Aplikasi Metode APLIS Untuk Pemetaan Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Pada Kawasan Karst Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik

Dicki Chandra Dinata[1], Hendra Bahar[1], dan Sapto Heru Yuwanto[1]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1]
e-mail: hendrabahar@itats.ac.id

ABSTRACT

Groundwater is one of the main water sources, with better and better quality than surface water. However, groundwater has weaknesses. If pollution occurs in the groundwater, recovery efforts are very difficult to carry out. This research aims to zone the vulnerability of groundwater in a karst area in Ujung Pangkah District, Gresik Regency, and in this karst area there are mining activities that can damage the water source ecosystem in the karst area. This research uses the APLIS method, namely A (aaltitud), P (pendiete), L (lithologia), I (infiltraction preferencial), and S (suelo), to assess groundwater vulnerability in the karst basin area studied. Research findings classify the level of groundwater vulnerability into four categories: very low (<20%), low (20% - 40%), medium (40% - 60%), and high (60% - 80%). Areas with groundwater vulnerability levels ranging from very low to moderate are located around the border between the karst area and the research location. However, areas with moderately karstified limestone in the study location show high groundwater vulnerability.
Keywords: *groundwater, pollution, karst, APLIS*

ABSTRAK

Airtanah merupakan salahsatu sumber air utama, dengan kualitas dari yang lebih bagus dan baik dari pada air permukaan. Akan tetapi airtanah mempunyai kelemahan jika terjadi pencemaran di dalam airtanah, upaya pemulihannya sangat susah untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menzonasi kerentanan airtanah pada suatu kawasan karst yang berada di Kecamatan Ujung pangkah, Kabupaten Gresik, dan pada kawasan karst tersebut terdapat kegiatan penambangan yang dapat merusak ekosistem sumber air di kawasan karst tersebut. Penelitian ini menggunakan metode APLIS, yaitu A (*aaltitud*), P (*pendiete*), L (*litologia*), I (*infiltraction preferencial*), dan S (*suelo*), untuk menilai kerentanan airtanah di daerah cekungan karst yang diteliti. Temuan penelitian mengklasifikasikan tingkat kerentanan airtanah menjadi empat kategori: sangat rendah (<20%), rendah (20% - 40%), sedang (40% - 60%), dan tinggi (60% - 80%). Daerah dengan tingkat kerentanan airtanah dari sangat rendah hingga sedang terletak di sekitar perbatasan antara kawasan karst dan lokasi penelitian. Namun, wilayah dengan batugamping terkarstifikasi sedang di lokasi penelitian menunjukkan kerentanan airtanah yang tinggi.
Kata kunci: airtanah, pencemaran, karst, APLIS

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia masih mengandalkan airtanah sebagai sumber air utama. Kualitas airtanah dianggap lebih baik daripada air permukaan karena lebih sedikit terpapar oleh pencemaran seperti yang umum terjadi pada air sungai dan danau. Namun, kelemahan utama airtanah terletak pada sulitnya memulihkan kualitasnya jika terjadi pencemaran. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menzonasi kerentanan airtanah pada suatu kawasan karst yang berada di Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik, dan pada kawasan karst tersebut terdapat kegiatan pertambangan yang dapat merusak ekosistem sumber air di kawasan karst tersebut. Daerah karst memiliki variasi dalam geomorfologi dan sistem hidrologinya. Tingkat kerentanan airtanah bergantung pada seberapa mudah atau sulit polutan dapat masuk ke dalam tanah di suatu wilayah. APLIS merupakan singkatan dari ketinggian (*aaltitud*), kemiringan lereng (*pendiete*), litologi (*litologia*), zona infiltrasi (*infiltración preferencial*), dan jenis tanah (*suelo*) dalam bahasa Spanyol. APLIS mengacu pada metode yang menggabungkan dan menilai lima layer peta tersebut secara bersamaan, kemudian mengklasifikasikannya dan memberikan skor sesuai dengan pengaruhnya terhadap besarnya imbuhan airtanah (Andreo, et al., 2008).

TINJAUAN PUSTAKA

Airtanah

Sumber daya airtanah mudah tercemar, mirip dengan air permukaan, karena batuan yang berpori memungkinkan air mengalir dengan mudah. Air di daerah karst cenderung terakumulasi di bawah

ISSN 2775-5630

permukaan, sehingga kualitas airtanah di sana dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti geologi, geomorfologi, hidrologi, tanah, dan vegetasi. Sungai yang mengalir di atas permukaan karst jarang terjadi karena air cenderung mengalir di bawah permukaan melalui jaringan gua yang rumit. Saat hujan, air tidak terperangkap di permukaan tanah, melainkan segera meresap ke dalam jaringan sungai bawah tanah. Sumber air permukaan di daerah karst biasanya terbatas pada sumur-sumur dan sumber air dari sungai bawah tanah yang muncul ke permukaan. Celah dan lorong-lorong yang terbentuk dari proses pelarutan pada batuan gamping yang baik terkarstifikasi menyebabkan tingkat permeabilitas yang tinggi. Penggunaan airtanah sebagai sumber air utama memiliki beberapa keuntungan, seperti yang dijelaskan oleh Cleary (dalam Purnama, 2010):

a) Kualitas airtanah cenderung lebih baik dibandingkan dengan air permukaan dan air hujan, serta pengaruh musim terhadap kualitasnya relatif minim.
b) Perubahan kualitas air dalam waktu cenderung lebih stabil.
c) Cadangan airtanah lebih besar dan lebih mudah diakses.
d) Distribusi dan cakupan airtanah lebih luas daripada air permukaan, sehingga biaya untuk distribusi dan penyalurannya dapat lebih rendah.
e) Lahan di atas akuifer dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan lain.

Karst

Karst, berasal dari istilah bahasa Jerman "karst" yang kemudian diadopsi dari bahasa Slovenia "kras", merujuk pada wilayah berbatu yang kering. Asal-usul istilah ini tidak secara langsung terkait dengan batuan kapur dan proses pelarutan, tetapi sekarang digunakan untuk menyebutkan bentuk lahan yang terbentuk akibat proses tersebut. Karst adalah medan yang ditandai dengan karakteristik hidrologi unik yang dihasilkan oleh batuan yang mudah larut dan memiliki porositas sekunder yang berkembang dengan baik. Meskipun karst tidak terbatas pada daerah dengan batuan karbonat saja, tetapi juga terjadi pada batuan lain yang mudah larut dan memiliki porositas sekunder seperti gipsum dan batugaram. Namun, karena distribusi batuan kapur yang lebih luas, karst yang paling umum terjadi adalah karst yang terbentuk di batuan karbonat. Kegiatan penambangan di daerah karst memiliki dampak terhadap menurunnya kualitas dan kuantitas air tanah. Ini dapat mengakibatkan penurunan debit air tanah dan meningkatkan risiko pencemaran oleh polutan yang masuk melalui proses infiltrasi. Hal ini disebabkan oleh hilangnya lapisan tanah di epikarst akibat proses penambangan pada permukaan, sehingga memungkinkan polutan untuk dengan mudah masuk ke dalam sistem airtanah. Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 1456K/20/MEM/2000 mengenai Pedoman Pengelolaan Kawasan Karst, tujuannya adalah untuk mengoptimalkan pembangunan kawasan karst secara berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, termasuk dalam hal penyelidikan, perlindungan, pemanfaatan, dan inventarisasi kawasan karst. Dalam Pasal 12, kawasan karst diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu:

a) Kawasan Karst Kelas I adalah wilayah yang memiliki ciri-ciri seperti akuifer, sungai bawah tanah baik secara vertikal maupun horizontal, dan danau bawah tanah, serta adanya gua yang dihiasi oleh speleothem yang masih aktif.
b) Kawasan Karst Kelas II adalah area yang merupakan bagian dari sistem akuifer bawah tanah yang berfungsi sebagai jaringan bawah tanah, terdiri dari lorong-lorong yang terbentuk oleh morfologi sungai atau gua, dan juga menjadi habitat bagi fauna.
c) Kawasan Karst Kelas III adalah wilayah yang tidak memenuhi kriteria Kawasan Karst Kelas I dan II, sehingga merupakan kawasan karst yang lebih terbatas dalam fitur-fitur geologi dan hidrologi khas karst.

APLIS

Metode APLIS, yang merupakan singkatan dari ketinggian (*aaltitud*), kemiringan lereng (*pendiente*), litologi (*litología*), zona infiltrasi (*infiltración preferencial*), dan tanah (*suelo*) dalam bahasa Spanyol, melibatkan penggabungan lima layer peta tersebut dan kemudian mengklasifikasinya serta memberikan skor sesuai dengan dampaknya terhadap besarnya imbuhan airtanah (Andreo, et al., 2008). Pemberian skor pada setiap parameter mengikuti panduan yang telah ditetapkan dalam penelitian tersebut. Setelah proses penilaian, langkah penting selanjutnya adalah melakukan analisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), yang mencakup teknik overlay untuk menempatkan data grafis digital satu di atas yang lain beserta atribut-atributnya, sehingga menghasilkan peta gabungan yang menggambarkan informasi dan hasil dari evaluasi tersebut. Rumus persamaan yang digunakan dalam metode APLIS adalah sebagai berikut:

ISSN 2775-5630

$$V = (A+P+3L+2I+S)/0,9 \text{……..(1)}$$

Keterangan :
V = Kerentanan (%)
A = Ketinggian (mdpl)
P = Kemiringan (%)
L = Litologi
I = Zona Infiltrasi
S = Tanah

Nilai V dalam metode APLIS dihitung dengan menjumlahkan skor dari setiap variabel, kemudian dibagi dengan 0,9. Nilai 0,9 ini dalam metode APLIS mewakili asumsi persentase dari rata-rata curah hujan tahunan yang berpotensi menjadi kerentanan airtanah, berkisar antara 8,8% hingga 88,8%, yang merupakan porositas sekunder di daerah karst (Andreo, et al., 2008). Setelah proses overlay kelima parameter yang digunakan, tingkat kerentanan airtanah dapat diklasifikasikan.

Tabel 1. Klasifikasi dan Skoring Ketinggian (Andreo, et al., 2008)

No	Ketingian	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

Tabel 2. Klasifikasi dan Skoring Kemiringan Lereng (Andreo, et al., 2008)

No.	Lereng Skor	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

Tabel 3. Klasifikasi dan Skoring Litologi (Andreo, et al., 2008)

No	Litologi batuan	Skor
1.	Batugamping dan dolomit terkarstifikasi baik	9-10
2.	Marmer memiliki rekahan, batugamping, dan dolomit terkarstifikasi tingkat sedang	7-8
3.	Batu gamping dan dolomit memiliki celah	5-6
4.	Pasir dan kerikil koluvial	4
5.	Napal, breksi, dan konglomerat	3
6.	Batuan plutonik dan metamorf	2
7.	Skis, slate, dan lempung	1

Tabel 4. Klasifikasi dan Skoring Zona Infiltrasi (Andreo, et al., 2008)

No	Tipe Tanah	Skor
1.	Zona infiltrasi utama	10
2.	Kasar	7-9
3.	Sedang	4-6
4.	Halus	1-3

Tabel 5. Klasifikasi dan Skoring Tanah (Andreo, et al., 2008)

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 Histososla, Orthic, dan Calcic Luvisols	4
8.	Chromic Luvisols	3
9.	Planosols	2
10.	Cromic Vertisols	1

Tabel 6. Klasifikasi Tingkat Kerentanan Airtanah (Andreo, et al., 2008)

Nilai V (%)	Kelas
≤ 20 %	Sangat Rendah
20 – 40 %	Rendah
40 – 60%	Sedang
60 – 80%	Tinggi
80 – 100%	Sangat Tinggi

METODE

Metode penelitian tahap pertama adalah survei lapangan, untuk mengkaji informasi mengenai daerah penelitian, selanjutnya adalah pengambilan data primer berupa pengamatan langsung di lapangan, yaitu data jenis litologi dan kemiringan lereng, kemudian digabungkan dengan data sekunder yaitu ketinggian, infiltrasi, dan jenis tanah. Data tersebut diolah dengan sistem tumpang tindih (*overlay*) dan diklasifikasi sesuai metode APLIS untuk mendapatkan tingkat kerentanan airtanah di lokasi penelitian yang berupa kawasan karst.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data APLIS

Parameter Ketinggian/*Aaltitud* (A)

Berdasarkan hasil data yang didapatkan, ketinggian di lokasi penelitian kurang dari 300 mdpal, tepatnya mulai dari 6 – 100 mdpl, sehingga termasuk perbukitan rendah dan datar dengan skor 1 (Andreo, et al., 2008).

Tabel 7. Nilai skoring Ketinggian di lokasi penelitian

Ketinggian (mdpl)	Skor
≤ 300 mdpal	1

Parameter Kemiringan Lereng/*Pendiete* (P)

Kemiringan lereng di daerah penelitian sangat bervariasi, mulai dari datar hingga curam. Data kemiringan lereng diperoleh melalui analisis lapangan dan diklasifikasikan mengikuti klasifikasi yang didefinisikan oleh (Andreo, et al., 2008). Menurut Schwab, et al. (1981), lahan dengan kemiringan lereng di atas 2% memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju infiltrasi. Wilayah dengan kemiringan lereng yang tinggi memiliki potensi yang besar karena menjadi jalur aliran airtanah, terutama pada lereng yang curam.

Tabel 8. Nilai skoring Kemiringan Lereng di lokasi penelitian

Kemiringan Lereng	Skor
≤3%	10
>3-8%	9
>8-16%	8
>16-21%	7
>21-31%	5

ISSN 2775-5630

Kemiringan Lereng	Skor
>31-46%	4
>46-76%	3
>76-100%	2

Parameter Litologi/*Litologia* (L)

Menurut Kusumayudha (2005), batu gamping memiliki kadar kalsium karbonat ($CaCO_3$) lebih dari 90%. Karakteristik batuan ini mencakup sifat yang reaktif dan porositas yang tinggi, sehingga memungkinkan air untuk bergerak dengan lancar. Sebagai hasilnya, dalam metode APLIS, batu gamping dan zona infiltrasi dinilai paling tinggi, mencapai skor 10.

Tabel 9. Nilai skoring Litologi di lokasi penelitian

Litologi	Skor
Marmer dengan rekahan, gamping, dan dolomit terkarstifikasikan sedang	7-8
Skiss, slate, dan lempung	1

Parameter Zona Infiltrasi/*Infiltraction Preferencial* (I)

Tanah yang memiliki pori-pori di lahan yang baru digarap biasanya akan menyerap air hujan dengan cepat. Namun, ketika hujan terus-menerus, tanah akan mengalami pemadatan dan kemampuan infiltrasi akan menurun (Singh, 1992). Menurut Arsyad (1989) mengemukakan bahwa jumlah air yang dapat diserap dapat diperbesar dengan membuat simpanan depresi.

Tabel 10. Nilai skoring Zona Infiltrasi di lokasi penelitian

Tipe Tanah	Skor
Zona infiltrasi utama	10
Sedang	4-6
Halus	1-3

Parameter Tanah/S*uelo* (S)

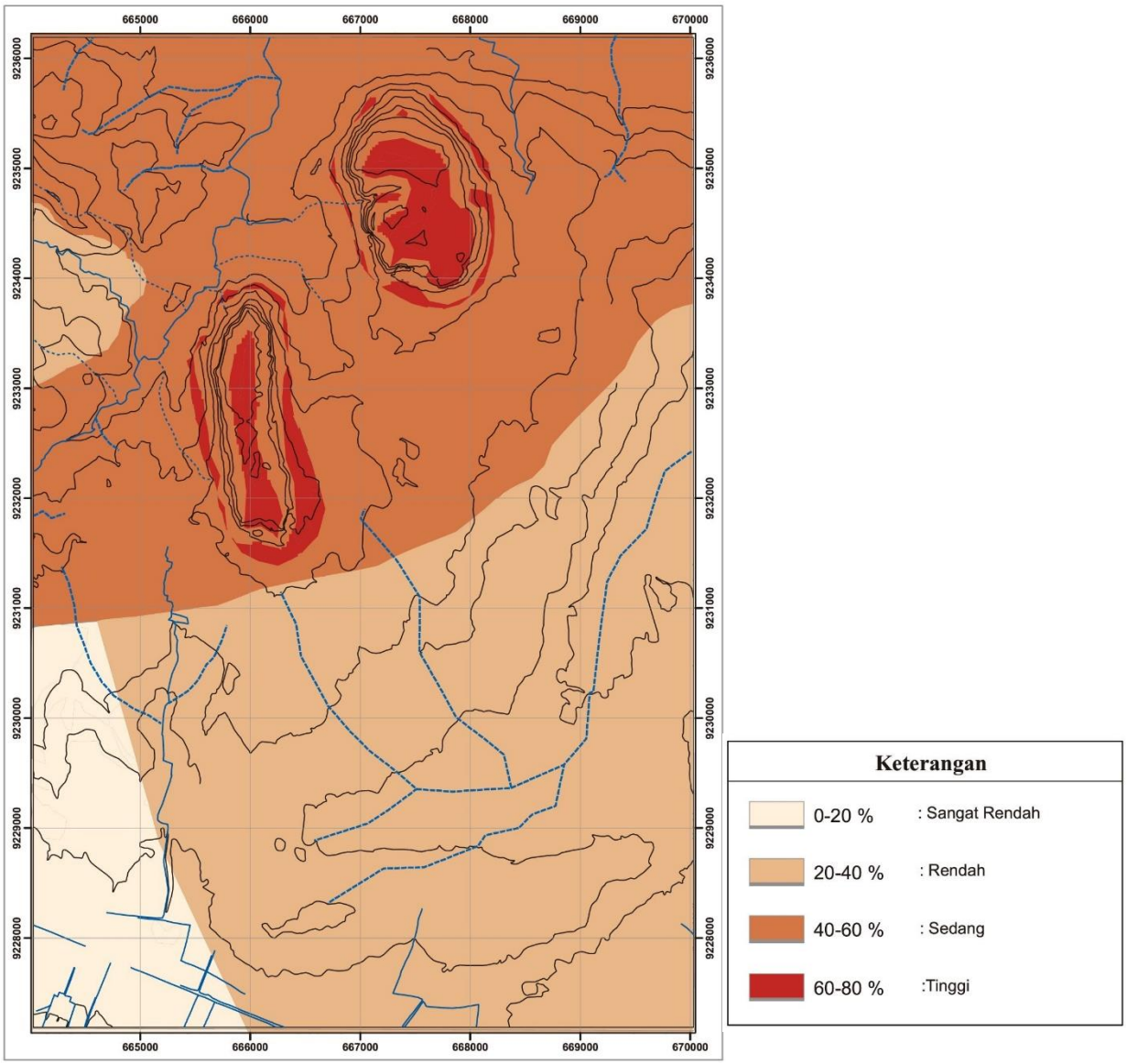
Klasifikasi tanah dengan metode APLIS menghasilkan jenis tanah pada daerah penelitian terbagi menjadi dua, yaitu: *Chromic Luvisols* dan *Eutric Cambisols* (Andreo, et al., 2008).

Tabel 11. Nilai skoring Tanah di lokasi penelitian

Tanah	Skor
Eutric Cambisols	5
Chromic Luvisols	3

Klasifikasi Tingkat Kerentanan Airtanah

Hasil penggunaan metode APLIS pada lima parameter yang dievaluasi di lokasi penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerentanan airtanah terbagi menjadi empat klasifikasi: sangat rendah (<20%), rendah (20% - 40%), sedang (40% - 60%), dan tinggi (60% - 80%). Kawasan dengan tingkat kerentanan airtanah yang sangat rendah hingga sedang terletak di sepanjang perbatasan antara kawasan karst dan lokasi penelitian. Namun, wilayah dengan batuan gamping yang terkarstifikasi sedang di kawasan karst di lokasi penelitian menunjukkan nilai kerentanan airtanah yang tinggi. Pada daerah ini terdapat juga aktifitas penambangan batugamping yang dapat mempengaruhi menurunnya kualitas dan kuantitas air tanah.



Gambar 1. Peta Kerentanan Airtanah di daerah penelitian

KESIMPULAN

Zonasi kerentanan airtanah di lokasi penelitian, yang merupakan kawasan karst di Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik, menggunakan metode APLIS, menghasilkan tingkat kerentanan airtanah yang terbagi menjadi empat klasifikasi dengan nilai spesifik: sangat rendah (< 20%), rendah (20% - 40%), sedang (40% - 60%), dan tinggi (60% - 80%). Kawasan dengan tingkat kerentanan airtanah yang sangat rendah hingga sedang berada di sepanjang perbatasan antara kawasan karst dan lokasi penelitian. Namun, wilayah dengan batugamping terkarstifikasi sedang di kawasan karst di lokasi penelitian menunjukkan nilai kerentanan airtanah yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Andreo B., Vias, J., Durán, J.J., Jiménez, P., López-Geta, J.A., Carrasco, F., 2008, Methodology for Groundwater Recharge Assessment in Carbonate Aquifer: Application to Pilot Sites in Southern Spain, Hydrogeologi Journal, vol. 16, pp. 911-925.
[2] Hanang, S., 2002, Gejala Endokarst dan Nilai Strategis Karst Kabupaten Pacitan, IAGI, Bandung.
[3] Cahyadi, A. dan Hartoyo, F.A., 2011, Pemanfatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Pemetaan Imbuhan Airtanah dan Lepasan Airtanah di Kawasan Karst (Studi Kasus di Kecamatan Paliyan Dan

Kecamatan Saptosari, Kabupaten Gunungkidul), Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
[4] Purnama, S. 2010. Hidrologi Air Tanah, Kanisius, Yogyakarta.
[5] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 1456 K/20/MEM/2000 Tentang Pedoman Pengelolaan Kawasan Karst.
[6] Schwab, G.O., Frevert, R.K., Edminster, T.W., and Barnes, K.K., 1981, Soil and Water Conservation Engineering, Third Edition, John Willey and Sons Inc., New York.
[7] Kusumayudha, S.B., 2005, Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunungsewu, Yogyakarta, Adicita Karya Nusa.
[8] Singh, P.V., 1992, Elementary Hydrology, Prentice-Hall Englewood Cliffs, New Jersey.
[9] Arsyad, S., 1989, Konservasi Tanah dan Air, UPT Produksi Media Informasi Lembaga Sumberdaya, IPB, Bogor.
[10] Asih P.W., dan Widyastuti, 2012, Zonasi Kerentanan Airtanah Bebas terhadap Pencemaran dengan Metode Aplis di Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunungkidul, Jurnal Bumi Indonesia, UGM, Yogyakarta.
[11] Ekha Y., Titi T.A., dan Vindy F.U., 2020, Zonasi Kerentanan Air Tanah Menggunakan Metode Cop Dan Aplis Di Daerah Aliran Sungai Gremeng, Desa Umbulrejo, Ponjong, Gunungkidul, Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Vol. 4 No. 2, Surakarta.
[12] Thomas T.P., Rinal K.Ali., dan Aji B.P., 2019, Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah, Jurnal Ilmu Lingkungan, Vol. 17 No. 1, Semarang.