

PEMODELAN SPASIAL UNTUK PREDIKSI DAERAH BAHAYA AKIBAT LETUSAN GUNUNGAPI SINDORO

Habibullah, Angga Dwi Laksono, Rizky Pranata Dewa, Wahyu Hidayat
Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Email : habib.geografi@gmail.com

Abstrak

Gunungapi terbentuk akibat dinamika yang terjadi pada lempeng tektonik. Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik yang menghasilkan jajaran gunungapi memanjang dari pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Irian Jaya sampai Maluku Utara. Penelitian ini dilakukan di wilayah Gunung Sindoro yang pada Desember 2011 lalu mengalami peningkatan aktivitas. Tujuan penelitian ini untuk melakukan prediksi terhadap arah luapan lahar akibat letusan Gunung Sindoro sehingga diketahui wilayah yang terkena dampak akibat letusan tersebut. Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis mampu memberikan informasi permukaan bumi secara cepat dan akurat. Pemantauan terhadap aktivitas Volkanisme berupa luapan lahar letusan Gunung Sindoro dilakukan dengan menggunakan beberapa informasi permukaan bumi berupa data kontur, data sungai, data administrasi. Data kontur dan data sungai digunakan untuk membuat DEM (*Digital Elevation Model*) untuk membuat model akumulasi aliran. Model akumulasi aliran dapat diasumsikan sebagai prediksi akumulasi aliran lahar akibat letusan Gunungapi Sindoro. Jarak luapan lahar ditentukan berdasarkan profil dari morfometri dan Pentup Lahar pada jaringan yang dihasilkan dari model akumulasi aliran. Hasil peta bahaya akibat letusan Gunung Sindoro menunjukkan bahwa aliran lahar ke arah barat daya dan timur laut dari puncak Sindoro. Kecamatan yang dimungkinkan terkena dampak aliran lahar yaitu Wonoboyo, Garung, Ngadirejo, Bansari, Parakan, Kledung, Kalikajar, Kretek, Wonosobo, Mojotengah.

Kata kunci : Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis, Volkanisme, DEM (*Digital Elevation Model*), Morfometri, Model, Akumulasi aliran, Profil

1. Pendahuluan

Bumi selalu mengalami pergerakan, sehingga bumi disebut benda yang dinamis. Tidak hanya bumi yang bergerak dalam rotasi dan resolusinya, permukaan bumi berupa lithosfer atau mantel bumi beserta lempeng bumi juga mengalami pergerakan. Lempeng bumi tersebut terdiri dari lempeng benua dan lempeng samudera yang menurut teori tektonik lempeng, keduanya saling bergerak di atas lapisan astenosfer. Lapisan astenosfer memiliki suhu yang sangat tinggi sehingga lapisan tersebut mengalir seperti sebuah cairan. Dinamika pergerakan lempeng tektonik menimbulkan kenampakan fisiografi tertentu. Tumbukan lempeng samudera dengan lempeng benua akan menghasilkan bentukan Volkanik atau berupa palung.

Indonesia berada pada posisi tumbukan antar lempeng tektonik. Secara geologis, posisi Indonesia terletak di antara lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia dan lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bertumbukan dengan lempeng Eurasia di pulau Sumatera, Jawa dan Nusa Tenggara, sedangkan lempeng Pacific menumbuk dari sebelah timur laut di Irian Jaya bagian utara dan Maluku utara. Tumbukan antarlempeng membentuk jalur Gunungapi yang melingkar dari pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara kemudian berbelok ke Irian sampai Maluku Utara.

Jalur gunungapi yang terbentuk pada wilayah di Indonesia tersebut memiliki beberapa keuntungan dan kerugian bagi manusia. Keuntungan yang ditimbulkan dapat dimanfaatkan, namun tanpa mengesampingkan efek negative berupa *hazzard* yang ditimbulkan terkait peristiwa Volkanisme. *Hazzard* mengacu pada potensi bahaya yang dapat mengancam sosial, ekonomi dan alam pada skala komunitas, wilayah atau Negara (Pine, John C; 2009)

Hazzard atau bahaya yang ditimbulkan oleh Gunungapi akan menimbulkan suatu resiko. Resiko yang timbul dalam kaitan peristiwa tentunya harus diantisipasi agar kondisi bahaya tersebut tidak sampai menjadi bencana yang menimbulkan korban jiwa ataupun harta.

Indonesia memiliki sebaran dan jumlah gunungapi yang besar, yaitu sebanyak 400 gunungapi tersebar baik di atas permukaan air laut maupun di bawah permukaan air laut. Sebanyak 130 dari total gunungapi yang ada, merupakan gunungapi aktif. Gunung Sindoro yang berada di Jawa tengah

juga termasuk salah satu gunungapi aktif yang terdapat di Indonesia. Aktivitas Gunung tersebut meningkat dan menurut juru bicara Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Sutopo Purwo Nugroho, Gunung Sindoro telah dinaikkan statusnya dari normal (level I) menjadi waspada (level III) terhitung Senin, 5 Desember 2011 kemarin, pukul 20.00 WIB. (Tempo.co)

Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis sebagai suatu ilmu dan alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kenampakan-kenampakan geografis untuk diterapkan dalam kebencanaan. Informasi dapat ditampilkan berupa model yang merepresentasikan *real word* secara lebih sederhana. Model tersebut dapat memprediksi keadaan nyata dengan menggunakan parameter-parameter yang mempengaruhi kondisi nyata di lapangan. Parameter-parameter dapat diekstraksi dari data penginderaan jauh atau data sekunder dan pengolahan data menjadi informasi wilayah yang lebih baik untuk diampilkkan dapat dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Tujuan Penelitian ini adalah (1) memetakan arah luapan lahar yang terjadi akibat letusan gunung Sindoro dan (2) mengetahui daerah-daerah yang terkena dampak bahaya luapan lahar, sehingga dapat melakukan antisipasi dini terhadap daerah yang tergolong kedalam daerah rawan bencana Gunungapi Sindoro.

Gunung Sindoro merupakan salah satu gunungapi strato aktif tipe A yang terdapat di Jawa Tengah. Letak secara absolute Gunung ini adalah [7°18'00"LS 109°59'30"BT / 7.3°LS 109.992°BT](#)(Atlas Trop. Nederl.,1983, Lembar 21;Peta bakosurtanal,2000) . Gunung api Sindoro memiliki ketinggian hingga 3.136 mdpl.Gunung Sindoro memiliki kawah dengan nama kawah Sindoro, yang mana tipe dari Gunung Sindoro ini adalah Gunung api strato tipe A. Di sebelah gunung Sindoro terdapat Gunung Sumbing. Gunung sindoro dan Sumbing memiliki bentuk serta ketinggian yang hamper sama, diperkirakan Gunung-Gunung ini berasal dari sumber dan masa yang sama. Gunung sindoro dan Gunung Sumbing ini terpisahkan oleh jalan yang menghubungkan kota Wonosobo dan Magelang.

Penggunaan lahan yang ada di daerah ini antara lain permukiman, persawahan, semak, serta perkebunan. Sektor Pertanian menjadi tumpuan utama karena sebagian besar mata pencaharian masyarakat Temanggung adalah Petani. Produksi pertanian meliputi Padi, Jagung, Ketela, kacang-kacangan, Sayur-sayuran dan buah-buahan. Sektor Perkebunan meliputi tanaman kopi, cengkeh, kelapa, kapok, aren, kakao, kayu manis, lada, jahe, kapulogo, kemukus, kunyit, tembakau, panili, tebu, nilam dan melinjo.

. Gunung Sindoro memiliki potensi yang bervariasi, meskipun belum semua potensi-potensi tersebut dapat dikelola secara optimal. Daerah pada lereng Gunung Sindoro ini memiliki udara yang sejuk dan segar, serta Gunung Sindoro juga memiliki panorama yang indah, sehingga tidaklah sedikit para pendaki yang tertarik untuk mendaki Gunung Sindoro ini. Selain potensi tersebut, di daerah lereng Gunung ini sangat berpotensi sekali dikembangkannya kawasan agrowisata, terutama perkebunan kelengkeng, tembakau, vanilla, dan kopi.

Selain potensi positif di atas, daerah Gunung sindoro ini juga memiliki potensi negative, yang mana potensi ini akan dapat merugikan penduduk di wilayah tersebut. Potensi negative ini salah satunya adalah potensi meletusnya Gunung sindoro.

Gunung Sindoro pada Desember lalu mengalami peningkatan aktivitas kegempaan , yaitu gempa vulkanik dalam dan gempa vulkanik dangkal dan dimungkinkan dapat memicu terjadinya letusan freatik atau letusan abu. Kawasan rawan bencana III dengan radius 2 kilometer dari kawah gunung berpotensi terlanda awan panas, aliran lava, gas beracun, lontaran batu pijar, dan hujan abu lebat. Kawasan rawan bencana II dengan radius 5 kilometer dari kawah berpotensi terlanda awan panas, aliran lava, lontaran batu pijar, dan hujan abu lebat. Sementara kawasan rawan bencana I dengan radius 8 kilometer dari kawah berpotensi terlanda lahar dan perluasan aliran awan panas. "Serta berpotensi terlanda jatuhan batu pijar dan hujan abu (Sutopo Purwo Nugroho, Tempo).

2. Metode

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi :

1. PC (Personal Computer) atau Laptop.
2. Software Arcgis 10 dan Microsoft Word.
3. Modem atau koneksi Internet.

Bahan yang digunakan meliputi :

1. Peta RBI Skala 1:25.000 daerah sekitar Gunung Sindoro.
2. Data Shp Batas administrasi sekitar Gunung Sindoro (Desa, Kecamatan, Kabupaten).

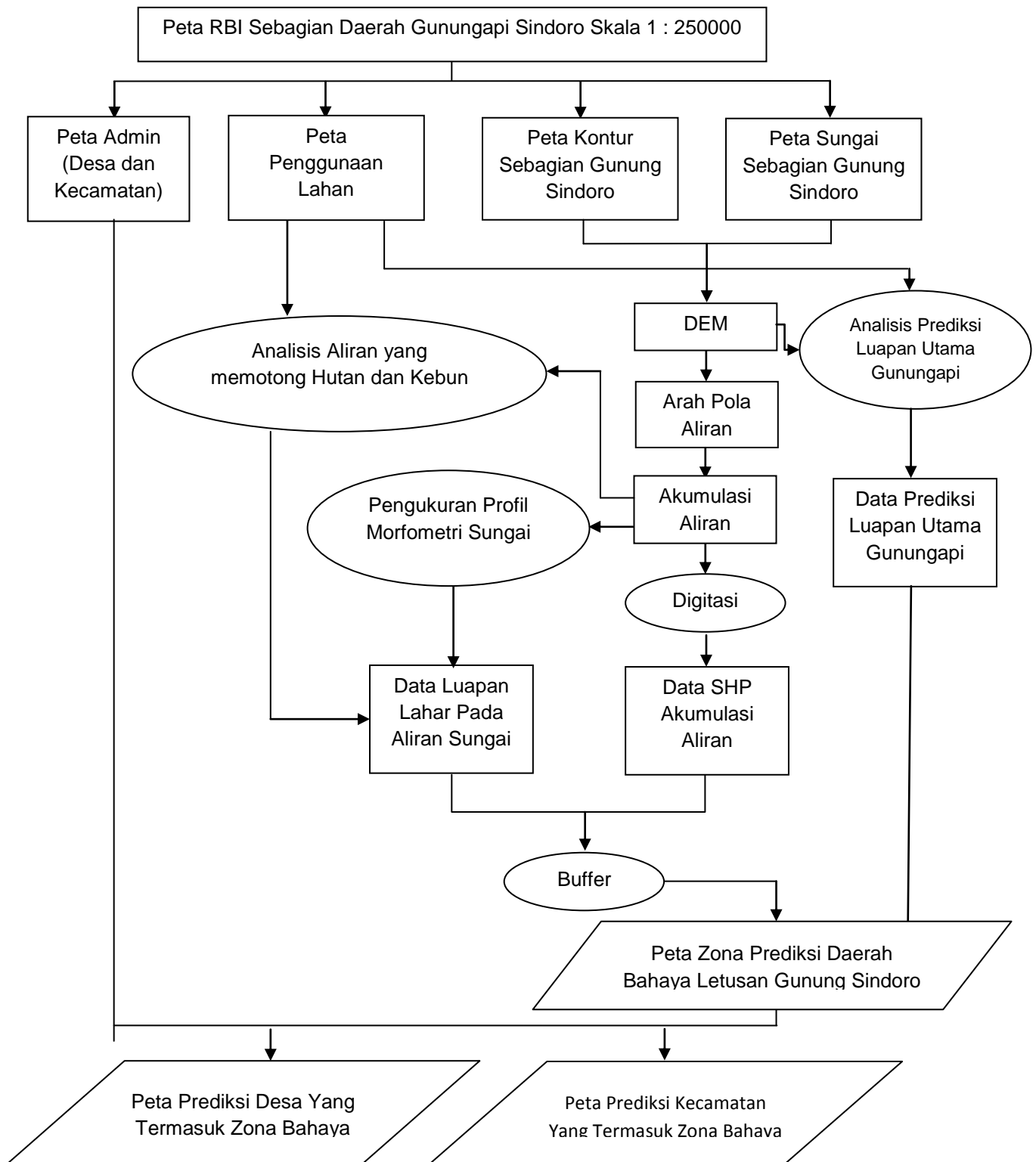
3. Citra Landsat sebagian daerah Gunung Sindoro.

Analisis Data Spasial

Analisis data spasial yang dilakukan untuk pembuatan penelitian ini adalah dengan dilakukannya pengumpulan data dasar yang digunakan untuk analisis secara spasial pada daerah kajian, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui prediksi arah aliran lahar dari letusan gunungapi Sindoro. Untuk mengetahui prediksi arah aliran lahar ini dilakukan dengan analisis Sistem Informasi Geografis meliputi pembuatan data DEM (Digital Elevation Model) daerah kajian dari ekstraksi peta RBI skala 1:25000 yang berupa peta kontur dan peta jaringan sungai. Data DEM yang dihasilkan kemudian diekstraksi untuk memodelkan arah pola aliran yang selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk membuat model akumulasi aliran. Model akumulasi aliran ini digunakan untuk prediksi aliran lahar akibat letusan Gunungapi Sindoro. Setelah diketahui arah aliran lahar, kemudian menentukan wilayah yang terkena lahar dengan pertimbangan akan terjadi luapan pada sungai yang dialiri lahar.

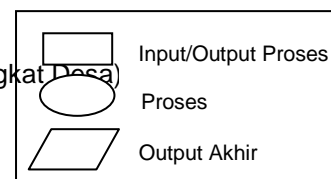
Penentuan zona bahaya yang terkena luapan lahar dihitung dengan melihat profil tiap ruas sungai yang diprediksi sebagai jalur aliran lahar pada daerah kajian dengan pertimbangan karakteristik tiap morfometri di wilayah kajian. Zona bahaya yang dihasilkan dengan pertimbangan tambahan adalah parameter Penggunaan Lahan, sungai yang memotong atau menyinggung hutan maupun kebun akan diperkirakan luapannya hingga tanggul sungai, sedang untuk sungai yang tidak memotong hutan maupun kebun diprediksi arah luapan akan mencapai dataran tanggul sungai hingga mencapai relief yang lebih tinggi. Hasil perkiraan luapan tersebut digunakan sebagai acuan untuk proses buffering tiap pola aliran yang tercakup dari daerah puncak hingga dataran kaki Gunungapi Sindoro. Hasil buffering tersebut dapat diasumsikan sebagai prediksi aliran lahar akibat letusan Gunungapi Sindoro sehingga dapat diprediksi sebagai daerah bahaya.

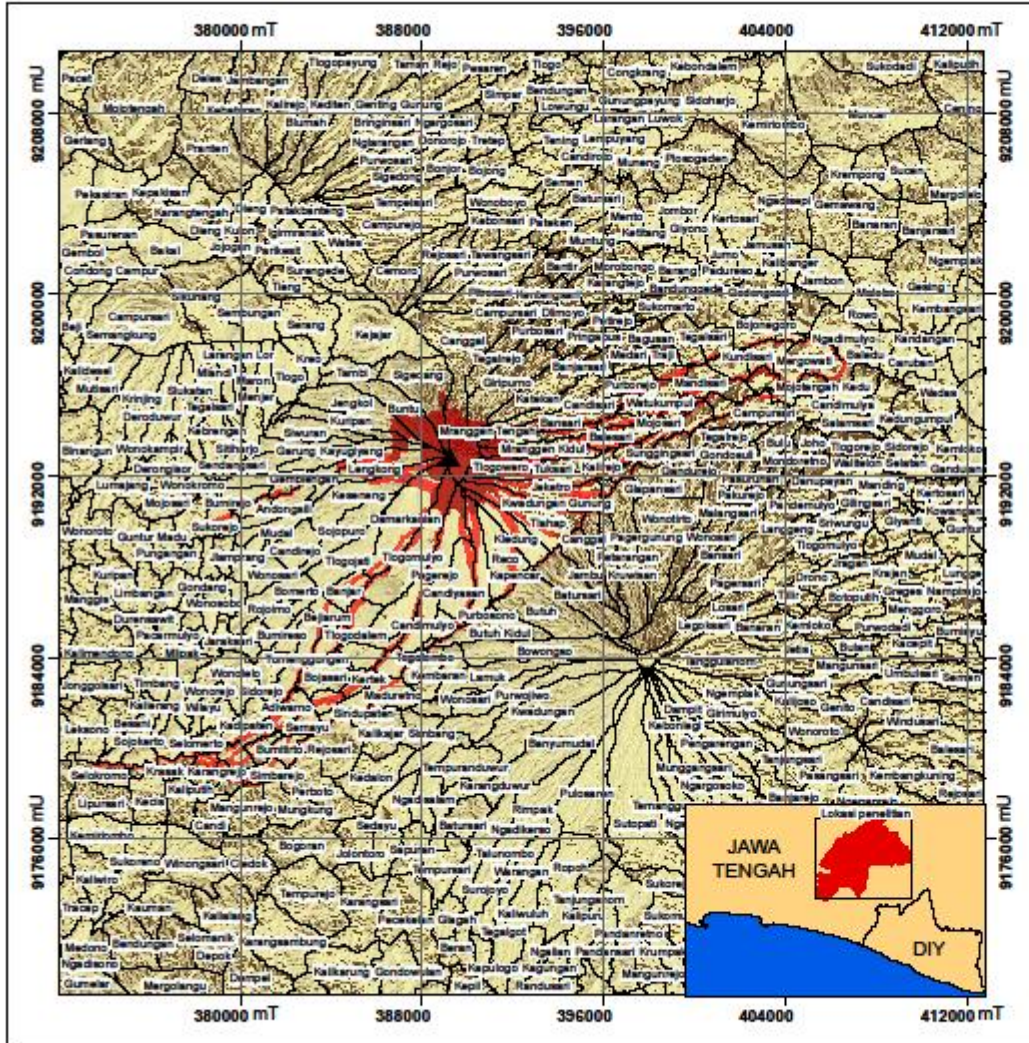
Diagram Alir Penelitian



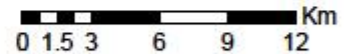
3. Hasil dan Pembahasan

(Peta Bahaya Letusan Tingkat Desa)





**PETA PREDIKSI BAHAYA
LETUSAN GUNUNG SINDORO**



Legenda

-  Pusat Letusan
-  Batas Desa
-  Aliran Lahar dan Gas Beracun
-  Aliran Lahar Dingin

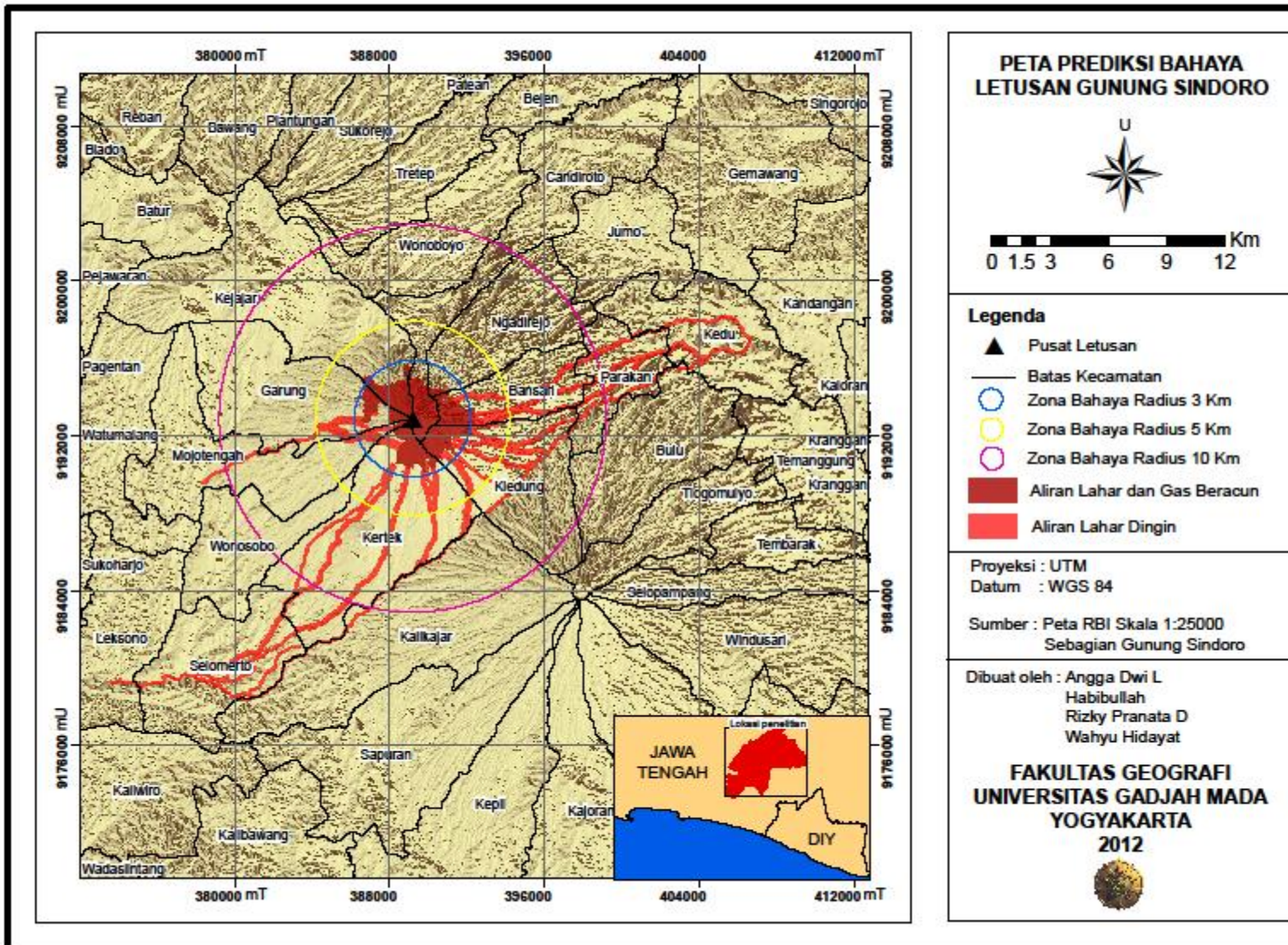
Proyeksi : UTM
Datum : WGS 84

Sumber : Peta RBI Skala 1:25000
Sebagian Gunung Sindoro

Dibuat oleh : Angga Dwi L
Habibullah
Rizky Pranata D
Wahyu Hidayat

**FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2012**





(Peta Bahaya Letusan Tingkat Kecamatan)

Gunung Sindoro merupakan salah satu gunung yang memiliki letusan bertipe freatik, hal tersebut telah dibuktikan berdasarkan aktivitas gempa yang kerap kali terjadi sekarang dan sejarah letusannya yang terjadi pada tahun 1970 silam yang bertipe freatik. Tipe letusan freatik tersebut pada dasarnya bersumber dari penekanan gas pada dapur magma yang membuat untuk fase letusan pertama berupa eksplusif yang disebabkan karena terdapat penyumbatan pada rongga gunung api oleh material batu beku atau batuan hasil magma yang telah membeku pada saat terakhir meletus gunung Sindoro atau adanya material batuan lainnya, dimana penyumbatan tersebut menyebabkan suatu penekanan yang tinggi pada rongga Gunungapi, selanjutnya akan masuk pada fase lelehan magma. Segala jenis material yang dikeluarkan oleh gunung Sindoro tersebut, baik itu material piroklastis, gas beracun maupun lelehan magma akan mengalir pada lereng gunung dan menuju pada topografi cekungan yang berupa lembah ataupun sungai-sungai yang ada di lereng tersebut.

Peta prediksi desa yang termasuk zona bahaya letusan Gunung Sindoro didasari atas prediksi aliran material hasil erupsi gunung api sindoro yang dikaitkan dengan kondisi topografi cekungan yang ada di lereng gunung api tersebut. Cekungan ataupun sungai yang ada di lereng gunung apabila berdasarkan ukurannya, tidak dapat menampung kapasitas material yang dikeluarkan hasil erupsi gunung sindoro tersebut. Sehingga hal tersebut dapat menyebabkan suatu perembetan atau luberan material piroklastis ataupun lahar dingin pada permukaan lereng terutama untuk sungai-sungai yang berada tepat di dekat pusat letusan gunung. Dalam hal ini dilakukan buffer untuk sungai-sungai yang diprediksi sebagai akumulasi aliran lahar yang ada di lereng gunung Sindoro tersebut, dimana buffer tersebut didasari atas analisis kondisi morfometri sungai dengan penutup lahan yang dipotong atau menyinggung prediksi aliran lahar. Data luapan lahar tersebut diketahui dari

pengukuran morfometri sungai yakni pengukuran dari kondisi topografi atau kondisi fisik sungai yang diukur berdasarkan data DEM (*digital elevation model*) dari parameter kontur dan sungai yang ada di lereng gunung Sindoro. Kontur digunakan untuk informasi ketinggian dan kondisi topografi, sedangkan sungai digunakan untuk informasi *stream* atau lokasi dari penampung material hasil erupsi. Zona area yang masuk didalam buffer ataupun cakupan prediksi akumulasi luapan lahar akan masuk pada zona bahaya, terutama untuk Desa atau Kecamatan yang masuk pada area buffer tersebut.

Data DEM yang telah didapat selanjutnya di proses dengan tahapan lanjut pada pembuatan model *flow direction* dan *flow accumulation*. *Flow direction* menampilkan arah aliran material erupsi yang ada berdasarkan nilai pixel nya. *Flow accumulation* menampilkan prediksi nilai jumlah akumulasi yang mungkin terjadi pada kondisi tertentu pada tiap-tiap piksel-nya. Sehingga dari kedua proses tersebut akan dapat dianalisis terkait pada arah serta tingkat kapasitas tiap sungai dalam menampung material hasil erupsi Sindoro.

Pengukuran morfometri ditinjau menurut kondisi fisik dari sungai yang ada di lereng Sindoro. Untuk setiap limpasan material hasil erupsi akan dibatasi hingga ada suatu kenaikan topografi atau kondisi lereng yang berupa cekungan, dan aliran material erupsi akan sampai pada pangkal cekungan dan berhenti. Sehingga diasumsikan untuk aliran atau sungai yang berada di atas atau paling dekat dengan kepundan, jangkauan limpasan material erupsi akan lebih lebar dibandingkan dengan kondisi yang ada di tengah atau di akhir aliran. Batas jangkauan buffer di sungai tersebut kapasitasnya hanya sebatas hingga lereng kaki Sindoro, Dimana wilayah tersebut masih memiliki dampak dari limpasan material erupsi, meskipun dengan skala yang lebih kecil.

Selain buffer dari aliran ataupun cekungan lereng tersebut, yakni pada peta prediksi desa yang termasuk zona bahaya letusan gunung Sindoro, juga dilakukan buffer dari cakupan wilayah yang terkena dampak letusan fase pertama dari letusan Sindoro. Telah diketahui bahwa letusan Gunungapi Sindoro yang terakhir kali terjadi pada tahun 1970, dimana kondisinya saat ini sudah lebih dari 40 tahun dari letusan yang terakhir. Yang membuat bentuk dari lubang letusan atau kepundan telah banyak perubahan akibat proses sedimentasi ataupun pengendapan dan keadaan tersebut sulit sekali dilakukan prediksi untuk arah dari material hasil eksplosif erupsi gunung api, sehingga dari keadaan tersebut dapat dilakukan buffer merata dengan cakupan 5 km dari lubang letusan atau kepundan yang masuk pada zona bahaya. Cakupan tersebut didasari atas probabilitas yang sama, yakni terdapat kemungkinan yang sama untuk wilayah yang terkena atau wilayah yang memiliki dampak kerusakan terparah pada saat terjadi letusan gunung Sindoro dan berdasarkan atas cakupan wilayah yang rusak dari letusan Sindoro yang terakhir. Namun untuk aliran material erupsi akan ditinjau menurut arah serta jangkauan alirannya. Untuk arah aliran pada awalnya akan menyebar berdasarkan jangkauan 5 km dari pusat kepundan, selanjutnya penutup lahan yang ada di setiap lereng akan mempengaruhi arah aliran serta jangkauan dari aliran material erupsi tersebut. Parameter penggunaan lahan yang digunakan dalam hal ini adalah hutan, kebun serta permukiman. dengan keberadaan penutup lahan tersebut, maka aliran material erupsi gunung sindoro akan dapat sedikit diredam atau ditahan, selanjutnya aliran material akan mencari jalan baru yakni ke arah lahan yang lebih kosong dan cekungan ataupun aliran-aliran sungai. Sehingga untuk daerah lereng gunung Sindoro yang merupakan penutup lahan berupa lahan kosong akan memiliki radius terkena kerusakan akibat erupsi sindoro yang lebih luas dibandingkan dengan lereng yang memiliki penutup lahan.

Berdasarkan hasil buffer atau jangkauan zona bahaya erupsi Gunung Sindoro, terdapat banyak desa-desa yang masuk didalam zona tersebut. Adapun desa-desa yang masuk pada jangkauan bahaya pada fase ledakan pertama gunung Sindoro, yakni untuk desa-desa yang berada di sekitar kepundan, atau paling dekat dengan kepundan, yaitu desa Canggal, Tlogowero, Buntu, Sigedang, Giripurno, Kuripan, Kayugiyang, Lengkong, Keseneng, Damarkasian, Tlogomulyo, Pagerrejo, Kapencar, Kledung, Tlahap, Kwadungan Gunung, Seketro, Tuksari, Mranggen Kidul, Mranggen Tengah, Bansari, Cendosari. Sedangkan untuk desa-desa yang masuk pada zona yang memiliki sungai dan sungai tersebut berpotensi memiliki bahaya limpasan material erupsi gunung Sindoro adalah desa Lengkong, Kayugiyang, Gemblengan, Andongsili, Krasak, Bumirejo, Kalibeber, Sukorejo, Damarkasian, Banjar, Bejiarum, Sudungdewo, Ngadimulyo, Adiwarno, Kadipaten, Sumberwulan, Selomerto, Gunung Tawang, Selokromo, Krasak, Karangrejo, Plobangan, Wulungsari, Simbarejo, Balekembang, Mangunrejo, Mungkung, Bumitirto, emayu, Karanglohor, Purwojati, Pagerejo, Candimulyo, Sumberdalem, Candiyanan, Purbaksono, Tegelombo, Maduretno, Sinduputen, Kalikajar, Mungkung, Mangunrejo, Butuh, Butuh Kidul, Kapencar, Recol batusari, Kledung, Tlahap, Jambu, Congga, Kwadengan gunung, Kwadengan Jurang, Kruwisan, Petarangan, Glapansari, Wanutengah, Campursari, Mojotengah, Karengtejo, Mergowati Ingadimulyo, Kutoanyar, Kundasari, Bojonegoro, Nglandong, Tegalsari, Mandisari, Bagusari, Tegalarerejo, Purborejo, campuranom, Depok harji, Ringin anom, parakan, Kauman, Parakan Wetan, Campur alam. Banyak dari desa-desa yang

berada di lereng Sindoro memiliki batas administrasi desa berupa sungai, dimana sungai tersebut merupakan sungai besar yang dilewati atau jalur dari aliran material erupsi gunung Sindoro, sehingga banyak sekali desa-desa yang sebagian wilayahnya masuk pada zona berbahaya apabila ditinjau dari segi jangkauannya dari sungai. Sedangkan untuk Kecamatan yang masuk pada zona bahaya erupsi Sindoro adalah Kecamatan Candiroto, Kejajar, Garung, Kertek, Kledung, Barsari, Ngadirejo, Mojotengah, Selomerto, Leksono, Kalikajar, Parakan, dan Kedu.

Dengan dibuatnya zonasi wilayah bahaya gunung Sindoro tersebut, dapat dimanfaatkan untuk mitigasi bencana baik terutama dalam mitigasi non-structural. Desa ataupun permukiman yang ada di wilayah yang masuk pada zonasi buffer tersebut dapat diberikan sosialisasi atau penyadaran kepada penduduk tentang resiko bencana yang terdapat di darahnya. Sehingga penduduk tau apa yang harus dilakukan ketika gunung Sindoro memperlihatkan peningkatan aktivitas. Pemerintah daerah juga harus siap untuk mengevakuasi warga menjauhi zona bahaya mengingat aktivitas Gunung Sindoro yang semakin lama semakin meningkat, selain itu untuk aktivitas pendakian ataupun aktivitas lainnya yang masuk pada radius zona bahaya juga harus di hentikan atau di cegah agar dapat meminimalisir jumlah korban dan kerusakan apabila terjadi letusan gunung Sindoro.

4. Kesimpulan

1. Gunung sindoro memiliki tipe letusan freatik dengan tipe letusan awal yaitu eksplosif mengeluarkan material abu, tuff dan pada fase akhir mengeluarkan lelehan magma yang mengalir menuju topografi lebih rendah melalui pola aliran sungai.
2. Peta prediksi aliran lahar akibat letusan gunung Sindoro menggunakan pendekatan akumulasi aliran yang diasumsikan sebagai prediksi akumulasi aliran lahar.
3. Luapan lahar ditentukan berdasarkan morfometri sungai yaitu dengan pengukuran kemampuan luasan sungai dalam menampung material lahar yang dikeluarkan dengan memperhatikan kondisi penampang melintang sungai dengan mempertimbangkan penutup lahan dan tanggul sungai.
4. Desa-desa yang masuk pada jangkauan bahaya gunung Sindoro, yakni untuk desa-desa yang berada di sekitar kepundan, atau paling dekat dengan kepundan, kemudian juga desa-desa yang berada di sekitar sungai yang dilewati lahar dan material limpasan gunung Sindoro.
5. Kecamatan yang masuk pada zona bahaya erupsi Sindoro adalah Kecamatan Candiroto, Kejajar, Garung, Kertek, Kledung, Barsari, Ngadirejo, Mojotengah, Selomerto, Leksono, Kalikajar, Parakan, dan Kedu.
6. Peta prediksi aliran lahar akibat letusan gunung Sindoro dapat dijadikan referensi untuk tujuan mitigasi Bencana terutama mitigasi non structural yang bertujuan untuk meminimalisir korban saat terjadi letusan Gunungapi Sindoro.

5. Daftar Pustaka

- Anonim. 2007. *Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Sindoro*.<http://geospasial.bnpb.go.id/> Diakses 5 januari 2012.
- Anonim. 2011. *Jejak Bencana Erupsi Sindoro Ditemukan* .<http://www.jurnas.com>. Diakses 3 Januari 2012.
- Ant. 2011. *Kegempaan Gunung Sindoro Meningkat*. <http://metrotvnews.com>. Diakses 3 Januari 2012.
- Ant. 2011. *Gunung Sindoro Berpotensi Letusan Freatik*. <http://metrotvnews.com>.Diakses 4 Januari 2012.
- Huda M dan Budi Prass. 2011. *Deformasi Gunung Sindoro Masih Stabil*. <http://jateng.tribunnews.com>. Diakses 7 Januari 2012
- Pine, John C. 2009 . *Natural Hazzard Analysis : reducing the impact of disaster*. Auerbach Publication: Perancis
- Prihandoko. 2011. *Warga Gunung Sindoro Belum Diminta Mengungsi*.<http://www.tempo.co/read/news/2011/12/06/206370208/Warga-Gunung-Sindoro-Belum-Diminta-Mengungsi> diakses 4 januari 2012
- Tosiani. 2011. *Potensi Letusan Freatik Gunung Sindoro Bisa Berbahaya*. <http://www.mediaindonesia.com>. Diakses 4 Januari 2012.
- Tosiani. 2011. *Gunung Sindoro Berpotensi Meletus di Status Waspada*. <http://www.mediaindonesia.com>. Diakses 4 Januari 2012.
- Yudono.Jodhi. 2011. *Kota yang Hilang Karena Letusan Sindoro*. <http://oase.kompas.com>. Diakses 4 Januari 2012.