amerika Selatan dibagian timur hingga ke sebelah tenggara benua Australia di sebelah barat. Pada wilayah yang disebut Cincin Api inilah banyak terjadi gempa bumi dan letusan gunung berapi. Sekitar 90% dari gempa bumi yang terjadi dan 81% dari gempa bumi terbesar di dunia terjadi di sepanjang Cincin Api ini.



**Gambar 2.** *Ring of Fire*

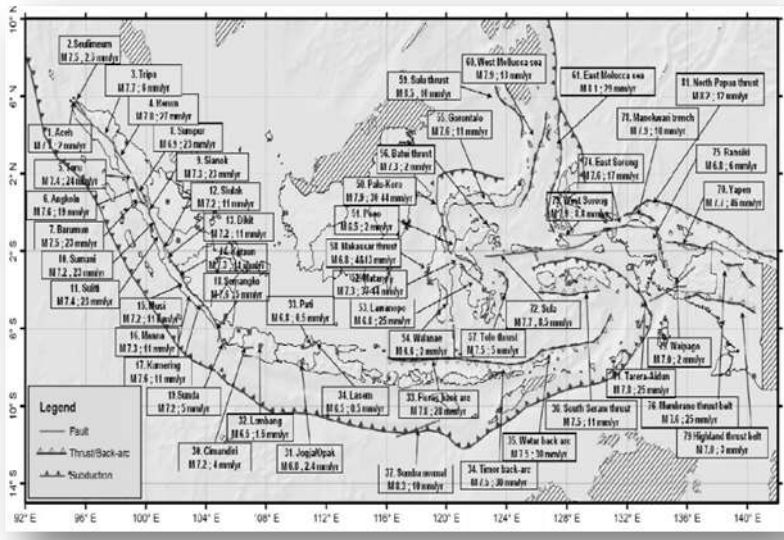
Antara ketiga lempeng-lempeng tersebut dapat berubah posisi dan ukuran dengan kecepatan 1-10 cm per tahun, jika terjadi desakan antar lempeng secara horizontal, maka terjadi gempa bumi, namun apabila terjadi desakan antar lempeng secara vertikal maka akan terjadi letusan gunung berapi. Aktivitas magmatik ini berpotensi menyebabkan gempa bumi. Ketika lempeng bumi bergerak dapat terjadi tiga kemungkinan Gambar 3:

- a) Lempeng-lempeng bergerak saling menjauhi sehingga memberikan ruang untuk dasar laut yang baru.
- b) Lempeng saling bertumbukan yang menyebabkan salah satu lempeng terdesak kebawah dari lempeng yang lain.
- c) Tepian lempeng meluncur tanpa pergesekan yang berarti.



**Gambar 3.** Pergerakan Lempeng

Desakan atau pergerakan lempeng inilah yang disebut patahan/sesar. Di Indonesia banyak sekali patahan/sesar yang dapat kita temukan. Terdapat sekitar 53 patahan/sesar khusus di Indonesia sendiri yang berada di sepanjang Sabang hingga Merauke. Patahan/Sesar ini dapat dilihat pada Gambar 4, dan penamaannya dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.



**Gambar 4.** Sebaran Patahan/Sesar di Indonesia

**Tabel 1.** Nama Patahan/Sesar di Indonesia

No	Nama Patahan	Slip Rate
1	Aceh	2 mm/tahun
2	Seulimeum	2.5 mm/tahun
3	Tripa	6 mm/tahun
4	Renun	27 mm/tahun
5	Toru	24 mm/tahun
6	Angkola	19 mm/tahun
7	Barumun	4 mm/tahun
8	Sumpur	23 mm/tahun
9	Sianok	23 mm/tahun
10	Sumani	23 mm/tahun
11	Suliti	23 mm/tahun
12	Siulak	23 mm/tahun
13	Dikit	11 mm/tahun
14	Ketaun	11 mm/tahun
15	Musi	11 mm/tahun

<b>16</b>	Manna	11 mm/tahun
<b>17</b>	Kumering	11 mm/tahun
<b>18</b>	Semangko	5 mm/tahun
<b>19</b>	Sunda	5 mm/tahun
<b>20</b>	Cimandiri	4 mm/tahun
<b>21</b>	Opak(Jogja)	2.4 mm/tahun
<b>22</b>	Lembang	1.5 mm/tahun
<b>23</b>	Pati	0.5 mm/tahun
<b>24</b>	Lasem	0.5 mm/tahun
<b>25</b>	Flores back-arc	28 mm/tahun
<b>26</b>	Timor back-arc	30 mm/tahun
<b>27</b>	Wetar back-arc	30 mm/tahun
<b>28</b>	Sumba normal	10 mm/tahun
<b>29</b>	South Seram thrust	11 mm/tahun
<b>30</b>	Palu-Koro	30/35/44 mm/tahun
<b>31</b>	Poso	2 mm/tahun
<b>32</b>	Matano	37/44 mm/tahun
<b>33</b>	Lawanopo	25 mm/tahun
<b>34</b>	Walanae	2 mm/tahun
<b>35</b>	Gorontalo	11 mm/tahun
<b>36</b>	Batui thrust	2 mm/tahun
<b>37</b>	Tolo thrust	9/19 mm/tahun
<b>38</b>	Makassar thrust	4/13 mm/tahun
<b>39</b>	Sulu thrust	10 mm/tahun
<b>40</b>	West Molucca sea	13 mm/tahun
<b>41</b>	East Molucca sea	29 mm/tahun
<b>42</b>	Yapen	46 mm/tahun
<b>43</b>	Tarera Aidun	20 mm/tahun
<b>44</b>	Sula	8.5 mm/tahun
<b>45</b>	West Sorong	8.5 mm/tahun
<b>46</b>	East Sorong	17 mm/tahun
<b>47</b>	Ransiki	8.5 mm/tahun
<b>48</b>	West Mamberambo	22 mm/tahun
<b>49</b>	East Mamberambo	22 mm/tahun
<b>50</b>	Manokwari	10 mm/tahun

51	Waipago	2 mm/tahun
52	Highland thrust belt	10 mm/tahun
53	North Papua thrust	12 mm/tahun

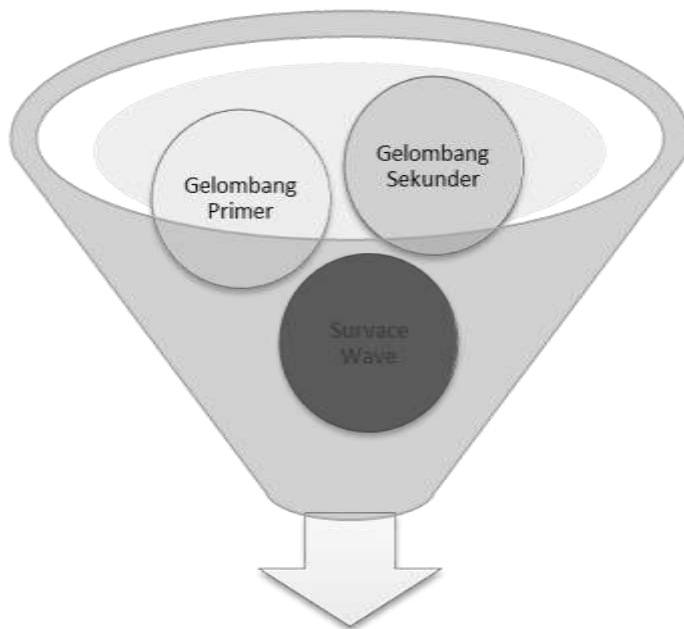
## B. Bencana alam

### 1. Gempa bumi

Gempa bumi ialah getaran yang terjadi pada permukaan bumi akibat pelepasan energi tiba-tiba dari dalam perut bumi. Gempa bumi juga dapat disebabkan oleh pergerakan suatu lempeng bumi. Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif, aktivitas gunung api atau runtuhannya batuan (BMKG, 2020).



**Gambar 5.** Penyebab Gempa Bumi

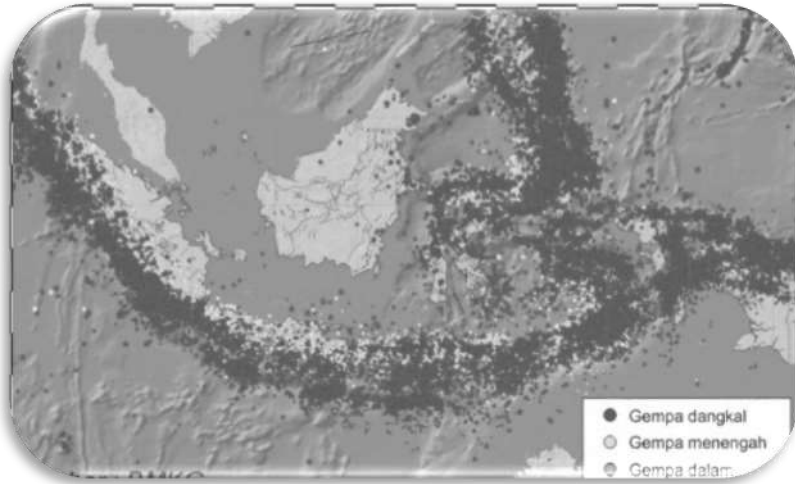


Gelombang Gempa Berdasarkan Kecepatan dan Arah Rambatan

**Gambar 6.** Gelombang Gempa

Gempa pada umumnya diawali dengan gempa utama atau biasa sering disebut dengan "Main Shock" dengan skala yang besar hal ini dikarenakan energi yang tersimpan cukup lama kemudian meledak. Gempa utama ini biasanya diikuti dengan gempa susulan yang disebut dengan "After Shock". Pada gempa susulan energi akan semakin berkurang lama kelamaan, namun waktu terjadinya after shock ini tidak bisa diprediksi kapan waktunya. Karena hal itulah gempa bumi bersifat "unpredictable". Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini belum ada yang bisa memprediksi kapan

dan dimana gempa akan terjadi. Contoh sebaran gempa yang terjadi di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 7.

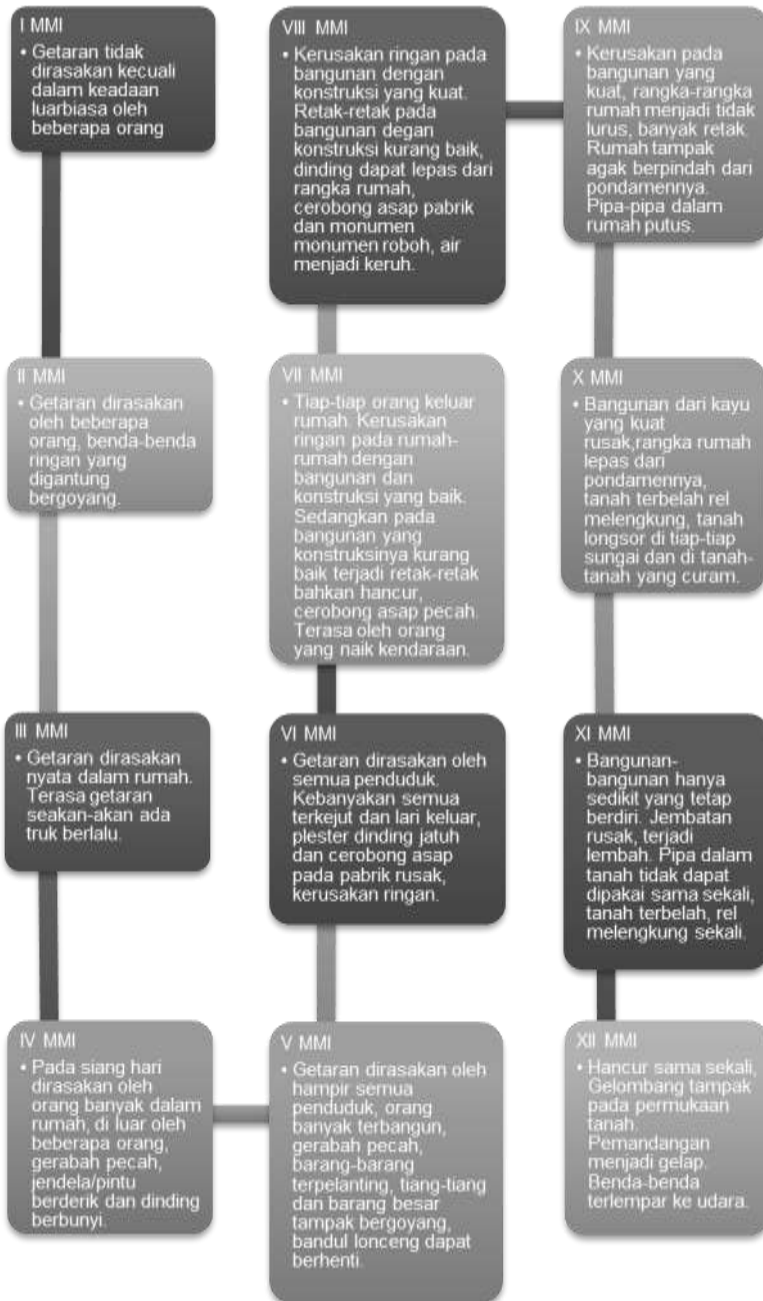


**Gambar 7.** Sebaran Gempa Bumi di Indonesia

Tanah lunak akan menyebabkan gelombang gempa mengalami perkuatan atau dinamakan "Amplifikasi", Sedangkan tanah yang keras akan membuat perlemahan gelombang gempa atau biasa disebut "Deamplifikasi". Sedangkan tanah yang kehilangan kekuatannya akibat tekanan air Pori pada saat gempa terjadi disebut "Likuifaksi". Pada saat gempa terjadi, terdapat beberapa skala yang dapat digunakan untuk mengukur besaran gempa, mulai dari Skala MMI, Skala Intensitas hingga Skala Richter.

Skala MMI (Modified Mercalli Intensity) ialah skala atau satuan yang mengukur kekuatan gempa bumi berdasarkan efek/akibat/dampak yang dirasakan. Skala ini diciptakan oleh seorang vulkanologis yang bernama Giuseppe Mercalli pada tahun 1902 dari Italia. Skala MMI terbagi menjadi 12 kategori yang dapat dilihat pada Gambar 8. Skala Intensitas pada Tabel 2.



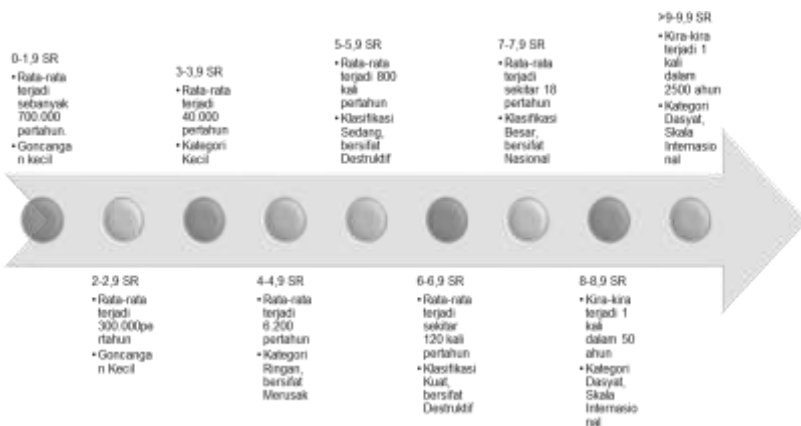


**Gambar 8.** Skala MMI

**Tabel 2.** Skala Intensitas

Skala SIG BMKG	Warna	Deskripsi Sederhana	Deskripsi Rinci	Skala MMI	PGA (gal)
I	Putih	TIDAK DIRASAKAN (Not Felt)	Tidak dirasakan atau dirasakan hanya oleh beberapa orang tetapi terekam oleh alat.	I-II	< 2.9
II	Hijau	DIRASAKAN (Felt)	Dirasakan oleh orang banyak tetapi tidak menimbulkan kerusakan. Benda-benda ringan yang digantung bergoyang dan jendela kaca bergetar.	III-V	2.9-88
III	Kuning	KERUSAKAN RINGAN (Slight Damage)	Bagian non struktur bangunan mengalami kerusakan ringan, seperti retak rambut pada dinding, atap bergeser ke bawah dan sebagian berjatuhan.	VI	89-167
IV	Jingga	KERUSAKAN SEDANG (Moderate Damage)	Banyak Retakan terjadi pada dinding bangunan sederhana, sebagian roboh, kaca pecah. Sebagian plester dinding lepas. Hampir sebagian besar atap bergeser ke bawah atau jatuh. Struktur bangunan mengalami kerusakan ringan sampai sedang.	VII-VIII	168-564
V	Merah	KERUSAKAN BERAT (Heavy Damage)	Sebagian besar dinding bangunan permanen roboh. Struktur bangunan mengalami kerusakan berat. Rel kereta api melengkung.	IX-XII	> 564

Skala Richter (SR) merupakan skala yang dicetuskan oleh seorang fisikawan asal Italia ini disederhanakan menjadi beberapa klasifikasi Magnitudo sehingga lebih bisa diterima masyarakat. Skala Richter dapat dilihat pada Gambar 9 berikut

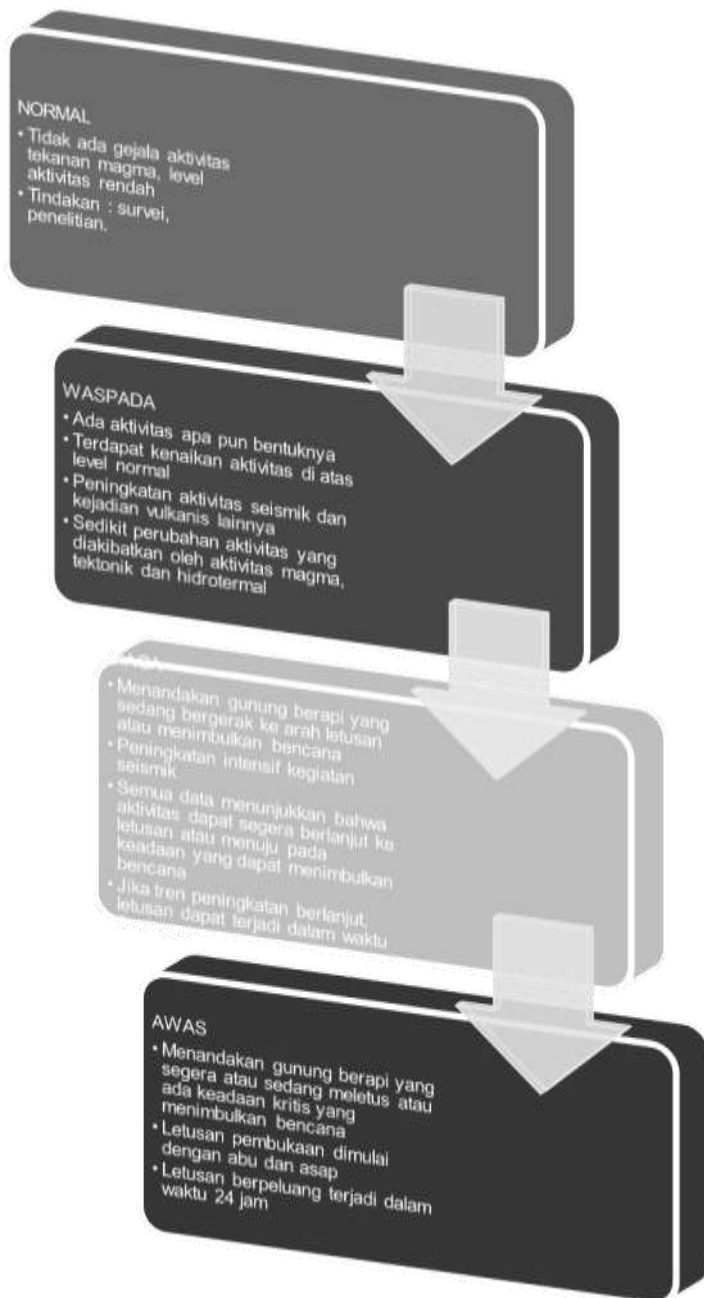


**Gambar 9.** Skala Richter



yang berbeda. Hasil rekaman ini dikenal dengan nama seismogram. Sedangkan tiltmeter ialah alat untuk mengukur perubahan bentuk atau deformasi dari gunung api. Alat ini berfungsi mendeteksi pengembangan atau pengempisan tubuh gunung.

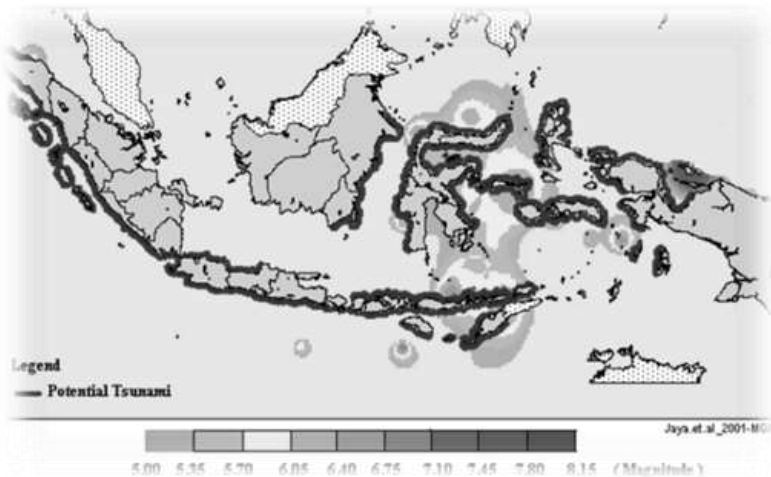
Guna mengantisipasi dan menjaga kondisi masyarakat tetap aman maka pemerintah mengeluarkan tingkat isyarat gunung api yang dapat di lihat berikut ini.



**Gambar 11.** Tingkat isyarat Gunung api

### 3. Tsunami

Tsunami berasal dari bahasa Jepang, tsu (pelabuhan) dan name (ombak besar) yang jika diartikan menjadi gelombang pelabuhan. Tsunami merupakan gelombang pasang yang bergerak dengan kecepatan tinggi, sehingga terkadang disebut sebagai kereta gelombang. Tsunami merupakan rangkaian gelombang, gelombang yang paling awal suatu tsunami bukanlah yang paling menghancurkan. Mengenal penyebab tsunami, seperti yang kita ketahui bahwa di dasar laut dapat kita temukan kerak bumi, gunung api bawah air dan magma. Tsunami dapat terjadi disebabkan oleh gempa bumi, letusan gunung api bawah air, longsoran bawah laut serta meteor yang jatuh ke bumi. Pergerakan lempeng yang beradu ini juga dapat menimbulkan tsunami. Tsunami adalah gelombang laut yang sangat besar. Indonesia yang merupakan negara yang memiliki titik gempa terbanyak di dunia (mencapai 129 titik) merupakan negara rawan gempa terbesar di dunia yang dapat menimbulkan gelombang tsunami. Berikut adalah zona potensi tsunami yang dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Zona Potensi Tsunami

### C. Assessment kelayakan bangunan

Suatu bangunan memiliki banyak cara dalam pengukuran. Guna mengantisipasi kerusakan pada saat mulai pekerjaan pembangunan maka bangunan tersebut dapat dinilai dengan cara penilaian kelayakan bangunan serta tingkat kerapian yang nilai akhirnya akan memberikan rekomendasi dari elemen struktur maupun elemen non struktur bangunan tersebut. Formulir penilaian terhadap aspek-aspek apa saja yang di amati dapat di lihat pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Formulir Penilaian Kelayakan Struktur

<b>OBSERVATION</b>		
<b>Master Plan</b>	1	Development based on plan images
<b>Site Plan</b>	2	Symmetrical Floor Plan
	3	no protrusion > 25% of the largest floor plan size
<b>Foundation</b>	4	Depth according to the design manual (min. 60cm)
	5	There is a Work/Based Isolation floor
	6	Bottom width according to the design manual (min. 60cm)
	7	Column bones are implanted in foundations as deep as 40d or more
	8	Hard times stone or hard white stone
	9	Mortar mixture for speci 1pc : 2 sand
<b>Sloof</b>	10	Minimum size according to design manual (min. 12cm x 15cm)
	11	Elongated shoulders according to the design manual (min. 4D10)
	12	Stirrup bones according to the design manual (min. D8-150)
	13	There's a angkur to the foundation
	14	Is sloof concrete Good (not torn)
	15	Concrete mixture 1pc : 2 sand : 3 gravel

<b>Column</b>	16	Minimum size according to design manual (min. 15cm x 15cm)
	17	Elongated bones according to the design manual (min 4d10)
	18	Stirrup bones according to the design manual (min d8-150)
	19	Is the concrete mix of columns good
	20	Trasram Blend 1pc:2sand
	21	Concrete mixture 1pc : 2 sand : 3 gravel
<b>Beam</b>	22	Minimum size according to design manual (min. 12cm x 15cm)
	23	Elongated bones according to the design manual (min 4D10)
	24	Stirrup bones according to the design manual (min D8-150)
	25	Is the mix of concrete ring balk good
	26	Concrete mixture 1pc : 2 sand : 3 gravel
<b>Wall</b>	27	Wall area bordered by beams, sloof and columns no more than 9 m2
	28	Brick/Brick Wall Material/Hebel
	29	There's a angkur to the column
	30	Mortar mixture for speci 1pc : 2 sand
	31	Trasram 0.20 m below the floor
	32	Trasram 0.20 m Above the floor
	33	Trasram Bathroom 1.50m Above Floor
	34	Trasram Mixture 1psc:2sand
	35	There are Angkur to Columns every distance of 1 m
<b>Bone Detail At Joint</b>	36	The shoulder at the end corner is 40d or 30d long with a hook.
	37	There is an overlap min 40d
<b>Roof Frame</b>	38	There are angkur for gording
	39	Is the concrete mix of slanted beams good
	40	Minimum size according to design manual (min. 12cm x 15cm)
	41	Elongated bones according to the design manual (min 4D10)



	42	Stirrup bones according to the design manual (min D8-150)
	43	There's a wind bond
	44	Light Steel C/B/A Profile
	45	Maximum Distance of Horses 150cm
	46	There's a Wind Bond
	47	Booster/Booster System
<b>Roof</b>	48	Galvalum
	49	Installation By Expert
	50	Booster/Booster System

Hasil dari penilaian ini akan memberikan berapa persen kelayakan dari suatu bangunan diukur dari elemen struktur dan non strukturnya.

#### **D. Assessment keandalan bangunan**

Suatu bangunan memiliki masa layan yang direncanakan 18 riter sama, biasanya direncanakan 50 hingga 75 tahun ke depan dalam kemampuan melayani. Kemampuan bekerjanya setiap elemen baik struktur maupun non struktur dalam menjalankan fungsinya berdasarkan perencanaan dengan baik disebut dengan keandalan. Keandalan bangunan juga dipengaruhi oleh standar atau peraturan yang berlaku pada saat perencanaan bangunan tersebut. Jika suatu bangunan telah mengalami tahun yang cukup panjang maka, bangunan tersebut sebaiknya dilakukan uji keandalan yang telah diatur dalam panduan teknis tata cara pemeriksaan keandalan bangunan gedung tahun 1998 serta oleh Departemen Pekerjaan Umum, serta Permen PU No.29/PRT/M/2006.

Proses yang dilakukan ialah 18riter skoring pada form hasil 18riter evaluasi keandalan bangunan gedung. Hasil akhir yang didapatkan dari hasil perhitungan merupakan

rekomendasi nilai kelayakan dari bangunan tersebut. Aspek-aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Keandalan bangunan

No	Aspek Yang Dinilai	KRITERIA PENILAIAN (%)					BOBOT Penilaian (%)	Nilai Total Keandalan (%)
		Andal	Nilai K	Kurang Andal	Nilai K	Tidak Andal		
1	Arsitektur	95-100		75<95		<75	10	
2	Struktur	95-100		85<95		<85	30	
3	Utilitas dan Proteksi	99-100		95<99		<95	50	
4	Aksesibilitas	95-100		75<95		<75	5	
5	Tata Bangunan dan Lingkungan	95-100		75<95		<75	5	
<b>JUMLAH TOTAL</b>							100	
Bangunan Yang Diperiksa :				Masuk Kategori :				

Keterangan:

Andal :  $\mu$  = 95-< 100%

Kurang Andal :  $\mu$  = 75-<95%

Tidak Andal :  $\mu$  = <75%

# Daftar Pustaka

- Bappenas dan BNPB., (2010). Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2010-2012. Jakarta.
- Bappenas dan BNPB., (2011). Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pascabencana Erupsi Gunung Merapi Provinsi D.I. Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2011-2013.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1998). Panduan Teknis Tata Cara Pemeriksaan Keandalan Bangunan Gedung.
- Federation Emergency Management Agency, (2011). Multi-Hazard Emergency Planning for Campus Executives, G367. Emmitsburg.
- DPU 2016. Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa. Jakarta.
- FEMA P-58-3. (2018). Seismic Performance Assessment Of Building.
- Interworks, (1998). Model for a National Disaster Management Structure, Preparedness, Plan, and Supporting Legislation. Disaster Management Training Program. Interworks.
- Iona College. (2010). Emergency And Disaster Plan. Revised 2010. Amerika Serikat.
- Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum, (2000). Tentang Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan, Nomor: 10/KPTS/2000. Jakarta.
- Kementrian Kesehatan RI. (2011). Tinjauan Penanggulangan Krisis Kesehatan, Pusat Penanggulangan Krisis kesehatan, Buku Tahunan 2010. Jakarta.
- McCluskey, B. J. D., (2012). Emergency Planning For Campus Executives. 15<sup>th</sup> Annual Federal Emergency Management Higher Education Conference June 4-7, 2012. Newark. New Jersey.
- Portland State University, (2011). Portland State University: Comprehensive Emergency Management Plan. Portland. Amerika Serikat.
- Purdue University, (2012). Integrated Emergency Management Plan. Amerika Serikat.

- UII. (2013). Rencana Induk Pengembangan 2013-2038. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sarma S. B.L., (2011). Model Disaster Management Plan for High Schools and Higher Secondary Schools. Secondary Education, Assam. Kahilipara, Guwahati.
- Savannah State University. (2011). Emergency Action And Disaster Management Plan. Amerika Serikat.
- Sijabat H.R., (2000). Urban Disaster Mitigation. The International Course on Sustainable Structural Safety Design for Building Engineers.
- Sorensen J. H., Mileti D. S., (1987). Decision-Making Uncertainties In Emergency Warning System Organizations. International Journal of Mass Emergencies and Disaster, March 1987, Vol. 5, No. 1, 33-61.
- The University of Texas. Strategic Plan. Environmental health & safety office of emergency management. Dallas. Amerika Serikat
- Undang-Undang Republik Indonesia, (2007). Tentang Penanggulangan Bencana, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 66, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4723, Nomor 24 Tahun 2007. Jakarta.
- Permen PU No.29/PRT/M/2006.
- Widodo, (2012). Seismology Teknik & Rekayasa Kegempaan. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.



## BAB 2

# Penanggulangan Bencana pada Industri

**Yohanes Anton Nugroho, S.T., M.T., M.T**



*Penulis adalah Dosen dan Alumni Program Studi teknik Industri Universitas Teknologi Yogyakarta. Menyelesaikan Pendidikan double degree pada Magister di Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (konsentrasi Manajemen Rekayasa Kegempaan) dan Juga Magister Teknik Industri UPN Veteran Yogyakarta. Saat ini aktif mengajar dan melakukan penelitian di bidang Operations Management and Engineering dan Logistics and Supply Chain.*

### **A. Bencana di Indonesia**

Bencana merupakan suatu hal yang sering dialami oleh penduduk di wilayah Republik Indonesia, yang terletak di daerah yang rawan bencana, baik berupa bencana alam atau pun bencana non alam. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor

manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia.

FEMA (1993) telah mengembangkan suatu pedoman untuk mendukung kesiap siagaan bagi sector industri di Amerika Serikat, yaitu *Emergency Management Guide for Business and Industry*. Sementaraitu NFPA (2010) juga telah mengembangkan NFPA 1600 atau *Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs*, yang ditujukan untuk rekomendasi praktis untuk manajemen bencana pada sektorbisnis dan industri EPICC (2003) mengembangkan pedoman untuk mempengaruhi dan membantu sektor bisnis di seluruh British Columbia mempersiapkan keadaan darurat dan bencana.

ISDR (2005) telah menerbitkan *Hyogo Framework for Action*, dimana pada Pasal 13.i menggariskan bahwa penggal akan budaya kesiap siagaan, salah satunya termasuk melalui mobilisasi sumber daya yang memadai untuk pengurangan risiko bencana, yang diharapkan mampu untuk melindungi dan menyelamatkan nyawa, hartabenda dan pendapatan, memberikan kontribusi pada keberlanjutan pengembangan, dan menghemat biaya dibandingkan mengandalkan upaya penanganan pasca bencana dan pemulihan. Pasal 19. Menjelaskan pentingnya mempromosikan pembentukan kemitraan publik-swasta untuk lebih melibatkan sector swasta dalam kegiatan pengurangan risiko bencana, menumbuhkan budaya pencegahan bencana, sehingga lebih melibatkan sector swasta dalam kegiatan pengurangan risiko bencana.

Perka BNPB Nomor 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana, menjelaskan bahwa pencegahan bencana adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko bencana, baik melalui pengurangan ancaman bencana maupun kerentanan pihak yang terancam bencana. Upaya untuk mengurai atau menghilangkan risiko diwujudkan melalui upaya mitigasi, yang dapat merupakan serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui

pembangunan fisik maupun kesadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.

Berdasarkan UU No. 24 Tahun 2007, kesiap siagaan didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna. LIPI UNESCO/ISDR (2006) menjelaskan bahwa kesiapsiagaan individu dan rumah tangga untuk mengantisipasi bencana alam, khususnya dalam menghadapi risiko gempa bumi dipengaruhi antara lain:

1. Pengetahuan dan sikap terhadap risiko bencana;
2. Kebijakan dan panduan;
3. Rencana untuk keadaan darurat bencana;
4. Sistem peringatan bencana
5. Kemampuan untuk memobilisasi sumber daya.

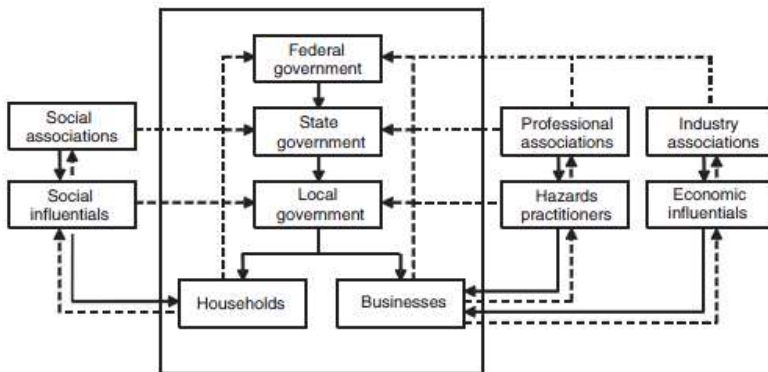
Kesiap siagaan bencana termasuk tindakan yang diambil sebelum terjadinya bencana dengan mengantisipasi masalah tindakan penanganan dan pemulihan bencana (*recovery*). Tindakan yang diambil termasuk pelatihan dan latihan untuk meningkatkan kesiapan, pengembangandan penyempurnaan tindakan dan rencana pemulihan, pengembangan, penyebaran, pengujian, dan pemeliharaan sistem yang digunakan untuk manajemen bencana, dan pendidikan masyarakat dan program informasi bagi individu, rumah tangga, perusahaan, dan lembaga-lembaga publik (National Research Council, 2006). Langkah-langkah tersebut sejalan dengan UU No. 24 Tahun 2007, juga menjelaskan beberapa kegiatan yang dapat dilakukan dalam kesiapsiagaan yaitu:

1. Penyusunan dan uji coba rencana penanggulangan kedaruratan bencana.
2. Pengorganisasian, pengujian, dan pemasangan sistem peringatan dini.



3. Penyediaan dan penyiapan barang pasokan pemenuhan kebutuhan dasar.
4. Pengorganisasian, penyuluhan, pelatihan, dan gladi tentang mekanisme tanggap darurat.
5. Penyiapan lokasi evakuasi.
6. Penyusunan data akurat, informasi, dan pemutakhiran prosedur tetap tanggap darurat.
7. Penyediaan dan penyiapan bahan, barang, dan peralatan untuk pemenuhan pemulihan prasarana dan sarana.

Dalam pelaksanaan manajemen bencana, banyak *stakeholder* yang terlibat selain pemerintah, diantaranya sector bisnis, tokoh masyarakat, asosiasi profesi, perusahaan dan masih banyak lainnya. Masing-masing pihak memiliki perhatian dan kepentingan yang berbeda, sehingga dalam pembuatan kebijakan haruslah mampu memfasilitasi semua pihak. Hubungan antara para pemangku kepentingan, dapat ditunjukkan dalam model konseptual seperti Gambar 13.



**Gambar 13.** Hubungan kekuasaan antara *emergency management stakeholders* (National Research Council, 2006)

## **B. Kesiapsiagaan bencana pada sektor bisnis dan industri**

Risiko didefinisikan sebagai potensi sesuatu untuk terjadi. Hal tersebut dimungkinkan dapat menyebabkan cedera atau kematian. Beberapa risiko dapat dikurangi hampir ketitik eliminasi. Namun untuk beberapa risiko yang tidak dapat dihindari, dapat diambil langkah-langkah yang hanya dilakukan untuk mengurangi dampaknya saja (Wallace dan Webber, 2010)

Menurut Pawirodikromo (2012), kapasitas dalam menghadapi bencana secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu pengembangan Sumber Daya Manusia, pengembangan organisasi, dan pengembangan *enabling capacity* (*policy, strategy, prosedur dan mekanisme*). Hal tersebut sejalan dengan yang disampaikan FEMA (1993), dimana salah satu langkah dalam upaya pengurangan risiko bencana dalam sector bisnis dan industry adalah melalui analisis kapabilitas dan bahaya. Langkah ini memerlukan pengumpulan informasi tentang kemampuan saat ini dan tentang kemungkinan bahaya dan keadaan darurat, dan kemudian melakukan analisis kerentanan.

Konsep kesiapsiagaan terhadap bencana meliputi tindakan yang bertujuan meningkatkan keselamatan jiwa saat terjadi bencana, seperti tindakan protektif selama gempa bumi, berbahaya tumpahan bahan, atau serangan teroris. Ini juga mencakup tindakan yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan untuk melakukan tindakan darurat untuk melindungi properti dan mengandung kerusakan akibat bencana dan gangguan, serta kemampuan untuk terlibat dalam restorasi pasca bencana dan kegiatan pemulihan awal (Sutton dan Tierney's, 2006).

Perencanaan yang tepat dan kesiapsiagaan sebelum terjadi bencana yang penting untuk meminimalkan risiko dan kerusakan yang diakibatkan. Risiko yang tidak dapat dikendalikan oleh pihak internal, harus dinilai untuk

perlindungan eksternal seperti asuransi. Reaksi setelah terjadi bencana harus tepat dan terkoordinasi dalam rangka untuk meminimalkan kerusakan akibat bencana serta menghindari kerusakan lebih lanjut terhadap aset yang tersisa. Pengendalian kerusakan yang bersifat *intangible* harus dicoba dan diuji untuk menghindari kerusakan jangka panjang untuk mencapai keberhasilan aset (Schneiddan Collins, 2001)

### **C. Kesiapsiagaan sektor bisnis dan industri menurut FEMA (1999)**

Kesiapsiagaan terhadap bencana alam dalam FEMA (1993) ditunjukkan dari keberhasilan perusahaan dalam menerapkan *emergency management* yang membutuhkan dukungan menyeluruh dari manajemen untuk terlibat. Adapun contoh manfaat dari implementasi *emergency management* dalam perusahaan menurut FEMA (1993) antara lain adalah:

1. Membantu perusahaan memenuhi tanggung jawab moral untuk melindungi karyawan, masyarakat, dan lingkungan.
2. Memberikan fasilitas yang sesuai dengan peraturan dan persyaratan dari pemerintah, negara bagian, dan lembaga lokal.
3. Meningkatkan kemampuan perusahaan untuk pulih dari kerugian finansial, peraturan denda, hilangnya *market share*, kerusakan peralatan atau produk serta gangguan dalam kelangsungan bisnis.
4. Mengurangi dampak bagi masyarakat sipil atau terjadinya kriminalitas.
5. Meningkatkan citra dan kredibilitas perusahaan di hadapan karyawan, pelanggan, pemasok, dan masyarakat.
6. Mengurangi biaya asuransi.

Beberapa variabel yang dipertimbangkan dalam *emergency management* sector bisnis dan industry menurut FEMA (1993), dapat dijalankan menurut 5 dasar pertimbangan, yaitu:

1. Arah dan kontrol (*direction and control*)

Sistem untuk mengelola sumber daya, menganalisis informasi dan membuat keputusan dalam keadaan darurat disebut sebagai arah dan kontrol. Dalam penanganan bencana, seseorang harus bertanggung jawab pada mengambil keputusan dan melakukan fungsi control saat terjadi kondisi darurat.

2. Komunikasi (*communication*)

Komunikasi merupakan hal yang sangat penting untuk setiap operasi bisnis. Kegagalan atau terputusnya komunikasi akibat bencana berpotensi menyebabkan kerugian yang besar dan mengancam kontinuitas perusahaan. Komunikasi diperlukan untuk melaporkan kondisi darurat, peringatkan bahaya kepada karyawan, keluarga karyawan, dan karyawan yang tidak sedang bertugas mengenai informasi yang terjadi di fasilitas, serta mengkoordinasikan tindakan respon yang berhubungan dengan pelanggan dan pemasok.

3. Perlindungan hidup (*life safety*)

Perlindungan terhadap kesehatan dan keselamatan semua orang yang berada di dalam fasilitas perusahaan adalah prioritas pertama dalam keadaan darurat. Pertimbangan terhadap perlindungan hidup diwujudkan dalam beberapa implementasi, yaitu:

- a. Rencana evakuasi (*evacuation planning*)
- b. Perencanaan rute evakuasi (*evacuation routes and exits*)
- c. *Assembly areas and accountability*
- d. *Shelter*
- e. *Training and information*
- f. *Family preparedness*

#### 4. Perlindungan properti (*property protection*)

Perlindungan terhadap fasilitas-fasilitas perusahaan, seperti bangunan, peralatan dan fasilitas penunjang lainnya merupakan hal yang sangat penting untuk pemulihan pasca bencana atau keadaan darurat. Beberapa fasilitas terkait upaya mitigasi dan perlindungan properti menghadapi bencana gempa bumi adalah:

- a. Mitigasi struktur, diantaranya meliputi perkuatan fisik bangunan
- b. Mitigasi non struktur, diantaranya meliputi perlindungan fasilitas, penempatan fasilitas dan sebagainya.

#### 5. *Community outreach*

Hubungan antara perusahaan dengan masyarakat, pemerintah dan lembaga terkait akan mempengaruhi kemampuan perusahaan untuk melindungi personil, properti dan normalisasi perusahaan pasca bencana. Bagian ini menjelaskan cara untuk melibatkan organisasi di luar dalam keadaan darurat rencana pengelolaan. Beberapa hal yang dapat dilakukan terkait *community outreach* adalah:

- a. *Involving the community*
- b. *Mutual aid agreements*
- c. *Community service*
- d. *Public information*
- e. *Media relations*

#### 6. Pemulihan dan pembangunan kembali (*recovery and restoration*)

Pemulihan kembali usaha dan pembangunan kembali usaha pasca terjadi bencana dapat dicapai dengan berbagai alternatif, diantaranya melalui:

- a. *Continuity of management*
- b. *Insurance*
- a. *Employee support*
- b. *Resuming Operations*

#### 7. Administrasi dan logistik(*administration and logistic*)

Kelengkapan dan keakuratan dari catatan administrasi dan dokumentasi aktifitas produksi dan logistic memungkinkan proses tanggap darurat dan *recovery* akan berjalan lebih cepat dan efisien dan pemulihan. Catatan dan dokumentasi aktifitas perusahaan terkait dengan adanya asuransi atau ganti rugi yang mungkin didapatkan setelah insiden.

### **D. Kesiapsiagaan sektor bisnis dan industri menurut NFPA 1600**

Standards Council NFPA (National Fire Protection Association) membentuk Komite Penanggulangan Bencana pada bulan Januari 1991. Komite ini diberi tanggung jawab untuk mengembangkan dokumen yang berkaitan dengan kesiapsiagaan, *response*, dan pemulihan dari akibat bencana alam, manusia, atau peristiwa teknologi. NFPA 1600 atau *Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs*, merupakan rekomendasi praktis untuk manajemen bencana pada sektor bisnis dan industri. NFPA 1600 telah dihasilkan pada tahun 1995 dan selalu diperbahui. NFPA 1600 edisi 2000 telah menggabungkan pendekatan program manajemen bencana/*emergency management* dan *business continuity programs*, dan keberadaannya selalu dievaluasi dan diperbaiki dalam periode waktu tertentu hingga dihasilkan NFPA 1600 edisi 2010.

Manfaat kesiapsiagaan bagi sector industry menurut FEMA adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan rencana aksi untuk menangani gangguan yang dapat dipraktikkan bersama dengan karyawan melalui latihan.

2. Minimalkan dampak bencana untuk operasi yang sangat penting dan meningkatkan kesempatan entitas untuk terus beroperasi
3. Melindungi data dan informasi untuk memastikan keputusan dapat terus dilakukan untuk memfasilitasi pemulihan organisasi.
4. Meningkatkan keandalan dengan membuktikan kemampuan organisasi mengurangi kondisi semua-bahaya.
5. Melindungi pangsa pasar dan minimalkan kerugian keuangan secara proaktif perencanaan dan akuntansi untuk sumber daya pemulihan sebelum mereka dibutuhkan.
6. Keuntungan berupa pengakuan Industri dengan mempromosikan kesiapan dengan pemasok dan klien sama.

Beberapa parameter kesiapsiagaan sector bisnis dan industri yang dikembangkan dalam NFPA 1600 edisi 2010 meliputi:

- a. Manajemen sumber daya (*resource management*)  
Perusahaan harus melakukan pengelolaan sumber daya berdasarkan pada bahaya yang teridentifikasi. Pengelolaan sumber daya harus mencakup:
  - 1) Sumber daya manusia, peralatan, pelatihan, fasilitas, pendanaan, pengetahuan para ahli, bahan, teknologi, informasi, kecerdasan, dan waktu frame di mana mereka akan dibutuhkan
  - 2) Jumlah, waktu respon, kemampuan, keterbatasan, biaya, dan kewajiban terhubung dengan menggunakan sumber daya yang terlibat
  - 3) Sumber dan setiap kemitraan pengaturan yang diperlukan penting untuk program

- b. Kegotoroyongan (*mutual aid/assistance*)  
Kegotongroyongan dan kerjasama haruslah dikembangkan sebelum dan sesudah terjadinya bencana.
- c. Komunikasi dan peringatan (*communications and warning*)  
Perusahaan menetapkan komunikasi dan peringatan kebutuhan, berdasarkan kemampuan yang diperlukan untuk melaksanakan rencana.
- d. Prosedur operasional (*operational procedures*)  
Perusahaan harus mengembangkan, mengkoordinasikan, dan melaksanakan prosedur operasional untuk mendukung program dan mengeksekusi rencananya.
- e. *Emergency response*  
Operasi darurat / rencana tanggap wajib menetapkan tanggung jawab untuk melaksanakan tindakan-tindakan khusus dalam keadaan darurat.
- f. *Employee assistance and support*  
Perusahaan harus mengembangkan strategi untuk bantuan karyawan dan dukungan yang meliputi:
  - 1) Prosedur komunikasi
  - 2) Informasi kontak, termasuk kontak darurat di luar daerah bahaya yang diantisipasi
  - 3) Perhitungan orang yang terkena dampak, pengungsi, atau pekerja yang terluka akibat kejadian
  - 4) Perumahan, makan dan perawatan orang terlantar akibat insiden untuk jangka waktu sementara, jangka pendek, atau jangka panjang.
  - 5) Kesehatan mental dan fisik kesejahteraan individu yang terkena dengan kejadian itu
  - 6) Kesadaran pra-insiden dan pasca-insiden.



g. *Business continuity and recovery*

Rencana kesinambungan harus mengidentifikasi *stakeholder* yang perlu untuk diberitahu jika terjadi bencana, pekerjaan yang kritis dan sensitive terhadap waktu, alternative lokasi kerja, catatan penting, daftar kontak, proses, dan fungsi yang harus dipertahankan, dan personil, prosedur, dan sumber daya yang diperlukan sementara entitas pulih.

h. *Crisis communications and public information*

Perusahaan harus mengembangkan rencana dan prosedur untuk menyebarkan dan menanggapi permintaan pre-insiden, insiden, dan informasi pasca insiden ke dan dari berikut ini:

- a. Khalayak internal, termasuk karyawan
- b. Khalayak eksternal, termasuk media dan populasi berkebutuhan khusus

i. *Incident management*

Perusahaan harus mengembangkan sistem manajemen insiden untuk mengarahkan, mengendalikan, dan mengkoordinasikan respon dan pemulihan operasi.

j. *Emergency operations centers (EOCs)*

Perusahaan harus menetapkan EOCs primer dan alternatif mampu mengelola respon, kontinuitas, dan operasi pemulihan.

k. *Training and education*

Perusahaan harus mengembangkan dan melaksanakan pelatihan dan kurikulum pendidikan untuk mendukung program kebencanaan.

## **E. Kesiapsiagaan sektor bisnis dan industri menurut EPICC (2003)**

Emergency Preparedness for Industry and Commerce Council (EPICC) merupakan organisasi nirlaba, yang didirikan untuk mempengaruhi dan membantu sector bisnis di seluruh British Columbia mempersiapkan keadaan darurat dan bencana. EPICC (2003) menjelaskan bahwa berdasarkan pengalaman di berbagai negara, banyak perusahaan tidak siap apabila terjadi bencana, terutama bencana gempa bumi. Berdasarkan hal tersebut, selanjutnya perlu dilakukan perencanaan mitigasi untuk sector bisnis dan industry bila terjadi bencana gempa bumi. Tujuan dari perencanaan terhadap gempa bumi untuk sector bisnis dan industry adalah untuk:

1. Meminimalkan potensi cedera atau kematian karyawan dan pelanggan
2. Mengevaluasi dan mengurangi bahaya
3. Mengurangi biaya yang disebabkan oleh kerugian dan kewajiban
4. Menempatkan prosedur diuji dan peralatan di tempat
5. Merencanakan dimulainya kembali kerja setelah gempa bumi

Beberapa parameter yang dikembangkan oleh EPICC dalam kaitannya dengan kesiapsiagaan bagi sector bisnis dan industry adalah:

1. Penilaian risiko (*risk assessment*)

Kemampuan perusahaan dalam mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengurangi kerentanan bisnis terhadap gempa bumi, pemilik usaha harus terlebih dahulu memperkirakan risiko bencana.

## 2. *Emergency preparedness*

Kemampuan perusahaan dalam menyiapkan rencana pada kondisi darurat, diantaranya dengan mengembangkan rencana darurat, personel untuk *back up*, ketersediaan genset dan pengoperasian, perjanjian dengan perusahaan lain dan penyiapan lokasi baru untuk antisipasi kondisi darurat.

## 3. *Gas dan kelistrikan (gas and electricity)*

Kemampuan karyawan dalam mengendalikan gas, ketersediaan pasokan gas, ketersediaan energi cadangan, prosedur untuk memberhentikan mesin, keamanan pipa gas, pipa air, pipa limbah, saluran listrik, dari risiko terhindar dari reruntuhan bangunan.

## 4. *Telekomunikasi (telecommunication)*

Ketersediaan prosedur komunikasi alternatif antara perusahaan dengan pelanggan, keluarga karyawan dan supplier.

## 5. *Fire management*

Kemampuan perusahaan dalam menghadapi ancaman kebakaran, diantaranya dengan menilai kemampuan personel dalam menghadapi bencana, alarm, dan evaluasi sistem pemadaman.

## 6. *Kesadaran karyawan dan pendidikan (employee awareness and education)*

Kesadaran karyawan terhadap bencana, keberhasilan perusahaan dalam memberikan pendidikan kebencanaan, dan kesadaran dalam mempersiapkan keluarga terhadap bencana.

## 7. *Internal aid and response team*

Ketersediaan Tim penanganan kondisi darurat dalam menghadapi ancaman bencana, seperti mengamankan situs, penjatahan makanan dan bahan, mendefinisikan dan membuat tugas, menentukan keamanan tangga dan jalur

evakuasi, mengarahkan evakuasi dan memelihara catatan persediaan darurat.

8. Prosedur evakuasi (*evacuation procedures*)

Kemampuan perusahaan terhadap tersedianya prosedur evakuasi, ketersediaan alarm, tempat evakuasi dan alarm.

9. Kebutuhan khusus (*special needs*)

Kemampuan perusahaan dalam menyediakan fasilitas, perencanaan dan prosedur evakuasi untuk pekerja yang berkebutuhan khusus seperti penyandang cacat (*difabel*) dan ibu hamil.

10. Air dan makanan (*water supply and food*)

Kemampuan perusahaan untuk penyediaan air bersih dan bahan makanan yang memungkinkan perusahaan untuk menampung karyawan saat terjadinya kondisi bencana.

11. First aid supplies

Ketersediaan peralatan, obat-obatan dan personel yang mampu memberikan pertolongan pertama saat terjadi kerusakan akibat bencana.

12. Emergency supplies

Ketersediaan cadangan peralatan dan barang-barang yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup karyawan, apabila sewaktu-waktu terjadi bencana, diantaranya tisu toilet, kantong sampah plastik dan bubuk kapur, selimut hangat atau kantong tidur, senter dan baterai cadangan, serta plastik terpal.

Tujuan keseluruhan dalam perencanaan darurat adalah untuk menciptakan sebuah sistem yang akan menjamin respon yang efektif dan efisien untuk situasi darurat.

## **F. Model kesiapsiagaan bencana gempa bumi pada industri kecil**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2014), dengan subyek penelitian manajemen, pemilik, atau pengelola industri kecil berbasis manufaktur di kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dapat pengembangan kerangka kesiapsiagaan sebagai berikut:

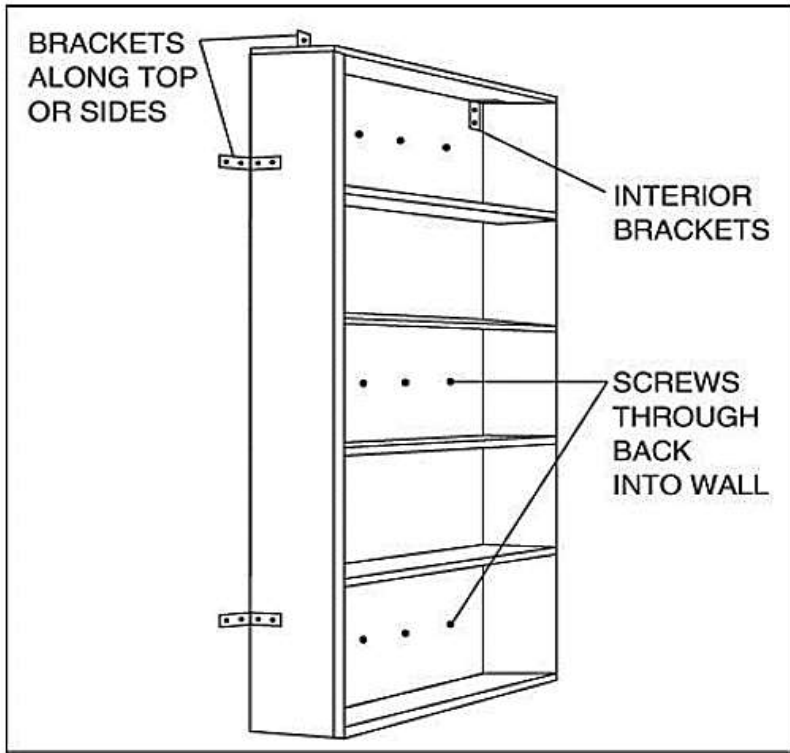
### 1. Perlindungan properti (*property protection*)

Perlindungan properti merupakan merupakan variabel yang paling perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan kesiapsiagaan industri kecil. Kerangka kesiapsiagaan berdasarkan variabel *property protection* meliputi:

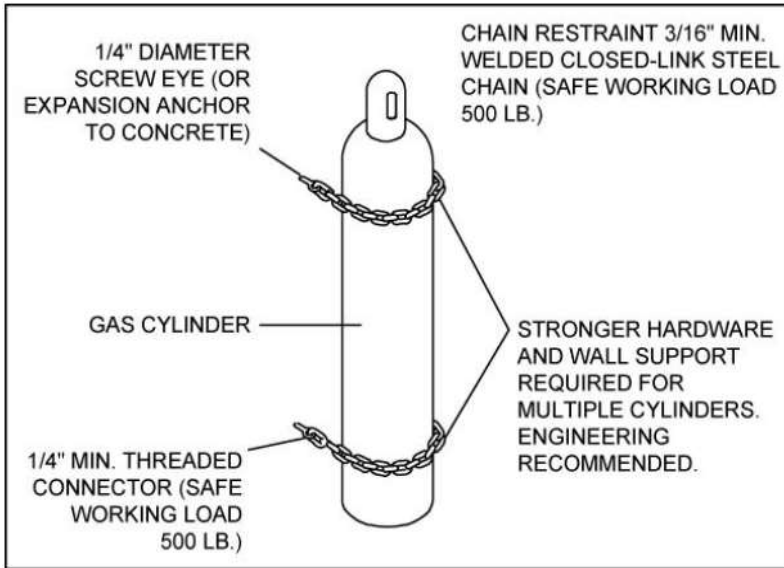
#### a. Penahan pada fasilitas produksi, yang mudah jatuh

Gempa bumi hingga saat ini belum dapat diprediksi secara tepat, sehingga perlu dilakukan upaya preventif untuk mengantisipasinya. Upaya yang direkomendasikan untuk mengembangkan kesiapsiagaan adalah dengan melakukan penguatan dan pemasangan pengkait pada fasilitas-fasilitas yang rawan menyebabkan kecelakaan kerja maupun rawan mengalami kerusakan apabila terjadi gempa bumi. FEMA (2012) telah memberikan beberapa petunjuk untuk antisipasi bencana pada sektor industri, yaitu dengan mengembangkan FEMA P-751 mengenai *non-building structure design*. Beberapa bagian yang dikembangkan pada FEMA (2012) sangat sangat sesuai dengan pengembangan kesiapsiagaan industri di Bantul, diantaranya memasang pengamanan pada peralatan yang dapat bergerak dan rawan jatuh saat terjadi guncangan akibat gempa bumi, seperti pada rak yang biasanya digunakan sebagai tempat penyimpanan alat, benda kerja, dan produk jadi, ataupun pada peralatan yang rawan terjatuh saat mengalami guncangan seperti mesin, komputer dan peralatan elektronik, ataupun pada tabung gas LPG

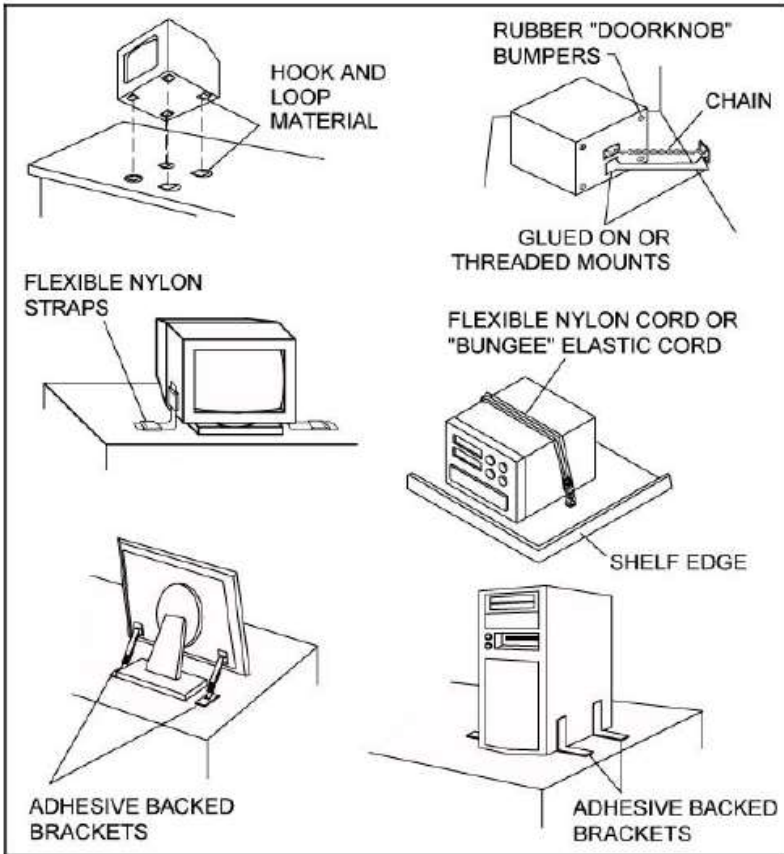
ataupun tabung asetilin yang dapat menyebabkan terjadinya kebakaran jika terjatuh saat terjadi gempa bumi. Pengembangan kesiapsiagaan dapat dilakukan dengan memasang pengait atau penahan pada peralatan tersebut seperti Gambar 14 hingga Gambar 17.



**Gambar 14.** Pemberian pengait pada rak



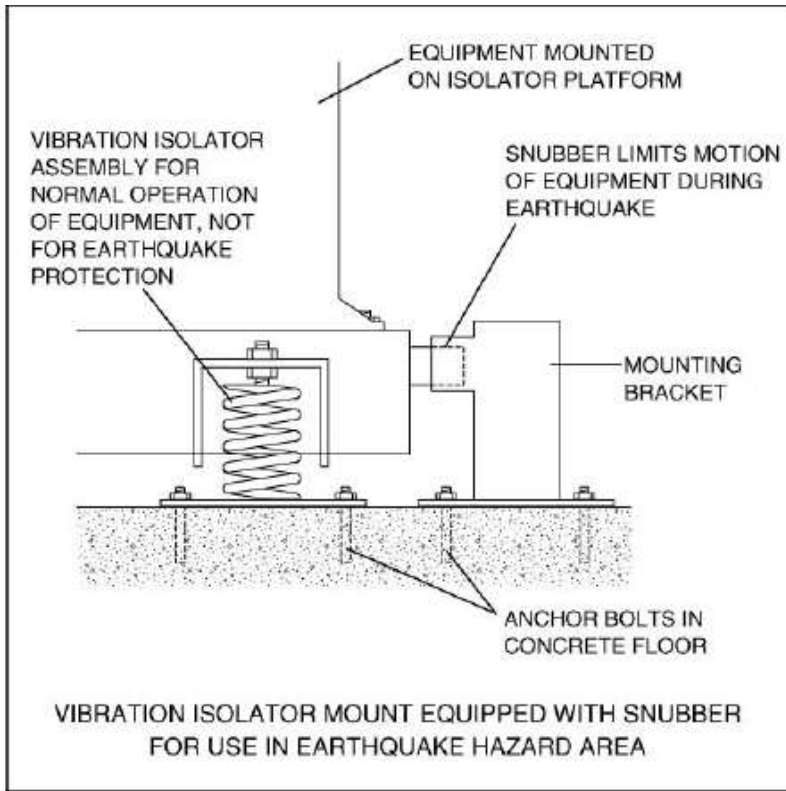
**Gambar 15.** Pemberian pengait pada tabung



**Gambar 16.** Pemberian pengait pada alat elektronik

FEMA (2012) menyarankan perlunya industri mengendalikan getaran mesin, agar ketika gempa mesin tidak jatuh. Cara yang digunakan adalah menginstal peralatan isolator getaran seperti platform pegas yang ditambahkan *mounting* dan *snubber* seperti Gambar 5.





**Gambar 17.** Pemberian peredam getaran

b. Perkuatan struktur bangunan

Jenis konstruksi bangunan yang digunakan pada masing-masing bangunan industri tidaklah sama, namun berdasarkan building type sebagian besar bangunan merupakan bangunan *reinforced masonry bearing walls*. Dengan demikian perkuatan bangunan perlu dibuat dengan mempertimbangkan banyak aspek. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dalam rekomendasi mengenai penguatan struktur bangunan dilakukan menggunakan beberapa *code* yang telah digunakan di Indonesia yaitu dengan menggunakan:

- 1) SNI 03-1726-2002 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung.
- 2) SNI 03-1729-2002 tentang tata cara perencanaan bangunan baja untuk gedung.

Dalam melakukan penguatan struktur bangunan hendaklah dibantu oleh fasilitator teknis yang telah berpengalaman dalam membangun bangunan tahan gempa, sehingga kualitas bangunan dapat terjaga dan sesuai dengan standar perencanaan yang ada.

### 2. *Business continuity and recovery*

Keberlanjutan industry untuk terus berproses pasca bencana merupakan salah satu keberhasilan dari kesiapsiagaan. Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan, rencana menghadapi kondisi tak terduga merupakan salah satu faktor yang penting untuk dikembangkan, setelah faktor perlindungan properti. NFPA (2010) merekomendasikan bahwa dalam pengembangan rencana pemulihan harus mempertimbangkan rencana mengenai pemulihan fungsi, layanan, sumberdaya, fasilitas, program, dan infrastruktur. Pengembangan rencana tersebut diperlukan untuk membantu memberikan arahan bagi industri agar dapat segera melakukan pengambilan keputusan dan segera bangkit.

### 3. *Recovery and Restoration*

Pengembangan upaya untuk *recovery* dan restorasi sangat diperlukan bagi industri, karena pada saat mengalami bencana industry dituntut dapat segera bangkit dan pulih, jika tidak menghendaki kerugian finansial yang lebih besar atau risiko ditinggalkan pelanggan. FEMA (1993) merekomendasikan untuk mempertimbangkan upaya *recovery* dan restorasi dengan membuat pengaturan kontrak dengan vendor apabila mengalami masalah sebagai catatan

akibat perlunya waktu untuk perawatan, perbaikan peralatan, *earthmoving* atau rekayasa.

Berdasarkan hasil penelitian, untuk mendukung *recovery* dan restorasi, maka perlu dilakukan pengembangan rencana, yaitu terkait:

a. Penggantian peran pemimpin jika berhalangan

Pemilik berperan sentral dalam mengatur keberlanjutan industri kecil, karena sebagai pemimpin. Bahkan beberapa industri perannya sangat signifikan dalam proses bisnis yang dijalankan sehari-hari. Kondisi tersebut akan menimbulkan masalah jika pemilik berhalangan atau mengalami gangguan ketika menghadapi bencana. Apabila tidak ada delegasi wewenang kepada karyawan atau orang kepercayaan dapat menimbulkan masalah baru bagi industri. Kondisi tersebut perlu diantisipasi dengan menguatkan organisasi industri.

b. Dukungan karyawan untuk pemulihan kembali

Dukungan karyawan penting untuk dikembangkan untuk mempercepat proses pemulihan. Dalam beberapa industri sering dijumpai karyawan yang merupakan penduduk setempat ataupun keluarga dekat pemilik. Kondisi tersebut menyebabkan adanya keeratn hubungan antara pemilik dan karyawan, sehingga dukungan karyawan akan lebih mudah tercapai karena mengedepankan prinsip gotong royong dan merasa memiliki. Kondisi tersebut memungkinkan adanya bantuan karyawan dalam pembersihan dan perbaikan lokasi industri. Meskipun demikian, perlu juga dipertimbangkan pemberian timbal balik bagi karyawan, seperti:

- 1) Pemberian paket sembako
- 2) Penghargaan dalam bentuk pengurangan jam kerja
- 3) Peningkatan gaji dikemudian hari, dan keberlanjutan pengurangan gaji.

c. Asuransi fasilitas produksi dan atau bangunan

Asuransi bagi sektor industri industri kecil mungkin masih terbatas dan kurang begitu populer, terlebih untuk asuransi bagi perlindungan bencana. FEMA (1993) memberikan beberapa arahan untuk pemilihan asuransi, arahan yang perlu dipertimbangkan dapat diringkas menjadi:

- 1) Fasilitas dari produk asuransi
- 2) Dokumen dan administrasi yang diperlukan
- 3) Nilai taksiran properti dan besarnya penggantian

d. *Life Safety*

Keamanan pada industry perlu dikembangkan untuk menjaga keselamatan karyawan dan setiap individu yang berada di fasilitas produksi. Beberapa hal yang perlu dikembangkan untuk menjamin keselamatan yang perlu dikembangkan adalah:

1) Informasi dan pelatihan pencegahan terjadinya bencana

Pelatihan dan informasi sangat penting untuk diterapkan dalam peningkatan kesiapsiagaan. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa faktor pengetahuan kebencanaan memegang peran yang penting dan berpengaruh signifikan bagi kesiapsiagaan industri. Dalam training dan pelatihan perlu disampaikan materi mengenai informasi peta evakuasi, peta evakuasi strategis dan informasi mengenai wilayah bencana.

2) Rencana/kesepakatan prosedur evakuasi dan titik kumpul

Evakuasi perlu dilakukan saat bencana terjadi, baik dengan berlindung di bawah meja maupun berlari menuju tempat terbuka. Untuk mengembangkan kebijakan dan prosedur evakuasi, berdasarkan rekomendasi FEMA dan dengan melihat kondisi bencana serta karakteristik industri, maka dalam penentuan kesepakatan evakuasi haruslah direkomendasikan:

- a) Penentuan kondisi di mana evakuasi akan diperlukan.

- b) Penetapan prosedur evakuasi tertentu.
- c) Membangun sistem untuk akuntansi personil.
- d) Pertimbangkan kebutuhan transportasi karyawan untuk evakuasi di tingkat masyarakat.
- e) Prosedur pasca evakuasi.
- f) Pentuan personil untuk melanjutkan atau menutup operasi kritis sementara evakuasi sedang berlangsung.

# Daftar Pustaka

- EPICC, 2003, *Earthquake Planning For Business*, EPICC dan ICLR, British Colombia.
- FEMA, 1993, *FEMA 141: Emergency Management Guide for Business and Industry*, FEMA.
- FEMA, 2012, *2009 NEHRP Recommended Seismic Provisions: Design Examples*, FEMA P-751, National Institute Building Science, Woshington.
- ISDR, 2005, *Hyogo Frameworkfor Action 2005-2015:Building the Resilience of Nationsand Communities to Disasters*, tersedia di [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org), diakses 10 April 2013
- National Research Council of the National Academies, 2006. *Facing Hazards and Disasters: Understanding Human Dimensions*, The National Academies Press, Washington D.C.
- NFPA, 2010, *NFPA1600: Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs*, National Fire Protection Association, Massachusetts.
- Nugroho, Yohanes Anton, 2014, KesiapsiagaanIndustriManufaktur Skala Kecil Di Kabupaten Bantul PascaBencanaGempaBumi 2006, Tesis, Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- Pawirodikromo, Widodo, 2012, *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*, Cetakan pertama, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Schneid, T., dan Collins, 2001, *Disaster Management and Preparedness*, Lewis Publishers, Florida.
- Undang-undangRepublik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentangPenanggulanganBencana.
- Undang-undangRepublik Indonesia Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian
- Wallace, M., dan Webber, L. 2010, *The Disaster Recovery Handbook: A Step-by-Step Plan to Ensure Business Continuity and Protect Vital Operations, Facilities, and Assets*, Edisikedua, Amacom, New York



## BAB 3

# Penilaian Cepat Masalah Kesehatan pada Kejadian Bencana (*Rapid Health Assessment*)



**Fiqi Nurbaya, S. KM., M. Kes.,**

Penulis saat ini berprofesi sebagai Dosen Prodi Rekam Medis dan Informasi Kesehatan pada Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. Beliau sebelumnya aktif di Pusat Penanggulangan Krisis Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, Regional Jateng dan DIY.

### **A. Definisi**

1. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa



- manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.
2. Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.
  3. Bencana non alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit.
  4. Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat, dan terror.
  5. Bantuan darurat bencana adalah upaya memberikan bantuan untuk memenuhi kebutuhan dasar pada saat keadaan darurat.
  6. Kejadian Luar Biasa (KLB) adalah meningkatnya kejadian kesakitan atau kematian yang bermakna secara epidemiologis pada suatu daerah dalam kurun waktu tertentu.
  7. Korban bencana adalah orang atau sekelompok orang yang menderita atau meninggal dunia akibat bencana.
  8. Penilaian cepat masalah kesehatan (Rapid Health Assessment, RHA) adalah Serangkaian kegiatan yang meliputi pengumpulan informasi subjektif dan objektif guna mengukur kerusakan dan meng-identifikasi kebutuhan dasar penduduk yang menjadi korban dan memerlukan ketanggapdarurat-an segera. Kegiatan ini dilakukan secara cepat karena harus dilaksanakan dalam waktu yang terbatas selama atau segera setelah suatu kedaruratan.
  9. Penilaian kebutuhan (Needs Assessment) adalah serangkaian kegiatan untuk menentukan jumlah dan

- jenis bantuan yang diperlukan dalam upaya penyelamatan korban bencana meliputi SAR, bantuan medis, penyediaan pangan, penyiapan penampungan sementara, penyediaan air bersih dan sanitasi.
10. Penilaian kerusakan dan kerugian (*Damage and Loses Assessment*) adalah serangkaian kegiatan untuk pengumpulan data primer dan sekunder tentang jenis, waktu, lokasi dan penyebab bencana serta kondisi mutakhir (korban, kerusakan dan kerugian serta dampak bencana).
  11. Pengungsi adalah orang atau sekelompok orang yang terpaksa atau dipaksa keluar dari tempat tinggalnya untuk jangka waktu yang belum pasti sebagai akibat dampak buruk bencana.
  12. Tanggap darurat bencana adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan segera pada saat kejadian bencana untuk menangani dampak buruk yang ditimbulkan, yang meliputi kegiatan penyelamatan dan evakuasi korban, harta benda, pemenuhan kebutuhan dasar, perlindungan, pengurusan pengungsi, penyelamatan, prasarana dan sarana.
  13. Tim Reaksi Cepat (TRC) adalah Tim yang sesegera mungkin bergerak ke lokasi bencana setelah ada informasi bencana untuk memberikan pelayanan Kesehatan bagi korban.
  14. Tim Reaksi Cepat BNPB disingkat TRC BNPB adalah suatu Tim yang dibentuk oleh Kepala BNPB, terdiri dari instansi/lembaga teknis/non teknis terkait yang bertugas melaksanakan kegiatan kaji cepat bencana dan dampak bencana pada saat tanggap darurat meliputi penilaian kebutuhan (*Needs Assessment*), penilaian kerusakan dan kerugian (*Damage and Loses Assessment*) serta memberikan dukungan pendampingan (membantu SATKORLAK PB/BPBD Provinsi/SATLAK PB/BPBD Kabupaten/Kota) dalam penanganan darurat bencana.

15. Tim Penilaian Cepat Kesehatan (*Rapid Health assessment/RHA team*) adalah Tim yang dapat diberangkatkan bersamaan dengan Tim Reaksi Cepat atau menyusul untuk menilai kondisi dan kebutuhan pelayanan Kesehatan.
16. Tim Bantuan Kesehatan adalah Tim yang diberangkatkan untuk menangani masalah kesehatan berdasarkan laporan Tim RHA.

## **B. Fokus**

Menurut Departemen Kesehatan RI (2007) Penyelenggaraan penanggulangan bencana pada saat tanggap darurat meliputi:

1. Pengkajian secara cepat dan tepat terhadap lokasi, kerusakan, kerugian, dan sumber daya atau penilaian cepat kesehatan (*Rapid Health Assessment*)
2. Penentuan status keadaan darurat bencana;
3. Pertolongan pertama korban bencana, penyelamatan dan evakuasi masyarakat terkena bencana;
4. Pemenuhan kebutuhan dasar kesehatan;
5. Perlindungan terhadap kelompok rentan atau kelompok risiko tinggi kesehatan; dan
6. Pemulihan dengan segera prasarana dan sarana vital.

Pada saat terjadi bencana perlu adanya mobilisasi Sumber Daya Manusia Kesehatan yang tergabung dalam suatu Tim Penanggulangan Krisis yang meliputi:

1. Tim Reaksi Cepat/TRC;
2. Tim Penilaian Cepat/TPC (*RHA team*);
3. Tim Bantuan Kesehatan.

Sebagai koordinator tim adalah Kepala Dinas Kesehatan Provinsi/Kabupaten/Kota (sesuai Surat Kepmenkes Nomor 066 tahun 2006).

#### 1. Tim Reaksi Cepat

Tim yang diharapkan dapat segera bergerak dalam waktu 0–24 jam setelah ada informasi kejadian bencana. Kompetensi TRC disesuaikan dengan jenis bencana spesifik di daerah dan dampak kesehatan yang mungkin timbul. Sebagai contoh untuk bencana gempa bumi dengan karakteristik korban luka dan fraktur, kompetensi TRC terdiri dari :

- a. Pelayanan medik;
  - 1) dokter umum
  - 2) dokter spesialis bedah/orthopedi
  - 3) dokter spesialis anestesi
  - 4) perawat mahir (perawat bedah, gadar)
  - 5) tenaga Disaster Victims Identification (DVI)
  - 6) apoteker/tenaga teknis kefarmasian
  - 7) sopir ambulans
- b. Surveilans epidemiolog/sanitarian;
- c. Petugas komunikasi;
- d. Petugas logistik.

#### 2. Tim Penilaian Cepat (RHA team)

Tim yang bisa diberangkatkan dalam waktu 0-24 jam atau bersamaan dengan TRC dan bertugas melakukan penilaian dampak bencana dan mengidentifikasi kebutuhan bidang kesehatan, minimal terdiri dari:

- a. Unsur medis, untuk menilai dampak dan kebutuhan pelayanan medis bagi korban
- b. Unsur epidemiologis (surveilans), untuk menilai dampak dan kebutuhan pengendalian masalah Kesehatan masyarakat korban bencana terutama pengungsi.
- c. Unsur sanitarian, untuk menilai dampak dan kebutuhan terhadap komponen-komponen yang mempengaruhi Kesehatan manusia.

### 3. Tim Bantuan Kesehatan

Tim yang diberangkatkan berdasarkan rekomendasi Tim RHA untuk memberikan pelayanan kesehatan dengan peralatan yang lebih memadai, minimal terdiri dari:

- a. Dokter umum dan spesialis
- b. Apoteker dan tenaga teknis kefarmasian
- c. Perawat (D3/S1 Keperawatan)
- d. Perawat Mahir
- e. Bidan (D3 Kebidanan)
- f. Sanitarian (D3 Kesling/ S1 Kesmas)
- g. Ahli gizi (D3/ D4 Kesehatan/ S1 Kesmas)
- h. Tenaga surveilans (D3/ D4 Kes/ S1 Kesmas)
- i. Entomolog (D3/ D4 Kes/ S1 Kesmas/ S1 Biologi)

## **C. Point dan Penjabaran focus**

Negara Indonesia memiliki kondisi geografis, geologis, hidrologis, dan demografis yang memungkinkan terjadinya bencana, baik yang disebabkan oleh faktor alam, faktor non alam maupun faktor manusia yang menyebabkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis yang dalam keadaan tertentu dapat menghambat pembangunan nasional. Wilayah Indonesia secara geografis dan geologis dapat digambarkan sebagai berikut: (a) merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik, yaitu: lempeng Euroasia, Australia, Pasifik, dan Filipina. (b) terdapat 130 gunung api aktif di Indonesia yang terbagi dalam Tipe A, Tipe B, dan Tipe C. Gunung api yang pernah meletus sekurang-kurangnya satu kali sesudah tahun 1600 dan masih aktif digolongkan sebagai gunung api tipe A, tipe B adalah gunung api yang masih aktif tetapi belum pernah meletus sedangkan tipe C adalah gunung api yang masih di indikasikan sebagai gunung api aktif. (c) terdapat

lebih dari 5.000 sungai besar dan kecil yang 30% di antaranya melewati kawasan padat penduduk dan berpotensi terjadinya banjir, banjir bandang dan tanah longsor pada saat musim penghujan (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2011).

Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 9 Tahun 2008, apabila terjadi bencana di Negara Indonesia, maka masyarakat yang terkena bencana berhak mendapat pelayanan dan perlindungan berdasarkan standar pelayanan minimum mulai dari pencarian, penyelamatan, evakuasi, pertolongan darurat, pemenuhan kebutuhan dasar korban bencana meliputi pangan, sandang, air bersih dan sanitasi, pelayanan kesehatan, dan penampungan/hunian sementara. Untuk itu perlu kegiatan pengkajian/penilaian cepat terhadap korban meninggal dunia, luka-luka, pengungsi, kerusakan perumahan/kantor/sarana ibadah/sarana pendidikan, sarana dan prasarana vital lainnya.

Upaya penanggulangan krisis akibat bencana merupakan rangkaian kegiatan yang dimulai sejak waktu sebelum terjadi bencana yang dilakukan melalui kegiatan pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana. Kegiatan yang dilakukan pada saat terjadinya bencana berupa kegiatan tanggap darurat dan selanjutnya pada saat setelah terjadinya bencana berupa kegiatan pemulihan/rehabilitasi dan rekonstruksi. Untuk itu penanggulangan krisis akibat bencana harus mempunyai suatu pemahaman permasalahan dan penyelesaian secara komprehensif, serta terkoordinasi secara lintas program maupun lintas sektor.

Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 9 Tahun 2008, Pada saat tanggap darurat bencana terdapat berbagai permasalahan antara lain waktu yang sangat singkat, kebutuhan yang mendesak dan berbagai kesulitan koordinasi antara lain yang

disebabkan karena banyaknya institusi yang terlibat dalam penanganan darurat bencana, kompetisi dalam pengerahan sumberdaya, otonomi yang berlebihan dan ketidakpercayaan kepada instansi pemerintah. Hal ini perlu dilakukan koordinasi yang lebih intensif dalam rangka memperlancar penyelenggaraan penanganan darurat bencana. Dalam penanggulangan bencana bidang Kesehatan pada prinsipnya tidak dibentuk sarana prasarana secara khusus, tetapi menggunakan sarana dan prasarana yang telah ada, hanya intensitas kerjanya ditingkatkan dengan memberdayakan semua sumber daya pemerintah Kabupaten/Kota dan Provinsi serta masyarakat dan unsur swasta sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Dalam hal terjadinya bencana, pelayanan Kesehatan dan pemenuhan kebutuhan sarana Kesehatan, tenaga Kesehatan, obat dan perbekalan Kesehatan yang tidak dapat diatasi oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota setempat, maka Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota terdekat harus memberi bantuan, selanjutnya secara berjenjang merupakan tanggung jawab Dinas Kesehatan Provinsi dan Pusat.

Berdasarkan materi yang dipaparkan oleh Kepala Seksi P3KLB Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah dalam kegiatan "Peningkatan Kapasitas Petugas Dalam Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Klaster" Tahun 2002.

### **1. Tujuan Rapid Health Assesment**

Rapid Health Assessment bertujuan untuk :

- a. Menilai dampak bencana dan potensi ancaman bidang kesehatan
- b. Membuktikan adanya kedaruratan
- c. Menilai kapasitas tanggap darurat yang ada
- d. Menetapkan jenis kebutuhan yang diperlukan segera
- e. Membuat rekomendasi tindakan prioritas dalam pelaksanaan ketanggap darurat.

Apabila terjadi suatu bencana, maka Rapid Health Assessment ini sebaiknya dilakukan segera setelah kejadian diketahui. Sebisa mungkin dilakukan dalam waktu 24 jam setelah terjadi bencana. Saat ada sinyal early warning pada jenis bencana tertentu, seperti pada peningkatan status gunung api. Dalam situasi yang memerlukan pertimbangan faktor keamanan, waktu pelaksanaan penilaiannya perlu dipersingkat.

## **2. Manfaat Rapid Health Assessment**

- a. Mengidentifikasi fakta-fakta dilokasi bencana.
- b. Mengidentifikasi kebutuhan yang harus segera dipenuhi

## **3. Pelaksana Rapid Health Assessment**

Rapid Health Assessment ini dapat dilaksanakan oleh:

- a. Petugas kesehatan puskesmas.  
Petugas pelaksana RHA perlu melaporkan atau menginformasikan hasil RHA kepada jajaran kesehatan di atasnya seawal mungkin dengan menggunakan sarana komunikasi tercepat seperti telepon, faximili, radio kominikasi, dsb.
- b. Petugas kesehatan kabupaten/kota.  
Petugas kesehatan dari kabupaten atau kota melakukan penilaian secara lebih lengkap dari petugas puskesmas.
- c. Petugas kesehatan provinsi dan pusat  
Petugas kesehatan dari provinsi dan pusat melakukan RHA bila bencana yang terjadi cukup besar atau terjadi di beberapa kabupaten/kota. Bila bencana tersebar di beberapa lokasi, maka perlu dibentuk beberapa tim dalam melaksanakan RHA.

## **4. Kriteria Petugas**

Petugas yang menjadi anggota tim Rapid Health Assessment harus memiliki kriteria-kriteria sebagai berikut :



- a. Minimal terdiri unsur medis, epidemiologist dan kesling.
- b. Memiliki kemampuan untuk menganalisis dalam bidangnya.
- c. Memiliki motivasi dan loyalitas yang tinggi
- d. Dapat bekerja sama dan diterima di daerah bencana
- e. Memiliki kapasitas untuk mengambil keputusan dalam keadaan darurat dengan data terbatas.

## **5. Lokasi Rapid Health Assessment**

Rapid Health Assessment dilakukan di daerah yang terkena bencana atau kejadian dimana masyarakatnya terkena dampak secara langsung. Selain itu juga di daerah yang menjadi lokasi penampungan pengungsi dari daerah bencana/kejadian, serta di daerah sekitar lokasi bencana/kejadian yang kemungkinan dapat membantu dengan sumber daya yang dimiliki.

## **6. Ruang Lingkup Penilaian**

Ruang Lingkup Penilaian Rapid Health Assessment meliputi :

- a. Aspek Medis  
Aspek medis ini diperlukan untuk menilai dampak pelayanan medis terhadap korban bencana dan potensi pelayanan kesehatan di daerah bencana.
- b. Aspek Epidemiologi  
Aspek Epidemiologis diperlukan untuk menilai potensi munculnya Kejadian Luar Biasa penyakit menular dan gizi pada periode pasca kejadian/bencana.
- c. Aspek Kesehatan Lingkungan  
Aspek Kesehatan Lingkungan diperlukan untuk menilai masalah yang berkaitan dengan sarana kesehatan lingkungan yang diperlukan bagi pengungsi dan potensi setempat yang dapat dimanfaatkan dalam penanggulangan bencana dan pengungsi

## 7. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang bisa dilaksanakan dalam melakukan Rapid Health Assessment antara lain :

- a. Mengumpulkan informasi dari data sekunder
  - 1) Data sekunder dapat diambil dari instansi terkait di daerah bencana seperti kantor kelurahan/kecamatan, posko penanggulangan bencana, satlak/satkorlak, puskesmas/DKK/posko kesehatan yang ada.
  - 2) Pelayanan kesehatan dan program Kesehatan yang sedang berjalan sebelum keadaan darurat
    - a) Endemisitas penyakit
    - b) Sumber daya manusia (SDM) Kesehatan yang bisa bekerja saat ini
    - c) Sarana pelayanan Kesehatan yang masih berfungsi
    - d) Pengungsian (jumlah, lokasi)
- b. Melakukan Observasi langsung ke lokasi bencana  
Observasi ini meliputi :
  - 1) Luasnya wilayah yang terkena bencana
  - 2) Perpindahan/evakuasi penduduk
  - 3) Fasilitas infra struktur yang mengalami kerusakan seperti fasilitas kesehatan, jalan, jembatan, sarana komunikasi, listrik, dll.
  - 4) Potensi sumber air bersih yang ada.
  - 5) Sarana pembuangan kotoran/limbah dan permukiman sementara/lokasi pengungsian. Sebaiknya dilengkapi dengan peta.
  - 6) Lokasi sarana pelayanan Kesehatan (puskesmas, rumah sakit)
  - 7) Akses jalan ke sarana pelayanan Kesehatan
  - 8) Persebaran faktor risiko lingkungan contoh breeding places vector.

c. Wawancara dengan informan kunci

Wawancara dapat dilakukan dengan pejabat daerah, petugas Kesehatan termasuk di rumah sakit, tokoh masyarakat, dan masyarakat setempat. Informasi yang diperoleh :

- a) Keadaan sebelum bencana
- b) Data-data korban (meninggal, luka, pengungsi)
- c) Sumber Daya Manusia (SDM) Kesehatan yang bisa dimanfaatkan
- d) Potensi yang tersedia di rumah sakit
- e) Ketersediaan air bersih dan sanitasi
- f) Endemisitas penyakit
- g) Masalah gizi
- h) Ketersediaan obat, bahan dan alat yang masih bisa dipakai
- i) Potensi kemampuan response kesehatan

d. Survei cepat

Untuk menjangkau informasi yang tidak dapat diperoleh dari sumber-sumber yang ada.

- a) Distribusi umur, jenis kelamin
- b) Jumlah orang kelompok rentan
- c) Angka kematian saat ini
- d) Angka-angka kasus penyakit menular potensial wabah
- e) Status gizi
- f) Cakupan vaksinasi
- g) Akses ke pelayanan Kesehatan, makanan, air bersih, tempat pengungsian

**8. Informasi yang perlu dikumpulkan pada saat melakukan RHA meliputi :**

- a. Informasi awal oleh petugas puskesmas, yaitu:
  - 1) Gambaran singkat bencana/kejadian dan waktu terjadinya
  - 2) Masalah Kesehatan

- 1) Korban meninggal, luka dan hilang.
  - 2) Jumlah dan komposisi pengungsi.
  - 3) Kerusakan sarana kesehatan dan yang masih dapat dimanfaatkan (puskesmas, pusling, pustu, dll).
  - 4) Ketersediaan obat, bahan habis pakai, vaksin dan alkes.
  - 5) Kemungkinan kemudahan untuk menjangkau lokasi, status sarana transportasi, komunikasi dan listrik.
- 3) Upaya kesehatan yang telah dilakukan.
  - 4) Bantuan kesehatan yang diperlukan.
- b. Informasi lebih lanjut oleh tim kabupaten/kota, provinsi dan pusat.
    - a. Gambaran bencana/kejadian dan waktu terjadinya
    - b. Data geografis dan lingkungan tempat bencana dan sekitarnya.
    - c. Data korban
      - (1) Korban meninggal, hilang dan luka.
      - (2) Korban dirujuk.
    - d. Data pengungsi
      - (1) Jumlah dan komposisi
      - (2) Penampungan konsumsi
    - e. Data endemisitas penyakit menular potensial wabah yang selama ini ada di daerah tersebut.
    - f. Kondisi penyakit potensial KLB dan kecenderungannya
    - g. Data cakupan/pemanfaatan sarana kesling (air bersih dan jamban).
    - h. Kondisi lingkungan (sebagai risk factor)
    - i. Identifikasi ketersediaan yang masih ada dan dapat dimanfaatkan maupun yang diperlukan.
    - j. Jenis bantuan awal yang diperlukan segera.
    - k. Data potensi sumber daya (Puskesmas, Dinkes, RS)
      - (1) Jumlah dan jenis fasilitas Kesehatan.
      - (2) Fungsi dari masing-masing fasilitas Kesehatan.
      - (3) Petugas Kesehatan.

- (4) Obat dan bahan habis pakai.
- (5) Perlengkapan lain (gen set, faskeslap, dll)
- (6) Biaya operasional.

## **9. Analisis Data**

Data yang sudah dikumpulkan pada saat Rapid Health Assessment dianalisis secara komprehensif berdasarkan standar minimal pelayanan kesehatan dalam penanggulangan bencana. Analisis ini dilakukan secara cepat, cermat dan baik sebagai bahan bagi pimpinan untuk mengambil keputusan. Analisis ini harus spesifik pada kebutuhan pelayanan kesehatan seperti pengobatan, gizi, kesehatan lingkungan, penyakit menular berpotensi wabah dll.

Analisis hasil lapangan :

- a. Menilai kebutuhan pelayanan Kesehatan di rumah sakit dibandingkan dengan korban yang harus dilayani
- b. Menilai kecukupan obat-obatan, bahan dan alat
- c. Menilai kecukupan sumber daya manusia (SDM) Kesehatan
- d. Menilai dampak segera terhadap Kesehatan seperti risiko kemungkinan terjadinya KLB penyakit menular
- e. Data endemisitas penyakit menular potensial wabah yang selama ini ada
- f. Kerusakan sarana lain yang berpotensi menimbulkan masalah Kesehatan (air bersih, listrik, jalan, sarana komunikasi)
- g. Mengidentifikasi ketersediaan air bersih yang ada dan potensi yang masih dapat dimanfaatkan
- h. Menilai potensi Kesehatan yang ada di sekitar daerah bencana
- i. Potensi kemampuan response setempat, termasuk kemampuan operasional

Kesimpulan analisis diarahkan secara spesifik pada

- a. Kebutuhan pelayanan medis korban bencana/ kejadian
- b. Epidemiologi penyakit potensial wabah
- c. Masalah dan potensi sarana Kesehatan lingkungan

## **10. Penyajian Data dan Rekomendasi**

Data yang sudah dianalisis disajikan berupa :

- a. Gambaran tentang bencana meliputi jenis bencana, waktu kejadian, kekuatannya.
- b. Lokasi bencana meliputi nama desa/dusun, kelurahan, kecamatan, kabupaten, provinsi; topografi; lengkapi dengan peta.
- c. Populasi meliputi perkiraan jumlah populasi; distribusi populasi menurut jenis kelamin, umur, resiko tinggi
- d. Korban meliputi korban meninggal, rawat inap, rawat jalan, pengungsi, hilang; penyakit terbanyak; penyakit berpotensi Kejadian Luar Biasa (KLB); penyakit endemik, Penyakit yang perlu diwaspadai.
- e. Fasilitas Kesehatan meliputi kerusakan fisik bangunan, kerusakan sarana dan prasarana, jumlah tenaga Kesehatan, akses.
- f. Penampungan pengungsi meliputi nama lokasi pengungsi, status fisik tempat penampungan (tenda atau bangunan permanen), sanitasi dan air bersih, jumlah pengungsi dalam 1 lokasi penampungan.
- g. Upaya yang dilakukan meliputi upaya medis dan upaya Kesehatan masyarakat
- h. Bantuan obat, bahan habis pakai dan alat kesehatan yang diperlukan.
- i. Bantuan tenaga yang diperlukan.
- j. Sarana kesling yang memerlukan pengawasan dan pengendalian serta sarana yang diperlukan
- k. Kegiatan pelayanan yang diperlukan (pengobatan, perbaikan gizi, imunisasi dll).
- l. Bantuan lain (biaya operasional, sarana penunjang, dll).

- m. Jalur komunikasi dan transportasi yang ada dan yang masih diperlukan.
- n. Mekanisme koordinasi dengan instansi lain.

Dalam rekomendasi, hendaknya sudah dapat dipisahkan kegiatan-kegiatan mana yang dapat dilakukan oleh daerah dan kegiatan mana yang perlu dibantu dari provinsi maupun dari pusat. Rekomendasi harus meliputi aspek medis, aspek epidemiologis dan aspek Kesehatan lingkungan. Rekomendasi harus jelas, mudah dipahami oleh pengambil keputusan; mengindikasikan kebutuhan prioritas; detail, merinci jenis dan jumlah kebutuhan. Hasil rekomendasi yang disusun Bersama untuk pengambilan keputusan dalam upaya penanggulangan. Hasil rekomendasi untuk memulihkan fungsi pelayanan kesehatan.

Rekomendasi memuat :

Bantuan obat-obatan, bahan dan alat

- a. Bantuan tenaga medis/ paramedis, surveilans dan Kesehatan lingkungan
- b. Penyakit menular yang perlu di waspadai
- c. Sarana Kesehatan lingkungan yang memerlukan pengawasan dan perbaikan serta perlu dibuat
- d. Makanan bagi kelompok risiko tinggi
- e. Bantuan lain yang diperlukan baik dari tingkat di atasnya maupun dari sumber lain

### **11. Cara Penyampaian Informasi**

Informasi hasil RHA dapat disampaikan melalui jalur komunikasi yang masih memungkinkan untuk digunakan, seperti : telepon, faksimile, handphone, radio komunikasi. Informasi ini disampaikan kepada Kepala Dinas Kesehatan yang memerintahkan.

# Daftar Pustaka

- Azizah, Y., N., dkk. 2015. Pengalaman Perawat Dalam Melakukan Penilaian Cepat Kesehatan Kejadian Bencana Pada Tanggap Darurat Bencana Erupsi Gunung Kelud Tahun 2014 Di Kabupaten Malang (Studi Fenomenologi). *Jurnal Ilmu Keperawatan* Vol 3 No 2 November 2015.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2014. Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2015 – 2019. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Farizza Kharisma. 2013. Evaluasi Kegiatan Rapid Health Assessment Bencana Banjir Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Di Kabupaten Bojonegoro. Universitas Airlangga repository. <http://lib.unair.ac.id/>.
- Hong, KJ., et al. 2017. Rapid Health Needs Assessment after Typhoons Bolaven and Tembin Using the Public Health Assessment for Emergency Response Toolkit in Paju and Jeju, Korea 2012. *The Korean Academy of Medical Sciences*.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 145/Menkes/SK/I/2007 Tentang Pedoman Penanggulangan Bencana Bidang Kesehatan.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 066/Menkes/SK/II/2006 Tentang Pedoman Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) Kesehatan Dalam Penanggulangan Bencana.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2011. *Technical Guidelines For Health Crisis Responses on Disaster Edisi Revisi*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.



- Korteweg, H. A., et al. 2010. Rapid Health And Needs Assessments After Disaster: a Systematic Review. *BMC Public Health* 10 (1) : 295.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 9 Tahun 2008 Tentang Prosedur Tetap Tim Reaksi Cepat Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
- Pusat Krisis Kesehatan. 2015. International Training Consortium on Disaster Risk Reduction. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Pusat Krisis Kesehatan. 2017. Buku Tinjauan Penanggulangan Krisis Kesehatan Tahun 2017. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
- Rimadeni, Yeni; Hermansyah; Nizamuddin. 2015. Perancangan Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Rapid Health Assessment (RHA) Bencana. *Jurnal Ilmu Kebencanaan* Vol 2 No 2 Mei 2015.
- Subaiya, S., et al. 2014. A rapid needs assessment of the Rockaway Peninsula in New York City after Hurricane Sandy and the relationship of socioeconomic status to recovery. *Am J Public Health*. 2014 Apr;104(4):632-8. doi: 10.2105/AJPH.2013.301668. Epub 2014 Feb 13.
- Widayatun; Zainal Fatoni. 2013. Permasalahan Kesehatan Dalam Kondisi Bencana : Peran Petugas Kesehatan dan Partisipasi Masyarakat. *Jurnal Kependudukan Indonesia*.

## BAB 4

# Bencana dari Sudut Pandang Arsitektur



**Dr. Ir. Endang Setyawati, MT**

Dosen Teknik Arsitektur Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta. DIY. Sebagai akademisi, peneliti dan praktisi/perencanaan dan pelaksanaan di bidang arsitektur dan bangunan.

### **A. Pengertian bencana dalam arsitektur**

Bencana terjadi apabila dalam suatu waktu suatu bahaya atau dapat juga disebut ancaman (*hazard*) bertemu dalam suatu kondisi wilayah atau pada suatu masyarakat yang rentan (*vulnerability*), dimana kondisi atau masyarakat tersebut tidak memiliki kemampuan atau memiliki kemampuan rendah (*capacity*) untuk tanggap dalam menghadapi kondisi bahaya tersebut yang datang pada mereka. Keadaan yang merupakan gabungan antara kedua hal tersebut dapat menjadi sebab terganggunya kehidupan masyarakat, diantaranya kehancuran rumah, kerusakan harta benda, sehingga masyarakat harus mengungsi dan bisa juga sampai menimbulkan korban jiwa (ISDR, 2004).

Indonesia adalah salah satu negara kepulauan yang berada pada tempat bertemunya tiga lempeng besar alam, yaitu lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan

Lempeng Pasifik. Jika terjadi interaksi antar lempeng-lempeng tersebut maka kondisi ini menempatkan Indonesia sebagai wilayah yang memiliki aktivitas ke-gunungapi-an dan ke-gempabumi-an yang cukup beresiko tinggi.

Permasalahan yang muncul adalah apakah masyarakat sudah mengenal dengan baik berbagai jenis dan karakter bahaya alam yang ada pada kondisi alam tersebut. Dan apakah masyarakat siap mengantisipasi bahaya bencana alam yang kemungkinan besar terjadi. Perlu kita ketahui adanya bentuk-bentuk gejala alam yang terjadi di Indonesia selama ini, yaitu gempa bumi, banjir, lumpur panas, kebakaran hutan dan gunung berapi yang meletus. Potensi bencana alam yang tinggi yang dimiliki wilayah-wilayah di Indonesia pada dasarnya merupakan refleksi dari kondisi geografis yang sangat khas untuk wilayah tanah Indonesia.

Beberapa faktor penyebab utama timbulnya banyak korban akibat bencana gempa adalah karena kurangnya pengetahuan masyarakat tentang bencana alam yang terjadi dan kurangnya kesiapan masyarakat dalam mengantisipasi bencana tersebut. Khususnya bencana alam gempa bumi yang telah terjadi, berdampak pada korban yang meninggal banyak terjadi karena tertimpa reruntuhan akibat bangunan yang roboh.. Atas kejadian-kejadian gempa tersebut maka budaya mitigasi berbasis kearifan lokal disarankan dibangun sejak dini dalam diri setiap elemen masyarakat untuk mewujudkan masyarakat yang berdaya. Dengan demikian akan dapat meminimalkan dampak yang ditimbulkan oleh bencana.

Dalam khasanah pustaka pengurangan risiko bencana yang dipaparkan dalam Strategi Internasional untuk Pengurangan Bencana (International Strategy for Disaster Reduction/ISDR) (Novio, 2016), ada empat argumen dasar yang mendukung pentingnya kearifan lokal yaitu:

1. Berbagai praktik dan strategi spesifik masyarakat asli/tradisional yang terkandung di dalam kearifan local (*local wisdom*), yang telah terbukti sangat berharga dalam menghadapi bencana-bencana alam, dapat ditransfer dan diadaptasi oleh komunitas-komunitas lain dalam menghadapi situasi serupa.

2. Pemaduan kearifan lokal (*local wisdom*) ke dalam praktik-praktik dan kebijakan-kebijakan yang ada akan mendorong partisipasi masyarakat yang terkena bencana dan memberdayakan para anggota masyarakat untuk mengambil peran utama dalam semua kegiatan pengurangan risiko bencana.
3. Informasi yang terkandung di dalam kearifan local (*local wisdom*) dapat membantu meningkatkan pelaksanaan proyek dengan memberikan informasi yang berharga tentang konteks setempat (kondisi geografi, topografi, klimatologi).
4. Penyebarluasan pengetahuan dan konsep-konsep kearifan lokal (*local wisdom*) yang bersifat non-formal dapat memberikan sebuah contoh yang baik untuk upaya pendidikan lain dalam hal pengurangan risiko bencana.

Kesadaran akan konsep-konsep local merupakan salah satu konsep bijaksana untuk menghadapi resiko bencana alam yang terus terjadi secara berkala dan berulang pada situasi dan kondisi geografis Indonesia.

Suatu keadaan dimana manusia berusaha memahami alam semesta beserta isinya, memilah-milah gejala yang nampak nyata atau tidak nyata ke dalam sejumlah kategori untuk mempermudah mereka dalam menghadapi alam secara lebih efektif. Dengan kemampuan bekerja dan berfikir secara metaforik, manusia tidak lagi mengandalkan naluri dalam beradaptasi dengan lingkungan. Namun perlu upaya secara aktif mengolah sumberdaya alam dan mengelola lingkungan sesuai dengan resep-resep atau konsep-konsep budaya yang merupakan himpunan abstraksi pengalaman nenek moyang menghadapi tantangan (Syahrin, 2011).

Seperti kita ketahui Bersama bahwa bencana merupakan rangkaian peristiwa yang menimbulkan kerugian cukup besar, bahkan memakan korban jiwa. Indonesia yang dijuluki “Laboratorium Bencana” telah ditandai dengan meningkatnya kompleksitas dan jumlah bencana setiap tahunnya, sehingga mitigasi dan keterampilan penanggulangan bencana harus menjadi prioritas utama. Oleh karena itu, tersedia fasilitas pendidikan mitigasi sesuai kebutuhan. Fasilitas ini dirancang untuk pendidikan, rekreasi,

dan tempat pengungsian terakhir yang berlokasi di beberapa tempat di Indonesia. Fasilitas semacam ini diperlukan sebagai upaya sosialisasi mitigasi bencana bagi masyarakat. (Karima,2020).

Manusia dalam beradaptasi, mengembangkan kearifan lingkungan yang berwujud ide-ide nasional berupa pengetahuan atau ide, norma adat, nilai budaya, aktifitas serta peralatan, sebagai hasil abstraksi pengalaman yang dihayati oleh segenap masyarakat pendukungnya dan yang menjadi pedoman atau kerangka acuan untuk melihat, memahami, memilah-milah gejala yang dihadapi serta memilih strategi bersikap maupun bertindak dalam mengelola lingkungan. Keanekaragaman pola-pola adaptasi manusia terhadap lingkungan, terkadang tidak mudah dimengerti oleh pihak ketiga yang mempunyai latar belakang sosial dan kebudayaan yang berbeda. Namun demikian, keanekaragaman pola-pola adaptasi terhadap lingkungan tersebut merupakan faktor yang harus diperhitungkan dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan yang berkelanjutan.

## **B. Bencana yang berakibat pada bangunan**

Seringnya terjadi bencana di berbagai daerah di Indonesia telah menarik perhatian berbagai pihak. Dalam konteks keilmuan, fenomena bencana dapat dilihat dari berbagai disiplin dan selalu menjadi tantangan bagi setiap disiplin ilmu. Tidak ada monopoli keilmuan dalam menghadapi bencana, sebaliknya terdapat ruang bagi setiap ilmu untuk berkontribusi sesuai ontologi, epistemologi, dan aksiologi masing-masing disiplin ilmu. Arsitektur, sebagai bidang ilmu yang fokus pada pengolahan ruang dan bentuk bagi wadah aktifitas manusia, tentu sangat berkaitan dengan beragam bencana yang terjadi. Namun demikian, permasalahannya adalah bagaimana “melihat” teori-teori arsitektur yang sudah ada sesuai paradigma kebencanaan. Maka itulah fungsi teori dan metodologi keilmuan yaitu mampu menjelaskan persoalan yang dihadapi manusia serta memberikan solusi-solusinya. Termasuk dalam hal ini adalah permasalahan bencana.

## 1. Bencana alam

Pola, jenis dan faktor penyebab kerusakan bangunan merupakan hal penting yang tidak terpisahkan dari kajian tentang ilmu bangunan. Dengan kajian tersebut, para pelaku pembangunan seperti perencana, pelaksana, dan pengawas dapat melakukan antisipasi terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan pada pekerjaannya mendatang. Bagi pemilik atau pengguna bangunan data identifikasi dapat digunakan sebagai informasi untuk melakukan tindakan perbaikannya. Dipihak lain mahasiswa dan para ilmuwan bidang rekayasa konstruksi bangunan dapat memanfaatkan kajian untuk menemukan dan mengembangkan terori-teori baru atau metode-metode pelaksanaan konstruksi yang terus berkembang dari waktu ke waktu sesuai kemajuan teknologi. Kajian tentang kerusakan dan tingkat keawetan bangunan diperlukan masyarakat luas. Permasalahan penetapan jenis kerusakan bangunan oleh ahli bangunan ibarat tindakan seorang dokter yang melakukan diagnosa terhadap pasiennya, sebelum menetapkan tindakan pengobatan secara tepat. Bagi pengguna bangunan memerlukan bantuan para ahli bangunan untuk mendiagnosa kerusakan dan langkah-langkah perbaikannya. Jadi, data pola jenis dan faktor penyebab kerusakan bangunan diperlukan oleh masyarakat pelaku pembangunan maupun pengguna bangunan (Dardiri, 2012).

Kerusakan bangunan terjadi akibat tiga hal yaitu pertama faktor manusia yakni pelaku pembangunan yang kurang profesional; kedua, faktor alam mencakup iklim, cuaca, biologis, kimia; dan ketiga faktor bencana alam. Indonesia yang berada pada daerah rawa gunung berapi (ring of fire) memiliki kerawanan tinggi terhadap bencana gempa khususnya jika gempa tersebut melebihi kapasitas kekuatan bangunan uyang direncanakan. Di pihak lain, eksploitasi alam secara sembarangan dapat menimbulkan bencana longsor, banjir, maupun perubahan iklim yang juga berpotensi menurunkan kualitas bangunan. Pola kerusakan bangunan adalah model kerusakan yang dapat memberikan gambaran tentang kecenderungan kesamaan bentuk dan kejadian kerusakan bangunan baik kerusakan struktur maupun kerusakan nonstruktur.

Gunung meletus adalah peristiwa keluarnya endapan magma dari perut bumi yang didorong oleh gas bertekanan tinggi yang terjadi pada gunung-gunung berapi. Hasil letusan gunung berapi antara lain lava, lahar, gas vulkanik, hujan abu, dan awan panas yang dapat mempengaruhi lingkungan di sekitarnya. Bentuk kerusakan lingkungan yang dapat diakibatkan oleh meletusnya gunung berapi antara lain :

- a. Material padat yang dihamburkan oleh semburan larva gunung api berupa batuan, kerikil, dan pasir yang dapat merusak, menimpa, bahkan menimbun lahan pertanian, hutan, perkebunan, hingga pemukiman penduduk dan sumber air bersih.
- b. Hujan abu vulkanik yang menyertai letusan gunung berapi menyebabkan gangguan pernafasan, mempengaruhi jarak pandang dan intensitas cahaya matahari, menutup dan merusak tanaman pertanian, mengganggu aktifitas transportasi, dan sebagainya sebagainya, sehingga akan mengurangi produksi dan aktivitas manusia.
- c. Lava panas (pijar) yang meleleh merusak daerah yang dilaluinya, baik berupa hutan, perkebunan, lahan pertanian hingga pemukiman penduduk.
- d. Awan panas dengan berbagai material yang dibawanya, bergerak dalam kecepatan tinggi dan suhu yang mencapai ratusan derajat dapat menghanguskan wilayah yang diterjangnya termasuk menewaskan manusia dan makhluk hidup lainnya.
- e. Aliran lahar dapat menyebabkan pendangkalan sungai, atau menyebabkan terjadinya banjir bandang saat musim penghujan.
- f. Gas yang mengandung racun dapat mengancam keselamatan manusia, hewan, dan tumbuhan di sekitarnya.

### **1) Kerusakan lingkungan akibat gempa bumi**

Gempa bumi adalah peristiwa alam berupa getaran atau gerakan bergelombang pada kulit bumi yang ditimbulkan oleh tenaga dari dalam secara tiba-tiba. Gempa bumi mengakibatkan kerusakan lingkungan berupa :

- a) Kerusakan bangunan.
- b) Tanah longsor.

- c) Perubahan struktur tanah dan batuan
- d) Degradasi lahan dan kerusakan bentang lahan
- e) Pencemaran udara
- f) Krisis air bersih
- g) Tsunami (gempa bumi di laut)
- h) Jatuhnya korban baik manusia, hewan, maupun tumbuhan.

## **2) Kerusakan lingkungan akibat tanah longsor**

Tanah longsor adalah peristiwa geologi yang diakibatkan oleh pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Tanah longsor dapat diakibatkan oleh erosi karena gerusan air pada kaki lereng yang curam, melemahnya lereng dari bebatuan dan tanah akibat saturasi yang diakibatkan hujan lebat, getaran dari gempa bumi, gunung meletus, maupun mesin dan lalu lintas kendaraan, serta dipicu oleh minimnya pepohonan pada tebing-tebing curam.

Tanah longsor mengakibatkan kerusakan lingkungan seperti kerusakan bangunan, kerusakan lahan pertanian dan perkebunan, memutus jalur transportasi, krisis air bersih hingga jatuhnya korban.

## **3) Kerusakan lingkungan akibat banjir**

Banjir adalah peristiwa terendamnya daratan oleh air yang berlebihan. Banjir mengakibatkan kerusakan mulai dari kerusakan fisik, terkontaminasinya air bersih, membunuh tumbuhan yang tidak tahan air dan hewan, pencemaran lingkungan, penyebaran penyakit, hingga bencana susulan seperti longsor serta jatuhnya korban.

## **4) Kerusakan lingkungan akibat badai dan angin topan**

Badai, angin topan, angin puting beliung, angin ribut, dan sejenisnya adalah bencana alam yang disebabkan oleh pergerakan udara yang sangat kencang yang dipicu perbedaan tekanan udara. Bencana ini mengakibatkan kerusakan lingkungan diantaranya robohnya (rusaknya) bangunan dan pepohonan, rusaknya area pertanian dan perkebunan, dan tingginya ombak di laut.



### 5) Kerusakan lingkungan akibat tsunami

Tsunami adalah perpindahan badan air yang disebabkan oleh perubahan permukaan laut secara vertikal dengan tiba-tiba. Tsunami dapat diakibatkan oleh gempa bumi yang terjadi di laut, letusan gunung berapi bawah laut, ataupun longsor di dasar laut. Tsunami meninggalkan kerusakan lingkungan di dalam laut maupun di sekitar pantai. Kerusakan-kerusakan tersebut diantaranya adalah rusaknya terumbu karang dan lamun, kerusakan fisik di sekitar pantai, serta jatuhnya korban manusia.

### 6) Kerusakan lingkungan akibat kekeringan



**Gambar 18.** Kekeringan mengakibatkan kerusakan lingkungan (<https://badungkab.go.id/instansi/dishk/baca/artikel/626/Kerusakan-Lingkungan-Akibat-Proses-Alam.html>)

Kekeringan adalah kurangnya pasokan air pada suatu lokasi yang berlangsung berkepanjangan dan umumnya terjadi pada musim kemarau. Kekeringan dapat menimbulkan

kerusakan lingkungan berupa kerusakan lahan pertanian dan perkebunan, menurunnya kualitas tanah, hingga matinya organisme (Gambar 1).

Bencana-bencana alam yang menyebabkan kerusakan lingkungan sebagaimana tersebut di atas, beberapa diantaranya murni karena proses alam. Sehingga terjadinya mutlak dipengaruhi faktor alam tanpa campur tangan manusia. Namun pada beberapa peristiwa alam, sering kali, secara tidak langsung terkait juga dengan aktifitas yang dilakukan manusia. Sebagai contoh bencana banjir dan tanah longsor yang kerap kali menjadi imbas dari aktifitas manusia yang tidak ramah lingkungan. Pun pada bencana alam kekeringan yang bisa dipicu aktifitas manusia yang menyebabkan kurangnya air yang terserap sebagai cadangan air di dalam tanah.

## **2. Bencana buatan manusia**

Tumpahan minyak, kebocoran gas beracun, dan kebakaran hutan yang tak terkendali telah menyebabkan kerusakan lingkungan dan orang-orang yang tinggal di dalamnya. Bencana buatan manusia lebih berdampak pada lingkungan.

### **a. Kesiapsiagaan bencana pada bidang arsitektur**

Daerah tepian sungai dan padat penduduk, merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi bencana yang tinggi. Pertumbuhan permukiman secara organik tanpa mempertimbangkan tingkat keamanan dalam bermukim menjadi permasalahan yang belum terselesaikan hingga saat ini. Kerawanan bencana alam pada permukiman semacam ini memerlukan kesadaran masyarakatnya.

Kearifan local (*local wisdom*) merupakan seperangkat pengetahuan yang dikembangkan oleh suatu kelompok masyarakat setempat (komunitas) yang terhimpun dari pengalaman panjang menggeluti alam dalam ikatan hubungan yang saling menguntungkan kedua belah pihak (manusia dan lingkungan) secara berkelanjutan dan dengan ritme yang harmonis. Dengan demikian, kearifan lingkungan (*ecological wisdom*) (Agung, 2006) merupakan pengetahuan yang diperoleh dari abstraksi pengalaman adaptasi aktif terhadap lingkungannya yang khas. Pengetahuan tersebut

diwujudkan dalam bentuk ide, aktivitas dan peralatan. Kearifan lingkungan yang diwujudkan ke dalam tiga bentuk tersebut dipahami, dikembangkan, dipedomani dan diwariskan secara turun-temurun oleh komunitas pendukungnya. Sikap dan perilaku menyimpang dari kearifan lingkungan, dianggap penyimpangan (*deviant*), tidak arif, merusak, mencemari, mengganggu dan lain-lain. Kearifan lingkungan dimaksudkan sebagai aktivitas dan proses berpikir, bertindak dan bersikap secara arif dan bijaksana dalam mengamati, memanfaatkan dan mengolah alam sebagai suatu lingkungan hidup dan kehidupan umat manusia secara timbal balik. Kesuksesan kearifan lingkungan itu biasanya ditandai dengan produktivitas, sustainabilitas dan equitabilitas atau keputusan yang bijaksana, benar, tepat, adil, serasi dan harmonis .

Kearifan lokal merupakan suatu usaha manusia dengan menggunakan akal budinya (*kognisi*) untuk bertindak dan bersikap terhadap suatu keadaan, objek, atau peristiwa yang terjadi dalam ruangdan waktu tertentu. Pengertian ini, disusun secara etimologi, di mana wisdom dipahami sebagai kemampuan seseorang dalam menggunakan akal pikirannya dalam bertindak atau bersikap sebagai hasil penilaian terhadap sesuatu, objek, atau peristiwa yang terjadi. Sebagai sebuah istilah wisdom sering diartikan sebagai 'kearifan/kebijaksanaan'. Lokal secara spesifik menunjuk pada ruang interaksi terbatas dengan sistem nilai yang terbatas pula. Sebagai ruang interaksi yang sudah didesain sedemikian rupa yang di dalamnya melibatkan suatu pola-pola hubungan antara manusia dengan manusia atau manusia dengan lingkungan fisiknya. Pola interaksi yang sudah terdesain tersebut disebut setting. menyusun hubungan-hubungan face to face dalam lingkungannya disebut setting. Dari setting akan terbentuk nilai-nilai kehidupan yang akan menjadi landasan dalam kehidupan manusia.

Kearifan lokal terbentuk dari proses yang Panjang dalam kehidupan manusia karena respon terhadap lingkungan hidup manusianya. Proses evolusi yang begitu panjang dan melekat dalam masyarakat dapat menjadikan kearifan lokal sebagai sumber energi potensial dari sistem pengetahuan kolektif masyarakat untuk hidup bersama

secara dinamis dan damai. Pengertian ini melihat kearifan lokal tidak sekadar sebagai acuan tingkah-laku seseorang, tetapi lebih jauh, yaitu mampu mendinamisasi kehidupan masyarakat yang penuh keadaban. Secara substansial, kearifan lokal itu adalah nilai-nilai yang berlaku dalam suatu masyarakat. Nilai-nilai yang diyakini kebenarannya dan menjadi acuan dalam bertingkah-laku sehari-hari masyarakat setempat. Oleh karena itu, sangat beralasan jika dikatakan bahwa kearifan lokal merupakan entitas yang sangat menentukan harkat dan martabat manusia dalam komunitasnya.

Kearifan lokal yang di dalamnya berisi unsur kecerdasan kreativitas dan pengetahuan lokal dari para elit dan masyarakatnya adalah yang menentukan dalam pembangunan peradaban masyarakatnya. Akhir dari sedimentasi kearifan lokal ini akan mewujudkan menjadi tradisi atau agama.

Kearifan lokal lebih menggambarkan satu fenomena spesifik yang biasanya akan menjadi ciri khas komunitas kelompok tersebut, misalnya alon-alon asal klakon (masyarakat Jawa Tengah), rawe-rawe rantas malang-malang putung (masyarakat Jawa Timur), ikhlas kiai-ne manfaat ilmu-ne, patuh guru-ne barokah urip-e (masyarakat pesantren), dan sebagainya (Ferdinant, 2012).

#### **b. Model/standart kesiapan bencana pada bangunan tidak bertingkat**

Bangunan tidak bertingkat antara lain adalah bangunan pada masyarakat tradisional. Di dalam permukiman tradisional, dapat ditemukan pola atau tatanan yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat kesakralannya atau nilai-nilai adat dari suatu tempat tertentu. Hal tersebut memiliki pengaruh cukup besar dalam pembentukan suatu lingkungan hunian atau perumahan tradisional. Nilai-nilai adat yang terkandung dalam permukiman tradisional menunjukkan nilai estetika serta local wisdom dari masyarakat tersebut. Terdapat suatu elemen utama dari hal yang sakral tersebut pada permukiman tradisional. Jika permukiman dianggap sebagai suatu lingkungan yang diperadabkan, maka bagi kebanyakan masyarakat tradisional di lingkungan tersebut, menurut ketentuan, merupakan lingkungan yang sakral atau disucikan. Alasan pertama

adalah karena orang-orang banyak berpandangan bahwa masyarakat-masyarakat tradisional selalu terkait dengan hal-hal yang bersifat religius.

Dalam sebuah permukiman masyarakat tradisional, agama dan kepercayaan merupakan suatu hal yang sentral. Masyarakat terus melakukan proses penggalian makna untuk mengetahui fenomena yang tak terucapkan. Hal itu menggambarkan suatu makna yang paling penting. Selain itu, sebuah pandangan yang lebih pragmatik, adalah hal yang sakral tersebut serta ritual keagamaan yang menyertainya dapat menjadi efektif untuk membuat orang-orang melakukan sesuatu di dalam sesuatu yang disahkan atau dilegalkan (Rappoport, 1969).

Contoh-contoh bangunan tanggap bencana pada rumah-rumah tradisional adalah :

#### 1) Rumah Rakit

Rumah rakit telah menjadi bagian dari Palembang sejak masa lalu. Selain itu, rumah Rakit juga menunjukkan adaptasi terhadap lingkungan yang baik dalam konteks pasang surut air sungai. Permukiman di atas rakit terjadi karena adanya peraturan, bukan karena dikehendaki dari semula. Walaupun demikian, permukiman di atas rakit yang kemudian berkembang sebagaimana layaknya permukiman di daratan. Di daerah perbukitan atau dataran tinggi terdapat tipe rumah tradisional yang memiliki tiang di atas umpak batu atau di atas beberapa butir batu. Rumah tradisional tersebut diantaranya adalah rumah Besemah, rumah Semendo dan rumah Ulu Berundak. Umpak tersebut memiliki fungsi untuk mengurangi getaran akibat gempa bumi serta mengurangi kelembaban pada tiang kayu. Rumah tradisional pada daerah perbukitan atau tanah berkontur pada umumnya berukuran kecil sampai sedang, sangat jarang yang berukuran besar. Hal ini berbeda dengan ukuran rumah Limas yang besar bahkan sangat besar di Palembang dan sekitarnya. Kearifan lokal masyarakat terhadap rumah tradisional yang adaptif terhadap lingkungan disesuaikan dengan tingkat teknologi dan ketersediaan bahan saat itu. Walaupun demikian, karena sistem konstruksi dan bahan bangunan yang

dipergunakan memiliki nilai universal maka hal tersebut tetap dapat diimplementasikan pada saat ini terutama pada pembangunan lingkungan binaan.

- 2) Bangunan Joglo pada masyarakat Jawa. Dengan struktur Tumpangsari. Dilengkapi dengan konstruksi nanas nanas an. Penggunaan Sokoguru dan material kayu dengan konstruksi Tajug dan Tumpangsari merupakan bentuk-bentuk kearifan local masyarakatnya.
- 3) Arsitektur Tradisional sasadu lebih spesifik khusus ke rumah adat tradisional maluku. Secara fisik bentuk keaslian arsitektur yang khas dapat memotivasikan nilai-nilai jati diri dari suatu kelompok etnis tentang latar belakang sejarah budayanya. Hal tersebut dapat dilihat dari arsitektur bagian luar bangunan yang mengandung gaya tipologi dengan penampilan karakter bentuk ciri-ciri khusus yang menonjolkan simbol-simbol identitas suatu kelompok etnis. Dari segi fungsinya, bangunan tradisional sasadu, mempunyai tata ruang yang berfungsi sebagai wadah yang didasarkan pada norma-norma yang mengandung falsafah bagi pembentukan karakter dan kepribadian.

Dan masih banyak lagi bangunan-bangunan dalam format arsitektur tradisional yang menjadi local wisdom atau karakter lingkungannya.

### **c. Model/standart kesiapan bencana pada bangunan bertingkat rendah dan sedang**

Bencana telah lama ada sejak kehidupan manusia dimulai. Untuk merespon hal tersebut, secara individual ataupun kelompok, telah banyak pendekatan yang digunakan dalam upaya manajemen bencana yang bertujuan untuk mengurangi risiko dan dampak berbahaya dari bencana tersebut. Manajemen bencana yang komprehensif didasarkan pada empat komponen, meliputi:

1. Mitigasi (*mitigation*).
2. Kesiapsiagaan (*preparedness*).
3. Tanggap darurat (*response*).
4. Pemulihan (*recovery*).

Saat ini secara perlahan-lahan banyak negara berkembang yang semakin menyadari tentang pentingnya kegiatan manajemen bencana, yang dilakukan melalui pendekatan yang lebih baik dan cukup aman untuk meminimalkan bahaya atau risiko bencana. Juga semakin dipahami bahwa partisipasi masyarakat merupakan salah satu faktor kunci kesuksesan dalam pelaksanaan pengurangan risiko bencana. Parameter penting dalam manajemen bencana harus dipertimbangkan agar potensi kerusakan dapat diminimalisir.

Manajemen bencana merupakan seluruh kegiatan yang meliputi aspek perencanaan dan penanggulangan bencana, yaitu kondisi sebelum bencana, saat bencana dan sesudah terjadinya bencana, atau dikenal sebagai siklus manajemen bencana. Kegiatan manajemen bencana secara umum dibagi dalam tiga kegiatan utama, yaitu:

- 1) Kegiatan pra-bencana, mencakup kegiatan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan serta peringatan dini. Kegiatan ini sangat penting, dimana telah dilakukan persiapan dalam menghadapi bencana dan pasca bencana, sehingga akan memperkecil dampak bencana yang mungkin ditimbulkan.
- 2) Kegiatan saat terjadi bencana, yang mencakup kegiatan tanggap darurat untuk meringankan penderitaan sementara, seperti: kegiatan penyelamatan korban dan harta benda, evakuasi, bantuan darurat dan kegiatan pengungsian.
- 3) Kegiatan pasca bencana, mencakup kegiatan pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi. Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan perbaikan kondisi masyarakat yang terkena bencana, dengan memfungsikan kembali prasarana dan sarana pada keadaan semula.

Bencana seharusnya tidak hanya dipandang sebagai suatu kondisi tanggap darurat saja, atau merupakan hal yang tidak dapat diprediksi kejadiannya, melainkan harus dilihat sebagai suatu risiko dengan siklus yang telah terjadi selama sekian lama. Seharusnya kegiatan mitigasi dan adaptasi terhadap bencana dibuat secara permanen dan diimplementasikan dalam kebijakan dan perencanaan kota.

Beberapa negara di dunia ini diantaranya negara Jepang, telah banyak berinvestasi terhadap penyediaan infrastruktur sebagai alat perlindungan terhadap bahaya alam, gempa bumi dan tsunami. Berdasarkan pengalaman, Jepang menilai adanya saling keterkaitan secara sistemik dari suatu bencana.

Bencana alam yang terjadi, seperti gempa bumi, dapat menimbulkan potensi bencana lainnya, dalam artian dapat menyebabkan bencana ikutan, seperti kebakaran dan lainnya. Bencana, di negara lain seperti di Indonesia, juga merupakan permasalahan yang harus ditangani secara serius. Kusumastuti et al (2014) menggambarkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang termasuk dalam kategori rawan bencana.

Interaksi antar lempeng-lempeng yang berada di posisi Indonesia dapat menghasilkan aktivitas seismik yang kuat, seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi, dan jenis-jenis bencana alam, misalnya tsunami, angin topan dan kekeringan. Bencana alam yang terjadi memiliki dampak yang signifikan terhadap kehidupan masyarakat di daerah bencana. Mengingat dampak yang cukup signifikan dari kejadian bencana alam tersebut, sangat penting untuk melakukan penilaian terhadap tingkat risiko bencana. Hal ini akan sangat membantu pemerintah dalam mengembangkan kerangka kerja komprehensif atau kebijakan untuk meminimalkan dampak negatif bencana. Selain itu, tingkat pemahaman terhadap risiko bencana harus ditindaklanjuti dengan melakukan penilaian terhadap tingkat ketahanan terhadap bencana. Ketahanan terhadap bencana yaitu kapasitas atau kemampuan masyarakat dalam mengantisipasi, mempersiapkan, menanggapi dan pulih dari dampak bencana.

Masalah penanganan penampungan penduduk dan fasilitas darurat yang selalu muncul pada daerah bencana, misalnya : tsunami, gempa bumi, longsor, kebakaran, dan lain-lain. Kejadian bencana yang sering terjadi di seluruh wilayah di Indonesia memerlukan kesiapan dan penanganan yang cepat dan efektif. UNDP dalam Program Pelatihan "Kesiapan Bencana" memberikan arahan bahwa kesiapan menghadapi bencana akan meminimalisir akibat-akibat yang merugikan melalui tindakan pencegahan yang efektif,

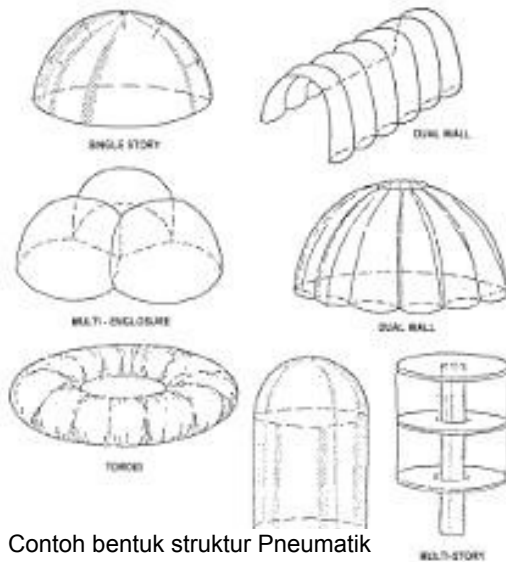


rehabilitasi dan pemulihan serta pengiriman bantuan dan pertolongan secara tepat waktu (Kent, 1994).

Bentuk-bentuk bantuan dan pertolongan antara lain bertujuan agar korban bencana (yang biasanya jumlahnya cukup banyak) segera dapat ditampung dalam bangunan yang layak huni dan nyaman. Hingga saat ini penampungan penduduk korban bencana dan penempatan fasilitas darurat banyak menggunakan tenda dan bangunan darurat yang dibangun menggunakan sistem struktur dan teknologi konvensional yang memerlukan waktu lama serta biaya yang besar. Ada salah satu pemikiran, penggunaan tenda pneumatic. Tenda pneumatik merupakan salah satu solusi tepat untuk memecahkan masalah penampungan penduduk korban bencana yang dapat dibangun dengan waktu yang cepat (kurang dari 1 jam), dapat menampung jumlah orang yang cukup banyak karena bentang lebarnya, biaya relative murah. Bangunan tenda pneumatik sebelum dan sesudah bencana dapat disimpan pada gudang dengan volume penyimpanan yang kecil, karena bahan strukturnya (membran – kain) dapat dilipat dan sewaktu-waktu dapat diangkut ke daerah bencana menggunakan truk atau pickup (Hery, 2007).

Prinsip dasar struktur pneumatik adalah bangunan tenda yang dibangun dari bahan lembaran tipis (membran) fleksibel, distabilkan oleh perbedaan tekanan dengan medium: gas cair, busa, atau bahan-bahan butiran halus. Apabila komposisi membran fleksibel diberikan medium yang menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan maka akan membentuk suatu pneumatik (dari bahasa latin "pneuma" yang berarti gelembung berisi udara) Membran yang digelembungkan mampu menahan gaya-gaya luar, karena medium tekanan berubah menjadi medium penahan dan menjadi elemen struktural sehingga terbentuk suatu struktur pneumatik penahan beban (Hery, 1992; Herzog, 1976). Bangunan tenda dengan bahan yang beratnya tidak lebih dari 3 kg/m<sup>2</sup> mampu menaungi space dengan bentang lebih dari 100 meter (Otto, 1973), meskipun menggunakan perbedaan tekanan yang tidak terlalu besar antara ruang dalam dan pemikiran tentang struktur pneumatic baru dikembangkan sebagai struktur bidang penutup atap dan untuk bangunan berbentang lebar.

Namun sekarang mulai digunakan untuk berbagai fungsi bangunan, bahkan dapat digunakan untuk memikul beban lantai pada bangunan bertingkat sedang (*Medium Rise Building*). Keandalan sistem struktur pneumatik dapat dinilai dari 4 aspek, yaitu : kekuatan, keindahan, penghematan, dan kecepatan dalam pembangunannya (Hery, 1992; Hery, 2007). Struktur bangunan tenda yang ditumpu udara harus selalu mempunyai tekanan udara internal sedikit lebih besar daripada tekanan udara, untuk menjamin elemen membran berada dalam keadaan tarik (Gambar 2).



**Gambar 19.** Contoh bentuk struktur Pneumatik

Tekanan aktual internal tidak boleh terlalu besar agar tetap dapat memberikan rasa nyaman kepada pengguna bangunan (Schodek, 1980). Apabila beban eksternal merata, maka tekanan internal yang digunakan untuk memikul beban juga merata. Dengan demikian membran hanya berfungsi sebagai pemisah. Karena beban eksternal relatif kecil, maka tekanan internal yang diperlukan pada struktur yang ditumpu udara juga dapat relatif kecil.

#### **d. Kesiapan bencana dalam skala kota**

Kota yang memiliki ketahanan atau ketangguhan terhadap bencana (*resilient city*) adalah kota yang mempunyai sistem fisik wilayah dan masyarakat yang terintegrasi dan terangkai secara baik. Sistem fisik wilayah meliputi lingkungan terbangun dan lingkungan alami, seperti bangunan, jaringan jalan, infrastruktur, vegetasi, topografi, dan sistem alami lainnya. Masyarakat dan kelembagaan yang ada membentuk sosiologi perkotaan yang sama pentingnya. Ketika bencana terjadi, sistem fisik merupakan bagian pertama yang terkena dampak bencana. Kemampuan dalam mengatasi dan beradaptasi terhadap situasi bencana, menjadikannya bagian yang sangat penting bagi masa depan kota (Greeshma dan Kumar, 2016). Kota yang tahan atau tangguh terhadap bencana adalah kota yang telah siap menghadapi semua jenis bahaya bencana yang mengancam. Kota tersebut juga memiliki kemampuan pulih secara cepat, yaitu kembali ke kondisi semula seperti sebelum terjadinya bencana.

Kota yang tangguh terhadap bencana, yaitu suatu kota yang mampu menangani berbagai jenis ancaman bencana tanpa menimbulkan kekacauan situasi atau kerusakan permanen pada saat terjadi ancaman. Kota yang tangguh terhadap bencana dirancang dengan tujuan untuk mengantisipasi, mampu bertahan hidup, dan pulih dari dampak bencana. Kota tersebut akan bersifat fleksibel terhadap berbagai gangguan bencana. Ketangguhan kota dalam menghadapi bencana merupakan konsep yang berkorelasi dengan konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Konsep ketangguhan ini diadakan dengan dukungan inovasi (*innovation*), mitigasi (*mitigation*) dan adaptasi (*adaptation*). Masing-masing pengertian diuraikan sebagai berikut (Renscher, et all, 2010) :

- 1) Mitigasi, merupakan upaya pengurangan risiko yang disesuaikan dengan kapasitas objek, yakni objek itu sendiri sesuai kapasitasnya.
- 2) Adaptasi, merupakan penyesuaian (diri) terhadap risiko, yang disesuaikan dengan bahaya dan kerentanan yang ada pada objek.

- 3) Inovasi, merupakan kerangka waktu (time frame) pengimplementasian kegiatan yang dianggap baru dalam penanganan risiko, yang sebenarnya diluar kebiasaan kapasitas yang ada pada objek.

Pada bagian lain, Renald et al (2016) mengatakan bahwa pembentukan ketahanan suatu kota terhadap bencana, memiliki empat faktor yang saling berkaitan erat dan saling mempengaruhi, yaitu: penataan ruang, adaptasi, mitigasi bencana dan inovasi teknologi.

# Daftar Pustaka

- Ahmad Dardiri, 2012, analisis pola, jenis, dan penyebab kerusakan bangunan gedung sekolah dasar, *Jurnal TEKNOLOGI DAN KEJURUAN*, VOL. 35, NO. 1, *PEBRUARI 2012:71-80*
- Ferdiant Anson, Diem., 2012, WISDOM OF THE LOCALITY (Sebuah Kajian: Kearifan Lokal dalam Arsitektur Tradisional Palembang), *Berkala Teknik Vol.2 No.4 Maret 2012*, hal. 299-305
- Girardet, H. 2004. *Cities People Planet: Liveable Cities for Sustainable City*. Ashgate Publishing Ltd. Aldeshot.
- Greeshma, P., and Kumar, K. M. 2016. *Disaster Resilience in Vulnerable Cities through Neighbourhood Development: A Case of Chennai. Procedia Technology 24-1827-1834*. College of Engineering Trivandrum, Sreekaryom, Thiruvananthapuram 695016. India.
- Guettouche, M. S et al. 2011. A Fire Risk Modelling and Spatialization by GIS: Application on the Forest of Bouzareah Clump, Algiers (Algeria). *Journal of Geographic Information System, 2011, 3, 254- 265. Sciences and Technology University of Houari Boumediene, Algiers. Algeria*
- Hery, Budiyo. 1992. *Kajian dan Perancangan Bangunan dengan Konsep Struktur Pneumatik yang Ditekankan pada Aspek Teknik dan Metoda Konstruksi, Kasus Studi: Struktur Atap Pneumatik Membran Tunggal yang Ditumpu Udara pada Gedung Olah Raga*. Tesis S2. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hery, Budiyo. 2007. *Ujicoba Model Dan Prototipa Tenda Pneumatik Sistem Knock Down Sebagai Bangunan Penampungan Sementara Untuk Korban Bencana*. Laporan Hibah Penelitian PHK-A2. Malang: Jurusan Teknik Arsitektur Universitas Merdeka Malang.
- ISDR. 2004. *Learning from today's disasters for tomorrow's hazards. International Strategy for Disaster Reduction*. The World Conference on Disaster Reduction. Kobe. Japan
- Karima, Miftahul, Yohannes Firzal, and Gun Faisal. 2020. "Penerapan Prinsip Desain Arsitektur Biofilik Pada Riau Mitigation and Disaster Management Center". *ARTEKS* :

*Jurnal Teknik Arsitektur* 5 (2), 307-16.  
<https://doi.org/10.30822/arteks.v5i2.448>.

- Mandala, Z. 2013. *Resilient Infrastructure: Konsep dan Strategi Perencanaan Pembangunan Transportasi Berkelanjutan. Studi Kasus: Kora Curitiba, Brazil*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Novio, Rery , 2016, Strategi Internasional untuk Pengurangan Bencana (*International Strategy for Disaster Reduction/ISDR*), Vol 5. No.1 April 2016, 64
- Otto, Frei. 1973. *Tensile Structures*. Cambridge: The MIT Press.
- Renald, A et al. 2016. *Toward Resilient and Sustainable City Adaptation Model for Flood Disaster Prone City: Case Study of Jakarta Capital Region*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 227-334-340. University of Indonesia. Indonesia.
- Renscher, C.S., Fraizer, A.E., Arendt, L. A., Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M, Bruneau, M., (2010). *A Framework for Determining and Measuring Resilience at the Community Scale: The PEOPLE Resilience Framework, NIST-CGR 10-930, US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, Maryland*
- Schodek, Daniel L. 1999. *Struktur Edisi kedua*. Jakarta: Erlangga.
- McCormac, Jack C. 2001
- Syahrin, Alvi. 2011. *Kearifan Lokal dalam Pengolahan Lingkungan Hidup pada Kerangka Hukum Nasional*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

### **Daftar pustaka lain :**

Bani Noor ,Muchamad,2011, <http://eprints.ulm.ac.id/409/>



## BAB 5

# Perancangan Sistem *Wireless* Sensor *Network* Pendeteksi Kebakaran Lahan dan Hutan



**Suhirman, M. Kom., Ph.D.**

*Penulis dan Dosen Informatika Universitas Teknologi Yogyakarta. Sebagai Akademisi & Konsultan Bidang IT.*

**Apriyaldi Lukman, S. Kom.**

*Alumni Informatika Universitas Teknologi Yogyakarta.*

### A. Pendahuluan

Selama beberapa tahun terakhir, kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, mencapai ribuan bahkan ratusan ribu hektar. Terdiri dari lahan mineral dan lahan gambut. Banyaknya lahan baik milik perusahaan maupun milik perorangan ikut terbakar. Pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menginventarisasi desa-desa rawan karhutla antara lain soal pemilik lahan pertanian atau perkebunan, luas lahan, peruntukan lahan tersedia, dan lain-lain. Kebakaran di lahan gambut sulit padam kalau tak ada hujan. Untuk itu,



pengecahan, antisipasi, dan penyampaian informasi dini karhutla menjadi mutlak guna meminimalkan bencana kebakaran yang terus berulang.

Wireless Sensor Network merupakan salah satu teknologi monitoring suatu area yang tersebar cukup luas dan tidak memungkinkan dilakukan komunikasi data melalui jaringan kabel biasa. Wireless Sensor Network (Jaringan Sensor Nirkabel) pada awalnya dikembangkan sebagai aplikasi militer untuk digunakan dalam survei medan perang. Namun, sekarang Wireless Sensor *Network* digunakan dalam banyak aplikasi industri dan komersial lainnya untuk memantau kondisi lingkungan, aplikasi kesehatan, pemantauan jembatan, pemantauan aktivitas gunung berapi, komponen dalam rangka menuju *smart city*, pemantauan dan kontrol aktivitas dibidang pertanian, dan sebagainya (Dwinata, 2016).

Namun hal ini dapat dicegah dengan dibuatnya sistem deteksi kebakaran lahan menggunakan sensor asap dengan memanfaatkan karakteristik asap yang ditimbulkan oleh kebakaran lahan. Sistem pendeteksi asap menggunakan *Wireless Sensor Network*, dimana sensor ini akan dipasang pada tiang penyangga yang sudah ditentukan pada radius titik spot kebakaran yang mana nanti sensor akan memberikan informasi melalui aplikasi android pendeteksi kebakaran lahan (Hariyawan, 2012). Jika ditinjau dari segi perkembangan teknologi saat ini, program kelestarian lahan cenderung memerlukan suatu sistem yang mampu menganalisa dan memonitoring adanya indikasi kebakaran lahan. Teknologi wireless yang mampu mengirimkan data tanpa perlu menggunakan kabel diharapkan mampu menjadi salah satu perkembangan teknologi aplikatif yang dapat mendukung program kelestarian lahan. Sistem monitoring ini diharapkan mampu menyajikan suatu data berupa indikasi kebakaran lahan yang luas sekalipun (Irawan, 2017).

Sistem monitoring jarak jauh dapat dirancang dengan berbagai cara menggunakan wireless sensor network, ethernet, pemrosesan gambar, dan teknologi komunikasi digital lainnya (Sathishkumar dkk, 2016).

Dengan memanfaatkan sensor MQ-2 petugas dapat memonitoring lewat aplikasi android yang sudah terinstal pada ponsel android petugas dan apabila terjadi kebakaran lahan, petugas lebih sigap untuk melakukan tindakan pemadaman api sehingga api tidak menyebarluas (Nugroho, 2010). Pemantauan jarak-jauh memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pemantauan secara langsung, diantaranya adalah lebih cepat. Sistem pemantau jarak jauh dapat menggunakan media kabel, serat optik, maupun nirkabel. Sistem pemantau secara nirkabel lebih menguntungkan karena tidak memerlukan infrastruktur fisik untuk menghubungkan satu titik dengan titik yang lainnya (Budioko, (2016).

## **B. Kajian teori**

Sistem pendeteksi kebakaran hutan dengan mengadopsi sistem *Wireless Sensor Network* (WSN). Setiap sensor node dalam Wireless Sensor Network memiliki *mikrokontrolle*, *transmitter/receiver* dan beberapa sensor, sensor node memungkinkan mengumpulkan data dari perubahan sensor-sensor yang diakibatkan oleh kebakaran pada titik-titik tertentu. Hasil dari pengukuran dilakukan dengan mengukur suhu, kadar metana, gas, hidrokarbon, dan CO<sub>2</sub> di kota Duri dan mengukur hasil pembakaran di ruang simulator (Hariyawan, 2012).

Prototipe sistem peringatan dan pemadam kebakaran ruangan berbasis mikrokontroler ATMega16. Sistem akan mengirimkan peringatan dalam bentuk SMS ketika sensor membaca kepekatan gas dan suhu panas ruangan masuk dalam level bahaya. Dari pengujian fungsionalitas

disimpulkan komponen-komponen yang terhubung dengan prototipe sistem telah berfungsi dengan baik (Ulum, 2013). Ketebalan kabut/asap tersebut dirancang menggunakan sensor cahaya (LDR) berbasis arduino.

Data yang ditangkap sensor akan dikirim ke Arduino, data hasil pengolahan Arduino ditampilkan dalam tiga indicator, yaitu LCD untuk menampilkan kondisi ketebalan asap, LED untuk indicator, dan alarm ketebalan kabut/asap berupa suara menggunakan buzzer. Detektor ini dapat digunakan sebagai alat yang memberikan informasi kondisi ketebalan asap sebagai salah satu cara mengantisipasi terjadinya kecelakaan di jalan raya akibat kebakaran hutan yang sampai ke jalan dan mengurangi jarak pandang (Prastika, 2015).

*Wireless Sensor Network* dan *Webserver* untuk pemetaan titik api pada kasus kebakaran hutan. Pada penelitian ini digunakan tiga *node sensor* dan satu *webserver* dengan menggunakan modul *xbee s1* dan protokol *digemesh* untuk membentuk jaringan yang terhubung secara *wireless*. Hasil pengujian menunjukkan setiap *node sensor* dapat mengirimkan sinyal kebakaran kepada *webserver*, jarak maksimum antar modul *xbee s1* adalah 28 meter dengan sinyal RSSI *local* sebesar -57 dBm dan sinyal RSSI *remote* sebesar -60 dBm (Dwinata, 2016).

Sistem pemadam kebakaran berbasis android. Aplikasi Android terhubung secara serial dengan mikrokontroler pada Arduino yang dimanfaatkan sebagai pengendali otomatis, sistem dengan perangkat tersebut kemudian mampu mendeteksi adanya tanda-tanda kebakaran dan dapat menyemprotkan air melalui *solenoid valve*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi dini pemadam kebakaran otomatis dapat dikendalikan melalui jarak jauh dengan menggunakan aplikasi Android (Permana, 2016).

Sistem pendeteksi kebakaran berbasis Internet Of Things (IoT) dan SMS Gateway menggunakan Arduino. Dengan memakai Arduino yang terhubung sensor suhu, asap,

api dan temperature yang di koneksikan dengan internet melalui SIM 900.

Hasil sistem yang dilakukan peneliti membutuhkan waktu beberapa menit untuk menginformasikan ke pihak-pihak terkait dan keadaan hutan dapat terpantau setiap waktu karena menggunakan sistem *real-time* (Mahendra, 2017). *Wireless Sensor Network* pada pendeteksi dini potensi kebakaran lahan gambut menggunakan Banana PI IOT. Sistem tersebut menggunakan topologi *tree* pada pendeteksi dini potensi kebakaran lahan gambut yang diintegrasikan dengan *Internet of Things*, menggunakan Arduino sebagai prosesor dari sensor node yang dibuat dengan menggunakan Banana Pi sebagai server dari keseluruhan system (Irawan, 2017).

Sistem *monitoring* dan peringatan dini kebakaran hutan dan lahan gambut berbasis Arduino dengan antarmuka *website* dan *short message service* (SMS). Untuk mengukur tingginya suhu dan kelembaban udara, menggunakan sensor DHT11, sedangkan untuk mengukur ada atau tidak asap menggunakan MQ7. Hasil dari pengujian suhu rata-rata yang terdeteksi adalah 31, 80°C dan kelembaban rata-rata yang terdeteksi adalah 66, 46% (Leven, 2017).

Implementasi *wireless sensor network* pada sitem pemantauan dan pengontrolan budidaya tanaman pada rumah kaca (*green house*) berbasis *website*. Proses pengontrolan menerapkan konsep *wireless sensor network* (WSN) dimana komunikasi data yang dilakukan oleh perangkat keras dan perangkat lunak menggunakan media *wireless* (tanpa kabel). Hasil pengujian untuk proses pengontrolan kelembaban tanah adalah sistem yang akan melakukan proses penyiraman apabila kondisi kelembaban tanah pada rentang 0-70% dan berhenti melakukan proses penyiraman apabila kondisi kelembaban tanah pada rentang 71-100% (Sabiran, 2018).

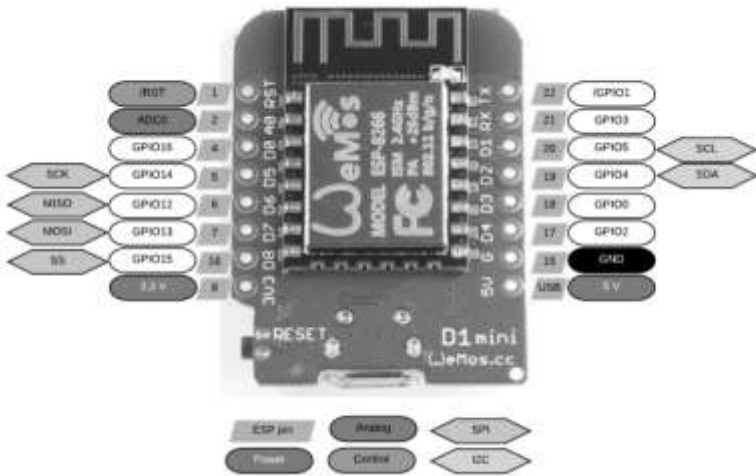
## 1. Pengertian aplikasi *mobile*

Aplikasi adalah program yang digunakan untuk melakukan sesuatu pada sistem komputer. *Mobile* dapat diartikan sebagai perpindahan yang mudah dilakukan dari suatu tempat ke tempat lain, misalnya telepon genggam yang dapat digunakan dengan berpindah-pindah tempat dengan mudah dari suatu tempat ke tempat lain tanpa pemutusan atau terputusnya komunikasi (Romdoni, 2010).

Sistem aplikasi *mobile* adalah aplikasi yang dapat digunakan pengguna dengan berpindah-pindah tempat dengan mudah dari suatu tempat ke tempat lain tanpa pemutusan atau terputusnya komunikasi. Akses informasi dari aplikasi *mobile* biasanya hanya berupa teks sederhana, adapun berupa gambar, maka gambar dengan ukuran yang tidak terlalu besar. Perangkat *mobile* yang digunakan masa kini seperti ponsel cerdas, tablet PC, PDA, dll.

## 2. Wemos D1 mini

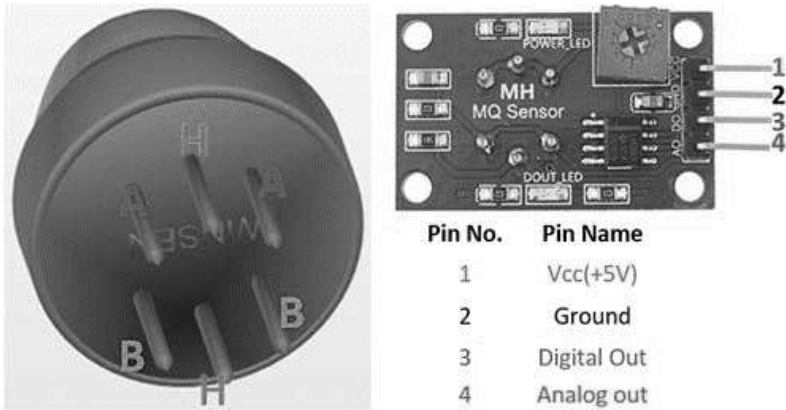
Seperti terlihat pada Gambar 1, Wemos adalah *microcontroller* pengembangan berbasis modul *microcontroller* ESP8266. Wemos sebagai solusi dari mahalnya sebuah sistem *wireless* berbasis *microcontroller* lainnya. ESP8266 adalah sebuah *chip microcontroller* yang memiliki fitur *wifi* yang mendukung *stack* TCP/IP. Modul kecil ini memungkinkan *microcontroller* untuk terhubung dengan jaringan *wifi* dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan *command* yang sederhana. Dengan *clock* 80 MHz, *chip* ini dibekali dengan 4MB Eksternal RAM, mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan *interference* bagi yang lain. Mendukung enkripsi WEP, WPA sehingga menjadikan *chipset* ini sangat aman digunakan. *Chipset* ini memiliki 16 GPIO pin yang bekerja pada 3.3 Volt, 1 pin ADC dengan resolusi 10 bit.



**Gambar 20.** Wemos D1 Mini (Sumber: [www.wemos.cc](http://www.wemos.cc))

### 3. Sensor MQ 2

Seperti terlihat pada Gambar 2. Sensor MQ 2 merupakan sensor gas monoksida yang berfungsi untuk mengetahui keberadaan gas karbon monoksida dimana sensor ini yang di pakai untuk memantau keberadaan asap dalam penelitian ini. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan waktu respon yang cepat. Keluaran yang dihasilkan sensor ini adalah sinyal analog, MQ 2 memerlukan tegangan 5 V DC, resistensi sensor ini akan berubah bila ada gas, out put dari sensor ini dihubungkan ke pin Analog pada *microcontroller* Wemos yang akan menampilkan dalam bentuk sinyal digital.



**Gambar 21.** Sensor MQ 2 (Sumber: [www. Component s 101.com](http://www.Components101.com))

#### 4. Wi-Fi (*wireless fidelity*)

Wi-fi (*wireless fidelity*) adalah teknologi jaringan telekomunikasi nirkabel yang spesifikasinya berdasarkan standar IEEE 802.11. Media transmisi wi-fi ini saling menghubungkan perangkat nirkabel melalui media udara. Teknologi wi-fi terus dikembangkan untuk meningkatkan kecepatan transfer dan memperluas cakupan wilayah. Berdasarkan cakupan wilayah, maka wi-fi dikategorikan menjadi WAN, MAN, WLAN, terdapat variasi dari 802.11.

### C. Perancangan

Tahapan hardware untuk menentukan komponen-komponen apa yang digunakan untuk pembuatan prototipe, dimulai dari sensor yang dibutuhkan yaitu sensor asap, menggunakan wemos sebagai prosessor utama dan induktor penghasil asap yang digunakan untuk simulasi kebakaran. Pembuatan sketsa wilayah hutan dalam bentuk maket dengan skala 1:1000 km, dilengkapi dengan miniatur perpohonan pada bagian bawah maket akan di install

induktor penghasil asap sebagai simulasi kebakaran. Kemudian sistem akan diinstalasi pada maket yang telah dibuat dan kemudian keseluruhan prototipe akan dikemas hingga rapid teratur.

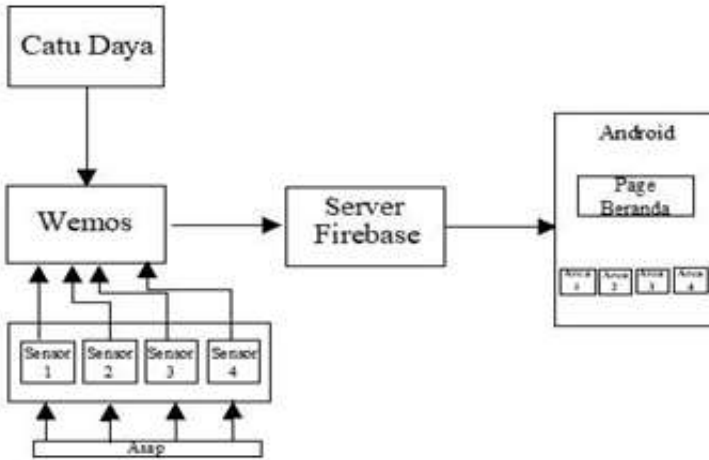
Sistem monitoring kebakaran adalah membuat sketsa wemos menggunakan bahasa C dan platform arduino ide. Sketsa dibuat berdasarkan *refrensi* yang diambil dari berbagai macam sumber project-project arduino dan wemos. Skets yang dibuat tersusun dari beberapa inti perintah yaitu pengambilan data sensor, pengolahan data sensor serta pengiriman data ke firebase. Tahap selanjutnya adalah membuat akun firebase yang berbasis google dan membuat project baru, kemudian membuat variable-variabel yang diperlukan untuk kelengkapan sistem, seperti data sensor yang terdiri dari 4 variabel.

Setelah Hardware dan Software selesai dirancang dan dirakit maka tahapan berikutnya adalah menguji prototipe apakah berjalan dengan baik atau puntidak apabila tidak berjalan dengan baik maka akan dilakukan perbaikan. Analisis sistem penguraian dari suatu sistem secara utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan tujuan mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan yang terjadi serta kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat dilakukan perbaikan dan penyelesaian masalah.

## **1. Perancangan sistem**

Analisis dalam konsep diperlukan untuk membuat sistem agar berjalan sesuai dengan perkiraan sehingga sistem bisa berjalan sesuai dengan apa yang kita harapkan. Dalam hal ini sistem harus mampu mendeteksi kebakaran lahan dengan tepat waktu dan jarak jauh. Adapun diagram blok dari sistem yang dirancang adalah seperti yang dirancan dan diperlihatkan pada gambar3.

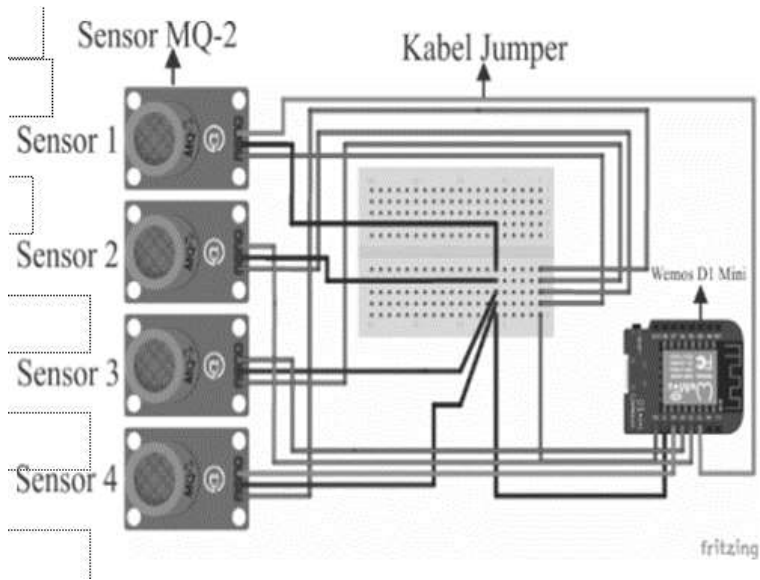




**Gambar 22.** Diagram Blok Perancangan Sistem

## 2. Rangkaian hardware

Perancangan rangkaian hardware ini akan menjelaskan mengenai semua tentang rangkaian-rangkaian hardware yang akan berjalan pada alat yang akan dibuat. Sehingga nantinya sistem bisa diimplementasikan dengan baik. Gambar 4, rangkaian perancangan ini adalah perancangan hardware elektronik.



**Gambar 23.** Rangkaian Hardware Elektronik

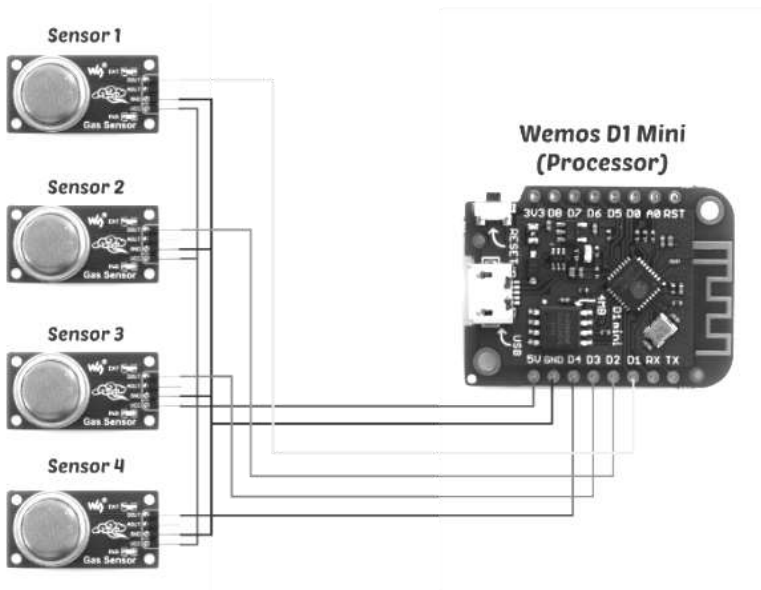
## D. Hasil dan pembahasan

Pada implementasinya sistem ini adalah sebuah perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi menjadi satu kesatuan yang mampu menyelesaikan, mempermudah, dan memberikan efisiensi dan efektivitas waktu dalam mendeteksi kebakaran lahan melalui sensor asap yang dihubungkan ke aplikasi dengan menggunakan *smartphone* android. Sebagai tampilan halaman aplikasi android yang mana memiliki 3 tampilan yaitu Beranda, Peta, dan Berita. Seperti terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 24.** Tampilan Halaman Beranda, Peta, dan Berita

Rangkaian mikrokontroler ini adalah rangkaian elektronik dan mekanik yang terdapat dalam keseluruhan perangkat. Pada tampilan gambar dijelaskan alur kerja wemos d1 mini dan sensor ke kabel dan masing - masing pin yang ada di sensor dan wemos. Seperti terlihat pada Gambar 6.



**Gambar 25.** Rangkaian Mikrokontroler

Rancang bangun Sistem Wireless Sensor Network pendeteksi kebakaran lahan ini sangat membantu memberikan informasi yang cepat untuk mengetahui kebakaran yang terjadi di lahan dengan menggunakan *Wireless Sensor Network* maka petugas akan mampu mengetahui kondisi secara *real time*, dikarenakan teknologi ini mampu memonitoring kebakaran lahan menggunakan aplikasi android yang terinstal di *smartphone* petugas. Berikut kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian tugas akhir yaitu:

- a. Sensor menangkap keberadaan asap, kemudian sensor mq2 akan mengirimkan data ke mikrokontroler, mikrokontroler mengirimkan data ke firebase kemudian akan ditampilkan ke aplikasi android yang sudah terinstal di handphone petugas.
- b. Proses monitoring yang dilakukan oleh sensor dapat memberikan informasi berupa Aman dan Bahaya jika terjadi kebakaran yang langsung diterima oleh aplikasi Android di *smartphone* petugas.

Diberikan agar menambahkan sensor api dan sistem yang dibangun menjadi lebih baik. Masih membutuhkan pengembangan aplikasi Android dan pengembang di *sketch* Arduino agar selalu update kedepannya.

# Daftar pustaka

- Dwinata, I.C. (2016), Desain Wireless Sensor Network dan Webserver untuk Pemetaan Titik Api pada Kasus Kebakaran Hutan, Teknik ITS, 5(2), 198–203.
- Hariyawan, M.Y. (2012), Implementasi wireless sensor network untuk pendeteksi dini kebakaran hutan, Jurnal teknologi informasi dan telematik, 5, 2–10.
- Irawan, H. (2017), Rancang Bangun Wireless Sensor Network Pada Pendeteksi Dini Potensi Kebakaran Lahan Gambut Menggunakan Banana Pi IoT, ITS, 120.
- Leven, T.S. (2017), Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Kebakaran Hutandan Lahan Gambut Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Websitedan Short Message Service ( SMS ), Coding, Sistem Komputer Untan, 5(3), 72–79.
- Mahendra, A. (2017), SMS Gateway Menggunakan Arduino, 8(2), 469–476.
- Nugroho, A. (2010), "Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan Java," Yogyakarta: ANDI Publisher.
- Prastika, L.R. (2015), Detektor Ketebalan Kabut / Asap Berbasis Arduino Uno sebagai Antisipasi Terjadi Kecelakaan di Jalan Raya, SNIPS, 97–100.
- Pressman, R.S., 2010, "Software Engineering: A Paractioner's Approach", McGraw-Hill, New York.
- Romdoni, A., 2010," Pemograman Android Untuk Pemula", Jakarta: Cerdas Pustaka.
- Sabiran, M. (2018), Implementasi Wireless Sensor Network Pada Sistem Pemantauan dan Pengontrolan Budidaya Tanaman, Coding, Sistem Komputer Untan, 6(1), 24–34.
- Safaat, H.N., 2012, "Android Pemograman Aplikasi Mobile Smartphone Dan Tablet PC Berbasis Android", Bandung: Informatika.
- Sugiarti, Yuni, 2013, "Analisis & Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6", Yogyakarta: Andi Offest,

- Ulum, K.B. (2013), Prototipe Sistem Peringatan dan Pemadam Kebakaran Ruangan, UIN Yogyakarta, 1–88.
- Yudha Adi Permana (2016), Sistem pemadam kebakaran berbasis android, UMS, 1–15.
- Zaki, B. dan Putra, S.D. (2018), Aplikasi Bengkel Online Menggunakan Global Positioning System (Gps) Berbasis Android Pada Cv. Rumah Otomotif, *Journal of Information System, Informatics and Computing*, 2(2), 16–25.

## BAB 6

# Manajemen Logistik Bencana



**Yul Asriati, S. Psi. M.P.H**

*Penulis adalah dosen di Rekam Medis dan Informasi Kesehatan, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. Jawa Tengah.*

### A. Definisi

1. Sistem adalah serangkaian proses yang bertujuan untuk menjalankan suatu kegiatan.
2. Manajemen adalah ilmu dan seni dalam mengelola suatu kegiatan yang biasanya dalam kegiatan tersebut digunakan pendekatan fungsi-fungsi manajemen seperti perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian.
3. Logistik adalah segala sesuatu yang berujud dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dasar hidup manusia yang terdiri atas sandang, pangan dan papan atau turunannya. Termasuk dalam kategori logistik adalah barang yang habis pakai atau dikonsumsi, misalnya: sembako (sembilan bahan pokok), obatobatan, pakaian dan kelengkapannya, air, tenda, jas tidur dan sebagainya.



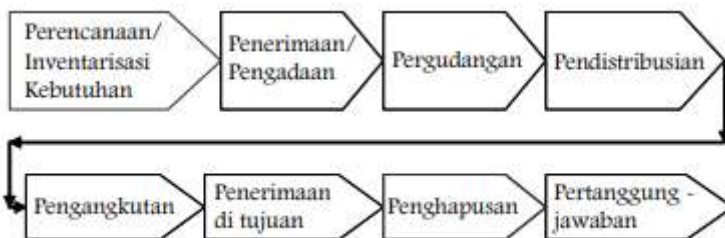
4. Peralatan adalah segala bentuk alat yang dapat dipergunakan untuk melakukan, pencarian, penyelamatan, dan evakuasi masyarakat terdampak bencana, membantu pemenuhan kebutuhan dasar untuk pemulihan segera sarana prasarana vital. Termasuk dalam kategori peralatan ini misalnya peralatan perahu karet, mobil rescue tactical unit, mobil dapur umum, mobil tangki air, tenda, pompa, peralatan kesehatan, peralatan komunikasi dan alat-alat berat.
5. Penyelenggaraan penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang beresiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, serta kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi.
6. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam / faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.
7. Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan Penanggulangan Bencana adalah pengelolaan logistik dan peralatan meliputi perencanaan, pengadaan, pergudangan, pendistribusian, dan penghapusan guna mencapai tujuan dan sasaran secara efektif dan efisien.
8. Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang beresiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, dan rehabilitasi. (Perka BNPB no 4 thn 2018)(Perka BNPB no 13 thn 2008) (Perka BNPB no 4 thn 2009)

Peraturan kepala Badannasional Penanggulangan Bencana no 4 tahun 2018 tentang Sistem manajemen Logistik dan Peralatan dalam Penanggulangan Bencana dilaksanakan dengan prinsip

- a. tepat jenis
- b. tepat jumlah
- c. tepat kualitas
- d. tepat waktu
- e. tepat sasaran
- f. tepat biaya
- g. tepat pelaporan

### 1. Proses manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana

Peraturan kepala Badan Penanggulangan Bencana no 13 tahun 2008 menjelaskan bahwa Proses Manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana ini meliputi delapan tahapan terdiri dari: Perencanaan/Inventarisasi Kebutuhan, Pengadaan/Penerimaan, Pergudangan/ Penyimpanan, Pendistribusian, Pengangkutan, Penerimaan di tujuan, Penghapusan serta Pertanggungjawaban. Delapan tahapan Manajemen Logistik dan Peralatan tersebut dilaksanakan secara keseluruhan menjadi satu sistem terpadu.



**Gambar 26,** Proses Manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana (Perka BNPB no 13 thn 2008)

a. Perencanaan/inventarisasi kebutuhan

Berdasarkan Peraturan kepala Badan Penanggulangan Bencana no 4 tahun 2018 Perencanaan merupakan kegiatan melalui identifikasi kebutuhan, inventarisasi ketersediaan, pengumpulan data, dan analisis untuk menghasilkan standar minimal kebutuhan dalam penanggulangan bencana.

- 1) Proses Inventarisasi Kebutuhan adalah langkah-langkah awal untuk mengetahui apa yang dibutuhkan, siapa yang membutuhkan, di mana, kapan dan bagaimana cara menyampaikan kebutuhannya.
- 2) Inventarisasi ini membutuhkan ketelitian dan keterampilan serta kemampuan untuk mengetahui secara pasti kondisi korban bencana yang akan ditanggulangi.
- 3) Maksud dan Tujuan Perencanaan/Inventarisasi kebutuhan adalah :
  - a) Mengetahui seberapa banyak jumlah korban terkena bencana yang membutuhkan bantuan logistik dan peralatan.
  - b) Mengetahui seberapa banyak bantuan logistik dan peralatan yang dibutuhkan.
  - c) mengetahui jumlah korban terkena bencana yang membutuhkan bantuan logistik dan peralatan (Perka BNPB no 4 thn 2018)
  - d) menentukan metode pendistribusian;
  - e) mengetahui sasaran penerima bantuan (Perka BNPB no 4 thn 2018)
  - f) Mengetahui jenis kebutuhan (pangan, sandang, papan).
  - g) Mengetahui bagaimana cara menyampaikan bantuan. Atau menentukan waktu penyampaian bantuan. (Perka BNPB no 4 thn 2018)
  - h) Mengetahui penanggung jawab kelompok penerima bantuan.
  - i) Mengetahui kapan bantuan harus disampaikan.





- 1) Proses penerimaan atau pengadaan logistik dan peralatan untuk penanggulangan bencana dilaksanakan oleh penyelenggara penanggulangan bencana dan harus diinventarisasi atau dicatat.
- 2) Maksud dan Tujuan Penerimaan / Pengadaan:
  - a) Mengetahui jenis logistik dan peralatan yang diterima dari berbagai sumber.
  - b) Untuk mencocokkan antara kebutuhan dengan logistik dan peralatan yang ada.
  - c) Menginformasikan logistik dan peralatan sesuai skala prioritas kebutuhan.
  - d) Sebagai upaya pengendalian dan pengawasan penggunaan logistik dan peralatan.
  - e) Untuk menyesuaikan dalam hal penyimpanan.
- 3) Sumber Penerimaan / Pengadaan
  - a) Penerimaan dan atau Pengadaan logistik dan peralatan penanggulangan bencana dapat berasal dari dalam negeri antara lain dari Pemerintah (APBN), masyarakat, badan usaha dan lembaga swadaya masyarakat.
  - b) Penerimaan dan atau Pengadaan logistik dan peralatan penanggulangan bencana dapat berasal dari luar negeri antara lain dari Pemerintah, masyarakat, badan usaha dan lembaga swadaya masyarakat.
- 4) Proses Penerimaan / Pengadaan
  - a) Proses pengadaan logistik dan peralatan penanggulangan bencana dilaksanakan secara terencana dengan memperhatikan jenis dan jumlah kebutuhan, yang dapat dilakukan melalui pelelangan, pemilihan dan penunjukkan langsung sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
  - b) Penerimaan logistik dan peralatan melalui hibah dilaksanakan berdasarkan peraturan dan perundangan yang berlaku dengan memperhatikan kondisi pada keadaan darurat.



**PENGADAAN BANTUAN LOGISTIK**  
FORM BAN-LOG : 002

Tujuan : .....

Nama Posko : .....

Tingkat Posko : Nasional/Provinsi/Kab/kota/area bencana \*)

Lokasi Posko/No. Posko : .....

Kampung/Lingkungan : .....

RT/RW : .....

Desa : .....

Wilayah : .....

Kecamatan : .....

Kabupaten/Kota-kode Pos : .....

No	Jenis Log	Sumber Anggaran				Spes.	Jumlah	Satuan	Ket.
		APBN	APBD I	APBD II	LAIN-LAIN				
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

Tempat, Tanggal, Bulan , Tahun

Penerima Barang, .....

Petugas/Koord. Distribusi, .....

*Dibuat rangkap 3,  
- Asli Arsip  
-1 eks. Perencana Distribusi  
-1 eks. Pergudangan  
\*) Beri tanda yang diperlukan*

**Gambar 30,** contoh formulir Pengadaan bantuan logistik (Perka BNPB no 4 thn 2009)

### c. Pergudangan dan Penyimpanan

Pergudangan merupakan pengelolaan penerimaan, penyimpanan, pemeliharaan, dan pengeluaran logistik dan peralatan di gudang. (Perka BNPB no 4 thn 2018)

- 1) Proses penyimpanan dan pergudangan dimulai dari data penerimaan logistik dan peralatan yang diserahkan kepada unit pergudangan dan penyimpanan disertai dengan berita acara penerimaan dan bukti penerimaan logistik dan peralatan pada waktu itu.
- 2) Pencatatan data penerimaan antara lain meliputi jenis barang logistik dan peralatan apa saja yang dimasukkan ke dalam gudang, berapa jumlahnya, bagaimana keadaannya, siapa yang menyerahkan, siapa yang menerima, cara penyimpanan menggunakan metoda barang yang masuk



terdahulu dikeluarkan pertama kali (first-in first-out) dan atau menggunakan metode last-in first-out.

- 3) Prosedur penyimpanan dan pergudangan, antara lain pemilihan tempat, tipe gudang, kapasitas dan fasilitas penyimpanan, sistem pengamanan dan keselamatan, sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Prosedur penetapan gudang berdasarkan Perka BNPB no 4 tahun 2018 terdiri atas lokasi, kemudahan akses, jenis gudang, kapasitas dan fasilitas penyimpanan, sistem pengamanan dan keselamatan, sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- 4) Maksud dan Tujuan Penyimpanan dan Pergudangan adalah :
  - a) Melindungi logistik dan peralatan dari kerusakan dan kehilangan atau berkurangnya standar mutu.
  - b) Memudahkan pendistribusian, dengan menggunakan system "first-in first-out".
  - c) Mengetahui dan menjamin ketersediaan pada setiap waktu.

Berdasarkan Peraturan kepala Badan Penanggulangan Bencanano 4 tahun 2018 Tujuan pergudangan untuk: a) mencatat jenis, jumlah, kualitas, kondisi logistik dan peralatan, waktu, dan identitas petugas; b) menjaga kondisi logistik dan peralatan dari kerusakan dan kehilangan atau berkurangnya standar mutu; c) memudahkan pendistribusian Logistik dan Peralatan, dengan menggunakan metode pertama masuk-pertama keluar (first-in first-out), dan pertama kadaluarsa-pertama keluar (first-expired first-out); dan d) menjamin ketersediaan Logistik dan Peralatan setiap waktu.



Berdasarkan data inventarisasi kebutuhan maka disusunlah perencanaan pendistribusian logistik dan peralatan dengan disertai data pendukung: yaitu yang didasarkan kepada permintaan dan mendapatkan persetujuan dari pejabat berwenang dalam penanggulangan bencana.

- 1) Perencanaan pendistribusian terdiri dari data: siapa saja yang akan menerima bantuan, prioritas bantuan logistik dan peralatan yang diperlukan, kapan waktu penyampaian, lokasi, cara penyampaian, alat transportasi yang digunakan, siapa yang bertanggung jawab atas penyampaian tersebut.
- 2) Maksud dan Tujuan adalah: Mengetahui sasaran penerima bantuan dengan tepat, Mengetahui jenis dan jumlah bantuan logistik dan peralatan yang harus disampaikan. Merencanakan cara penyampaian atau pengangkutannya. Selain itu Tujuan pendistribusian untuk: a) menyerahkan bantuan Logistik dan Peralatan ke penerima; b) menjamin keamanan, keselamatan, dan keutuhan bantuan Logistik dan Peralatan selama proses transportasi dari gudang ke tujuan penerima; dan c) mempercepat penyampaian bantuan Logistik dan Peralatan dengan biaya yang paling efisien. (Perka BNPB no 4 thn 2018)







#### g. Penghapusan

Barang logistik dan peralatan yang dialihkan kepemilikannya atau tidak dapat digunakan atau tidak dapat dimanfaatkan atau hilang atau musnah dapat dilakukan penghapusan. Penghapusan barang milik negara dari daftar barang dengan menerbitkan keputusan dari pejabat yang berwenang untuk membebaskan pengelola barang, pengguna barang/kuasa pengguna barang dari tanggung jawab administrasi dan fisik atas barang yang berada dalam penguasaannya (Perka BNPB no 4 thn 2018). Penghapusan harus dilakukan dengan permohonan penghapusan oleh pejabat yang berwenang melalui proses penghapusan dan diakhiri dengan berita acara penghapusan. Penghapusan didasarkan peraturan yang berlaku.

Maksud dan Tujuan Penghapusan adalah:

- 1) Untuk mengetahui barang logistik dan peralatan yang dihapuskan
- 2) Bentuk pertanggung jawaban atas amanat dari negara dan donatur
- 3) Mengurangi beban biaya penyimpanan dan pemeliharaan.

Penghapusan dapat dilakukan dengan cara; a. penyerahan kepada pengguna barang; b. pemindahtanganan; c. adanya putusan pengadilan yang telah memperoleh kekuatan hukum tetap dan sudah tidak ada upaya hukum; d. karena melaksanakan ketentuan peraturan perundangan; dan e. pemusnahan. (Perka BNPB no 4 thn 2018).

#### h. Pertanggung jawaban

Seluruh proses manajemen logistik dan peralatan yang telah dilaksanakan harus dibuat pertanggung jawabannya. Pertanggungjawaban penanggulangan bencana baik keuangan maupun kinerja, dilakukan pada setiap tahapan proses dan secara paripurna untuk seluruh proses, dalam bentuk laporan oleh setiap pemangku proses secara

berjenjang dan berkala sesuai dengan prinsip akuntabilitas dan transparansi.

Maksud dan Tujuan Pertanggung Jawaban adalah:

- 1) Mempertanggung jawabkan seluruh pekerjaan logistik dan peralatan kepada para pemangku kepentingan.
- 2) Mempertanggung jawabkan kepada masyarakat.
- 3) Memudahkan pelacakan apabila terjadi kesalahan.

## **2. Penyelenggaraan manajemen logistik bencana**

Berdasarkan Peraturan kepala Badan nasional Penanggulangan Bencana no 13 tahun 2008 pada penyelenggara di bagi menjadi empat yaitu Penyelenggaraan umum, Penyelenggaraan Tingkat Nasional, Penyelenggaraan Tingkat Provinsi, Penyelenggaraan Tingkat Kabupaten/Kota

### **a. Umum**

- 1) Pola penyelenggaraan Logistik dan Peralatan berdasarkan kegiatan pemetaan kapasitas sumber daya. mulai dari:
  - a) tingkat nasional meliputi kementerian/lembaga, dunia usaha, dan masyarakat;
  - b) tingkat daerah provinsi meliputi organisasi perangkat daerah, dunia usaha, dan masyarakat; dan
  - c) tingkat daerah kabupaten/kota meliputi organisasi perangkat daerah, dunia usaha, dan masyarakat.
- 2) melalui pola kerja sama di bidang: a. sistem manajemen yang mengikuti fungsinya; b. sistem komando; c. sistem koordinasi; d. sistem pelaksana; e. sistem perencanaan; f. sistem administrasi dan keuangan; g. sistem komunikasi; dan h. sistem transportasi.

### **b. Penyelenggaraan Tingkat Nasional**

Penyelenggaraan Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan dilaksanakan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana berkoordinasi dengan kementerian/lembaga yang membantu Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan.



Fungsi penyelenggaraan Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan tingkat nasional agar:

- 1) mematuhi dan melaksanakan Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan yang telah ditetapkan, baik prabencana, tanggap darurat, dan pascabencana;
- 2) melakukan koordinasi antara Pemerintah, pemerintah daerah provinsi, pemerintah daerah kabupaten/kota / lembaga lain;
- 3) menghimpun data dan informasi yang diperlukan oleh masyarakat dari berbagai sumber yang tidak mengikat yang dapat dipertanggungjawabkan;
- 4) menjalankan pedoman Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan secara konsisten; e. membuat perencanaan dan kesepakatan yang relevan;
- 5) mempertanggungjawabkan tugas dan koordinasi seluruh sumber daya;
- 6) mengoordinasikan informasi dan komunikasi organisasi pendukung; dan
- 7) memegang sistem komando bencana dalam hal logistik dan peralatan.

c. Penyelenggaraan Tingkat Provinsi

Penyelenggaraan Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan dilaksanakan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah provinsi berkoordinasi dengan organisasi/lembaga yang membantu Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan.

Fungsi penyelenggaraan Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan tingkat daerah provinsi agar:

- 1) mempertanggungjawabkan tugas dan wewenang di wilayahnya;
- 2) membentuk pusat informasi, pemantauan, dan evaluasi situasi di lokasi bencana;
- 3) mengoordinasikan semua organisasi/lembaga yang terkait dalam penanggulangan bencana dan melaporkannya secara periodik kepada Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana;

- 4) memberikan pendampingan kepada daerah kabupaten/kota yang memerlukan; dan
- 5) membantu wilayah daerah provinsi lainnya atas permintaan atau inisiatif.

d. Penyelenggaraan Tingkat Kabupaten/Kota

Penyelenggaraan Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan dilaksanakan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah kabupaten/kota yang berkoordinasi dengan organisasi/lembaga yang membantu Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan.

Fungsi penyelenggaraan Sistem Manajemen Logistik dan Peralatan tingkat daerah kabupaten/kota agar:

- 1) mengelola dan mengoordinasikan seluruh aktivitas Manajemen Logistik dan Peralatan pada prabencana, saat tanggap darurat dan pascabencana dengan organisasi/lembaga terkait;
- 2) mempertanggungjawabkan dukungan fasilitas, pelayanan, personil, peralatan dan bahan atau material lain yang dibutuhkan oleh Pos Komando Penanganan Darurat Bencana di area bencana; dan
- 3) membantu wilayah daerah kabupaten/kota lainnya atas permintaan atau inisiatif

Berdasarkan kelembagaan dapat ditinjau dari sisi formal dan non formal. Secara formal, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) merupakan focal point lembaga pemerintah di tingkat pusat. Sementara itu, focal point penanggulangan bencana di tingkat provinsi dan kabupaten/kota adalah Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Dari sisi non formal, forum-forum baik di tingkat nasional dan lokal dibentuk untuk memperkuat penyelenggaraan penanggulangan bencana di Indonesia. Di tingkat nasional, terbentuk Platform Nasional (Planas) yang terdiri unsur masyarakat sipil, dunia usaha, perguruan tinggi, media dan lembaga internasional. Pada tingkat lokal, kita

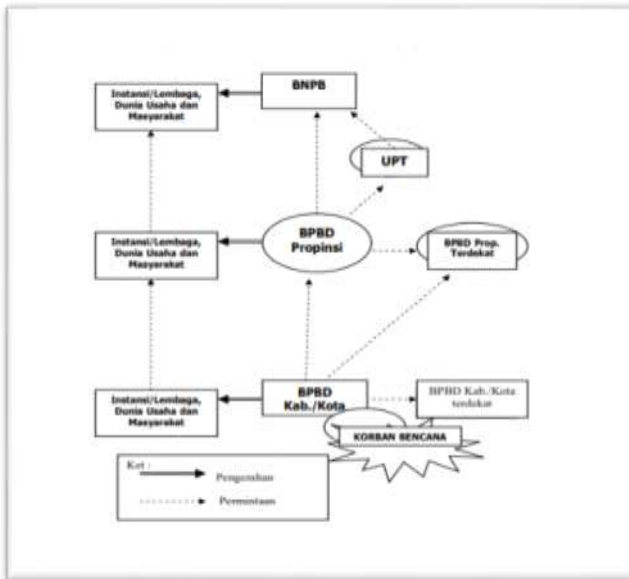
mengenal Forum PRB Yogyakarta dan Forum PRB Nusa Tenggara Timur. (BNPB)

Berikut beberapa pendanaan yang terkait dengan penanggulangan bencana di Indonesia:

- 1) Dana DIPA (APBN/APBD)
- 2) Dana Kontijensi
- 3) Dana On-call
- 4) Dana Bantuan Sosial Berpola Hibah
- 5) Dana yang bersumber dari masyarakat
- 6) Dana dukungan komunitas internasional

### 3. Alur penyelenggaraan manajemen logistik bencana

Indonesia Menurut Peraturan kepala Badan Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2009, alur permintaan bantuan logistik dapat dilihat gambar berikut



**Gambar 35,** Alur Permintaan Bantuan Logistik (Perka BNPB no 4 thn 2009)

Dari gambar diatas bahwa dari BPBD kab/kota meminta BPBD kab kota terdekat, meminta ke BPBD propinsi atau ke BPBD propinsi terdekat, dari BPBD propinsi ke UPT atau langsung ke BNPB baru dari BNPB mengerahkan ke intansi/ lembaga, dunia usaha dan masyarakat.



**Gambar 36**, Alur Pendistribusian Bantuan Logistic Bencana (Perka BNPB no 4 thn 2009)

Dari gambar diatas, terlihat bahwa dalam proses pendistribusian bantuan logistic pihak internasional atau pun BNPB ada 3 cara menyalurkan, melalui intalasi/ lembaga masyarakat, BPBD propinsi dan UPT, ataupun langsung ke BPDB kab//kota. Cara yang pertama yaitu dari BNPB menyalurkan ke instasi/ lembaga dunia usaha dan masyarakat baru korban bencana. Cara ke dua yaitu dari BNPB pusat menyalurkan ke BPBD dan diterukan ke BPBD kab/kota baru

ke instansi /lembaga masyarakat baru ke korban bencana. Cara yang ketiga yaitu BNPB langsung BPBD kab/kota baru ke instansi/lembaga dan masyarakat baru korban bencana. Penyaluran distribusi bantuan logistic ini tergantung pada lokasi, dan pasokan logistik.

# Daftar Pustaka

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana.  
<https://bnpb.go.id/sistem-penanggulangan-bencana>
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 9 Tahun 2008 Tentang *Prosedur Tetap Tim Reaksi Cepat Badan Nasional Penanggulangan Bencana*
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 13 Tahun 2008 Tentang *pedoman logistic peralatan*
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2009 Tentang *pedoman bantuan logistic*
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2018 Tentang *system manajemen logistik peralatan*



## BAB 7

# Tinjauan Implementasi Teknologi Internet *of Thing* (IOT) Untuk Manajemen Kebencanaan



**MS Hendriyawan A., S.T., M.Eng., Ph.D.**

*Penulis adalah Dosen Teknik Elektro di Universitas Teknologi Yogyakarta. Selain mengajar, penulis juga aktif melakukan penelitian dibidang Robotika, Otomasi industri, Internet of Thing (IoT), Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), Simultaneous Localization and Mapping (SLAM), Machine Learning, dan Kecerdasan Buatan.*

### **A. Latarbelakang**

Bencana sering terjadi di sekitar tempat kehidupan manusia, yang terjadi baik secara alami (misalnya: tanah longsor, gempa bumi, tsunami, banjir, kebakaran hutan, dan petir) atau buatan manusia (misalnya: ledakan industri, kebocoran dalam pipa minyak, kebocoran produksi gas, dan serangan teroris). Apapun penyebab kejadian tersebut, bencana menyebabkan kerusakan besar bagi perekonomian



dan kehidupan manusia. Diantara kejadian bencana alam yang terjadi di Indonesia adalah pada tanggal 26 Desember 2004 terjadi gempa dahsyat yang diikuti oleh tsunami yang mempengaruhi empat belas negara dan Indonesia mengalami dampak terburuk. Tsunami tersebut menewaskan sekitar 230.000 jiwa. Gempa bumi di Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006 menewaskan 5.716 jiwa. Pada 29 November 2017 Badai Tropis Cempaka melanda Jawa selatan dan menewaskan sedikitnya sembilan belas jiwa. Pada awal Februari 2018 banjir di Jakarta berdampak pada 11.450 jiwa, lebih dari 6.000 jiwa dievakuasi. Pada 21 Februari 2018 tanah longsor di Pasir Panjang, Brebes, Jawa Tengah menewaskan delapan belas jiwa. Dan diantara kejadian bencana buatan manusia di Indonesia adalah pada 26 November 2011 Jembatan Kutai Kartanegara di Kalimantan Timur ambruk mengakibatkan 39 orang tewas. Pada tahun 2015 terjadi serangkaian kebakaran hutan yang menyebabkan polusi udara, peristiwa ini disebut oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika sebagai "kejahatan terhadap kemanusiaan". Pada tanggal 1 April 2018 sebuah pipa minyak milik Pertamina meledak di Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur. Minyak yang menyala menyebabkan beberapa nelayan tewas. Dalam kebanyakan kasus, orang-orang hanya dapat mengamati saja, hal ini karena minimnya pengetahuan dan sebaran kemajuan teknologi terkini yang setidaknya bisa menyadarkan warga akan kemungkinan terjadinya bencana di sekitar mereka.

Dunia baru-baru ini menyaksikan munculnya teknologi Internet of Thing (IoT) yang telah menciptakan gebrakan besar di ranah sosial, teknologi, politik, dan ekonomi. Meskipun IoT diciptakan pada awal tahun 2000, IoT baru-baru ini menarik perhatian besar di hampir semua bidang ilmiah dan industri seperti rumah pintar, pertanian, industri, perawatan kesehatan, hiburan, robotika, dan transportasi.

IOT digunakan untuk membangun komunikasi, pemantauan, dan pengendalian obyek berbasis perangkat

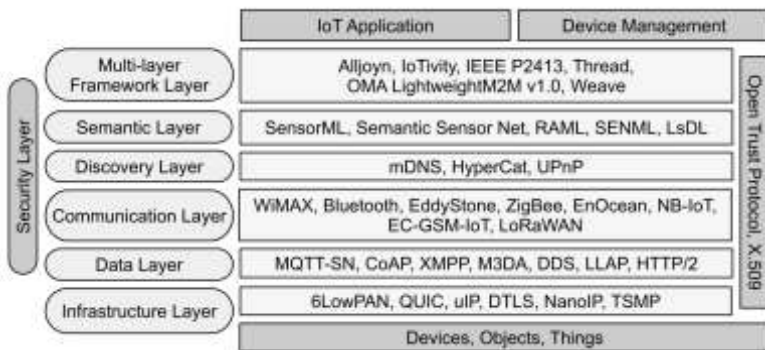
elektronik cerdas yang dapat disematkan dengan mudah atau dikenal dengan istilah edge computing. IOT memanfaatkan heterogenitas, interoperabilitas, pemrosesan terdistribusi, dan kemampuan analitik secara real-time.

Artikel ini menyampaikan beberapa kajian penting, antara lain sebagai berikut. Bagian 2 merinci berbagai protokol komunikasi yang digunakan pada IoT terkait dengan fungsi kebencanaan. Bagian 3 menyajikan studi tentang beberapa produk berbasis IoT yang siap dipasarkan. Bagian 4 menyajikan implementasi IOT sebagai upaya mitigasi beberapa bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor, banjir, kebakaran hutan dan gunung berapi. Bagian 5 memberikan gambaran tantangan dan road map penelitian IOT untuk kebencanaan di masa depan. Dan bagian 6 menyampaikan kesimpulan dari seluruh ulasan sebelumnya.

## **B. Protokol Komunikasi IOT untuk Manajemen Bencana**

Bagian ini menyajikan beberapa genre protokol komunikasi yang digunakan oleh piranti IoT selama beroperasi dalam rangka manajemen bencana. Pada dasarnya, protokol komunikasi IOT memiliki lapisan Open System Interconnection (OSI) yang terbagi menjadi tujuh lapis, yaitu: lapisan infrastruktur, lapisan data, lapisan penemuan, lapisan komunikasi, lapisan semantik, lapisan kerangka kerja multi-layer, dan lapisan keamanan. Suatu manajemen bencana memerlukan intervensi khusus dalam hal disain protokol karena setiap jenis bencana memiliki ciri khas kejadian, waktu, kemampuan merusak yang berbeda-beda. Misalnya, tanah longsor sering terlokalisasi, sedangkan gempa bumi mempengaruhi wilayah geografis yang luas. Selain itu, berbagai bencana tersebut berdampak pada kehidupan manusia dan infrastruktur.

Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan beberapa hal saat memilih jenis infrastruktur dan protokol komunikasi. Selain itu, protokol komunikasi piranti IoT yang ringan dan hemat energi sangat berguna untuk menemukan beberapa perangkat sensor dalam suatu jaringan beserta gateway lokalnya dan kemudian memulai komunikasi dengan cara yang aman. Bencana alam hampir selalu memutus jaringan komunikasi kabel suatu wilayah yang terkena dampak, sehingga sangat penting untuk mempertimbangkan jenis infrastruktur jaringan komunikasi IOT. Gambar 37 mengilustrasikan protokol komunikasi piranti IoT untuk aplikasi manajemen bencana.



**Gambar 37.** Lapisan protokol komunikasi piranti IOT untuk manajemen bencana

Model referensi berbasis tumpukan (layer) seperti yang diilustrasikan oleh Gambar 1 menjelaskan bagaimana tujuh lapisan protokol saling berhubungan satu sama lain untuk menangani peristiwa bencana dalam rangka membangun konektivitas yang cepat, asosiasi heterogen antar objek, akses ke informasi yang aman, dan memudahkan penemuan objek piranti IOT. Pada umumnya protokol komunikasi umumnya didesain menggunakan model OSI

atau TCP/IP. Komunikasi antar lapisan pada level paling bawah menuju lapisan aplikasi IoT paling atas diamankan oleh satu lapisan keamanan yang memegang Open Trading Protocol (OTP) dan protokol X.509 untuk menjaga agar data yang diproses pada lapisan tertinggi protokol IoT adalah valid dan tidak dapat disusupi dari luar.

## 1. Infrastructure layer

- a. **6LowPAN:** IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks (6LowPAN) bekerja pada pita frekwensi 2.4 GHz berdasarkan standar IEEE 802.15.4 yang dapat diandalkan untuk menangani komunikasi data pada situasi bencana.
- b. **QUIC:** Protokol Quick User Datagram Protocol (UDP) Internet Connections (QUIC) mendukung upaya manajemen bencana dan upaya pemulihan, berdasarkan beberapa alasan berikut: (a) mendukung koneksi multi-kanal antara dua titik P2P melalui UDP, (b) menyediakan sistem keamanan mirip dengan TLS/SSI, (c) memiliki waktu tunda transmisi yang rendah, dan (d) menyediakan fungsi perkiraan kebutuhan lebar-pita (*bandwith*) untuk komunikasi data dua arah.
- c. **UIP:** Micro IP (uIP) adalah open-source TCP/IP. Protokol ini dirancang untuk berjalan pada pengendali mikro 8/16-bit yang menjadi salah satu aspek penting perancangan sistem elektronik sensor pada skenario manajemen bencana.
- d. **DTLS:** Protokol *Datagram Transport Layer* (DTLS) menangani privasi komunikasi datagram. Protokol ini menyediakan keamanan untuk aplikasi *master-slave* yang mirip dengan *Transport Layer Security* (TLS) dengan menghalangi pemalsuan pesan, penyadapan, maupun ancaman gangguan pada upaya manajemen bencana.
- e. **NanoIP:** *Nano Internet Protocol* (NanoIP) menawarkan jenis protokol komunikasi baru yang ringan yang menyediakan layanan jaringan semacam internet pada sistem sensor berbasis piranti terbenam. Tujuan utama

dari NanoIP adalah meminimalkan beban komunikasi TCP/IP pada jaringan nir-kabel lokal.

- f. **TSMP:** Time Synchronized Mesh Protocol (TSMP) adalah protokol komunikasi tersinkronisasi waktu dalam rangka efisiensi jaringan piranti sensor nir-kabel. Pada implementasi lapangan, protokol ini diterapkan pada sistem *Time-Division Multiple Access* (TDMA) dalam rangka transmisi informasi dengan sumber daya yang terbatas khususnya saat kondisi darurat bencana.

## 2. Data layer

- a. **MQTT-SN:** Secara umum, dalam sistem manajemen bencana berbasis IoT, mesin dan pengguna perlu berinteraksi satu sama lain. Protokol *Message Queuing Telemetry Transport for Sensor Networks* (MQTT-SN) mendukung aktivitas *publish / subscribe* pesan secara ringan terutama untuk aplikasi *Machine-to-Machine* (M2M).
- b. **CoAP:** *Constrained Application Protocol* (CoAP) adalah salah satu protokol IoT yang banyak digunakan untuk perangkat Internet dengan sumber daya terbatas, seperti titik *Wireless Sensor Network* (WSN) pada sistem pemantauan bencana. CoAP memiliki berbagai karakteristik fungsional seperti (a) dukungan *multicast*, (b) beban data yang sangat rendah, (c) dukungan *Uniform Resource indicator* (URI), (d) dukungan jenis konten, (e) langganan sumber daya, dan (f) notifikasi *surfing push*.
- c. **XMPP:** *Extensible Messaging and Presence Protocol* (XMPP), merupakan protokol *open-source* yang menyediakan fasilitas sebagai berikut: (a) *middleware* yang ringan, (b) pesan instan, (c) komunikasi *real-time*, (d) suara / panggilan video (e) obrolan multi-pihak, dan (f) sindikasi konten data XML.
- d. **M3DA:** Bertindak sebagai mediator antara server *Machine-to-Machine* (M2M) dan gateway tertanam yang

dirancang untuk membantu transmisi data biner M2M. Protokol ini memiliki dua tugas yaitu: (a) memudahkan manipulasi model data perangkat IoT, (b) memfasilitasi pertukaran data dengan server M2M.

- e. **DDS:** *Data-Distribution Service* (DDS) digunakan sebagai *middleware* untuk membantu komunikasi *publish / subscribe* secara *real-time* pada sistem tertanam piranti IoT.
- f. **LLAP:** *Lightweight Local Automation Protocol* (LLAP) dirancang untuk memfasilitasi transmisi pesan singkat di antara perangkat pintar piranti IoT.
- g. **HTTP/2:** Ini adalah inovasi baru pada implementasi sistem IoT. Protokol ini cocok untuk manajemen bencana karena kemampuannya untuk mengurangi latensi jaringan. Protokol ini memampatkan data *header-field* dan memungkinkan pertukaran data secara paralel di jaringan yang sama.

### 3. Communication layer

Terdapat beberapa jenis protokol pada lapisan komunikasi. Tabel 1 menyajikan perbandingan beberapa protokol pada lapisan komunikasi piranti IoT yang banyak digunakan pada manajemen bencana.

- a. **WiMAX:** Standar *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX) menyediakan kecepatan data dari 1,5 Mbps hingga 1 Gbps. Pembaruan terbarunya (yaitu, standar IEEE 802.16m) menyediakan kecepatan data sekitar 100 Mbps untuk stasiun seluler dan 1 Gbps untuk stasiun tetap.
- b. **Bluetooth:** Bekerja dalam pita frekuensi 2,4 GHz. Umumnya, konsep *frequency hopping* digunakan saat berkomunikasi dengan perangkat tetangga. Kecepatan transmisi data maksimum sekitar 3 Mbps dan jangkauan komunikasi sekitar 30 m.

- c. **Eddystone:** Merupakan varian dari Bluetooth, menggunakan protokol Bluetooth hemat energi (BLE) untuk berkomunikasi dengan suar lokal.
- d. **ZigBee:** Adalah protokol paling populer yang dikembangkan berdasarkan standar IEEE 802.15.4. Rentang frekuensi normalnya adalah 2,4 GHz dan kecepatan transmisi data adalah 250 kbps. Selain itu, ia dapat menggunakan enkripsi jenis *Advanced Encryption Standard* (AES) -128 saat berbicara dengan piranti lain.
- e. **EnOcean:** Protokol ini sangat cocok untuk manajemen kejadian bencana, karena fitur pemanenan energinya yang rendah. Biasanya, ini bekerja pada frekuensi 868 MHz di Eropa dan frekuensi 315 MHz di Amerika.
- f. **NB-IoT:** *Narrow Band* IoT (NB-IoT) adalah protokol komunikasi berbasis IoT terbaru yang dirancang untuk bekerja dalam frekuensi Narrow Band (NB). Ini paling sesuai dengan standar Proyek Kemitraan Generasi ke-3 (3GPP), terutama Komunikasi Jenis Mesin *Long-Term Evolution* (LTE). Pada implementasi dilapangan, diharapkan para korban bencana dapat ditemukan dan selanjutnya dikomunikasikan menggunakan NB-IoT dengan sangat efisien.
- g. **EC-GSM-IoT:** *Extended Coverage-GSM-IoT* (EC-GSM-IoT) memberdayakan jaringan komunikasi seluler yang ada untuk terhubung dengan aplikasi IoT berbasis LowPAN, seperti manajemen bencana. Ini dapat digabungkan dengan jejak sinyal GSM dan selanjutnya memperluas area jangkauan komunikasi. Protokol ini berguna di lokasi terpencil di mana hanya fasilitas GSM yang tersedia saat bencana.
- h. **LoRaWAN:** LoRa, yang merupakan salah satu protokol komunikasi nirkabel berbasis *line-of-sight* terbaru, instalasi sistem yang mudah untuk skenario *Wide Area Network* (WAN). Protokol ini bertujuan untuk menyediakan komunikasi jarak jauh di berbagai medan. Ia bekerja pada rentang frekuensi 868 MHz dan 915 MHz

dengan kecepatan transmisi sekitar 0,3-50 kbps pada jarak 15 km di ruang terbuka.

**Tabel 5.** Perbandingan jenis protokol pada lapisan komunikasi piranti IOT

Parameters	WiMAX	Bluetooth	Ethystone	ZigBee	EnOcean	NB-IoT	HC-GSM-IoT	LoRa-WANs
Standard	IEEE 802.16	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4	ISO/IEC 14543-3-10	3GPP	ETSI GS ETS 001-003	IEEE 802.15.4
Frequency Band	2-66GHz	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz	315/908 MHz	180kHz	333/908 MHz, 2.4GHz	908/915 MHz, 2.4GHz
Data Rate	1 Gbps (Fixed) and 30-40 Mbps (mobile)	1-24 Mbps	1-24 Mbps	250 kbps	125 kbps	250 kbps	< 300 kbps	40-250 kbps
Transmission Range	50 km	8-10 m	8-10 m	10-100 m	30-300 m	10-15 km	5-40 km	10-20 m
Energy Consumption	Medium	Bluetooth: Medium, BLE: Very Low	Bluetooth: Medium, BLE: Very Low	Low	Low	Low	Very Low	Low
Cost	High	Low	Low	High	Medium	Medium	Very Low	Low

#### 4. Discovery layer

- mDNS:** Penemuan perangkat sangat penting sebagai upaya menemukan korban yang hilang dalam situasi bencana. Protokol *Multi-Cast Domain Name System* (mDNS) menyelesaikan masalah dengan melakukan pengubahan *host name* menjadi alamat IP dalam rentang kecil jaringan dengan mengecualikan server *local name*.
- HyperCat:** Dalam situasi bencana, untuk mendapatkan komunikasi yang lancar, sejumlah besar perangkat terhubung ke *backbone* yang terdistribusi menggunakan URI tertentu. Protokol ini menyediakan katalog hypermedia berbasis *JavaScript Object Notation* (JSON) yang ringan dan *open-source* untuk mengekspos koleksi URI dari perangkat yang ada di jaringan.
- UPnP:** Penemuan perangkat sangat penting untuk membangun komunikasi antar perangkat dalam rangka berbagi data guna memperkuat hubungan sosial masyarakat sebagai upaya tanggap bencana. Protokol *Universal Plug and Play* (UPnP) menyediakan ekosistem perangkat IoT yang dapat ditemukan di jaringan yang tersedia.



## 5. Semantic layer

- a. **SensorML:** *Sensor Model Language* (SensorML) adalah pendekatan umum untuk menyediakan model semantik standar dalam hal pengkodean XML yang menggambarkan kerja sensor berbasis IoT. Protokol ini juga dapat digunakan untuk memodelkan proses pengukuran secara efektif dalam sistem IoT.
- b. **Semantic Sensor Net Ontology W3C:** Protokol ini dirancang oleh *World Wide Web Consortium* (W3C). *Semantic Sensor Net* (SSN) menjelaskan dan mengamati ontologi berbagai sensor berbasis IoT. Setelah mengimpor W3C *Web Ontology Languages* (OWLs), SSN mampu merumuskan (a) waktu, (b) konsep domain, dan (c) lokasi sensor.
- c. **RAML:** *REpresentational State Transfer* (RESTful) API *Modeling Language* (RAML) bertugas untuk mengelola siklus hidup RESTful *Application Programming Interface* (API). Dalam hal ini, pemrogram perlu menentukan elemen yang dapat digunakan kembali dalam siklus hidup API.
- d. **SENML:** Dalam peristiwa bencana, berbagai sensor seperti sensor suhu dan akselerometer dapat menggunakan Jenis Media untuk *Sensor Markup Language* (SENML) bersama dengan HTTP dan CoAP dalam rangka mengirimkan nilai terukur dan atau mengkonfigurasi profil sensor.
- e. **LsDL:** Ini adalah bahasa pengkodean perangkat pintar berbasis *Extensible Markup language* (XML) lainnya yang dibaca sebagai *Lemonbeat smart Device Language* (LsDL). Umumnya, protokol ini digunakan pada perangkat pintar yang berorientasi layanan berbasis IoT.

## 6. Multi-layer framework layer

- a. **Alljoyn:** Ini adalah kerangka kerja perangkat lunak *multi-layer open-source* untuk membantu perangkat pintar dan

aplikasinya dalam menemukan serta berkomunikasi di antar sesama perangkat.

- b. **IoTivity:** Ini adalah proyek *open-source* lainnya, yang dikelola oleh organisasi Linux untuk memanfaatkan layanan kerangka kerja *multi-layer* ke piranti rekannya seperti *gateway* berbasis Linux atau perangkat tertanam untuk fungsi komputasi, seperti Raspberry Pi.
- c. **IEEE P2413:** Adalah standar IEEE terbaru. Protokol ini dirancang untuk menyebarkan banyak dukungan kerangka arsitektur ke berbagai perangkat dan aplikasi IoT.
- d. **Thread:** Mendayagunakan kekuatan teknologi *open-source*, IPv6, dan 6LoWPAN dan memberikan kemudahan untuk pembuatan kode program dan menyediakan fasilitas *Personal Area Network* (PAN) berdaya rendah. Protokol ini sangat cocok untuk tugas manajemen bencana berbasis IoT.
- e. **OMA Lightweight M2M v1.0:** Kelebihannya terletak pada penerapan arsitektur *master / slave* yang cepat dan efisien di antara layanan M2M lain. Protokol Open Mobile Alliance (OMA) dapat membantu korelasi data antar piranti IoT dan juga membantu pengiriman pesan saat terjadi bencana.
- f. **Weave:** Ini adalah inovasi baru dalam hal protokol berbasis IoT yang melakukan tugas-tugas sebagai berikut: (a) pengaturan perangkat pintar, (b) pembentukan komunikasi mode hybrid (telepon-perangkat-cloud), dan (c) interaksi pengguna yang efisien pada skenario aplikasi berbasis web.

## 7. Security layer

- a. **OTrP:** Kepercayaan adalah bagian penting dalam mengelola konfigurasi keamanan di perangkat heterogen berbasis IoT, khususnya, saat sistem berjalan di lingkungan yang terpercaya (*trusted*), OTrP membantu

pengguna untuk mengonfigurasi perangkat (seperti menginstal, memodifikasi, dan menghapus).

- b. **X.509:** Adalah salah satu protokol keamanan populer dalam domain infrastruktur publik, yang mengelola dua tugas utama, yaitu: (a) enkripsi *public-key*, dan (b) menangani tanda tangan digital. Protokol ini mengintegrasikan lapisan transportasi pada pengelolaan paket data berbasis web dan isi pesannya secara aman.

### **C. Piranti IoT komersil untuk manajemen bencana**

Piranti IoT yang mendukung fungsi manajemen bencana sudah banyak dijual secara komersil, yang menawarkan kemampuan deteksi, lokalisasi posisi, jaringan komunikasi, dan rendah daya. Berikut ini beberapa produk komersil piranti IoT yang dapat digunakan untuk membantu melakukan manajemen kebencanaan. Tabel 2 menunjukkan rangkuman produk-produk tersebut dibawah ini.

#### **1. Brinco**

Piranti suar berkemampuan IoT pertama yang dirancang untuk memberi tahu penggunanya tentang kemungkinan gempa bumi atau tsunami secara personal. Sistem sensor terdiri dari akselerometer, unit pemroses sinyal, dan unit alarm audio. Jika sensor merasakan getaran tanah, ia mengirimkan informasi getaran menuju *Brinco Data Center* (BDC) yaitu sebuah layanan cloud pribadi. Data Center (DC) ini mengasimilasi informasi ini dengan informasi jaringan seismik lainnya untuk memperoleh persepsinya. Jika hasil dari DC menunjukkan penilaian *TRUE POSITIVE*, maka alarm audio berbunyi dan mengirimkan pemberitahuan ke ponsel pintar pengguna (Android atau iOS) secara instan. Selain itu, informasi dari DC juga dapat dibagikan diantara komunitas lokal maupun global menggunakan situs jejaring sosial.

## 2. Brck

Perangkat berkemampuan IoT serbaguna yang digunakan di lokasi bencana dengan infrastruktur komunikasi yang buruk. Piranti ini mampu membangun jaringan pada area yang memiliki konektivitas rendah di mana komunikasi 2G masih ada. Piranti IoT ini juga didukung dengan layanan cloud pribadinya di mana data lingkungan dapat dengan mudah dikirim dan diambil. Piranti ini juga mampu bekerja dengan energi matahari, oleh karena itu sangat cocok untuk lokasi bencana yang tidak tersedia infrastruktur sumber daya listrik. Desain yang kokoh membuat Brck menjadi produk yang paling cocok untuk digunakan dalam skenario manajemen bencana. Pengguna yang memiliki ponsel pintar dapat dengan mudah terhubung dan berbagi informasi ke perangkat lokal berkemampuan WiFi lainnya.

## 3. Grillo

Grillo adalah solusi inovatif untuk memperingatkan orang-orang yang rentan tentang kemungkinan terkena gelombang seismik, misalnya gempa bumi. Produk ini didukung oleh aplikasi yang perlu dipasang di tempat tinggal pengguna atau area kerja. Aplikasi terhubung dengan *Grillo Sensor Network*, yaitu jaringan komunikasi milik Grillo. Setiap kali piranti Grillo merasakan getaran abnormal di tanah, maka Grillo segera mengirimkan informasi ke dalam jaringan sensor miliknya untuk dilakukan verifikasi. Setelah hasil verifikasi adalah TRUE POSITIVE, maka alarm dibunyikan untuk pemberitahuan ke pengguna lokal.

## 4. Citizen flood detection network

Piranti IoT untuk penginderaan secara masal yang terhubung ke jaringan penginderaan banjir di seluruh dunia. Jaringan piranti ini sudah dipasang di area banjir sekitar Oxford Inggris. Rancangan sistem IoT terdiri dari Raspberry Pi, sensor level air ultrasonik, dan router internet. Setiap titik sensor dipasang di bawah jembatan sungai untuk mengukur

ketinggian air setiap lima menit. Data tersebut kemudian dikirim menuju layanan peta *cloud* secara jarak jauh yang dapat diakses melalui laman <http://map.flood.network> dalam rangka pemantauan banjir secara real-time. Jika ketinggian air sungai melebihi tingkat keamanan yang telah ditentukan, peta akan berubah warna sesuai dengan potensi bahayanya. Pada saat yang sama, notifikasi juga dikirim ke pusat kendali lokal dan orang-orang yang terhubung melalui Internet.

## 5. Flood beacon

Piranti IoT berupa suar banjir ini dirancang untuk menyampaikan informasi ketinggian air beserta lokasinya melalui Internet. Piranti IoT suar ini membantu pemantauan banjir dan tsunami secara real-time. Suar ini mengapung di atas permukaan air untuk memantau tingkat ketinggian air. Setelah air naik melampaui level ambang bahaya, maka notifikasi dikirim ke orang-orang yang berada dalam kawasan bahaya. Seluruh informasi level air disimpan di cloud secara jarak jauh sebagai bahan untuk analisis lebih lanjut.

## 6. Floating sensor network

Universitas California di Berkley telah berhasil mengembangkan teknologi yang dapat mengirimkan informasi tentang situasi banjir sungai dengan metode jaringan sensor terapung. Piranti IoT ini bersifat *portable* yang memiliki catu daya mandiri dan konsumsi daya nya sangat rendah. Setiap piranti terdapat sensor posisi berupa sensor *Global Positioning System* (GPS) dan sensor akselerometer. Perubahan ketinggian maupun percepatan aliran air sungan akan dipantau secara real-time dan jika terdapat perubahan kondisi melebihi ambang aman maka alat akan mengirimkan notifikasi alarm kepada orang-orang yang berada disekitarnya melalui jaringan sensor yang terbentuk.

## 7. Lightning detection

Petir yang hebat bisa membunuh nyawa manusia. Setiap tahun, cahaya merenggut sekitar 24.000 nyawa orang di dunia [1]. Untuk mengatasi fenomena alam ini, detektor petir berbasis IoT dikembangkan [1]. Detektor petir berbantuan Raspberry Pi dilengkapi dengan sensor petir yang dapat mendeteksi perubahan kecil pada ledakan gamma (terjadi pada petir yang berat) dari jarak 40 km. Sistem ini mentransfer data petir ke server jarak jauh setiap 15 menit. Pada saat yang sama, sistem dapat meminimalkan sinyal petir / energi tinggi palsu (karena alasan manusia, hewan, atau lainnya) untuk mengidentifikasi peristiwa tersebut secara akurat. Informasi tersebut secara instan dikirim ke masyarakat lokal melalui koneksi Internet untuk keamanan mereka.

## 8. Alarms

*British Geological Survey* telah merilis sebuah aplikasi, yang disebut sebagai *Assessment of Landslides using Acoustic Real-time Monitoring Systems* (ALARMS) untuk memberikan informasi tentang peringatan dini tanah longsor di daerah-daerah yang rawan longsor [2]. Untuk mengukur ketidakstabilan lereng, sistem sensor berbasis akselerometer dipasang di atas kawasan lereng di mana longsor berpotensi dapat terjadi. Berdasarkan pengukuran pergerakan dan kepadatan tanah, alarm peringatan dini dapat dikirimkan kepada masyarakat yang ada zona rawan bencana di sekitar lereng.

## 9. Myshake

Teknologi IoT layanan berbasis aplikasi untuk mendeteksi aktivitas seismik. Aplikasi ini dipasang pada ponsel pintar pengguna yang setiap kali merasakan getaran tanah dapat terbaca oleh sensor akselerometer pada ponsel, kemudian aplikasi melakukan operasi pencocokan dengan profil referensi getaran gempa. Jika cocok maka informasi bersama dengan koordinat GPS saat kejadian dikirim ke

Berkeley Seismological Laboratory (BSL) untuk dianalisis. Teknologi ini membuka jalan untuk mengembangkan piranti IoT yang berbiaya rendah serta terdistribusi [3].

**Tabel 6.** Perbandingan produk IoT komersil untuk manajemen bencana

Solutions	Repository	Cloud-enabled	APP-based	Key sensors	Communications	Application
Brico	(brico-home.com/Self)	Yes	Yes	Accelerometer	WiFi and BLE	Earthquake and tsunami
Beck	beck.com/Self)	Yes	No	Various	WiFi and GSM, and Ethernet	Various
Grifo	grifo.io/Self)	Yes	Yes	Accelerometer	WiFi and BLE	Earthquake and tsunami
Flood network	floodnetwork (Self)	Yes	No	Ultrasonic range finder	GSM	Flood
Flood Beacon	floodbeacon.com (Self)	Yes	Yes	Ultrasonic range finder	GSM and BLE	Flood and tsunami
Floating sensor network	float.berkeley.edu (Self)	Yes	Yes	Accelerometer and ultrasonic range finder	GSM, BLE	Flood and tsunami
Lightning detection	Self	Yes	No	Lightning sensor	Radio	Lightning
ALARMS [4]	Self	Yes	Yes	Accelerometer	Radio and BLE	Landslide
MyShake	Self	Yes	Yes	Accelerometer	CDMA, WiFi, and BLE	Earthquake

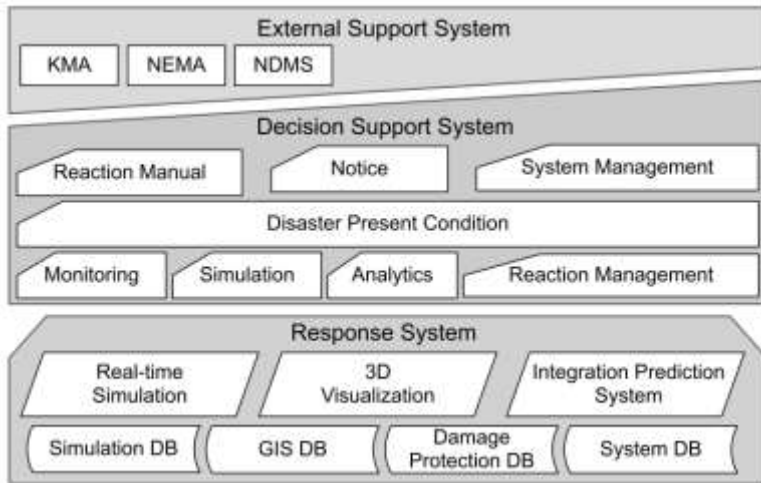
## D. Implementasi teknologi iot untuk sistem manajemen bencana

Pada bagian ini akan dibahas beberapa studi penerapan aplikasi teknologi IoT untuk manajemen kebencanaan.

### 1. Manajemen bencana vulkanik

Letusan gunung berapi sudah merenggut jutaan nyawa dalam satu abad terakhir. Pendekatan industri sangat diperlukan dalam upaya mitigasi potensi bahayanya. Dalam penelitian terbaru, sistem sensor aktifitas vulkanik (berdasarkan platform Libelium) sedang dibangun dengan menggunakan standar *Industrial IoT* (IIoT), salah satunya pengembangnya adalah General Electric yang telah dipasang di dalam dan di sekitar Gunung Masaya di Nikaragua. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem peringatan dini digital untuk memprediksi letusan gunung berapi. Lebih dari 80 sensor berkemampuan IIoT ditempatkan di dalam

kawah, semua informasi dikirimkan menuju cloud server secara jarak jauh untuk dianalisis menggunakan algoritma pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan sehingga pola aktivitas gunung berapi dapat dikenali dan upaya mitigasi bencana dapat direncanakan lebih awal. [4]. Gambar 38 memberikan ilustrasi sebuah model untuk sistem tanggap bencana vulkanik.



**Gambar 38.** Model sistem tanggap bencana vulkanik

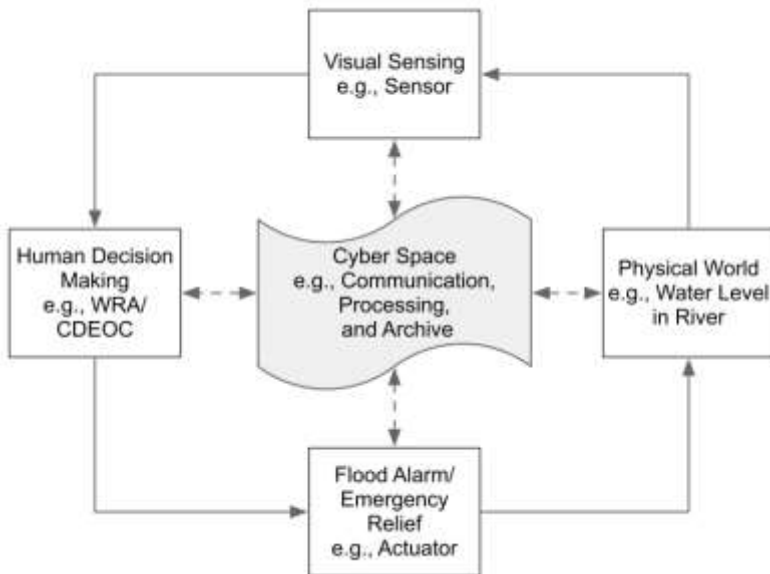
Jepang juga melakukan percobaan serupa untuk memprediksi dan memantau letusan mendadak pada 47 gunung berapi aktif yang berbeda dengan memanfaatkan pengumpulan data secara luas menggunakan konsep *Wireless Sensor Network (WSN)* di mana piranti IoT bertindak sebagai tulang punggung [5]. Sistem sensor dirancang untuk memantau beberapa parameter, yaitu: (a) emisi *Volatile Organic Compound (VOC)*, (b) perubahan topografi di geolokasi, dan (c) getaran di udara sekitar yang disebabkan oleh muntahan batuan dan abu dari gunung berapi. Para peneliti Korea telah mengembangkan sistem tanggap



bencana gunung berapi menggunakan *Geographic Informatics System* (GIS) berbasis IoT. Gambar 38 mengilustrasikan model yang mendasari sistem tanggap bencana vulkanik [6]. Model usulan tersebut menggunakan GIS DB, Spring MVC, Spring iBatis, dan PostgreSQL untuk memantau, memprediksi, memberi tahu, dan mengelola petunjuk operasional melalui portal web.

## **2. Manajemen bencana banjir**

Banjir adalah salah satu peristiwa bencana paling umum yang terjadi di berbagai negara setiap tahun di seluruh dunia. Teknologi IoT dapat diterapkan untuk menyelamatkan nyawa manusia di antara daerah yang terkena banjir. Ancona dkk. mengakumulasi penelitian pemantauan banjir berbasis IoT dalam hal efisiensi, skalabilitas, dan keandalan [7]. Pada penelitian tersebut diselidiki lebih dalam tentang arsitektur pemrosesan informasi *Mobile to Mobile* (M2M) dan rancangan daya ultra-rendah untuk penyebaran titik sensor yang lebih baik dalam rangka pemantauan banjir. Peneliti lain juga mengusulkan sistem deteksi dan pemberitahuan banjir yang terintegrasi di mana terdapat beberapa fungsi, antara lain: alarm yang dapat didengar, pemberitahuan status situasi banjir berbasis *Short Message Service* (SMS), dan visualisasi berbasis portal web [8][9]. Sistem pemantauan paras air berbasis Netduino Plus 2 sudah berhasil dikembangkan untuk mengukur ketinggian air di sungai, kolam, danau, dan laguna [10]. Integrasi sistem berbasis IoT memungkinkan pengiriman informasi tentang ketinggian air melalui WiFi. Kemudian informasi tersebut dapat diakses oleh semua ponsel pintar dan perangkat digital lainnya secara luas sebagai bentuk kepekaan terhadap potensi bencana banjir.



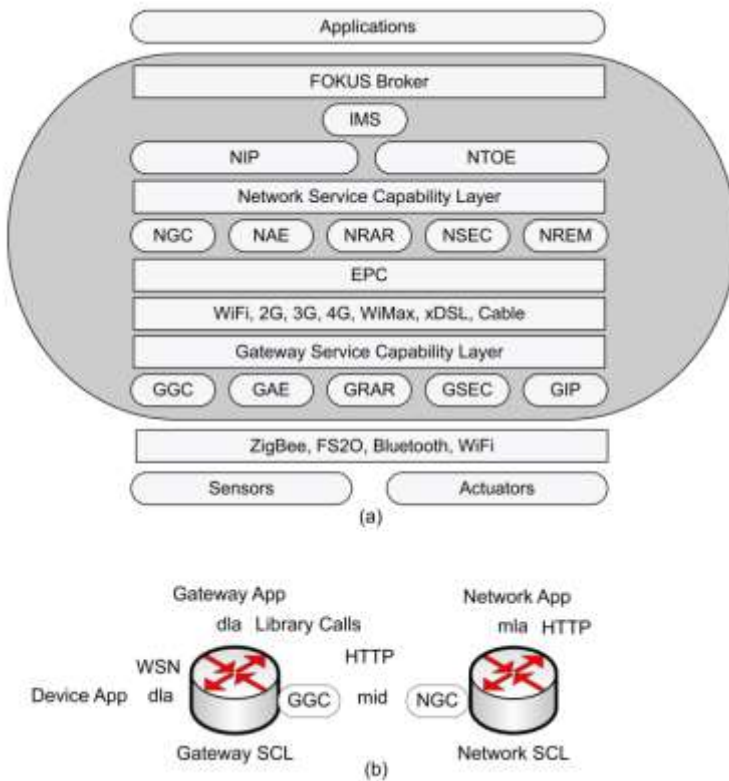
**Gambar 39.** Model pemantauan banjir berbasis CCTV dan IoT

Lo dkk. [11] menawarkan konsep baru untuk penyebaran status banjir menggunakan *Closed-circuit Television (CCTV)* dan IoT. Gambar 5 menggambarkan ide tentang pemantauan visual banjir di mana kamera CCTV menangkap gambar secara real-time dari sungai dan mengirim gambar ke *server* secara jarak jauh di mana algoritma pembelajaran mesin dapat memutuskan tentang status banjir dan ketinggian air di sungai. Jika level melewati ambang batas, peringatan diberikan dalam bentuk alarm serta notifikasi *push-up*. Gambar 39 menunjukkan model pemantauan dan sistem peringatan bencana banjir dengan memanfaatkan CCTV dan IoT.

### **3. Manajemen bencana kebakaran hutan**

Kebakaran hutan merupakan salah satu kejadian yang sering terjadi di seluruh dunia sepanjang tahun [12]. Ini jelas

merupakan masalah serius di mana IoT perlu diterapkan. Forest-Weather-Index (FWI) memiliki peran penting dalam manajemen bencana kebakaran hutan. Algoritma FWI diusulkan oleh [13] yang menawarkan penggunaan sensor berjaringan dengan konsep WSN dan internet sebagai tulang punggung untuk distribusi informasi, dan kemudian menentukan keputusan atas terjadinya kebakaran hutan. Gambar 40 menunjukkan model sistem deteksi kebakaran hutan berbasis IoT.



**Gambar 40.** Model sistem deteksi kebakaran hutan. (a) Arsitektur OpenMTC secara umum. (b) Antarmuka antara GSCL dan NSCL.

Peneliti lain menawarkan solusi yang lebih baik dalam pendeteksian kebakaran hutan, yaitu menggunakan platform *Open Machine Type Communication* (OpenMTC). OpenMTC bersifat open-source dan cloud-enable yang dapat dimanfaatkan untuk integrasi IoT dengan komunikasi M2M. OpenMTC sudah diterapkan pada sistem deteksi kebakaran hutan oleh [14] dengan menggunakan layanan *Gate-way Service Capability Layer* (GSCL) pada platform pengendali mikro Arduino dalam rangka mengirimkan hasil pembacaan sensor kelembaban & suhu udara DHT-11, sensor suhu kontak LM-35, dan sensor *Carbon Monoxide* (CO) menuju jaringan internet.

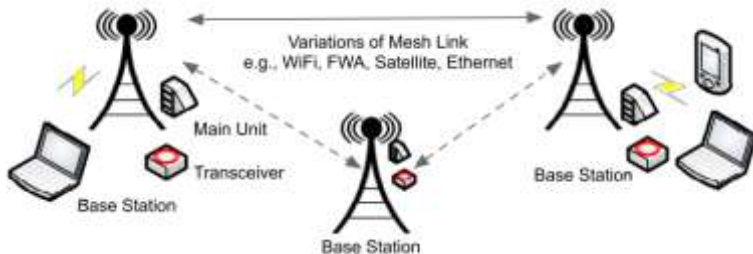
#### **4. Manajemen bencana tanah longsor**

Tanah longsor biasanya terjadi setelah penggundulan hutan yang cepat atau gempa bumi yang diikuti dengan hujan lebat dalam waktu yang singkat. Sistem sensor dapat terdiri dari sensor kemiringan, sensor tekanan, sensor kelembaban, geophone, dan pengukur regangan yang dapat diproses menggunakan sistem tertanam berbasis pengendali mikro Arduino. Piranti IoT dapat digunakan dalam jumlah yang banyak yang tersebar pada beberapa titik pada kawasan rawan longsor dengan menggunakan jaringan komunikasi sensor nir-kabel (WSN). Informasi dari setiap titik pengamatan karakter tanah dikirim menuju server untuk diolah dan diperoleh angka potensi terjadinya bencana tanah longsor. Jika menunjukkan terjadi anomali yang membahayakan maka sistem peringatan segera memberikan tanda bahaya bagi masyarakat yang masuk pada kawasan terdampak. Sebuah laporan penelitian mengenai deteksi longsor tanah yang akurat dan presisi yang berhasil dikumpulkan di Loughborough University [15] dengan menggunakan sensor akustik yang ditanam di tanah pada kawasan rawan longsor. Sensor akustik beroperasi pada frekuensi 20-30 THz, kemudian sinyal akustik dikirim ke dalam tanah, dan kekuatan sinyal yang dipantulkan

memberikan pembacaan pergeseran tanah yang sangat akurat yaitu dalam skala milimeter per hari. Penggunaan sensor akselerometer untuk mendeteksi tanah longsor juga sudah diteliti oleh Mali dan Kumbhar [16].

## 5. Manajemen bencana gempa bumi

Gempa bumi merupakan salah satu peristiwa alam yang terjadi hampir setiap hari di berbagai belahan bumi. Ini menyebabkan jutaan orang meninggal dan kehilangan tempat tinggal. Peristiwa terbaru tercatat di Nepal pada April 2015. Kejadian itu merenggut hampir 9.000 nyawa manusia dan melukai lebih dari 22.000 orang [17]. Namun demikian, para peneliti secara konsisten melibatkan diri untuk merancang dan mengembangkan bentuk-bentuk baru dari sistem berbasis IoT yang dapat membantu memberi tahu masyarakat sebelum insiden gempa bumi terjadi. Salah satu penelitian yang sudah dilakukan adalah 'NerveNet' [18], yang berhasil diimplementasikan di Onagawa, Jepang. Hasil penelitian ini bukti salah satu kemajuan terbaru menuju integrasi IoT dengan sistem pemantauan gempa bumi. Jaringan sensor berbasis IoT ini didistribusikan secara geografis dalam radius beberapa kilometer dari suatu wilayah di mana komunikasi informasi menggunakan WiFi, layanan satelit, Ethernet optikal, dan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 41 berikut.



**Gambar 41.** Struktur jaringan IoT NerveNet untuk manajemen bencana gempa bumi

## **E. Tantangan teknologi iot untuk manajemen bencana**

Meskipun banyak teknologi IoT yang sudah ditemukan untuk membantu dalam manajemen bencana, masih terdapat isu permasalahan yang menjadi tantangan pengembangan teknologi IoT agar lebih baik di masa yang akan datang.

### **1. Efektifitas biaya**

Selain melakukan penelitian terhadap unjuk kerja sistem IoT, peneliti di seluruh dunia juga berfokus pada pengurangan biaya perangkat keras dan perangkat lunak dalam penerapan IoT sambil memaksimalkan keluaran yang dihasilkan. Penanggulangan bencana adalah tugas penyelamatan jiwa, oleh karena itu perusahaan internasional yang memproduksi peralatan IoT harus mempertimbangkan pengembangan teknologi mutakhir dengan harga jual yang semakin rendah.

### **2. Standarisasi**

Jenis bencana alam berbeda-beda, sehingga memiliki manajemen bencana yang berbeda-beda pula. Standarisasi sistem IoT tidak bisa dilakukan untuk semua aspek manajemen bencana, namun demikian terdapat 3 aspek sistem IoT yang harus memiliki standar untuk semua jenis manajemen bencana, yaitu: standar keamanan, standar komunikasi, dan standar identifikasi. Sehingga ketiga standar tersebut harus dipenuhi oleh apapun jenis teknologi IoT yang dirancang untuk mendukung manajemen kebencanaan.

### **3. *Context awareness***

*Context awareness* adalah kemampuan suatu sistem atau komponen sistem untuk mengumpulkan informasi tentang lingkungannya pada waktu tertentu dan memberikan tanggapan yang sesuai. Definisi secara khusus terkait IoT

adalah kemampuan mengembangkan teknologi IoT berbasis perangkat lunak dan perangkat keras untuk mengumpulkan serta menganalisis data secara otomatis dan menentukan tindakan yang harus dilakukan. Tantangannya adalah bagaimana peneliti mampu mendapatkan informasi sebanyak mungkin menggunakan beragam jenis sensor yang terintegrasikan dengan sistem IoT untuk mendapatkan hasil justifikasi suatu kondisi yang tepat. Diperlukan pengetahuan tentang karakteristik penginderaan lingkungan oleh sensor, serta probabilitas dan statistik data untuk memperkuat *context awareness* dalam manajemen bencana.

#### 4. Toleransi kesalahan

Toleransi kesalahan adalah salah satu masalah terpenting dalam desain sistem IoT. Untuk membuat sistem yang sempurna, tingkat toleransi kesalahan dari suatu sistem harus dijaga sangat tinggi sehingga meskipun ada masalah perangkat keras atau perangkat lunak (misal: Sinyal baterai rendah, gangguan memori, interupsi dari sensor, kenaikan arus listrik secara tiba-tiba, dll.), sistem harus tetap bekerja. Modul perangkat keras bisa gagal karena kehilangan sumber energi atau alasan lain. Demikian pula, pembangkitan nilai yang salah oleh sensor, kesalahan kalibrasi, dan kegagalan dalam komunikasi dapat menimbulkan situasi yang salah. Sehingga tantangan dalam perancangan sistem IoT agar mampu mentoleransi kesalahan bisa perbaikan dari sisi perangkat lunak (misal: metode *checksum error check*, *cyclical redundancy check*, dll.) maupun perangkat keras (misal: material kebal interferensi medan magnet, tahan guncangan, tahan debu, tahan air, dll.).

#### 5. Analisis data

Selain membangun sistem IoT kebencanaan, tantangan lainnya adalah bagaimana cara memproses data agar dapat bermanfaat untuk manajemen bencana. Analisis data melibatkan beberapa isu penting, antara lain: (a)

normalisasi data, (b) validasi data, (c) kuantitas data, (d) kualitas data, dan (e) variasi data. Kelima isu tersebut menjadi tantangan besar ketika melakukan analisis data untuk menghasilkan asumsi, justifikasi, klasifikasi, atau pengenalan suatu kondisi alam dalam rangka menyimpulkan situasi bahaya bencana.

## **6. Perbaruan pengetahuan**

Pemasangan jaringan sensor berbasis IoT pada suatu lokasi dengan jumlah titik sebaran yang besar, akan menghasilkan jumlah informasi yang besar dan variasi data yang semakin beragam. Saat ini sudah banyak yang menawarkan layanan *cloud server* dan *cloud computing* berbiaya murah, seperti *Amazon Web Services (AWS)*, *Google Cloud Platform (GCP)*, *Microsoft Azure*, dsb. yang dapat dimanfaatkan untuk menyimpan dan menganalisis data besar (*big data*) menggunakan kemampuan pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan. Tantangan ke depan adalah para peneliti harus mampu mendapatkan pengetahuan baru tentang karakteristik-karakteristik alam sebagai indikator baru akan terjadinya bencana dari hasil penggalian menggunakan *big data* dan *cloud computing* yang belum pernah diperoleh sebelumnya, misal: perubahan aktivitas seismik bumi, kemagnetan bumi, kelembapan tanah, ketinggian air, kecepatan angin, tekanan udara, dan lain sebagainya.

## **7. Keamanan data**

Seperti yang sudah dibahas pada bagian sebelumnya, salah satu tantangan implementasi IoT pada manajemen bencana adalah toleransi kesalahan dan selain itu juga terkait dengan nyawa manusia, maka semua informasi yang transmisikan oleh jaringan sensor berbasis IoT dipastikan adalah valid dan orisinal. Sistem keamanan data yang diterapkan pada protokol komunikasi sistem IoT menjamin bahwa informasi yang ditransmisikan hanya dapat diakses oleh mesin yang memiliki otoritas dan informasi tidak



mengalami perubahan karena upaya peretasan. Meskipun sudah banyak ditemukan metode keamanan data, namun teknik-teknik peretasan juga semakin berkembang, dan ini merupakan tantangan ke depan bagi para peneliti untuk semakin fokus pada perbaikan sistem keamanan informasi IoT untuk manajemen bencana.

## **F. Kesimpulan**

Adopsi teknik baru dapat mengurangi kemungkinan kehilangan nyawa manusia serta kerusakan infrastruktur skala besar karena bencana alam dan bencana yang disebabkan oleh ulah manusia. IoT, yang memungkinkan interkoneksi tanpa batas di antara perangkat heterogen dengan fungsionalitas beragam, dan merupakan solusi yang layak untuk manajemen bencana. Dengan menerapkan analitik data dan kecerdasan buatan, sistem manajemen bencana berkemampuan IoT dapat digunakan untuk sistem peringatan dini. Karena dampak bencana sangat besar, sistem manajemen bencana berkemampuan IoT dapat diterapkan untuk menemukan korban dan kemungkinan operasi penyelamatan. Artikel ini merangkum teknologi berbasis IoT yang sudah dikembangkan oleh peneliti untuk manajemen bencana dan kesesuaiannya untuk diterapkan dalam situasi bencana. Tinjauan ini menyajikan beberapa tantangan penelitian ke depan terkait prinsip desain dasar pada sistem manajemen bencana berbasis IoT. Singkatnya, tujuan dari studi ini adalah untuk memberikan dasar-dasar tentang sistem manajemen bencana berbasis IoT yang membantu kita memahami kontribusi penelitian masa lalu dan arah penelitian di masa depan untuk menyelesaikan berbagai tantangan sistem manajemen bencana.

# Daftar Pustaka

- (Adam, 2014). Detecting Lightning with a Raspberry PI, Accessed on October. Accessed: Sep. 28, 2020. [Online]. Available: <https://coffeewithrobots.com/detecting-lightning-with-a-raspberry-pi/>
- (British Geological Survey, 2017). Assessment of Landslides Using Acoustic Real-Time Monitoring Systems (ALARMS). Accessed: Sep. 28, 2020. [Online]. Available: <http://www.bgs.ac.uk/research/tomography/alarms.html>
- (MyShake, 2017). MyShake. Accessed: Apr. 12, 2017. [Online]. Available: <http://myshake.berkeley.edu>
- (D. Bolton, 2016). Lunatic Volcano Explorer Deploys Industrial IoT Sensors to Predict Eruptions, in How We Built the Next 10 Years. Accessed: Sep. 28, 2020. [Online]. Available: <https://arc.applause.com/2016/08/13/industrial-Internet-things-ge-digital-predix-volcano>
- (J. Morra, 2016). Wireless Sensor Networks Monitor Active Volcanoes in Japan, *Electronic Design*. Accessed: Sep. 28, 2020. [Online]. Available: <http://electronicdesign.com/iot/wireless-sensor-networks-monitor-active-volcanoes-japan>
- T. Kim, J. Youn, H. Kim, and J. Y. Honglcano, "Development of an IT-based volcanic disasters response system," in Proc. Geospatial World Forum, May 2014, pp. 1–12.
- M. Ancona, A. Dellacasa, G. Delzanno, A. L. Camera, and I. Rellini, "An 'Internet of Things' vision of the flood monitoring problem," in Proc. 5th Int. Conf. Ambient Comput., Appl., Services Technol., 2015, pp. 26–29.
- A. V. Kumar, B. Girish, and K. R. Rajesh, "Integrated weather & flood alerting system," *Int. Adv. Res. J. Sci., Eng. Technol.*, vol. 2, no. 6, pp. 21–24, Jun. 2015.
- E. Shalini, P. Surya, R. Thirumurugan, and S. Subbulakshmi, "Cooperative flood detection using SMS through IoT," *Int. J. Adv. Res. Elect., Electron. Instrum. Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 3410–3414, 2016.

- J. A. Hernández-Nolasco, M. A. W. Ovando, F. D. Acosta, and P. Pancardo, "Water level meter for alerting population about floods," in Proc. 30th IEEE Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl. (AINA), Mar. 2016, pp. 879–884.
- S.-W. Lo, J.-H. Wu, F.-P. Lin, and C.-H. Hsu, "Visual sensing for urban flood monitoring," *Sensors*, vol. 15, no. 8, pp. 20006–20029, Aug. 2015.
- S. Samanta, "An architecture of future forest fire detection system," *Int. J. Recent Innov. Trends Comput. Commun.*, vol. 4, no. 8, pp. 139–140, 2016.
- A. A. A. Alkhatib, "Wireless sensor network for forest fire detection and decision making," *Int. J. Adv. Eng. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 299–309, 2013.
- A. Herutomo, M. Abdurohman, N. A. Suwastika, S. Prabowo, and C. W. Wijiutomo, "Forest fire detection system reliability test using wireless sensor network and OpenMTC communication platform," in Proc. IEEE 3rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. (ICoICT), May 2015, pp. 87–91.
- W. D. Jones, 2010. Sensor System Yields Landslide Warnings: New Acoustic Sensor Can Hear When a Landslide is Imminent. Accessed: Sep. 28, 2020. [Online]. Available: <http://spectrum.ieee.org/energy/environment/sensor-system-yields-landslide-warnings>
- J. R. Mali and M. S. Kumbhar, "Wireless sensor-based land slide detection," *Int. J. Latest Trends Eng. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 471–477, 2016.
- (Apr. 2015). Nepal Earthquake: Eight Million People Affected, UN Says. Accessed: Sep. 28, 2020. [Online]. Available: [www.bbc.com/news/world-asia-32492232](http://www.bbc.com/news/world-asia-32492232)
- M. Inoue, Y. Owada, K. Hamaguti, and R. Miura, "Nerve Net: A regional area network for resilient local information sharing and communications," in Proc. IEEE 2nd Int. Symp. Comput. Netw., Dec. 2014, pp. 3–6.

# LINTAS KEILMUAN MEMANDANG

# KEBENCANAAN

Dwi Kurniati  
Yohanes Anton Nugroho  
Fiqi Nurbaya  
Endang Setyawati  
Suhirman  
Yul Asriati  
MS Hendriyawan A

**“BENCANA TIDAK BISA DIHINDARI,  
NAMUN BERSAHABATLAH DENGAN BENCANA”**

Kehadiran buku ini menjelaskan tentang definisi sebuah bencana, kesiapan menghadapi bencana hingga penanggulangannya, akan dibarkan dari berbagai sudut pandang keilmuan

---



**PACE**

**(Partnership for Action on Community Education)**

Solok, Sumatera Barat (+62) 85263097544, Padang, Sumatera Barat (+62) 82230294393

ISBN 978-623-94629-3-2



ISBN 978-623-94629-3-2

Tahun 2020