

## STRUKTUR ATRIBUT DATA SPASIAL MITIGASI BENCANA UNTUK APLIKASI SIGDA LOMBOK BARAT

Agus Pribadi<sup>1</sup>

Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Teknik dan Kesehatan  
Universitas Bumigora; Jl Ismail Marzuki, Mataram, NTB  
e-mail: [adi\\_ms2003@yahoo.com](mailto:adi_ms2003@yahoo.com)

### Abstrak

Pemerintah Daerah Kabupaten Lombok Barat menggunakan aplikasi SIGDa Lombok Barat untuk mendukung penyusunan program pembangunan. Data spasial yang sudah tersedia dalam aplikasi SIGDa Lombok Barat tidak menyediakan tema mitigasi bencana. Konten informasi mitigasi bencana sangat dibutuhkan dalam penyusunan program pembangunan Pemerintah Daerah Kabupaten Lombok Barat. Aplikasi SIGDa Lombok Barat masih hanya memiliki data spasial tema daerah rawan bencana namun tidak tersedia data spasial mitigasi bencana. Pemanfaatan data spasial mitigasi bencana akan memudahkan dalam penyusunan program pembangunan yang mampu tanggap bencana. Sehingga akan diperoleh program pembangunan yang bersinergi dan bersesuaian dengan kebutuhan. Penyusunan atribut data spasial mitigasi bencana SIGDa Lombok Barat mengacu pada tahapan identifikasi kebutuhan, analisa dan penyusunan struktur atribut data spasial mitigasi bencana. Penyusunan struktur data spasial mengacu pada identifikasi yang berdasar pada kebutuhan mitigasi bencana dan untuk mendukung penyusunan program pembangunan daerah. Hasil penyusunan atribut data spasial diperoleh struktur atribut yang dapat mengakomodasikan kebutuhan informasi mitigasi bencana. Struktur atribut mitigasi bencana mencakup potensi kebencanaan, dampak bencana beserta upaya penanggulangan dampak. Tersedianya struktur atribut data spasial mitigasi bencana dapat menampung kebutuhan informasi mitigasi bencana yang diperlukan dalam penyusunan program pembangunan. Tersedianya informasi mitigasi bencana akan menjadi dasar dalam penyusunan program pembangunan yang tanggap bencana dan sangat bermanfaat untuk masyarakat.

**Kata kunci**— spasial mitigasi bencana, musrenbang, SIGDa

### Abstract

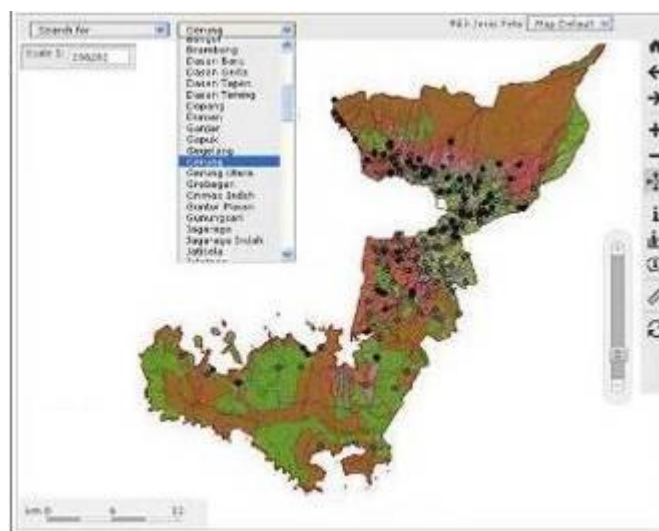
Government of West Lombok District used SIGDa Lombok Barat's application to assist the composing of development program planning. Spatial data contained in the SIGDa Lombok Barat has not provided thematic spatial data of the disaster mitigation. The disaster mitigation information are very important to support the composing of development program planning of West Lombok district government. Technically, SIGDa Lombok Barat had spatial data of disaster prone area. The available disaster spatial data needs to develop for fullfil the ability of disaster mitigation spatial information. Basic need for those utilization is the reference and attribute formulation for disaster mitigation spatial data. Compilation of the spatial attributes of disater mitigation data refers to following method, identification, analyzing, and structuring the spatial attributes of disater mitigation data. Result of the spatial data attributes compilation is attributes structure. The attributes structure can accomodate the needs of disater mitiation informations. Structure of disaster mitigation spatial attributes includes the disaster potential, disasters impact along with efforts to mitigate the impact. Availability of spatial data attribute structure can accommodate the needs of disaster mitigation information. The disaster mitigation information becomes the basis for developing disaster response development programs that are very useful for communities.

**Keywords**— disaster mitigation spatial, musrenbang, SIGDa

## 1. PENDAHULUAN

Pemerintah (Pemda) Kabupaten Lombok Barat menggunakan data spasial untuk keperluan penyusunan perencanaan program pembangunan dan program kerja Pemda [1]. Berdasar Undang-Undang (UU) nomor 22 tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah dan UU nomor 32 tahun 2004, Pemda diberi keleluasaan mengelola potensi daerahnya sendiri [2]. Pemerintahan di Republik Indonesia menerapkan otonomi daerah (Otonomi Daerah), yang pada dasarnya memberikan kesempatan pemerintah lokal (di daerah) untuk menyelenggarakan pemerintahan secara menyeluruh dan akuntabilitas. Otonomi Daerah merupakan mekanisme pemerintahan yang diterapkan di Republik Indonesia. Mekanisme tersebut memberikan kesempatan besar kepada Pemerintah Daerah (Pemda) untuk mengelola daerahnya secara luas [2]. Pemda Kabupaten Lombok Barat, pada Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Lombok Barat (Bappeda Lombok Barat) berupaya mengelola informasi berkenaan dengan perencanaan dan program kerja pembangunan [1]. Pemda Kabupaten Lombok Barat memanfaatkan bentuk informasi program pembangunan menggunakan Sistem Informasi Geografis Daerah Kabupaten Lombok Barat (SIGDa Lombok Barat). Dalam SIGDa Lombok Barat dimuat informasi profil, program pembangunan dan kerja Pemda Kabupaten Lombok Barat dan pelaksanaannya. Pemuaian informasi spasial tersebut untuk mendukung penyusunan perencanaan pembangunan tahap berikutnya selain keperluan informasi publik [1].

Informasi spasial yang diakomodasikan pada SIGDa Lombok Barat pada cakupan indentifikasi sesuai tematik data spasial dan menampung informasi program dan kebutuhan program pembangunan [3]. Salah satu bentuk informasi program pembangunan memanfaatkan SIGDa Lombok Barat. Dalam SIGDa Lombok Barat dimuat informasi profil, program pembangunan dan kerja Pemda Kabupaten Lombok Barat dan pelaksanaannya. Gambar 1 mengilustrasikan keberadaan data spasial pada SIGDa Lombok Barat masih terbatas konten datanya.



Gambar 1 Tampilan Aplikasi SIGDa dan Data Spasial

Tampilan pada gambar 1 adalah tampilan aplikasi SIGDa Lombok Barat pada saat diakses pertama kali. Penampilan data spasial dapat tersaji setelah melalui prosedur pemilihan tema data. Pemanfaatan data spasial yang tersedia akan mampu memiliki daya dukung yang memadai dalam penyusunan perencanaan program pembangunan. SIGDa Lombok Barat akan dapat berperan dalam 2 (dua) hal penting dalam pengelolaan perencanaan pembangunan serta informasi publik. Dalam perannya, SIGDa akan dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam penyusunan perencanaan pembangunan.

Memperhatikan posisi secara geografis dan geologi, kawasan Kabupaten Lombok Barat memiliki beberapa kerawanan terhadap bencana alam. Data spasial yang teredia dalam SIGDa Lombok Barat sudah menyertakan pemetaan berkenaan dengan kawasan rawan bencana alam. Berdasar ciri beserta karakteristik wilayah, menurut Marschiavelli [4], di kawasan Kabupaten Lombok Barat memiliki potensi bencana alam berupa gempa, tsunami, erosi, banjir, rob, abrasi. Data dan informasi kerawanan bencana diperlukan untuk kebutuhan tanggap darurat keadaan bencana [5]. Data dan informasi tersebut dibutuhkan sebagai upaya penanganan dampak bencana dan upaya pengurangan dampak bencana alam, atau mitigasi bencana. Gambar 2 adalah salah satu ilustrasi potensi *natural disaster* yang mungkin di kawasan pulau Lombok.



Gambar 2 Posisi Pulau Lombok Secara Geologi

Potensi *natural hazard* yang dimiliki pulau Lombok sebagian menjadi potensi untuk kawasan Kabupaten Lombok Barat. Kawasan Kabupaten Lombok Barat berada di bagian sisi selatan dan barat pulau Lombok, berhadapan langsung dengan samudera Hindia, lepas dan berada di tepian lempeng benua. Gambar 3 adalah ilustrasi citra satelit lokasi kawasan Kabupaten Lombok Barat berada secara geoposisi dan kondisi umum pulau Lombok.



Gambar 3 Foto Satelit Pulau Lombok

Pada gambar 3 diilustrasikan Kabupaten Lombok Barat berada pada bagian yang memiliki pantai tertutup dan pantai terbuka (berhadapan dengan samudera lepas). Secara kedudukan posisi geologis, pulau Lombok merupakan dataran lereng gunung Rinjani. Berdasar keberadaan posisi,

---

kawasan Kabupaten Lombok Barat memiliki ciri dan karakteristik yang berpotensi memiliki *natural hazard* tersendiri. Secara geologi, Kabupaten Lombok Barat memiliki potensi *natural hazard* berupa *eruption*, *vulcanology earthquake* dan *tectonic earthquake*. Secara alamiah, lokasi Kabupaten Lombok Barat yang berposisi pada tepian pulau juga memiliki potensi *natural hazard* berupa *tsunami*. Potensi keadaan karena *tsunami* sebagai *natural disaster* ditunjukkan dengan adanya beberapa pantai yang memiliki lerengan datar dan terdapat area pemukiman.

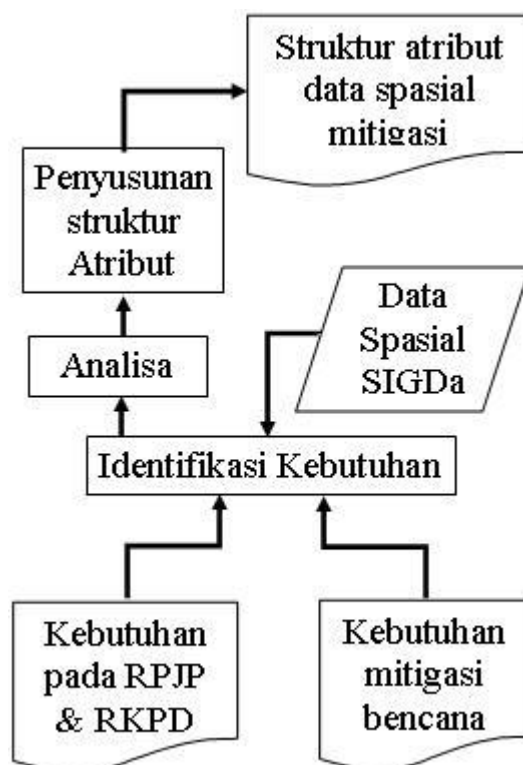
Memahami keberadaan kawasan Kabupaten Lombok Barat, diperlukan mitigasi bencana yang dapat dikelola baik melalui program pembangunan. Mitigasi bencana merupakan serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana [6]. Informasi spasial berkenaan daerah yang rawan bencana menjadi komoditas yang penting, utamanya berhubungan dengan program pembangunan. Bersesuaian dengan hal tersebut, mitigasi bencana perlu dilaksanakan agar seluruh program pembangunan maupun program kerja pemerintah dapat bersinegi dan tanggap bencana. Peta dan data spasial potensi rawan bencana Kabupaten Lombok Barat telah tersedia dan terintegrasi dalam SIGDa Lombok Barat, namun belum diberdayakan lebih untuk keperluan perencanaan pembangunan daerah [1]. Tersedianya data spasial mitigasi bencana menjadi penting, guna menunjang kebutuhan mitigasi dan perencanaan pembangunan yang tanggap bencana. Data spasial dalam SIGDa Lombok Barat perlu dilengkapi dengan tema mitigasi bencana. Pemenuhan data spasial tersebut secara teknis dapat mendayagunakan data spasial rawan bencana, namun memerlukan arsitektur atribut yang bersesuaian untuk keperluan mitigasi dan perencanaan pembangunan.

## 2. METODE

Data spasial mitigasi bencana merupakan produk informasi yang ikut berperan dalam kegiatan Musyawarah Perencanaan Pembangunan (Musrenbang). Data spasial vektor memiliki 2 (dua) bagian yang menyusun, yaitu bagian grafis berupa gambar vektor dan bagian tabulasi berupa susunan atribut [7]. Atribut merupakan bagian penting pada data spasial vektor, berfungsi menampung informasi atau keterangan yang bersesuaian dengan tiap *feature* spasialnya.

Struktur atribut data spasial mitigasi bencana diperlukan untuk memenuhi kebutuhan data pada SIGDa Lombok Barat. Struktur atribut dibutuhkan memiliki konstruksi khusus yang mampu menampung kebutuhan keterangan dan data untuk mitigasi bencana, untuk mendukung kegiatan penyusunan perencanaan pembangunan dalam Musrenbang. Tahap penyusunan struktur atribut data spasial Mitigasi Bencana pada SIGDa Lombok Barat, dimulai dari penelusuran data spasial yang telah tersedia, inventarisasi kebutuhan, analisa, penyusunan struktur atribut data, sampai dengan hasil susunan atribut data spasialnya. Gambar 4 adalah ilustrasi metodologi penyusunan struktur atribut data spasial mitigasi Bencana pada SIGDa Lombok Barat.

---



Gambar 4 Metodologi

Tahapan pokok guna mendapatkan struktur data spasial Mitigasi Bencana, dimulai identifikasi kebutuhan, analisa dan penyusunan struktur atribut data spasial mitigasi bencana. Tahap identifikasi kebutuhan memperhatikan referensi berupa data kebencanaan dan kebutuhan mitigasi bencana, kebutuhan penyusunan perencanaan program pembangunan, serta data spasial pada SIGDa Lombok barat. Tahapan selanjutnya adalah analisa dan penyusunan atribut data spasial mitigasi bencana. Produk akhir berupa struktur atribut data spasial Mitigasi Bencana untuk SIGDa Lombok Barat.

1. Identifikasi kebutuhan pada dasarnya untuk mendapatkan informasi awal yang dipergunakan untuk menyusun struktur atribut data spasial vektor. Untuk memenuhi identifikasi ini memerlukan informasi berasal dari SIGDa Lombok Barat beserta data spasial yang telah tersedia, kebutuhan informasi pada dokumen RPJMP ataupun dokumen RKPD., serta kebutuhan dasar mitigasi bencana.
2. Analisa, menyusun tela'ah dengan memperhatikan kebutuhan dan mensinkronisasi dengan keberadaan data spasial pada SIGDa Lombok Barat, yaitu data spasial daerah rawan bencana. Data spasial mitigasi bencana yang dibangun strukturnya diperlukan untuk keperluan dalam kegiatan Musrenbang.
3. Tahap penyusunan struktur atribut data spasial mitigasi bencana didasarkan hasil analisa. Dalam penyusunan ini memperhatikan standarisasi data spasial yang dipergunakan untuk keperluan SIGDa Lombok Barat. Data vektor yang dipergunakan untuk menyusun data spasial mitigasi bencana berdasar data spasial daerah rawan bencana yang telah tersedia. Teknik tersebut diterapkan dengan maksud dapat mencapai sinkronisasi yang baik dan mudah.

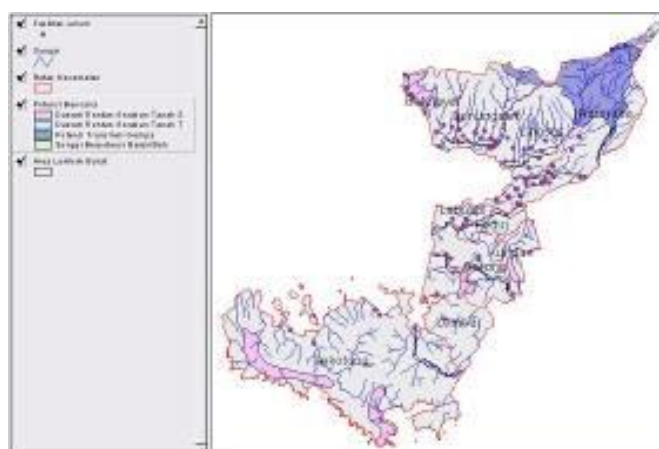
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap penting dalam bahasan ini adalah identifikasi dan penyusunan struktur atribut data spasial mitigasi bencana. Identifikasi dibutuhkan untuk mendapatkan acuan dan referensi dalam penyusunan struktur atribut data spasial mitigasi bencana. Penyusunan struktur atribut

menyesuaikan kebutuhan dasar yaitu implementasi pada SIGDa Lombok Barat dan penggunaan pada kegiatan Musrenbang.

### 3.1 Eksistensi Data Spasial pada SIGDa Lombok Barat

SIGDa Lombok Barat secara pengelolaan terpusat berada dalam naungan Bappeda Lombok Barat. Data spasial pada SIGDa Lombok Barat dapat diakses oleh Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) *in charge* yaitu Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Lombok Barat (BPBD Lombok Barat). BPBD Lombok Barat memiliki tugas pokok dan fungsi dalam penangan kerawanan bencana sampai dengan penanganan dampak bencana [5]. Data spasial yang diakomodasikan pada SIGDa Lombok Barat pada cakupan indentifikasi sesuai tematik data spasial dan menampung informasi program dan kebutuhan program pembnagunan. Gambar 5 merupakan ilustrasi keberadaan data spasial SIGDa yang tersedia, termasuk data spasial daerah rawan bencana.



Gambar 5 Data Spasial Daerah Rawan Bencana pada SIGDa Lombok Barat

Data spasial yang tersedia pada SIGDa Lombok Barat secara keberadaan terbatas pada konten informasi daerah rawan bencana. Dalam atribut data spasial daerah rawan bencana tercantum jenis / tipe kebencanaan yang terdapat pada suatu daerah tersebut. Ketersediaan data spasial daerah rawan bencana memiliki peranan penting sebagai referensi penyusunan data spasial mitigasi bencana beserta atributnya :

- a. informasi kebutuhan mitigasi bencana,
- b. informasi dasar dan landasan pengelolaan tata ruang dan wilayah,
- c. dasar penentuan kebijakan dan pengambilan keputusan dalam pemerintahan,
- d. perencanaan lokasi evakuasi / pemukiman / pengungsian dalam keadaan bencana alam.

Atribut data spasial mitigasi bencana dapat mengacu pada struktur atribut data spasial daerah rawan bencana yang telah tersedia pada SIGDa Lombok Barat. Perujukan ini dipilih karena memiliki potensi sinkronisasi data spasial daerah rawan bencana dengan data spasial mitigasi bencana yang disusun.

### 3.2 Standarisasi Data Spasial Mitigasi Bencana

Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki lima komponen penyusun sistem, salah satunya adalah standarisasi [7]. Data spasial mitigasi bencana beserta atributnya memerlukan penetapan baku secara teknis untuk keperluan integrasi ke dalam aplikasi SIGDa Lombok Barat. Standarisasi data spasial mitigasi bencana yang disusun mengacu pada karakteristik teknis yang telah ditetapkan pada SIGDa Lombok Barat. Karakteristik teknis data spasial mitigasi bencana juga memperhatikan kebutuhan pada penggunaan di pihak SKPD maupun penggunaan dalam kegiatan Musrenbang.

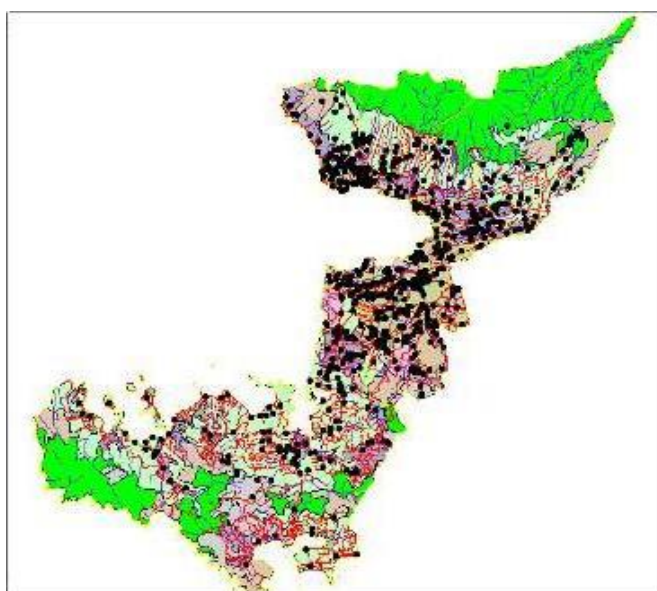
Standar data spasial mitigasi bencana yang disusun secara teknis disusun berdasar karakter vektor dan atributnya. Stadarisasi yang dirancang dan ditetapkan untuk data spasial mitigasi bencana mengacu pada karakteristik teknis data vektor.

1. Model data menggunakan *vektor*.
2. Sistem proyeksi yang dipergunakan adalah WGS 1984.
3. Format *file* data secara elektronik adalah \*.shp.
4. Format *file* pada atribut data adalah \*.dbf.
5. Skala data spasial yang dipilih adalah 1 : 25.000 cm.
6. Data spasial acuan adalah data spasial vektor daerah rawan bencana berdasar peta rencana Tata Ruang dan Wilayah.

Standar data atribut eksternal atau non spasial ditetapkan berdasar acuan teknis program aplikasi SIGDa Lombok Barat. Atribut data eksternal atau non spasial menggunakan *platform* SQL.

### 3.3 Feature Vektor Data Spasial Mitigasi Bencana

Secara teknis, data spasial memiliki dua bentuk, yaotu wujud *feature* vektor dan atribut data. *Feature* vektor data spasial mitigasi bencana merujuk pada data spasial daerah rawan bencana yang telah tersedia pada SIGDa Lombok Barat. Gambar 6 berikut adalah ilustrasi *feature* vektor data spasial mitigasi bencana yang disusun.



Gambar 6 Ilustrasi *feature* vektor data spasial mitigasi bencana

### 3.4 Struktur Atribut Data Spasial Mitigasi Bencana

Atribut data spasial tidak dapat dilepas dari *feature* vektor yang dimiliki. *Feature* data vektor mitigasi bencana dapat langsung merujuk dan sinkronisasi dengan *feature* vektor data spasial daerah rawan bencana. Namun demikian, struktur atribut mitigasi bencana tetap harus disusun secara tersendiri dan menyesuaikan dengan kebutuhan. Kebutuhan yang diterapkan adalah aspek mitigasi dan aspek kebutuhan penyusunan program pembangunan.

Struktur atribut data spasial mitigasi bencana disusun berdasar referensi, kebutuhan dalam kegiatan Musrenbang dan kepentingan mitigasi bencana. Struktur atribut berikut adalah hasil penyusunan berdasar identifikasi kebutuhan dan analisa teknis dan non teknis. Secara teknis terdapat struktur atribut utama berdasar *feature* vektor, yaitu :

- a. *feature* Id,
- b. nama *feature*,
- c. tipe *feature*.

---

Atribut aspek mitigasi bencana yang ditetapkan berdasar hasil kajian adalah :

- a. nama daerah,
- b. wilayah administrasi,
- c. potensi bencana,
- d. luasan daerah,
- e. tingkat kerentanan,
- f. efek kebencanaan,
- g. potensi dampak,
- h. potensi korban,
- i. potensi kerusakan,
- j. potensi kerugian material,
- k. potensi kerugian infrastruktur,
- l. rencana mitigasi,
- m. program mitigasi,
- n. waktu pelaksanaan,

Atribut aspek pendukung perencanaan program pembangunan yang ditetapkan berdasar hasil kajian adalah :

- a. program pembangunan,
- b. anggaran,
- c. kejadian terakhir,
- d. ragam efek bencana,
- e. tingkat kerusakan,
- f. ragam kerusakan,
- g. program penanggulangan,
- h. anggaran penanggulangan,
- i. waktu pelaksanaan
- j. status pelaksanaan,
- k. tanggal *update*.

### 3.5 Pembahasan

SIGDa Lombok Barat yang telah tersedia belum memiliki informasi spasial mitigasi bencana. Berdasar potensi bencana yang dimiliki oleh wilayah kabuten Lombok Barat, maka diperlukan data spasial mitigasi bencana. Penyusunan struktur atribut data spasial mitigasi bencana merupakan langkah pewujudan tersedianya dtata spasial mitigasi bencana secara khusus. Struktur atribut data spasial mitigasi bencana yang tersusun bersesuaian dengan kebutuhan SIGDA Lombok Barat yang berperan dalam kegiatan Musrenbang.

Mencermati pembahasan pada sub bab 3.4, strukur atribut data yang berhasil disusun telah mengindikasikan berseuaian dengan kebutuhan penyusunan program pembangunan. Pada struktur atribut telah tersedia atribut yang mengakomodasikan rencana mitigasi dan rencana program pembangunan yang diterapkan. Rencana program pembangunan yang diterapkan berdasarkan atribut data berdasar pada keterangan / informasi mitigasi bencan yang bersesuaian dengan *feature* vektor yang sama. Dengan demikian, sinkronisasi antara keperluan mitigasi bencana dengan perencanaan program pembangunan dapat berelasi.

## 4. KESIMPULAN

Kebutuhan atribut data spasial mitigasi bencana telah diperoleh. Struktur atribut data spasial mitigasi bencana yang telah tersusun dapat diisi dengan keterangan maupun informasi mitigasi bencana yang dibutuhkan pada kegiatan Musrenbang. Dengan demikian, penyusunan program pembangunan dapat berelasi dengan kepentingan mitigasi bencana.

---



## 5. SARAN

Atribut data spasial mitigasi bencana dapat dikembangkan hingga relevansi dengan SKPD selain BPBD Lombok Barat. Mekanisme akses data dan integrasi data dapat dikembangkan dengan menyertakan SKPD lain yang relevan, contoh Dinas Pekerjaan Umum maupun SKPD yang menangani Perencanaan Tata Wilayah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada DRPM melalui program Hibah Penelitian Strategis Nasional, tahun 2017 - 2018. Termasuk dalam pendukung adalah rekan tim di Natural Resources Center Institute, yang telah bersedia berbagi pengetahuan pengalaman *survey* geologi dan *natural hazard*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Nuradi, A., 2011, *Perencanaan dan Pelaksanaan Program Kerja Pemerintah*, Wawancara pribadi: Kepala Bidang Litbang Bappeda Kabupaten Lombok Barat, Maret, 2011.
- [2.] Perpustakaan Nasional, 2011, Produk Hukum Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, [http://datahukum.pnri.go.id/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=302:uuno14th2008&id=20:tahun-2008&Itemid=27](http://datahukum.pnri.go.id/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=302:uuno14th2008&id=20:tahun-2008&Itemid=27), diakses tgl 23 April 2013.
- [3.] Pribadi, Agus, 2012, *Perencanaan Sistem Informasi Spasial Program Pembangunan Kabupaten Lombok Barat; Prosiding SeNTIA 2012*; Politeknik Negeri, Malang, Juni 2012.
- [4.] Marschiavelli, Mone Iye C, dkk. Pengurangan Risiko Bencana pada Daerah Pariwisata di Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, PPKP, Ristek : Presentasi sosialisasi hasil penelitian Koridor Bali – NTB; [http://pkpp.ristek.go.id/\\_assets/upload/docs/87\\_doc\\_7.pdf](http://pkpp.ristek.go.id/_assets/upload/docs/87_doc_7.pdf), diakses tgl 20 April 2015.
- [5.] Solehudin, 2014, *Informasi Kawasan Rawan Bencana : Kegiatan Penanggulangan dan Pengelolaan*, Wawancara pribadi: Staf Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 18 Agustus 2014.
- [6.] Pusat Pendidikan Mitigasi Bencana (P2MB), 2010, Mitigasi, Universitas Pendidikan Indonesia; [http://p2mb.geografi.upi.edu/Mitigasi\\_Bencana.html](http://p2mb.geografi.upi.edu/Mitigasi_Bencana.html), diakses tgl 26 Mei 2017.
- [7.] De Bay, Rolf A., Ricard A. Knippers, Yuxian Sun, Martin C. Ellis, Menno-Jan Kraak, Michael J. C. ewir, Yola Georgiadou, Mustafa M. Radwan, Cees J. van Westen, Wolfgang Kainz, Edmund J. Sides., 2000, *Principles of Geographic Information Systems*, The International Institute for Aerospace Survey and Earth Science, Netherlands.