

**PENGARUH PERUBAHAN LAHAN DAN IKLIM TERHADAP KETERSEDIAAN
AIR TANAH PADA SUBDAS CIBEUREUM (KAWASAN BANDUNG UTARA)**

**THE EFFECT OF LAND USE AND CLIMATE CHANGES TO THE GROUNDWATER STORAGE
IN CIBEUREUM SUB-WATERSHED (NORTH BANDUNG AREA)**

**Bombom Rachmat Suganda*¹, Fauziyah Hani¹, M. Sapari Dwi Hadian¹, M. Nursiyam
Barkah¹, Yudhi Listiawan¹,**

*Email: bombom.rachmat.suganda@unpad.ac.id

Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Abstrak— SubDAS Cibeureum merupakan bagian dari DAS Citarum. SubDAS Cibeureum merupakan bagian dari Kawasan Bandung Utara. Seiring pertumbuhan penduduk yang meningkat, pembangunan pun terus terjadi sehingga mengubah tutupan lahan dari hutan menjadi permukiman, jalan, industri, bahkan kawasan ini sangat diminati untuk dijadikan tempat wisata padahal di sisi lain area ini harus dilindungi karena merupakan kawasan resapan air. Selain perubahan lahan, perubahan iklim juga akan mempengaruhi potensi air. Oleh karena itu, untuk melihat pengaruh perubahan lahan dan iklim terhadap potensi air dilakukan perhitungan ketersediaan air menggunakan metode neraca air *thornthwaite*. Parameter yang digunakan adalah data curah hujan dan suhu dari stasiun BMKG Bandung tahun 2007-2017 dan data penutupan lahan Jawa Barat tahun 2009, 2012 dan 2017. Rata-rata curah hujan periode 2007-2009 sebesar 2084,7 mm/tahun, periode 2010-2012 sebesar 2664,3 mm/tahun, sedangkan periode 2013-2017 sebesar 2583 mm/tahun. Rata-rata evapotranspirasi periode 2007-2009 sebesar 1188,94 mm/tahun, periode 2010-2012 sebesar 1194,41 mm/tahun, dan periode 2013-2017 sebesar 1210,71 mm/tahun. Karena adanya perubahan lahan, maka koefisien *run off* meningkat dari 0,26 (2009); 0,31 (2012) dan 0,375 (2017). Dari hasil perhitungan didapat bahwa dari tahun 2007-2012, kawasan ini mengalami perubahan lahan yang mengakibatkan kenaikan debit *run off* dan perubahan iklim yang mengakibatkan kenaikan debit presipitasi efektif. Hasil penelitian didapat bahwa ketersediaan air meningkat pada tahun 2012 karena curah hujan yang meningkat cukup besar pada periode tahun 2010-2012.

Kata kunci — Airtanah, Kawasan Bandung Utara, Perubahan Lahan, Perubahan Iklim

Abstract— Cibeureum Sub-watershed is a part of the Citarum Watershed. Cibeureum Sub-watershed is a part of the North Bandung Region. Along with the increase of population growth, development continues to occur so that change land cover from forests to settlements, roads, industries, and even this area is very desirable to be used as a tourist attraction whereas on the other hand this area must be protected because it is a water catchment area. In addition to land changes, climate change will also affecting the water potential there. Therefore, to see the effect of land and climate change on water potential, the availability of water is calculated using the Thornthwaite water balance method. The parameters used were rainfall and temperature data from Bandung Geophysics Station in 2007-2012 and West Java land use data in 2009 and 2012. The average rainfall for the 2007-2009 period was 2084.7 mm/year, while the 2010-2012 period was 2664.3 mm/year and the 2013-2017 period was 2583 mm/year. The average evapotranspiration of the 2007-2009 period was 1188.94 mm/year, the 2010-2012 period was 1194.41 mm/year, and the 2013-2017 period was 1210.71 mm/year. Due to land changes, the *run off* coefficient increased from 0.26 (in 2009) to 0.31 (in 2012), to 0.375 (in 2017). From the calculation results it is found that from 2007-2012, this region experienced land changes which resulted in an increase of a *run off* discharge and climate change which resulted in an increase of effective precipitation discharge. The results of the study it was found that the availability of water increased in 2012 due to the increased rainfall which was quite large in the period 2010-2012.

Keywords — Groundwater, North Bandung Area, Land use Changes, Climate Changes

I. PENDAHULUAN

Kawasan Bandung Utara memiliki panorama yang indah, udara yang sejuk, sehingga menjadikan kawasan ini sebagai kawasan yang sangat menarik dan diminati untuk ditinggali dan dijadikan kawasan wisata yang bernilai komersial tinggi, sehingga kawasan ini menjadi ramai mengakibatkan maraknya konversi lahan tertutup menjadi lahan terbuka seperti permukiman, tempat wisata, dan lain-lain.

Pada tahun 2010-2019, laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Bandung Barat rata-rata meningkat 1,24% setiap tahunnya [1]. Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus bertambah mengakibatkan pemukiman terus bertambah dan juga akan berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan air.

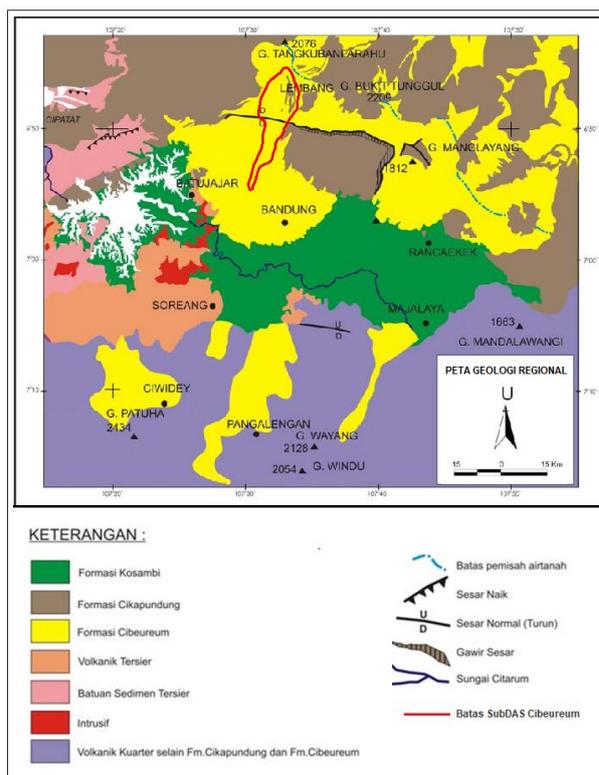
Pemanfaatan ruang di Kawasan Bandung Utara yang tidak terkendali akan mengancam keberlangsungan fungsi konservasi kawasan sebagai daerah tangkapan air dan dapat menimbulkan bencana alam [2]. Perubahan kondisi lahan dari lahan tertutup menjadi lahan terbuka dapat mengakibatkan berkurangnya resapan air sehingga dapat mengurangi ketersediaan air, sedangkan di sisi lain, kebutuhan air terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Selain perubahan lahan, perubahan iklim juga sangat berpengaruh terhadap ketersediaan air.

Kecamatan Cisarua, Parongpong, Ngamprah dan Sukasari mempunyai tingkat keterancaman tinggi karena memiliki luas lahan terbangun yang tinggi atau sedang, serta memiliki luas lahan izin lokasi yang belum selesai tahap pembangunannya yang tinggi atau rendah namun memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Kecamatan Cidadap, Cicalong Wetan, Lembang, Cimahi Utara, dan Padalarang memiliki tingkat keterancaman rendah karena luas terbangun dan luas lahan izin lokasi yang belum selesai tahap pembangunannya termasuk ke dalam kategori rendah [3]. Tinjauan ini menunjukkan bahwa tingginya luas lahan yang terbangun disertai dengan kepadatan penduduk yang tinggi berpengaruh terhadap tingkat keterancaman kelestarian kawasan resapan air.

Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perubahan tutupan lahan dan iklim di Kawasan Bandung Utara, sehingga dapat diketahui perubahan ketersediaan airtanah, dan dapat menjadi acuan untuk menentukan strategi konservasi airtanah yang tepat dan efektif bagi Kawasan Bandung Utara sehingga dapat berfungsi sebagai kawasan resapan air sebagaimana mestinya dan dapat memenuhi kebutuhan airtanah bagi penduduk Kota Bandung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Lokasi penelitian berada pada SubDAS Cibeureum dan merupakan bagian dari Kawasan Bandung Utara. Kawasan Bandung Utara yang selanjutnya disebut KBU adalah kawasan yang meliputi sebagian wilayah Kabupaten Bandung, Kota Bandung, Kota Cimahi dan Kabupaten Bandung Barat dengan di sebelah utara dan timur dibatasi oleh punggung topografi yang menghubungkan puncak Gunung Burangrang, Masigit, Gedongan, Sunda, Tangkubanparahu dan Manglayang, sedangkan di sebelah barat dan selatan dibatasi oleh garis (kontur) 750 m di atas permukaan laut (dpl) yang secara geografis terletak antara 107° 27'-107° BT, 6° 44'-6° 56' LS [4]. SubDAS Cibeureum pada Gambar-1 menempati sebagian Kecamatan Parongpong, Kecamatan Lembang, Kecamatan Cimahi Utara dan Kecamatan Sukasari.



Gambar-1. Peta Geologi Regional SubDAS Cibeureum [6]

A. Geologi Regional

Berdasarkan Peta Geologi hasil kompilasi dan modifikasi dari Alzwar dkk (1992), Iwaco-Wasco dan PU (1990), Koesoemadinata dan Hartono (1981), Kusmono dkk (1996), Silitonga (1973), dan Sudjatmiko (2003) dalam [5][6], SubDAS Cibeureum terbagi menjadi 2 formasi, yaitu Formasi Cibeureum dan Formasi Cikapundung. SubDAS Cibeureum

didominasi oleh Formasi Cibeureum. Formasi Cibeureum terdiri dari breksi vulkanik, tufa dan pasir. Formasi Cikapundung terdiri dari konglomerat dan breksi kompak, tuf, dan lava andesit. Berdasarkan jenis batuan, Formasi Cibeureum dapat berperan sebagai akuifer karena litologinya cenderung dapat meloloskan air. Struktur geologi yang berada di daerah penelitian yaitu Sesar Lembang.

B. Hidrogeologi Regional

Berdasarkan Peta Hidrogeologi Kabupaten Bandung tahun 1991 [7] pada Gambar-2, Subdas Cibeureum menempati zona dengan akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas dan setempat akuifer produktif.

III. METODE

Metode yang digunakan adalah dengan menghitung potensi ketersediaan air dengan metode neraca air tahun 2009, 2012, dan 2017. Data yang digunakan yaitu data curah hujan dan suhu dari stasiun BMKG Bandung tahun 2007-2017, data penutupan lahan Jawa Barat tahun 2009, 2012 dan 2017 dari Departemen Kehutanan dan data penduduk tahun 2009, 2012, dan 2017 dari BPS.

A. Neraca Air

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan neraca air adalah:

$$\Delta S = I - O \quad (1)$$

dimana:

ΔS = storage (m^3 /tahun)

I = nilai input (m^3 /tahun)

O = nilai output (m^3 /tahun)

Untuk mendapatkan nilai potensi air bawah tanah/infiltrasi (input) dapat menggunakan persamaan berikut:

$$I = P - Et - Q \quad (2)$$

dimana:

P = Presipitasi (m^3 /tahun)

Et = Evapotranspirasi (m^3 /tahun)

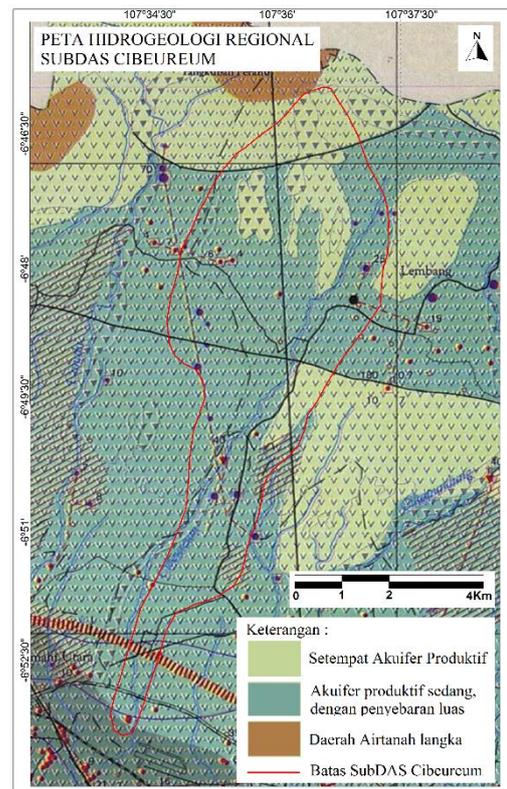
Q = Debit air larian/limpasan (m^3 /tahun)

I = Potensi air bawah permukaan/Infiltrasi (m^3 /tahun)

Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya kebutuhan air penduduk yaitu:

$$O = \text{Jumlah kebutuhan air} \times \text{Jumlah penduduk} \quad (3)$$

Jumlah kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan air bersih per orang menurut Departemen Pekerjaan Umum Tabel-1.



Gambar-2. Peta Hidrogeologi Regional SubDAS Cibeureum [7]

Tabel-1. Jumlah kebutuhan air bersih per orang per hari[8]

Kategori	Jumlah Penduduk	Kategori Kota	Pemakaian Air Domestik
I	>1000.000	Metropolitan	190 l/o/h
II	500.000 - 1 juta	Besar	170 l/o/h
III	100.000 - 500.000	Sedang	150 l/o/h
IV	20.000 - 100.000	Kecil	130 l/o/h
V	3.000 - 20.000	IKK	100 l/o/h
VI	< 3.000	Desa	60 l/o/h

B. Presipitasi

Presipitasi dalam hal ini adalah curah hujan, data curah hujan yang digunakan diperoleh dari Stasiun BMKG Bandung. Metode perhitungan curah hujan rata-rata yang digunakan adalah metode aritmatika karena data yang tersedia hanya satu stasiun sehingga data curah hujan hanya dilakukan dengan cara menghitung rata-rata curah hujan pada rentang tahun tertentu.

C. Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi dilakukan dengan metode Thornthwaite. Untuk menghitung Et (cm/hari) dalam bulan yang diperhitungkan dengan 30 hari dan jumlah jam bersinar perhari 12 jam.

$$E_t = 1,6 \left(\frac{10t}{J} \right)^a \quad (4)$$

Dimana:

t = suhu rata-rata bulan °C

$$J = \sum_1^{12} j$$

J = indeks panas tahunan

j = indeks panas bulanan

$$j = \left(\frac{t_n}{5} \right)^{1,514}$$

n = 1, 2, 3,, 12

$$a = (675 \cdot 10^{-9})J^3 - (771 \cdot 10^{-7})J^2 + (179 \cdot 10^{-4})J + 0,492$$

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi pada bulan ≠ 30 hari dan jumlah jam terang ≠ 12 jam/hari.

$$E_t^* = E_t \frac{S T_x}{30 \times 12} \quad (5)$$

dimana:

Et* = evapotranspirasi (cm/bulan) untuk bulan ≠ 30 hari dan jumlah jam terang ≠ 12 jam/hari

S = jumlah hari dalam bulan tertentu

T_x = Jumlah jam rata-rata sehari antara matahari terbit dan matahari terbenam dalam bulan tertentu.

Untuk menghitung nilai evapotranspirasi bulan, Ep* atau Ep harus dikalikan dengan faktor koreksi lintang, sehingga:

$$PET = Et^* \times C \quad (6)$$

Dimana:

PET = evapotranspirasi potensial bulanan terkoreksi (cm)

Et* = evapotranspirasi potensial bulanan belum terkoreksi (cm)

C = faktor koreksi lintang.

D. Limpasan (Run off)

Persamaan matematik metode rasional untuk memperkirakan besarnya air larian adalah:

$$Q = C i A \quad (7)$$

dimana:

Q = debit limpasan

C = koefisien air limpasan

i = presipitasi efektif

A = luas wilayah DAS

Untuk menghitung nilai koefisien rata-rata digunakan persamaan rasional yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{C} = \frac{(C_1 A_1) + (C_2 A_2) + \dots + (C_n A_n)}{A_n} \quad (8)$$

dimana:

\bar{C} = Koefisien rata-rata

C = Koefisien limpasan

A = Luas daerah penggunaan lahan

Dengan nilai koefisien limpasan sebagaimana tampak pada Tabel-2

Tabel-2 Nilai koefisien limpasan/run off (C) [9]

Penutupan Lahan	Harga C
Hutan lahan kering primer	0,02
Hutan lahan kering sekunder	0,03
Hutan mangrove sekunder	0,05
Hutan rawa sekunder	0,15
Hutan tanaman industri	0,05
Perkebunan	0,4
Pemukiman	0,6
Pertanian lahan kering	0,1
Pertanian lahan kering campur	
Semak	0,1
Rawa	0,2
Sawah	0,15
Belukar	0,07
Belukar rawa	0,2
Tambak	0,05
Tanah terbuka	0,2
Perairan	0,05

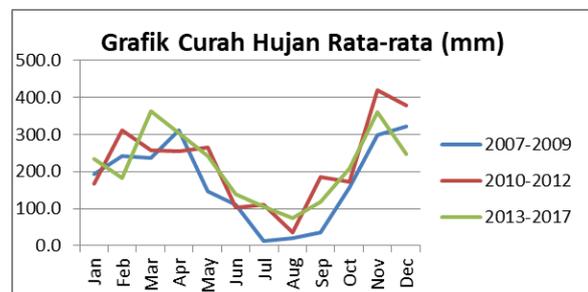
E. Analisis Data

Dari hasil perhitungan neraca air, dianalisis bagaimana pengaruh perubahan lahan yang terjadi dan kondisi iklim (curah hujan dan suhu) terhadap ketersediaan air tanah. Selain itu, apakah kebutuhan air penduduk melebihi ketersediaan air atau tidak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Presipitasi

Data curah hujan diperoleh dari Stasiun Geofisika Bandung. Gambar-3 menunjukkan Rata-rata curah hujan periode 2007-2009 lebih kecil dari pada periode 2010-2012. Rata-rata curah hujan periode 2007-2009 sebesar 2.084,7 mm/tahun, periode 2010-2012 sebesar 2.664,3 mm/tahun, sedangkan periode 2013-2017 sebesar 2.583,0 mm/tahun.

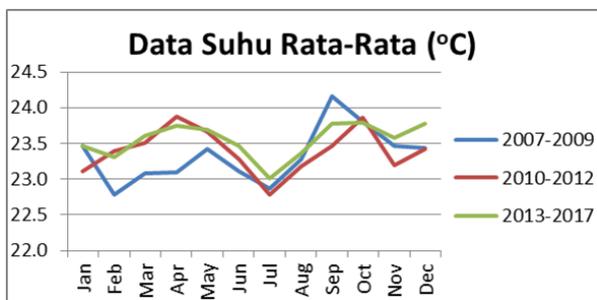


Gambar-3. Grafik curah hujan rata-rata periode 2007-2009 dan 2010-2012

B. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi dihitung menggunakan metode Thornthwaite [10], data yang digunakan adalah data

suhu yang diperoleh dari Stasiun Geofisika Bandung. Gambar-4 Berikut ini merupakan data suhu rata-rata periode 2007-2009, 2010-2012, dan 2013-2017.



Gambar-4. Grafik Evapotranspirasi rata-rata

Tabel-3 Data Evapotranspirasi Periode 2007-2009

Bulan	Evapotranspirasi (mm)			Rata-rata
	2007	2008	2009	
Januari	115,61	103,36	102,03	107,00
Februari	82,96	80,84	80,92	81,58
Maret	102,92	96,83	97,77	99,17
April	90,62	91,02	95,70	92,45
Mei	103,88	96,83	103,44	101,39
Juni	90,97	87,07	94,43	90,83
Juli	94,35	93,71	96,23	94,76
Agustus	98,16	98,96	104,98	100,70
September	102,77	105,60	106,50	104,96
Oktober	110,91	111,91	104,61	109,14
November	105,71	96,81	99,09	100,54
Desember	103,92	107,51	107,89	106,44
Total				1188,94

Tabel-4 Data Evapotranspirasi periode 2010-2012

Bulan	Evapotranspirasi (mm)			Rata-rata
	2010	2011	2012	
Januari	100,28	104,91	101,53	102,24
Februari	86,66	89,54	86,89	87,70
Maret	100,34	105,35	106,86	104,18
April	110,90	95,97	97,28	101,39
Mei	109,89	103,64	98,83	104,12
Juni	92,31	92,44	92,84	92,53
Juli	95,26	93,92	91,30	93,49
Agustus	100,82	97,09	99,60	99,17
September	90,53	95,63	103,45	96,53
Oktober	102,26	113,03	114,14	109,81
November	98,48	93,98	98,68	97,05
Desember	100,52	113,13	104,94	106,20
Total				1194,41

Tabel-5 Data Evapotranspirasi periode 2013-2017

Bulan	Evapotranspirasi (mm)					Rata-rata
	2013	2014	2015	2016	2017	
Jan	105,64	94,76	102,96	111,71	116,53	106,32
Feb	85,60	83,59	82,41	92,67	81,51	85,16

Data suhu rata-rata cenderung meningkat di setiap tahunnya, sehingga nilai evapotranspirasi pun semakin meningkat setiap tahunnya. Rata-rata evapotranspirasi periode 2007-2009 sebesar 1.188,94 mm/tahun pada Tabel 3, periode 2010-2012 sebesar 1.194,41 mm/tahun pada Tabel 4, sedangkan periode 2013-2017 sebesar 1.210,71 mm/tahun pada Tabel 5.

C. Presipitasi Efektif

Presipitasi efektif merupakan jumlah dari selisih presipitasi dikurangi evapotranspirasi setiap bulan dalam setahun dengan catatan jika bernilai negatif ($P < PET$) maka dianggap nol (dianggap tidak ada air hujan). Debit presipitasi periode 2007-2009 sebesar 35.473.499,63 m³/tahun, periode tahun 2010-2012 sebesar 48.241.234,43 m³/tahun, sedangkan periode 2013-2017 sebesar 44.009.510,05 m³/tahun, sebagai mana pada Tabel 6

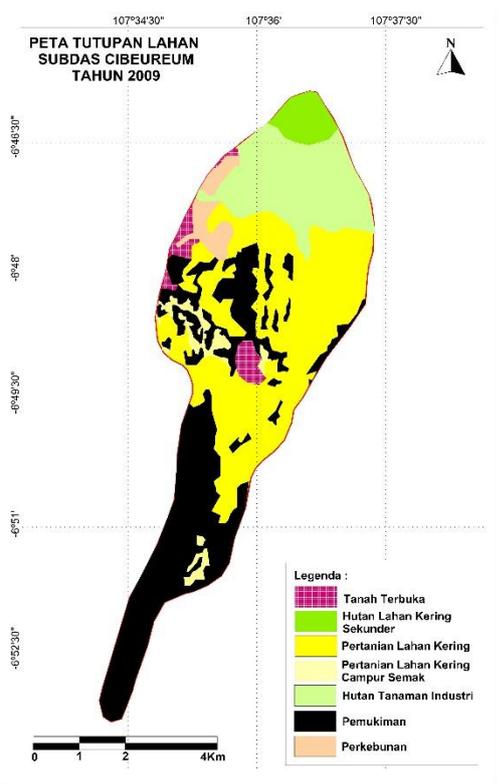
D. Debit Run off

Data tutupan lahan diperoleh dari Peta Penutupan Lahan Indonesia Lembar 1209 Tahun 2009 [11], Peta Penutupan Lahan Indonesia Lembar 1209 Tahun 2012 [12] dan Peta Tutupan Lahan Indonesia Tahun 2017 [13] yang diperoleh dari Peta Interaktif, Kementerian LHK (diakses dari <http://webgis.menlhk.go.id/> bulan Februari 2020) sebagaimana Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7.

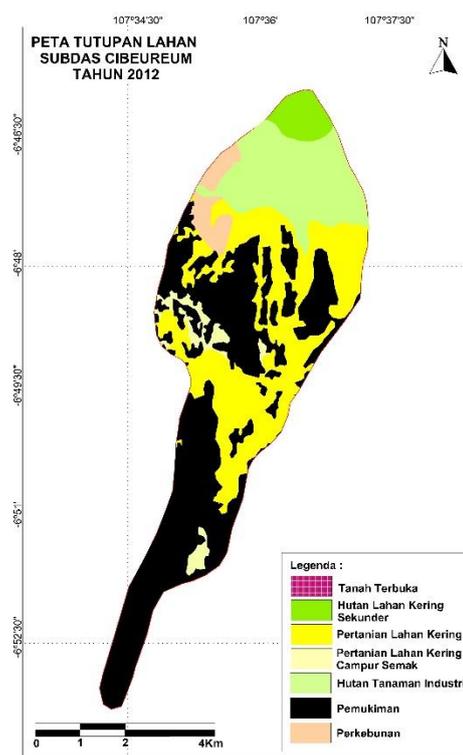
Bulan	Evapotranspirasi (mm)					Rata-rata
	2013	2014	2015	2016	2017	
Mar	107,73	101,64	102,55	111,14	102,26	105,06
Apr	99,06	99,23	97,76	102,20	98,42	99,33
May	101,93	102,12	100,57	108,26	107,27	104,03
Jun	95,92	94,95	90,14	96,12	93,63	94,15
Jul	90,10	96,11	96,95	99,32	96,65	95,82
Aug	99,24	98,25	104,05	103,11	100,44	101,02
Sep	99,06	99,23	100,14	97,64	102,36	99,69
Oct	108,77	114,20	112,59	99,22	107,25	108,41
Nov	104,26	101,98	105,39	98,28	96,79	101,34
Dec	101,84	109,72	109,40	118,20	112,74	110,38
Total						1210,71

Tabel-6 Debit Presipitasi efektif

Tahun	Presipitasi Efektif (m/tahun)	Luas (m ²)	Debit Presipitasi Efektif (m ³ /tahun)
2007-2009	1,1270481	31.474.700	35.473.499,63
2010-2012	1,5326988	31.474.700	48.241.234,43
2010-2012	1,3982503	31.474.700	44.009.510,05



Gambar-5. Peta Penutupan Lahan SubDAS Cibeureum Tahun 2009 [11]



Gambar-6. Peta Penutupan Lahan SubDAS Cibeureum Tahun 2012 [12]

Tabel-7 Perhitungan Debit Run off di SubDas Cibeureum

Tahun	Koefisien Run off	Precipitation Effective (m)	Luas (m ²)	Debit Run off (m ³)
2007-2009	0,2592	1,1270481	31.474.700	9.196.092,31
2010-2012	0,3141	1,5326988	31.474.700	15.153.777,55
2013-2017	0,3747	1,3982503	31.474.700	16.488.692,26

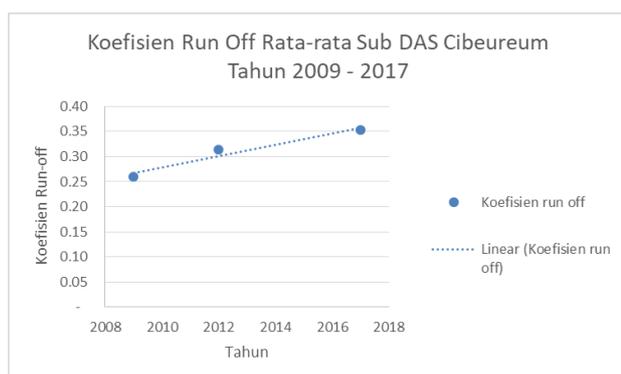
Tabel-8 Perhitungan Debit Infiltrasi di SubDas Cibeureum

Tahun	Debit Presipitasi Efektif (m ³ /tahun)	Debit <i>Run off</i> (m ³ /tahun)	Debit Infiltrasi (m ³ /tahun)
2007-2009	35.473.499,63	9.196.092,31	26.277.407,32
2010-2012	48.241.234,43	15.153.777,55	33.087.456,87
2013-2017	44.009.510,05	16.488.692,26	27.520.817,79

Tabel-9 Perkiraan Konsumsi Air bersih di SubDas Cibeureum

Kabupaten/ Kota	Kecamatan	Perkiraan konsumsi per hari (2009)	Perkiraan konsumsi per hari (2012)	Perkiraan konsumsi per hari (2012)
Kab. Bandung Barat	Parongpong	4.488	5.036	5.603
	Lembang	5.760	6.012	6.551
Kota Cimahi	Cimahi Utara	364	365	772
Kota Bandung	Sukasari	6.299	6.487	6.618
Total konsumsi air per hari (m ³ /hari)		16.911	17.901	19.543
Total konsumsi air per tahun (m ³ /tahun)		6.172.438	6.533.766	7.133.232

Dari tutupan lahan diperoleh bahwa terjadi perubahan lahan terbuka hijau menjadi pemukiman, dimana luas pemukiman naik 2,7%. Akibat perubahan lahan, nilai koefisien *run off* mengalami peningkatan dari 0,26 pada tahun 2009 menjadi 0,31 pada tahun 2012 dan 0,375 pada tahun 2017 pada Gambar 8 dan Tabel-7



Gambar-8. Koefisien *Run off* Rata-rata Subdas Cibeureum Tahun 2009-2017

Selanjutnya dihitung debit *run off*, dimana diperoleh nilai debit *run off* pun mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yaitu 9.196.092,31 m³/tahun pada tahun 2009, 15.153.777,55 m³/tahun pada tahun 2012 dan 16.488.692,26 m³/tahun pada tahun 2017.

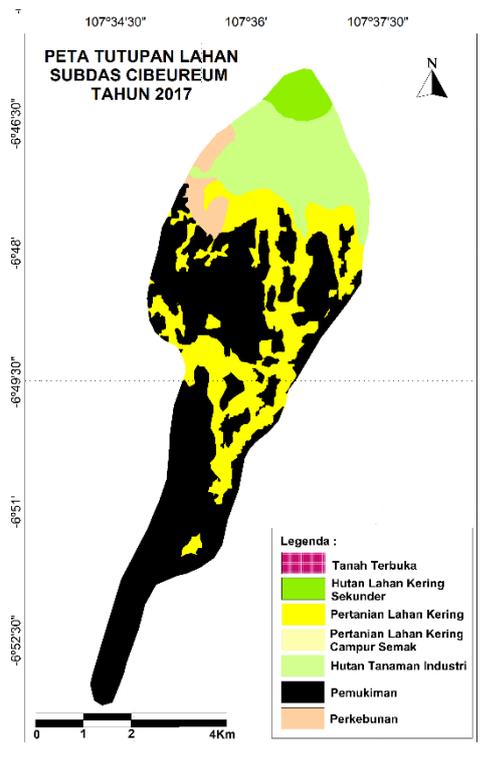
A. Neraca Air

1) Debit Infiltrasi (I)

Debit Infiltrasi diperoleh dari Debit Presipitasi Efektif (P-PET) dikurangi debit *run off*. Debit infiltrasi periode tahun 2007-2009 sebesar 26.277.407,32 m³/tahun, periode tahun 2010-2012 sebesar 33.087.456,87 m³/tahun dan periode tahun 2013-2017 sebesar 27.520.817,79 pada Tabel-8

2) Debit Konsumsi Airtanah (O)

Konsumsi airtanah sangat dipengaruhi dengan jumlah penduduk. Jumlah penduduk meningkat setiap tahunnya sehingga, sehingga output tahun 2012 akan lebih besar dibanding tahun 2009. Konsumsi Air untuk Kabupaten Bandung Barat dan Kota Bandung adalah 0,19 m³/hari/orang, sedangkan Kota Cimahi sebesar 0,15 m³/hari/orang. Untuk memperkirakan jumlah penduduk yang ada pada subDAS Cibeureum dilakukan perhitungan dengan perbandingan luas setiap kecamatan dalam subDAS Cibeureum dan luas kecamatan keseluruhan. Dari hasil perhitungan didapat bahwa konsumsi airtanah pada SubDAS Cibeureum pada tahun 2009 sebesar 6.172.438 m³/tahun sedangkan tahun 2012 sebesar 6.533.691 m³/tahun sedangkan pada tahun 2017 sebesar 7.133.232 m³/tahun, sebagaimana pada Tabel-10



Gambar-7. Peta Penutupan Lahan SubDAS Cibeureum Tahun 2017 [13]

3) Storage (ΔS)

Dari hasil perhitungan didapat bahwa meskipun debit *run off* meningkat dan konsumsi air meningkat, potensi airtanah pada periode tahun 2007-2009 lebih kecil dibanding dengan periode tahun 2010-2012. Potensi airtanah pada periode 2007-2009 sebesar 20.132.938 m³/tahun, sedangkan periode 2010-2012 sebesar 26.581.713 m³/tahun. Hal ini disebabkan karena pengaruh besar curah hujan pada periode 2010-2012 lebih dominan/lebih besar nilainya dibanding parameter yang lain.

Tabel-10 Perhitungan *Storage* di SubDas Cibeureum

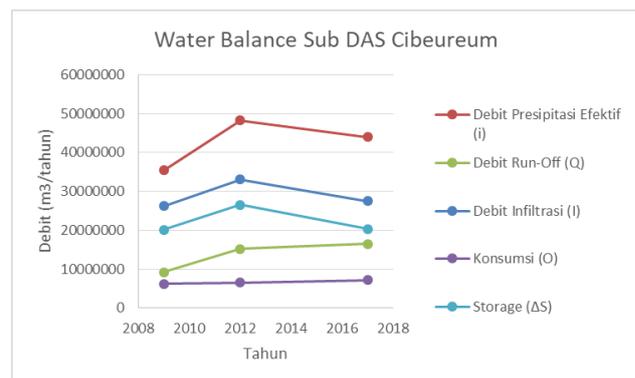
Periode	Input (I)	Output (O)	Storage (ΔS)
2007-2009	26.277.407	6.172.438	20.104.969
2010-2012	33.087.457	6.533.766	26.553.691
2013-2017	27.520.818	7.133.232	20.387.586

B. Diskusi

Dari hasil perhitungan neraca air, didapat bahwa iklim dan perubahan lahan saling berkaitan dan sangat mempengaruhi potensi ketersediaan airtanah. Curah hujan setiap tahunnya bervariasi, terkadang naik dan turun. Sedangkan evapotranspirasi cenderung meningkat setiap tahunnya dikarenakan nilai suhu

semakin tinggi setiap tahunnya. Suhu yang meningkat setiap tahunnya salah satunya diakibatkan karena pemanasan global. Berdasarkan, penelitian Balitbangtan [14], pemanasan global terjadi akibat kegiatan manusia yang berkaitan dengan meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK) seperti CO₂, metana, NO₂, dan CFC, dan telah berlangsung sejak hampir 100 tahun terakhir.

Dari hasil perhitungan didapat bahwa debit *run off* meningkat setiap tahunnya, hal tersebut disebabkan karena terjadi perubahan lahan dari lahan tertutup menjadi lahan terbuka sehingga meningkatkan nilai koefisien *run off*. Hal tersebut akan berbahaya jika kapasitas tampungan saluran tidak dapat menampung debit *run off*, karena dapat mengakibatkan banjir. Selain itu, meningkatnya koefisien *run off* juga dapat mengurangi debit infiltrasi, yang nanti akan mengurangi cadangan airtanah, seperti Gambar-9.



Gambar-9. Neraca Air Subdas Cibeureum Tahun 2009-2017

Oleh karena itu, perlu adanya pengelolaan air tanah yang baik agar permasalahan tersebut tidak terjadi. Konservasi air harus dilakukan dengan baik, salah satunya yaitu dengan pembatasan perizinan pembangunan kecuali bangunan yang dimaksudkan untuk kegiatan konservasi, hal tersebut dilakukan untuk menekan kenaikan laju koefisien *run off*. Selain itu, pembangunan *artificial recharge* sangat dianjurkan untuk di kawasan *recharge* dengan batuan atau tanah yang memiliki kemampuan resapan yang baik.

Berdasarkan penelitian [15], dari hasil analisis isotop, didapatkan daerah resapan yang bersifat regional dari air tanah pada kedalaman 70- 200 m di Kawasan Bandung Utara bagian barat yaitu dimana daerah penelitian berada, kawasan resapan dibagi menjadi 2 yaitu pada elevasi di atas 1200 mdpl atau di atas zona Sesar Lembang dan elevasi 900-1200 mdpl atau di bawah zona Sesar Lembang.

Hasil uji permeabilitas batuan pada Kawasan Bandung Utara, diperoleh bahwa nilai permeabilitas pada batuan Formasi Cibeureum lebih besar dibanding dengan Formasi Cikapundung [16]. Sehingga untuk membangun *artificial recharge* sebaiknya di daerah yang disusun oleh Formasi Cibeureum.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perubahan lahan dan iklim saling berkaitan erat dalam perhitungan neraca air. Dari hasil perhitungan didapat bahwa dari tahun 2007-2017, kawasan ini mengalami perubahan lahan yang mengakibatkan kenaikan koefisien *run off*. Perubahan iklim juga berpengaruh terhadap evapotranspirasi dan debit presipitasi efektif. Suhu yang meningkat akibat pemanasan global mengakibatkan kenaikan evapotranspirasi. Selain itu pertumbuhan penduduk yang meningkat mengakibatkan konsumsi air meningkat sehingga dapat mengurangi cadangan airtanah. Oleh karena itu, strategi konservasi airtanah perlu dilakukan di daerah ini agar tidak terjadi permasalahan airtanah, diantaranya pembatasan pembangunan lahan terbuka, pembangunan *artificial recharge* dan penghematan pemakaian air tanah.

B. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu pada perhitungan potensi airtanah ini dilakukan secara kontinyu agar terlihat seberapa besar perubahan yang terjadi sehingga untuk ke depannya dilakukan pengelolaan airtanah untuk mencegah terjadinya krisis air. Dalam perhitungan konsumsi airtanah agar lebih rinci dilakukan perhitungan kebutuhan airtanah untuk kebutuhan industri dan komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. Provinsi Jawa Barat Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2020
- [2] Gubernur Jawa Barat, Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor: 2 Tahun 2016 Tentang Pedoman Pengendalian Kawasan Bandung Utara sebagai Kawasan Strategis Provinsi Jawa Barat, 2016.
- [3] Pakpahan, P. Upaya Pelestarian Kawasan Resapan Air di Wilayah Bandung Utara. ITB. Bandung, 1999
- [4] Gubernur Jawa Barat, Peraturan Gubernur Jawa Barat Nomor: 30 Tahun 2008 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pengendalian Pemanfaatan Ruang Kawasan Bandung Utara di Wilayah Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat, 2008.
- [5] Lambok M.H. Kondisi Muka airtanah dengan dan tanpa Peresapan Buatan di Daerah Bandung: *Hasil Simulasi Numerik*. Jurnal Geologi Indonesia, 2009, 4(3):177-188.
- [6] Silitonga, P.H. Peta Geologi Regional Lembar Bandung, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.1973.
- [7] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peta Penutupan Lahan Indonesia Lembar 1209 Tahun 2017. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017.
- [8] Direktorat Jenderal Cipta Karya, Petunjuk Teknis Air Bersih. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1994.
- [9] Kodoatie, R.J., Syarief, R. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2005.
- [10] Thornthwaite, C.W., Matter, J.R. Instructions and Tables for Computing Potential Evaporation and the Water Balance 1957.
- [11] Kementerian Pekerjaan Umum. Peta Hidrogeologi Kabupaten Bandung. Kementerian Pekerjaan Umum, 1991
- [12] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peta Penutupan Lahan Indonesia Lembar 1209 Tahun 2009. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2009.
- [13] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peta Penutupan Lahan Indonesia Lembar 1209 Tahun 2012. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2012.
- [14] Balitbangtan. Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, 2011:67.
- [15] Matahelumual, B.C., Wahyudin,. Penelitian Hidrogeologi Daerah Imbuhan Air Tanah dengan Metode Isotop dan Hidrokimia di Cekungan Air Tanah Bandung-Soreang Provinsi Jawa Barat (Tahap III). Bandung: Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi, 2010.
- [16] Hendarmawan. *Unconfined Aquifer System of Volcanics in the Northern Part of Bandung Basin, West Java, Indonesia*. Journal of Geosciences, Osaka City University, 2002, 45(1):1-12.