

JURNAL GEOSAINS TERAPAN

Volume I, No. 2, Agustus 2015

SUCI SALMANINGSIH, SUPRIATNA, EKO KUSRATMOKO

1 – 7 Perkembangan dan karakteristik permukiman pada wilayah rawan bencana gempa bumi di Pelabuhanratu

JESSICA PINGKAN, SUPRIATNA, DJAMANG LUDIRO

8 – 13 Karakteristik sumberdaya wisata alam berbasis geomorfologi di Kecamatan Ciemas

DIAH AYU WULANDARI, SUPRIATNA, FRANS SITANALA

14 – 23 Sebaran potensi deposit emas epitermal di Simpenan – Ciemas, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat

RATIH UTAMI KHAIRANA, SOBIRIN, TUTI HANDAYANI

24 – 33 Kerentanan wilayah terhadap banjir bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

ERLANGGA SAPUTRA, ABDUL HARIS

34 – 38 Aplikasi Dekomposisi Spektral dan Inversi EI pada Lapangan Penobscot Nova Scotia

39 Syarat Dan Format Penulisan Jurnal Geosains Terapan

39 - 40 Lampiran 1: Contoh Format Penulisan

**DITERBITKAN OLEH PUSAT STUDI GEOSAINS
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA**

Jurnal Geosains Terapan	Vol. 1	No. 2	Page 1 - 40	Depok Agustus 2015	ISSN 977-2502468008
-------------------------	--------	-------	-------------	-----------------------	------------------------

JURNAL GEOSAINS TERAPAN

Volume I, No. 2, Agustus 2015

Jurnal Geosains Terapan (J. Geos T.) adalah jurnal nasional yang dipublikasikan tiga kali dalam setahun, diterbitkan tiap bulan April, Agustus dan Desember oleh Pusat Studi Geosains, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Indonesia.

Jurnal Geosains Terapan memberikan kesempatan bagi kontributor untuk menuliskan paparan ilmiah untuk mendukung atau berhubungan dengan ilmu kebumihan, meliputi: Geologi, Geofisika, Geokimia, Geodesi, Geomorfologi, Geografi Fisik, dan terapannya. Jurnal Geosains Terapan akan dipublikasikan dalam bentuk buku jurnal dan jurnal *on-line*.

DEWAN REDAKSI JURNAL GEOSAINS TERAPAN

Penasehat : Dekan FMIPA UI
Pengarah : Manajer Riset dan Pengabdian Masyarakat FMIPA UI

**Penanggungjawab
Pimpinan Redaksi** : Dr. Supriatna, MT
**Wakil Pimpinan
Redaksi** : Eko Waludi, ST, M. Si.

Dewan Editor

Ketua : Dr. *Eng.* Supriyanto, M. Sc.
Anggota : Prof. Dr. Jan Sopaheluwakan, LIPI
Dr. Idwan Suhardi, Kemenristek RI
Dr. Agus Guntoro, Universitas Trisakti
Dr. Ildrem Safri, Unpad
Dede Djuhana, M. Si., Ph. D., FMIPA UI
Dr. Supriyanto, FMIPA UI
Dr. Suryantini, ITB
Dr. *rer. nat.* Abdul Haris, FMIPA UI
Dr. Khasani, ST, M.Eng., UGM
Dr. Yuni Krisyuningsih Krisnandi, FMIPA UI

Redaktur Pelaksana : Reza Syahputra, M. Si
: Octria Adi Prasojo, B.Sc., M.Sc.
: Faris Zulkarnain, S.Si
: Oscar Riansyah Tilman, S. Si

**Keuangan
Staf Administrasi** : Agus Riyanto, S.Si

JURNAL GEOSAINS TERAPAN

SK ISSN: 0005.2502468X/JL.3.1?SK.ISSN/2016.2 (15 Februari 2016)

Kantor: Pusat Studi Geosains Gedung A, Lantai Dasar, FMIPA UI

Kampus UI Depok 16424

<http://www.sci.ui.ac.id/jgt>; <http://journal.ui.ac.id/jgt>

Telp. (021) 7866732; e-mail: jgt@sci.ui.ac.id

DAFTAR ISI

Perkembangan dan karakteristik permukiman pada wilayah rawan bencana gempa bumi di Pelabuhanratu Suci Salmaningsih, Supriatna, Eko Kusratmoko	1 – 7
Karakteristik sumberdaya wisata alam berbasis geomorfologi di Kecamatan Ciemas Jessica Pingkan, Supriatna, Djamang Ludiro	8 – 13
Sebaran potensi deposit emas epitermal di Simpenan – Ciemas, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat Diah Ayu Wulandari, Supriatna, Frans Sitanala	14 – 23
Kerentanan wilayah terhadap banjir bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi Ratih Utami Khairana, Sobirin, Tuty Handayani	24 - 33
Aplikasi Dekomposisi Spektral dan Inversi EI pada Lapangan Penobscot Nova Scotia Erlangga Saputra, Abdul Haris	34 – 38

Perkembangan dan karakteristik permukiman pada wilayah rawan bencana gempabumi di Pelabuhanratu

Suci Salmaningsih¹, Supriatna¹ dan Eko Kusratmoko¹

¹. Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424

Suci.royeza@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Pelabuhanratu merupakan wilayah rawan bahaya gempabumi karena berada pada zona subduksi lempeng dan sesar Cimandiri. Sesar Cimandiri merupakan sumber gempa utama kejadian gempa yang ada di Pelabuhanratu. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang analisis perkembangan karakteristik permukiman penduduk pada wilayah rawan gempabumi di Pelabuhanratu. Berdasarkan hasil pengolahan citra Landsat pada tahun 1989 hingga 2013, diketahui terjadinya perluasan wilayah pemukiman yang sangat signifikan yaitu dari 588,125 Ha menjadi 1738 Ha. Analisis arah kecenderungan pemukiman menggunakan metode *trend surface analyst* atau analisis menunjukkan kecenderungan perkembangan pemukiman di Pelabuhanratu mengarah ke wilayah dengan tingkat rawan gempa tinggi. Karakteristik pemukiman dilihat dari tiga aspek yaitu kerapatan bangunan, permanensi bangunan dan pola pemukiman. Kerapatan bangunan yang tinggi mendominasi wilayah penelitian, baik itu di wilayah rawan gempa rendah, sedang maupun tinggi. Sedangkan untuk kerapatan bangunan kelas rendah dan sedang juga tersebar di seluruh kawasan rawan gempa, namun dengan porsi yang kecil. Untuk aspek permanensi bangunan, sebanyak 80% pemukiman di wilayah penelitian terdiri dari bangunan permanen yang tersebar di setiap wilayah rawan gempa, sedangkan sisanya merupakan bangunan non permanen. Bangunan non permanen pada umumnya berada di dekat pantai. Untuk pola permukiman, pada wilayah rawan gempa tinggi dan rendah, pola pemukimannya bersifat tersebar, sedangkan pada wilayah rawan gempa sedang pola pemukimannya bersifat memusat.

Kata kunci : Pemukiman, wilayah rawan gempa, perkembangan pemukiman, karakteristik pemukiman

Abstract

Subdistrict Pelabuhanratu is an earthquake hazard-prone areas because they are on the subduction zone plate and Cimandiri fault. Cimandiri fault is a source of major earthquakes in Pelabuhanratu. It is necessary to do a research of the development and the settlements characteristics in earthquake-prone areas in Pelabuhanratu. Based on the results of the processing Landsat imagery in 1989 to 2013, known to the expansion of residential areas is very significant, from 588.125 ha to 1738 ha. Analysis of the tendency towards settlement using trend surface analysis showed a trend analyst or residential developments in Pelabuhanratu leads to an area with a high level of earthquake-prone. Characteristic settlement seen from three aspects: building density, the permanence of the building and settlement patterns. High building density dominated the area of research, both in the earthquake-prone region of low, medium or high. As for the density of low and medium grade buildings also scattered throughout the earthquake-prone region, but small portions. For permanence aspect of the building, as much as 80% of the homes in the study area consists of permanent buildings scattered in every region prone to earthquakes, while the rest are non-permanent buildings. Non-permanent buildings are generally located near the coast. For the settlement patterns, in earthquake-prone regions of high and low, scattered nature of settlement patterns, while the earthquake-prone region were settlements patterns are converging.

Keywords : Settlement, an area prone to earthquakes, settlement development, settlement characteristics

1. PENDAHULUAN

Secara geologi, Indonesia merupakan negara yang unik karena berada diantara tumpukan tiga lempeng besar yang saling menunjam. Aktivitas lempeng yang saling menunjam ini sesuai dengan pendapat seorang ahli yakni Alfred Lothar Wegener (1880-1930) yang menyatakan bahwa lempeng-lempeng yang ada di permukaan bumi bergerak menuju khatulistiwa. Salah satu wilayah yang rawan terhadap

bencana gempabumi adalah wilayah Pelabuhanratu karena berada di wilayah subduksi tumbukan Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Gerakan-gerakan lempeng ini akan selalu terjadi karena adanya gaya konveksi aktivitas cairan magma dari dalam bumi sehingga pergerakan-pergerakan lempeng akan terus terjadi untuk mencapai posisi yang stabil. Selain itu, unit-unit geomorfologi di kawasan Pelabuhanratu berperan besar terhadap

Pembagian kelas permanensi bangunan juga menggunakan sistem grid 500 x 500 meter.

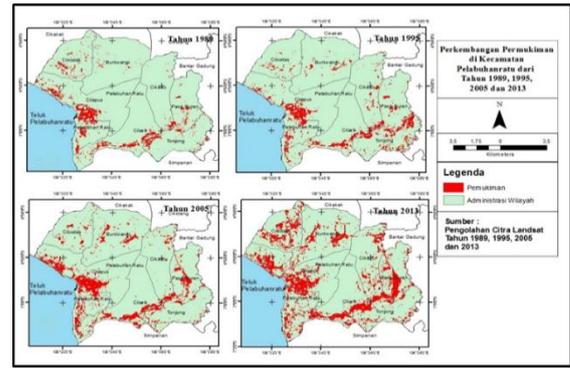
Sedangkan untuk menganalisis pola sebaran permukiman penduduk pada wilayah rawan gempa bumi di Kecamatan Pelabuhanratu dikaji menggunakan analisis tetangga terdekat atau berdasarkan nilai NNA (*Nearest Neighbor Analysis*). Pada penelitian ini, pola sebaran permukiman dilihat berdasarkan aliran sungai yang membatasi permukiman yang satu dengan permukiman yang lainnya. Analisis tetangga terdekat adalah sebuah analisa untuk menentukan suatu pola permukiman penduduk. Dengan menggunakan perhitungan analisa tetangga terdekat, sebuah permukiman dapat ditentukan polanya, misalnya pola mengelompok (*Clustered*), tersebar (*Random*) ataupun seragam (*Uniform*). Analisa tetangga terdekat memerlukan data tentang jarak antara satu permukiman dengan permukiman yang paling dekat yaitu permukiman tetangganya yang terdekat namun harus memerhatikan *barrier*. Untuk menganalisis pola permukiman pada wilayah rawan gempa di Pelabuhanratu, maka digunakanlah *tools* pada ArcGIS yaitu *Average Nearest Neighbor*. Sebelum diolah dengan *tools* tersebut, *polygon* permukiman diubah kedalam bentuk *point*, sehingga dapat dihitung jarak antar permukiman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Permukiman

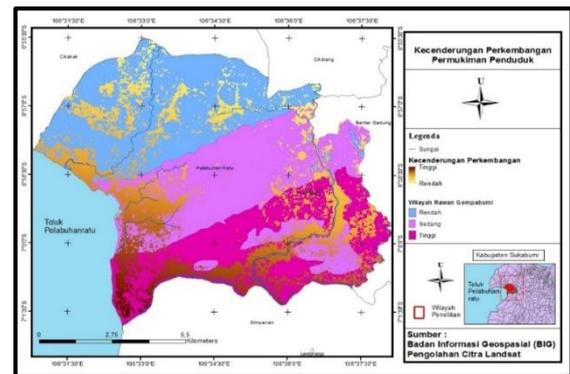
Keberadaan suatu permukiman dapat mempengaruhi berkembangnya suatu wilayah, dan sebaliknya kegiatan pembangunan dalam suatu wilayah dapat mempengaruhi berkembangnya permukiman. Permukiman berkaitan secara langsung dengan kehidupan dan harkat hidup manusia, faktor yang mempengaruhi perkembangan permukiman salah satunya yaitu jumlah penduduk yang selalu meningkat. Perkembangan penduduk yang pesat tentunya menuntut ruang untuk bermukim. Oleh karena itu perkembangan jumlah penduduk akan sebanding dengan peningkatan luas permukiman.

Gambar 2. merupakan perkembangan permukiman dari tahun 1989, 1995, 2005 dan 2013 yang merupakan hasil pengolahan data Citra Landsat di setiap tahun tersebut. Secara umum perkembangan permukiman terjadi di setiap desa dan kelurahan yang ada di Kecamatan Pelabuhanratu, dapat dilihat dari perluasan permukiman yang kian meningkat. Pada tahun 1989, terlihat bahwa permukiman yang luas hanya terdapat di Kelurahan Pelabuhanratu. Keadaan ini disebabkan karena Kelurahan Pelabuhanratu merupakan pusat kota. Selain itu di Kelurahan Pelabuhanratu terdapat pasar dan tempat pelelangan ikan sehingga permukiman di kelurahan ini telah lebih dulu berkembang.



Gambar 2.
Perkembangan Permukiman di Kecamatan Pelabuhanratu pada Tahun 1989, 1995, 2005 dan 2013

Pada tahun 1989 luas permukiman di Kecamatan Pelabuhanratu hanya berkisar 588,125 ha, nilai ini bertambah sekitar 23% pada tahun 1995 dengan luas area permukiman sebesar 727 ha. Pada tahun 2005, kawasan permukiman semakin meluas dengan pertambahan luas sebanyak 41% semenjak tahun 1995 dengan luas kawasan permukiman sebesar 1030 ha. Dalam kurun waktu delapan tahun kemudian terjadi pelonjakan luas kawasan permukiman yang cukup signifikan yaitu sekitar 68.73% terbukti pada tahun 2013 kawasan permukiman di Kecamatan Pelabuhanratu memiliki luas sekitar 1730 ha. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pertambahan luas permukiman di suatu daerah di pengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya yaitu pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat. Selain itu, perluasan wilayah permukiman juga didorong oleh kemajuan kondisi ekonomi di kecamatan ini.



Gambar 3.
Kecenderungan Perkembangan Permukiman Penduduk dari Tahun 1989 – 2013

Dari gambar 3. di atas dapat dilihat ke arah manakah perkembangan permukiman di Kecamatan Pelabuhanratu semenjak tahun 1989 hingga 2013. Peta di atas berdasarkan metode *Trend Surface Analyst* atau Analisis Kecenderungan Permukaan yang menggunakan data permukiman di Kecamatan Pelabuhanratu pada tahun 1989, 1995, 2005, dan

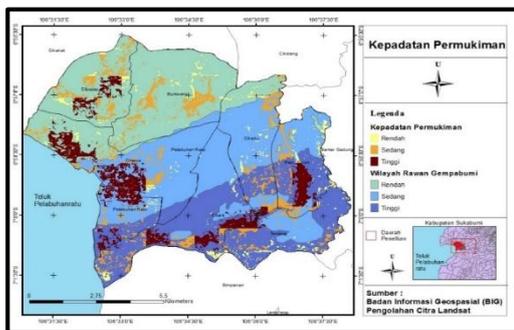
tahun 2013. Pada gambar 3. terlihat bahwa kecenderungan perkembangan permukiman penduduk bergerak dari arah utara ke selatan. Lokasi permukiman di bagian selatan kecamatan ini terletak di wilayah yang dekat dengan bibir pantai dan muara Ci Mandiri. Sedangkan bagian utara merupakan wilayah rawan gempa bumi rendah dan juga memiliki perkembangan permukiman yang tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh morfologi wilayah di bagian utara yang cenderung berbukit dan bergelombang, karena itulah penduduk tidak begitu banyak bermukim di wilayah ini.

Sedangkan pada wilayah rawan gempa bumi sedang yang berada di bagian tengah wilayah penelitian, juga terjadi perkembangan permukiman namun tidak sepesat perkembangan permukiman di bagian selatan yaitu di wilayah rawan gempa tinggi. Hal ini disebabkan karena dibagian tengah ini terdapat Kelurahan Pelabuhanratu yang juga menjadi ibukota Kabupaten Sukabumi. Kelurahan Pelabuhanratu semenjak dulu sudah terbilang ramai dipadati oleh penduduk. Oleh karena itulah perkembangan permukimannya tidak begitu pesat seperti di wilayah bagian selatan atau wilayah rawan gempa bumi tinggi. Dari kondisi tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwasanya kecenderungan perkembangan permukiman di Kecamatan Pelabuhanratu mengarah ke wilayah rawan gempa tinggi yang cenderung berada di bagian selatan Kecamatan Pelabuhanratu.

Karakteristik Permukiman

Kepadatan Permukiman

Pada wilayah yang memiliki potensi besar akan bencana gempa bumi, maka salah satu hal penting yang harus diperhatikan adalah kepadatan permukiman yang ada di di wilayah tersebut. Hal ini dikarenakan bahwa permukiman dengan bangunan perumahan yang rapat dan padat memiliki resiko yang besar di saat datangnya bencana gempa bumi dengan skala besar karena dapat memakan korban ataupun kerugian material akibat reruntuhan bangunan di suatu permukiman tersebut. Berikut merupakan gambaran kepadatan permukiman penduduk pada wilayah rawan gempa bumi di Kecamatan Pelabuhanratu.



Gambar 4. Kepadatan Permukiman di Pelabuhanratu

Pada gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa kepadatan permukiman dari kelas rendah, sedang dan tinggi terdapat di setiap kelas wilayah rawan gempa bumi di Kecamatan Pelabuhanratu. Kepadatan permukiman tinggi di wilayah rawan gempa tinggi terdapat di empat desa yaitu Desa Cibodas, Citepus, Pasirsuren, Citarik, dan sebagian dari Kelurahan Pelabuhanratu. Dengan kondisi permukiman yang demikian, maka kelima desa tersebut memiliki resiko yang lebih tinggi saat terjadi gempa dengan skala besar yang dapat merusak bangunan. Pada wilayah rawan gempa sedang, kepadatan permukiman tinggi terpusat di Kelurahan Pelabuhanratu, hampir seluruh permukiman di Kelurahan Pelabuhanratu memiliki kepadatan yang tinggi. Untuk wilayah rawan gempa rendah juga terdapat kepadatan permukiman yang tinggi yaitu terdapat di Desa Citepus dan Cibodas yang terletak di utara Kecamatan Pelabuhanratu. Secara umum terlihat bahwa kepadatan permukiman yang tinggi mendominasi Kecamatan Pelabuhanratu. Sedangkan untuk kepadatan permukiman kelas rendah dan sedang juga tersebar di seluruh kawasan rawan gempa, namun dengan porsi yang kecil.

Tabel 1. Luas kelas kepadatan permukiman di wilayah rawan gempa bumi

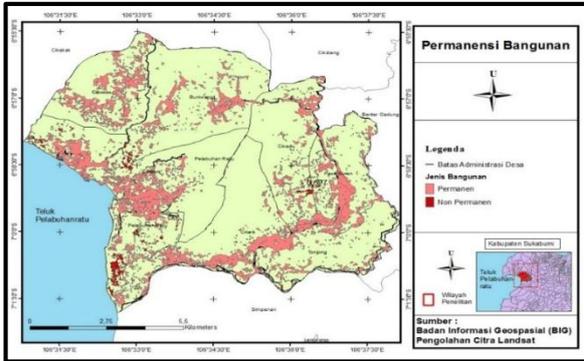
Kepadatan Permukiman	Rawan Gempabumi		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Tinggi	219,45	172,425	188,1
Sedang	218,3	188,8	247,8
Rendah	26,565	288,75	346,5

Dari tabel 1 terlihat bahwa pada wilayah rawan gempa tinggi, permukiman dengan kepadatan tinggi memiliki luas yang paling besar yaitu 219,45 ha. Kondisi ini menandakan bahwa pada wilayah rawan gempa tinggi, permukiman penduduk berkembang dengan pesat. Sedangkan pada wilayah rawan gempa bumi rendah, luas kepadatan permukiman yang paling besar yaitu terdapat pada kelas rendah, yaitu sebesar 346,5 ha. Luasnya permukiman dengan kepadatan rendah mengindikasikan bahwa pada wilayah rawan gempa rendah permukiman masyarakat tidak begitu banyak atau jarang.

Permanensi Bangunan

Pada hakekatnya bencana gempa bumi bukanlah bencana yang mematikan atau membahayakan, tetapi bangunan yang ditempati penduduklah yang menjadi faktor utama sehingga dapat memberikan resiko besar saat terjadi bencana gempa ketika reruntuhan bangunan menimpa penghuninya. Oleh karena itu, konstruksi bangunan harus diperhatikan terutama pada wilayah rawan

gempabumi seperti Indonesia dan Pelabuhanratu khususnya. Berikut merupakan gambaran permanensi bangunan pada wilayah rawan gempa di Kecamatan Pelabuhanratu.



Gambar 5. Permanensi Bangunan pada Wilayah Rawan Gempa di Pelabuhanratu

Pada gambar 5 terlihat bahwa sebagian besar bangunan permukiman di Kecamatan Pelabuhanratu merupakan bangunan yang bersifat permanen. Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, bangunan dengan konstruksi yang kaku dan keras lebih mudah roboh dan hancur saat terjadi bencana gempa. Pada wilayah rawan gempa tinggi, permukiman non permanen pada umumnya terletak di Desa Citarik yang berada dekat dengan pantai. Kawasan tersebut merupakan perkampungan nelayan. Bangunan non permanen ini memiliki dinding rumah dari anyaman bambu dan tiang rumah terbuat dari kayu. Jenis bangunan non permanen seperti inilah yang cocok dikembangkan pada wilayah rawan gempa karena memiliki konstruksi yang fleksibel sehingga pada saat adanya getaran yang disebabkan oleh gempa maka tidak mengakibatkan bangunan retak ataupun runtuh.

Tabel 2. Luas Permanensi Bangunan Pada Wilayah Rawan Gempabumi

Permanensi Bangunan	Rawan Gempa (Luas Ha)		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Tinggi	378	336	462
Sedang	8,25	24,75	8,25
Rendah	18	32	12

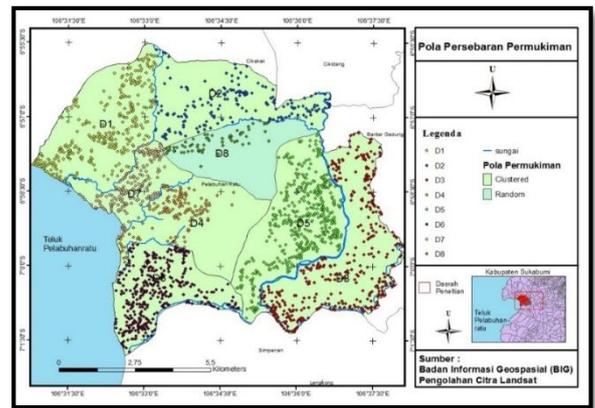
Sumber : Pengolahan data, 2015

Pada tabel 2. terlihat bahwa luas permanensi bangunan kelas tinggi memiliki nilai yang besar, baik di wilayah rawan gempabumi tinggi, sedang ataupun rendah. Salah satu contohnya yaitu pada wilayah rawan gempabumi tinggi, permanensi bangunan tinggi memiliki luas sebesar 378 ha, nilai tersebut sangat jauh berbeda dengan luas permanensi bangunan kelas sedang ataupun rendah. Oleh karena

itu, terlihat bahwa bangunan permanen memang mendominasi daerah kajian.

c. Pola Permukiman

Pola sebaran permukiman pada wilayah rawan gempabumi di Kecamatan Pelabuhanratu dikaji menggunakan analisis tetangga terdekat atau berdasarkan nilai NNA (*Nearest Neighbor Analysis*). Pada penelitian ini, pola sebaran permukiman dilihat berdasarkan aliran sungai yang membatasi permukiman yang satu dengan permukiman yang lainnya. Berikut merupakan peta pola sebaran permukiman di pelabuhanratu.



Gambar 6. Pola Permukiman di Pelabuhanratu

Peta pada gambar 5. di atas merupakan gambaran sebaran permukiman di Pelabuhanratu yang direpresentasikan dalam bentuk *point* dengan batas pengelompokan pemukiman berdasarkan aliran sungai yang ada di kecamatan ini.

Tabel 3. Pola Sebaran Permukiman Wilayah Rawan Gempa di Pelabuhanratu

Wilayah	z-score	Indeks NNA	Pola Sebaran
D1	-7,7	0,8	Clustered / Berkelompok
D2	-7,9	0,7	Clustered / Berkelompok
D3	-12,5	0,7	Clustered / Berkelompok
D4	-5,4	0,8	Clustered / Berkelompok
D5	-10,5	0,7	Clustered/ Berkelompok
D6	-7,3	0,8	Clustered / Berkelompok
D7	-4	0,8	Clustered / Berkelompok
D8	-0,6	0,9	Random / Tersebar

Sumber : Pengolahan Data, 2015

Tabel 3 merupakan hasil dari perhitungan NNA menggunakan *tools ArcGIS*. Pada tabel tersebut diketahui bahwa pola permukiman di wilayah tersebut memiliki $z\text{-score} < 2,58$, maka D1 hingga D7 dengan tingkat signifikansi 0,01 dan tingkat kepercayaan 99% maka H_0 ditolak. Hal ini memiliki arti bahwasanya pola sebaran permukiman di wilayah rawan gempa rendah dan tinggi bersifat *Clustered* atau berkelompok. Sedangkan pada wilayah D8 memiliki nilai $z\text{-score} < -1,65$, sehingga dengan tingkat signifikansi 0,01 dan tingkat kepercayaan 99% maka H_0 ditolak. Oleh karena itu, pola sebaran permukiman pada wilayah rawan gempa sedang bersifat *Random* atau tidak teratur.

Jika di perhatikan hampir seluruh permukiman di Daerah Pelabuhanratu bersifat *Clustered* atau berkelompok. Karakteristik wilayah permukiman penduduk yang hampir secara keseluruhan masih bersifat perdesaan ditandai terutama oleh ketidakteraturan bentuk fisik rumah. Pola permukimannya cenderung berkelompok membentuk perkampungan yang letaknya tidak jauh dari sumber air, seperti aliran sungai. Pola permukiman perdesaan masih sangat tradisional banyak mengikuti pola bentuk sungai, karena sungai disamping sebagai sumber kehidupan sehari-hari juga berfungsi sebagai jalur transportasi antar wilayah. Perumahan di tepi kota (desa dekat dengan kota) membentuk pola yang spesifik di wilayah desa kota. Pada wilayah rawan gempa tinggi dan rendah, permukimannya tersebar hampir ke seluruh bagian wilayah. Sedangkan untuk wilayah rawan sedang, permukiman terpusat di sekitar Kelurahan Pelabuhanratu. Selain itu, jika ditinjau dari segi morfologinya, di bagian tengah wilayah rawan sedang merupakan wilayah perbukitan yang terjal dan kompleks. Oleh karena itu permukiman penduduk cenderung memusat ke arah yang landai yaitu dekat dengan pantai.

4. KESIMPULAN

Perkembangan pemukiman terus terjadi dari tahun 1989 hingga 2013. Hal ini terlihat pada luasan area pemukiman yang meningkat di setiap tahun. Dari pertambahan luas pemukiman tersebut, diketahui bahwa kecenderungan perkembangan pemukiman mengarah ke wilayah dengan tingkat kerawanan gempa tinggi yang berada di bagian selatan daerah penelitian.

Karakteristik pemukiman dilihat dari tiga aspek yaitu kepadatan permukiman, permanensi bangunan dan pola pemukiman. Pada wilayah rawan gempa tinggi memiliki kepadatan permukiman yang juga tinggi. Masyarakat cenderung mendirikan permukiman di sepanjang Sungai Cimandiri yang merupakan kawasan sesar aktif. Untuk permanensi

bangunan, hampir seluruh daerah penelitian didominasi oleh bangunan permanen. Bangunan permanen memberikan resiko yang lebih besar pada saat kejadian gempa. Sedangkan untuk pola permukiman, hampir keseluruhan bersifat *clustered* atau berkelompok. Hal ini menunjukkan bahwa permukiman di Pelabuhanratu masih bersifat *rural settlement*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat rahmat dan karunia Allah SWT. Bapak Drs. Supriatna, M.T. dan Bapak Dr. rer. nat. Eko Kusratmoko, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dalam penulisan skripsi ini. Kedua Orangtua penulis yang senantiasa memberi doa dan dukungan penuh kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Para staff di beberapa instansi yang telah memberikan data, serta pihak-pihak lain yang turut membantu selama proses penyusunan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadi, Arif Ismul Hadi., Farid, Muhammad., dan Fauzi, Yulian. 2012. *Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Kerentanan Seismik Akibat Gempa Bumi untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Bengkulu*. Universitas Lampung. Volume 1, nomor 2.
- [2] Holmers, Arthur. 1965. *Principles of Physical Geology*. The English Language Book Society and Nelson
- [3] Firdauzi, R.J. 1998. *Unit Geomorfologi dan Penggunaan Tanah di Aliran Ci Mandiri Hulu*. Depok : Departemen Geografi. FMIPA, Universitas Indonesia.
- [4] Prihartanto. 2005. Konfigurasi Dasar Untuk Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Penanggulangan Sistem Pendukung Keputusan Penanggulangan Bencana Alam Gempabumi dan Tsunami di Indonesia. *Jurnal Alami (air, lahan, lingkungan dan mitigasi bencana) Mitigasi Bencana Gempabumi dan Tsunami*, volume 10/2005, (2): 48-52.
- [5] Ritohardoyo, S. dan Priyono. 2005. "Perkembangan Permukiman dan Perubahan Daya Dukung Lingkungan Perdesaan Daerah Aliran Sungai Progo". *Forum Geografi*, Vol.19, No. 2, Desember 2006. Hlm 127-141.
- [6] Said, Muhammad. 1987. *Analisis Risiko Gempabumi di Pulau Jawa dan Sumatera*. Skripsi Mahasiswa Departemen Fisika FMIPA UI, Depok.

- [7] Saita, J., M.L.P. Bautista, & Y. Nakamura. 2004. *On Relationship Between the Estimated Strong Motion Characteristic of Surface Layer and The Earthquake Damage: Case Study at Intramuros. Metro Manila, 13th World Conference on Earthquake Engineering.* Paper No. 905, Vancouver, B.C., Canada.
- [8] Santoso, Eka Widi. 2005. Penataan Ruang Kota Meulaboh Pasca Gempabumi dan Tsunami 26 Desember 2004, Usulan Rekomendasi. *Jurnal Alami (air, lahan, lingkungan dan mitigasi bencana) Mitigasi Bencana Gempabumi dan Tsunami*, volume 10/2005, (2): 13-17.
- [9] Sandy, I.M. 1996. *Republik Indonesia Geografi Regional.* Jakarta : PT. Indograph Bakti.
- [10] Soehaimi, A., Kertapati, E.K., dan Setiawan, J.H. 2004. *Seismoteknik dan Parameter Dasar Teknik Kegempaan Wilayah Jawa Barat, Lokakarya Cekungan Bandung Geodinamika.* Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- [11] Sulistyawati, Elite Yasin. 2012. *Zonasi Rawan Bahaya Gempabumi Daerah Pelabuhanratu Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP).* Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [12] Supartoyo., Suparka, E., Abdullah, C.I., dan Sadisun, I.A. 2012. *Identifikasi Karakteristik dan Aktivitas Sesar Cimandiri untuk Mendukung Upaya Mitigasi Gempabumi di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat.* Journal of Earthquake and Active Tectonic. Vol.1, hal. 31-43.
- [13] Suranto, Joko Purwoko. 2008. *Kajian Pemanfaatan Lahan pada Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Gununglurah, Colongok, Banyumas.* Semarang : Universitas Diponegoro.
- [14] Tulistyantoro, Lintu. 1990. *Pola Permukiman dan Tipologi Bangunan di Kampung Laut. Laporan Penelitian Mata Kuliah Studi Teori Mandiri AR 400.* Surabaya: Jurusan Teknik Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Kristen Petra.
- [15] Wicaksono, Dian, Antariksa & Harini Subekti. 2008. *Perkembangan Permukiman dan Tipologi Rumah-Tinggal pada Perumahan Karyawan Pabrik Gula Pesantren Baru-Kediri.* Arsitektur e-Journal, Volume 1 Nomor 1, Maret 2008, hlm. 49-63.

Karakteristik sumberdaya wisata alam berbasis geomorfologi di Kecamatan Ciemas

Jessica Pingkan¹, Supriatna¹ & Djamang Ludiro¹

¹ Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424
Jessicapingkan10@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Ciemas merupakan daerah yang dikenal karena memiliki kekayaan geologi dengan terdapatnya batuan yang memiliki umur batuan tertua dan terluas di Pulau Jawa. Proses-proses geologi yang berlangsung memunculkan berbagai objek wisata alam yang menarik untuk dikunjungi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis keunikan geomorfologi sebagai potensi daya tarik wisata alam di Kecamatan Ciemas. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan menggunakan pendekatan metode ideografik, korelasi kualitatif dan pembobotan terhadap variabel daya tarik wisata, aksesibilitas, dan fasilitas wisata pada unit analisis bantukan asal. Hasil yang diperoleh, yaitu bentukan asal struktural memiliki potensi tinggi dengan karakteristik ketinggian 100-500 mdpl dan lereng yang curam.

Kata Kunci: aksesibilitas, daya tarik wisata, fasilitas, geomorfologi, karakteristik wisata alam, wisata alam

Abstract

Ciemas sub-district is an area known for its geological wealth, which lies the oldest and widest age of rocks on The Java Island. Geological processes that occurs in this area, led to many natural attractions worth visiting. The purpose of this study was to determine and analyze the unique of geomorphology as potential natural attractions in Ciemas Sub-District. The analysis was done descriptively by using ideographic approach method, qualitative correlation and weighted variables tourist attraction, accessibility, and tourist facilities on the analysis unit formed by origin. The result is formation of structural origin which have a high potential with a height of 100-500 meters above sea level characteristics and steep slopes.

Keywords: accessibility, facilities, geomorphology, nature tourism, the characteristics of nature tourism, tourist attraction.

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat dikenal sebagai daerah yang menarik karena di kecamatan ini terdapat sebuah kawasan yang dikenal dengan Geopark Ciletuh yang memiliki kekayaan fenomena geologi yang kompleks. Kawasan ini merupakan satu dari tiga kawasan geologi di Pulau Jawa yang menyingkap kelompok batuan dari Pra-Tersier (kelompok batuan berumur paling tua) yang paling luas di Pulau Jawa sampai dengan Pra-Eosen Tengah. Menurut Rosana (2006), singkapan batuan di Kawasan Ciletuh merupakan percampuran berbagai jenis batuan yang bersifat bantukan (*chaotic*) dan campur aduk (*melange*).

Seluruh singkapan batuan tersebut berada pada sebuah lembah besar yang dibatasi oleh dataran tinggi Jampang (*Plateau Jampang*) yang menyerupai *amphitheater* dengan bentuk tapal kuda

yang terbuka ke arah Samudera Hindia dan juga pulau-pulau kecil yang berada di sekitar pantainya. Posisi teluk yang ada di Kawasan Ciletuh berada di paling selatan Pulau Jawa dan menghadap langsung ke arah Samudera Hindia memberikan keindahan pantai yang cukup menarik untuk dijadikan objek wisata geologi maupun objek wisata bahari (Rosana, 2008).

Wisata alam adalah kegiatan perjalanan atau sebagian dari kegiatan tersebut yang dilakukan secara sukarela serta tersifat sementara untuk menikmati keunikan dan kemudahan alam (Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1994 pasal 1).

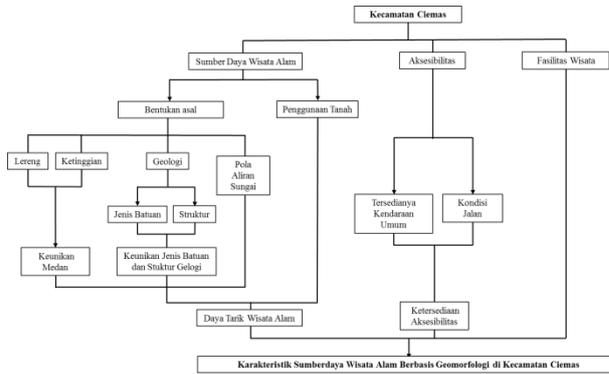
Keberagaman konfigurasi yang terbentuk di Kecamatan Ciemas menjadikan kawasan ini memiliki daya tarik untuk dijadikan wisata alam. Selain itu konfigurasi yang beragam dipadukan dengan penggunaan tanah yang didominasi oleh sawah dan hutan menambahkan nilai daya tarik dari kecamatan ini. Gunung atau *landscape* yang

memiliki relief relatif yang dikombinasikan dengan bentang alami atau hutan menjadi yang paling menarik (Burton, 1995).

Adanya potensi wisata alam dengan bentuk alam yang konfiguratif baik dikaji untuk melihat sejauh mana kawasan Ciletuh memiliki karakteristik sebagai potensi daya tarik untuk dikembangkan menjadi Daerah Tujuan Wisata.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat. yang secara geografis terletak pada koordinat 106° 22' 12" – 106° 36' 7,2" BT dan 7° 5' 45,6" - 7° 19' 12" LS. Kecamatan Ciemas memiliki luas wilayah 31.506 Ha yang secara administrasi dibatasi oleh Kecamatan Simpunan (Utara), Samudera Hindia (Selatan), Samudera Hindia (Barat), dan Kecamatan Ciracap (Timur). Alur pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

Variabel data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Sumberdaya wisata alam dengan indikator bentukan asal dan penggunaan tanah
- Aksesibilitas dengan indikator tersedianya angkutan umum dan kondisi jalan
- Fasilitas wisata

Adapun jenis-jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

- Titik-titik objek wisata yang terdapat pada kawasan Ciletuh jenis batuan yang didapatkan dari hasil survei lapangan
- Melakukan *tracking* menggunakan GPS untuk mendapatkan data aksesibilitas yang didapatkan dari hasil survei lapangan
- Data administrasi dari Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 lembar Ciemas yang diperoleh dari BIG

- Data ketinggian dari data kontur pada Peta Rupa Bumi skala 1:25.000 yang diperoleh dari BIG
- Data lereng dari data kontur pada Peta Rupa Bumi skala 1:25.000 yang diperoleh dari BIG
- Data geologi dari Peta geologi skala 1:100.000 lembar Jampang dan Balekambang, Jawa yang diperoleh dari peta keluaran Pusat Survei Geologi tahun 2006
- Data jaringan jalan yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sukabumi
- Data aliran sungai dari Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 lembar Ciemas yang diperoleh dari BIG
- Data penggunaan tanah dari citra *Ikonos* yang diperoleh dari *Google Earth*

Pengolahan data dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Membuat data DEM dari kontur
2. Membuat peta wilayah ketinggian yang didapatkan dari pengolahan data DEM. Selanjutnya dilakukan klasifikasi ketinggian yang mengacu pada klasifikasi Sandy (1985).
3. Membuat peta wilayah lereng yang diperoleh dengan cara mengolah data DEM yang sebelumnya telah ada. Setelah itu dilakukan klasifikasi pada lereng yang mengacu pada klasifikasi Zuidam (1985).
4. Membuat peta bentuk medan dengan meng-*overlay* peta wilayah ketinggian dan peta wilayah lereng. Selanjutnya klasifikasi bentuk medan merupakan hasil modifikasi dari sistem Sandy (1985) dan sistem Zuidam (1985).
5. Membuat peta geologi, yaitu jenis batuan dan struktur geologi yang didapatkan dari peta geologi Lembar Jampang dan Balekambang dengan melakukan digitasi pada peta geologi yang sudah ada.
6. Membuat peta pola aliran sungai dengan data yang di dapat dari BIG (2007). Aliran sungai akan dikelompokkan untuk menghasilkan berbagai tipe pola aliran sungai.
7. Membuat peta bentukan asal dengan melakukan interpretasi dari peta geologi dan pola aliran sungai. Klasifikasi dan pewarnaan pada peta bentukan asal mengacu pada Zuidam (1985), dengan klasifikasi bentukan asal yang digunakan pada penelitian ini terbagi atas:
 - a. Bentukan asal marine berwarna hijau
 - b. Bentukan asal fluvial berwarna biru tua
 - c. Bentukan asal denudasi berwarna coklat
 - d. Bentukan asal struktural berwarna ungu
 - e. Bentukan asal vulkanik berwarna merah
8. Membuat peta penggunaan tanah yang didapatkan dari hasil digitasi citra *Ikonos* dari *Google Earth* dengan mengacu pada klasifikasi peta RBI.

9. Membuat peta persebaran objek wisata dengan memasukan titik-titik hasil *plotting* dari survei lapang.
10. Membuat peta aksesibilitas berdasarkan hasil survei lapang dan pengolahan data dari *Google Earth*.
11. Membuat peta persebaran fasilitas wisata dari hasil *plotting* pada saat survei lapang.

Analisis pada penelitian ini dilakukan secara deskriptif. Analisis dilakukan untuk mengetahui geomorfologi yang memiliki potensi sebagai karakteristik sumberdaya wisata alam, dimana setiap unsur dalam variabel memiliki nilai dan bobot. Unsur-unsur yang dinilai dalam menentukan daya tarik wisata, yaitu:

Tabel 1 Unsur Penilaian Karakteristik Fisik

	Unsur	Nilai
Ketinggian	0-100 mdpl	1
	100-500 mdpl	2
	500-1000 mdpl	3
Lereng	0-2%	1
	2-15%	2
	15-40%	3
	>40%	4

Sumber: Pengolahan data (2015)

Tabel 2 Unsur Penilaian Pelengkap Daya Tarik Wisata

	Unsur	Nilai
Objek	Ada	1
	Tidak Ada	0
Penggunaan Tanah	Hutan	5
	Sawah	4
	Perkebunan	3
	Kebun campuran, tegalan, ilalang	2
	Pemukiman dan tanah kosong	1
Sungai	Ada	1
	Tidak Ada	0
Kegiatan yang dapat dilakukan pada objek	Ada	1
	Tidak Ada	0

Sumber: Pengolahan data (2015)

Daya tarik merupakan modal utama dalam menentukan suatu lokasi dapat menjadi Daerah Tujuan Wisata, maka unsur-unsur yang terdapat di daya tarik akan diberikan bobot 3 yang nantinya akan dikalikan dengan keenam unsur di atas.

Variabel kedua yang berpengaruh untuk menjadikan suatu lokasi menjadi DTW, yaitu aksesibilitas sehingga diberikan bobot 2 untuk dikalikan dengan unsur-unsur penilaian sebagai berikut:

Tabel 3 Unsur Penilaian Aksesibilitas

	Unsur	Nilai
Ketersediaan angkutan umum	Ada	1
	Tidak	0
Kondisi Jalan	Kurang Baik	1
	Baik	2
	Sangat Baik	3

Sumber: Pengolahan data (2015)

Variabel terakhir yang juga penting untuk menunjang kegiatan wisata adalah fasilitas wisata yang terdiri dari tempat makan, penjual cinderamata, pos wisata, *homestay*, pusat informasi, tempat parkir, tempat ibadah, bank, toilet, penjual bensin eceran, dan petunjuk arah wisata dengan masing-masing unsur diberi nilai 1 yang akan dikalikan dengan bobot 1.

Pemberian nilai dan bobot pada masing-masing unsur sudah dilakukan seperti ketentuan di atas, variabel-variabel ini nantinya akan dijumlah dan diklasifikasikan menjadi tiga potensi, yaitu tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan sebaran data dilapangan. Apabila pada hasil penilaian dan pembobotan didapatkan nilai 0 pada daya tarik wisata, maka wilayah tersebut tidak memiliki potensi untuk dijadikan daerah tujuan wisata. Penghitungan range kelas menggunakan rumus:

$$\frac{\text{nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}}{\text{jumlah kelas}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Tarik Wisata

Bentukan asal struktural memiliki daya tarik wisata terbanyak yang terdapat pada setiap wilayah ketinggian dibandingkan bentukan asal lainnya yang terdapat di kecamatan ini seperti yang terlihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

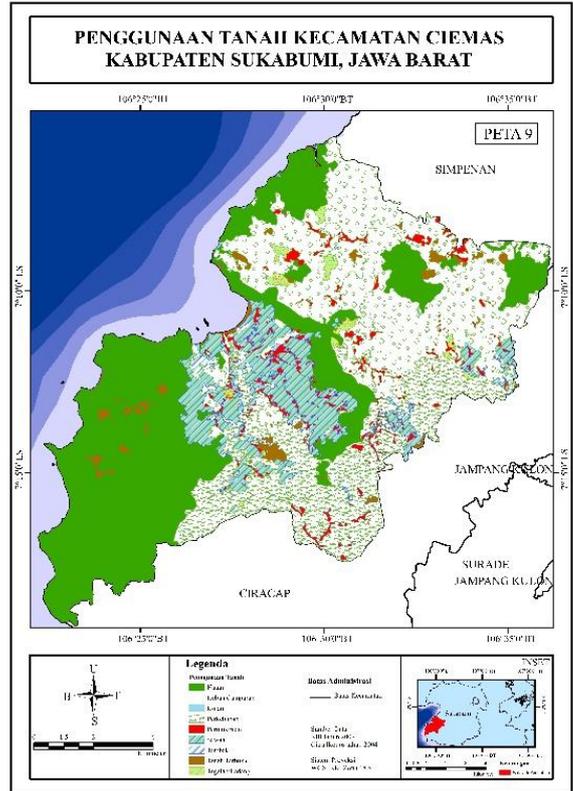
Tabel 4 Karakteristik Fisik Sumberdaya Alam di Kecamatan Ciemas

No	Bentukan Asal	Ketinggian (mdpl)	Objek	Lereng
1.	Marine	0-100	Pantai	0-2%
2.	Fluvial	0-100	Pantai	0-2%
3.	Denudasi	0-100	Pantai	2-15%
			Bukit	15-40%
4.	Struktural	0-100	Bukit	>40%
			Pantai	2-15%
		100-500	Goa	2-15%
			Tebing	>40%
			Air Terjun	>40%
5.	Vulkanik	0-100	Pantai	2-15%
		100-500	-	-

Sumber: Pengolahan data (2015)

Penggunaan Tanah

Penggunaan tanah di Kecamatan Ciemas di dominasi oleh hutan yang menempati penggunaan tanah seluas 11.441,07 Ha dan penggunaan tanah terkecil dipakai untuk kolam dengan luas 66,62 Ha seperti yang terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Penggunaan Tanah

Aksesibilitas

Dari lima bentukan asal yang terdapat di Kecamatan Ciemas, jalan pada bentukan asal denudasi merupakan jalan yang paling panjang dilalui karena Kecamatan Ciemas didominasi oleh bentukan asal denudasi dengan ketersediaan kendaraan umum dan kondisi jalan seperti pada Tabel 6.

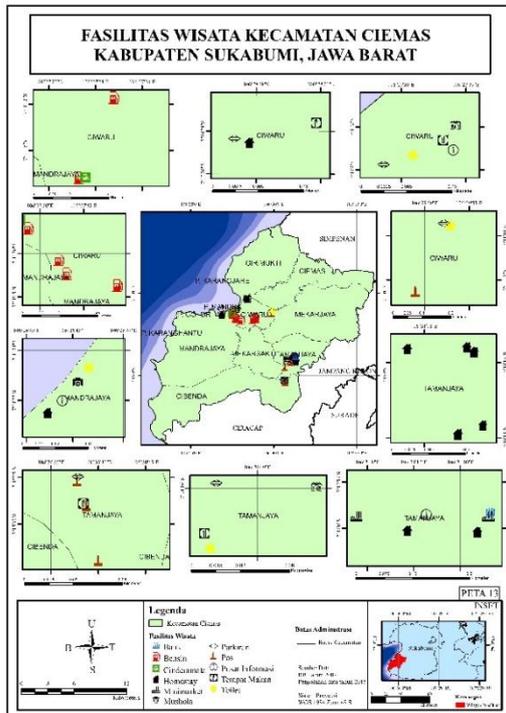
No	Bentukan Asal	Ketinggian (mdpl)	Objek	Kegiatan yang dapat dilakukan	Sungai	Penggunaan Tanah
1.	Marine	0-100	Pantai	- Berselancar - Pendidikan	Ada	Hutan
2.	Fluvial	0-100	Pantai	Berenang	Ada	Kebun Campuran
3.	Denudasi	0-100	Pantai	Pendidikan	Ada	Hutan
			Bukit	Berburu		Kebun Campuran
4.	Struktural	0-100	Bukit	Pendidikan	Ada	Perkebunan
			Pantai	Pendidikan		Hutan
		Goa	Pendidikan	Hutan		
		100-500	Tebing	- Panjat Tebing - Melihat Pemandangan		Hutan
			Air Terjun	- Berenang - Panjat Tebing		Perkebunan
Bukit	Pendidikan	Hutan				
5.	Vulkanik	0-100	Pantai	Berselancar	Ada	Hutan
		100-500	-	-	-	-

Tabel 6 Aksesibilitas di Kecamatan Ciemas

No	Bentukan Asal	Ketinggian	Kendaraan Umum	Kondisi Jalan
1.	Marine	0-100	Tidak	Tidak ada
2.	Fluvial	0-100	Ya	Baik
3.	Denudasi	0-100	Ya	Baik
		100-500	Ya	Kurang baik
4.	Struktural	500-1000	Ya	Sangat baik
		0-100	Ya	Kurang baik
5.	Vulkanik	100-500	Ya	Sangat baik
		0-100	Tidak	Tidak ada
		100-500	Tidak	Tidak ada

Fasilitas Wisata

Dari lima bentukan asal yang terdapat di Kecamatan Ciemas, bentukan asal struktural memiliki fasilitas yang paling lengkap dibandingkan dengan bentukan asal lainnya karena objek wisata pada bentukan asal ini paling banyak dikunjungi oleh wisatawan serta desa yang terdapat di bentukan asal ini merupakan desa yang dijadikan desa wisata, yaitu Desa Tamanjaya. Pesebaran fasilitas wisata dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Fasilitas Wisata

4. KESIMPULAN

Karakteristik sumberdaya wisata alam pada geomorfologi di Kecamatan Ciemas yang memiliki daya tarik wisata tinggi terutama terdapat di bentukan asal struktural yang memiliki ketinggian 100-500 mdpl dengan lereng >40% pada penggunaan tanah yang didominasi hutan dengan didukung oleh aksesibilitas yang baik dan fasilitas yang lengkap. Sedangkan yang memiliki daya tarik wisata rendah terdapat di bentukan asal marine yang memiliki ketinggian 0-100 mdpl dengan lereng 0-2% dan bentukan asal marine yang memiliki ketinggian 0-100 mdpl dengan lereng 2-15% pada penggunaan tanah yang didominasi hutan tanpa adanya aksesibilitas dan fasilitas wisata yang mendukung kegiatan wisata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur pada Tuhan Yesus, karena atas berkat dan karuniaNya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih kepada Bapak Drs. Supriatna M.T. dan Bapak Drs. Djamang Ludiro MSi. Selaku pembimbing yang telah memberikan banyak arahan, kritik, dan saran dalam penulisan tugas akhir ini. Terimakasih kepada kedua orang tua dan kakak penulis yang telah memberikan doa dan dukungan. Terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu selama proses penyusunan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. (2014). *Kecamatan Ciemas dalam Angka 2014*. BPS Kabupaten Sukabumi.
- [2] Burton, Rosemary. (1995). *Travel Geography*, Second Edition. London: Pitman Publishing.
- [3] Desaunettes, J.R. (1977). *Catalogue of Landforms for Indonesia: Examples of Physiographic Approach to Land Evaluation for Agriculture Development*. Bogor: Soil Research Institute.
- [4] Jelita, Evry Purba. (2008). *Karakter Fisik Jalur Pendakian Gunung Gede*. Skripsi Program Sarjana Departemen Geografi Universitas Indonesia. Depok.
- [5] Karyono, Hari. (1997). *Kepariwisataaan*. Jakarta: Grasindo
- [6] Katili, J.A. (1967). *Geologi*. Jakarta: Departemen Urusan Research Nasional.
- [7] Khairunnisa. (2002). *Landscape Koridor Cibadak-Pelabuhanratu Kab. Sukabumi sebagai Potensi Pengembangan Wisata*

- Alam. Skripsi Program Sarjana Departemen Geografi Universitas Indonesia. Depok.
- [8] Nanda, C. (2010). *Upaya Pelestarian Karst Melalui Pengembangan Wisata di Desa Gunung Masigit Kecamatan Cipatat*. Skripsi Pada Jurusan Pendidikan Geografi.
- [9] Nandi. (2005). *Memaksimalkan Potensi Wisata Alam di Jawa Barat*. Jurnal "Manajemen Resort dan Leisure". Vol. 1, No. 1 (2005).
- [10] Paguyuban Alam Pakidulan Sukabumi. (2014). *Gambaran Umum Wisata Ciletuh*. Sukabumi: PAPSI.
- [11] Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tentang Pengusahaan Pariwisata Alam Di Zona Pemanfaatan Taman Nasional, Taman Hutan Raya, Dan Taman Wisata Alam. 1994. Jakarta.
- [12] Ramelan, Agus. (1997). *Unit Geomorfologi Pegunungan Progo Barat*. Skripsi Program Sarjana Departemen Geografi Universitas Indonesia. Depok.
- [13] Rosana, Mega F. (2008). *Potensi Geowisata Kawasan Gunung Badak, Teluk Ciletuh – Sukabumi*. Bullietin of Scientific Cintribution Vol. 6 No. 2 (2008).
- [14] Rosana, Mega F., Undang Mardiana, Ildrem Syafri, Nana Sulaksana, dan Iyan Haryanto. (2006). *Geologi Kawasan Ciletuh, Sukabumi: Karakteristik, Keunikan, dan Implikasinya**. Bandung: Jurusan Geologi Universitas Padjajaran.
- [15] Rumhadi, Tri. (27 Februari 2015). *Analisa Sumber Daya Alam Geologi dari Aspek Geowisata*. Retrieved 16 Mei 2015 from [http://bdksurabaya.kemenag.go.id/index.php/58-artikel/300-analisa-sumber-daya-alam-geologi-dari-aspek-geowisata-kajian-pengembangan-materi-diklat-geografi.html](http://bdksurabaya.kemenag.go.id/bdksurabaya.kemenag.go.id/index.php/58-artikel/300-analisa-sumber-daya-alam-geologi-dari-aspek-geowisata-kajian-pengembangan-materi-diklat-geografi.html).
- [16] Sandy, I Made. (1985). *Republik Indonesia: Geografi Regional*. Jakarta: Jurusan Geografi FMIPA UI.
- [17] Silitonga, Friska, Siti Latifah, dan Yunus Afiffuddin. (2012). *Analisis Potensi Ekowisata di Desa Sosor Dolok, Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- [18] Soekadijo, R.G. (2000). *Anatomi Pariwisata*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [19] Sukarna, Djadjang. (2006). *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang*. Pusat Studi Geologi.
- [20] Zuidam, R. A. Van. (1985). *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. ITC, Enshede, Netherlands.
- [21] Yoeti, Oka A. (2008). *Pengantar Ilmu Pariwisata*. Bandung: Penerbitan Angkasa

Sebaran potensi deposit emas epitermal di Simpenan – Ciemas, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat

Diah Ayu Wulandari¹, Supriatna¹, dan Frans Sitanala¹

¹Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424

Diah.ayu12@ui.ac.id

Abstrak

Emas merupakan jenis logam yang bersifat lunak dan mudah ditempa yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Saat ini emas sedang menjadi tren hidup di kalangan manusia modern. Dalam kegiatan eksplorasi emas, penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk menunjang analisis bidang geologi dan mineral dalam mengefektifkan kegiatan ini. Pada penelitian ini, penginderaan jauh dimanfaatkan untuk meneliti sebaran potensi emas epitermal dengan asosiasi mineral yang berhubungan serta variabel geologi dan mengintegrasikannya dalam sistem informasi geografis. Tujuan penelitian ini mencoba untuk mendapatkan sebaran potensi emas epitermal di daerah penelitian. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah *defoliant technique* dan *Fuzzy Logic* dengan analisis spasial deskriptif. Hasil penelitian dianalisis berdasarkan luas sebaran pada wilayah sekitar Simpenan - Ciemas di mana hasilnya menyimpulkan sebaran potensi emas epitermal potensi tinggi menyebar di bagian tengah dan barat daya lokasi, sedangkan potensi rendah menyebar di bagian tenggara wilayah penelitian. Penyebaran ini juga mengikuti arah sebaran struktur geologi (yang menyebar merata seluruh wilayah penelitian), sebaran litologi potensial, dan zona alterasi (terutama alterasi propilitik dan alterasi argilik lanjut). Validasi hasil potensi sebaran diukur berdasarkan 79 titik sampel dan dihasilkan nilai ketelitian 96%.

Keywords: *Defoliant Technique, Emas Epitermal, Fuzzy Logic, Mineral.*

Abstract

Barito Basin is located in Kalimantan basin as a potential coal deposition, the basin has a many tectonic setting and it is separated by Adang fault with others surrounding the basin. Potential coal here was detected in Warukin Formation and Tanjung Formation. This study focused on identifying the Warukin Formation coal seams used seismic method with respect to inversion technique. This technique used acoustic impedance that originated from velocity and density of formations, to support we also analyzed well data to control the inversion. Impedance value of coal relative the lowest of all, but it should be noted that the weathered rocks which has a density of about 1.6 gr/cc, and density of coal is 1.3 gr/cc, the rocks close to the surface of the soil that has a low density. Coal thickness uncertain because this can complicate the interpretation, because it required additional data to strengthen the presence of coal seams, by utilizing the attributes - attributes of seismic waves, for example by using the instantaneous frequency and spectral frequency decomposition, this effort was to see the coal layers, and produce value for p-impedance by $12433 \text{ (ft / s)} * \text{ (g / cc)} - 14571 \text{ (ft / s)} * \text{ (g / cc)}$ with continued layer of coal to west.

Keywords: *Defoliant Technique, Epithermal Gold, Fuzzy Logic, Mineral*

1. PENDAHULUAN

Emas merupakan jenis logam yang bersifat lunak dan mudah ditempa yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Keberadaan emas yang ada saat ini jumlahnya relatif sedikit dan begitu berharga. Penambangan emas terus berkembang teknologinya untuk mengefektifkan dan mengefisienkan banyak faktor pertambangan, seperti biaya, waktu, dan tenaga.

Wilayah Indonesia berada pada pertemuan lempeng Benua Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Samudera Hindia sehingga memunculkan jajaran busur magmatik. Posisi ini menjadikan Indonesia

kaya akan sumber daya mineral, terutama mineral logam. Salah satu busur magmatik yang melintasi Indonesia berada pada wilayah selatan dan baratnya yaitu busur magmatik Sunda-Banda. Pada busur magmatik ini, diperkirakan terdapat 20% endapan emas Indonesia (Sabil, 2013).

Emas banyak jenisnya menurut proses pembentukannya. Jenis mineral endapan emas yang banyak ditemukan di Indonesia sebagian besar pada endapan epitermal.

Pengeksplorasian emas di Indonesia belum banyak berkembang (masih sedikit) karena metodenya yang sulit. Eksplorasi emas saat ini banyak dilakukan dengan metode pemetaan

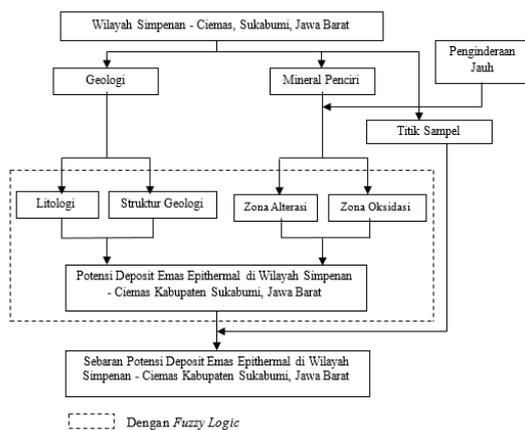
geologi, parit uji, geokimia tanah/endapan sungai yang dimaksudkan untuk mengetahui kondisi geologi lokal, melokalisir penyebaran dan menafsirkan model/tipe pembentukan emas di wilayah bersangkutan (Tampubolon, 2006). Salah satu tantangan terbesar dari kegiatan tersebut adalah pada tahap pemetaan lapangan, yang membutuhkan waktu panjang serta biaya yang besar, terutama untuk daerah-daerah baru yang relatif belum terjamah, sehingga seringkali sulit untuk dilakukan pada wilayah yang luas.

Dalam rangka efisiensi waktu dan biaya dalam eksplorasi mineral, saat ini digunakanlah aplikasi Penginderaan Jauh (PJ) / *Remote Sensing* dan Sistem Informasi Geografis (SIG)/*Geographical Information System (GIS)*. Teknologi PJ memungkinkan untuk eksplorasi mineral dalam cakupan wilayah yang luas bahkan untuk daerah yang belum terjamah sekalipun dengan presisi dan akurasi yang semakin baik seiring dengan kemajuan teknologi melalui peningkatan resolusi spasial dan spektralnya.

Metode pengolahan hasil integrasi dari teknologi ini akan diterapkan di wilayah sekitar Simpunan - Ciemas, Kabupaten Sukabumi yang akan dilakukan eksplorasi agar potensi emas di daerah sekitar Simpunan - Ciemas dapat dipetakan lebih baik lagi.

2. METODE PENELITIAN

Wilayah penelitian adalah pada Wilayah Sekitar Simpunan - Ciemas yang dibatasi oleh Grid yang berukuran sekitar 9.8 km x 9.8 km yang sebagian besar meliputi Kecamatan Ciemas dan Simpunan Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Secara geografis batas daerah penelitian dari utara ke selatan $7^{\circ} 3' 48,75''$ LS - $7^{\circ} 9' 9,2''$ LS dan dari barat ke timur $106^{\circ} 32' 57,5''$ BT - $106^{\circ} 38' 14,2''$ BT. Wilayah meliputi tujuh desa di empat kecamatan, yaitu Desa Loji, Desa

Sangrawayang, Desa Kertajaya dan Desa Cihaur di Kecamatan Simpunan. Kemudian Desa Langkapjaya di Kecamatan Lengkong, Desa Ciemas di Kecamatan Ciemas, dan Desa Waluran di Kecamatan Ciracap. Wilayah penelitian ini berada pada area seluas 9.544,73 Ha. Alur pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh baik dari institusi lain maupun pribadi. Berikut data yang akan dikumpulkan beserta asal datanya.

- Data geologi yang meliputi litologi, struktur dan sebaran urat kuarsa (*quartz vein*) daerah kajian diperoleh dari Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa (lembar 1208-4 dan 1108-6) Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi skala 1: 100.000.
- Data topografi daerah penelitian diperoleh dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Bakosurtanal skala 1: 25.000 wilayah penelitian.
- Data sebaran mineral permukaan yang mencirikan zona alterasi dan zona oksidasi diperoleh dari hasil pengolahan citra LANDSAT 8 dengan scene ID LC81220652014160LGN00 path 122 row 65 yang direkam pada tanggal 9 Juni 2014 yang didapatkan dari U.S. Geological Survey.

Pengolahan data dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Pengolahan Data Raster

a. Pra Pengolahan

- Create Multiband File

Proses pembuatan multiband pada citra adalah menggabungkan *image* dari band-band yang terpisah (band 1, band 2, band 3, dst) menjadi satu file. Proses ini sangat penting dilakukan untuk melakukan proses pengolahan citra lebih lanjut yang membutuhkan citra multiband.

- Dark Pixel Correction

Pengambilan gambaran permukaan bumi dari satelit di angkasa harus memanfaatkan sensor. Sensor semacam itu tidak selamanya dalam kondisi paling maksimal dan sering kali mempengaruhi kebenaran data yang diambil. Untuk mengurangi efek kerusakan data karena faktor sensor ini, digunakan teknik koreksi radiometrik.

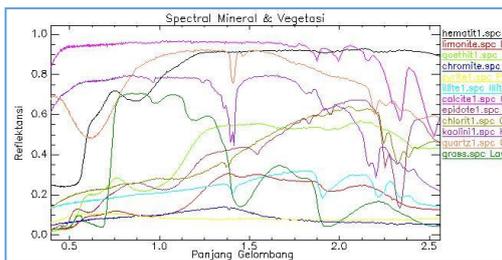
b. Pengolahan

Setelah citra dilakukan pra pengolahan, selanjutnya adalah pengolahan sebaran mineral permukaan dengan menggunakan *software ENVI 5.1* dan *Arc GIS 10.1*.

- Pengolahan citra menggunakan metode *Defoliant Technique* (Teknik Crosta) yaitu

dengan menginput masing – masing band ratio pada mineral permukaan. Hal ini berdasarkan pada analisa nilai *eigen vector* untuk mengidentifikasi komponen mana yang mengandung informasi spektral untuk material tertentu dan juga untuk menghitung kontribusi dari setiap *band* terhadap komponen utama dalam hubungannya dengan respon spektral dari material yang dimaksud. Hasil dari analisa ini ditunjukkan dengan warna terang atau gelap pada citra hasil olahan berdasarkan pada besarnya nilai *eigen vektor*. Teknik ini dapat digunakan untuk mengetahui dan membuat peta zona alterasi hidrotermal (Crosta dan Moore, 1989 dalam Novriadi 2005).

Zona alterasi hidrotermal yang dihasilkan dari citra Landsat 8 terbagi atas alterasi filik (pirit), alterasi argilik (illit, kalsit), alterasi propilitik (epidot, klorit), dan alterasi argilik lanjut (kaolinit, kuarsa). Ketika metode ini mampu diberlakukan untuk memetakan sebaran mineral yang tergolong pada zona alterasi tertentu, maka tidak menutup kemungkinan juga metode yang sama dapat dipergunakan dalam memetakan sebaran zona oksidasinya yaitu pengolahan untuk mengidentifikasi wilayah gosan dengan penciri mineral hematite, limonit, goethite, dan kromit. Kurva spektral dari masing-masing mineral dan vegetasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva Spektral Mineral dan Vegetasi

Penyusunan *ratio band* untuk *band* yang tersedia dalam citra satelit Landsat 8. Penyusunan *ratio band* ini mengikuti tata aturan dalam metode *defoliant technique* yang sebelumnya telah dijelaskan dalam bagian tinjauan pustaka.

- Pengolahan *ratio band* dengan *principal component* dengan memanfaatkan fasilitas menu transform – *principal component* pada *software* ENVI 5.1. Hasil pengolahan

principal component berupa input perbandingan rasio band untuk masing-masing mineral permukaan dapat dilihat pada tabel 1.

- Setelah tahap pengolahan *principal component* selesai, maka data selanjutnya akan diproses dengan *software* ArcGIS 10.1 untuk melakukan proses *Fuzzy* data. Data setiap mineral akan diolah dengan fungsi *Fuzzy linier*. Pada citra Landsat disederhanakan dari (antara 0-65.536) menjadi nilai data raster yang lebih sempit (antara 0-1).
- Kemudian setiap mineral yang ada dalam satu zona alterasi maupun gosan (zona oksidasi) akan digabungkan dengan operator *Fuzzy OR*.
- Gabungan keseluruhan wilayah mineral penciri akan dilakukan dengan operator *Fuzzy Gamma*.

Tabel 1. Band Ratio Mineral Permukaan

MINERAL	RASIO BAND	
Hematit	5/6	7/4
Limonit	5/6	6/7
Goethit	6/7	5/4
Kromit	3/4	6/7
Pirit	6/7	6/4
Illit	5/7	7/3
Kalsit	7/4	5/6
Epidot	5/7	6/5
Klorit	5/7	6/4
Kaolinit	5/6	6/4
Kuarsa	5/6	5/7

Pengolahan Data Vektor

1. Litologi

- Dilakukan pembobotan pada setiap litologi. Pembobotan litologi dalam penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan dua hal yang berhubungan dengan batuan intrusi (penerobos) dan batuan sekitar (sedimen yang diterobos) yang berpotensi menjadi batuan induk potensial serta data adanya mineralisasi pada daerah penelitian. Bobot ini dihasilkan melalui wawancara *geologist* lapangan, keterangan geologi daerah penelitian, dan survei secara langsung.
- Mengolah menggunakan salah satu fungsi *Fuzzy* yaitu *Fuzzy Linier* dalam *software* Arc GIS 10.1. *Fuzzy Linier* ini dipilih sebagai interpretasi penyederhanaan rentang data diskrit yang dihasilkan dari pembobotan terhadap setiap litologi menjadi range nilai 0 – 1 sehingga dihasilkan data raster yang memiliki nilai setara dengan data raster lain yang akan dilakukan proses *Fuzzy* lebih lanjut.

2. Struktur Geologi

- Dijitasi struktur geologi yang berupa patahan, urat kuarsa.
- Dilakukan *buffer* pada struktur geologi patahan meliputi sesar dan kekar. Langkah *buffer* dilakukan dengan teknik *Euclidean distance* yang tersedia dalam menu di *software* ArcGIS 10.1. Dalam penelitian ini, nilai *euclidean distance*, jarak maksimal dibatasi hingga lima ratus meter (Wiguna, 2012).
- Data hasil *buffer* dengan teknik ini kemudian dilakukan pengolahan dengan *Fuzzy linier* sehingga didapatkan rentang nilai antara 0 – 1. Nilai tersebut merepresentasikan bahwa semakin mendekati nilai 1 maka *buffer* tersebut semakin mendekati jalur struktur, sebaliknya jika nilai *Fuzzy linier* semakin mendekati 0 maka wilayah tersebut semakin jauh dari jalur struktur.

Penggabungan Operasi Fuzzy Logic

Proses integrasi ini melibatkan seluruh variabel menggunakan salah satu operator dalam *Fuzzy* yaitu *Fuzzy Gamma*. Hasil integrasi dengan operator *Fuzzy gamma* akan menghasilkan wilayah yang berpotensi dalam mineralisasi emas epitermal dengan pendekatan seluruh variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Nilai *Fuzzy* yang masuk dalam kategori tinggi adalah $>0,66$, Nilai *Fuzzy* kategori prospek sedang adalah $0,33 - 0,66$ dan nilai *fuzzy* yang masuk kedalam kategori prospek rendah adalah $0 - 0,33$.

Uji Sebaran Potensi

Uji Validasi ini dilakukan dengan meng-overlaykan titik sampel yang memiliki informasi kadar emas di permukaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Mineral Permukaan Emas Epitermal

Proporsi terbesar sebaran mineral hematit terletak di bagian tengah dari barat hingga timur, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral hematit juga terdapat dengan hanya beberapa di bagian utara dan selatan daerah kajian, terutama di Desa Langkap Jaya, Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral limonit terletak di bagian tengah dari barat hingga timur, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral limonit juga banyak terdapat

beberapa di bagian utara dan selatan daerah kajian, terutama di Desa Langkap Jaya, Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral goethit terletak di bagian utara hingga timur dan tengah ke barat daya wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral goethite juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan daerah kajian, terutama di Desa Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral kromit terletak di bagian utara hingga timur wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral kromit juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan daerah kajian, terutama di Desa Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral kalsit terletak di bagian utara hingga timur wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral kalsit juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan daerah kajian, terutama di Desa Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral epidot terletak di bagian tengah wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral epidot juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan daerah kajian, terutama di Desa Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral klorit terletak di bagian tengah wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral klorit juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan daerah kajian, terutama di Desa Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral kuarsa terletak di bagian utara hingga tengah wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral kuarsa juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan daerah kajian, terutama di Desa Waluran dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral kaolinit terletak di bagian utara hingga tengah wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral kaolinit juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan dan utara daerah kajian, terutama di Desa Waluran, Sangrawayang dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral pirit terletak di bagian utara hingga tengah wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral pirit juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan dan utara daerah kajian,

terutama di Desa Waluran, Sangrawayang dan Ciemas.

Proporsi terbesar sebaran mineral illit terletak di bagian tengah hingga selatan wilayah penelitian, terutama di desa Kertajaya dan Cihaur yang merupakan daerah eksploitasi. Selain di bagian tersebut, mineral illit juga banyak terdapat beberapa di bagian selatan daerah kajian, terutama di Desa Waluran dan Desa Ciemas.

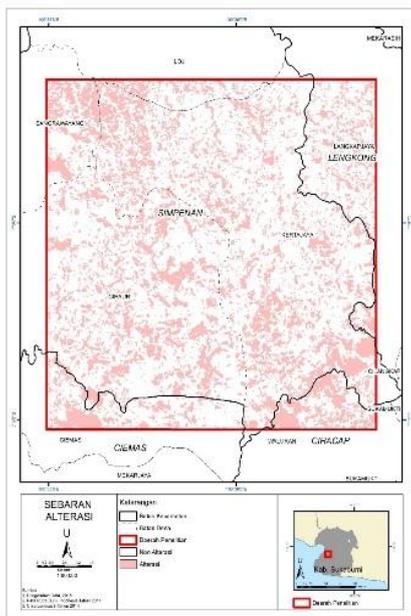


Gambar 3. Sebaran Mineral Permukaan (Hematit, Limonit, Goethit, Kromit, Kalsit, Epidot, Klorit, Kuarsa, Kaolinit, Pirit dan Illit) di daerah penelitian.

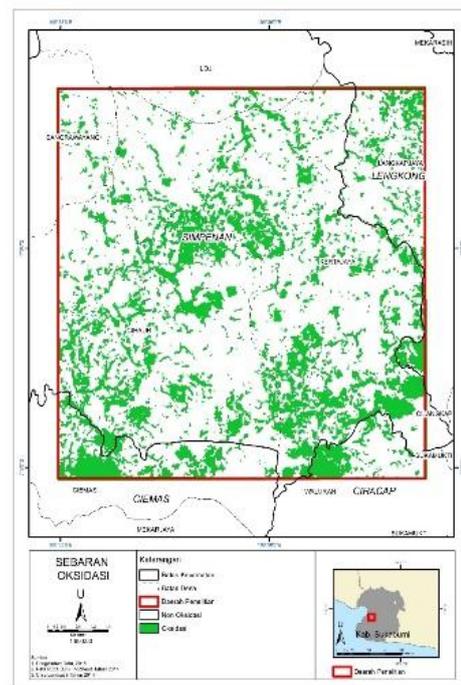
Sebaran Zona Alterasi dan Zona Oksidasi

Zona alterasi di daerah penelitian menyebar di seluruh wilayah penelitian, khususnya di bagian tengah daerah penelitian seperti terlihat pada Gambar 4.

Dari peta sebaran dan luasan, maka diketahui sebaran zona oksidasi ini memiliki luas hingga 2488 Ha yang memenuhi 25,62 % dari keseluruhan wilayah penelitian yang dilihat dari Gambar 5.



Gambar 4. Sebaran Alterasi

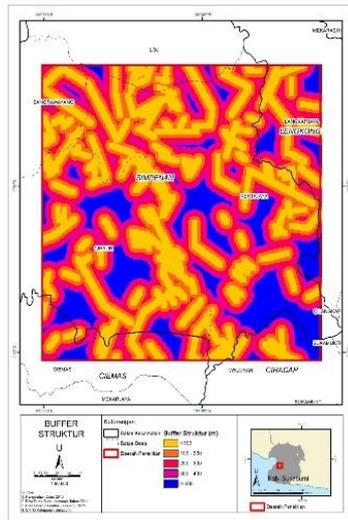


Gambar 5. Sebaran Zona Oksidasi

Sebaran Struktur Geologi dan Litologi

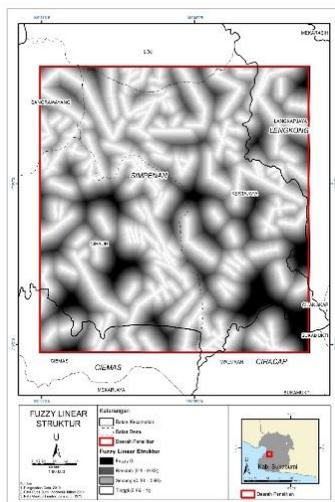
Struktur Geologi

Untuk menganalisis keberadaan mineral dari adanya struktur geologi, adalah menggunakan prinsip *buffer* atau jangkauan. Dalam penelitian ini dilakukan *buffer* hingga pada jarak lima ratus meter (Wiguna, 2012). Hasil *buffer* struktur dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Buffer Struktur Geologi

Setelah dilakukan proses *buffering* dengan *euclidean distance* kemudian dilakukan proses *Fuzzy* (*Fuzzy linier*) dengan acuan nilai terjauh sebagai nilai minimum dan nilai terdekat sebagai nilai maksimum atau dapat dideskripsikan sebagai nilai jarak lima ratus meter sebagai nilai 0 dan sebaliknya nilai jarak 0 menjadi nilai 1 pada *Fuzzy linier*. Hasil *fuzzy linear* dapat dilihat pada Gambar 7.



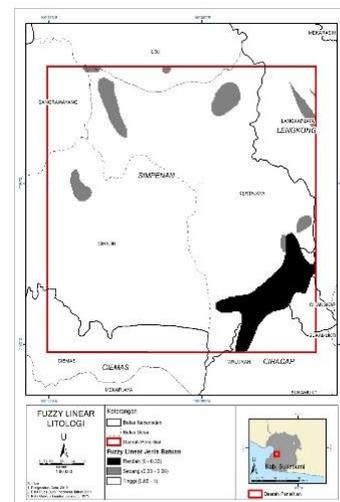
Gambar 7. Fuzzy Linear Struktur

Sebelum variabel ini diolah, untuk mengetahui pengaruh litologi dalam pembentukan emas epitermal didasarkan pada landasan teori yang didukung informasi geologi wilayah Simpenan - Ciemas serta rekomendasi kuat geologist. Kemudian dihasilkan *range* angka dari masing - masing susunan litologi atau pembobotan yaitu dari 1 - 5 (Hasil wawancara dengan geologist sekaligus pembimbing lapangan Danang Nor Arifin, S.T, dan geologist Ir. Daman Suyadi selaku penemu tambang emas di Cigaru, Oktober 2014). Bobot 5 atau semakin besar menunjukkan bobot yang semakin besar atau semakin terindikasi membawa mineral pembawa emas epitermal, dan sebaliknya bobot 1 menunjukkan bobot semakin kecil atau semakin tidak terindikasi membawa mineral pembawa emas epitermal (Tabel 2).

Tabel 2. Bobot Litologi Daerah Penelitian

Bobot	Litologi	
1	Qpot	Endapan Undak Tua
2	Tmja	Anggota Ciseureuh
3	Tmjc	Anggota Cikarang
4	Tmjv	Formasi Jampang
5	Tmcd	Dasit Cilemas

Pembobotan tersebut merupakan input yang akan *logic* yaitu *fuzzy linier*. Hasil pengolahan dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil pengolahan dengan fungsi *Fuzzy linier* menghasilkan nilai *Fuzzy* dari 0 - 1. Nilai *Fuzzy* tersebut menunjukkan asosiasi antara jenis batuan dengan mineral pembawa emas epitermal, semakin mendekati nilai *Fuzzy* 1 maka kandungan suatu batuan tertentu merupakan batuan yang mengandung beberapa mineral pembawa seperti mineral berbentuk kuarsa, pirit, kalkoripit, kaolinit dan mineral lainnya. Batuan yang mengandung mineral pembawa tersebut berupa batuan breksi dan andesit di wilayah penelitian.



Gambar 8 Fuzzy Linier Litologi

Hasil *Fuzzy linier* yang telah dilakukan, kemudian diproses menjadi tiga kelas dengan interval yang sama nilainya. Pengelasan ini dimaksudkan memberikan nilai yang setara pada keseluruhan nilai *Fuzzy* yang sebelumnya dibentuk sehingga dalam proses *Fuzzy gamma* yang dilakukan selanjutnya dalam rangka menyusun wilayah sebaran potensi deposit emas epitermal masih dilakukan dengan pendekatan se-objektif mungkin. Kelas “Tinggi” memiliki rentang nilai *Fuzzy* antara 1 – 0,667. Kelas “Sedang” memiliki rentang nilai *Fuzzy* antara 0,667 – 0,333. Sedangkan kelas “Rendah” memiliki rentang nilai *Fuzzy* antara 0,333 - 0.

Luasan setiap kelas di atas, dapat diamati bahwa luasan kelas yang mendominasi adalah kelas tinggi yang bernilai *Fuzzy* 0,66 – 1 terlihat dalam gambar berwarna cerah yang memiliki wilayah seluas 8755 Ha atau mencapai 91,72%. Kemudian kelas sedang atau bernilai *Fuzzy* 0,33 – 0,66 terlihat dalam citra berwarna keabuan yang memiliki wilayah seluas 330 Ha atau sekitar 3,46% dari keseluruhan wilayah penelitian, dan yang terakhir adalah kelas rendah yang bernilai *Fuzzy* 0 – 0,33 terlihat dalam citra berwarna gelap cenderung hitam yang memiliki wilayah seluas 459 Ha atau sekitar 4,81% dari keseluruhan wilayah penelitian, wilayah ini memiliki kecenderungan potensi paling kecil dalam mineralisasi atau keberadaan emas epitermal.

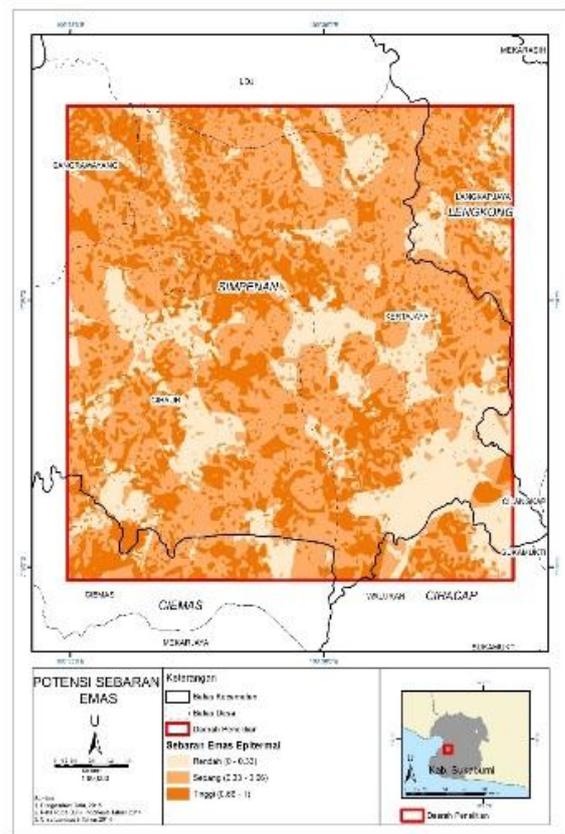
Asosiasi jenis batuan yang menunjukkan asosiasi tinggi menyebar merata di sebelah tengah penelitian meliputi Desa Kertajaya, Cihaur kearah barat daya daerah penelitian yaitu Desa Ciemas,. Di sisi lain, asosiasi jenis batuan sedang menyebar di sebelah utara daerah penelitian yang berada di utara Desa Kertajaya dan sebagian Desa Langkap Jaya, meskipun hanya berada pada beberapa bagian saja. Kemudian asosiasi yang semakin rendah ditunjukkan dengan nilai *Fuzzy* mendekati 0. Asosiasi tersebut menunjukkan bahwa kandungan dari suatu batuan tertentu tidak ada atau langkanya akan mineral pembawa endapan emas epitermal. Batuan tersebut berupa lempung, gamping, dan lain-lain. Asosiasi rendah juga menyebar di bagian tenggara wilayah penelitian yaitu di sebelah selatan Desa Kertajaya dan didominasi oleh satuan formasi Endapan Undak Tua yang berumur lebih muda.

Sebaran Wilayah potensi

Berdasarkan Gambar 9 dapat diamati bahwa luasan kelas yang mendominasi adalah kelas sedang atau bernilai *Fuzzy* 0,33 – 0,66 terlihat dalam peta berwarna oranye muda yang memiliki wilayah seluas 4711 Ha atau sekitar 48,51% dari keseluruhan wilayah penelitian. Kemudian kelas tinggi yang bernilai *Fuzzy* 0,66 – 1 terlihat dalam gambar berwarna semakin oranye gelap yang memiliki wilayah seluas 2883 Ha atau mencapai 29,69%, dan yang terakhir adalah kelas rendah

yang bernilai *Fuzzy* 0 – 0,33 terlihat dalam peta berwarna cerah cenderung putih yang memiliki wilayah seluas 2115 Ha atau sekitar 21,78% dari keseluruhan wilayah penelitian, wilayah ini memiliki potensi paling kecil dalam mineralisasi atau keberadaan emas epitermal.

Sebaran emas epitermal yang menunjukkan sebaran tinggi menyebar merata di sebelah tengah penelitian meliputi Desa Kertajaya, Cihaur kearah barat daya daerah penelitian yaitu Desa Ciemas (Gambar 9). Di sisi lain, sebaran emas epitermal sedang menyebar di seluruh daerah penelitian dari utara kearah barat daya daerah penelitian yang berada di Desa Kertajaya, Cihaur, Sangrawayang hingga Desa Ciemas (Gambar 9). Kemudian sebaran emas epitermal yang semakin rendah ditunjukkan dengan nilai *Fuzzy* mendekati 0. Sebaran emas epitermal rendah juga menyebar di bagian tenggara wilayah penelitian yaitu di sebelah selatan Desa Kertajaya yang berdasarkan hasil pengolahan data, tidak menghasilkan potensi yang signifikan sesuai yang telah dikategorikan (Gambar 9).



Gambar 9 Potensi Sebaran Emas Epitermal

Uji Wilayah Potensi

Sebelum pada pembahasan uji validasi, berikut dijelaskan mengenai titik sampel kadar emas permukaan yang tersedia. Jumlah titik sampel dari parit uji yang pernah dilakukan dalam daerah penelitian sejumlah 79 titik berupa data primer dan sekunder yang berasal dari Puslitbang LIPI Jampangkulon berjumlah 18 titik dan data yang di dapat dari hasil plotting ketika survey lapangan sejak Oktober 2014 berjumlah 61 titik. Jumlah tersebut seluruhnya menyebar di daerah eksplorasi. Kadar kandungan unsur eams (Au) pada titik sampel di daerah penelitian di bagi menjadi tiga kelas saja berdasarkan sebaran data yaitu kadar prospek tinggi (>1 ppm), prospek sedang (0,5 – 1 ppm) dan kadan prospek rendah (<0,5 ppm). Penentuan kelas ini berdasarkan pada keputusan perusahaan yang sebelumnya juga telah dibahas pada metodologi.

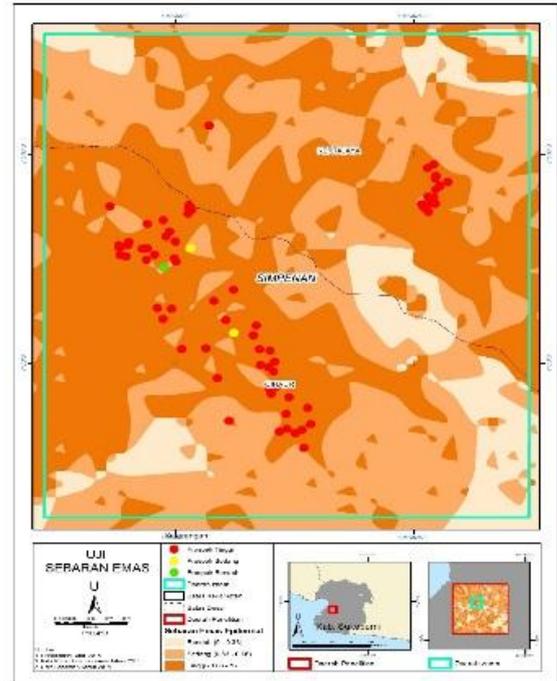
Overlay data titik sampel dengan sebaran emas epitermal merupakan salah satu uji validasi untuk mengetahui sebaran potensi deposit emas epitermal. Hasil dari overlay tersebut dapat diamati pada tabel 3 di bawah.

Tabel 3. Perbandingan Titik Sampel Dan Wilayah Potensi

Wilayah Potensi	Kelas Titik			Akurasi (%)
	Prospek Tinggi (>1 ppm)	Prospek Sedang (0,5 - 1 ppm)	Prospek Rendah (<0,5 ppm)	
Potensi Tinggi	72	3	0	96%
Potensi Sedang	0	2	0	100%
Potensi Rendah	0	1	1	50%

Dari hasil overlay didapatkan bahwa pada wilayah potensi tinggi terdapat 75 titik samel. Dari 72 titik sampel merupakan kelas titik sampel prospek tinggi (>1 ppm) dan 3 kelas titik sampel merupakan prospek sedang (0,5 – 1 ppm). Secara statistic sederhana, hasil akurasi untuk wilayah potensi tinggi yang di-overlay-kan dengan titik dengan kelas prospek mencapai 96%. Kemudian pada wilayah potensi sedang terdapat 2 titik sampel. Dari 2 titik sampel merupakan prospek sedang (0,5 – 1 ppm), seluruhnya berada tepat di wilayah prospek sedang. Perhitungan sederhana ini menghasilkan tingkatan akurasi 100%. Kemudian pada wilayah potensi rendah terdapat 2 titik sampel, 1 titik sampel merupakan titik sampel prospek sedang (0,5 – 1 ppm), dan 1 titik lainnya merupakan titik sampel prospek rendah (<0,5 ppm). Perhitungan sederhana ini menghasilkan tingkatan akurasi 50%. Artinya pada model sebaran wilayah potensi deposit emas epitermal yang diolah berdasarkan kompilasi data pada penelitian ini

masih memungkinkan untuk diterima hasilnya. Berdasarkan survei lapang, sampel yang menampal kurang tepat pada kurang potensi tersebut dimungkinkan terjadi karena banyak faktor yang mempengaruhi, salah satunya adalah batasan litologi dalam pengolahan data merupakan batasan litologi yang masih regional dari peta geologi lembar Jampang dengan skala 1:100.000. Artinya jarak dari masingmasing batas litologi tersebut masih mungkin terjadi kekurang-presisian deliniasi sepersis di lapangan hingga radius sekitar 1 km.



Gambar 10. Uji Sebaran Emas Epitermal

6. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan di sekitar wilayah Simpenan - Ciemas ini menyimpulkan bahwa sebaran deposit emas epitermal pada wilayah penelitian ini menyebar mengikuti arah sebaran struktur geologi. Sebaran potensi tinggi menyebar di bagian tengah dan barat daya lokasi, sedangkan potensi rendah menyebar di bagian tenggara wilayah penelitian. Sebaran potensi tinggi merupakan wilayah yang berada pada zona alterasi dan zona oksidasi yang kaya mineral pembawa endapan emas epitermal dan semakin dekat dengan struktur geologi sesar. Selain itu memiliki kadar kandungan emas dalam setiap titik bor >1 ppm. Sedangkan sebaran potensi rendah merupakan daerah yang tidak berada dalam zona alterasi dan oksidasi atau merupakan daerah yang tidak adanya mineral pembawa mineral emas epitermal serta memiliki kadar kandungan emas yang rendah <0,5 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat rahmat dan karunia Allah SWT. Bapak Drs. Supriatna, M.T. dan Bapak Drs. Frans Sitanala, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dalam penulisan skripsi ini. Kedua Orangtua penulis yang senantiasa memberi doa dan dukungan penuh kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Para staff di beberapa instansi yang telah memberikan data, serta pihak-pihak lain yang turut membantu selama proses penyusunan skripsi ini.

DAFTAR ACUAN

- [1]. Ardiansyah. 2014. *Pengolahan Citra Satelit Menggunakan Envi 5.1 (Teori Dan Praktek)*. Bogor.
- [2]. Bammelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. 1A. The Hague, Martinus Nijhoff.
- [3]. Corbett, G.J. dan Leach, T.M. 1997. *Southwest Pacific Rim Gold / Copper System : Structure, Alateration and Mineralitation*. A Workshop Presented for the Society of Exploration eochemist. Townsville.
- [4]. Faeyumi. 2012. *Sebaran Potensi Emas Epitermal Di Areal Eksploitasi Pt Antam Unit Geomin, Tbk Kecamatan Nanggung Kabupaten Bogor*. Jurusan Geografi Universitas Indonesia. Depok.
- [5]. NASA. Landsat Science. [<http://landsat.gsfc.nasa.gov>] diakses pada 15.00 WIB, 18 September 2014
- [6]. Novriadi, 2005. *Penerapan Metode Fuzzy Logic dalam Pemetaan Potensi Mineralisasi Emas Epitermal di Pulau Flores, NTT dengan Menggunakan SIG*. Program Studi Rekayasa Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [7]. Paraditya, Rangga dan Hery, Taufik P. 2012. *Pemanfaatan Citra Landsat 7 ETM+ Untuk Pemetaan Potensi Mineralisasi Emas Di Kawasan Gunung Dodo, Kabupaten Sumbawa, NTB*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- [8]. Parington, Gregor Alan. 2000. *Mineral Exploration in the Drummond Basin North Queensland, Using Spatial Analysis in a GIS*. The 12th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Center. University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- [9]. Rajesh. 2004. *Application of Remote Sensing and GIS in Mineral Resource Mapping - An Overview*. Australia: University of Queensland.
- [10]. Rojash. 2003. *Predictive Mapping of Massive Sulphide Potential in The Western Part of The Escambray Terrain, Cuba*. International Institute for Geo- Information Science and Earth Observation. Netherland.
- [11]. Sabil, Ibni. 2013. *Sebaran Potensi Deposit Emas Epitermal, (Studi Kasus Area Eksplorasi PT. Intan Prima Metalindo, Kabupaten Kupang)*. Jurusan Geografi Universitas Indonesia, Depok.
- [12]. Soebowo, Eko. 1989. *Penelitian Unsur Au Pada Urat Kuarsa Termineralisasi di Daerah Cimanggu, Jampang Kulon, Jawa Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geoteknologi LIPI.
- [13]. Soemarno, S., dkk. 1981. *Penelitian Geofisika Terpadu di Daerah Mineralisasi Cigaru – Jampang Kulon, Jawa Barat*. Riset Jilid 4, No.1, LGPN – LIPI, hal. 32 – 46.
- [14]. Sugeng. 2005. *Kajian Analisis kelurusan Struktur Dengan Citra Landsat Digital Untuk Eksplorasi Mineralisasi Emas Di Daerah Bayah, Kabupaten Lebak, Jawa Barat*. Dalam: *Makalah Pertemuan Ilmiah tahunan MAPIN XIV*. Surabaya, 14 -15 September 2005.
- [15]. Sukamto, R. 1975. *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa Skala 1: 100.000*. Direktorat Geologi Indonesia, Bandung
- [16]. Sukandarrumidi. 2007. *Geologi Mineral Logam*. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.
- [17]. Suparka, S. 1980. *Perkembangan Tektonik Daerah Jampang, Jawa Barat Berdasarkan Pengamatan Struktur Geologi, Teknologi Indonesia – LIPI Jilid III, No.1, hal. 17 – 33*.
- [18]. Suwiyanto, dkk. 1987. *Structure Control for Epithermal Gold Mineralization in the Bayah and Jampang Blocks, West Java*. Proceedings ARS. LIPI
- [19]. Tampubolon, A. 2006. *Eksplorasi Emas di Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi. Proceeding Pemaparan Hasil-Hasil Kegiatan Lapangan dan Non- Lapangan*. Pusat Sumberdaya Geologi. Bandung.
- [20]. Wicaksono, Aji et al. 2014. *Laporan Kuliah Kerja Lapang 1 Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat*. Jurusan Geografi Universitas Indonesia, Depok
- [21]. White, N. C. dan Hedenquist, J.W. 1996. *Epithermal Gold Deposits : Style, Characteristics, and Exploration*. Society of Resource Geology. Tokyo.
- [22]. Widodo. 2004. *Laporan Hasil Kegiatan Ekplorasi Bahan Galian Logam Mulia dan Logam Dasar pada wilayah Penugasan Pertambangan, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral di Daerah Tepungsari sekitarnya, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur*.
- [23]. Wiguna, Sesa. 2012. *Sebaran Potensi Deposit Emas Epitermal di Cibaliung*.

Pandeglang-Banten. Jurusan Geografi
Universitas Indonesia. Depok.

[24]. Zadeh, L.A., 1993, *Fuzzy sets Information Control*. Department of Electrical Engineering University California, California.

Kerentanan wilayah terhadap banjir bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

Ratih Utami Khairana¹, Sobirin² dan Tuty Handayani

¹Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424
ratih.utami@ui.ac.id

Abstrak

Fenomena banjir bandang terjadi di wilayah sekitar daerah-daerah aliran sungai yang muaranya terdapat di pesisir barat Kabupaten Sukabumi yaitu DAS Ci Solok, Ci Maja, dan Ci Sukawayana karena memiliki kondisi kelerengan yang kontras. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui wilayah bahaya dan kerentanan terhadap banjir bandang. Konsep kerentanan ditinjau dari aspek keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif. Kerentanan wilayah terhadap banjir bandang dikaji secara spasial dan dilakukan pembobotan dengan menggunakan metode AHP atas daerah terlanda, penggunaan tanah, kepadatan penduduk, wilayah ketinggian, penduduk usia rentan, kualitas bangunan, keberadaan vegetasi, tingkat pendidikan, dan sosialisasi mitigasi. Berdasarkan hasil analisis data, diketahui bahwa karakteristik banjir bandang sangat mempengaruhi tingkat bahaya banjir bandang. Wilayah dengan kelas kerentanan rendah dan sedang memiliki tingkat keterpaparan dan tingkat kapasitas adaptif yang cenderung berimbang. Sedangkan kelas kerentanan tinggi memiliki tingkat sensitivitas dan tingkat kapasitas adaptif yang berimbang.

Kata Kunci: Kerentanan wilayah, Banjir Bandang, Daerah Bahaya, Metode AHP

Abstract

Flash flood phenomenon in Sukabumi take place around water catchment areas which rivers stream down to the western coast that has contrast level of slopes, such as Ci Solok, Ci Maja, and Ci Sukawayana catchment areas. This research aim to find out danger zone and spatial vulnerability of flash flood. The vulnerability concept is assessed from three aspects such as exposure, sensitivity, and adaptive capacity. Region vulnerability of flash zone is viewed from spatial perspective with scoring using AHP method upon affected areas, land use, population density, elevation, susceptible age population, building quality, vegetation, education level, and mitigation awareness (socialization). This analysis shows characteristics of the flash flood affecting dangerousness level of flash flood. Areas with low and medium level of vulnerability have balanced level of exposure and adaptive capacity. Furthermore, areas with high vulnerability level have reversed relationship in exposure and adaptive capacity. Areas with low vulnerability level have reversed relationship in sensitivity and adaptive capacity.

Keywords: Vulnerability region, Floods, Hazard Areas, AHP method

1. PENDAHULUAN

Banjir bandang adalah banjir yang terjadi secara tiba-tiba dan berlangsung dengan dahsyat beberapa waktu setelah hujan lebat (dalam kisaran waktu beberapa menit hingga beberapa jam) dalam waktu singkat di sebagian daerah aliran sungai (DAS) atau alur sungai yang sempit di bagian hulu (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012). Tingginya curah hujan serta rendahnya daya tampung badan sungai dalam menahan laju air kerap kali menjadi pemicu terjadinya banjir bandang. Banjir bandang ini dicirikan dengan cepatnya kenaikan muka air sungai/saluran. Kabupaten Sukabumi merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang tidak jarang mengalami banjir bandang. Fenomena banjir bandang terjadi di wilayah sekitar daerah-daerah aliran sungai yang muaranya terdapat di pesisir barat Kabupaten Sukabumi yaitu DAS Ci Solok, Ci

Maja, dan Ci Sukawayana. Kejadian banjir bandang yang terjadi di Cisolak selain menelan korban jiwa, juga menimbulkan kerugian harta benda sehingga banjir bandang menjadi suatu bencana. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada tanggal 30 Januari 2010, Kabupaten Sukabumi mengalami bencana banjir bandang yang berdampak seorang warganya meninggal. Dari keterangan yang diperoleh melalui Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sukabumi, hampir setiap tahun pada tahun 2011, 2012, 2013 setidaknya terjadi bencana banjir bandang dari Kecamatan Cisolak hingga Kecamatan Pelabuhanratu yaitu di Desa Citarik, Cicadas, Cikelat, Pasirbaru, Cikadu, Cibodas, dan Cisolak. Kejadian banjir bandang tersebut biasa terjadi pada bulan Januari hingga Maret (BPBD Kabupaten Sukabumi, 2014). Penelitian mengenai kerentanan wilayah terhadap

banjir bandang ini dianalisis menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) karena variabel yang digunakan dalam penelitian ini belum ada bobot kepentingannya. Oleh karena itu daerah aliran sungai yang bermuara di pesisir barat Kabupaten Sukabumi perlu dilakukan kajian untuk mengetahui bagaimana persebaran kerentanan wilayah terhadap banjir bandang yang ditinjau melalui aspek keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif. Pengkajian kerentanan wilayah ini merupakan upaya dalam mitigasi bencana untuk meminimalkan dampak dari banjir bandang.

2. RUMUSAN MASALAH

Bagaimana wilayah bahaya banjir bandang dan kerentanan wilayahnya terhadap banjir bandang di DAS yang terdapat di pesisir barat Kabupaten Sukabumi?

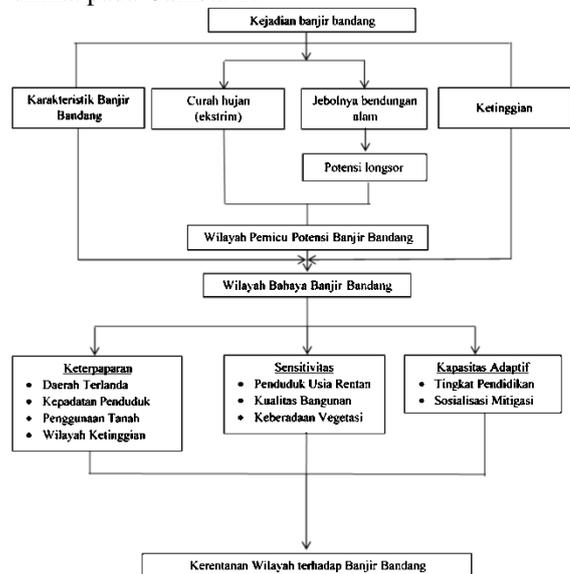
3. BATASAN PENELITIAN

1. Wilayah penelitian berada pada pesisir barat Kabupaten Sukabumi, yaitu DA Ci Solok, Ci Maja, dan Ci Sukawayana.
2. Banjir bandang merupakan kejadian banjir yang dicirikan dengan cepatnya kenaikan muka air sungai yang dipicu oleh longsor setelah hujan lebat (Adi, 2013).
3. Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP No. 38 Tahun 2011).
4. Curah hujan ekstrem yang dimaksud adalah curah hujan yang memiliki intensitas di atas 50 mm/hari (Peraturan BMKG No. SK.38/KT.104/KB/BMG-2006 tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan, Penyandian, Pelaporan dan Pengarsipan Data Meteorologi Permukaan).
5. Kerentanan didefinisikan sebagai ketidakmampuan sesuatu dalam menghadapi dampak buruk hingga akhirnya rusak (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2001). Kerentanan dalam penelitian ini ditinjau dari aspek keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif.
6. Keterpaparan merupakan sifat alam dan ukuran suatu sistem yang tidak terlindungi terhadap gangguan (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2001).
7. Sensitivitas dijadikan sebagai ukuran dimana suatu sistem terpengaruh sehingga mengalami kerugian (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2001).

8. Kapasitas adaptif menunjukkan kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan penyesuaian terhadap gangguan sehingga potensi dampak negatif dapat diminimalkan dan dampak positif dapat dimaksimalkan (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2001).
9. SINMAP (*Stability Index Mapping*) merupakan program ekstensi dari ArcGIS yang mengimplementasikan perhitungan dan pemetaan indeks stabilitas lereng berdasarkan informasi geografis, terutama data elevasi digital (Pack, 2005).
10. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengambil keputusan melalui pembobotan masing-masing kriteria dalam penelitian dengan memanfaatkan persepsi pakar atau informan yang dianggap ahli sebagai input utamanya.

3. METODE PENELITIAN

Wilayah penelitian terletak pada 6° 49' – 6° 58' Lintang Selatan dan 106° 24' – 106° 33,5' Bujur Timur meliputi tiga DAS, yaitu DA Ci Solok, DA Ci Maja, dan DA Ci Sukawayana. Secara pemerintahan, wilayah penelitian berada pada tiga kecamatan di Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Kecamatan tersebut yaitu Kecamatan Cisolak, Kecamatan Cikakak, dan Kecamatan Pelabuhanratu. luas ketiga DAS tersebut adalah 175,21 km² atau 4,15% dari keseluruhan luas Kabupaten Sukabumi. Alur pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua tipe data yang diperlukan yaitu data primer dan sekunder. Data primer adalah data kuisioner AHP yang diisi oleh para ahli dan kuisioner Sedangkan data sekunder yang didapat dari beberapa instansi dapat dilihat pada Tabel 1. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan antara lain :

- Daerah terlanda (bahaya)
- Kepadatan Penduduk
- Penggunaan Tanah
- Wilayah Ketinggian
- Penduduk Usia Rentan
- Kualitas Bangunan
- Keberadaan Vegetasi
- Tingkat Pendidikan
- Sosialisasi Mitigasi

Tabel 1. Data Penelitian

No	Jenis Data	Bentuk		Sumber Data
		Tabular	Spasial	
1.	Daerah Terlanda Banjir Bandang	√		BPBD Kabupaten Sukabumi
2.	Karakteristik Banjir Bandang <ul style="list-style-type: none"> • kedalaman landaan banjir bandang • durasi landaan banjir bandang • material yang terbawa 	√		Hasil survey lapang dan wawancara penduduk yang terlanda banjir bandang.
3.	Administrasi wilayah penelitian, jalan, dan sungai		√	Badan Informasi Geospasial dalam bentuk shapefile berupa polygon dan line.
4.	Data Kontur		√	Badan Informasi Geospasial dalam bentuk shapefile berupa line dengan skala 1:25.000.
5.	Penggunaan Tanah		√	Badan Pertanahan Nasional dalam bentuk shapefile berupa polygon.
6.	Data Kependudukan <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah Penduduk • Jumlah Penduduk Usia Rentan 	√		Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi berdasarkan sensus penduduk 2010.

	Tingkat Pendidikan			
7.	Kualitas Bangunan	√		Kecamatan dalam angka, Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi.
8.	Sosialisasi Mitigasi	√		Hasil wawancara penduduk yang terlanda banjir bandang.
9.	Keberadaan Vegetasi		√	Buffer 100 m dari sungai

Adapun proses pengolahan data yang telah terkumpul adalah sebagai berikut:

1. Menghitung potensi longsor menggunakan metode SINMAP melalui data kontur yang kemudian diubah menjadi data raster ketinggian. Perhitungan potensi longsor ini menggunakan *software* ArcView 3.3. Langkah pertama adalah mengaktifkan SINMAP pada jendela ekstensi yang dibuka melalui *toolbar file*. Kemudian memulai proses SINMAP dengan memilih menu *Add Theme* untuk memasukkan data *feature*. Setelah menambahkan data kontur, gunakan *create TIN* pada *toolbar Surface* kemudian pilih berdasarkan kontur. Untuk dapat memproses SINMAP dibutuhkan data DEM sehingga data TIN tersebut harus dikonversi menjadi DEM dengan memilih menu *Convert to Grid*. Setelah memasukkan data DEM wilayah penelitian dalam bentuk raster, dilakukan pengisian kalibrasi dengan nilai kalibrasi pada SINMAP:
 - *ST/R (lower bound)*. *Default value*: 2000
 - *T/R (upper bound)*. *Default value*: 3000
 - *Dimensionless Cohesion (lower bound)*. *Default value*: 0.0
 - *Dimensionless Cohesion (upper bound)*. *Default value*: 0.25
 - *Phi [degrees] (lower bound)*. *Default value*: 30°
 - *Phi [degrees] (upper bound)*. *Default value*: 45°
 - *Soil Density*. *Default value*: 2000 kg/m³
 Kemudian dilakukan pengklasifikasian indeks stabilitas sesuai Tabel 2.1 dengan memilih menu *Reclassify*. Hal ini dilakukan agar indeks stabilitas dapat dikonversi ke dalam bentuk *shapefile*.
2. Menentukan wilayah pemicu potensi banjir bandang dengan *overlay* stabilitas tanah dan curah hujan ekstrim. Kemudian untuk menentukan tingkat bahaya banjir bandang

dengan cara *overlay* wilayah pemicu potensi banjir bandang dan karakteristik banjir bandang yang dilihat melalui lama landaan banjir bandang, tinggi landaan banjir bandang, dan material yang terbawa.

3. Data penggunaan tanah diidentifikasi kerawannya terhadap banjir bandang.
4. Mengolah data jumlah penduduk menjadi peta kepadatan penduduk dengan melakukan digitasi rumah di wilayah bahaya banjir bandang kemudian diasumsikan jumlah hunian per rumah adalah 5 jiwa sehingga didapatkan asumsi jumlah penduduk tiap hektarnya.
5. Data jumlah penduduk usia rentan diasumsikan dengan menggunakan perumusan berikut:

$$\frac{\text{jumlah penduduk di wilayah bahaya}}{\text{jumlah penduduk di desa}} \times \text{jumlah penduduk usia rentan di desa}$$

6. Kualitas bangunan diasumsikan melalui perumusan sebagai berikut:

$$\frac{\text{jumlah bangunan di wilayah bahaya}}{\text{jumlah bangunan di desa}} \times \text{jumlah bangunan tidak permanen di desa}$$

7. Keberadaan vegetasi dilakukan *buffer* 100 meter dari sungai kemudian dihitung luasan vegetasi (hutan dan kebun) lalu dipersentasekan terhadap luas keseluruhan yang terdapat dalam jangkauan 100 meter tersebut.
8. Tingkat pendidikan diasumsikan dengan perumusan berikut :

$$\frac{\text{jumlah penduduk di wilayah bahaya}}{\text{jumlah penduduk di desa}} \times \text{jumlah penduduk berpendidikan dasar di desa}$$

9. Sosialisasi mitigasi dilihat melalui ada atau tidaknya kegiatan sosialisai mitigasi banjir bandang di suatu daerah aliran yang diperoleh dari hasil wawancara.
10. Kerentanan wilayah terhadap banjir bandang dilakukan melalui klasifikasi tingkat kerentanan dengan menggunakan metode AHP. Proses ini dilakukan dengan melakukan pembobotan melalui beberapa tahapan, yaitu:

- hasil kuisioner dari para pakar dibuat matriks untuk memperoleh bobot dari masing-masing kriteria. Kuisioner diisi menggunakan skala 1-9 dimana skala 1 menunjukkan tingkat kepentingan dari beberapa kriteria sama penting sedangkan semakin tinggi tingkat kepentingannya ke angka 9. Skala banding secara berpasangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala Banding secara Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Kedua elemen sama penting
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari yang lain
5	Elemen yang satu lebih penting dari yang lain

7	Satu elemen jelas lebih penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak lebih penting dari elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan
Kebalikan	Kebalikan nilai tingkat keputusan dari skala 1-9

Sumber : Saaty, 1991 dalam Ristyia 2012

- masukan hasil kuisioner ke dalam perangkat lunak *Expert Choice* dalam bentuk *matriks pairwise comparison* dengan inkonsistensi kurang dari 0,1 sehingga matriks dikatakan konsisten.
- masing-masing aspek yaitu keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif dilakukan pembobotan setiap parameternya untuk mengetahui besaran peranannya dalam kerentanan.
- setelah mendapatkan bobot setiap parameter, dilakukan pengalihan terhadap skala tingkatannya (rendah, sedang, dan tinggi) sehingga dapat diperoleh nilai skornya.
- untuk menentukan skor kerentanan wilayah terhadap banjir bandang dilakukan dengan mengalikan jumlah skor pada masing-masing aspek hasil pembobotan tiap parameter dengan skor aspek tersebut dalam kerentanan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Banjir Bandang

Berdasarkan hasil survey lapang dengan cara melakukan wawancara penduduk di wilayah penelitian diketahui karakteristik banjir bandang yang ditinjau melalui tinggi landaan, lama landaan, dan material yang terbawa. Hasil wawancara penduduk mengenai karakteristik banjir bandang di setiap daerah aliran dalam wilayah penelitian ini terangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman Hasil Wawancara Penduduk

Karakteristik Banjir Bandang	Ci Solok	Ci Maja	Ci Sukawayana
Lama landaan	3 – 4 jam	2 – 3 jam	2 – 3 jam
Tinggi landaan	0,5 – 1 meter	1 – 2 meter	2 – 3 meter
Material yang terbawa	Pasir	Batu	Batang pohon

Sumber: Survey lapang, 2015

4.2. Bobot Parameter Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan masukan para ahli, diperoleh bobot dari setiap aspek yang mempengaruhi kerentanan. Sensitivitas memiliki peranan yang paling besar dibanding aspek keterpaparan dan kapasitas adaptif dalam kerentanan wilayah terhadap banjir bandang dengan persentase sebesar 46%. Aspek keterpaparan memiliki persentase sebesar 33% dalam mempengaruhi kerentanan yang berarti merupakan aspek terpenting kedua setelah aspek sensitivitas. Aspek yang memiliki kepentingan paling akhir adalah kapasitas adaptif dengan persentase sebesar 21%.



Gambar 2. Bobot Aspek Keterpaparan

Dari ketiga faktor yang digunakan dalam penelitian ini, masing-masing memiliki parameter yang memiliki prioritas. Pada aspek keterpaparan, parameter yang paling berpengaruh adalah kepadatan penduduk dengan persentase sebesar 39,4%. Kemudian parameter daerah bahaya yang selanjutnya dianggap penting dengan persentase sebesar 30,8%. Parameter selanjutnya yang dianggap penting adalah penggunaan tanah dengan komposisi persentase sebesar 18,5%. Kemudian parameter yang paling akhir dianggap penting adalah wilayah ketinggian dengan persentase sebesar 11,3%.

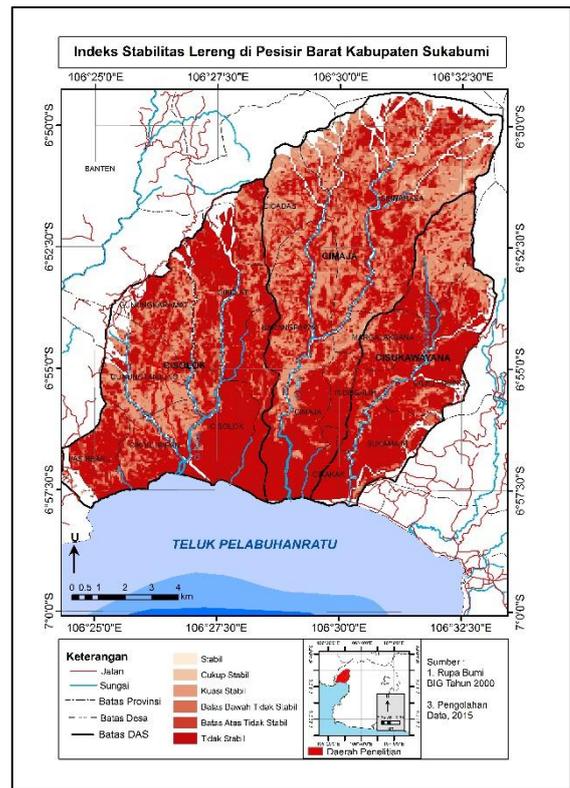
Sedangkan untuk aspek sensitivitas, penduduk usia rentan merupakan parameter yang paling diprioritaskan dengan persentase sebesar 42,7%. Kemudian yang selanjutnya dianggap penting adalah keberadaan vegetasi di sempadan sungai dengan persentase sebesar 31,6%. Terakhir parameter yang dianggap penting dalam aspek sensitivitas adalah parameter kualitas bangunan dengan persentase sebesar 25,7%.

Untuk kapasitas adaptif, kriteria yang paling berpengaruh adalah tingkat pendidikan dengan persentase sebesar 53,6%. Selanjutnya yang dianggap penting dalam aspek kapasitas adaptif adalah parameter sosialisasi mitigasi dengan persentase sebesar 46,4%.

4.3. Wilayah Bahaya Banjir Bandang

Mengingat banjir bandang dapat terjadi karena dipicu oleh curah hujan ekstrim dan jebolnya bendungan alam yang berpotensi longsor, maka wilayah bahaya banjir bandang diperoleh melalui *overlay* frekuensi hari hujan ekstrim dan indeks stabilitas lereng melalui olahan SINMAP yang menghasilkan wilayah pemicu potensi banjir bandang kemudian di-*overlay* kembali dengan karakteristik banjir bandang. Berdasarkan hasil olahan SINMAP menunjukkan bahwa wilayah penelitian didominasi oleh tanah yang memiliki stabilitas daerah dengan tingkat kestabilan lereng

yang tidak stabil. Hal ini dapat dilihat melalui Gambar 3.



Gambar 3. Indeks Stabilitas Lereng di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

Kemudian selain ditinjau dari olahan SINMAP tersebut, untuk melihat wilayah pemicu potensi banjir bandang dilihat juga melalui rata-rata frekuensi hari hujan ekstrim per tahun. Hari hujan ekstrim yang dimaksud adalah jumlah hari yang memiliki curah hujan di atas 50 mm. Frekuensi hari hujan ekstrim dari tahun 2010 hingga 2014 dapat dilihat melalui Tabel 4.

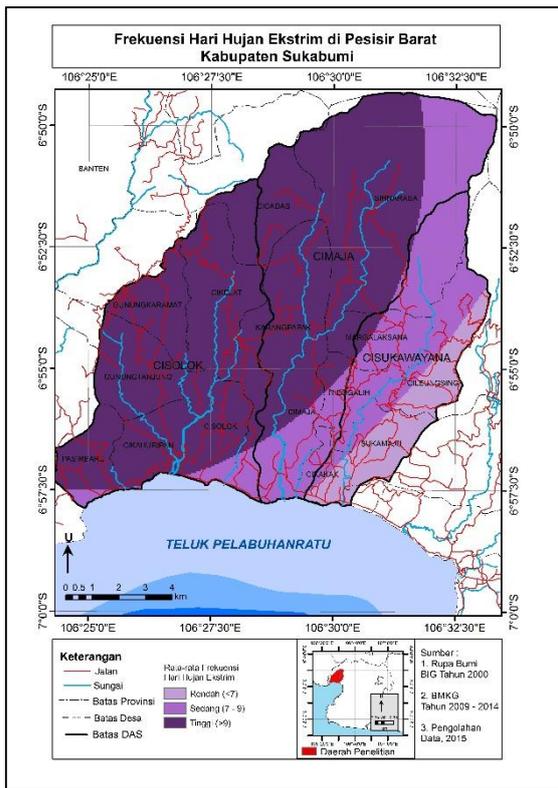
Tabel 4. Frekuensi Hari Hujan Ekstrim

Stasiun Hujan	Frekuensi Hari Hujan Ekstrim					Rata-rata
	2010	2011	2012	2013	2014	
Ciaul	19	8	0	0	4	6.2
Cikelat	10	7	13	9	15	10.8
Cisalada	20	5	9	11	9	10.8
Citarik	0	4	0	3	0	1.4
Cimandiri	7	2	10	3	4	5.2
Situ Mekar	8	6	11	5	11	8.2

Sumber: Pengolahan Data BPSDA Kabupaten Sukabumi, 2015

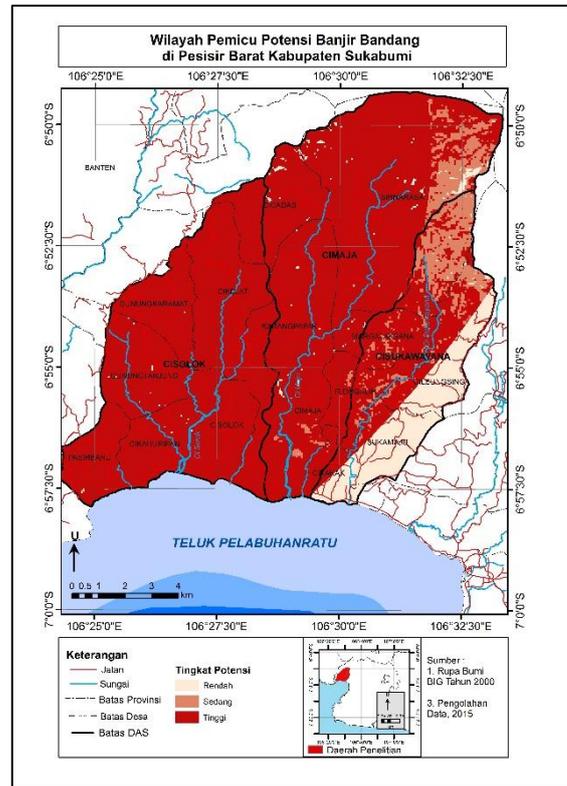
Nilai rata-rata frekuensi hari hujan ekstrim tersebut kemudian diinterpolasi untuk melakukan estimasi nilai pada wilayah sehingga terbentuk sebarannya pada seluruh wilayah. Interpolasi yang digunakan adalah Inverse Distance Weighted (IDW). Hasil interpolasi dibedakan menjadi tiga

kelas, yaitu rendah (<7), sedang (7 - 9), dan tinggi (>9) yang dapat dilihat melalui Gambar 4.



Gambar 4. Frekuensi Hari Hujan Ekstrem di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

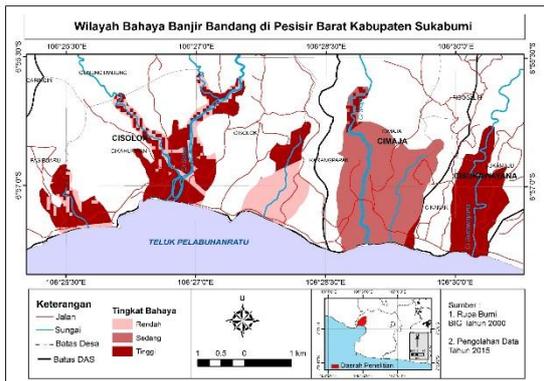
Berdasarkan data stabilitas tanah dan rata-rata frekuensi hari hujan ekstrem selama 5 tahun (2010 – 2014), maka diperoleh wilayah yang berpotensi memicu terjadinya banjir bandang. Kemudian wilayah pemicu potensi banjir bandang tersebut diklasifikasi sehingga terdapat dua kelas, yaitu berpotensi tinggi, sedang, dan rendah terhadap banjir bandang. Wilayah pemicu potensi banjir bandang dapat dilihat melalui Gambar 5.



Gambar 5. Wilayah Pemicu Potensi Banjir Bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

Dari hasil survey lapang, kejadian banjir bandang hanya terjadi di daerah hilir daerah aliran sungai sehingga hasil klasifikasi hanya dilihat di daerah hilir. Daerah hilir yang dimaksud adalah daerah yang memiliki ketinggian hingga 100 meter di atas permukaan laut. Selain itu, jarak dari sungai juga berperan dalam menentukan wilayah bahaya banjir bandang. Berdasarkan hasil wawancara dengan penduduk, rumah yang letaknya lebih dari 500 meter dari sungai tidak mengalami banjir bandang sehingga jarak dari sungai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 500 meter. Klasifikasi tingkat bahaya banjir bandang berdasarkan hasil overlay dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Daerah yang memiliki tingkat bahaya paling tinggi adalah DA Ci Sukawayana. Hal ini karena DA Ci Sukawayana memiliki karakteristik banjir bandang yang tinggi meskipun potensinya rendah. Sedangkan DA Ci Maja memiliki tingkat bahaya banjir bandang sedang, mengingat DA Ci Maja memiliki rata-rata frekuensi hari hujan ekstrem yang termasuk klasifikasi sedang (7 – 9) dan indeks stabilitas lereng yang cenderung tidak stabil. DA Ci Solok memiliki wilayah bahaya banjir bandang yang cukup variatif. Ada beberapa wilayah di DA Ci Solok yang termasuk ke dalam tingkat bahaya rendah dan ada pula wilayah yang memiliki tingkat bahaya banjir bandang tinggi. Hal ini karena DA Ci Solok memiliki rata-rata frekuensi hari hujan ekstrem yang termasuk klasifikasi tinggi (>9), tapi stabilitas lerengnya cukup beragam. Terlihat bahwa tidak sedikit

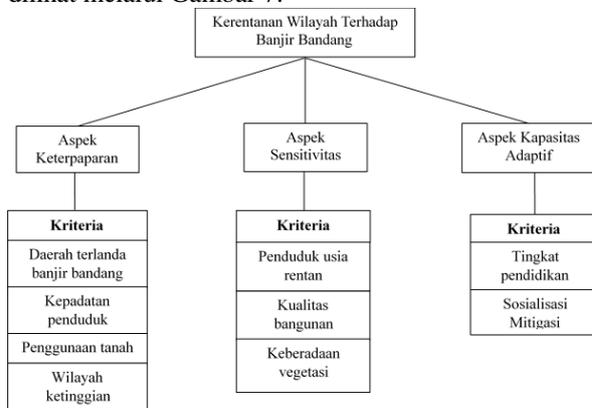
wilayah di DA Ci Solok yang memiliki indeks stabilitas lereng kuasi stabil (stabil terkondisi).



Gambar 6. Wilayah Bahaya Banjir Bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

4.4. Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang

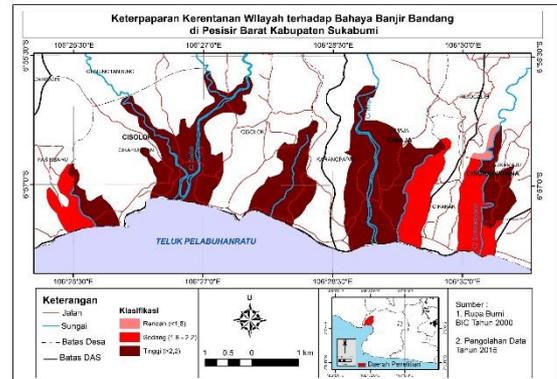
Penelitian ini memiliki struktur hirarki yang terdiri dari tiga tingkatan. Tingkatan pertama merupakan tujuan yaitu Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang di pesisir barat Kabupaten Sukabumi. Kemudian tingkatan kedua adalah aspek strategi yang digunakan dalam menentukan kerentanan yaitu keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif. Sedangkan tingkatan ketiga merupakan kriteria kebijakan dalam kerentanan wilayah terhadap banjir bandang yang terdiri dari sembilan kriteria yang dapat dilihat melalui Gambar 7.



Gambar 7. Struktur Hirarki Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang

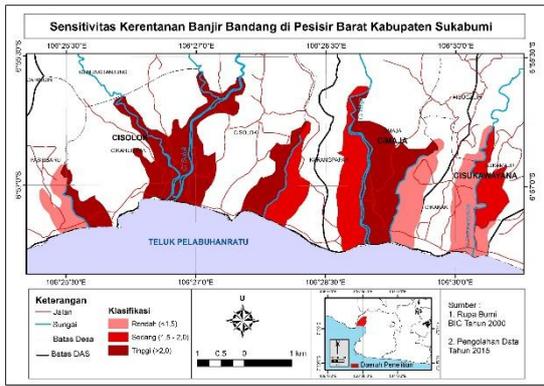
Keterpaparan kerentanan terhadap banjir bandang berdasarkan hasil pengolahan skor keterpaparan diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu rendah (<1,8), sedang (1,8 – 2,2), dan tinggi (>2,2). Semakin tinggi keterpaparan suatu wilayah maka semakin tinggi pula kerentanan wilayah tersebut terhadap banjir bandang. Pada setiap daerah aliran sungai di pesisir barat Kabupaten Sukabumi setidaknya terdapat desa yang memiliki tingkat keterpaparan tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat kepadatan penduduknya yang tinggi. Tidak hanya kepadatan penduduk, daerah yang

memiliki tingkat keterpaparan tinggi ternyata juga memiliki penggunaan tanah yang rawan terhadap banjir bandang. Penggunaan tanah yang paling rawan terhadap banjir bandang adalah belukar, tegalan, kebun, hutan, permukiman, kemudian sawah serta lahan terbuka.



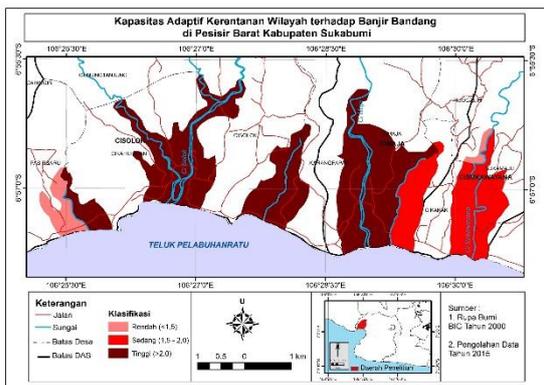
Gambar 8. Keterpaparan Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

Sensitivitas kerentanan terhadap banjir bandang berdasarkan hasil pengolahan skor sensitivitas diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu rendah (<1,5), sedang (1,5 – 2,0), dan tinggi (>2,0). Semakin tinggi sensitivitas suatu wilayah maka semakin tinggi pula kerentanan wilayah tersebut terhadap banjir bandang. Desa Cikhuripan, Desa Cisolok, Desa Karangpapak, dan Desa Cimaja, merupakan daerah yang memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi. Hal ini karena keempat daerah tersebut memiliki jumlah penduduk usia rentan yang termasuk ke dalam kelas tinggi. Terlebih penduduk usia rentan merupakan parameter yang dianggap paling memberi pengaruh terhadap tingkat sensitivitas kerentanan banjir bandang.



Gambar 9. Sensitivitas Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

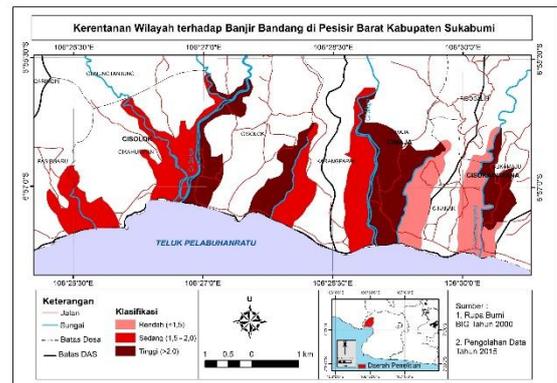
Kapasitas adaptif kerentanan terhadap banjir bandang berdasarkan hasil pengolahan skor kapasitas adaptif diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu rendah (<1,5), sedang (1,5 – 2,0), dan tinggi (>2,0). Semakin tinggi kapasitas adaptif suatu wilayah maka semakin rendah kerentanan wilayah tersebut terhadap banjir bandang. Semakin tinggi tingkat kapasitas adaptif yang dimiliki suatu daerah maka akan meminimalisir kerentanannya terhadap banjir bandang. Desa Pasirbaru, Desa Ridogalih, dan Desa Sukamaju merupakan daerah yang memiliki tingkat kapasitas adaptif yang tinggi. Hal ini karena jumlah penduduk berpendidikan dasar yang terdapat pada daerah tersebut memiliki tingkat rendah, artinya masih ada lebih banyak penduduk yang dianggap memiliki pendidikan lebih tinggi sehingga dapat membantu meminimalisasi tingkat kerentanannya terhadap banjir bandang.



Gambar 10. Kapasitas Adaptif Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

Daerah yang memiliki tingkat kerentanan wilayah terhadap banjir bandang yang tinggi adalah Desa Sukamaju, Desa Cisulok, dan Desa Cimaja. Hal ini karena daerah tersebut memiliki tingkat keterpaparan dan sensitivitas yang tinggi namun kapasitas adaptif yang dimiliki lebih rendah. Ketiga daerah tersebut memiliki tingkat kepadatan penduduk dan jumlah penduduk usia rentan yang termasuk dalam kelas tinggi.

Kemudian lebih banyak penduduk yang hanya berpendidikan dasar, yaitu hingga lulus SMP, daripada penduduk lulusan SMA maupun perguruan tinggi. Sedangkan untuk daerah yang memiliki tingkat kerentanan banjir yang sedang adalah Desa Pasirbaru, Desa Cikahuripan, dan Desa Karangpapak. Meskipun cenderung memiliki keterpaparan yang tinggi, daerah tersebut ternyata memiliki kapasitas adaptif yang tinggi sehingga dapat dikatakan sudah mampu beradaptasi dengan bencana banjir bandang. Desa Cikakak dan Desa Ridogalih memiliki tingkat kerentanan wilayah terhadap banjir bandang yang rendah. Hal ini karena sensitivitas di daerah tersebut juga rendah meskipun kapasitas adaptifnya rendah.



Gambar 11. Kerentanan Wilayah terhadap Banjir Bandang di Pesisir Barat Kabupaten Sukabumi

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa wilayah bahaya banjir bandang terdapat di bagian hilir daerah aliran. Tingkat bahaya banjir bandang di pesisir barat Kabupaten Sukabumi cenderung didominasi oleh tingkat bahaya banjir bandang tinggi, yaitu pada DA Ci Solok dan DA Ci Sukawayana. Wilayah tersebut memiliki indeks stabilitas lereng yang tidak stabil dan curah hujan ekstrem yang tinggi sehingga wilayah pemicu potensi banjir bandangnya pun tinggi. Sedangkan DA Ci Maja memiliki tingkat bahaya banjir bandang sedang. Wilayah tersebut memiliki frekuensi hari hujan ekstrem yang sedang dengan kelas karakteristik banjir bandang yang sedang pula. Kerentanan wilayah terhadap banjir bandang di setiap daerah aliran memiliki perbedaan tingkatan kerentanannya. DA Ci Solok dan Ci Maja merupakan wilayah dengan kelas kerentanan rendah dan sedang memiliki tingkat keterpaparan dan tingkat kapasitas adaptif yang cenderung berimbang. Sedangkan untuk DA Ci Sukawayana yang merupakan wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi memiliki tingkat sensitivitas dan tingkat kapasitas adaptif yang sama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat rahmat dan karunia Allah SWT. Bapak Drs. Sobirin, M.Si. dan Ibu Tuty Handayani, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dalam penulisan skripsi ini. Kedua Orangtua penulis yang senantiasa memberi doa dan dukungan penuh kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Para staff di beberapa instansi yang telah memberikan data, serta pihak-pihak lain yang turut membantu selama proses penyusunan skripsi ini.

DAFTAR ACUAN

- [1] Abou, Islam El-Magd, ElSayed Hermas, dan Mohammed El Bastawesy. 2010. GIS-modelling of Spatial Variability of Flash Flood Hazard in Abu Dabbab Catchment, Red Sea Region, Egypt. *Egypt: The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 13, 81 – 88.
- [2] Adi, Seno. 2013. Karakterisasi Bencana Banjir Bandang di Indonesia. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [3] Arifin, Hadi Susilo, Wahyu Qamara, Kaswanto. 2012. Kesesuaian Lahan dan Konsep Daya Dukung Lanskap. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [4] Asdak, Chay. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta : UGM Press.
- [5] Associated Programme on Flood Management (APFM). 2007. Guidance on Flash Flood Management. Central and Eastern Europe: APFM.
- [6] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2006. Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan, Penyandian, Pelaporan dan Pengarsipan Data Meteorologi Permukaan. No.38. Jakarta.
- [7] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2012. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. Jakarta: BNPB.
- [8] Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Sukabumi. 2013. Manajemen Penanggulangan Bencana Banjir Bandang. Sukabumi: Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan BPBD Kabupaten Sukabumi.
- [9] Badan Pusat Statistik. 2009. Kecamatan Cisolok, Cikakak, dan Pelabuhanratu Dalam Angka. Sukabumi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi.
- [10] Badan Pusat Statistik. 2013. Kabupaten Sukabumi Dalam Angka. Sukabumi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi.
- [11] Badan Standarisasi Nasional. 2004. Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan. SNI 03-1733
- [12] Berdame, Deybie Y. 2013. Migrasi dan Kepadatan Penduduk di Kota Manado. Manado: BKKBN.
- [13] Budi, Rimadewi. 2012. Pemintakatan Risiko Bencana Banjir Bandang di Kawasan Sepanjang Kali Sampean, Kabupaten Bondowoso. Surabaya: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271
- [14] Dawod, Gomaa M., Mirza, Meraj N., & Al-Ghamdi, Khalid A. 2011. GIS-Based Spatial Mapping of Flash Flood Hazard in Makkah City, Saudi Arabia. *Journal of Geographic Information System*, 2011, 3, 225-231.
- [15] Florina, Balica Stefania. 2007. Development and Application of Flood Vulnerability Indices for Various Spatial Scales. Delft: Thesis at the UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- [16] Grunfest, E., Handmer, J., 2001. Dealing with Flash Floods: Contemporary Issues and Future Possibilities. In: Grunfest, E., Handmer, J. (Eds.), *Coping with Flash Floods*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 3 – 10.
- [17] Hadmoko, Danang Sri, dkk. 2009. Analisis Stabilitas Lereng Untuk Zonasi Daerah Rawan Longsor di DAS Secang Kulonprogo Dengan Menggunakan Model Deterministik. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- [18] Hardiyawan, Mukti. 2012. Kerentanan Wilayah Terhadap Banjir Rob di Pesisir Kota Pekalongan. Depok: Skripsi Departemen Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- [19] Hizbaron, D. R. dkk. 2010. Tinjauan Kerentanan, Risiko dan Zonasi Rawan Bahaya Rockfall di Kulonprogo, Yogyakarta. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada.
- [20] Imanudin dan Kadri. 2006. Penerapan Algoritma AHP untuk Prioritas Penanganan Bencana Banjir. Engineering Consultan dan Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Trisakti.
- [21] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. *Climate Change 2001: Impact, Adaptation & Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the IPCC* In J.J. McCarthy, O. F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White, eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- [22] Izhom, Baried. 2012. Kerentanan Wilayah Terhadap tanah Longsor di Daerah Aliran Ci Catih, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Depok: Skripsi Departemen Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- [23] Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. Pedoman Pembuatan Peta Rawan Longsor dan Banjir Bandang Akibat Runtuhnya Bendungan Alam. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- [24] Mulyanto, Nunus Ario Parikesit, dan Hariyono Utomo. 2012. Petunjuk Tindakan dan Sistem

- Mitigasi Banjir Bandang. Semarang: Direktorat Sungai dan Pantai, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum bekerja sama dengan JICA.
- [25] Pack, Robert. 2005. Sinmap 2.0-A Stability Index Approach to Terrain Stability Hazard Mapping, User's Manual. Utah: Civil and Environmental Engineering Utah State University.
- [26] Paimin, Sukresno, & Irfan. 2009. Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor. Balikpapan: Tropenbos International Indonesia Programme.
- [27] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai.
- [28] Peraturan BMKG No. SK.38/KT.104/KB/BMG-2006 tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan, Penyandian, Pelaporan dan Pengarsipan Data Meteorologi Permukaan.
- [29] Permadi, Bambang. 1992. AHP Pusat Antar Universitas – Studi Ekonomi. Jakarta: Universitas Indonesia
- [30] Petersen, Margareth S., 2001. Impact of Flash Floods: Contemporary Issues and Future Possibilities. In: Grunfest, E., Handmer, J. (Eds.), *Coping with Flash Floods*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 11 – 13.
- [31] Prasetyo, Dwi. 2013. Kerentanan Wilayah terhadap Kekeringan. Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Kabupaten Gunung Kidul). Depok: Departemen Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- [32] Ristya, Wika. 2012. Kerentanan Wilayah Terhadap Banjir di Sebagian Cekungan Bandung. Depok: Skripsi Departemen Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- [33] Sudarto, Didik Suprayogo, dan Adimas Putro. 2014. Estimasi Sebaran Daerah Rawan Banjir Bandang Sub Daerah Aliran Sungai Sumber Brantas Kota Batu: Aplikasi Model Genriver & Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* Vol. 1 No 2: 9-16.
- [34] Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.

Aplikasi Dekomposisi Spektral dan Inversi EI pada Lapangan Penobscot Nova Scotia

Erlangga Saputra¹, Abdul Haris¹

Departemen Fisika, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424
erlanggasaputra@hotmail.com

Abstrak

Telah dilakukan inversi *Elastic Impedance* (EI) dan Dekomposisi Spektral pada lapangan Penobscot, untuk mengidentifikasi reservoir pada lapisan tipis. Perkembangan atribut seismik dewasa ini sangat membantu dalam menunjukkan indikasi adanya hidrokarbon pada reservoir. Atribut Dekomposisi Spektral yang didasari dari hasil komputasi CWT diharapkan dapat menjadi atribut yang berguna untuk mendeteksi adanya indikasi keberadaan hidrokarbon pada lapisan tipis. Untuk mendukung hasil metode CWT, akan dikombinasikan dengan hasil metode inversi untuk meyakinkan akan keberadaan hidrokarbon tersebut yang ditandai dengan nilai *Elastic Impedance* (EI) yang relatif rendah dengan sekitarnya. Dari hasil studi frekuensi dominan terlihat pada frekuensi 25 Hz, sedangkan pada frekuensi 10 Hz (frekuensi rendah) dan 30 Hz (frekuensi tinggi) anomali bright spot tidak terlihat di beberapa daerah prospek. Hal ini didukung dengan hasil inversi yang menunjukkan nilai EI yang rendah yaitu berkisar 13000 – 13750 ((ft/s) *(gr/cc)), 2370 – 2511((ft/s) *(gr/cc)), dan 600 – 620((ft/s) *(gr/cc)). Kombinasi metode dekomposisi spektral berbasis CWT dengan metode inversi seismik (EI) mengindikasikan adanya akumulasi gas pada beberapa daerah prospek.

Abstract

The Elastic Impedance inversion and the Spectral Decomposition process at the Penobscot field has been carried out, in order to identify the reservoir on a thin layer. The development of seismic attributes these days are very helpful in indicating any presence of Hydrocarbons in the reservoir. The Spectral Decomposition attribute, that based on the results of CWT computation is expected to become applicable in detecting and indicating any presence of Hydrocarbons in a thin layer. In order to support the results of CWT method, it will be combined with the one from the Inversion method, to assure the existence of such hydrocarbons which are characterized by the Elastic Impedance (EI) value that should be relatively low with its surroundings. From the results of this study, the dominant frequency appears at 25 Hz, while in the frequency of 10 Hz (low frequency) and 30 Hz (high frequency), the bright spot anomaly has not been seen in some prospect areas. This result is supported by the inversion results that shows rather low EI values, ranged from 13000 to 13750 ((ft / s) * (g / cc)), from 2370 to 2511 ((ft / s) * (g / cc)), and from 600 to 620 ((ft / s) * (g / cc)). The combination of CWT-based spectral decomposition method with the seismic inversion methods (EI) indicates that there are an accumulation of gas in a some prospect areas.

Keywords: Dekomposisi spektral, CWT, elastic impedance, inversi, penobscot.

1. PENDAHULUAN

Dalam eksplorasi hidrokarbon, seismik refleksi merupakan metode utama yang digunakan. Berbagai metode seismik yang berkaitan dengan eksplorasi hidrokarbon sudah berkembang dengan pesat. Usaha – usaha untuk menentukan sifat fisik batuan dalam memprediksi litologi dan kandungan fluida pada batuan *porous* telah berkembang sejak dekade 80 – an sampai sekarang. Metode seismik refleksi merupakan metode utama dalam pencarian hidrokarbon, baik dalam tahap eksplorasi maupun pada tahap produksi dan pengembangan. Metode ini dapat menggambarkan keadaan geologi bawah permukaan bumi dengan baik, sehingga perangkat-perangkat hidrokarbon, baik struktur maupun stratigrafi, dapat dikenali dengan baik. Dalam dunia industri minyak dan gas bumi, pemanfaatan Metode

Geofisika sangat penting keberadaannya. Metode Geofisika mempunyai manfaat dalam membuat dan memperoleh penggambaran bawah permukaan yang menjadi acuan dalam proses eksplorasi.

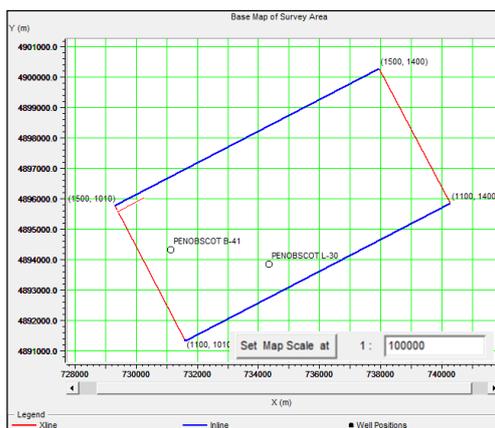
Gelombang seismik yang melalui lapisan tipis dengan ketebalan kurang dari seperempat panjang gelombang ($1/4\lambda$) akan terjadi *tuning effect*, dimana batas-batas lapisan tipis tidak terdeteksi dengan baik. Sehingga akan memberikan kesulitan dalam interpretasi penyebarannya. Sinyal yang memiliki amplitudo yang kecil pada domain waktu (*time thickness*), akan dapat terlihat sebagai nilai amplitudo yang besar pada domain frekuensi ($1/\text{time thickness}$). Hal ini akan memudahkan kita mengidentifikasi penyebaran lateral lapisan tipis. Untuk metode dekomposisi spektral sendiri pertama kali diperkenalkan oleh Partyka., et al., (1999) dalam mengkarakterisasi reservoir.

Salah satu potensi sumber minyak dan gas bumi terdapat di lapangan offshore Penobscot, Nova Scotia, Canada. Lapangan ini berada pada Scotian Basin dengan total area 300.000 km². Scotian Basin terbentuk setelah lempeng benua Amerika Utara terpisah dari lempeng benua Afrika pada saat pecahnya lempeng benua Pangea pada awal mula pertengahan zaman Triassic (Rezki., 2012).

Dengan menggunakan data seismik *pre-stack* sebagai input dalam proses inversi EI dan dekomposisi spektral, diharapkan akan dapat memberikan gambaran yang lebih baik dalam mengidentifikasi hidrokarbon pada lapangan Penobscot Nova Scotia.

2. DATA DAN METODE

Pada penelitian ini digunakan data seismik 3D dalam bentuk *CDP gather*, dengan interval sample rate 4 ms dalam format SEG-Y. Data seismik yang digunakan pada penelitian ini merupakan data *pre-stack* PSTM dan *preserved* amplitude, yaitu data seismik *CDP gather* yang sudah dilakukan proses NMO (*Normal Move Out*).



Gbr 1. Base map of Survey Area Penobscot, Nova Scotia

Data seismik yang digunakan terdiri dari inline 1100-1500 dengan jumlah sebanyak 401 dan xline 1010-1400 dengan jumlah sebanyak 391 (gbr 1). Dengan menggunakan dua data sumur B-41 dan L-30. Data log yang digunakan diantaranya adalah log P-Wave, log Gamma Ray, log Density, log Resistivity, log SP dan log checkshot. Dalam pengolahan data sumur ada beberapa log yang tidak tersedia, oleh karena itu, maka dilakukan penurunan log dari beberapa log yang sudah tersedia. Diantara log yang didapatkan dari penurunan log adalah log S-Wave, log elastic impedance near, log elastic impedance middle, log elastic impedance far.

Metode inversi yang digunakan adalah inversi impedansi elastik. Metode ini dianggap yang paling baik diterapkan karena pada saat gelombang melewati lapisan yang berisi fluida maka akan terjadi penurunan kecepatan pada Vp dan terjadi

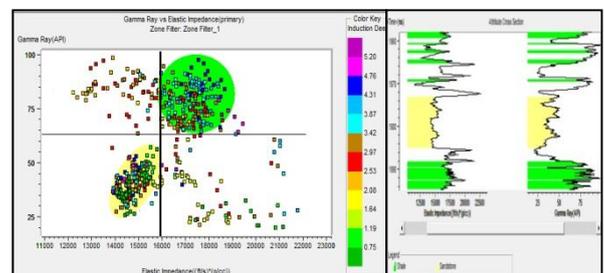
penurunan yang lebih besar pada Vs. Hal ini dikarenakan pada saat Vs melewati batuan yang berisi fluida yang dalam kasus ini berupa gas, maka Vs tersebut tidak dapat merambat melalui fluida tetapi merambat dengan menghindari pori batuan yang terdapat fluidanya.

Sedangkan metode lanjutan yang digunakan adalah Atribut Dekomposisi Spektral yang didasari dari hasil komputasi CWT diharapkan dapat menjadi atribut yang berguna untuk mendeteksi adanya indikasi keberadaan hidrokarbon pada lapisan tipis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data Sumur

Analisa data sumur bertujuan untuk menentukan zona target. Prosesnya menggunakan 3 buah log sebagai parameter yang akan dianalisa, yaitu log gamma ray sebagai sumbu y, log EI sebagai sumbu x dan menggunakan color key dari log resistivity. Analisis yang dilakukan adalah nilai gamma ray tinggi (diatas 60 API) diindikasikan bahwa zona shale, sedangkan zona sandstone yang diperkirakan terdapat gas ditentukan dengan gamma ray rendah (dibawah 60 API), nilai resistivity yang tinggi dan log EI yang rendah. Analisa sumur yang digunakan hanya pada sumur L-30 yang sudah terbukti mengandung hidrokarbon dapat dilihat pada gbr 2.



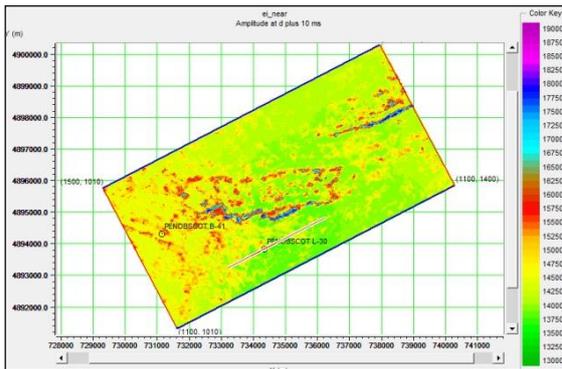
Gbr2. Krosplot antara Log Gamma Ray vs Log EI dengan color key Log Resistivity

Pada kedalaman TWT ± 1970 ms – 1990 ms diperkirakan terdapat zona gas, dimana zona gas ditentukan dengan gamma ray rendah (dibawah 60 API), nilai resistivity yang tinggi dan log EI yang rendah (gbr 2). Hal ini sesuai dengan laporan umum dari perusahaan setempat di Provinsi Nova Scotia, bahwa pada Formasi *Missisauga* terdapat lapisan pasir yang mengandung *condensate*, yaitu pada kedalaman ±2600 meter atau pada TWT ±1980 ms.

Analisa Elastic Impedance

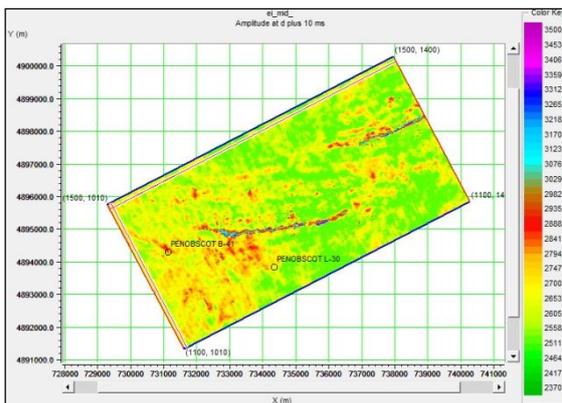
Hasil inversi *Elastic Impedance* (EI) merupakan persebaran secara lateral dari nilai log EI dengan penampang seismik berupa model awal inversi. Fungsi dari log EI adalah sebagai pengontrol dari hasil inversi EI yang dihasilkan. Penentuan zona

gas-sandstone berdasarkan kepada nilai EI yang rendah, nilai EI yang rendah diakibatkan karena pada saat gelombang melewati lapisan yang berisi fluida maka akan terjadi penurunan kecepatan pada V_p dan terjadi penurunan yang lebih besar pada V_s . Hal ini dikarenakan pada saat V_s melewati batuan yang berisi fluida yang dalam kasus ini berupa gas, maka V_s tersebut tidak dapat merambat melalui fluida tetapi merambat dengan menghindari pori batuan yang terdapat fluidanya. Berikut adalah peta persebaran zona *elastic Impedance* pada horizon target dengan rentang sudut $0^\circ - 15^\circ$ (**gbr 3**), *mid angle stack* $15^\circ - 30^\circ$ (**gbr 4**), dan *far angle stack* $30^\circ - 40^\circ$ (**gbr 5**).



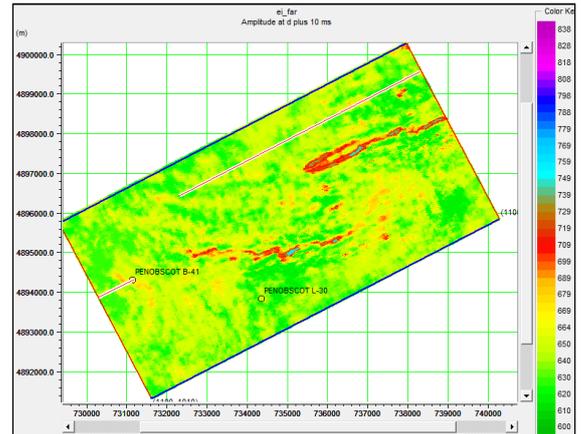
Gbr 3. Peta slice EI pada Horizon target di Near Angle Stack

Penyebaran zona gas pada **gbr 3** ditandai dengan warna hijau dengan range nilai $13000 \text{ ft/s} \cdot \text{g/cc} - 13750 \text{ ft/s} \cdot \text{g/cc}$, zona gas diperkirakan menyebar diantara sumur L-30 yang paling terlihat. Sedangkan disekitar sumur B-41 tidak terlihat adanya zona gas.



Gbr 4. Peta slice EI pada Horizon target di mid Angle Stack

Penyebaran zona gas pada **gbr. 4** ditandai dengan warna hijau dengan range nilai $2370 \text{ ft/s} \cdot \text{g/cc} - 2511 \text{ ft/s} \cdot \text{g/cc}$, zona gas diperkirakan menyebar diantara sumur L-30 yang paling terlihat. Sedangkan disekitar sumur B-41 tidak terlalu terlihat adanya zona gas.

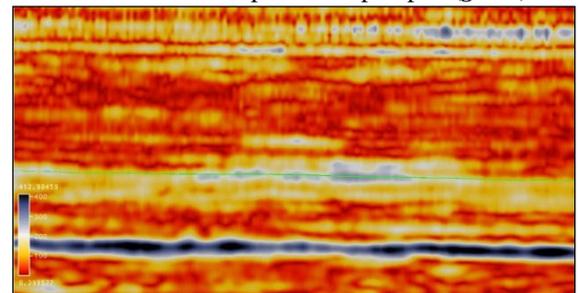


Gbr 5. Peta slice EI pada Horizon d di Far Angle Stack

Penyebaran zona gas pada **Gbr 5** ditandai dengan warna hijau dengan range nilai $600 \text{ ft/s} \cdot \text{g/cc} - 620 \text{ ft/s} \cdot \text{g/cc}$, zona gas diperkirakan menyebar hampir diseluruh penampang dari horizon target. Pada *far angle stack* lebih terlihat zona gas dikarenakan sudut yang digunakan menjauhi sudut kritis, sehingga S-wave lebih kecil dibandingkan dengan S-wave dari *near angle stack* dan *middle angle stack*.

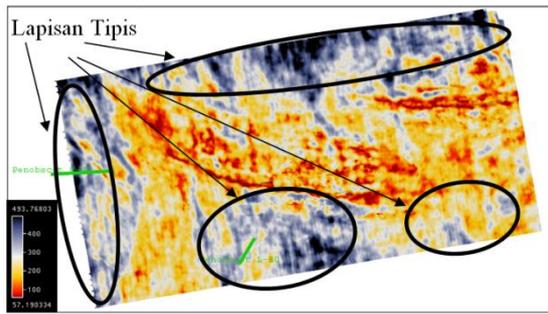
Analisis Dekomposisi Spektral Continous Wavelet Transform (CWT)

Sebelum melakukan dekomposisi spektral berbasis CWT terlebih dahulu kita menentukan frekuensi dominan yang ada pada zona target. frekuensi dominan terlihat pada frekuensi 25 Hz, sedangkan pada frekuensi 10 Hz (frekuensi rendah) dan 30 Hz (frekuensi tinggi) anomali *bright spot* tidak terlihat di beberapa daerah prospek (**gbr 6**).



Gbr 6. Hasil CWT pada frekuensi 25 Hz

Setelah itu dilakukan *slice* pada horizon target seperti pada **gbr 7**.

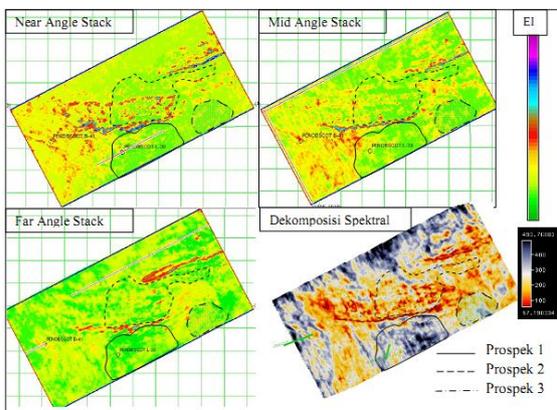


Gbr 7. Hasil dekomposisi spektral horizon slice pada frekuensi 25Hz

Dari gbr 7, menunjukkan bahwa pada area prospek mempunyai nilai amplitudo dekomposisi spektral yang tinggi dan bisa dijadikan sebagai indikasi zona *thickness*.

Analisa Kombinasi Antara EI dengan Dekomposisi Spektral

Dari hasil analisa CWT dan EI jika dikombinasikan, maka akan terlihat apakah hasil tersebut akan memperkuat satu sama lain atau tidak. Jika dikombinasikan daerah prospek antara hasil analisa dekomposisi spektral pada frekuensi 25 Hz (gbr 7) dan EI masing – masing *stack* maka akan tampak seperti pada gbr 8.



Gbr 8. Daerah prospek yang bernilai low EI sebagai zona gas – sandstone dan dekomposisi spektral

Zona yang dipilih pada gbr 8 mengacu kepada nilai low EI dari setiap penampang seismik *near*, *middle*, dan *far*. Zona low EI pada tempat lain tidak dilakukan rekomendasi. Pada daerah prospek 1 terlihat bahwa adanya kesamaan dengan rendahnya nilai EI dan terdapat lapisan tipis dekomposisi spektral, sedangkan prospek 2 tidak didukung oleh lapisan tipis dekomposisi spektral, hanya pada bagian utara dari daerah prospek yang terdapat lapisan tipis dekomposisi spektral. Sedangkan pada prospek 3 terlihat adanya kesamaan antara rendahnya nilai EI dengan lapisan tipis dekomposisi spektral, tetapi tidak menyebar diseluruh daerah prospek 3. Oleh karena itu daerah yang berprospek sangat baik adalah zona prospek 1.

4. KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa metode *elastic impedance* (EI) dapat memetakan keberadaan gas-sandstone cukup baik. Pada penampang inversi EI *near*, zona gas berada pada nilai 13000 ft/s*gr/cc sampai dengan 13750 ft/s*gr/cc, penampang inversi EI *middle*, zona gas berada pada nilai 2370 ft/s*gr/cc sampai dengan 2511 ft /s*g/cc dan pada penampang inversi EI *far*, zona gas berada pada nilai 600 ft/s*g/cc sampai dengan 620 ft/s*g/cc.
2. Dengan melihat dekomposisi spektral pada frekuensi 15 Hz, 25 Hz, dan 30 Hz anomali *bright spot* terlihat pada amplitudo dekomposisi spektral frekuensi 25 Hz.
3. Distribusi anomaly hasil CWT dari penelitian ini menunjukkan korelasi yang baik dengan distribusi low EI hasil metode inverse seismik. Hal ini membuktikan bahwa metode dekomposisi spektral berbasis CWT yang dikombinasikan dengan metode inversi EI mengindikasikan adanya akumulasi hidrokarbon pada prospek 1. Pada daerah prospek 2 tidak didukung oleh adanya lapisan tipis, karena lapisan tipis hanya berada pada daerah utara dari daerah prospek. Sedangkan pada prospek 3 terlihat adanya kesamaan antara rendahnya nilai EI dengan lapisan tipis dekomposisi spektral, tetapi tidak menyebar diseluruh daerah prospek 3.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis tujuan kepada saudara Massey Ahadillah, Rangga dan Gangga yang telah memberikan banyak ilmu dalam mendiskusikan penelitian ini, serta Bapak Supriyanto dan Bapak EkoWidianto atas saran – sarannya.

DAFTAR ACUAN

- [1] Castagna, John., 1993, *Offset-dependent reflectivity: Theory and practice of AVO analysis*, SEG, Tulsa.
- [2] Connolly, Patric., 1999, *Elastic Impedance*, The Leading Edge, April Issue, no.4, 438-452.
- [3] Hampson, D.P., and Russell, B., 1999, *AVO Workshop*, Course Notes, CGG -Veritas.
- [4] Hermawan, Denny., 2011, *Inversi Avo Simultan dan Analisa Lambda Mu Rho Untuk Mengidentifikasi Litologi dan Jenis Fluida: Studi Kasus Lapangan Penobscot, Kanada*, Program Studi Geofisika Universitas Indonesia, Depok.
- [5] [Http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/energy-mineral/geology/marine-](http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/energy-mineral/geology/marine-)

- geoscience/geology-of-scotian-margin/7287, 2013, "Geology of Scotian Margin".
- [6] [Http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/energy-mineral/geology/marine-geoscience/geology-of-scotian-margin/7013](http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/energy-mineral/geology/marine-geoscience/geology-of-scotian-margin/7013), 2013, "Geology of Scotian Margin".
- [7] Li, Yandong., and Zheng, Xiaddong., 2008, *Spectral Decomposition Using Wigner-Ville Distribution with Application to Carbonate Reservoir Characterization*, The Leading Edge August 2008, 1050-1057.
- [8] Maoshan, Chen., Zhonghong, Wan., and Haizhen, Zhao., 2010, *Spectral Decomposition and Derived Techniques for Clastic Reservoir Identification and Its Application*, SEG Denver 2010 Annual Meeting, Denver.
- [9] Natural Resources Canada., 2011. *Geological Survey of Canada: Geology of Scotian Margin: Stratigraphic Overview*. www.nrcan.gc.ca
- [10] Partyka, G.A., Gridley, J.M., and Lopez, J., 1999, *Interpretational Applications of Spectral Decomposition in Reservoir Characterization*, The Leading Edge, vol.18, No. 3, pg 353-360.
- [11] Pergina, K., 2011, *Analisis Dekomposisi Spektral Untuk Identifikasi Penyebaran Lateral Lapisan Tipis Batubara Menggunakan Metode Continuous Wavelet Transform (CWT)*, Program Studi Geofisika Universitas Indonesia, Depok.
- [12] Peryoga, Angga., 2011, *Karakterisasi Reservoir Dengan Menggunakan Metode Inversi Elastic Impedance Studi Kasus Lapangan Penobscot, Kanada*, Program Studi Geofisika Universitas Indonesia, Depok.
- [13] Rezki, R., 2012, *Pemodelan Reservoir Dan Perhitungan Volume Potensi Hidrokarbon Pada Formasi Karbonat Lapangan Penobscot Nova Scotia*, Program Studi Geofisika Universitas Indonesia, Depok.
- [14] Russel, Brian. H., 1988, *Introduction to Seismic Inversion*, SEG, Tulsa.
- [15] Sukmono, S., 2007, *Post and Pre stack Seismic Inversion for Hydrocarbon Reservoir Characterization*, Department of Geophysical Engineering, ITB, Bandung.
- [16] Wibowo, Ricky., 2012, *Karakterisasi Reservoir dengan Parameter Fisika Reservoir ("Lambda-Mu-Rho") : Studi Kasus Lapangan Penobscot, Kanada*, Program Studi Geofisika Universitas Indonesia, Depok.
- [17] Wu, Xiaoyang., dan Liu, Tianyou., 2009, *Spectral Decomposition of Seismic Data with Reassigned Smoothed Pseudo Wigner-Ville Distribution*, Elsevier Journal of Applied Geophysics, 68, 386-393.
- [18] Yilmaz, OZ., 1988, *Seismic Data Processing*, Society of Exploration Geophysics, Tulsa.

Lampiran 1: Contoh Format Penulisan

Tatacara Penulisan Artikel di Jurnal Geosains Terapan

Penulis¹, Penulis Kedua², ..., dan Penulis Terakhir

¹Departemen Kimia, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424

²Ilmu Fisika, Pascasarjana Universitas Indonesia Salemba 4 Jakarta 10430

penulis1@sci.ui.ac.id, penulis2@sci.ui.ac.id

Abstrak

Panduan ini terdiri dari instruksi dan contoh format untuk membuat artikel di **Jurnal Geosains Terapan** yang diterbitkan oleh Pusat Studi Geosains FMIPA Universitas Indonesia. Jumlah halaman artikel **minimal 4 (empat) halaman, maksimal 12 halaman**, dan dapat dikirim ke redaksi **Jurnal Geosains Terapan**, di **Sekretariat Jurnal Geosains Terapan (JGT), Pusat Studi Geosains, Gedung A Lantai Dasar, Fakultas MIPA UI, Depok 16424** atau melalui email pada alamat jgt@sci.ui.ac.id. Artikel dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Artikel dimulai dengan Abstrak dalam bahasa Indonesia (atau bahasa Inggris) dengan huruf ukuran **9-poin**. Abstrak dalam bahasa Inggris dapat pula ditampilkan setelah Abstrak bahasa Indonesia. Judul Abstrak **bercetak tebal** dengan ukuran huruf **10-poin** dan terletak terpusat seperti pada contoh ini. Abstrak tidak boleh lebih dari 200 kata. Penyajian artikel diperbolehkan sesuai selera Penulis, tetapi secara garis besar harus terdiri dari PENDAHULUAN, METODE PENELITIAN atau EKSPERIMENTAL, HASIL DAN DISKUSI, KESIMPULAN dan DAFTAR ACUAN yang disajikan secara berurutan.

Abstract

English version of the abstract can be written here.

Keywords: *Tulislah maksimum lima buah kata kunci dalam bahasa Inggris dengan huruf miring berukuran 9-poin.*

1. PENDAHULUAN

Silahkan tulis artikel dengan format MS Word dan kirim versi digitalnya (soft copynya) yang telah diberi nama judul paper dan penulisnya, dikirim ke redaksi melalui email di jgt@sci.ui.ac.id.

Untuk memudahkan penyelesaian penulisan artikel yang sesuai dengan format yang diinginkan, Panduan ini dapat diunduh melalui alamat website <http://sci.ui.ac.id/jgt>. Penulis dapat langsung menulis artikel pada format versi digital yang tersedia sehingga tidak perlu berfikir lagi tentang aturan penulisan yang rinci. Jika penulis ingin menulis artikel dengan membuat format sendiri, maka panduan ini harap diperhatikan dan diikuti dengan baik.

2. METODE PENELITIAN

Ukuran kertas yang digunakan adalah standar A4 dan batas kiri 30 mm, kanan 20 mm, atas dan bawah masing-masing 25 mm. Untuk penulisan teks digunakan format dua kolom. Jarak kedua kolom **6 mm (0.24 inci)**. Jenis huruf (*font*) yang digunakan adalah **Times New Roman**. Judul paper diletakkan di baris pertama halaman satu dan terpusat dengan menggunakan ukuran huruf **14-poin** serta **bercetak tebal**. Setelah judul, disisipkan satu baris kosong ukuran 14-poin. Kemudian dituliskan nama penulis

(ukuran huruf **12-poin**), sisipkan satu baris kosong (ukuran huruf **10 poin**), dan nama institusi serta alamat para penulis (ukuran huruf **10-poin**) secara terpusat. **Nama penulis** yang dapat diajak untuk korespondensi harap diberi **garis bawah**. Untuk memulai penulisan Abstrak, disisipkan 2 (dua) baris kosong (ukuran huruf **12-poin**).

Subjudul diberi nomor urut dan diketik dengan huruf besar bercetak tebal (ukuran huruf **12-poin**). Isi teks diketik dengan huruf berukuran **10-poin**. Antara baris terakhir teks dengan subjudul berikutnya disisipkan baris kosong (ukuran huruf **16-poin**). Antara subjudul dengan baris awal teks diletakkan baris kosong **10-poin**. *Istilah bahasa Inggris* harus ditulis dengan huruf miring. Penulisan persamaan harus diikuti dengan nomor yang mengacu pada jumlah persamaan yang ditulis. (lihat contoh persamaan 1)

$$\oint B.ds = 0 \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bilamana artikel perlu didukung dengan data-data dalam bentuk tabel, penulis dapat menggunakan format tabel panjang 2 kolom (lihat Tabel 1), atau format tabel pendek 1 kolom (lihat Tabel 2).

Tabel 1. Contoh tabel dengan format dua kolom.

No	Nama Material	Tipe Anisotropi
1	Cobalt (Co)	Uniaxial anisotropy
2	Nickel (Ni)	Cubic anisotropy

Tabel 2. Posisi tabel di dalam format satu kolom.

No	Nama Material
1.	Cobalt (Co)
2.	Nickel (Ni)
3.	Permaloy (Py)

Tabel dimulai dengan judul tabel (ukuran huruf **10-poin**) yang dicetak miring. Huruf di dalam tabel berukuran 10-poin. Tabel diletakkan secara terpusat dan batas tabel tidak boleh melewati batas kolom.

Selanjutnya, hasil eksperimen dapat ditampilkan dalam bentuk gambar (grafik atau foto), lihat contoh Gambar 1. Judul gambar (ukuran huruf **10-poin**) diletakkan di bawah gambar dengan huruf dicetak miring. Gambar dapat mengisi satu kolom atau dua kolom penuh. Letak gambar adalah terpusat. Resolusi foto yang discan tidak boleh kurang dari 300 dpi. Penomoran tabel dan gambar harus berurutan.



Gbr 1. Contoh gambar diletakkan di dalam format satu kolom.

Daftar acuan harus diletakkan pada akhir artikel dan ditulis berurutan seperti yang dirujuk di dalam teks. Jika merujuk acuan di dalam teks, maka harus ditandai dengan angka Arab dengan kurung kotak, seperti [1]. Penulisan daftar acuan harus sesuai dengan judul artikel yang diacu, sebagai contoh dapat dilihat di akhir panduan ini.

4. KESIMPULAN

Panduan ini diberlakukan untuk memudahkan para penulis dalam menulis artikel untuk Jurnal Geosains Terapan. Di samping itu penulisan sesuai dengan format yang disyaratkan akan memudahkan pihak editor untuk memproses lebih lanjut tahapan-tahapan prosedur penerbitan artikel JGT.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih dapat disampaikan kepada pihak pemberi dana penelitian, kepada lembaga/orang yang membantu penelitian, kepada orang yang membantu dalam diskusi, dll.

DAFTAR ACUAN

- [1] H. Young, J.M. Gilbert, S.H. Murray, and R.D. Ball, Causal effects of aroma compounds on royal gala apple flavours, *J. Sci. Food Agric.* 71 (1996) 329-336.
- [2] A.S. Carslaw, and J.C. Jaeger, *Conduction of heat in solids*, 2nd edition, Clarendon Press, Oxford (1959).
- [3] L. Weiss, *Instruction to Authors*, Elsevier Publishing, <http://www.elsevier.com/authors.html>, 1999.
- [4] T. Toriyama, Y. Tanimoto, S. Sugiyama, Single crystalline silicon nano wire piezoresistors for mechanical sensors, *Transducers '01 Eurosensors XV Digest of technical papers, Munich* (2001), 1002-1005.

