

PERENCANAAN ALOKASI AIR PADA SEBAGIAN DAS CISADANE DI WILAYAH KABUPATEN DAN KOTA BOGOR

WATER ALLOCATION PLAN ON PART OF CISADANE CATCHMENT IN THE DISTRICT AND CITY OF BOGOR

Rias Sholihah¹⁾, Bambang Dwi Dasanto²⁾, dan Hendarti³⁾

^{1,2,3)} Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA
Institut Pertanian Bogor

E-mail: riassholihah@gmail.com dan bambangdwi@apps.ipb.ac.id

Diterima: 9 Agustus 2016; Direvisi: Agustus 2016; Disetujui: 15 November 2016

ABSTRAK

Pertambahan penduduk setiap tahun di daerah Bogor mengakibatkan adanya perubahan fungsi lahan dan peningkatan jumlah kebutuhan air di wilayah DAS Cisadane. Tujuan dari kajian penulisan ini adalah menghitung kebutuhan air RKI, ketersediaan air, keseimbangan air, dan mengevaluasi sistem pelayanan pada masa sekarang dan mendatang. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan alokasi kebutuhan air dengan menggunakan perangkat lunak DSS (Decision Support System) RIBASIM (River Basin Simulation). Data yang digunakan adalah data curah hujan, data luas lahan irigasi, data populasi penduduk, dan skematisasi (Skema alokasi air). Kajian ini menggunakan landasan dasar tahun 2015 - 2030 yang mengacu pada proyek 6Ci. Hasil analisis keluaran model menunjukkan bahwa kebutuhan air didominasi oleh kebutuhan RKI (Rumah tangga, Perkotaan, dan Industri). Umumnya sumber air permukaan yang terdapat di sebagian DAS Cisadane dapat memenuhi berbagai kebutuhan, tetapi karena prioritas kebutuhan air untuk manusia maka cakupan layanan menjadi perhatian utama; dalam hal ini ditemukan kekurangan pelayanan air untuk Kabupaten dan Kota Bogor yang ditunjukkan dengan mempersandingkan kebutuhan air RKI (rumah tangga, perkotaan, industri) dengan SIPA (Surat izin pengambilan air) tahun 2015 dan 2030. Berdasarkan hal tersebut diperoleh informasi bahwa diperlukan Peningkatan pelayanan SIPA yang optimal untuk wilayah Kabupaten dan Kota Bogor pada tahun 2030.

Kata kunci: *Pelayanan air, Alokasi Air, skematisasi, water district*

ABSTRACT

The growth population every year in Bogor caused changes in land use and increased water demand in the Cisadane river basin. The purpose of this study is to analyze the water demand DMI, water availability, water balance and and to evaluate the scope of services on the present and future. Therefore, it is necessary to manage the allocation of water demand by using software DSS (Decision Support System), RIBASIM (River Basin Simulation). The data used in this study are : rainfall, irrigation, population and schematization (Schema of water allocation). This study used base time fram from 2015 - 2030 which refers to the 6 Ci's project. The results of the analysis of the model, indicating that the water demand is dominated by DMI (Domestic, Municipal and Industry). In general, the existing surface water sources in most Cisadane river basin can meet various needs, but, because of the priority water demand is for the people, the scope of services (coverage) is a major concern; in this case, lack of water services to the District and City of Bogor was found, as indicated in graphic water demand of DMI (domestic, municipal, industrial) with SIPA (license of water extraction) in 2015 and 2030. Based on the obtained information that is required for optimised scope of services water supply for the district and the city of Bogor in 2030.

Keywords: *Water services, water allocation, schematization, water districts,*

PENDAHULUAN

Kabupaten dan Kota Bogor merupakan wilayah dengan curah hujan tertinggi di Indonesia yaitu berada pada kisaran antara 3500-4000 mm/tahun (Pontoh *et al.* 2005). Saat ini, wilayah tersebut menghadapi tantangan pengelolaan air yang besar terutama di daerah aliran sungai. Tantangan tersebut berupa peningkatan kebutuhan dan tuntutan pelayanan air di berbagai sektor. Kondisi ini disebabkan oleh peningkatan urbanisasi, industrialisasi, pertumbuhan penduduk, dan persaingan sumberdaya alam yang langka (Deng *et al.* 2014).

DAS Cisadane memiliki arti penting bagi penduduk di wilayah Bogor dan sekitarnya, yang mempunyai topografi bervariasi dari datar hingga sangat curam dengan ketinggian antara 0 – 2800 mdpl (Purnama 2008). Pertambahan jumlah penduduk setiap tahun di daerah Bogor dan sekitarnya mengakibatkan perubahan fungsi lahan di wilayah DAS Cisadane. Perubahan yang terjadi tanpa terkendali dapat merusak kondisi DAS sehingga berpengaruh terhadap komponen neraca air seperti intersepsi, evapotranspirasi, dan aliran permukaan serta jumlah ketersediaan air yang dapat dialokasikan untuk sektor industri, irigasi, dan domestik. Peningkatan penggunaan air dapat dilakukan dengan cara alokasi sumberdaya air yang optimal. Cara tersebut merupakan salah satu metode yang mendasar untuk memecahkan kelangkaan air di beberapa wilayah sungai (Abolpour *et al.* 2008).

Menurut Wang *et al.* (2015) alokasi sumberdaya air adalah menemukan keseimbangan untuk alokasi antar sektor penggunaan air yang berbeda, seperti air domestik, pertanian air dan air industri untuk menjamin pembangunan berkelanjutan dari masyarakat dan ekonomi.

Hal ini menjadikan penggunaan lahan sebagai faktor penentu alokasi sumberdaya air. Selain itu, alokasi sumber daya air dilakukan untuk mengelola sumberdaya yang terbatas antar sektor penggunaan air yang berbeda berdasarkan pada prinsip adil, efektif, dan berkelanjutan di suatu wilayah (Ako *et al.* 2010).

Menurut Kodoatie *et al.* (2002) pengelolaan sumberdaya air didefinisikan sebagai aplikasi dari cara struktural dan non-struktural untuk mengendalikan sistem sumberdaya air alam dan buatan manusia untuk kepentingan manusia dan lingkungan. Perencanaan alokasi air merupakan penyusunan rencana penyediaan air dengan memperhatikan ketersediaan air pada musim

hujan dan musim kemarau. Selain itu, pengelolaan sumber daya air pada dasarnya merupakan upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya air rusak. Maksud dari rencana pengelolaan alokasi air pada kajian penulisan ini adalah menyusun rencana penyediaan air dengan melihat kebutuhan air dan keseimbangan air yang menghubungkan antara kesetersediaan air dan kebutuhan air untuk mengevaluasi sistem pelayanan pada masa sekarang dan mendatang di wilayah kajian.

Berdasarkan dari permasalahan tersebut, pengelolaan sumberdaya air sangat dibutuhkan untuk menjamin ketersediaan sumberdaya air saat ini dan mendatang pada wilayah kajian. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan alokasi kebutuhan air untuk mempertemukan ketersediaan dan kebutuhan air. Salah satu cara dalam mempertemukan ketersediaan dan kebutuhan air adalah penggunaan perangkat lunak DSS (Decision Support System) RIBASIM (*River Basin Simulation*) yang dapat membantu pengambil keputusan dalam pengelolaan sumberdaya air di wilayah kajian.

Penelitian ini bertujuan menghitung kebutuhan air pada sektor domestik, pertanian dan industri, melihat keseimbangan air pada wilayah kajian studi pada masa sekarang dan yang akan datang, serta mengevaluasi pelayanan air pada wilayah kajian.

KAJIAN PUSTAKA

Perangkat Lunak RIBASIM

DSS-RIBASIM merupakan salah satu model alokasi air yang dapat digunakan pada tahap perencanaan pengembangan sumberdaya air, maupun secara operasional untuk membantu pengambilan keputusan (misalnya sebagai sarana negosiasi operasi beberapa waduk, atau pemberian izin pengambilan air industri). Model ini dikembangkan oleh *Delft Hydraulics* (sekarang *Deltares*) dari Belanda sejak tahun 1985.

Menurut Hatmoko (1993) dan Meijer (2011) RIBASIM merupakan alat pemodelan untuk perencanaan wilayah sungai dan manajemen pengelolaan sumberdaya air atau alat bantu untuk mengambil keputusan atau sistem pendukung dalam alokasi air. Sedangkan menurut Korgt *et al.* (2003) *software* ini memiliki kelebihan tampilan interaktif yang dapat dengan

mudah memberikan informasi alokasi air pada suatu daerah (*Water District*) dalam suatu wilayah. Meskipun demikian *software* RIBASIM masih memiliki beberapa batasan atau kelemahan seperti kurang *friendly user* atau tidak semua orang bisa menggunakan RIBASIM dan membutuhkan spesifikasi komputer tertentu misalnya OS minimal windows 7 dengan procesor harus 32 bit.

Selain itu, RIBASIM digunakan sebagai model untuk mensimulasikan perilaku DAS dalam berbagai kondisi hidrologi. Struktur model RIBASIM dibuat berdasarkan suatu kerangka terintegrasi yang mudah untuk dioperasikan oleh pengguna. Tampilan utama RIBASIM digambarkan dengan diagram alir yang mempresentasikan formula yang dapat dipakai dalam analisis simulasi yang dapat membantu pengguna dalam menganalisis data masukan agar menghasilkan hasil evaluasi. Kemampuan RIBASIM dapat menggambarkan berbagai macam model yang di masa mendatang dan situasi potensi dengan cara mengatur skenario yang dirancang dan tindakan manajemen di lapangan (Omar *et al.* 2014). Kemudian, pelayanan optimal pada kajian ini mencakup: pelayanan SIPA, peningkatan infrastruktur, dan pelayanan prima pada customer.

Gambaran Umum Wilayah Kajian

Berdasarkan data dari BPS Kabupaten Bogor (2006) dan (2011), DAS Cisadane terdapat dalam wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane terletak pada ($6^{\circ}72' - 6^{\circ}76'$) LS dan ($106^{\circ}58' - 106^{\circ}51'$) BT. Berdasarkan batas administrasi, DAS Cisadane mencakup 518 desa yang tersebar di 44 kecamatan di 5 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Bogor, Kota Bogor Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang, dan Kota Tangerang Selatan (BPDAS Citarum dan Ciliwung 2012). Kajian penelitian ini, hanya menggunakan beberapa *Water District* (WD) yang ada dalam DAS Cisadane yang meliputi Kabupaten dan Kota Bogor. Jumlah penduduk di DAS Cisadane berdasarkan sensus penduduk tahun 2010 yaitu 3,49 juta jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk 23 juta jiwa/ha, dengan sebaran penduduk paling banyak di sub DAS Cisadane Tengah 39,80% dan sub DAS Cisadane Hulu 30%. Selain itu, terdapat kenaikan setiap tahunnya pada Kota dan Kabupaten Bogor yang terlihat dari tabel 1 dan 2.

Pengubahan penggunaan lahan di DAS dapat menyebabkan degradasi lingkungan DAS hulu, tengah maupun hilir. DAS merupakan suatu ekosistem yang terdiri atas unsur biotik dan abiotik yang terletak di bentangan alam yang

bukan merupakan suatu wilayah administrasi tetapi memiliki nilai ekologis penting karena fungsinya sebagai kawasan resapan air, kawasan konservasi tanah dan air, kawasan perlindungan setempat, dan fungsi hidrologisnya. Berdasarkan teori dan kajian empirik yang telah dilakukan untuk melihat perubahan penggunaan lahan di berbagai wilayah DAS, faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan yakni faktor alami atau karakteristik fisik DAS seperti curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, vegetasi, faktor aktivitas manusia, dan faktor sosial-ekonomi seperti jumlah penduduk, kepadatan penduduk, mata pencaharian, pola pikir dan pola perilaku penduduk, dan faktor kelembagaan (Trimarmanti 2014).

Tabel 1 Total jumlah penduduk Kabupaten Bogor

Tahun	Jumlah Penduduk
2011	4.353.773
2012	5.077.506
2013	5.202.097
2014	5.331.149

Tabel 2 Total jumlah penduduk Kota Bogor

Tahun	Jumlah Penduduk
2011	987.315
2012	1.004.831
2013	1.013.019
2014	1.030.720

Sumber : BPS Kabupaten dan Kota Bogor

Skematisasi

Skematisasi merupakan simplikasi dari sistem yang meliputi infrastruktur terkait sumber daya air dan pembagian menjadi DAS atau *water district*. Infrastruktur SDA tersebut meliputi sungai dan kanal, *reservoir*, bendung. Perhitungan setiap *water district* dilakukan berdasarkan ketersediaan air dan kebutuhan air.

Skematisasi wilayah sungai hendaknya disusun sehingga, ketersediaan air pada setiap bangunan kontrol dan bangunan pengambilan utama terwakili. Sub wilayah sungai hulu digabungkan di suatu titik. Skematisasi tersebut perlu dibedakan menjadi sistem sumberdaya air

yang mempunyai pengaruh besar terhadap wilayah tersebut dan titik-titik pengambilan yang banyak dan kecil (Kementerian PUPR 2015).

Water District

Water District (WD) adalah unit hidrologi terkecil yang dianalisis situasi ketersediaan dan kebutuhan air pada daerah studi. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam skematisasi *water district*:

- 1 Lokasi sungai, waduk, bendung dan saluran
- 2 Lokasi stasiun pengukuran areal irigasi (luasan dan lokasi)
- 3 Kebutuhan air yang berada dalam daerah studi.

Tabel 3 Deskripsi “*water district*” di sekitar Bendung Empang

No Water District	Nama	Kategori	Sungai/ saluran utama	Diskripsi	Keterangan
204	Hulu Waduk Genteng (P)	Variable Inflow	Cisadane	DAS dari potensi waduk Genteng di Sungai Cisadane (Cijeruk, Megamendung, Bogor Selatan, Caringin, Kaduampit, Nagrak)	WD 204 (daerah tangkapan dari bendung Empang) dibagi menjadi 2 distrik : <u>WD204</u> hulu potensi waduk Genteng dan <u>WD231</u> hilir potensi W.Genteng ke bendung Empang
231	Potensi Waduk Genteng – Bendung Empang	Variable Inflow	Cisadane	DAS Cisadane Hulu antara potensi waduk Genteng sampai pada bendung Empang	(Caringin, Ciawi, Tamansari, Bogor Selatan)
205	Daerah pelayanan DMI dari bendung Empang.	Demand	Cisadane	Kebutuhan air DMI yang mendapatkan air dari bendung Empang.	(Dramaga, Cigombong, Ciomas, Lewiliang, Rumpin)
206	Irigasi Cisadane - Empang	Demand	Cisadane	Daerah irigasi Empang yang memperoleh air dari bendung Empang di sungai Cisadane.	(Bojong Gede, Kemang, Parung, Tanjunghalang, Bogor barat)

Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air_RKI Ketersediaan air

Ketersediaan air dalam pengertian sumberdaya air pada dasarnya berasal dari air hujan, air permukaan, dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas pada suatu daerah aliran sungai atau

wilayah sungai sebagian menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sebagian mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi meresap jatuh ke tanah sebagai imbuhan (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada. Aliran yang terukur di sungai atau saluran merupakan potensi/debit air permukaan.

Analisis ketersediaan air diambil dari Proyek 6 Ci's "TA7189-INO: *Institutional Strengthening for Integrated Water Resources Management (IWRM) in the 6 Ci's River Basin Territory - Package B*) dengan data *time series* yang dipakai untuk perhitungan adalah setengah bulanan dari tahun 1951-1979"

Kebutuhan air

Menurut Admadhani *et al.* (2010), kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik (air rumah tangga) dan non domestik (pelayanan kantor, perniagaan, pariwisata, hidran umum, pelabuhan dan sebagainya), industri, pemeliharaan sungai, irigasi, ternak, perikanan. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan konsumsi air per kapita per hari.

Kebutuhan Air RKI (Rumah Tangga, Perkotaan, dan Industri)

Triatmodjo (1998) menyatakan bahwa kebutuhan air pada umumnya digunakan manusia untuk kebutuhan *domestic* (air minum, rumah tangga), *non-domestic* (pelayanan kantor, perdagangan, hidran, dll), irigasi pertanian, peternakan, perikanan, pembangkit tenaga listrik, dan pariwisata. Semua kebutuhan air tersebut didasarkan pada proyeksi pertumbuhan penduduk dan kegiatan ekonominya. Perkiraan air dapat membantu perencana untuk mengestimasi ukuran dan kapasitas jaringan pengadaan air, dan potensi pengembangannya di masa mendatang.

Kebutuhan Air Rumah Tangga (Domestik)

Kebutuhan air domestik (rumah tangga) dihitung berdasarkan jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan, kebutuhan air perkapita dan proyeksi waktu yang direncanakan. Kebutuhan air domestik (rumah tangga) dihitung berdasarkan jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan, kebutuhan air perkapita dan proyeksi waktu yang direncanakan. Berikut ini rumus untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk dimasa yang mendatang menggunakan metode geometrik sebagai berikut:

$$r = (P_n / P_o)^{1/n} - 1$$

Keterangan:

P_n : jumlah penduduk pada tahun ke - n

P_o : jumlah penduduk pada tahun dasar (tahun ke - 0)

r : laju pertumbuhan penduduk per tahun

n : jumlah tahun proyeksi yang dihitung dari tahun dasar

Unit konsumsi pemakaian air merupakan angka standar yang digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air rumah tangga untuk kebutuhan rumah tangga yang didasarkan pada status kota tempat tinggal penduduk.

Tabel 4 Kategori kota dan angka standar kebutuhan air domestik

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	liter/kapita /hari
Kota Metropolitan	> 1 000 000	190
Kota Besar	500 000-1 000 000	170
Kota Sedang	100 000-500 000	150
Kota Kecil	20 000-100 000	130
Kota kecamatan	< 20 000	100
Kota Pusat Pertumbuhan/ Desa	3 000	30

Sumber: *Juknis Rencana Induk dan FS SPAM, Dec.1998 dan Permen No.18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM*

Kebutuhan air rumah tangga = Jumlah penduduk masing-masing kecamatan populasi X Standar kebutuhan rumah tangga (liter/kapita/hari).

Kebutuhan air perkapita dipengaruhi oleh aktivitas fisik dan kebiasaan atau tingkat kesejahteraan. Oleh karena itu, dalam memperkirakan besarnya kebutuhan air rumah tangga perlu dibedakan antara kebutuhan air untuk penduduk daerah *urban* (perkotaan) dan daerah *rural* (pedesaan). Pembedaan kebutuhan air dilakukan dengan pertimbangan bahwa penduduk di daerah urban cenderung memanfaatkan air lebih besar dibandingkan penduduk di daerah *rural*.

Kebutuhan Air non Rumah Tangga (Prasarana Perkotaan dan Industri)

Kebutuhan air *non domestic* (komersial, sosial dan industri), merupakan air yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan prasarana perkotaan (komersial dan sosial seperti: toko, gudang, bengkel, sekolah, rumah sakit, hotel), dan industri.

Kebutuhan air non rumah tangga=

Kebutuhan air rumah tangga x faktor pengali non rumah tangga (%)

Kebutuhan air RKI=

Kebutuhan air rumah tangga + Kebutuhan air non rumah tangga

Total Kebutuhan RKI=

RKI + (RKI x % kehilangan air)

Kebutuhan air irigasi bergantung pada beberapa parameter seperti luas tanam dalam hektar, jenis tanaman, tingkat pertumbuhan tanaman, kalender tanam, kondisi tanah dan efisiensi irigasi. Karena sangat banyak variabel yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi, maka dalam perhitungan kebutuhan air irigasi menggunakan model analisis RIBASIM. Kebutuhan air irigasi yang diperhitungkan untuk unit dasar merupakan kombinasi sistem irigasi, golongan, dan pola tanam

Input data yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air irigasi mencakup: karakteristik kondisi rata-rata irigasi (berhubungan dengan jenis tanah, evapotranspirasi potensial, dan curah hujan), dan karakteristik berbagai kombinasi (pola tanam, luas tanam, jadwal irigasi, dan efisiensi irigasi). Selain itu, tabel 4 menjelaskan kategori kota dan angka standar kebutuhan air domestik yang dapat mempengaruhi perhitungan saat memasukan inputan data kedalam RIBASIM.

Kebutuhan Air Irigasi

Menurut Yulistiyanto *et al.* (2008), kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Beberapa lahan tertentu tidak dapat dialiri dengan air permukaan, karena jauh atau tidak terdapat sumber air permukaan, lahan dialiri irigasi pompa (dari air tanah). Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman,

pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan, dan jadwal tanam.

Input data yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air irigasi mencakup:

- a) karakteristik kondisi rata-rata irigasi (berhubungan dengan jenis tanah, evapotranspirasi potensial, dan curah hujan), dan
- b) karakteristik berbagai kombinasi pola tanam, luas tanam, jadwal irigasi, dan efisiensi irigasi. *Time step* yang dipakai untuk perhitungan adalah tengah bulanan

Pola Tanam

Penurunan luas area irigasi terjadi pada setiap tahunnya. Menurut Kementerian PUPR (2015) dalam kurun 1989-2010 lahan sawah di WS 2 Ci menunjukkan penyusutan luas sebesar 139.066 ha atau sekitar 6.658 ha per tahun. Penyusutan lahan ini terutama terjadi pada lahan sawah beririgasi teknis, yaitu seluas kurang lebih 100 ribu ha, sedangkan dari lahan sawah beririgasi semi-teknis (termasuk sawah irigasi sederhana) seluas kurang lebih 35 ribu ha. Hal ini terjadi hampir untuk semua wilayah 6 Ci (Cidanau, Ciujung, Cidurian, Cisadane, Ciliwung, Citarum). Berdasarkan data tersebut proyek 6 Ci mempergunakan angka 5-6% sebagai trend penurunan lahan irigasi (teknik dan semi teknik) untuk membuat proyeksi ke depan.

Keseimbangan Air

Analisis keseimbangan air dilakukan dengan membandingkan antara ketersediaan air sebagai potensi, jumlah air yang sudah dimanfaatkan pada kondisi kebutuhan air sebagai fungsi tempat, waktu, dan teknologi. Analisis keseimbangan air dilakukan pada berbagai kondisi waktu yang diproyeksikan di masa mendatang. Berdasarkan analisis keseimbangan air ini diketahui jumlah air, baik air permukaan maupun air tanah, yang masih tersisa dan dapat dikembangkan untuk berbagai sektor pada masa mendatang, selain itu hasil dari analisis imbangan air ini juga dapat digunakan sebagai rekomendasi pemanfaatan sumberdaya air yang tersisa untuk berbagai sektor (Admadhani *et al.* 2010).

Alokasi Sumberdaya Air

Menurut Fauzi (2006), alokasi air merupakan masalah ekonomi untuk menentukan distribusi air yang tersedia harus dialokasikan pada calon pengguna. Penggunaan air pada dasarnya terbagi dalam dua kelompok yakni kelompok konsumtif dan non-konsumtif. Kelompok konsumtif merupakan pengguna yang memanfaatkan air untuk konsumsi (rumah tangga, industri, pertanian, kehutanan) sedangkan kelompok non-konsumtif yang memanfaatkan air melalui proses yang beragam. Selain itu, Fauzi (2006) juga menjelaskan bahwa alokasi sumberdaya air harus memenuhi kriteria efisiensi, equity, dan sustainability. Kriteria dan tujuan pengelolaan sumber daya air dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5 Kriteria dan Tujuan Pengelolaan Sumber Daya Air

Kriteria	Tujuan
Efisiensi	1) Biaya penyediaan air yang rendah 2) Penerimaan per unit sumber daya yang tinggi 3) Mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.
Equity	Akses terhadap air bersih untuk semua masyarakat
Sustainability	1) Menghindari terjadinya deplesi pada air bawah tanah 2) Menyediakan cadangan air yang cukup untuk memelihara ekosistem 3) Meminimalkan pencemaran air

Pengelolaan Sumberdaya Air

Sugiarto (1995) menyatakan pengelolaan sumberdaya air (*water resource management*) agak berbeda dengan pengelolaan DAS (*watershed management*), dalam pengelolaan sumberdaya air lebih menekankan pada pengaturan hubungan antara ketersediaan dan kebutuhan sumberdaya air tersebut untuk suatu wilayah (tidak selalu berupa DAS atau dapat berupa suatu wilayah administratif).

Menurut Kodoatie (2005) pengelolaan sumberdaya air mencakup empat hal sebagai berikut:

- 1 Air sebagai bagian dari sumberdaya alam merupakan bagian dari ekosistem. Pengelolaan sumberdaya air memerlukan

pendekatan yang integratif, komprehensif dan holistik yakni hubungan timbal balik antara teknik, sosial dan ekonomi serta harus berwawasan lingkungan agar terjaga kelestariannya.

- 2 Air menyangkut semua aspek kehidupan maka air merupakan faktor yang mempengaruhi jalannya pembangunan dari berbagai sektor maka dari itu pengelolaan sumberdaya air didasarkan pada pendekatan peran serta dari semua *stakeholders* (pemangku kepentingan).
- 3 Umumnya air akan bergerak dari satu tempat ke tempat lain tanpa mengenal batas politik, sosial, ekonomi, bangsa, maupun batas wilayah administrasi bahkan batas negara.

Menurut McKinney *et al.* (1999), tujuan pencapaian kualitas dan kuantitas air berada dalam kerangka analisis berdasarkan hubungan antara kebijakan sosial ekonomi dan kebijakan lingkungan. Integrasi berbagai disiplin ilmu dan implementasi kebijakan pengelolaan sumberdaya air dibutuhkan dalam rangka pencapaian ketersediaan air yang berkelanjutan dalam waktu kedepan, kualitas air yang memenuhi standar yang ditetapkan, dan pembangunan ekonomi berkelanjutan dalam jangka panjang maupun jangka pendek.

Pengelolaan sumberdaya air membantu memastikan ketersediaan air secara terus menerus untuk mengatasi masalah pasokan air yang terbatas. Selain itu, terdapat sanitasi, pengolahan limbah, irigasi, drainase dan konservasi DAS tidak dapat ditangani dengan baik (Dungumaro *et al.* 2006). Pengelolaan sumber daya air terpadu umumnya berkaitan dengan manajemen permintaan dan pasokan sumber daya air (GWP 2000). Tujuannya untuk menggunakan pendekatan multidisiplin dan interdisipliner untuk mencapai sumberdaya penggunaan air yang berkelanjutan.

Menurut Fauzi (2004) penggunaan air secara konsumtif, alokasi sumberdaya air diarahkan dengan tujuan air yang terbatas tersebut dapat dialokasikan kepada pengguna, untuk generasi saat ini maupun generasi mendatang dengan biaya yang rendah. Rencana pengelolaan alokasi air dengan menggunakan perangkat lunak *DSS RIBASIM* pada kajian penelitian ini telah memenuhi 3 kriteria pengelolaan sumberdaya air, seperti pada Tabel 6 berikut.

METODOLOGI

1 Data masukan

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data populasi dan luas lahan irigasi masing-masing dengan proyeksinya, data spasial (peta DAS Cisadane, peta *water district*, dan peta administrasi Kecamatan-Kabupaten), dan skematisasi (Skema alokasi air).

Tabel 6 Data Masukan

Jenis data	Sumber data	Tahun
1. Hidrologi		
a. Curah hujan	• BPSDA	30
b. Data debit sungai		tahun
2. Kebutuhan Air		
a. Irigasi	• BPSDA	5 tahun
b. Industri	• Dinas pertanian	terakhir
c. Domestik	• BPS • PDAM	
3. Jumlah Penduduk Kabupaten dan Kota Bogor dan proyeksinya	• Badan Pusat Statistik (BPS)	5 tahun terakhir

2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak Microsoft Office, Microsoft Excel Software Arcgis, dan Software DSS RIBASIM.

3 Jangka Waktu

Kajian ini menggunakan landasan dasar tahun 2015 - 2030 yang mengacu pada proyek 6ci (rancangan pola pengelolaan SDA WS 6ci) dari tahun 2010 -2030 dan disesuaikan dengan tahun kajian, saat ini WS6 ci dibagi menjadi 3 WS: 3 ci (Cidanau Ciujung Cidurian), 2 ci (Ciliwung Cisadane) dan 1 ci (Citarum) – sungai Cisadane ada di WS 2 CI, yang rancangan rencana pengelolaan SDAny sedang dibuat untuk periode 2014 – 2033. Selain itu, kajian penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri PUPR Nomor 4/PRT/M/2015 tentang penetapan wilayah sungai dan Nomor 10/PRT/M/2015 tentang Rencana Teknis Tata Pengaturan Air dan Tata

Pengairan (*time frame* pola-rencana adalah 20 tahun).

4 Prosedur Analisis Data

Analisis data menjelaskan teknik mengolah data yang digunakan untuk menarik simpulan dari hasil kajian dari topik yang diteliti. Berikut ini diagram alir metode penelitian pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan risiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Perencanaan berbagai proyek penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*) bertujuan menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai (Soemarto 1987).

Berikut perhitungan debit andalan menggunakan probabilitas 80%, dengan rumus sebagai berikut (Setiono 2015).

$$p = (m / n+1) 100 \%$$

Keterangan:

p = probabilitas (%)

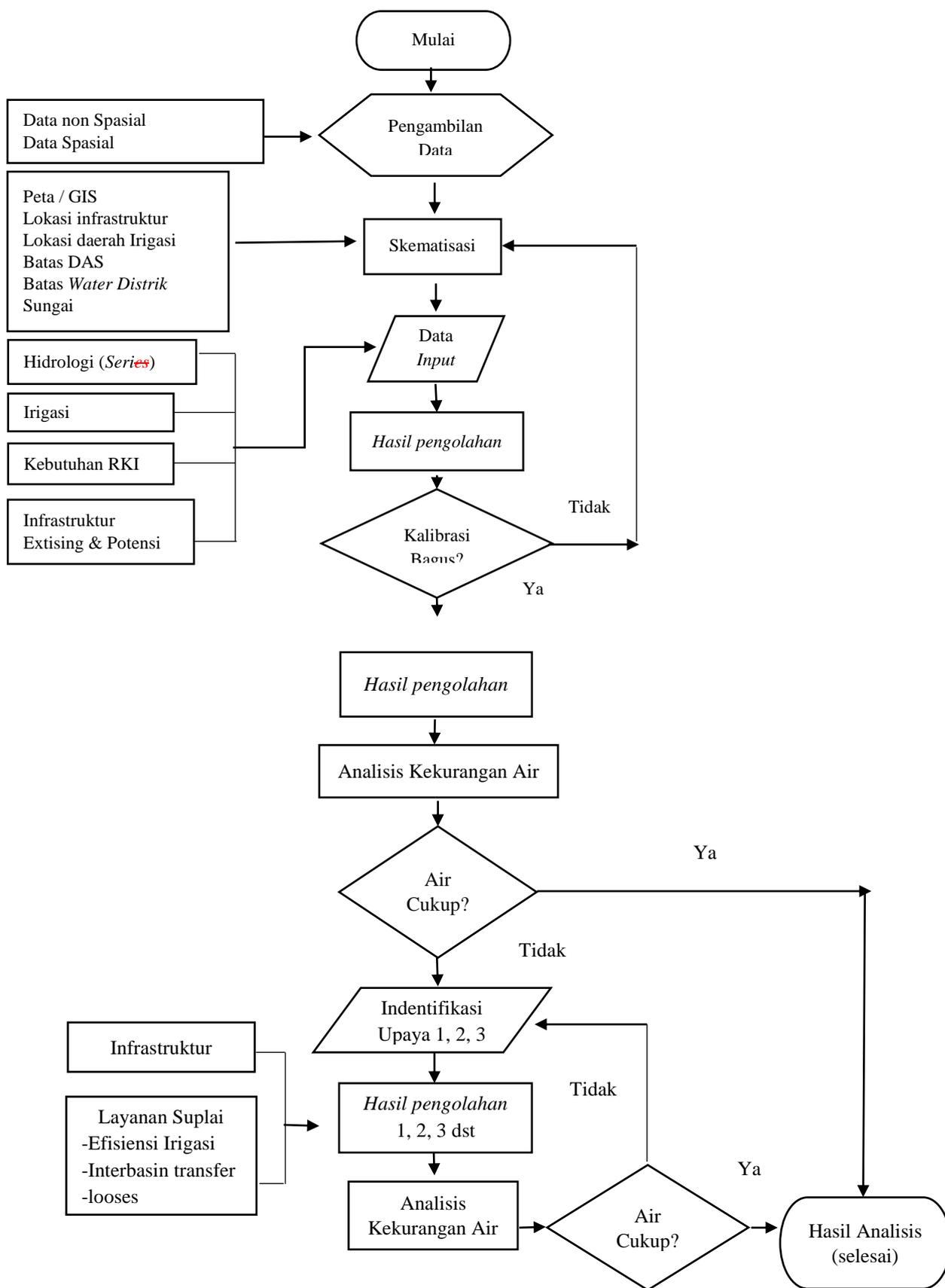
m = order dan

n = jumlah data

Ketersediaan air wilayah kajian yang dihasilkan dari *pengolahan* RIBASIM menunjukkan ketersediaan air yang cukup untuk tahun 2015 dan 2030 dengan menggunakan debit andalan sebesar Q80. Selain itu, menunjukkan hampir setiap bulannya ketersediaan air terpenuhi.

Hasil dari RKI yang diperoleh dari keluaran perangkat lunak RIBASIM menunjukkan bahwa nilai RKI untuk tahun 2015 dan 2030 akan selalu konstan dengan nilai RKI tahun 2015 adalah 4,978 m³/s dan tahun 2030 dengan nilai sebesar 5,290 m³/s. Hal tersebut menunjukkan kenaikan kebutuhan air RKI dari tahun 2015 dan 2030 sebesar 0,312 m³/s.

Kebutuhan air irigasi pada wilayah kajian yang terhitung dari bulan Oktober hingga September pada tahun 2015 dan 2030 terdapat perbedaan kebutuhan air, untuk tahun 2030 terjadi penurunan dari tahun 2015 namun penurunannya tidak signifikan.



Gambar 1 Diagram alir metode penelitian



Gambaran Umum DAS Cisadane dan Wilayah Kajian

DAS Cisadane (Ada dalam wilayah sungai Ciliwung-Cisadane) terletak pada 6°72' sampai 6°76' LS dan 106°58' sampai 106°51' BT. Berdasarkan batas administrasi, DAS Cisadane mencakup 518 desa yang tersebar di 44 kecamatan di 5 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Bogor, Kota Bogor Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang, dan Kota Tangerang Selatan (BPDAS Citarum dan Ciliwung, 2012). Dalam kajian ini, hanya menggunakan beberapa WD yang ada dalam DAS Cisadane yang meliputi Kota dan Kabupaten Bogor

Catatan :

PUPR Nomor 04/PRT/M/2015 tentang kriteria dan penetapan wilayah sungai

Gambar 2 Skematisasi dan Peta *Water District* Neraca Air

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) atau pun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk mendayagunakan air secara optimal (Guntner *et al.* 2004).

Manfaat secara umum yang diperoleh dari analisis neraca air antara lain:

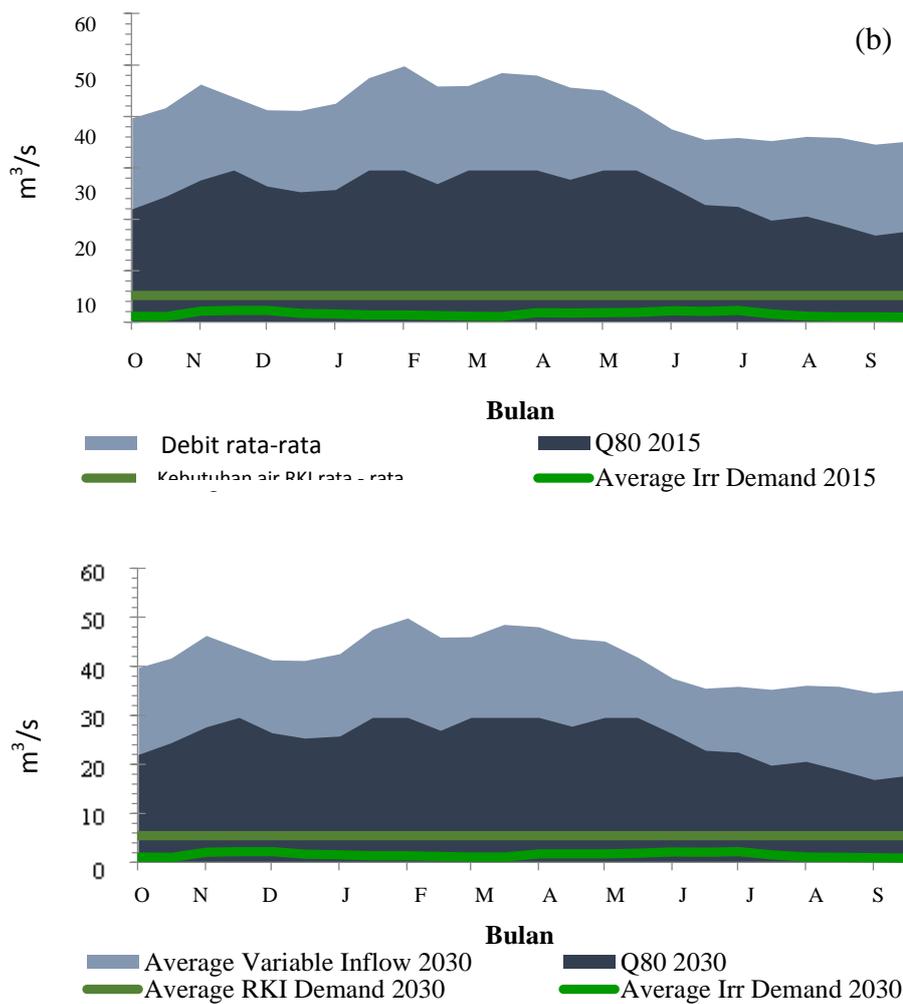
- 1) Digunakan sebagai dasar pembuatan bangunan penyimpanan dan pembagi air serta saluran-salurannya. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang defisit air.
- 2) Sebagai dasar pembuatan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang surplus air.
- 3) Sebagai dasar pemanfaatan air alam untuk berbagai keperluan pertanian seperti tanaman pangan hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga perikanan.

Neraca air pada tahun 2015 dan 2030 bervariasi berdasarkan waktunya. Pola ketersediaan air untuk tahun 2015 dan 2030 umumnya hampir sama dengan debit aliran sungai yang dipengaruhi oleh tingginya curah hujan yang terjadi di DAS. Grafik garis pada Gambar 3 menunjukkan nilai rata-rata curah hujan bulanan, curah hujan tinggi terjadi pada awal dan akhir tahun sedangkan untuk curah hujan rendah terjadi pada pertengahan tahunan yaitu pada bulan-bulan kering (Juni, Juli, dan Agustus).

Hubungan ketersediaan air, kebutuhan RKI dan kebutuhan irigasi yang terlihat pada Gambar 3 menjelaskan bahwa kebutuhan RKI lebih besar dibandingkan kebutuhan irigasi untuk wilayah kajian pada tahun 2015 dan 2030.

Tabel 7 Prioritas Kebutuhan Air RKI

WD	Tahun 2015 (m ³ /s)	Tahun 2030 (m ³ /s)
204	0,279	0,330
205	1,624	1,924
206	1,885	2,221
231	0,453	0,536
Total	4,241	5,011



Gambar 3 Neraca air tahun (a) 2015 dan (b) 2030

Standar kebutuhan air RKI mengacu pada permen PU 1 2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang dan permen pu 18 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum

Pelayanan Kebutuhan Air RKI yang dibandingkan dengan pelayanan SIPA (Surat Izin Pengambilan Air) Oleh Pemerintah

Berikut ini merupakan data perbandingan pelayanan SIPA (surat izin pengambilan air) yang dihubungkan dengan data ketersediaan air serta kebutuhan air RKI pada tahun 2015 dan 2030.

Tabel 8 merupakan data pelayanan SIPA tahun 2015 dan 2030. Data tersebut didapatkan dari persatuan perusahaana air minum seluruh Indonesia (Permapsi) yang menyatakan bahwa capaian akses air minum saat ini baru mencapai 67 % (kontribusi air minum perpipaan/PDAM

baru sekitar 25 %), maka diasumsikan untuk meraih rata-rata capaian 2,20 % per tahun bidang air minum dan sanitasi untuk 15 tahun kedepan (Permapsi Jawa Barat 2016).

Tabel 8 Data pelayanan SIPA 2015 dan 2030

Tahun	SIPA Kota (m ³ /s)	SIPA Kabupaten (m ³ /s)	Total
2015	1,500	1,732	3,232
2030	1,995	2,304	4,299

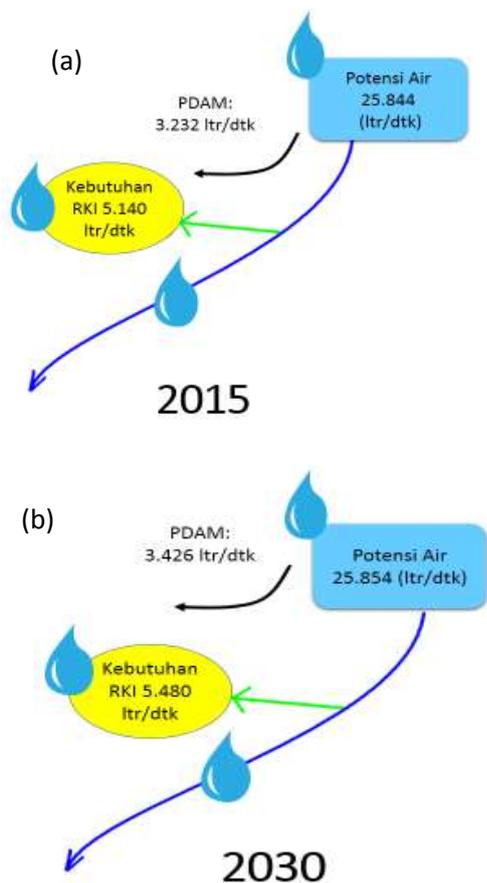
Sumber: Perpamsi Jawa Barat 2016

Tabel 9 Data pelayanan SIPA dan kebutuhan air RKI

Tahun	Ketersediaan (m ³ /s)	Kebutuhan (m ³ /s)	SIPA Kota dan Kab (m ³ /s)
2015	25,844	5,140	3,232
2030	25,854	5,480	3,426

Skema di atas menunjukkan perbandingan kebutuhan air RKI dengan pelayanan SIPA pada tahun 2015 dan 2030, terlihat bahwa pada tahun 2015 dan 2030 memiliki potensi ketersediaan air yang sangat besar untuk wilayah kajian. Namun, terdapat kekurangan saat memenuhi kebutuhan air pada tahun 2015 dan 2030 yang disebabkan oleh pelayanan SIPA (surat izin pengambilan air).

Data di atas menunjukkan kekurangan pemenuhan kebutuhan air untuk Kabupaten dan Kota Bogor yang dibandingkan dengan pelayanan SIPA (surat izin pengambilan air) tahun 2015 dan 2030, yang digambarkan oleh Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 4 Perbandingan kebutuhan air RKI dengan pelayanan SIPA pada tahun (a) 2015 dan (b) 2030

Tabel 10 Data WD 204, 205, 206, dan 231

Kategori	WD 204	WD 205	WD 206	WD 231
Kebutuhan RKI (m ³ /s) 2015	0,279	1,624	1,885	0,453
Kebutuhan RKI (m ³ /s) 2030	0,330	1,924	2,221	0,536
Suplai RKI (m ³ /s) SIPA 2015	0,096	0,478	0,627	0,096
Ketersediaan air 2015 (Q80%)	9,389	14,308	5,355	3,339

Data pada tabel 10 menunjukkan hubungan antara kebutuhan rki, distribusi rki, dan ketersediaan air dari setiap wilayah kajian yang menunjukkan peningkatan dari tahun sebelumnya.

Tabel 11 menunjukkan hasil analisis dari perhitungan secara manual yang menghubungkan antara kebutuhan RKI tahun 2015 dan 2030, distribusi air dan kekurangan pasokan air. WD pada tahun 2015 dan 2030 terdapat kekurangan pasokan RKI dengan menghubungkan pelayanan SIPA 2015. WD 205 dan 206 pada tahun 2015 dan 2030 memiliki kekurangan suplai RKI yang tergolong besar. Sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Tabel 11 Hasil analisis (perhitungan)

WD	Kebutuhan RKI (m ³ / detik)		Suplai air (m ³ / detik)		Kekurangan suplai RKI (m ³ / detik)	
	2015	2030	2015	2030	(terhadap SIPA 2015)	
					2015	2030
WD 204	0,279	0,330	0,096	0,128	0,183	0,203
WD 205	1,624	1,924	0,478	0,635	1,146	1,288
WD 206	1,885	2,221	0,627	0,834	1,259	1,387
WD 231	0,453	0,536	0,096	0,128	0,357	0,408
Total	4,241	5,011	1,297	1,724	2,944	3,287

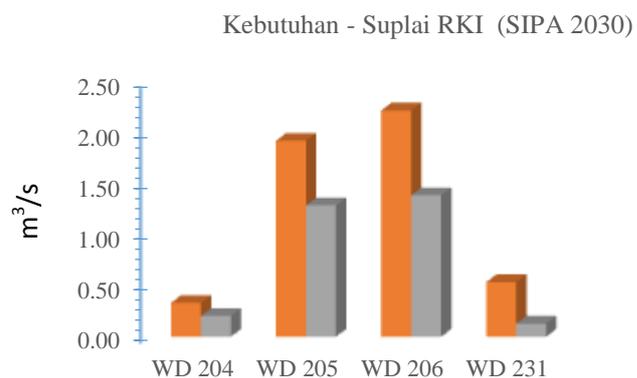
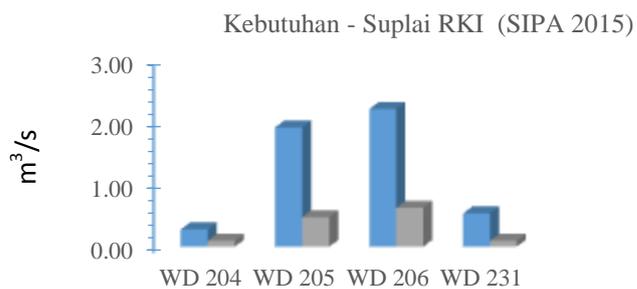
Tabel 12 Hasil *running* RIBASIM

WD	Kebutuhan irigasi (m ³ /s)		Ketersediaan air Q80% (m ³ /s)	
	2015	2030	2015	2030
	WD 204	0,988	0,985	6,664
WD 205	0,518	0,504	13,594	13,603
WD 206	0,195	0,195	3,235	3,235
WD 231	0,339	0,339	2,351	2,351
Total	2,040	2,023	25,844	25,854

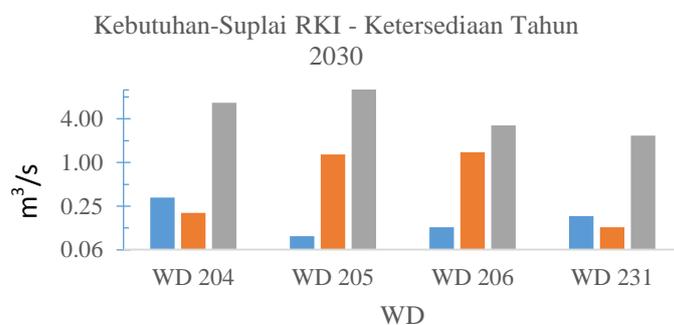
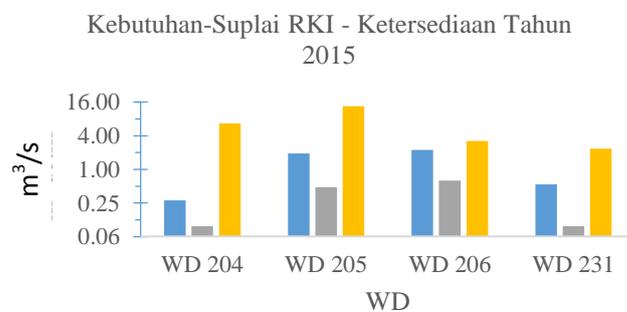
Tabel 12 menunjukkan hasil *running* RIBASIM untuk setiap WD yang menunjukkan hubungan kebutuhan irigasi dengan ketersediaan air. Kebutuhan irigasi tahun 2015 dan 2030 pada setiap WD tidak terjadi perubahan yang signifikan hanya saja pada WD 205 terjadi penurunan. Hal tersebut diprediksi karena terdapat peningkatan jumlah penduduk dan perluasan lahan bangunan pada tahun 2030. Sedangkan untuk ketersediaan air pada tahun 2015 dan 2030 dari hasil *running* RIBASIM

menunjukkan tidak terjadi kenaikan atau penurunan yang signifikan untuk setiap WD pada tahun tersebut, namun pada tahun 2015 terdapat peningkatan untuk ketersediaan air pada WD 205.

Berdasarkan grafik (Gambar 5) menunjukkan kebutuhan setiap WD yang cukup besar dibandingkan dengan suplai RKI (pelayanan SIPA). Kebutuhan air tersebut tidak mampu disalurkan untuk setiap WD.



Gambar 5 Hubungan kebutuhan dengan suplai RKI (pelayanan SIPA 2015 dan 2030)



Gambar 6 Hubungan kebutuhan, suplai RKI dan ketersediaan

Grafik di atas menunjukkan hubungan kebutuhan RKI 2015 dan 2030, RKI-pelayanan SIPA dan ketersediaan air yang menjelaskan bahwa air untuk setiap WD tersedia dengan sangat banyak dan mampu mencukupi kebutuhan untuk setiap WD, namun saat proses suplai RKI untuk menyalurkan air menuju WD terdapat kekurangan air pada setiap WD.

KESIMPULAN

Alokasi air pada wilayah studi di prioritaskan untuk memenuhi kebutuhan RKI. Umumnya sumber air permukaan yang terdapat di sebagian DAS Cisadane relatif cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, irigasi, perkotaan, maupun industri. Namun, ditemukan beberapa kekurangan pelayanan air untuk Kota dan Kabupaten Bogor, yang ditunjukkan dengan mempersandingkan kebutuhan air RKI dengan pelayanan SIPA (surat izin pengambilan air) tahun 2015 dan 2030 pada setiap *water district*. Sehingga, hal tersebut memberikan implikasi diperlukannya peningkatan pelayanan air untuk wilayah Kabupaten dan Kota Bogor pada tahun 2030. Selain itu, diperlukan pula peningkatan kapasitas pasokan melalui peningkatan prasarana pelayanan SIPA (surat izin pengambilan air) untuk wilayah Kabupaten dan Kota Bogor pada tahun 2030.

DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. *Kota Bogor Dalam Angka*. Bogor (ID): BPS Kota Bogor.

[Kementerian PU] Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. *TA7189-INO: Institutional Strengthening for Integrated Water Resources Management (IWRM) in the 6 Ci's River Basin Territory – Package*. Jakarta (ID): Kementerian PU.

[Kementerian PUPR] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. *Basin Water Resources Management Planing-WISMP. Modul Pelatihan Perencanaan Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai*. Jakarta (ID): Kementerian PUPR.

Admadhani DN, Haji ATS, Susanawati LD. 2015. Analisis ketersediaan dan kebutuhan air untuk daya dukung lingkungan (studi kasus Kota Malang). *Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 13-19.

Ako AA, Eyong GET, Nkeng GE. 2010. Water resources management and integrated water resources management (IWRM) in Cameroon. *Water Resources Manage*. 24(4): 871-888.

Dungumaro EW, Madulu NF. 2002. Public participation in integrated water resources management: the case of Tanzania. *Water Demand Management for Sustainable Development*.

Fauzi A. 2004. *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Teori dan Aplikasi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Global Water Partnership. 2000. *Integrated Water Resource Management. TAC Background Papers*.

Guntner A, Krol MS, Araujo JCD, Brostert A. 2004. Simple water balance modelling of surface reservoir systems in a large data-scarce semiarid region. *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques* 49(5): 901-918.

Hatmoko W, Radhika. 2010. Panduan mengenai DSS-RIBASIM. *Delft Hydraulics*.

Kodoatie RJ. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Air dalam Otonomi Daerah*. Yogyakarta (ID): Andi.

Korgt WNM VD. 2003. RIBASIM Version 7.00. *The River Basin Explorer*.

Mckinney DC, Rosernt XCMW, Scott CA. 1999. Modelling water resources management at the basin level : review and future directions. *International Water Management Institute*. 1-59.

Omar M. 2013. Evaluation of actions for better water supply and demand management in Fayoum, Egypt using RIBASIM. *Water Sci*. 27:78–90.

Pontoh NK, Sudrajat DJ. 2005. Hubungan perubahan penggunaan lahan dengan limpasan air permukaan: studi kasus Kota Bogor. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 16(3): 44-56.

Purnama A. 2008. Pemetaan kawasan rawan banjir di daerah aliran sungai Cisadane menggunakan sistem informasi geografis. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Setiono, Hadiani R. 2015. Analysis of rainfall-runoff neuron input model with artificial neural network for simulation for availability of discharge at Bah Bolon Watershed. *Procedia Engineering* 125: 150 – 157.

- Soemarto CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya (ID): Usaha Nasional.
- Sugiarto, Eddy. 1995. Kajian ketersediaan dan kebutuhan air untuk daerah aliran Sungai Citarum Hulu. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Triatmodjo B. 1998. Studi keseimbangan air di sub-SWS Cimanuk. *Jurnal Media Teknik*. 2(20): 1-12.
- Wang Z, Yang J, Deng X, Lan X. 2015. Optimal water resources allocation under the constraint of land use in the heihe river basin of China. *Sustainability* 1558-1575.
- Yulistiyanto B, Kironoto BA. 2008. Analisa Pendayagunaan Sumberdaya Air pada WS Paguyaman dengan RIBASIM. *Media Teknik* 2(30): 1-12.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga diberikan kesempatan, kesehatan, dan kekuatan untuk dapat menyelesaikan jurnal ini. Judul yang dipilih dalam jurnal ini adalah "Rencana Pengelolaan Alokasi Air pada Sebagian DAS Cisadane di Wilayah Kabupaten dan Kota Bogor". Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

Kedua orang tua Bapak Bandrio, Ibu Asmiwati dan adik (Riza dan Ihsan) atas doa, dukungan dan kasih sayangnya, Bapak Dr Bambang Dwi Dasanto, M.Si dan Ibu Ir Hendarti selaku pembimbing skripsi atas ilmu, arahan dan kesabaran dalam membimbing penulis, Pak Ferry dan Ibu Dina yang telah banyak membantu dalam proses pengelolaan data, Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (BPSDA) Ciliwung-Cisadane. Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Bogor. Badan Pusat Statistika (BPS) Kota dan Kabupaten Bogor, PDAM kota Bogor yang telah membantu selama pengumpulan data, Dosen dan staf Departemen GFM serta keluarga GFM 49 atas bantuan dan doanya, Keluarga FIM, Gengs Syerly Grup, UKM Forces IPB, BEM KM 2016 (Biro Riset dan Pengembangan), Komunitas Aliansi Selamatkan Anak (ASA) Indonesia, Rumbel Kids FIM Hore, Generasi Cerdas Iklim, *Green Education* Inovasia, dan Peduli Autis Bogor, Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas semua dukungannya selama ini.