

### KAJIAN HIDROGEOLOGI UNTUK IDENTIFIKASI ZONA POTENSI SUMBER AIR BERBASIS PENGINDERAAN JAUH DAN SIG DI WILAYAH KECAMATAN CIPATAT, KABUPATEN BANDUNG BARAT, JAWA BARAT

Adang Saputra<sup>1</sup>, Ade Djumarma<sup>1</sup>, Dadan Wildan<sup>1</sup>, Murni Sulastr<sup>2</sup>, Syahadun<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Geologi, Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung

<sup>2</sup> Prodi Pertambangan, Fakultas Sain dan Teknologi, Universitas Islam Syarif Hidayatullah,

<sup>3</sup> Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

[Adang.saputra@esdm.go.id](mailto:Adang.saputra@esdm.go.id)

[Doi.org/10.24036/geografi/vol12-iss2/3553](https://doi.org/10.24036/geografi/vol12-iss2/3553)

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi potensi sumber daya air dengan metode penginderaan jauh yang ditunjang (SIG), pengolahan data menggunakan data sekunder dan dilakukan pengecekan lapangan. Pengolahan citra satelit mengklasifikasikan citra kelas lahan Cipatat dibagi menjadi 4 jenis lahan, dari nilai pixel rendah ke tinggi yaitu lahan sebaran tubuh air, vegetasi penutup tanah, vegetasi perkebunan dan rerumputan, serta vegetasi hutan, tegalan, dan tanah berbatu. Hasil dari pengolahan data didapatkan wilayah yang termasuk kritis air di daerah penelitian memiliki prosentase 3 – 10% berada di Bojongheulang, Cipageran, Cirawemekar Mandala sari dan Rajamandala dan wilayah aman dengan prosentase 11-51% berada di Campaka Mekar, Ciburuy, Cihea, Cipatat, Gunung Masigit dan Padalarang. Berdasarkan uji korelasi luas sebaran vegetasi Cipatat dan sekitarnya dengan luas sebaran air tanah menunjukkan hubungan yang kuat dan saling mempengaruhi. Pengecekan lapangan dilakukan di kawasan Cibatat bagian Utara dan Selatan.

**Kata Kunci:** Air Tanah, Cipatat, Hidrogeologi, SIG

#### ABSTRACT

*The purpose of this study was to identify the potential of water resources using remote sensing methods supported by Geographic Information Systems (GIS), data processing using secondary data and conducting field checks. Satellite image processing classifies Cipatat land class images divided into 4 types of land, from low to high pixel values, namely water body distribution land, ground cover vegetation, plantation vegetation and grasses, as well as forest vegetation, dry fields, and rocky soils. The results of data processing showed that the water critical areas in the study area had a percentage of 3-10% in Bojongheulang, Cipageran, Cirawemekar Mandala sari dan Rajamandala and safe areas with a percentage of 11-51% in Campaka Mekar, Ciburuy, Cihea, Cipatat, Gunung Masigit dan Padalarang. Based on the correlation test of the distribution area of Cipatat and its surrounding vegetation with the distribution area of groundwater, it shows a strong relationship and influences each other. Field checks were carried out in the North and South Cibatat areas.*

**Keywords:** Groundwater, Cipatat, Hydrogeology, GIS

## Pendahuluan

Air tanah adalah segala bentuk aliran air hujan yang mengalir di bawah permukaan tanah akibat gravitasi, kondisi struktur dan perlapisan batuan, serta beda potensi kelembaban tanah (Asdak, 2002). Air tanah memiliki peran penting terutama untuk kebutuhan manusia. Pada daerah-daerah tertentu dengan penduduk yang padat, airtanah sulit didapatkan. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti penurunan muka airtanah dan berkurangnya luas daerah resapan air di daerah tersebut. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian mengenai eksplorasi airtanah di berbagai kondisi geologi. Dengan eksplorasi tersebut, keterdapatan dan kualitas air tanah dapat diketahui dengan baik.

Keterdapatan dan kualitas air pada suatu akifer dapat diketahui dengan berbagai metoda eksplorasi baik di permukaan maupun di bawah permukaan. Pemetaan hidrogeologi merupakan metoda untuk mengidentifikasi akifer. Sasaran utama pemetaan hidrogeologi adalah mengumpulkan data hidrogeologi meliputi pengukuran sifat fisik air dari sumur-sumur penduduk, rembesan air permukaan dan mata air (jika ada), serta pengukuran kedalaman muka air sumur penduduk.

Daerah penelitian termasuk kedalam fisiografi Zona Bandung (Van Bemmelen, 1949). Zona ini berupa tinggian yang terdiri dari dari endapan sedimen berumur Tersier yang muncul diantara endapan gunung api muda. Daerah Penelitian termasuk kedalam Peta Geologi Regional Lembar Cianjur skala 1:100.000, daerah penelitian disusun oleh Formasi Rajamandala, dan secara berurutan ditimpa oleh Formasi Citarum (Mts), Formasi Jatiluhur (Mtb/Mdn), Formasi

Cantayan (Mtts/Mttc), Satuan tuf batupung dan batupasir tufan (Mt), Satuan breksi tufan, lava, batupasir, konglomerat (Pb), Satuan hasil gunung api tua (Qob), Satuan breksi dan lahar Gunung Gede (Qyg), dan Aluvium (Sujatmiko, 2003).

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat. Secara geografis berada pada 6°46'4.84" LS – 6°53'54.30" LS dan 107°18'7.44" BT – 107°28'53.23" BT. Perkembangan wilayah Cipatat dalam kegiatan industri, jasa, perdagangan, dan pemukiman dapat mempengaruhi pemanfaatan air bawah tanah dan akan terus mengalami peningkatan. Dilakukan Penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi sumber daya air di kawasan Cipatat dan sekitarnya. Upaya yang bisa dilakukan untuk mengetahui letak dan kedalaman perlapisan batuan pembawa air adalah dengan Geolistrik, sedangkan untuk mengetahui zona sebaran keterdapatan air dipermukaan dilakukan pemetaan menggunakan metode penginderaan jauh yang ditunjang Sistem Informasi Geografis (SIG).

## Metode Penelitian

Metode dalam penentuan potensi sumber daya air menggunakan analisis data sekunder (citra satelit, peta geologi, peta topografi, DEM, data hidrogeologi, dan data curah hujan) dan pengecekan lapangan. Data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil dari analisis SIG berupa titik sumber air, luas sebaran, korelasi luas, dan peta zona sebaran airtanah.

Terdapat tiga metode analisis data yaitu analisis hidrogeologi, pengolahan citra satelit,

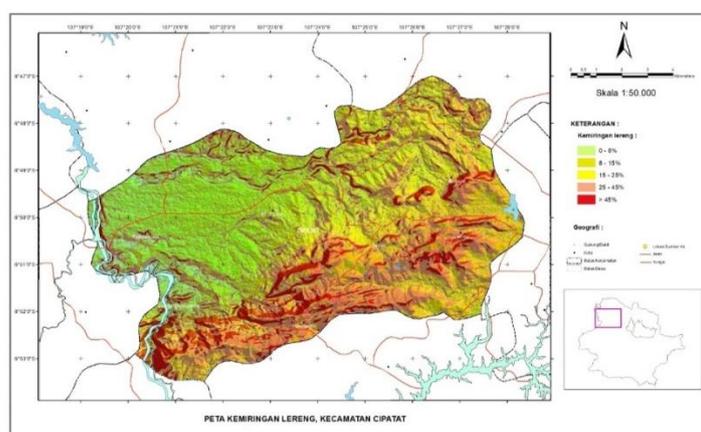
dan uji hubungan dan pengaruh luas zona sebaran air tanah dengan luas vegetasi. Dari data pemetaan muka air tanah, dibuat peta hidrogeologi untuk melihat pola aliran air tanah. Dibuat kontur muka air tanah dengan metode interpolasi pada perangkat lunak *Digital Elevation Model (DEM)*. Pengolahan citra satelit dilakukan dengan melakukan komposit band-band dengan panjang gelombang yang mendukung untuk analisis air, selain itu dengan mengamati tingkat kerapatan vegetasi melalui citra satelit di kawasan tersebut. Area yang memiliki kerapatan vegetasi tinggi terdapat kemungkinan keberadaan air tanah. Setelah di dapatkan kombinasi band, selanjutnya dibuat peta zona sebaran air tanah dan dihitung luas sebaran air tanah setiap wilayah penelitian. Selain menghitung luas sebaran airtanah dan luas vegetasi dalam hal ini vegetasi hutan dan tegalan, selanjutnya di analisis juga hubungan dan pengaruh antara luas zona sebaran air tanah dengan luas vegetasi. Analisis hubungan luas tersebut dilakukan dengan uji korelasi statistik, sedangkan untuk uji apakah ada pengaruh luasnya vegetasi terhadap luasnya sebaran di setiap wilayah desa di daerah penelitian dilakukan dengan analisis regresi linier.

## Hasil dan Pembahasan:

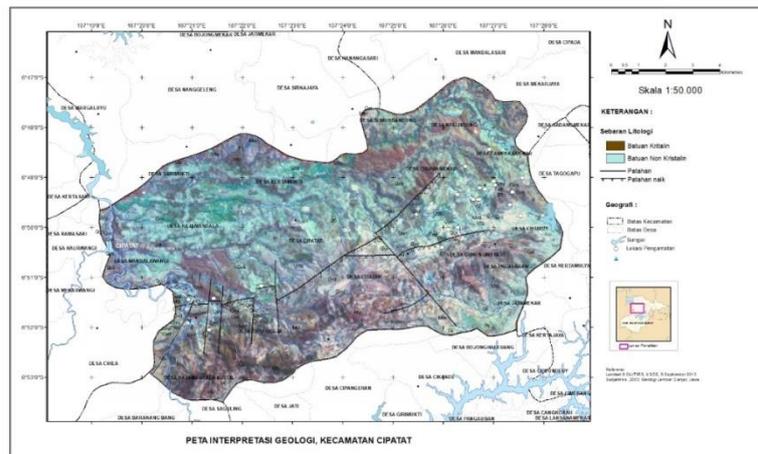
### 1. Interpretasi Citra Landsat 8

Interpretasi citra lansat 8 di daerah penelitian menunjukkan kondisi geomorfologi daerah penelitian memiliki kemiringan lereng yang bervariasi, (Gambar 1) menunjukkan dataran tinggi ditemukan di area selatan Kabupaten dengan perubahan elevasi yang cukup signifikan, area yang terklasifikasikan sebagai area curam tersebut terindikasi merupakan area patahan.

Pada pengolahan citra komposit RGB 642 (Gambar 2) memperlihatkan informasi geologi. Dengan kombinasi *band* dapat diketahui batuan dengan tekstur yang lebih kasar dan lebih halus, dimana batuan tekstur yang lebih kasar tersebar sekitar tubuh gunung api, sedangkan tekstur yang lebih halus tersebar pada daerah dengan ketinggian lebih rendah. Dari citra komposit RGB 642 dapat diketahui kelurusan utama berarah NW-SE dan NE-SW. Terlihat juga vegetasi dengan perbedaan kerapatan tumbuhan yang dapat dilihat dari perbedaan dari warna coklat muda sampai coklat tua. Selain itu pola aliran sungai, tubuh air, area pemukiman terlihat jelas perbedaannya pada citra tersebut.



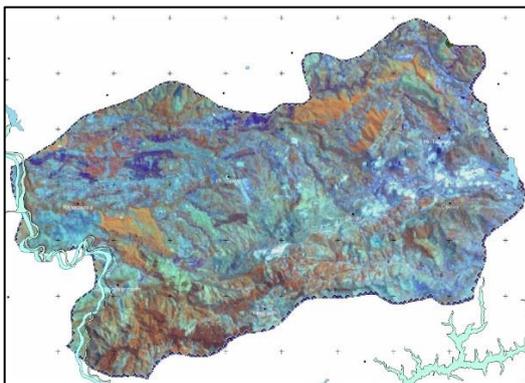
Gambar 1. Peta Kemiringan Lahan Kecamatan Cipatat



Gambar 2. Citra Komposit RGB 642 yang menampakan kondisi geologi daerah penelitian

## 2. Informasi Zona Sebaran Air Tanah

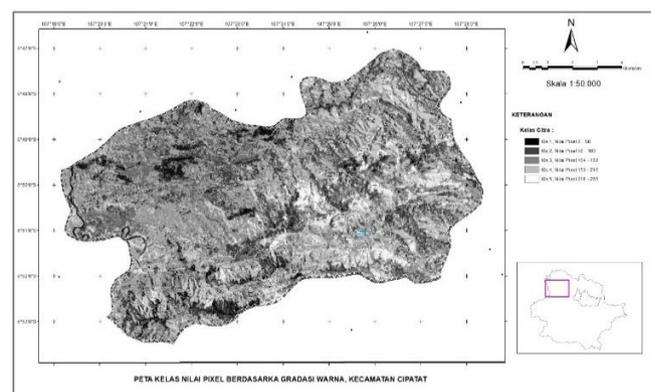
Untuk melihat sebaran air tanah pada daerah kajian, digunakan band komposit citra RGB pada *band* 6, 5, dan 4. Hasil kombinasi band ini informasi citra ditampilkan dengan kenampakan warna biru muda hingga biru tua. Landsat dengan Landsar 3D SRTM terlihat bahwa sebaran air berada pada daerah lembah atau cekungan-cekungan yang di apit oleh



Gambar 3. Peta Citra Komposit RGB band 6, 5, dan 4, yang memberikan informasi sebaran air tanah permukaan pada rekaman citra berwarna biru muda hingga biru tua.

Selanjutnya dilakukan interpretasi untuk mendapatkan kelas vegetasi yang diinginkan tersebut. Hasil interpretasi final

perbukitan (Gambar 3). Selanjutnya dilakukan klasifikasi untuk mendapatkan rekaman vegetasi di daerah penelitian. Perkembangan wilayah Cipatat dalam kegiatan industri, jasa, perdagangan, dan pemukiman dapat mempengaruhi pemanfaatan air bawah tanah dan akan terus mengalami peningkatan diklasifikasi kedalam 5 kelas vegetasi (Gambar 4).



Gambar 4. Peta kelas nilai pixel daerah penelitian

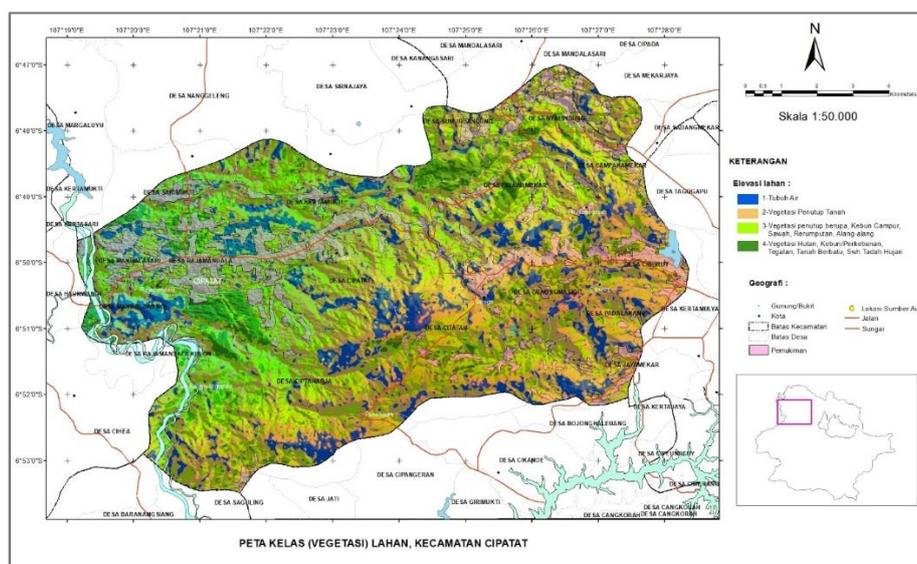
kelas lahan di daerah penelitian di kelompokkan menjadi 4 (Tabel 1) kelas lahan dikarenakan kelas 1 dan kelas 2

menjadi satu kelompok. Berdasarkan hasil interpretasi kelas 1 merupakan air sungai/danau, dan kelas 2 merupakan air tanah diluar air sungai atau danau.

Selanjutnya dilakukan penggambaran peta dan pemberian warna pada setiap kelas tutupan lahan (Gambar 6).

Tabel 1. Hasil interpretasi Citra untuk Kelas Lahan Daerah Penelitian

Kelas Lahan	Jenis Lahan	Range Nilai Pixel
Kls 1	Sebaran Tubuh Air	0 – 103 Pixel
Kls 2	Vegetasi Penutup Tanah	104 – 152 Pixel
Kls 3	Vegetasi penutup berupa, Kebun Campur, Sawah, Rerumpunan, Alang-alang	153 – 215 Pixel
Kls 4	Vegetasi Hutan, Kebun/Perkebunan, Tegalan, Tanah Berbatu, Swh.Tadah Hujan	216 – 255 Pixel

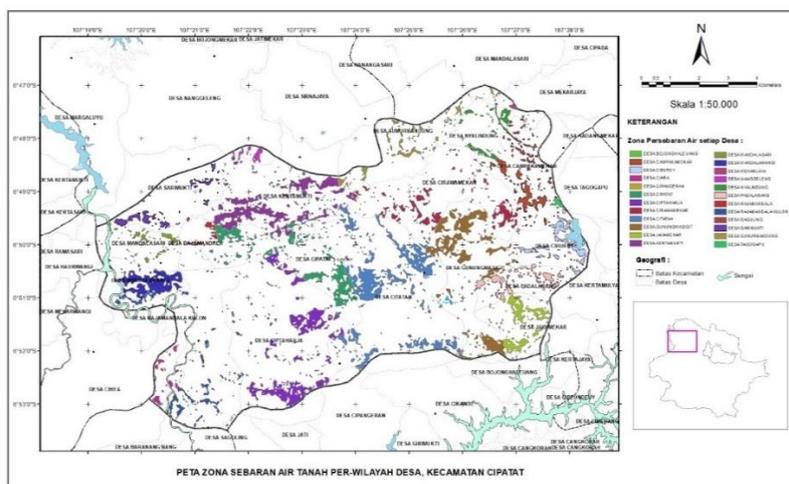


Gambar 5. Peta Kelas Lahan Daerah Penelitian

Pemetaan dan perhitungan luas air tanah ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi sebaran air tanah dan untuk melihat luas pada setiap wilayah desa. Sebaran khusus air tanah ini di ekstrak dari kelas vegetasi yang merupakan tubuh air, sesetelah di ekstrak tubuh airnya selanjutnya di tampilkan (*overlay*) dengan batas desa, selanjutnya dihitung luas berdasarkan

Kilometer persegi (Km<sup>2</sup>) dan Hektar (Ha). Dari perhitungan luas ini kita juga dapat melihat desa yang luas sebaran air tananya terkecil atau sedikit dan desa yang luas sebaran air tanahnya besar atau luas (Gambar 6). Setelah dibuatkan peta zona sebaran air tanah, kemudian dilakukan perhitungan luas area (Tabel 2), dan dapat dilakukan klasifikasi desa-desa yang kritis

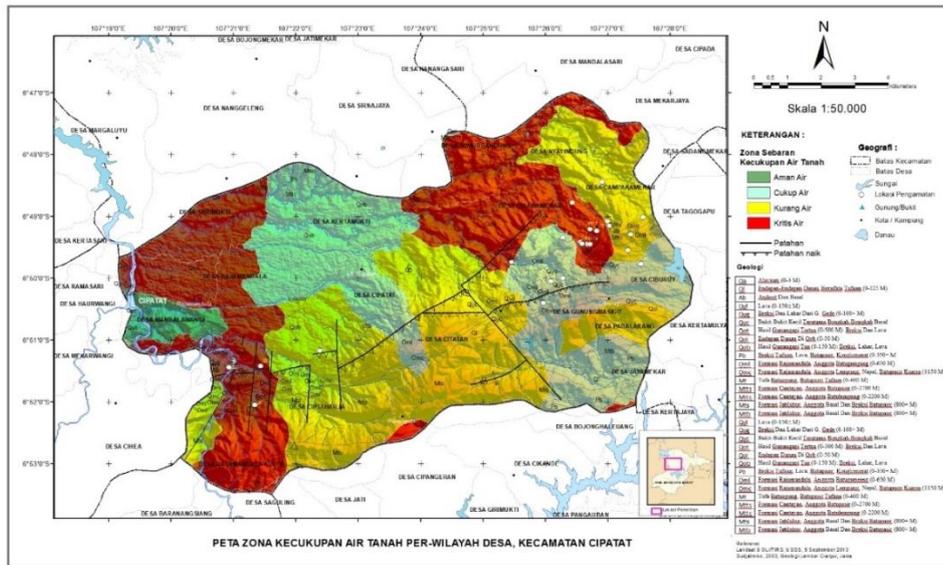
air dan kurang air yang di sajikan pada (Gambar 7).



Gambar 6. Peta zona sebaran air tanah tiap desa di daerah penelitian

Tabel 2. Prosentase Luas Zona Sebaran Air Tanah setiap Desa, Kec. Cipatat

NO	KELURAHAN	LUAS DESA (Ha)	LUAS ZONA AIR (Ha)	PROSEN LUAS ZONA AIR (%)	LAHAN KRITIS AIR (%)	LAHAN AMAN AIR (%)
1	DESA BOJONGHALEUANG	14.1361	0.533	3.770	3.770	
2	DESA CAMPAKAMEKAR	559.5019	84.149	15.040		15.040
3	DESA CIBURUY	379.5551	77.431	20.400		20.400
4	DESA CIHEA	167.1216	21.161	12.662		12.662
5	DESA CIPANGERAN	43.3634	2.230	5.143	5.143	
6	DESA CIPATAT	739.7432	152.714	20.644		20.644
7	DESA CIPTAHARJA	1612.6129	202.019	12.527		12.527
8	DESA CIRAWAMEKAR	1005.3693	99.223	9.869	9.869	
9	DESA CITATAH	1688.3210	273.613	16.206		16.206
10	DESA GUNUNGMASIGIT	885.1469	191.769	21.665		21.665
11	DESA JAYAMEKAR	362.3973	77.351	21.344		21.344
12	DESA KERTAMUKTI	906.5574	205.269	22.643		22.643
13	DESA MANDALASARI	37.7445	3.000	7.948	7.948	
14	DESA MANDALASARI	367.8034	34.323	9.332	9.332	
15	DESA MANDALAWANGI	316.4802	118.545	37.457		37.457
16	DESA MEKARJAYA	79.3691	6.244	7.867	7.867	
17	DESA NANGGELENG	64.0027	13.792	21.549		21.549
18	DESA NYALINDUNG	314.0433	38.345	12.210		12.210
19	DESA PADALARANG	309.0231	51.005	16.505		16.505
20	DESA RAJAMANDALA	188.8240	12.902	6.833	6.833	
21	DESA RAJAMANDALA KULON	1133.7892	78.501	6.924	6.924	
22	DESA SAGULING	15.2936	0.675	4.414	4.414	
23	DESA SARIMUKTI	500.2995	46.868	9.368	9.368	
24	DESA SUMURBANDUNG	538.8263	46.582	8.645	8.645	
25	DESA TAGOGAPU	13.8186	7.031	50.881		50.881
	JUMLAH	12243.1437	1845.2750	381.8476	80.1128	301.7349
	Nilai Terkecil per Desa :	13.819	0.533	3.770		
	Nilai Terbesar per Desa :	1688.321	273.613	50.881		
	Lahan Kritis Air se-Kec. :	80.113				
	Lahan Aman Air se-Kec. :	301.735				

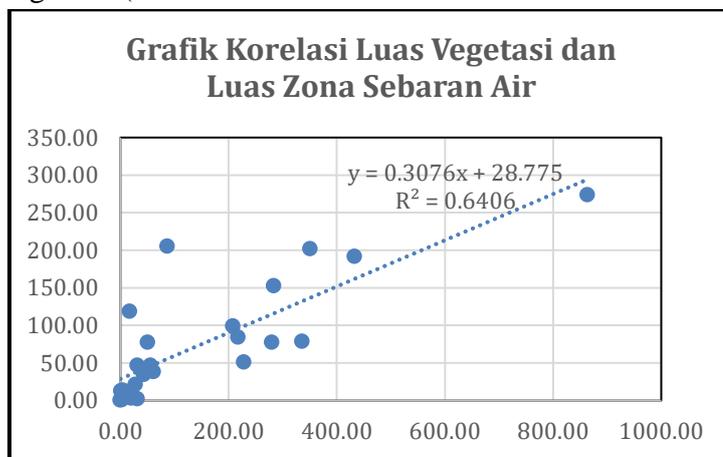


Gambar 8. Peta Zona Kecukupan Air Tanah Per-Wilayah Desa, Kecamatan Cipatat

**3. Uji Korelasi dan Uji Pengaruh Luas Zona Sebaran Air dan Luas Vegetasi di Kecamatan**

Berdasarkan luas vegetasi dan luas sebaran air tanah Cipatat dan sekitarnya, korelasi luas vegetasi dan luas zona sebaran air daerah penelitian disajikan pada (Gambar 8). Dari output tabel dan grafik di atas diperoleh korelasi R adalah 0.80 merupakan akar dari  $R^2 = 0.6406$ . Karena nilai lebih mendekati 1 maka hubungan antara Luas Sebaran Vegetasi (Hutan dan

Tegalan) dengan Luas Sebaran Air Tanah pada setiap wilayah desa erat atau kuat. Untuk mengetahui hubungan berarti atau tidaknya dilakukan pengujian signifikansi. Diketahui dari output tabel nilai signifikansi 0.00 dimana kurang dari 0.05 maka Hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak, kesimpulannya adalah ada hubungan yang berarti antara luas Zona Sebaran Air dengan luas Zona Vegetasi (Hutan dan Tegalan) pada setiap wilayah desa.



Gambar 8. Grafik Korelasi Vegetasi dengan Zona Sebaran Air di Kec. Cipatat

Selanjutnya untuk melihat adakah pengaruh luas vegetasi terhadap luas zona sebaran air tahan di pada setiap desa di Kecamatan Cipatat, maka dilakukan uji pengaruh dengan analisis regresi (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Pehitungan *Analysis Of Variance* (ANOVA)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients
	B	Std. Error	Beta
1			
(Constant)	28.775	11.739	
Vegetasi	.308	.048	.800

Dari tabel koefisien di atas nilai-nilai koefisien selanjutnya dimasukan pada persamaan  $Y' = b_0 + b_1X$ , sehingga menjadi  $Y' = 28.775 + 0.308X$ . Untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak, maka dilakukan uji F. Pernyataan analisis dalam pengujiannya adalah sebagai berikut :

$H_0 : b_1 = 0$ , artinya luas Vegetasi tidak berpengaruh terhadap luas sebaran air tanah.

$H_a : b_1 \neq 0$ , artinya luas Vegetasi berpengaruh terhadap luas sebaran air tanah.

Taraf signifikan ( $\alpha$ ) = 0.05.

Dari hasil pengolahan SPSS diperoleh hasil perhitungan F seperti diperlihatkan pada (Tabel 4) ANOVA berikut.

Tabel 4. Hasil Pehitungan *Analysis Of Variance* (ANOVA)

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F
1				
Regression	90555.648	1	90555.648	41.004
Residual	50794.963	23	2208.477	
Total	141350.611	24		

Dari tabel perhitungan ANOVA di atas diperoleh F hitung = 41.004. Selanjutnya F hitung tersebut dibandingkan dengan F kritis yang bisa di dapatkan dari tabel statistik pada taraf signifikan ( $\alpha$ ) = 0.05,  $df_1 = k-1$  atau  $2 - 1 = 1$ , dan  $df_2 = n -$

$k = 25 - 2 = 23$ , sehingga di dapat F kritis adalah 4.279344.

Pengambilan keputusan dimana jika F hitung  $\leq$  F kritis maka  $H_0$  diterima, dan jika F hitung  $>$  F kritis maka  $H_0$  ditolak. Karena F hitung (41.004)  $>$  F kritis (4.279344) jadi hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa luas Vegetasi di berpengaruh terhadap luasnya sebaran zona sebaran air tanah di setiap wilayah desa di Kecamatan Cipatat.

#### 4. Pengecekan Lapangan

Pengecekan lapangan di daerah penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pengecekan dilakukan di Kawasan Cipatat bagian utara dan Pengecekan di Kawasan Cipatat bagian selatan.

Pengamatan Cipatat bagian utara berlokasi di daerah Cinangsi dan sekitarnya, Desa Cirawa mekar dengan morfologi merupakan perbukitan dengan kemiringan sedang hingga perbukitan curam (15% - 45%). Litologi di lokasi penelitian merupakan batu gamping. Terdapat 5 titik pengamatan diantaranya ditemukan sumber air pada sesar Karang Panganten, sungai purba Cibukur (Gambar 10), mata air di Desa Cirawa Mekar, mata air Kampung Bale Kambang, dan mata air Desa Campaka Mekar.

Pengamatan Cipatat bagian selatan berlokasi di Kawasan Rajamandala kulon dan Kawasan Saguling. Morfologi kawan penelitian terdiri dari pedataran dan perbukitan sedang hingga curam dengan kemiringan 5% hingga 15% pada dataran kawasan Rajamandala, sedangkan kawasan Sagulng merupakan perbukitan curam denga kemiringan 15% hingga 45%. Secara geologi batuan pada daerah penelitian terdiri

dari batu gamping, batu pasir, lempung, dan andensit. Terdapat 4 titik pengamatan diantaranya kawasan perkebunan rakyat sebelah timur bendungan rajamandala (Gambar 10), sekitar PLTA Sanguling-Sanghiyang Tikoro, sumber air panas Sanghiyang Heuleut, dan kawasan bendungan sanguling.



Gambar 9. Air keluar dari bawah permukaan yang menjadi daerah aliran Sungai Cibukur, Koordinat 107°26',42.79" BT, 6°49'26.81"



Gambar 10 Mata Air yang keluar diperkebunan penduduk dengan debit sekitar 0.027 mm/dt, berada pada Batuan sedimen bercampur dengan batu gamping dan Sumber Air di kawasan perkembunan masyarakat, Koordinat 107°20'55.52" BT, 6°51'26.43"

## Simpulan

Interpretasi dan analisis Citra Landsat 8 OLI/TIRS ini merupakan pemetaan awal dalam mengetahui sebaran sebaran air tanah dan menghitung luas sebaran serta korelasinya dengan keberadaan vegetasi lahan. Pada band komposit citra RGB pada *band* 6, 5, dan 4. Hasil kombinasi *band* ini menampilkan informasi sebaran air.

Berdasarkan perhitungan prosentase luas sebaran air, wilayah desa yang masuk kritis air dengan prosentase 3% - 10% dari luas masing-masing desa meliputi desa Bojong Haleuang, Cipageran, Cirawamekar, Mandalasari, Mekar Jaya, Rajamandala, Saguling, Sarimukti, dan Sumur Bandung. Sedangkan wilayah desa yang aman dari air dengan prosentase 11% - 51% dari luas masing-masing desa meliputi desa Campaka Mekar, Ciburuy, Cihea, Cipatat, Ciptaraharja, Citatah, Gn.

Masigit, Jaya Mekar, Kertamukti, Mandalawangi, Nanggaleng, Nyalindung, Padalarang, dan Tagog Apu.

Hasil uji korelasi luas zona sebaran air tanah dengan luas vegetasi diperoleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,6406 atau 64,06%, artinya 64% luas zona sebaran air tanah di setiap wilayah desa di Kecamatan Cipatat ditentukan oleh luasnya vegetasi di masing-masing wilayah desa tersebut. Sedangkan 36% ditentukan oleh factor lainnya. Dari koefisien determinasi ( $R^2$ ) kita akan memperoleh koefisien korelasi ( $R$ ) yaitu 0.8 artinya hubungan antara luas sebaran vegetasi (hutan dan tegalan) dengan luas sebaran air tanah pada setiap wilayah desa erat atau kuat.

Dari tabel perhitungan ANOVA yang diolah dengan aplikasi SPSS

diperoleh  $F$  hitung = 41.004. Selanjutnya  $F$  hitung tersebut dibandingkan dengan  $F$  kritis dengan taraf signifikan ( $\alpha$ ) = 0.05 di dapat  $F$  kritis (Tabel) adalah 4.279344. Karena  $F$  hitung (41.004) >  $F$  kritis

(4.279344) maka hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan Hipotesis alternatif lainnya diterima artinya bahwa luas vegetasi berpengaruh terhadap luasnya zona sebaran air tanah di setiap wilayah desa di kecamatan Cipatat.

### Daftar Rujukan

- Asdak, Chay. 2002. Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gajah Mada. University Press, Yogyakarta.
- Bemmelen, R.W. van. 1949. *The Geology of Indonesia, Vol. IA, General Geology*. Martinus Nijhoff, The Hague. Netherlands, 732 h
- Gong, P., R. Pu, G.S. Biging and M. R. Larrieu. 2003. *Estimation of Forest Leaf Area Index Using Vegetation Indices Derived from Hyperion Hyperspectral Data*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41, No 6.
- Kodoatie, Robert J., dan Roestam, Sjarief. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi.
- Lillesand, T.M., dan R.W. Kiefer. 1994. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Alih Bahasa: Dulbahri. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Prahasta, E. 2009. *Sistem Informasi Geografis: Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Penerbit Informatika, Bandung.
- Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Grasindo. Jakarta.
- Pusat Penelitian dan Todd, David Keith. 1959. *Ground Water Hydrology*. New York: John Wiley
- Ray, T.W. 1995. *A FAQ on Vegetation in Remote Sensing*. Division of Geological and Planetary Sciences California Institute of Technology. California-USA.
- Sari, P. M. 2013. *Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Identifikasi Mata Air di Kabupaten Sleman*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Sudjatmiko. 2003. *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa, Skala 1:100.000*.
- Wiwobo, Unggul P Dan Rubiyanto Kapid. 2014. *Biostratigrafi Nannoplankton Daerah Rajamandala Nannoplankton Biostratigraphy Of The Rajamandala Area J.G.S.M*. Vol. 15 No. 4 November 2014 Hal. 185 – 194