

INTERPRETASI SATUAN LITOLOGI, SATUAN BENTUK LAHAN, DAN STRUKTUR GEOLOGI DENGAN INTEGRASI CITRA SRTM DI WILAYAH KOTA BENGKULU

Nofirman

Program Studi Pendidikan Geografi, FKIP Unihaz

Jl. Jenderal Ahmad Yani No. 1 Kota Bengkulu

Email: fir.semarak@gmail.com

ABSTRACT

Sumatra Island is geologically located above the zone plate subduction plate Indian Ocean and Australia. Subduction condition produces a trough system, melange, face basin arc, the folds and pataran, volcanoes and so forth. Expression subduction system is clearly visible on the city of Bengkulu, which is observed through lithologic unit, the unit of origin landform and geological structure.

Based on the results of visual observation on the image of DEM from SRTM mapped lithologic unit located in the city of Bengkulu in the form of (1) the railroad alluvium, (2) alluvium, (3) sediment swamp, (4) limestone reefs, (5) the formation bintunan and (5) andesite. Mapping unit produces original landforms (a) landform volcanic origin, (b) structural landforms origin, (c) landforms denudasi origin, (d) landforms fluviatil origin, (e) landforms marine origin. Conditions geological structures located in the city of Bengkulu can not be done with careful and precise, so that the condition of the structure in the form of folds and faults as observed in the field have not seen adequately.

ABSTRAK

Pulau Sumatera secara geologis berada di atas lempeng zona subdaksi lempeng Samudera Hindia dan Australia. Kondisi subdaksi menghasilkan sistem palung, melange, cekungan muka busur, daerah lipatan dan pataran, gunung api dan lain sebagainya. Ekspresi sistem subdaksi terlihat jelas pada wilayah Kota Bengkulu yang diamati melalui satuan litologi, satuan bentuk lahan asal, dan struktur geologi.

Berdasarkan hasil pengamatan visual atas citra DEM dari SRTM telah dipetakan satuan litologi yang terdapat di wilayah Kota Bengkulu berupa (1) undak aluvium, (2) aluvium, (3) endapan rawa, (4) batu gamping terumbu karang, (5) formasi bintunan, dan (5) andesit. Pemetaan satuan bentuk lahan asal menghasilkan (a) bentukan lahan asal gunung api, (b) bentukan lahan asal struktural, (c) bentukan lahan asal denudasi, (d) bentukan lahan asal fluviatil, (e) bentukan lahan asal marin. Kondisi struktur geologi yang terdapat di wilayah kota Bengkulu belum dapat dilakukan dengan teliti dan tepat, sehingga kondisi struktur berupa lipatan dan patahan seperti yang diamati dilapangan belum terlihat dengan memadai.

PENDAHULUAN

Tata ruang sebagai wujud pola dan struktur ruang terbentuk secara alamiah dan sebagai wujud dari hasil bentukan alam dan proses sosial akibat adanya pembelajaran, (Rustiadi, dkk 2009). Wujud interaksi pola ruang dan struktur ruang menjadi upaya aktif manusia mengubah pola dan struktur ruang dari suatu keseimbangan menjadi

keseimbangan baru yang lebih baik. Mengingat proses penataan ruang sebagai upaya yang disengaja, maka proses penataan ruang menjadi kegiatan nyata proses pembangunan. Analisis pengembangan wilayah dilakukan dengan tujuan untuk: (1) memahami karakteristik unsur-unsur pembentukan ruang; (2) memahami hubungan sebab akibat terbentuknya kondisi ruang wilayah; (3) mengetahui beberapa fenomena yang ada, (Sirait, 2009). Sebagai upaya mewujudkan konsep pengembangan wilayah dalam mencapai tujuan dan sasaran pembangunan wilayah dan regional, maka dilakukan kegiatan penataan ruang dengan tahapan: (a) proses kegiatan perencanaan tata ruang wilayah, (b) proses pemanfaatan ruang, dan (c) proses pengendalian pemanfaatan ruang, (Ditjen Penataan Ruang, 2003).

Sasaran penyelenggaraan penataan ruang menurut Undang-Undang (UU) Nomor 26 Tahun 2007 adalah untuk mewujudkan ruang wilayah nasional yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan, (Chandrika, 2014). Makna aman dimaksudkan sebagai kondisi aman dari segala bentuk kejadian bencana alam, bencana sosial dan aktivitas akibat kegagalan teknologi, sehingga warga kota menikmati hidup dengan nyaman. Makna produktif dan berkelanjutan dimaksudkan sebagai hasil penataan yang dapat menunjang pertumbuhan kota dan masyarakatnya secara komprehensif sehingga berlangsung semua aspek kehidupan kota secara berkualitas. Selanjutnya ditetapkan Pemerintah Daerah/Kota mempunyai wewenang dalam pelaksanaan penataan ruang wilayah kota yang meliputi perencanaan tata ruang wilayah kota, pemanfaatan ruang wilayah kota dan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah kota (Pasal 11 UU No. 26 Tahun 2007). Dalam kebijakan teknis penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota diharapkan memuat perspektif pengurangan risiko bencana, (UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana), sehingga terjadi pengarusutamaan pengurangan risiko bencana ke dalam penyusunan RTRW.

Kondisi nyata berkaitan dengan kebijakan pengelolaan kawasan bencana dalam RTRW Kota Bengkulu Tahun 2012– 2032 pada strategi penataan ruangnya tidak memuat mitigasi bencana gempa berdasarkan kondisi geologi wilayah Kota Bengkulu yang mempunyai beberapa patah dan menghasilkan gempa merusak. Sehingga tidak ditemukan pengarusutamaan pengurangan risiko bencana ke dalam penyusunan RTRW Kota Bengkulu tersebut.

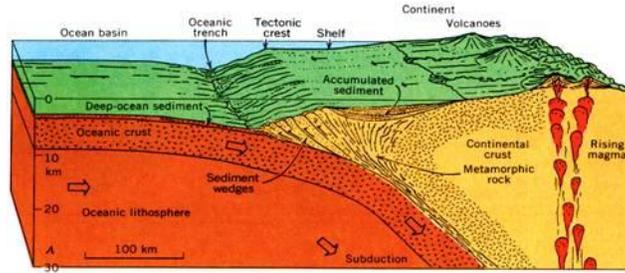
Kenyataan lain dari kondisi lapangan ditemukan masyarakat, pihak swasta ataupun lembaga pemerintahan di Kota Bengkulu yang seolah tanpa pertimbangan mendirikan bangunan di wilayah *horst* dan *graben*, atau memberikan izin membangun kompleks perumahan kepada pihak swasta di wilayah patahan Pekan Sabtu yang menurut sejarahnya tahun 1991 menghasilkan gempa merusak.

Berdasarkan kenyataan tersebut ada indikasi bahwa masyarakat dan lembaga pemerintahan Kota Bengkulu telah lupa dengan sakitnya derita akibat bencana gempa tahun 2000 dan 2007 yang lalu. Untuk memberikan argumen nyata kondisi geologis Kota Bengkulu, maka akan diungkapkan satuan litologi, satuan bentuk lahan, dan struktur geologi dengan integrasi citra Landsat 7- ETM+ dan DEM SRTM.

KAJIAN PUSTAKA

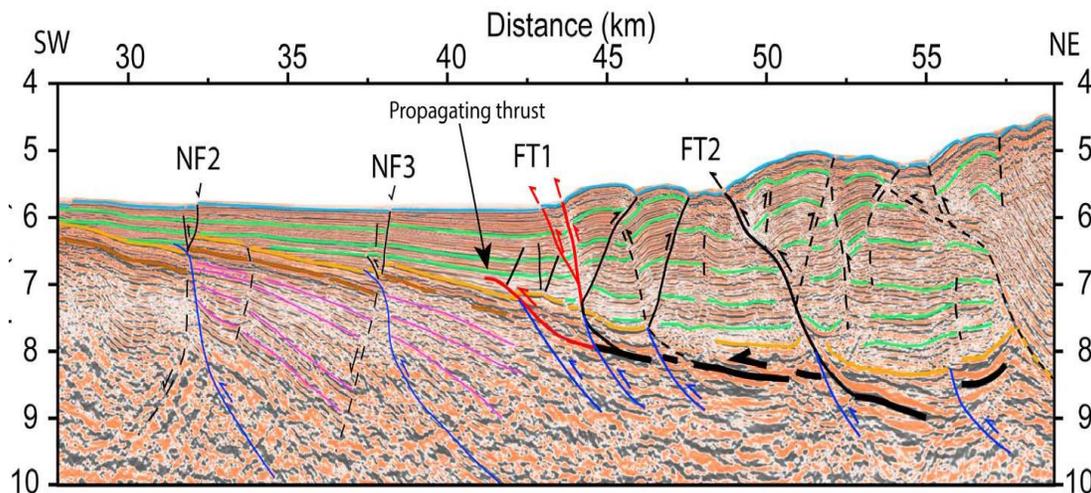
Posisi dan kedudukan Wilayah Kota Bengkulu secara geologis berada di atas Zona Benioff pada pertemuan lempeng samudra Hindia-Australia terhadap lempeng Pulau Sumatera seperti dijelaskan Sieh, (2003) pada gambar 1 berikut. Dengan berlangsungnya proses tekanan (*stress*) menerus dari lempeng samudra Hindia-Australia akan terbentuk

palung laut, kompleks Melange, zona cekungan muka busur (mempunyai patahan Mentawai), kompleks bukit barisan, zona patahan dan gunung api di wilayah pulau Sumatera.



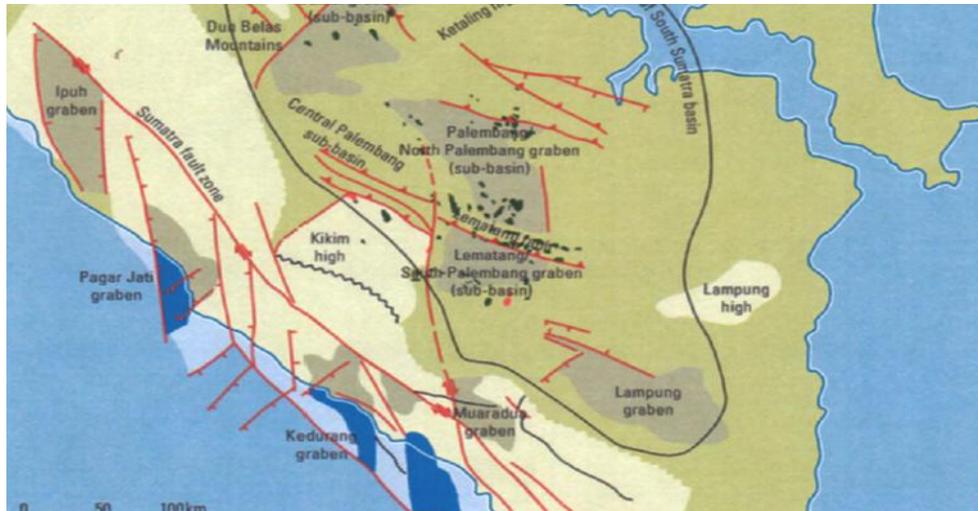
Gambar 1. Penampang zona subduksi Sumatra menurut Kerry Sieh (2003).

Keterdapatannya struktur patahan geologi di wilayah Kota Bengkulu ditunjang oleh penemuan Singh, et-al, (2010) yang menyatakan adanya *zona accretionary prism* di wilayah cekungan muka busur sebelah timur patahan Mentawai, (gambar 2). Model patahan yang terbentuk akibat tekanan dapat menyebabkan terjadinya patahan normal ataupun reverse.



Gambar 2. Penampang seismic refleksi segmen Mentawai pada zona subduksi Sumatra (Singh, et-al, 2010).

Struktur patahan dari *zona accretionary prism* tersebut menyambung ke wilayah darat Kota Bengkulu yang menurut Yulianto, dkk, (1995) disebut sebagai graben Pagarjati, (gambar 3).



Gambar 3. Wilayah Kota Bengkulu menjadi bagian dari sebaran graben Pagarjati, (Yulihanto, et-al, 1995)

Adanya pergerakan lempeng pada kompleks patahan di wilayah Kota Bengkulu sesuai dengan temuan Ismulhadi, dkk. (2012) dengan nilai indeks kerentanan seismik tertinggi (10,86 kg) di wilayah Ratu Agung. Sedangkan berdasarkan Nilai *Peak Ground Acceleration* rata-rata tertinggi (300,45 dan 300,47 gals) terdapat pada Kecamatan Selebar dan Kecamatan Kampung Melayu.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan kuantitatif, yang mendeskripsikan satuan litologi, satuan bentuk lahan dan struktur geologi di wilayah Kota Bengkulu. Analisis dilakukan untuk menjelaskan hasil interpretasi atas satuan litologi, satuan bentuk lahan dan struktur geologi di wilayah Kota Bengkulu, sehingga diketahui fenomena struktur geologi yang ada. Dengan pertimbangan adanya keterbatasan dana yang tersedia maka metode penelitian dilakukan dengan mengintegrasikan data spasial pada data *Digital Elevation Model (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*.

Lokasi penelitian merupakan wilayah administrasi Kota Bengkulu yang terletak pada koordinat $3^{\circ}45' - 3^{\circ}59' \text{ LS}$ dan $102^{\circ}14' - 102^{\circ}22' \text{ BT}$. Posisi geografis wilayah Kota Bengkulu terletak di pantai bagian Barat Pulau Sumatera yang berhadapan dengan Selat Mentawai. Wilayah Kota Bengkulu mempunyai luas sekitar 15.172 hektar yang terdapat pada 9 kecamatan.

Satuan ukuran yang digunakan pada klasifikasi litologi adalah:

- a. Batuan beku intrusi yang terdiri dari : (1) granit, (2) diorit, (3) gabro, (4) porfirit, (5) riolit, (6) andesit, (7) basalt, (8) bom gunungapi, (9) tefra, (10) *scoria*, (11) lapili perekat, (12) pasir gunungapi, dan (13) abu gunungapi.
- b. Batuan metamorf terdiri dari : (1) gneis, (2) serpentin, (3) sekis, (4) marmer, (5) kuarsit, (6) sabak, (7) filit.
- c. Batuan sedimen (padu). Pembagian dapat dibuat selaras dengan ketebalan dan sifat perlapisan yang terdiri dari: (1) kapur, (2) gamping, (3) dolomit, (4) serpih, (5) lanau, dan (6) batulumpur (*mudstone*).
- d. Material lepas/endapan permukaan terdiri dari: (1) blok menyudut, (2) blok membulat, (3) kerikil, (4) pasir, (5) lanau, (6) lempung, (7) campuran kerikil /pasir, (8) campuran lempung/lanau/pasir.

Satuan ukuran yang digunakan untuk identifikasi kelas bentuk lahan (Bermana, 2006) adalah: (1). kelas lahan asal struktural, (2). kelas lahan asal gunungapi (Vulkanik), (3). kelas lahan asal denudasi, (4). kelas lahan asal marin (Laut), (5). kelas lahan asal fluvial (Sungai), (6). kelas lahan asal glasial / Peri – glasial (es), (7). kelas lahan asal aeolian (angin), (8). kelas lahan asal pelarutan (Karst).

Satuan ukuran yang digunakan untuk penentuan bentuk lereng (Bermana, 2006) adalah : (a) bentuk lereng umum cekung, cembung, lurus, beragam, (b) kekasaran lereng halus, seragam, cukup halus, seragam agak halus, seragam kasar, sangat kasar.

Satuan ukuran yang digunakan untuk menentukan kemiringan lereng (Bermana, 2006) : (1) kemiringan 0 – 2 % : Datar atau sangat datar, (2) kemiringan 3 – 7 % : Lereng sangat landai, (3) kemiringan 8 – 13 % : Lereng landai, (4) kemiringan 14 – 20 % : Lereng agak curam, (5) kemiringan 21 – 55 % : Lereng curam, (6) kemiringan 56 – 140 % : Lereng sangat curam.

Untuk mengidentifikasi kondisi satuan litologi, satuan bentuk lahan, dan struktur geologi yang membentang di daerah penelitian, digunakan metode pemetaan geologi dengan integrasi citra DEM dari SRTM. Sejak september 2014, DEM SRTM dapat diperoleh berupa data ketinggian dengan resolusi spasial 30 meter yang disebut SRTM 1 Arc-second yang mencakup kawasan global, dan dapat didownload di www.earthexplorer.usgs.gov.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Satuan Litologi

Penentuan satuan litologi pada citra DEM dari SRTM dilakukan dengan pengamatan visual langsung pada citra berdasarkan pada kunci utama interpretasi citra untuk satuan litologi, yaitu relief, tekstur, rona, vegetasi dan pola pengaliran.

Berdasarkan integrasi citra DEM SRTM daerah penelitian ditemukan satuan litologi di wilayah Kota Bengkulu berupa:

1. Undak Aluvium (Qat)

Satuan geologi yang terjadi berupa endapan permukaan kelompok termuda, berumur Holosen Kuarter dengan material disusun oleh pasir, lanau, lempung dan kerikil yang terakumulasi akibat endapan sungai, pantai dan rawa. Satuan geologi ini tersebar di seluruh wilayah Kota Bengkulu, sejak dari Utara sampai bagian Selatan, namun tidak mencapai wilayah sebelah Timur kota.

2. Aluvium (Qa)

Satuan geologi yang terbentuk pada masa Holosen tersusun oleh bongkah, kerikil, pasir, lempung, lanau dan lumpur. Satuan geologi ini tersebar di wilayah Kecamatan Singaran Pati, Kecamatan Sungai Serut, dan Kecamatan Muara Bangkahulu.

3. Endapan Rawa (Qs)

Satuan geologi berupa endapan permukaan berumur Holosen berupa pasir, lanau dan lumpur mengandung sisa tumbuhan. Tersebar pada Kecamatan Singaran Pati, dan bagian Utara Kecamatan Muara Bangkahulu.

4. Batu Gamping Terumbu Karang (Ql)

Satuan geologi berupa batu gamping terumbu berumur Plistosen tersebar di wilayah pantai pada beberapa kecamatan, yaitu Kecamatan Kampung Melayu, Kecamatan Ratu Samban dan Kecamatan Ratu Agung.

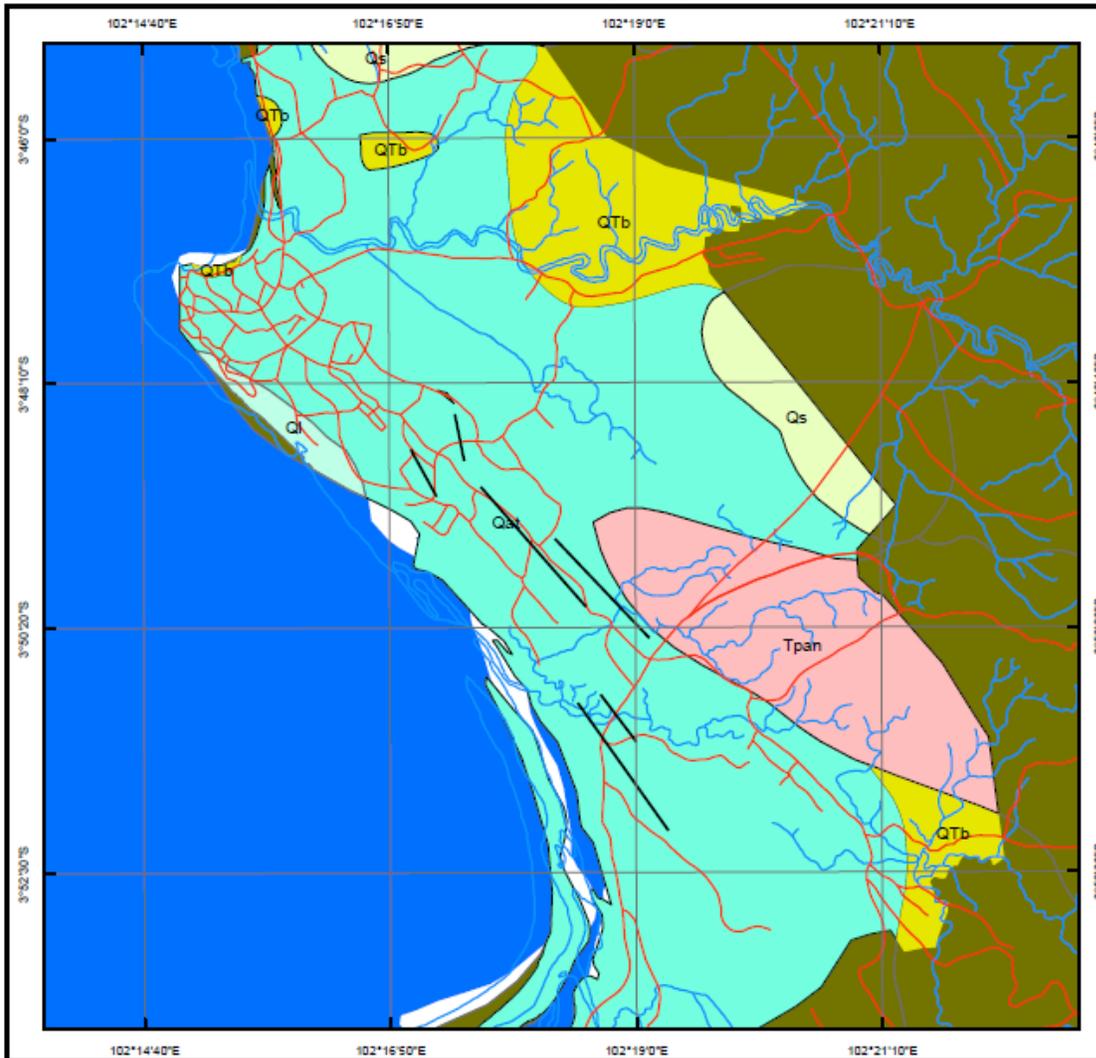
5. Formasi Bintunan (QTb)

Satuan geologi yang tersusun oleh konglomerat berbagai bahan, breksi, batu gamping terumbu, batu lempung tufan, batupung, kayu terkesikan. Formasi bintangun terdapat di bagian Selatan Kecamatan Selebar dan bagian Timur Kecamatan Muara Bangkahulu.

6. Andesit (Tpan)

Satuan geologi dengan material andesit yang terjadi sebagai batuan terobosan ini terdapat hanya di Kecamatan Selebar.

Sebaran satuan geologi secara spasial disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Peta Geologi Wilayah Kota Bengkulu.

Satuan bentuk lahan

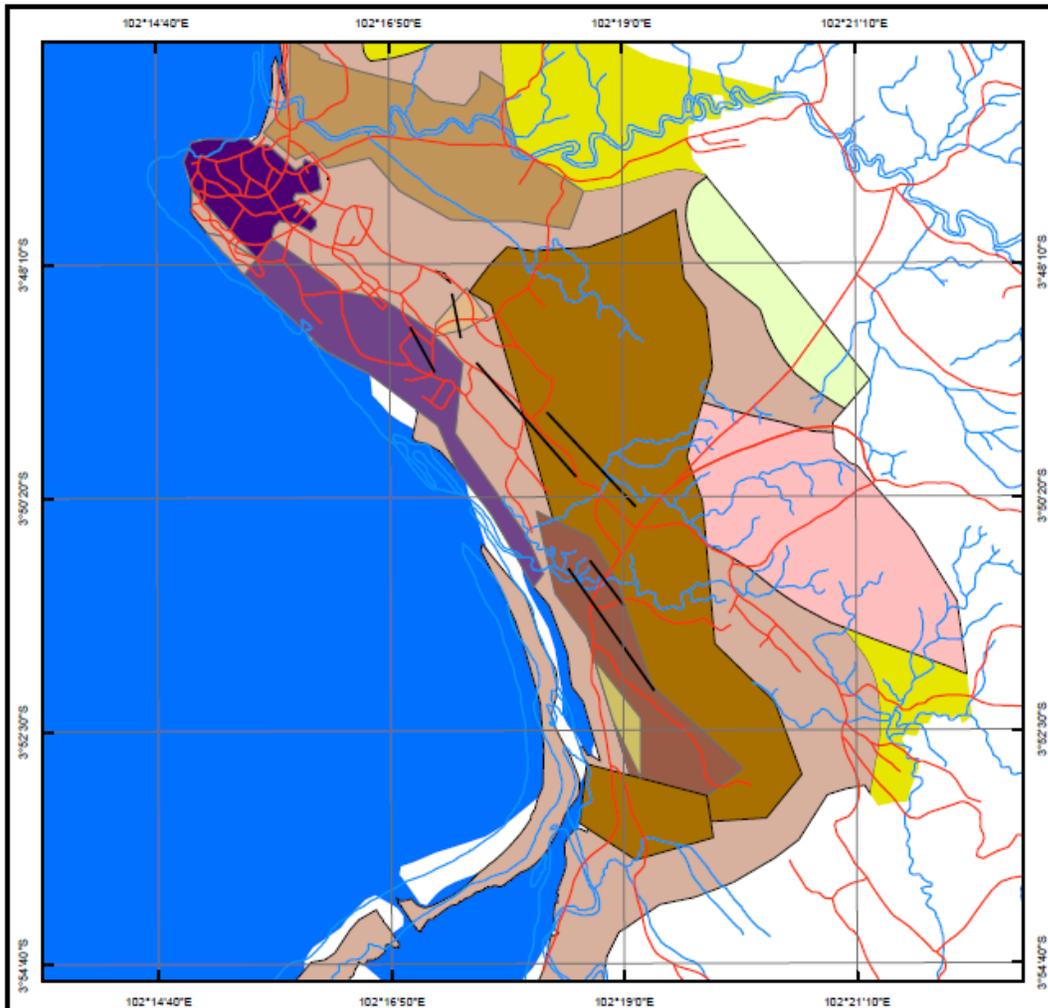
Penentuan kriteria bentuk lahan asal wilayah kota Bengkulu berdasarkan integrasi citra DEM SRTM terdiri dari :

1. bentuk lahan asal gunung api yang terjadi berupa (a) lidah lava dengan simbol V2, bentuk lereng cekung dan rata dan kecuraman antara 8-75%, (b) perbukitan tepra dengan simbol V4, bentuk lereng cekung dan kasar den kecuraman antara 8-70%.
2. bentuk lahan asal struktural yang terjadi berupa (a) tinggian Bengkulu dengan simbol S1, bentuk lereng cembung dengan kecuraman 15-30%, (b) undak dengan simbol S5,

bentuk lereng datar agak kasar dan kecuraman antara 0-7%, (c) rawa tekanan dengan simbol S6, bentuk lereng cekung halus dengan kecuraman antara 2-15%, (d) pegunungan sejajar memanjang dengan simbol S7, bentuk lereng cembung halus dengan kecuraman antara 7-15%, (e) rawa amblesan dengan simbol S8, bentuk lereng cekung halus dengan kecuraman antara 0-2%.

3. bentuk lahan asal denudasi yang terjadi berupa (a) dataran bergelombang dengan simbol D1, bentuk lereng cembung halus dengan kecuraman antara 7-15%, (b) perbukitan sisa dengan simbol D2, bentuk lereng cembung halus dengan kecuraman antara 15%.
4. bentuk lahan asal fluvial berupa dataran aluvium dengan simbol F1, bentuk lereng cekung rata dengan kecuraman antara 0-2%.
5. bentuk lahan asal laut (marine) yang terjadi berupa (a) dataran aluvium dengan simbol M1, bentuk lereng cekung rata dengan kecuraman antara 0-2%, (b) pasir pantai rawaan dengan simbol M2, bentuk lurus cekung dengan kecuraman antara 0-2%, (c) dataran pantai dengan simbol M3, bentuk lurus dengan kecuraman 0%, (d) pematang pantai dengan simbol M4, bentuk cembung dengan kecuraman antara 7-15%, (e) lagun dengan simbol M6, bentuk cekung dengan kecuraman antara 7-15%, (f) *chiener* dengan simbol M7, bentuk cembung dengan kecuraman antara 2-7%.

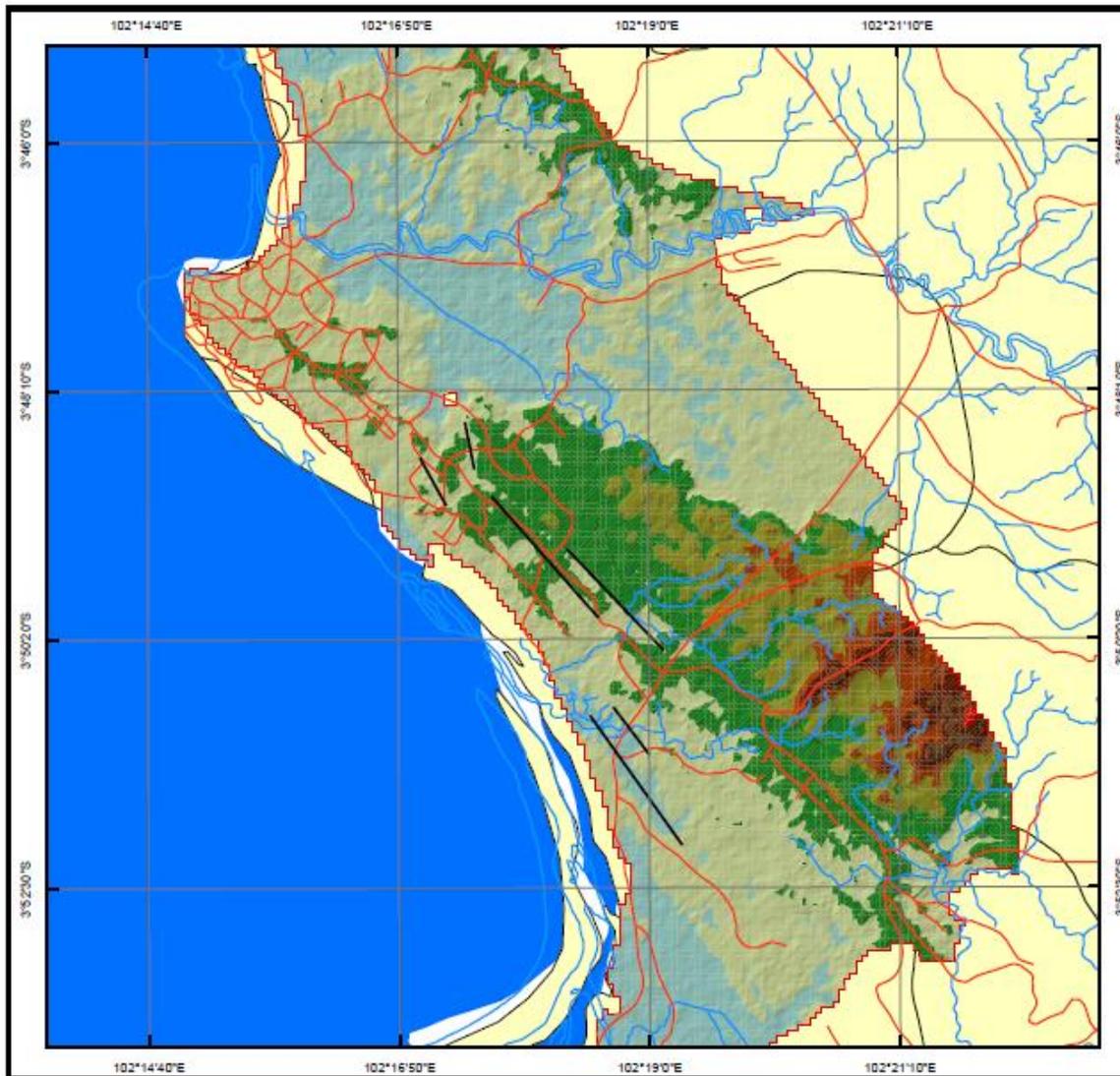
Sebaran satuan bentukan lahan asal secara spasial disajikan pada gambar berikut.



Gambar 5. Peta Bentukan Lahan Asal di Wilayah Kota Bengkulu.

Struktur Geologi

Kenampakan struktur geologi berdasarkan integrasi citra DEM SRTM mengacu pada beberapa kriteria berupa (a) kelurusan morfologi terdapat di Kecamatan Gading Cempaka dan Kecamatan Kampung Melayu berbentuk graben lemah, (b) kedudukan satuan batuan sesuai dengan satuan litologinya yang terdapat dibahagian timur wilayah Kecamatan Selebar dan (c) berdasarkan pola pengaliran ditemukan pola aliran sungai trellis yang berada di bagian timur Kecamatan Selebar. Identifikasi struktur geologi berupa lipatan dan patahan dari citra DEM SRTM belum dapat dilakukan dengan teliti dan detail karena masih berada pada resolusi spasial 30 meter. Kondisi struktur geologi secara spasial yang dapat terlihat disajikan pada gambar berikut.



Gambar 5. Peta Struktur Geologi di Wilayah Kota Bengkulu.

Telah dipetakan satuan litologi wilayah Kota Bengkulu berdasarkan data citra DEM dari SRTM melalui pengamatan visual langsung dengan kunci interpretasi berupa relief,

tekstur, rona, vegetasi dan pola pengaliran, sehingga ditemukan 6 satuan litologi sesuai dengan pembagian satuan litologi pada Peta Geologi Lembar Bengkulu dan sekitarnya.

Kondisi satuan bentuk lahan asal berdasarkan pengamatan visual atas citra DEM dari SRTM menghasilkan 5 satuan bentuk lahan asal berupa (a) bentukan lahan asal gunung api, (b) bentukan lahan asal struktural, (c) bentukan lahan asal denudasi, (d) bentukan lahan asal fluviatil, (e) bentukan lahan asal marin di wilayah kota Bengkulu.

Kenampakan struktur geologi dalam pengamatan visual atas citra DEM SRTM dengan resolusi spasial 30 meter belum dapat dilakukan dengan teliti dan tepat, sehingga kondisi struktur berupa lipatan, patahan seperti yang diamati dilapangan belum terlihat dengan memadai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan visual atas citra DEM dari SRTM telah dipetakan satuan litologi yang terdapat di wilayah Kota Bengkulu yang terdiri dari (1) undak aluvium (Qat), (2) aluvium (Qa), (3) endapan rawa (Qs), (4) batu gamping terumbu karang (Ql), (5) formasi bintunan (QTb), dan (5) andesit (Tpan).

Pemetaan satuan bentuk lahan asal yang terdapat di wilayah kota Bengkulu berdasarkan pengamatan visual atas citra DEM dari SRTM menghasilkan (a) bentukan lahan asal gunung api, (b) bentukan lahan asal struktural, (c) bentukan lahan asal denudasi, (d) bentukan lahan asal fluviatil, (e) bentukan lahan asal marin.

Kondisi struktur geologi yang terdapat di wilayah kota Bengkulu melalui pengamatan visual atas citra DEM SRTM dengan resolusi spasial 30 meter belum dapat dilakukan dengan teliti dan tepat, sehingga kondisi struktur berupa lipatan dan patahan seperti yang diamati dilapangan belum terlihat dengan memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bermana, I. 2006. *Klasifikasi geomorfologi untuk pemetaan geologi yang telah dibakukan*. Bulletin of Scientific Contribution, Volume 4, Nomor 2, Agustus 2006 : 161-173. Dapat diakses pada download.portalgaruda.org.
- Chandrika, G. 2014. *Materi Teknis Revisi Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Berdasarkan Perspektif Pengurangan Risiko Bencana*. Dapat diakses pada www.bappenas.go.id. Jakarta: Direktorat Tata Ruang Dan Pertanahan, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Ditjen Penataan Ruang. 2003. *Pengembangan Wilayah Dan Penataan Ruang Di Indonesia: Tinjauan Teoritis Dan Praktis*. Dapat diakses pada www.tataruangpertanahan.com. Yogyakarta: Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah.
- Gafoer, S., T. C. Amin dan R. Pardede. 1992. *Peta Geologi Lembar Bengkulu dan sekitarnya*. Dapat diakses pada iagibengkulu.blogspot.com. Bandung: Pusat Survei Geologi.

- Ismulhadi, A. 2012. *Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Kerentanan Seismik Akibat Gempa Bumi untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Bengkulu*. Simetri Jurnal Ilmu Fisika Volume 1 Nomor 2 (D). Dapat diakses pada jsimetri.files.wordpress.com. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Rustiadi, dkk. 2011. *Perencanaan dan pengembangan wilayah*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Santoso, S. Pudjoprajitno, Mulyono. 2007. *Peta Geomorfologi Lembar Bengkulu, Sumatera*. Bandung: Pusat Survei Geologi.
- Sieh, Kerry. 2003. *Exploring a collaboration between Caltech and the Singaporean government*. Singapore. Dapat diakses pada tecto.caltech.edu
- Singh, et-al. 2010. *Seismic images of the megathrust rupture during the 25th October 2010 Pagai earthquake, SW Sumatra: Frontal rupture and large tsunami*. Geophysical Research Letters, VOL. 38, 2011. Dapat diakses pada eprints.esc.cam.ac.uk.
- Sirait, JHM. 2009. *Konsep Pengembangan Kawasan Kota*. Wahana Hijau Jurnal Perencanaan & Pengembangan Wilayah, Vol.4, No.3, April 2009. Dapat diakses pada repository.usu.ac.id. Medan: PWK SPs Universitas Sumatera Utara.
- Yulihanto, B., Situmorang, B., Nurdjajadi, A., and Sain, B. 1995. *Structural Analysis of the onshore Bengkulu Forearc Basin and Its Implication for Future Hydrocarbon Exploration Activity*. *Proceedings 24th Indonesian Petroleum Association, Annual Convention*, p.85-96. Dapat diakses pada ijog.geologi.esdm.go.id.