

## PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) TERHADAP ZONASI KERENTANAN AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE APLIS PADA KAWASAN KARST GUDAWANG DESA ARGAPURA, KABUPATEN BOGOR

N.B. Pertiwi<sup>1\*</sup>, E.D Mayasari<sup>1</sup> dan E.W.D Hastuti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Corresponding author: nabungaran15@gmail.com

**ABSTRAK:** Penelitian ini terletak pada kawasan Karst Gua Gudawang di Desa Argapura Cigudeg, Kabupaten Bogor. Tujuannya adalah untuk mendefinisikan dan mengklasifikasikan berdasarkan zona tingkat kerentanan airtanah dalam upaya pengelolaan bentang alam karst supaya terjaganya lingkungan berdasarkan metode APLIS (*Altitude, Slope, Litology, Infiltration and Soils*) melalui pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode tersebut berbasis spasial yaitu dengan melakukan *overlay* beberapa parameter. Tolak ukur yang digunakan adalah ketinggian, kelerengan, batuan, zona infiltrasi dan jenis tanah. Interpretasi hasil kajian menunjukkan terdapat 4 tingkat kerentanan airtanah yaitu sangat rendah, rendah, sedang dan tinggi.

Kata kunci: karst, airtanah, metode APLIS, Sistem Informasi Geografis (SIG).

**ABSTRACT :** *This research is located in the Gudawang Cave Karst region in Argapura Cigudeg Village, Bogor Regency. The aim is to define and classify based on groundwater vulnerability zones in the management of karst landscapes so that the preservation of the environment is based on the APLIS method (Altitude, Slope, Litology, Infiltration and Soils) through the use of Geographic Information Systems (GIS). The method is spatial based by overlaying several parameters. Parameters used are height, slope, rocks, infiltration zones and soil types. The interpretation of the results of the study shows that there are 4 levels of ground water vulnerability that is very low, low, medium and high.*

**Keywords:** *karst, ground water vulnerability, APLIS method, Geographic Information Systems (GIS).*

### PENDAHULUAN

Menurut Haryono & Adji (2004) menjelaskan bahwa karst merupakan istilah dalam Bahasa Jerman bermakna lahan gersang berbatu, diturunkan dari Bahasa Slovenia yaitu *kars* atau *krast*. Definisi karst yakni bentuk lahan terbentuk akibat pelarutan batuan dengan porositas sekunder yang berkembang baik beserta karakteristik hidrologi (Ford & Williams, 1989). Beberapa hal yang mencirikan kawasan karst adalah terdapat cekungan yang tertutup dengan bervariasi lembah kering, langkanya sungai permukaan juga terdapat sistem gua dan drainase bawah tanah (White, 1988; Summerfield, 1991).

Pembagian klasifikasi kerentanan airtanah menurut Leibundgut (1998 dalam Adji, 2006) terbagi atas kerentanan airtanah spesifik ataupun disebabkan oleh

bahaya negatif dari penggunaan lahan. Lalu, kerentanan intrinsik berupa karakteristik hidrogeologi dan geomorfologi pada daerah penelitian. Menurut Harter & Walker (2001) berpendapat bahwa kerentanan airtanah tergantung ukuran variabel sulit atau mudahnya polutan dalam pencemaran di daerah telitian.

Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1456 K/20/MEM/2000 mengenai Pedoman Pengelolaan Kawasan Karst. Tujuan utamanya terdapat pada Pasal 2 yaitu optimalisasi pembangunan kawasan karst yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan (Republik Indonesia, 2000) berupa penyelidikan, perlindungan, pemanfaatan maupun inventarisasi kawasan karst.

Dalam Pasal 12 mengklasifikasikan kawasan karst dibagi menjadi tiga kelas :

1. Kawasan Karst Kelas I adalah suatu kawasan memiliki karakteristik berupa akuifer, sungai vertikal atau horizontal ataupun danau bawah tanah, dan kawasan yang mencirikan adanya gua berhias speleothem aktif.
2. Kawasan Karst Kelas II merupakan kawasan imbuan airtanah berfungsi sebagai jaringan bawah tanah berupa lorong-lorong hasil bentukan morfologi sungai atau gua serta habitat bagi fauna.
3. Kawasan Karst Kelas III yaitu kawasan tersendiri yang tidak termasuk kriteria kawasan Karst Kelas II dan III.

Upaya untuk melindungi kawasan bentang alam karst terutama sumber daya airtanah dan menentukan zona kerentanan airtanah menggunakan pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis spasial yaitu APLIS.

METODE PENELITIAN

Tahapan awal penelitian ialah mempelajari studi literatur dari berbagai sumber yang telah dilakukan sebelumnya yakni variabel-variabel dalam penggunaan metode scoring untuk penentuan tingkat kerentanan. Sehingga, tahapan selanjutnya memberikan gambaran pada proses tinjauan ataupun observasi di lapangan yang berguna dalam metode pengumpulan data meliputi data primer (*purposive sampling method*) maupun data sekunder dan pengolahan analisa lebih lanjut.

Peta ketinggian dan kemiringan bersumber dari Peta Digital Rupa Bumi Indonesia Lembar Jakarta berskala 1: 25.000, peta litologi dihasilkan dari Peta Geologi Lembar Jakarta terbitan BAKOSURTANAL skala 1:100.000, data zona infiltrasi dan tanah berasal melalui survei lapangan juga didukung melalui referensi peta tanah terbitan PUSLITANAK Bogor Skala 1: 25.000, sedangkan data tanah diubah ke dalam klasifikasi FAO.

Penelitian ini menggunakan metode APLIS dan mengacu tolak ukur Andreo et al. (2008) dengan membagi tiap-tiap variabel berdasarkan hasil skoring. APLIS dalam bahasa Spanyol merupakan singkatan dari *aaltitud* (ketinggian), *pendiete* (kemiringan lereng), *litologia* (litologi), *infiltracion preferencial* (zona infiltrasi), dan *suelo* (tanah).

Metode APLIS yakni dengan penggabungan tumpang susun (*overlay*) lima *layer* peta tersebut kemudian dikelaskan dan diberi skor sesuai dengan tingkat pengaruhnya terhadap besarnya imbuan airtanah yang kemudian akan mencerminkan tingkat kerentanan airtanah di suatu wilayah. Berikut ini klasifikasi yang digunakan untuk masing-masing variabel menggunakan

metode APLIS dalam tabel 1 sampai 5 sesuai klasifikasi Andreo et al. (2008).

Tabel 1. Klasifikasi dan scoring ketinggian

No.	Ketinggian	Skor
1	≤ 300 mdpal	1
2	>300-600 mdpal	2
3	>600-900 mdpal	3
4	>900-1200 mdpal	4
5	>1200-1500 mdpal	5
6	>1500-1800 mdpal	6
7	>1800-2100 mdpal	7
8	>2100-2400 mdpal	8
9	>2400-2700 mdpal	9
10	>2700 mdpal	10

Variabel ketinggian mencirikan keberadaan vertikal suatu objek dilihat melalui titik yang telah ditentukan. Datum yang diperoleh yaitu WGS-84 dan permukaan laut, sehingga sering disingkat menjadi satuan dpl.

Tabel 2. Klasifikasi dan skoring kemiringan lereng

No.	Lereng	Skor
1	≤3	10
2	>3-8%	9
3	>8-16%	8
4	>16-21%	7
5	>21-31%	5
6	>31-46%	4
7	>46-76%	3
8	>76-100%	2
9	>100%	1

Tolak ukur kemiringan lereng dalam metode ini berfungsi untuk memengaruhi besarnya laju erosi maupun aliran permukaan. Satuannya dapat dinyatakan dalam persen ataupun derajat yang dihasilkan secara umum melalui ukuran kemiringan suatu lahan terhadap bidang datar.

Tabel 3. Klasifikasi dan scoring litologi

No.	Litologi/batuan	Skor
1	Batugamping dan dolomit terkarstifikasikan baik	9-10
2	Marmar dengan rekahan, gamping, dan dolomit terkarstifikasikan sedang	7-8
3	Batu gamping dan dolomit bercelah	5-6
4	Pasir dan kerikil koluvial	4
5	Napal, breksi, dan konglomerat	3
6	Batuan plutonik dan metamorf	2

7	Skiss, slate, dan lempung	1
---	---------------------------	---

Parameter litologi berguna dalam penentuan karakteristik batuan secara petrologi berdasarkan ukuran, warna, tekstur dan hal lainnya dalam pengamatan litologi. Kemudian, juga dapat mendeskripsikan secara petrografi berdasarkan sayatan batuan.

Tabel 4. Klasifikasi dan scoring zona infiltrasi

No.	Zona Infiltrasi	Skor
1	Zona infiltrasi utama	10
2	Zona infiltrasi lain	1

Zona infiltrasi melalui proses aliran air yang dihubungkan dengan peristiwa penyusupan atau perembesan. Aliran tersebut melalui permukaan tanah, berfungsi sebagai aliran perantara sehingga menuju airtanah.

Tabel 5. Klasifikasi dan scoring tanah

No.	Tanah	Skor
1	Litosols	10
2	Albic Arenosols dan Calcic Xerosols	9
3	Rendzina, Calcareous Regosols, dan Fluvisols	8
4	Eutric dan Distric Regosols serta Solonchaks	7
5	Calcic Cambisols	6
6	Eutric Cambisols	5
7	Eutric Histosols, Orthic, dan Calcic Luvisols	4
8	Chromic Luvisols	3
9	Planosols	2
10	Cromic Vertisols	1

Peta tanah dihasilkan dari referensi terbitan terdahulu dengan disesuaikan berdasarkan deskripsi lapangan. Oleh sebab itu, penentuan jenis tanah dalam ubahan sistem FAO memiliki peranan dalam klasifikasi nama tanah.

PERSAMAAN

Tahapan selanjutnya adalah *overlay* menggunakan Sistem Informasi Geografis berdasarkan hasil scoring memuat nilai dan bobot masing-masing, dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = (A + P + 3I + 2I + S) : 0.9 \quad (1)$$

**Keterangan :**

- R = Kerentanan airtanah (%)
- A = Ketinggian
- P = Kemiringan lereng
- L = Litologi
- I = Zona infiltrasi
- S = Tanah

Menurut klasifikasi Andreo et al. (2008) klasifikasi tingkat kerentanan airtanah hasil overlay berbasis spasial kelima variabel kemudian terbagi atas :

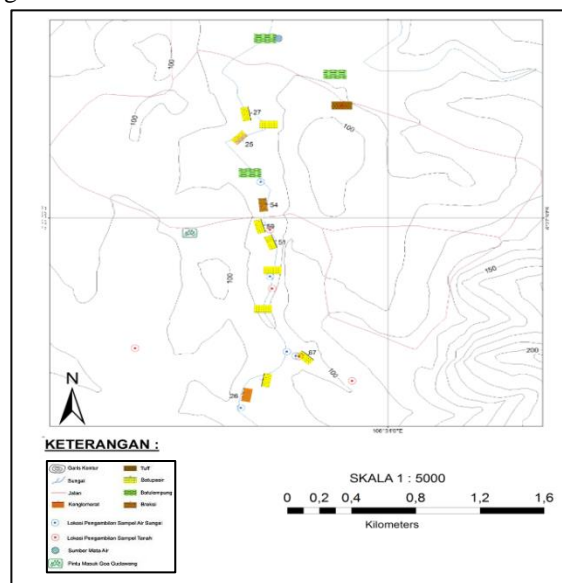
Tabel 6. Nilai imbuan dan scoring variabel

No.	Nilai imbuan (R)	Kelas
1	≤ 20 %	Sangat Rendah
2	>20-40%	Rendah
3	>40-60%	Tinggi
4	>60-80%	Sangat Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

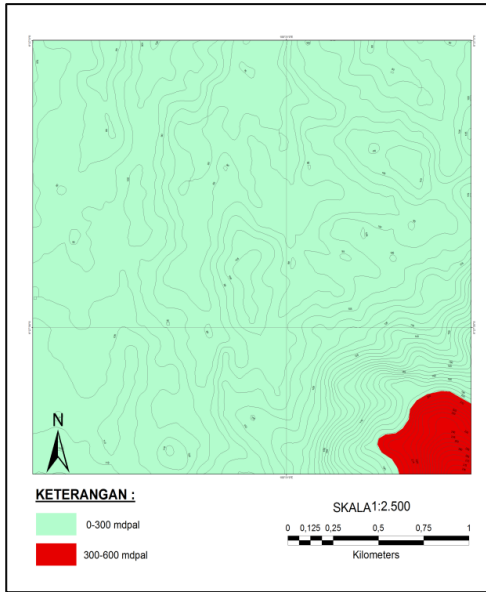
Kawasan Karst Gua Gudawang terletak di Kampung Cipining Desa Argapura, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor (Gambar 1.) dengan gambaran pembuatan peta lintasan yang berskala 1 : 2500 dihasilkan dari data DEMNAS (Badan Informasi Geospasial).

Lokasi ketersediaan menuju Gua Gudawang dari Bogor Kota menempuh dengan jarak 2 jam lebih 30 menit menggunakan alat transportasi sepeda motor. Karst Gudawang terbagi atas 4 lokasi yaitu Gua Simenteng, Simasigit, Sipahang dan terhubung dengan gua vertikal Gua Sibolai.



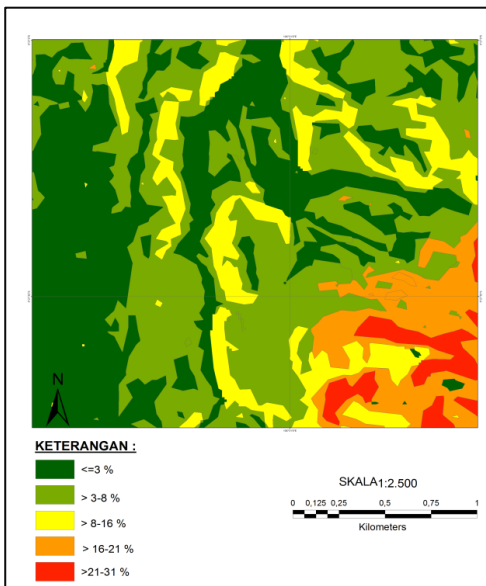
Gambar 1. Peta lintasan daerah penelitian

Tingkat kerentanan airtanah merupakan gambaran seberapa rentan airtanah tersebut mengalami pencemaran. Terdapat pada daerah penelitian yang memperlihatkan kenampakan topografi morfologi perbukitan karst bergelombang di sebelah barat dan dataran pada sebelah timur. Ketinggian pada daerah penelitian kisaran dari 0 hingga 60 (Gambar 2). Wilayah terendah terletak di wilayah pedesaan Argapura, sedangkan wilayah tertinggi terletak di perbukitan sebelah tenggara dari kawasan Karst.



Gambar 2. Peta ketinggian daerah penelitian

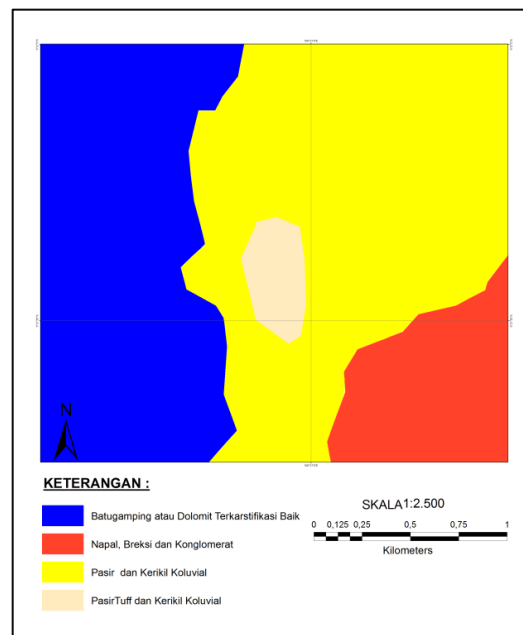
Kemiringan lereng pada daerah penelitian mulai dari 0-46% (Gambar 3). Berdasarkan kemiringan lereng, daerah penelitian dibagi menjadi dua, yaitu daerah dataran dan daerah perbukitan.



Gambar 3. Peta kemiringan lereng daerah penelitian

Kemiringan lereng diperoleh menggunakan analisis *slope*, daerah dataran dicirikan oleh bentuk permukaan yang sangat landai-datar dengan kemiringan lereng 0-5% dan daerah perbukitan ditandai dengan adanya perbukitan yang memiliki kemiringan lereng 5-46%. Daerah yang memiliki kemiringan lereng dari landai hingga datar memiliki zona infiltrasi yang lebih besar dibandingkan daerah perbukitan curam.

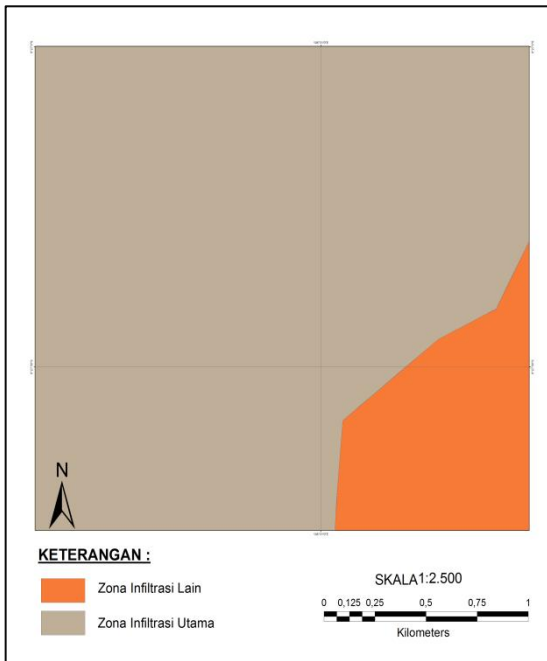
Litologi daerah penelitian terklasifikasi atas batugamping terkarstifikasi baik, juga terdapat material penyusun lainnya seperti batulempung, batupasir, tuff, breksi dan konglomerat (Gambar 4) dan termasuk ke dalam Formasi Bojongmanik (Tmb) dan Formasi Batuan Gunung Api Muda (Qv).



Gambar 4. Peta litologi daerah penelitian

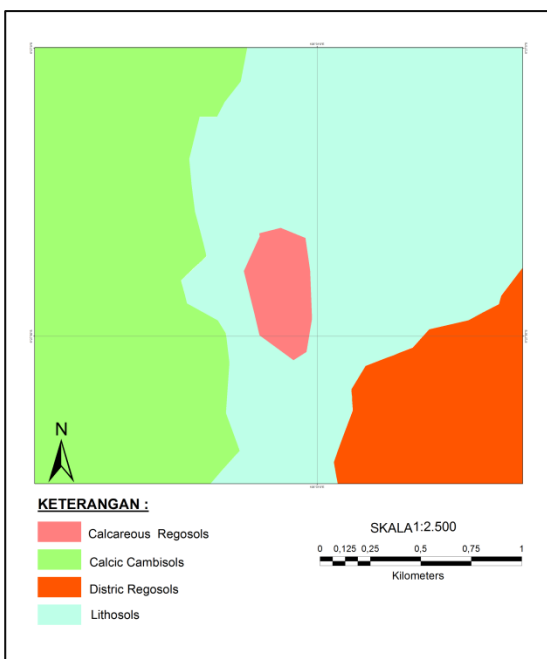
Kenampakan eksokarst ataupun endokarst menunjukkan adanya gejala karstifikasi pada batuan gamping yang terletak di bagian selatan dengan klasifikasi terkarstifikasi baik pada morfologi perbukitan karst dan keterdapatannya spot berbentuk *sinkhole*, memiliki topografi relatif datar yaitu batulempung, batupasir, tuff, breksi dan konglomerat.

Daerah penelitian terbagi atas 2 zona infiltrasi berupa zona infiltrasi utama dan zona infiltrasi lainnya. Daerah penelitian memiliki keterdapatannya satu zona infiltrasi utama, yaitu ponor yang terdapat di kawasan karst di gua Sipahang terletak di batuan gamping terkarstifikasi baik, dikaitkan dengan proses hidrologi infiltrasi melalui kekar, rekahan, dan *sinkhole*. Sedangkan zona infiltrasi lain berada pada sebelah timur kawasan karst menuju Desa Argapura (Gambar 5).



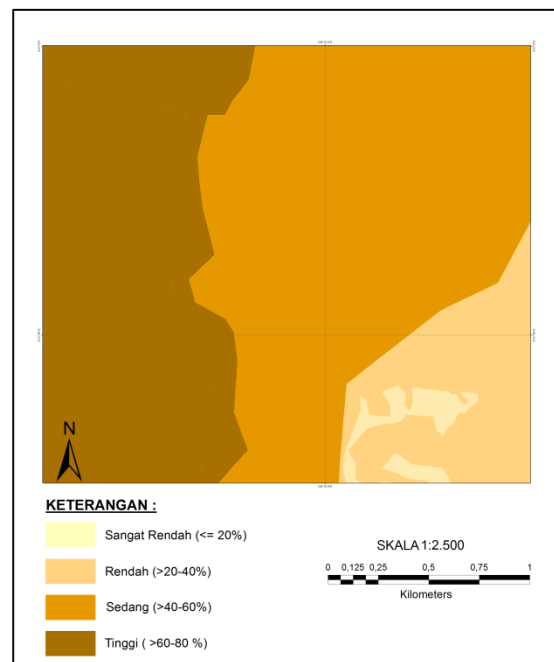
Gambar 5. Peta zona infiltrasi daerah penelitian

Klasifikasi tanah dalam metode APLIS dihasilkan melalui terbitan PUSLITANAK Bogor dalam bentuk FAO (*Food and Agriculture Organization*). Tanah pada daerah penelitian terbagi menjadi 3, yaitu Cambisols, Vertisols, Lithosols, dan Calcareous Regosols (Gambar 6). Tanah Lithosols terdapat pada wilayah Formasi Bojongmanik, Calcareous Regosols dan Cambisols terdapat di kawasan wilayah batugamping terkarstifikasi baik, pada batugamping terkarstifikasi baik.



Gambar 6. Peta tanah daerah penelitian

Dari hasil analisis *overlay* atau tumpang susun, dilakukan perhitungan menggunakan rumus untuk mengklasifikasikan nilai kerentanan airtanah pada daerah penelitian. Menurut Kusuma (2009) berpendapat bahwa nilai kerentanan airtanah menggambarkan ukuran tingkatan airtanah mampu bertahan terhadap polutan atau kontaminan pada permukaan tanah hingga mencapai muka airtanah atau lapisan akuifer. Hasil analisa berdasarkan klasifikasi tingkat kerentanan airtanah menurut Andreo et al. (2008) menunjukkan tingkat kerentanan airtanah pada daerah penelitian mulai dari sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi (Gambar 7).



Gambar 7. Peta kerentanan airtanah daerah penelitian

Kawasan kerentanan airtanah sangat rendah hingga sedang terletak pada perbatasan kawasan karst menuju Desa Argapura. Kerentanan airtanah tinggi tersusun oleh litologi batugamping terkarstifikasi baik yang terletak pada kawasan karst Gua Gudawang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa airtanah di daerah kawasan karst lebih rentan tercemar polutan dibandingkan wilayah di Desa Argapura.

## KESIMPULAN

1. Zonasi kerentanan airtanah kawasan karst Gua Gudawang di daerah penelitian menggunakan metode APLIS menjelaskan bahwa tingkat kerentanan airtanah pada daerah penelitian di Desa Argapura, Cigudeg, Kabupaten Bogor terbagi atas 4 klasifikasi beserta nilai imbuhan airtanah diantaranya : sangat rendah ( $\leq 20\%$ ), rendah ( $20\% - 40\%$ ), sedang ( $40\% - 60\%$ ), dan tinggi ( $60\% - 80\%$ ).

2. Kawasan kerentanan airtanah sangat rendah hingga sedang terletak pada perbatasan kawasan karst menuju Desa Argapura. Wilayah dengan batuan gamping terkarstifikasi baik dengan kerentanan airtanah tinggi.
3. Dapat disimpulkan bahwa airtanah di daerah kawasan karst Gua Gudawang lebih rentan tercemar polutan dibandingkan wilayah di Desa Argapura dan berdasarkan hasil interpretasi dan survei lapangan bahwa Gua Gudawang.
4. Interpretasi daerah penelitian bahwa semakin tingginya kelas kerentanan airtanah maka dapat termasuk klasifikasi yang tergolong ke dalam Zona Kawasan Karst Kelas I.

Menggunakan Metode DRASTIC di Urban Area Kota Semarang. Skripsi, Universitas Diponegoro. Republik Indonesia. 2000. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 1456 K/20/MEM/2000 Tentang Pedoman Pengelolaan Kawasan Karst. Jakarta, Sekretariat Negara.

White, W.B. 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrain*. Oxford University Press, Oxford.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis karena kehadiran Allah SWT atas berkah dan karuniaNya. Ucapan rasa cinta dan terima kasih saya berikan kepada kedua orang tua yang telah mendoakan dan mendukung baik secara moral dan material, penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada keluargadari HMTGGEOI Universitas Pakuan Bogor yang telah membantu dalam proses pengambilan data di lapangan serta dosen pembimbing saya dan seluruh pihak terkait sehingga penulis tetap semangat dalam menyelesaikan makalah ini dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adji, T. N. 2006. Peranan Geomorfologi dalam Kajian Kerentanan Air Bawah Tanah Karst. Gunung Sewu, *Indonesian Cave and Karst*
- Andreo, B., Vias, J., Durian, J.J., Jimenez, P., Lopez-Geta, P. A., dan Carasco, F. 2008. *Methodology for Groundwater Recharge Assessment in Carbonate Aquifers: Application to Pilot Sites in Southern Spain*. *Hydrogeology Journal*, 16.911-925
- Ford, D. and Williams, D.W. 1989. *Karst Geomorphology and Hydrology*. Chapman Hall, London.
- Harter, T. dan Walker, L. G. 2001. *Assessing Vulnerability of Groundwater*. California: California Department of Health Services.
- Haryono, E. dan Adji, T.N. 2004. Pengantar Geomorfologi dan Hidrologi Karst. Yogyakarta: Kelompok Studi Karst Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Kusuma, K.I. (2009). Studi Kerentanan Airtanah