

ANALISIS KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR DI DAS KEDUANG JAWA TENGAH

Erlynda Kumalajati

Balai Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Kupang
Email: e.kumalajati@gmail.com

Sambas Sabarnudi dan Budiadi

Program Studi Ilmu Kehutanan, Fakultas Kehutanan
Universitas Gadjah Mada

Putu Sudira

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

This study aims to examine the balance between the availability and water need in the present and the future in Keduang Watershed, Central Java. The water need is calculated by using the standard water need for irrigation and non-irrigation. Types of non-irrigation water need encompass the water need for domestic, office, and the facilities of health, education, religious duties, industry, and market, as well as livestock. The standard water need is from SNI 19-6728.1-2002 and Planning Criteria of Directorate General of Human Settlements of Department of Public Works in 1996. This study uses socio-economic data in 2013. The availability of water is calculated by using Soil Conservation Service Curve Number (SCS CN) from USDA with the hydrological data from 2005 to 2013. This study uses data in 2013, due to the limitations of the data that can be obtained. In the analysis of availability and water need, hydrological, and spatial data are projected until 2033 and analyzed using quantitative analysis in the form of descriptive statistics. The result shows that 1) from year to year in Keduang watershed, the water need is increasing with an average increase of 3.38%, while the water availability is decreasing with an average decrease of 0.09%. 2) Water deficit will begin in 2023, when the water need is reaching 115,306,568.00 m³/year, whereas the water availability only 112,250,656.00 m³/year. From this calculation, it can be concluded that if there is no effort to change the trend of land cover that lead to the goal of water conservation, then, the water availability will not able to cover the water need. Thus, in the future, Keduang watershed will occur water deficit.

Keywords: SCS CN; Water availability; Water need; Watershed

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kesetimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air pada saat ini dan masa mendatang di Daerah Aliran Sungai (DAS) Keduang, Jawa Tengah. Kebutuhan air dihitung dengan menggunakan standar kebutuhan air untuk jenis kebutuhan irigasi dan non irigasi. Jenis kebutuhan air untuk non irigasi meliputi kebutuhan air untuk domestik, perkantoran, fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, fasilitas peribadatan, industri, dan pasar, serta peternakan. Standar kebutuhan air yang digunakan adalah SNI 19-6728.1-2002 dan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU tahun 1996. Data sosial ekonomi yang dipergunakan adalah data tahun 2013. Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS CN) dari USDA dengan data hidrologi dari tahun 2005 sampai dengan 2013. Penggunaan data tahun 2013 dikarenakan adanya keterbatasan data yang dapat diperoleh. Dalam analisis ketersediaan dan kebutuhan air, data hidrologi dan spasial diproyeksikan sampai dengan tahun 2033 dan dianalisis dengan menggunakan analisis kuantitatif berupa statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) dari tahun ke tahun kebutuhan air di DAS Keduang semakin bertambah dengan rata-rata penambahan 3,38%,

sedangkan ketersediaan airnya semakin berkurang dengan rata-rata pengurangan 0,09%. 2) Defisit air mulai terjadi pada tahun 2023 di mana kebutuhan air mencapai 115.306.568,00 m³/tahun, sedangkan ketersediaan air hanya sebesar 112.250.656,00 m³/tahun. Dari hasil perhitungan tersebut, dapat disimpulkan bahwa apabila tidak ada upaya untuk mengubah kecenderungan perubahan penutupan lahan yang sedang terjadi ke arah tujuan konservasi air maka ketersediaan air tidak akan mencukupi kebutuhannya sehingga di masa mendatang DAS Keduang akan mengalami defisit air.

Kata Kunci: DAS; Kebutuhan air; Ketersediaan air; SCS CN.

PENGANTAR

Sumberdaya air merupakan sumberdaya yang vital bagi kehidupan makhluk hidup di Bumi karena ketersediaan air memerlukan sifat kelangkaan untuk dapat dipergunakan antargenerasi. Sifat kelangkaan air memerlukan pengelolaan yang tepat dan berkaitan dengan distribusinya. Kerusakan daerah aliran sungai (DAS) lebih banyak disebabkan oleh faktor nonalami, yaitu perilaku manusia. Bertambahnya populasi penduduk menyebabkan terjadinya konversi lahan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan pemukiman tanpa memperhatikan faktor lingkungan. Kegiatan tata guna lahan yang bersifat mengubah bentang lahan dalam suatu DAS seringkali dapat mempengaruhi hasil air (Asdak, 2007).

DAS Keduang merupakan salah DAS yang dinyatakan dalam kondisi kritis oleh pemerintah. Menurut JICA (2007), DAS ini merupakan penyumbang terbesar sedimentasi yang terjadi di Waduk Gajah Mungkur, tempat aliran sungainya bermuara. Sutrisno (2011) menyatakan bahwa telah terjadi konversi atau perubahan penggunaan lahan yang nyata di wilayah Sub DAS Keduang, antara tahun 1993 sampai dengan 2008. Beberapa penggunaan lahan beralih menjadi penggunaan lahan lainnya. Terjadinya perubahan tata guna lahan dan jenis vegetasi dalam skala besar yang bersifat permanen dapat mempengaruhi besar kecilnya hasil air (Asdak, 2007). Besar

kecilnya hasil air ini akan mempengaruhi tingkat pemenuhan ketersediaan air yang dibutuhkan oleh masyarakat setempat. Oleh karena itu, studi ini fokus untuk mengetahui kebutuhan dan berapa lama ketersediaan air Das Keduang untuk beberapa puluh tahun ke depan.

Kajian ini berlokasi di DAS Keduang, sehingga secara geografis, lokasi yang digunakan untuk perhitungan kebutuhan airnya hanya sebatas pada kecamatan-kecamatan dan/atau desa-desa yang terletak di wilayah DAS Keduang. Secara administratif, DAS Keduang masuk dalam dua kabupaten, yaitu Kabupaten Wonogiri dan Karanganyar. Kecamatan di DAS Keduang yang termasuk dalam Kabupaten Wonogiri adalah Slogohimo, Jatipurno, Jatisrono, Jatiroto, Girimarto, Sidoharjo, Ngadipiro, Nguntoronadi, dan Wonogiri. Khusus untuk Kecamatan Wonogiri, hanya desa Pokoh Kidul (kecuali dusun Petir) yang masuk dalam wilayah DAS Keduang. Kecamatan di DAS Keduang, yang masuk dalam Kabupaten Karanganyar adalah Kecamatan Jatiyoso, khususnya Desa Wonokeling dan Wonorejo.

Metode

Untuk menghitung kebutuhan air di DAS Keduang, standar dan rumus-rumus yang digunakan berdasarkan pada SNI 19-6728.1-2002 (Bandan Standarisasi Nasional, 2002) dan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya (Dinas Pekerjaan Umum, 1996) dengan Tabel standar kebutuhan air untuk masing-masing kepentingan dapat dilihat pada Tabel 1. Data sosial dan ekonominya diperoleh dari BPS untuk tahun 2013. Kebutuhan air yang dihitung meliputi kebutuhan air untuk domestik, fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, fasilitas peribadatan, perkantoran, industri, pasar, pertokoan, dan peternakan serta irigasi.

Kebutuhan air domestik dihitung dengan menggunakan standar kebutuhan air konsumsi di pedesaan sebesar 100 lt/hari dan rumus sebagai berikut:

$$Q_d = 365 \text{ hari} \times [q(r) \times 1/1000 \times P(r)] \dots\dots (1)$$

dengan Q_d adalah konsumsi air domestik (m^3 /tahun), $q(r)$ adalah konsumsi air per kapita (liter/kapita/hari), dan $P(r)$ adalah jumlah penduduk (jiwa).

Kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan dihitung dengan menggunakan standar kebutuhan sebesar 200 liter/unit/hari untuk puskesmas dan sebesar 2000 liter/tempat tidur/hari untuk rumah bersalin dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_s(\text{puskesmas}) = \sum \text{unit} \times 365 \text{ hari} \times q(\text{sp})/1000 \quad (2)$$

$$Q_s(\text{RSB/RB}) = \sum \text{bed} \times 365 \text{ hari} \times q(\text{srsb})/1000 \quad \dots (3)$$

$$Q_s = Q_s(\text{puskesmas}) + Q_s(\text{RSB/RB}) \quad \dots (4)$$

dengan Q_s adalah konsumsi air untuk fasilitas kesehatan (m^3 /tahun), $Q_s(\text{puskesmas})$ adalah konsumsi air untuk fasilitas kesehatan puskesmas (m^3 /tahun), $Q_s(\text{RSB/RB})$ adalah konsumsi air untuk fasilitas kesehatan rumah sakit bersalin (m^3 /tahun), $q(\text{sp})$ adalah konsumsi air per unit puskesmas (liter/unit/hari), dan $q(\text{srsb})$ adalah konsumsi air per-unit rumah sakit bersalin (liter/bed/hari).

Kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan dihitung dengan asumsi bahwa jumlah hari libur dalam satu tahun sebanyak 22 hari libur nasional, 48 hari libur mingguan, dan 29 hari libur semester. Standar kebutuhan air sebesar 10 liter/murid/hari. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \sum \text{murid} \times q(p)/1000 \times (365 - \sum \text{hari libur}) \quad (5)$$

dengan Q_p adalah konsumsi air untuk fasilitas pendidikan (m^3 /tahun) dan $q(p)$ adalah standar konsumsi air per murid sebesar (liter/murid/hari).

Kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{ib}(\text{mas}) = \sum \text{masjid} \times 365 \text{ hari} \times q(\text{ibmas})/1000 \quad \dots (6)$$

$$Q_{ib}(\text{mus}) = \sum \text{mushola} \times 365 \text{ hari} \times q(\text{ibmus})/1000 \quad \dots (7)$$

$$Q_{ib} = Q_{ib}(\text{mas}) + Q_{ib}(\text{mus}) \quad \dots (8)$$

dengan Q_{ib} adalah konsumsi air untuk fasilitas peribadatan (m^3 /tahun), $Q_{ib}(\text{mas})$ adalah konsumsi air masjid (m^3 /tahun), $Q_{ib}(\text{mus})$ adalah konsumsi air mushola (m^3 /tahun), $q(\text{ibmas})$ adalah standar konsumsi air masjid (liter/unit/hari), dan $q(\text{ibmus})$ adalah standar konsumsi air mushola (liter/unit/hari).

Kebutuhan air untuk perkantoran dihitung dengan asumsi bahwa jumlah hari libur dalam 1 tahun sebanyak 22 hari libur nasional dan 96 hari libur mingguan.

$$Q_k = \sum \text{pegawai} \times q(k)/1000 \times (365 - \sum \text{hari libur}) \quad \dots (9)$$

dengan Q_k adalah konsumsi air untuk fasilitas perkantoran (m^3 /tahun) dan $q(k)$ adalah standar konsumsi air perkantoran (liter/pegawai/hari).

Kebutuhan air untuk industri, pasar, dan pertokoan dihitung dengan asumsi bahwa jumlah hari libur dalam satu tahun untuk pegawai industri sebanyak 22 hari libur nasional dan 48 hari libur mingguan (6 hari kerja per minggu), sedangkan untuk toko, warung makan, dan pasar (Karanganyar) yang tidak ada keterangan jumlah kursi dan pegawainya diasumsikan mempunyai dua pegawai per-toko, 20 kursi per-warung makan, dan luas pasar sebesar rata-rata luas pasar di Wonogiri. Rumus-rumus yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_{id-ind} = (365 - \sum \text{hari libur}) \times \sum \text{industri} \times q(\text{id-ind})/1000 \times (3600 \times 24) \quad \dots (10)$$

$$Q_{id-psr} = 365 \text{ hari} \times \text{luas pasar} \times q(\text{id-psr})/1000 \quad \dots (11)$$

$$Q_{id-toko} = 365 \text{ hari} \times \sum \text{pegawai} \times q(\text{id-toko})/1000 \quad \dots (12)$$

$$Q_{id-wm} = 365 \text{ hari} \times \sum \text{kursi} \times q(\text{id-wm})/1000 \quad \dots (13)$$

dengan Q_{id-ind} adalah konsumsi air untuk industri (m^3 /tahun), Q_{id-psr} adalah konsumsi air untuk pasar (m^3 /tahun), $Q_{id-toko}$ adalah konsumsi air untuk toko (m^3 /tahun), Q_{id-wm} adalah konsumsi air untuk warung makan (m^3 /tahun), $q(\text{id-ind})$ adalah

standar konsumsi air industri (liter/detik/hari), q (id-psr) adalah standar konsumsi air pasar (lt/hektar/hari), dan q (id-wm) adalah standar konsumsi air warung makan (liter/kursi/hari).

Kebutuhan air untuk peternakan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{pt} = 365 \text{ hari} \times \{q(c/b) \times P(c/b) + q(s/g) \times P(s/g) + q(pi) \times P(pi) + q(po) \times P(po)\} \dots\dots (14)$$

dengan Q_{pt} adalah konsumsi air untuk ternak (m^3 /tahun), $q(c/b)$ adalah standar konsumsi air sapi/kerbau (liter/ekor/hari), $P(c/b)$ adalah jumlah sapi/kerbau (ekor), $q(s/g)$ adalah standar konsumsi air domba/kambing (liter/ekor/hari), $P(s/g)$ adalah jumlah domba/kambing (ekor), $q(pi)$ adalah

standar konsumsi air babi (liter/ekor/hari), $P(pi)$ adalah jumlah babi (ekor), $q(po)$ adalah standar konsumsi air unggas (liter/ekor/hari), dan $P(po)$ adalah jumlah unggas (ekor).

Kebutuhan air untuk irigasi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_i = A \times (q(i)/1000) \times T_n \times (3600 \times 24) \dots (15)$$

dengan Q_i adalah konsumsi air untuk irigasi (m^3 /tahun), $q(i)$ adalah standar konsumsi air untuk irigasi (liter/detik/ha), dan T_n adalah jumlah hari irigasi (asumsi 4 bulan).

Kebutuhan total di DAS Keduang adalah sebagai berikut:

$$Q_{tot} = Q_d + Q_s + Q_p + Q_{ib} + Q_k + Q_{id} + Q_{pt} + Q_i \dots\dots\dots (16)$$

Tabel 1
Standar Kebutuhan Air Untuk Masing-Masing Kepentingan yang Dipakai Pada Penelitian Ini

No.	Jenis kepentingan	Standar kebutuhan air	Satuan
1	Domestik	60	lt/kapita/hari
2	Kesehatan : - puskesmas - RS bersalin	2.000	lt/unit/hari
		200	lt/bed/hari
3	Pendidikan	10	lt/murid/hari
4	Peribadatan : - masjid - mushola	3.000	lt/unit/hari
		2.000	lt/unit/hari
5	Perkantoran	10	lt/pegawai/hari
6	Industri, pasar, dan pertokoan : - industri - toko - pasar - warung makan	10	lt/ hari
		10	lt/pegawai/hari
		12.000	lt/hektar/hari
		100	lt/tempat duduk/hari
7	Peternakan : - sapi/kerbau - domba/kambing - babi - unggas	40	lt/ekor/hari
		5	lt/ekor/hari
		6	lt/ekor/hari
		0.6	lt/ekor/hari
8	Irigasi	1	lt/det/ha

Ketersediaan air di DAS Keduang dihitung dengan menggunakan metode SCS CN yang dikembangkan oleh USDA dengan data yang dipergunakan adalah data dari tahun 2005 sampai dengan 2013. Berikut ini adalah rumus untuk memperoleh volume debit permukaan (USDA, 1988):

$$Q = \frac{(P - 0,2 S)^2}{(P + 0,8 S)} \dots\dots\dots (17)$$

dengan Q adalah debit permukaan (mm), P adalah curah hujan harian maksimum (mm),

dan S adalah retensi potensial maksimum (mm). Besarnya S diperoleh dari rumus berikut ini.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots\dots\dots (18)$$

Nilai CN bervariasi dan tergantung pada penggunaan lahan, jenis hidrologi tanah, dan *Antecedent Moisture Condition* (AMC). Kelompok hidrologi tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Kelompok Hidrologi Tanah Untuk Kondisi AMC II (US USDA, 1972)

Kelompok tanah	Keterangan	Laju infiltrasi (mm/jam)
A	Potensi air larian paling kecil, termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat. Laju infiltrasi tinggi	8 - 12
B	Potensi air larian kecil, termasuk tanah pasir lebih dangkal dari A. Tektur halus sampai sedang. Laju infiltrasi sedang.	4 - 8
C	Potensi air larian sedang, tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tektur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah.	1 - 4
D	Potensi air larian tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Laju infiltrasi rendah.	0 - 1

Kriteria pengelompokan AMC yang dibagi menjadi tiga kelas, yaitu AMC I yang mewakili kondisi tanah kering, AMC II yang mewakili kondisi tanah normal, dan AMC III yang mewakili kondisi tanah basah, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
Kriteria Untuk Masing-Masing Kelas AMC

Kelas AMC	Jumlah hujan selama 5 hari terdahulu (mm)	
	Musim berau	Musim tanam
I	< 13	< 36
II	13 - 28	36 - 53
III	≥ 28	≥ 53

Jumlah hujan selama lima hari terdahulu dihitung berdasarkan indeks jumlah hujan selama lima hari terdahulunya dengan rumus yang dijelaskan oleh Kovar (1990).

$$API_5 = \sum_{T=1}^5 (P_T C^{T-1}) \dots\dots\dots (19)$$

dengan API_5 adalah indeks jumlah hujan selama lima hari sebelumnya atau *five days antecedent precipitation index* (mm), P_T adalah hujan 5 hari sebelumnya atau *five days antecedent precipitation index* (mm), dan C^{T-1} adalah konstanta evapotranspirasi yang bernilai 0,93.

HASIL DAN PEMBAHASAN Kebutuhan Air

Kebutuhan air untuk domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk pada tahun 2013 dan proyeksinya sampai dengan 20 tahun mendatang (tahun 2033). Berdasarkan rasio pertumbuhan penduduknya, proyeksi jumlah penduduk per-kecamatan dapat dilihat pada Tabel 5. Kebutuhan air untuk domestik pada tahun-tahun proyeksi dapat dilihat pada Tabel 7. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan terhadap kebutuhan air domestik.

Kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan dari tahun ke tahun, proyeksi ini tergantung dari peningkatan jumlah muridnya dan jumlah hari masuk sekolah. Jumlah murid diproyeksikan dengan menggunakan rasio pertumbuhan penduduk setempat. Tabel proyeksi jumlah murid per kecamatan per tahun proyeksi dapat dilihat pada Tabel 4. Kebutuhan airnya pada tahun-tahun proyeksi dapat dilihat pada Tabel 5. Peningkatan jumlah murid menyebabkan peningkatan kebutuhan air konsumsinya.

Kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan tergantung dari jumlah puskesmas dan tempat tidur dari rumah sakit atau klinik. Terdapat 34 unit puskesmas dan 850 tempat tidur dari 34 rumah sakit/klinik. Jumlah tersebut diasumsikan konstan sampai tahun 2033. Proyeksi kebutuhan airnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4
 Proyeksi Jumlah Murid Per Tahun Proyeksi di DAS Keduang

Kabupaten/ kecamatan	Rasio pertum- buhan/ tahun	Proyeksi jumlah penduduk dan murid pada tahun-tahun proyeksi									
		2013		2018		2023		2028		2033	
		P*	M*	P*	M*	P*	M*	P*	M*	P*	M*
Wonogiri											
Slogohimo	0,004	41,034	7.153	41,879	7.300	42,741	7.450	43,621	7.604	44,520	7.761
Jatipurno	0,004	31,126	6.148	31,768	6.275	32,423	6.404	33,092	6.536	33,774	6.671
Jatisrono	0,004	56,914	10.673	58,084	10.893	59,279	11.117	60,498	11.345	61,742	11.579
Jatiroto	0,004	33,569	5.481	34,260	5.594	34,965	5.709	35,685	5.827	36,420	5.946
Girimarto	0,004	30,503	3.977	31,130	4.059	31,770	4.142	32,424	4.228	33,091	4.315
Sidoharjo	0,007	33,118	6.215	34,273	6.432	35,468	6.656	36,705	6.888	37,986	7.128
Ngadirojo	0,004	35,089	4.992	35,811	5.095	36,548	5.199	37,301	5.307	38,069	5.416
Nguntoro- nadi	0,004	2,026	181	2,067	185	2,110	189	2,154	192	2,198	197
Wonogiri	0,004	4,791	565	4,894	577	4,999	590	5,107	602	5,217	615
Karanganyar		11,337	1.235	12,148	1.324	13,017	1.418	13,949	1.520	14,947	1.628
Jatiyoso	0,014										
Total		279,507	46.620	286,317	47.732	293,326	48.874	300,540	50.049	307,969	51.256

Keterangan: P = jumlah penduduk (jiwa) dan M = jumlah murid (jiwa)

Kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan dihitung berdasarkan jumlah masjid dan mushola yang mempergunakan air dalam ritual ibadahnya. Jumlah masjid sebanyak 665 unit dan mushola sebanyak 245 unit. Asumsi untuk proyeksi jumlahnya adalah bahwa masing-masing masjid dan mushola bertambah satu unit per lima tahun, sehingga setiap lima tahun ke depan kebutuhan airnya meningkat. Kebutuhan airnya pada tahun-tahun proyeksi dapat dilihat pada Tabel 5.

Kebutuhan air untuk fasilitas perkantoran dihitung berdasarkan jumlah pegawai dan hari masuk kerja. Perkantoran yang dimaksud meliputi kantor kecamatan, kelurahan/balai desa, dan kantor pemerintahan lainnya. Jumlah pegawai diasumsikan sama dari tahun ke tahun, yaitu sebanyak 1.288 orang, sehingga kebutuhan air untuk fasilitas perkantoran adalah sama pada tahun-tahun proyeksi (Tabel 5).

Kebutuhan air untuk industri, pasar, dan pertokoan dihitung berdasarkan jumlah pegawai dan hari masuk kerja untuk industri dan pertokoan, luas pasar untuk fasilitas pasar, dan jumlah kursi untuk warung makan. Jumlah toko dan warung diasumsikan bertambah 1 unit per-kecamatan per tahun. Jumlah toko

sebanyak 176 unit dan warung makan sebanyak 8 unit. Jumlah pegawai industri sebanyak 40 orang dari empat unit industri dan luas pasar seluas 29.647 m² diasumsikan konstan hingga tahun 2013. Proyeksi kebutuhan airnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Kebutuhan air untuk peternakan dihitung berdasarkan jumlah masing-masing jenis hewan yang diasumsikan konstan sampai tahun 2013. Asumsi jumlah masing-masing jenis hewan yang konstan didasarkan pada data jumlah masing-masing jenis hewan yang hampir tidak berubah dari tahun ke tahun menurut sensus BPS. Jumlah masing-masing jenis ternak adalah 38.852 ekor sapi/kerbau, 88.925 ekor kambing/ domba, 4.049 ekor babi, dan 596.130 ekor unggas, sehingga kebutuhan air pada tahun-tahun proyeksi adalah sama (Tabel 5).

Kebutuhan air untuk irigasi dihitung berdasarkan luas sawah yang diproyeksikan dengan rasio penambahan luas sebesar 0,49% pertahun. Dasar perhitungan rasio penambahan luas adalah hasil dari perhitungan rata-rata penambahan luas sawah berdasarkan data spasial. Kebutuhan air pada tahun-tahun proyeksi secara berurutan dapat dilihat pada Tabel 5.

Kebutuhan air total yang meliputi kebutuhan air untuk domestik, fasilitas kesehatan, pendidikan, peribadatan, perkantoran, industri, pasar, pertokoan, dan peternakan, serta irigasi

pada tahun-tahun proyeksi. Secara berurutan adalah 81.063.567,42 m³/tahun, 97.349.296,44 m³/tahun, 115.306.529,35 m³/tahun, 133.261.053,42 m³/tahun, 151.227.646,97 m³/tahun.

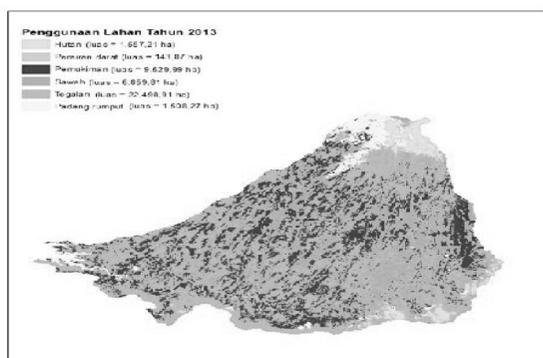
Tabel 5
Hasil Perhitungan Kebutuhan Air (m³/tahun) Pada Tahun-Tahun Proyeksi

No	Jenis kebutuhan air	Tahun proyeksi				
		2013	2018	2023	2028	2033
1	Domestik	6.121.203,30	6.270.351,58	6.423.840,17	6.581.835,95	6.744.514,27
2	Perkantoran	3.181,36	3.181,36	3.181,36	3.181,36	3.181,36
3	Fasilitas Kesehatan	113.150,00	113.150,00	113.150,00	113.150,00	113.150,00
4	Fasilitas Pendidikan	124.009,20	126.967,58	130.007,13	133.130,66	136.341,12
5	Fasilitas Peribadatan	907.755,00	926.005,00	944.255,00	962.505,00	980.755,00
6	Peternakan	868.947,11	868.947,11	868.947,11	868.947,11	868.947,11
7	Industri, Pasar, dan pertokoan	24.634,14	142.990,29	150.363,29	150.436,29	157.809,29
8	Irigasi	72.900.687,32	88.897.703,53	106.672.785,30	124.447.867,06	142.222.948,82
	Total	81.063.567,42	97.349.296,44	115.306.529,35	133.261.053,42	151.227.646,97

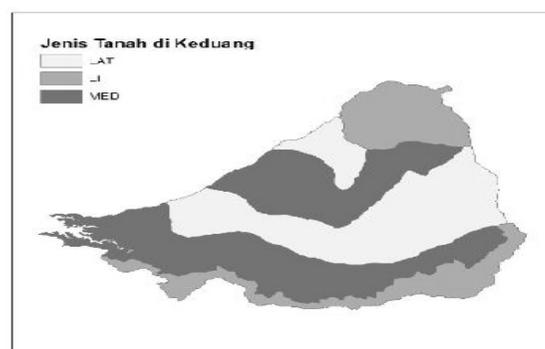
Ketersediaan Air

Kelompok hidrologi tanah dan luas lahannya ditentukan dengan menumpang tindihkan peta jenis tanah, peta penggunaan lahan, dan peta lahan kritis. Penggunaan lahan yang terklasifikasi dalam peta sebanyak lima jenis penggunaan lahan, yaitu tegalan, sawah, pemukiman, padang rumput, dan hutan. DAS Keduang mempunyai luas 42.098,07 ha dengan jenis penggunaan lahan meliputi hutan seluas 1.557,22 ha (3,70%), padang rumput seluas 1.508,27 ha (3,58%), perairan darat seluas 143,87 ha (0,34%), pemukiman seluas 9.529,98 ha (22,64%), sawah seluas 6.859,82 ha (16,29%), dan tegalan seluas 22.498,90 ha (53,44%).

Hasil tumpang tindih tersebut menunjukkan bahwa jenis hidrologi tanah di DAS Keduang masuk dalam kelompok A (9.476,74 ha) dan D (32.621,33 ha), sehingga CN yang dipergunakan adalah CN komposit. Menurut Asdak (2007) kelompok A mempunyai kriteria, di mana potensi air larian paling kecil, termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat, serta laju infiltrasinya tinggi, sedangkan kelompok D mempunyai kriteria di mana potensi air larian tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah, dan laju infiltrasinya rendah. Berdasarkan kriteria hidrologi tanah dan jenis tanah di DAS Keduang, kelompok A terdiri atas jenis tanah litosol, sedangkan kelompok B terdiri atas jenis tanah latosol dan meteran.



Gambar 1
Penggunaan Lahan Tahun 2013



Gambar 2
Jenis Tanah di Keduang

Sebelum CN ditentukan, AMC ditentukan terlebih dahulu dengan menghitung jumlah hujan selama lima hari terdahulu (API_5) yang ditentukan dari peristiwa banjir

pada 25 Desember 2004 dan sebesar 31,62 mm, sehingga DAS Keduang masuk dalam AMC I (kondisi kering).

Tabel 6
CN yang Dipergunakan Dalam Perhitungan

No	Penggunaan lahan	Kondisi hidrologi tanah	kelompok tanah A		kelompok tanah D	
			CN (II)	CN (I)	CN (II)	CN (I)
1	Tegalan		45	25,58	83	67,22
2	Sawah	Buruk	63	41,70	85	70,41
		Baik	61	39,64	85	70,41
3	Pemukiman		57	35,77	86	72,07
4	Padang rumput	Buruk	68	47,16	89	77,26
		Sedang	49	28,75	84	68,80
		Baik	39	21,17	80	62,69
5	Hutan	Buruk	45	25,58	83	67,22
		Sedang	36	19,11	79	61,24
		Baik	25	12,29	77	58,44
6	Perairan darat		0	0	0	0

Proyeksi luas penggunaan lahan dihitung berdasarkan rasio penambahan pertahun dari masing-masing jenis penggunaan lahan (Tabel 7), sedangkan perhitungan hasil air total dapat dilihat pada Tabel 8. Prediksi hasil air total semakin menurun dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan penggunaan lahan yang mempengaruhi CN-

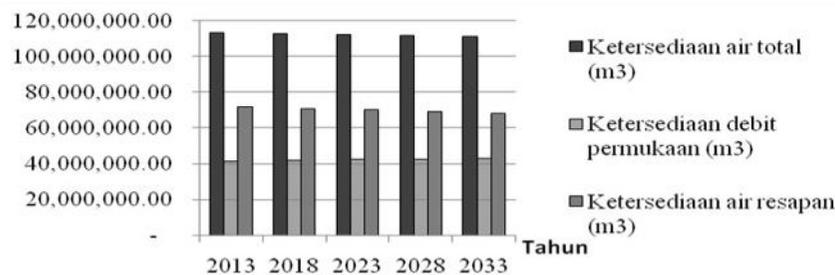
nya. CN menggambarkan hubungan antara volume debit (limpasan) dengan sifat DAS, seperti tipe tanah, tanaman penutup, tata guna lahan, dan kelembaban tanah (Putri, 2014). Semakin besar nilai CN, semakin kecil jumlah air resapan atau terinfiltrasi, semakin besar debit permukaannya, dan semakin kecil hasil air totalnya.

Tabel 7
Proyeksi Luas Penggunaan Lahan Pada Tahun-Tahun Proyeksi

No	Jenis penggunaan lahan	Kelompok hidrologi tanah	Rasio penambahan per tahun	Tahun proyeksi				
				2013	2018	2023	2028	2033
1	Padang Rumput	A	(0,04)	1.397,45	1.090,89	673,52	256,15	0
		D	(0,16)	110,82	0	0	0	0
2	Perairan Darat	A	0	0	0	0	0	0
		D	(0,01)	143,87	125,55	107,22	88,89	70,60
3	Pemukiman	A	0,001	853,88	855,06	856,24	857,42	858,59
		D	(0,62)	8.831,67	7.522,45	6.213,24	4.904,02	3.594,80
4	Tegalan	A	(0,19)	4.772,70	4.379,94	3.987,18	3.594,42	3.040,39
		D	0,11	17.570,64	17.806,36	18.042,07	18.277,79	18.513,51
5	Sawah	A	0,13	898,45	1.178,96	1.459,46	1.739,97	2.020,48
		D	0,68	5.961,37	7.395,28	8.829,18	10.263,09	11.697,00
6	Hutan	A	0,09	1.554,27	1.743,59	1.929,96	2.116,33	2.302,70
		D	(0,002)	2,95	0	0	0	0
Total				42.098,07	42.098,07	42.098,07	42.098,07	42.098,07

Tabel 8
Proyeksi Luas Penggunaan Lahan Pada Tahun-Tahun Proyeksi

No	Kondisi penggunaan lahan	CN komposit	S (mm)	Q (mm)	Hasil total air (m ³ /tahun)
1	Model (2004)	59,93	169,86	98,79	113.094.161.160,42
Kecenderungan I: aktual					
2	(2013)	59,89	170,12	98,68	113.156.693.217,77
3	Kecenderungan II : 2018	60,11	168,58	99,34	112.788.992.785,78
4	Kecenderungan III: 2023	60,43	166,31	100,33	112.250.655.736,21
5	Kecenderungan IV: 2028	60,76	164,07	101,32	111.723.216.386,22
6	Kecenderungan V: 2033	61,10	161,69	102,38	111.169.562.185,45



Gambar 3
Grafik Ketersediaan Air Total, Ketersediaan Debit Permukaan dan Ketersediaan Air Resapan

Faktor konversi lahan mempengaruhi hasil air DAS melalui perubahan CN-nya. Penambahan hutan tidak secara signifikan mampu menambah hasil air karena rasio penambahan per tahun hanya sebesar 0,09 untuk kelompok tanah A dengan kondisi hidrologi yang buruk mencapai 41,09%. Di sisi lain, penambahan luas sawah cukup besar dengan rasio penambahan per tahun sebesar 0,13 untuk kelompok tanah A dan 0,68 untuk kelompok tanah D. Penambahan luasan sawah tersebut, secara signifikan menambah nilai CN, sehingga mengurangi air resapan DAS.

Neraca Air di DAS Keduang

Perbandingan antara kebutuhan dan ketersediaan air menunjukkan hasil bahwa peningkatan kebutuhan air dari tahun ke tahun tidak diiringi oleh ketersediaan air di DAS Keduang, sehingga neraca airnya semakin menuju ke arah defisit air. Penurunan ketersediaan air disebabkan adanya perubahan penggunaan lahan yang menurunkan hasil air total melalui semakin besarnya CN. Semakin besar CN,

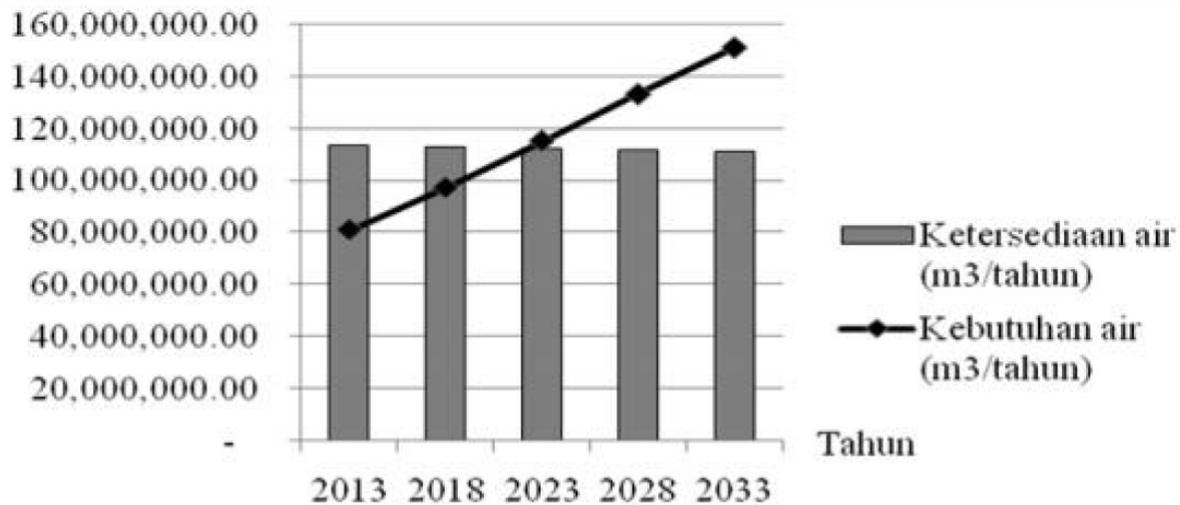
semakin kecil tingkat resapannya karena CN berhubungan dengan sifat tanah, penggunaan lahan, dan kondisi hidrologi DAS (Putri, 2014). Dephut (1998; dalam Hastono dkk., 2012) menyatakan bahwa semakin besar tingkat resapan (infiltrasi), maka semakin kecil tingkat air larian (*run off*), sehingga debit banjir dapat menurun dan sebaliknya aliran dasar (*base flow*) dapat naik.

Peningkatan luas lahan sawah dan pemukiman pada kelompok hidrologi tanah D mempengaruhi secara signifikan peningkatan CN pada tahun-tahun proyeksi, terutama pada tahun 2033. Pengaruh pada peningkatan CN dicerminkan dari adanya penurunan hasil air total dan air terinfiltrasi dari tahun aktual dibandingkan dengan tahun-tahun proyeksi. Penurunan hasil air total dan air terinfiltrasi, secara berurutan sebesar 1.991.238,53 m³/tahun dan 3.548.866,97 m³/tahun dari tahun aktual sampai dengan tahun 2033.

Seiring dengan penurunan ketersediaan air, kebutuhan air semakin meningkat sebagai konsekuensi dari bertambahnya

penduduk. Defisit air mulai terlihat pada tahun 2023 dan semakin besar pada tahun-tahun proyeksi berikutnya (lihat gambar 4). Defisit terbesar akan terjadi pada tahun 2033 apabila kecenderungan perubahan

penggunaan lahan saat ini tidak dihentikan dan tidak diarahkan menuju perubahan yang bisa memperbaiki kondisi hidrologi DAS menuju konservasi air DAS.



Gambar 4
Neraca Air DAS Keduang dari Tahun 2013 Sampai Dengan 2033

SIMPULAN

Kebutuhan air di DAS Keduang semakin bertambah dari tahun ke tahun dengan rata-rata penambahan 3,38% per tahun, sedangkan ketersediaannya semakin berkurang dengan rata-rata pengurangan 0,09% per-tahun. Peningkatan kebutuhan air disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun, sedangkan penurunan ketersediaannya disebabkan oleh penurunan air terinfiltrasi yang dipengaruhi oleh kecenderungan perubahan penutupan lahan yang terjadi. Defisit air mulai terjadi pada tahun 2023 di mana kebutuhan air mencapai 115.306.568,00 m³/tahun, sedangkan ketersediaannya hanya sebesar 112.250.656,00 m³/tahun. Mengubah arah perubahan lahan dari kecenderungan saat ini menjadi perubahan yang bersifat konservatif terhadap air perlu dilakukan untuk mengantisipasi defisit air yang akan terjadi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *SNI 19-6728.1-2002: Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Dinas Pekerjaan Umum. 1996. *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya tahun 1996*. Jakarta: Dinas PU.
- Hastono, F. D., Sudarsono, B., dan Sasmito, B. 2010. "Identifikasi Daerah Resapan Air Dengan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Sub Das Keduang)." *Jurnal geodesi UNDIP*, 1:1.
- Putri, R.S.W. 2014. "Uji validitas metode SCS CN untuk analisis volume limpasan." *Tesis*. Yogyakarta: Program Pasca-sarjana Fakultas Teknik UGM.
- Sutrisno, Joko. 2011. "Evaluasi ekonomi konversi lahan pertanian ke non

**ERLYNDA KUMALAJATI, SAMBAS SABARNUDI, BUDIADI, DAN PUTU SUDIRA ❖ ANALISIS
KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR DI DAS KEDUANG JAWA TENGAH**

pertanian di daerah aliran sungai
(DAS) waduk Wonogiri (studi
kasus di wilayah sub DAS Keduang

kabupaten Wonogiri)." *Disertasi*.
Bogor: Institut Pertanian Bogor.

USDA. 1988. *Urban Hydrology For Small
Watersheds*: TR-55. Washington,
DC.