

	Bulletin of SCIENTIFIC CONTRIBUTION Fakultas Teknik Geologi UNIVERSITAS PADJADJARAN	p-ISSN : 1693 - 4873 e-ISSN : 2541 - 514X Volume 15, No. 1 April 2017
---	--	---

PENGEMBANGAN KAWASAN PERMUKIMAN DAN KAWASAN INDUSTRI BERDASARKAN KEMAMPUAN LAHAN SERTA FASIES VULKANIK KUARTER

Bombom Rachmat Suganda, Johannes Hutabarat, Nana Sulaksana, Hendarmawan
Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
bomryn@gmail.com

ABSTRAK

Gunung Gede Pangrango dan Gunung Salak merupakan gunung api strato yang terdapat di Sukabumi Bogor merupakan daerah yang subur sehingga kawasan budidaya pertanian yang sangat subur beralih fungsi menjadi kawasan budidaya permukiman serta industri. Karakteristik batuan, kemiringan lereng, bahaya geologi, potensi air tanah, tekstur tanah, drainase, kepekaan tanah terhadap erosi dan curah hujan merupakan suatu hal yang sangat penting dalam penentuan kesesuaian lahan yang akan mengatur tata guna lahan. pemanfaatan lahan sebagai kawasan budidaya sehingga harus diatur pemanfaatan lahannya sehingga tidak membahayakan bagi manusia serta menjaga keseimbangan alam. Gunung Salak daerah resapan terletak pada fasies medial dengan elevasi 600-900 meter di atas permukaan laut dan pada lereng Gunung Pangrango daerah resapan terletak pada fasies proksimal dengan elevasi 2058-21227 meter di atas permukaan laut. Kesesuaian lahan pada daerah lereng gunung api vulkanik di daerah penelitian meliputi wilayah limitasi di sekitar fasies sentral dan proksimal, kemudian wilayah kendala di sekitar ujung akhir fasies proksimal kemudian wilayah limitasi pada fasies medial serta pada ujung akhir medial merupakan wilayah kendala dan wilayah kemungkinan di sekitar fasies distal.

Kata Kunci : gunungapi, pengembangan kawasan, kemampuan lahan

ABSTRACT

Cicurug area and Caringin located on the border of Sukabumi and Bogor in West Java. It is a part Mount Salak and Pangrango's slopes, which is a volcano quarter a certainly fertile area for farming area. The very fertile farming area is then converted into residential and industrial area. Analysis of land capability in the form of rock characteristics, slope, geological hazards, water potential, soil texture, drainage, soil sensitivity to erosion and rainfall are very important in determining the suitability of land that would manage land use. Factors of natural hazards as well as water catchment areas is a limiting factor for land use as cultivated area that should be regulated so that the land use is not harmful to people as well as maintaining the balance of nature. Catchment areas in the region shows the slopes of Mount Salak catchment area lies in the medial facies with elevation of 600-900 meters above sea level and on the slopes of Mount Pangrango catchment areas located in the proximal facies with 2058-21227 meters elevation mean sea level.

Keywords : volcano, Area Development, Land capability

Pendahuluan

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk ini muncul berbagai persoalan sosial dan ekonomi. Salah satu persoalan yang muncul adalah urbanisasi yang merupakan suatu fenomena yang relatif baru dalam peradaban manusia. Saat ini lebih dari 50 persen penduduk dunia mendiami perkotaan, bahkan pada beberapa negara maju mencapai 70 sampai 80 persen. Pesatnya pertumbuhan penduduk beserta aktivitas perekonomian dan sosial di perkotaan

tentunya memerlukan pengembangan wilayah yang cukup luas sehingga kota-kota yang telah ada akan memperluas wilayahnya juga berkembang pula kota-kota baru. Paradigma pembangunan ekonomi lokal (*local economic development*) yang merupakan konsep pengembangan wilayah hasil pengalaman pembangunan di negara-negara barat atau kapitalis mempunyai pendekatan bahwa keberhasilan pembangunan perekonomian wilayah sangat ditentukan oleh tumbuh

kembangnya perekonomian lokal yang ditunjang oleh sumberdaya alam setempat. Pola perkembangan dan pembangunan saat ini mengalami banyak perubahan seiring dengan kemajuan teknologi dan globalisasi yang mengakibatkan permasalahan serta tantangan baru. Perpaduan pola pembangunan ini mengakibatkan adanya perubahan pemanfaatan lahan dari kawasan budidaya pertanian menjadi kawasan budidaya permukiman ataupun industri serta kawasan lindung yang menjadi kawasan budidaya pertanian ataupun permukiman.

Daerah vulkanik dikenal secara umum merupakan kawasan yang sangat subur serta melimpah akan ketersediaan sumberdaya berupa sumber daya air dan barang tambang berupa sirtu. Morfologi alamnya yang berupa perbukitan dan lereng memungkinkan menjadi tempat masuknya air masuk (*recharge*) dan keluarnya airtanah (*discharge*) (Hendarmawan, 2006). Kemudahan ini yang mendorong manusia secara alami menyukai untuk menempati kawasan ini untuk beraktivitas. Hadian, 2016 mengemukakan Sifat-sifat air tanah pada daerah vulkanik mempunyai kondisi yang sangat rumit dan kompleks sehingga perlu ada suatu pendekatan yang komprehensif serta terperinci dalam mengungkap suatu fenomena perkembangan suatu pemanfaatan lahan yang sesuai dengan fungsinya.

Geologi Gunung Pangrango

Geologi Gunung Pangrango diketahui dari hasil pemetaan Lab Geologi lingkungan pada tahun 2014 bahwa batuan tertua yang tersingkap di wilayah studi terdiri atas tufa berbatuapung yang termasuk ke dalam Batuan Gunungapi Tua yang terdapat di sebelah timur, utara dan selatan daerah penelitian. Disusun oleh litologi berupa lahar dan lava basal andesit yang termasuk kedalam Batuan Gunungapi Gunung Pangrango. Batuan-batuan ini termasuk ke dalam Batuan Gunungapi yang berumur Kuartar (Gambar 2.1. Peta Geologi Regional Lembar Bogor, Efendi,

Kusnama dkk, 1998). Aktivitas tektonik di daerah ini dimulai pada Awal Tersier, diikuti oleh aktivitas tektonik Plio-Pleistosen yang mengaktifkan kembali produk tektonik periode Awal Tersier, membentuk sesar-sesar yang berarah umum timurlaut – baratdaya dan baratlaut – tenggara. Rekahan-rekahan yang terbentuk menjadi zona lemah bagi kemunculan batuan-batuan vulkanik muda berumur Kuartar.

Secara geologi daerah penyelidikan umumnya disusun oleh kelompok batuan berumur Kuartar, berupa endapan gunung api muda tidak terpisahkan yang terdiri atas tufa batuapung pasir, breksi lahar tufaan dari endapan Gunung Pangrango, endapan ini cukup tebal. Di bawahnya berupa endapan vulkanik tua tak terpisahkan terdiri atas breksi bersusunan andesitik – basaltik, lava andesit, tufa dan aglomerat. Ke arah selatan berkembang sedimen klastik halus sampai kasar berumur Tersier yang telah terlipatkan dan tersesarkan (Edi Murtianto, 1991)

Geologi Gunung Salak

Penyebaran batuan yang terdapat di daerah ini berdasarkan Hadian, 2014 adalah tuf batuapung pasir, setempat dinamakan tras, yang ditutupi endapan lahar, breksi tufan, dan lapili bersusunan andesit-basal, yang umumnya telah lapuk, Berdasarkan Efendi dkk, 1998 batuan yang tersingkap berumur Pleistosen. Pada daerah dengan morfologi perbukitan tinggi hingga ke puncak Gunung Salak tersingkap batuan lava andesit. Bagian bawah daerah penelitian yang tersingkap disusun oleh batuan tuf berbatuapung pasir yang tersebar secara luas dan kerap kali tersingkap sebagai batuan dasar pada aliran sungai. Batuan ini memiliki karakter yang kedap air, susah melalukan air, tetapi memiliki rekahan-rekahan yang dapat berfungsi sebagai jalur keluarnya air. Batuan ini ditutupi oleh breksi laharik yang berwarna hitam, dengan sementasi yang terdiri dari silika dan oksida besi, komponennya berupa batuan andesit hingga basal yang berukuran pasir (2

mm) hingga kerakal (8-20 cm), bersifat poros dan mudah melalukan air karena di beberapa tempat memiliki rekahan-rekahan.

Metoda

Untuk mengetahui sebaran batuan digunakan metode pemetaan geologi dengan melakukan pendeskripsian batuan pada setiap singkapan batuan pada sungai dengan menggunakan measure section serta kupasan tanah akibat aktivitas manusia dengan menggunakan metoda lintasan kompas (Barnes JW and RJ Lisle. 2004), sedangkan untuk menganalisa kemampuan lahan dilakukan dengan memberikan bobot serta nilai pada beberapa aspek fisik dasar yaitu karakteristik fisik batuan, tekstur tanah, kemiringan lereng, potensi air tanah, drainase, curah hujan, kepekaan tanah terhadap erosi dan potensi bahaya geologi. Dalam mengevaluasi kemampuan lahan dilaksanakan penilaian dan pembobotan terhadap masing-masing kemampuan lahan tersebut dengan metode bobot dan skoring (Howard dan Remson, 1978). Tingkat kemampuan lahan bagi setiap pengguna lahan mempunyai nilai dari 5 sampai 0 dimana nilai yang besar berarti mempunyai kecocokan yang lebih baik, kemudian dilakukan metode superimposed sehingga akan dapat diketahui nilai kemampuan masing-masing lahan. Penentuan klasifikasi kemampuan lahan dilakukan dengan metode statistik distribusi normal maka akan didapat :

1. Wilayah kemungkinan, yaitu wilayah dengan tingkat kesesuaian lahan yang baik untuk dikembangkan sebagai kawasan budidaya permukiman.
2. Wilayah kendala, yaitu wilayah dengan tingkat kesesuaian lahan yang sedang untuk dikembangkan sebagai kawasan budidaya permukiman karena ada beberapa kendala fisik dasar akan tetapi masih dapat ditanggulangi dengan rekayasa teknologi.
3. Wilayah limitasi, yaitu wilayah dengan tingkat kesesuaian lahan yang buruk untuk dikembangkan

sebagai kawasan budidaya permukiman karena mempunyai potensi bahaya alam yang tinggi serta merupakan kawasan resapan air.

Pembahasan

Kemampuan lahan karakteristik batuan lereng Gunung Salak

Sifat batuan dasar sangat mempengaruhi daya dukung tanah terhadap infrastruktur yang dibangun diatasnya baik rumah, jalan ataupun jembatan. Semakin keras batuan dasar semakin baik kemampuan lahannya, sebaliknya semakin lunak batuan dasarnya semakin buruk kemampuan lahannya. Selain itu batuan dasar juga mempengaruhi kemampuan batuan untuk menyimpan dan mengalirkan air untuk membentuk suatu sistem akuifer baik akuifer tertekan ataupun akuifer tidak tertekan.

Lava bersifat andesitis yang sangat keras mempunyai sifat meluluskan air yang sangat baik karena memiliki rekahan (*fracture system*) berada pada daerah sekitar puncak Gunung Salak. Ujung dari lava ini memunculkan mata air yang sangat besar debitnya.

Breksi laharik mempunyai sifat yang keras akan tetapi telah mengalami pelapukan yang sangat kuat sehingga komponen dari batuan bekunya mengalami rekahan yang sangat melimpah sehingga menjadi porositas sekunder yang sangat baik bagi jalannya air.

Tuff lapili mempunyai sifat keras akan tetapi telah mengalami pelapukan yang sangat kuat serta mengalami ubahan menjadi mineral lempung. Batuan ini bersifat meluluskan air serta banyak dimanfaatkan sebagai sumur penduduk.

Tuff berbatuapung mempunyai sifat yang tidak begitu padu serta banyak berselingan dengan *paleosoil* yang bisa menjadi akuifer. Dikarenakan teksturnya yang kasar dan poros mengakibatkan lapisan tuff berbatuapung ini bersifat meluluskan air.

Tuff terlaskan memiliki sifat yang padu akan tetapi memiliki sistem rekahan di bagian atasnya sehingga hanya dapat mengalirkan air dalam jumlah terbatas.

Tuff pumicete terlaskan memiliki sifat yang padu sehingga kedap air sehingga sangat sulit meluluskan air.

Kemampuan lahan karakteristik lereng gunung Pangrango

Sifat batuan dasar sangat mempengaruhi daya dukung tanah terhadap infrastruktur yang dibangun di atasnya baik rumah, jalan ataupun jembatan. Semakin keras batuan dasar semakin baik kemampuan lahannya, sebaliknya semakin lunak batuan dasarnya semakin buruk kemampuan lahannya. Selain itu batuan dasar juga mempengaruhi kemampuan batuan untuk menyimpan dan mengalirkan air untuk membentuk suatu sistem akuifer baik akuifer tertekan ataupun akuifer tidak tertekan.

Breksi vulkanik bersifat basaltis yang sangat keras mempunyai sifat meluluskan air yang sangat baik karena memiliki rekahan (*fracture system*) berada pada daerah sekitar puncak Gunung Pangrango. Ujung dari lava ini memunculkan mata air yang cukup besar debitnya.

Breksi tuffan, lapili, aglomerat mempunyai sifat yang keras akan tetapi telah mengalami pelapukan yang sangat kuat sehingga komponen dari batuan bekunya mengalami rekahan yang menjadi porositas sekunder yang sangat baik bagi jalannya air.

Breksi laharik sisipan breksi tufan mempunyai sifat yang keras akan tetapi telah mengalami pelapukan yang sangat kuat sehingga komponen dari batuan bekunya mengalami rekahan yang menjadi porositas sekunder yang sangat baik bagi jalannya air.

Breksi andesit piroksen sisipan lava andesit mempunyai sifat yang padu serta sedikit mengalami rekahan.

Kemampuan lahan kemiringan lereng Cicurug

Kemiringan lereng berkaitan erat dengan kemampuan suatu lahan apabila dilakukan pekerjaan konstruksi serta kestabilan lereng apabila diberi beban bangunan dan potensi gerakan tanah. **Pedataran vulkanik** (0-2%) memiliki morfologi yang sangat datar sehingga memiliki kestabilan lereng yang sangat baik untuk diberi beban bangunan serta tidak mempunyai potensi gerakan tanah. **Pedataran vulkanik landai** (2-7%) memiliki morfologi yang landai sehingga memiliki kestabilan lereng yang baik untuk diberi beban bangunan serta relatif tidak mempunyai potensi gerakan tanah. **Perbukitan vulkanik bergelombang** (8-15%) memiliki morfologi yang bergelombang sehingga memiliki kestabilan lereng yang kurang baik untuk diberi beban bangunan serta memiliki potensi gerakan tanah. **Perbukitan vulkanik curam** (16-40%) memiliki morfologi yang curam sehingga memiliki kestabilan lereng yang buruk untuk diberi beban bangunan sehingga pemanfaatan lahan untuk bangunan terbatas serta apabila akan di buat suatu bangunan memerlukan teknologi dalam membuat konstruksi dan mempunyai potensi gerakan tanah yang tinggi. **Perbukitan vulkanik sangat curam** (>40%) memiliki morfologi yang sangat curam sehingga memiliki kestabilan lereng yang sangat buruk sehingga relatif dihindari dalam pembuatan konstruksi bangunan serta mempunyai potensi gerakan tanah yang sangat tinggi.

Berdasarkan 5 kelas kemampuan lahan yang ada (tabel 1) dapat ditentukan 3 wilayah kesesuaian lahannya yaitu :

- *Wilayah Kemungkinan* (Feasible Area)

Pada peta kesesuaian lahan ditunjukkan dengan warna hijau, wilayah ini menjelaskan memiliki kemampuan lahan sangat tinggi dan tinggi untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman dan industri. Wilayah ini sebagian besar berada pada fasies distal Gunung Salak dan

Gunung Pangrango. Kendala alamiah yang mungkin di hadapi sangat kecil kemungkinannya sehingga aman untuk dikembangkan.

- *Wilayah Kendala (Constrain Area)*

Pada peta kesesuaian lahan ditunjukkan dengan warna kuning, wilayah ini menjelaskan memiliki kemampuan lahan sedang untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman dan industri. Wilayah ini sebagian besar berada pada ujung akhir fasies proksimal, ujung awal dan akhir fasies medial pada lereng Gunung Salak serta fasies medial pada Gunung Pangrango. Kendala alamiah yang mungkin di hadapi cukup banyak sehingga harus menggunakan rekayasa teknik untuk meminimalkan faktor kendala tersebut sehingga aman untuk dikembangkan. Kendala teknis tersebut antara lain drainase yang cukup buruk dikarenakan kemiringan lereng yang cukup curam serta kondisi air tanah yang terbatas.

- *Wilayah limitasi (Limitation Area)*

Pada peta kesesuaian lahan ditunjukkan dengan warna merah. Wilayah ini menjelaskan memiliki kemampuan lahan rendah dan sangat rendah untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman dan industri. Wilayah ini sebagian besar berada pada fasies sentral dan proksimal serta beberapa tempat pada fasies medial. Kendala alamiah yang mungkin cukup banyak dan tidak dapat menggunakan rekayasa teknik untuk meminimalkan faktor kendala tersebut sehingga mempunyai resiko tinggi untuk dikembangkan. Kendala teknis tersebut antara lain drainase yang sangat buruk dikarenakan kemiringan lereng yang terjal, potensi bahaya longsor serta kondisi air tanah yang terbatas.

Berdasarkan pada klasifikasi yang di hasilkan di atas maka di dapat : kisaran kelas kemampuan lahan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 1. kelas kemampuan lahan beserta nilai kisaran total scor

Kelas Kemampuan Lahan	Kriteria	Kisaran Total
Sangat Tinggi	$> X + 1\frac{1}{2} \delta x$	> 164
Tinggi	$(X + \frac{1}{2} \delta x) - (X + 1\frac{1}{2} \delta x)$	150-164
Sedang	$(X - \frac{1}{2} \delta x) - (X + \frac{1}{2} \delta x)$	137-150
Rendah	$(X - \frac{1}{2} \delta x) - (X - 1\frac{1}{2} \delta x)$	123-137
Sangat Rendah	$< X - 1\frac{1}{2} \delta x$	< 123

Kesesuaian Lahan

Penentuan dari kesesuaian lahan di tentukan berdasarkan perhitungan dari deviasi skor total. Standar deviasi dilakukan dengan menggunakan kurva anova, hal ini dilakukan untuk menentukan pembagian zona peta kemampuan lahan. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$\bar{x}$ = Skor total per kotak

X = nilai rata-rata

$$= \frac{\sum x}{n} = \frac{85557}{597} = 143.3115578 = 143$$

$$\delta x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} = 13.60295073 = 13,6$$

$$-1\frac{1}{2} \delta x = -20.40442609$$

$$-\frac{1}{2} \delta x = -6.801475363$$

$$\frac{1}{2} \delta x = 6.801475363$$

$$1\frac{1}{2} \delta x = 20.40442609$$

$$X - 1\frac{1}{2} \delta x = 122,91 = 123$$

$$X - \frac{1}{2} \delta x = 136.51 = 137$$

$$X + \frac{1}{2} \delta x = 150,11 = 150$$

$$X + 1\frac{1}{2} \delta x = 163,71 = 164$$

Diskusi

Pada perancangan kawasan tepian air ada dua aspek penting yang mendasari keputusan rancangan yang dihasilkan. Kedua aspek tersebut adalah faktor geografis dan konteks perkotaan. Dengan faktor-faktor geografis, termasuk di dalam hal ini adalah kondisi perairan, yaitu dari segi jenis (laut, sungai dan danau), dimensi dan konfigurasi, daya dukung tanah, serta kepemilikannya. Iklim yang menyangkut musim, temperatur serta curah hujan dan konteks perkotaan,

faktor yang nantinya akan memberikan ciri khas tersendiri bagi kota yang bersangkutan serta menemukan hubungan antara kawasan *water front* yang di kembangkan dengan bagian kota yang terkait.

Diperlukan Konsep *Sustainable Development* memberikan wacana baru mengenai pentingnya melestarikan lingkungan alam di masa depan, generasi yang akan datang “pembangunan yang memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengkompromikan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya sendiri”. Untuk mevalidasi penentuan zona konservasi diperlukan penelitian isotop.

Ucapan terimakasih

Penulis juga telah dibantu oleh sahabat-sahabat yang telah rela membantu siang dan malam membantu dalam penyusunan disertasi ini. Oleh sebab itu penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Dr. M. Sapari Dwi Hadian ST, MT, Dr. Teuku Yan Waliana Muda Iskandarsyah ST, MT, M. Nursiyam Barkah, ST, MT, Mulyono SE, Willy Ananta SSos, Rama Baiquni ST, MT, Yudhi Listiawan ST, Ciria Humanis Brilian, ST, Rina Rosmawati ST, Faishal Aziz ST, Yayan Cuharyana dan Iyep

Kesimpulan

Berdasarkan analisa kesesuaian lahan berdasarkan kemampuan lahannya dan fasies vulkanik :

1. Kesesuaian lahan pada daerah lereng Gunung Salak di daerah penelitian mempunyai pola bergantian antara wilayah limitasi di sekitar fasies sentral dan proksimal, kemudian wilayah kendala di sekitar ujung akhir fasies proksimal kemudian wilayah limitasi pada fasies medial serta pada ujung akhir medial merupakan wilayah kendala dan wilayah kemungkinan di sekitar fasies distal. Kesesuaian lahan pada Lereng Gunung Pangrango mempunyai pola wilayah limitasi di sekitar fasies sentral dan proksimal, wilayah kemungkinan

pada fasies medial serta wilayah kemungkinan pada fasies distal. Daerah yang merupakan wilayah limitasi harus dijadikan kawasan lindung. Daerah medial yang merupakan daerah resapan air merupakan kawasan lindung resapan air mutlak harus dijadikan hutan lindung.

2. Di daerah Cicurug secara eksisting memperlihatkan bahwa pada umumnya telah terjadi pengalihan pemanfaatan lahan yang telah merubah fungsinya dimana daerah yang seharusnya berfungsi sebagai kawasan lindung telah berubah menjadi kawasan budidaya. Pemanfaatan lahan pada kawasan yang seharusnya menjadi kawasan lindung telah terjadi perubahan pemanfaatan lahan yang sangat besar dimana kawasan hutan secara keseluruhan telah banyak berubah menjadi kawasan budidaya pertanian berupa ladang, kebun, sawah tadah hujan, sawah irigasi dan peternakan serta permukiman, sebagian berupa semak belukar.

Perubahan fungsi lahan ini tentunya akan merubah neraca air yang kemudian akan berakibat pada supply air tanah pada akuifer sumber air kubang. Tanah ladang merupakan pemanfaatan lahan yang mendominasi daerah yang menjadi kawasan resapan (*recharge*) diikuti oleh sawah tadah hujan, semak belukar, kebun, sawah irigasi, permukiman dan peternakan.

Saran

Diperlukan analisa kesesuaian lahan dengan validasi isotop ini dapat diperkuat dengan kajian struktur geologi detail sehingga daerah yang paling intensif memiliki kekar dan patahan dapat di ketahui. Selain itu kajian hidrokimia akan memperkuat tentang kandungan kimia air, fasies air tanah serta pengaruh batuan terhadap kualitas airtanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Zaennudin; Igan S Sutawidjaja; Dani Aswin, 1993 *Peta Geologi gunung Salak*, Direktorat Vulkanologi Bandung
- Barnes JW and RJ Lisle. 2004. *Basic Geological Mapping*, fourth edition, John Wiley and Sons, England, pp 43-49.
- Bogie, I. and MacKenzie, K.M, 1998.: *The Application of a Volcanic Facies Model to an Andesitic Stratovolcano Hosted Geothermal System at Wayang Windu*, Java, Indonesia, Proceeding, 20th New Zealand Geothermal Workshop
- Effendi AC. 1974. *Geological map of Bogor sheet, scale. 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan. Geologi, Bandung (in Indonesian).
- Hadian, M. S., Mardiana, U., Abdurahman, O., & Iman, M. I. (2006). Sebaran akuifer dan pola aliran air tanah di Kecamatan Batuceper dan Kecamatan Benda Kota Tangerang, Propinsi Banten. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(3), 115-128
- Hadian, S. D., & Rahmat, B. (2015). MANAJEMEN AIR TANAH PADA ENDAPAN ALUVIUM RAWA LAKBOK, JAWA BARAT. *Bulletin of Scientific Contribution*, 13(3)
- Hadian, Mohamad Sapari Dwi Hadian, Hendarmawan, Nana Sulakasana, 2016 *Hydrogeology of Volcanic Characterization Based on Volcanic Facies, Ground Water Chemical Content, and Stable Isotope of Groundwater* nternational Proceedings of Chemical, Biological and Environment Engineering Volume of IPCBEE (2016) DOI: 10.7763/IPCBEE. 2016. V94. 22 p.142-149
- Hendarmawan and Satrio, 2011, *Recharge area on the slopes of volcano based on geological setting, content of deuterium and oxygen isotopes of ground water chemistry :case study on the slope of Salak Mountain, West Java*. J Trop Soil, Vol. 16, No 3, 2011 : 247-258.
- Hiscock K. 2005. *Hydrogeology, Principles and Practice*. Malden, Oxford, Carlton: Blackwell Publishing, 389 p. doi:10.1017/S0016756806263052.
- Kevin H. 2005. *Hydrogeology Principles and Practice*. Blackwell Publishing Company, Australia, pp. 389.
- IWACO-WASECO (1990) Bandung hydrological study. *West Java provincial waters sources master plan*, Jakarta, 111p.
- Kumai, H dan Hendarmawan, 2003, *Ground water local in volcanic slope ; acase study on the bandung city area, Indonesia*. Consortium corporation Institute of Groundwater Physic-chemistry, Japan, vol 11 march, 2003.
- Kusdaryanto dan Wazil Efendi, 2000, *Pemetaan Geomorfologi Gunung Salak*, Direktorat Vulkanologi Bandung
- Van Bemmelen, R.W., 1949. The geology of Indonesia, volume 1A U.I.A. The Hague.
- Wilson J, Guan H (2004) Mountain-block hydrology and mountain front recharge. In: Phillips FM, Hogan J, Scanlon B (eds) *Groundwater recharge in a desert environment: the southwestern United States*. AGU, Washington, DC

