

KETAHANAN AIR IRIGASI PADA WILAYAH SUNGAI DI INDONESIA IRRIGATION WATER SECURITY AT RIVER BASIN AREAS IN INDONESIA

Oleh:

Waluyo Hatmoko¹⁾, Radhika¹⁾, Rendy Firmansyah¹⁾, Anthon Fathoni¹⁾

¹⁾Puslitbang Sumber Daya Air, Balitbang, Kementerian PUPR
Jl. Ir. H. Juanda 193, Bandung, Indonesia

Komunikasi Penulis, Telp: +08122103205; email: whatmoko@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 27 Desember 2017; revisi pada 3 Februari 2018;
disetujui untuk dipublikasikan pada 19 Februari 2018

ABSTRACT

Water security is the community's ability to maintain sustainability in meeting water demands for various purposes and managing water-related disasters. The score of Asian countries water security indicator has been formulated and calculated by the Asian Development Bank (ADB). However water security at the river basin level, including irrigation water security, has not been assessed. Like other Asian countries, irrigation in Indonesia is the largest water user, therefore irrigation water security plays important role in water resources management. This paper formulates and calculates the water security for irrigation in all river basins in Indonesia. The computation method is adopted from ADB, and developed according to the conditions of data availability and characteristics of river basins in Indonesia, under the assumption of homogeneity within river basin. It is concluded that the irrigation water security in the river basin in Indonesia is generally in "medium" condition. The "very bad" condition occurs only in Ciliwung-Cisadane and Progo-Opak-Serang river basins. The "bad" conditions include the Bangka, Belitung, Cidanau-Ciujung-Cidurian, Ciliman-Cibungur, Bali-Penida and Lombok river basins. Measures to improve irrigation water security are developing and improving performance of irrigation networks, improve reliability of water supplies by constructing reservoirs and ponds, and reducing water stress with water savings.

Keywords: *indicators, irrigation, irrigation water security, water demand, water security, water supply*

ABSTRAK

Ketahanan air merupakan kemampuan masyarakat untuk menjaga keberlanjutan dalam pemenuhan kebutuhan air untuk berbagai keperluan dan mengelola bencana terkait air. Nilai indikator ketahanan air pada negara-negara di Asia telah dirumuskan dan dihitung oleh Asian Development Bank (ADB), namun ketahanan air pada tingkat wilayah sungai, termasuk juga ketahanan air irigasi masih belum dikaji. Irigasi di Indonesia merupakan pengguna air terbesar, dan oleh karena itu ketahanan air irigasi berperan penting dalam pengelolaan sumber daya air. Makalah ini merumuskan, menghitung dan memetakan ketahanan air untuk irigasi pada seluruh wilayah sungai di Indonesia. Metode yang digunakan untuk menghitung ketahanan air irigasi diadopsi dari ADB, kemudian dikembangkan sesuai dengan kondisi ketersediaan data dan karakteristik wilayah sungai di Indonesia, dengan asumsi bahwa masing-masing wilayah sungai kondisinya homogen. Disimpulkan bahwa ketahanan air irigasi pada wilayah sungai di Indonesia pada umumnya berada dalam kondisi "sedang". Kondisi "sangat buruk" hanya terjadi pada wilayah sungai Ciliwung-Cisadane dan Progo-Opak-Serang. Kondisi "buruk" meliputi wilayah sungai Bangka, Belitung, Cidanau-Ciujung-Cidurian, Ciliman-Cibungur, Bali-Penida, dan Lombok. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan air irigasi adalah dengan mengembangkan dan meningkatkan kinerja jaringan irigasi, meningkatkan keandalan pasok air dengan pembangunan waduk dan embung, serta mengurangi tekanan penggunaan air dengan penghematan air.

Kata kunci: *indikator, irigasi, kebutuhan air, ketahanan air, ketahanan air irigasi, penyediaan air*

I. PENDAHULUAN

Ketahanan air sangat vital dalam kehidupan manusia, dan terkait erat dengan ketahanan pangan dan energi, sebagai *nexus* ketahanan air, pangan, dan energi (Head & Cammerman, 2010), serta memiliki peranan penting dalam adaptasi perubahan iklim (Rasul & Sharma, 2016). Ketahanan air terkait erat dengan kondisi keseimbangan antara pendayagunaan sumber daya air untuk mendukung berbagai sektor kehidupan, dengan konservasi sumber daya air (Asdak, 2015).

Istilah ketahanan air akhir-akhir ini semakin sering terdengar, dan berbagai kalangan masyarakat menafsirkannya secara berbeda. Ketahanan air berkaitan dengan berbagai ilmu, antara lain: pertanian, rekayasa, lingkungan, hidrologi, geologi, kesehatan masyarakat, kebijakan, dan sumber daya air (Cook & Bakker, 2012). Masyarakat dunia telah sependapat bahwa ketahanan air perlu diperhatikan untuk pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan, namun belum ada kesepakatan mengenai bagaimana mendefinisikan ketahanan air. Sampai dengan saat ini belum disepakati berapa nilai ketahanan air minimum agar rumah-tangga, perkotaan, Daerah Aliran Sungai, dan negara dapat berkembang secara berkelanjutan tanpa mengkhawatirkan kekeringan dan banjir yang mungkin akan terjadi; bagaimana mendefinisikan dan mengukur ketahanan air; serta bagaimana pendekatan yang harus digunakan untuk mencapai ketahanan air yang maksimal (Beek & Arriens, 2014).

Irigasi merupakan pengguna air terbesar di Indonesia, dan sangat berperan dalam ketahanan pangan. Ketahanan air irigasi perlu dirumuskan, dihitung, dan dipetakan untuk seluruh wilayah sungai di Indonesia.

Artikel ini merumuskan konsep dan indikator ketahanan air irigasi, dan menghitung ketahanan air irigasi pada seluruh wilayah sungai di Indonesia, berdasarkan pada data yang relatif mudah diperoleh.

Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai kondisi ketahanan air irigasi pada wilayah sungai di Indonesia, sebagai masukan terhadap pengembangan sumber daya air, dan khususnya pengembangan irigasi pada wilayah sungai di Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ketahanan Air

Terdapat berbagai definisi mengenai ketahanan air, antara lain sebagai berikut.

Ketahanan air adalah ketersediaan air secara kuantitas dan kualitas untuk kesehatan, kehidupan, ekosistem dan produksi, serta tingkat risiko terkait air yang dapat diterima oleh manusia, lingkungan, dan ekonomi (Grey & Sadoff, 2007).

Menurut Khan (2014) ketahanan air adalah kemampuan masyarakat, dan penduduk untuk menjaga akses pada jumlah air yang mencukupi dan kualitas air yang dapat diterima untuk keberlanjutan kesehatan manusia dan ekosistem pada suatu daerah tangkapan, dan menjamin perlindungan kehidupan dan harta benda terhadap bencana terkait air yaitu banjir, tanah longsor, penurunan tanah, dan kekeringan.

Definisi yang banyak digunakan saat ini adalah dari UN-Water (2013), yang merumuskan pengertian tentang ketahanan air sebagai berikut: *"Water security is defined as the capacity of a population to safeguard sustainable access to adequate quantities of acceptable quality water for sustaining livelihoods, human well-being, and socio-economic development, for ensuring protection against water-borne pollution and water-related disasters, and for preserving ecosystems in a climate of peace and political stability."*

Definisi tersebut memberikan pengertian yang sangat komprehensif tentang ketahanan air (*water security*). Terjemahan bebas atas definisi ketahanan air tersebut adalah (1) Kemampuan masyarakat untuk menjaga keberlanjutan dalam pemenuhan kebutuhan air, baik dalam jumlah yang mencukupi serta mutu yang dapat diterima; (2) Pemenuhan kebutuhan air tersebut dimaksudkan untuk: (a) menjaga keberlanjutan kehidupan, kesejahteraan umat manusia, dan perkembangan sosial-ekonomi; (b) menjamin perlindungan atas pencemaran air dan bencana terkait air; serta (c) melestarikan ekosistem dalam suasana damai dan kondisi politik yang stabil.

Wiberg (2015) mengungkapkan bahwa konsep ketahanan air (*water security*) pada awalnya merupakan kebalikan dari kelangkaan air (*water scarcity*), yang merupakan permasalahan pasok dan kebutuhan akan air. Indikator yang umum digunakan antara lain adalah jumlah air tersedia per-orang yang dinamakan sebagai *"Falkenmark Water Stress Indicator"* (Falkenmark, Lundqvist, & Widstrand, 1989) dan (Falkenmark, 2013).

Penggunaan air yang tersedia ini antara lain untuk kehidupan manusia, termasuk irigasi sebagai pengguna air terbesar di Indonesia. Sebagian dari air yang tersedia ini harus digunakan sebagai aliran pemeliharaan sungai dan lingkungan (Smakhtin & Schipper, 2008; Pastor, Ludwig, Biemans, Hoff, & Kabat, 2014).

2.2. Indikator Ketahanan Air

Pada prinsipnya indikator ketahanan air meliputi aspek-aspek: 1) Ketersediaan air; 2) Aksesibilitas; 3) Kualitas dan keamanan; dan 4) Pengelolaan (Gain, Giupponi, & Wada, 2016). Secara lebih rinci, indikator ketahanan air antara lain: 1) Jumlah air tersedia; 2) Rasio antara kapasitas tampungan dengan potensi tampungan yang ada; 3) Alokasi anggaran sumber daya air; 4) Penggunaan air; 5) Penggunaan konsumtif; 6) Persentase penduduk dengan sanitasi baik; produktivitas sektor industri; 7) Produktivitas listrik tenaga air; 8) Produktivitas irigasi; dan sampel kualitas air yang memenuhi standar (Mason & Calow, 2012).

Lebih lanjut (Fischer *et al.*, 2015) memformulasikan bahwa ketahanan air pada dasarnya dapat dikaji dari 4 indikator, yaitu: 1) Jumlah air per-kapita; 2) Rasio antara penggunaan air terhadap air yang tersedia; 3) Variabilitas debit bulanan; dan 4) Bagian ketersediaan air yang berasal dari dalam negeri.

Dalam menghitung ketahanan air negara-negara Asia, Asian Development Bank (ADB, 2016) menggunakan indikator dalam 5 dimensi utama, yaitu: 1) Indikator Ketahanan Air Rumah Tangga, 2) Indikator Ketahanan Air Ekonomi, 3) Indikator Ketahanan Air Perkotaan, 4) Indikator Ketahanan Air Lingkungan, dan 5) Indikator Ketahanan Air terhadap Bencana Air. Lebih lanjut Ketahanan Air Ekonomi dibagi atas 3 sub-indikator, yaitu: a) Ketahanan Air Pertanian; b) Ketahanan Air Industri; dan c) Ketahanan Air Energi.

Radhika, Firmansyah, & Hatmoko (2017) dalam menghitung ketahanan air irigasi di Jawa Barat bagian Utara, merumuskan 7 indikator ketahanan air irigasi sebagai berikut:

- 1) Indeks Pemakaian Air (IPA) irigasi dari potensi air andalan 80% yang menunjukkan perbandingan kebutuhan air irigasi dibandingkan dengan debit andalan 80% yang tersedia;
- 2) IPA irigasi dari debit kapasitas terpasang yang menunjukkan berapa besar kebutuhan irigasi dibandingkan dengan debit terpasang yang tersedia pada bangunan air;
- 3) Rasio antara debit kapasitas terpasang dengan debit andalan 80% yang menunjukkan berapa besar debit potensi yang sudah dikembangkan

- infrastrukturnya sehingga menjadi debit siap pakai;
- 4) Indeks Ketersediaan Air per Kapita, yang menunjukkan berapa besar ketersediaan air potensi andalan 80% untuk tiap jiwa;
- 5) Produksi sawah irigasi per-kapita, yang menunjukkan seberapa besar swasembada beras untuk masing-masing jiwa di WS bersangkutan
- 6) Produktivitas sawah irigasi dari debit potensi wilayah sungai, yang menunjukkan seberapa besar produksi irigasi per meter kubik air potensi andalan 80%; dan
- 7) Produktivitas sawah irigasi dari debit terpasang pada bangunan air, yang menunjukkan seberapa besar produksi irigasi per meter kubik air kapasitas terpasang.

Kajian ketahanan air irigasi pada wilayah sungai di Jawa Barat bagian Utara (Radhika *et al.*, 2017) menunjukkan bahwa ketahanan air irigasi terbaik dicapai oleh Wilayah Sungai Citarum dan Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung, dengan predikat “sedang”, sedangkan Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane berada dalam kondisi “buruk”. Wilayah Sungai Citarum serta Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung memiliki kelebihan dalam hal kapasitas tampungan air. Sedangkan Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane memiliki nilai “buruk” terutama disebabkan karena rendahnya nilai indikator Ketersediaan Air per Kapita, serta di samping buruknya Indeks Penggunaan Air.

2.3. Ketahanan Air Irigasi

Ketahanan air, terutama ketahanan air irigasi berperan penting dalam ketahanan pangan, dan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air, infrastruktur tampungan air, dan aturan penggunaan air (Gohar, Amer, & Ward, 2015).

Menurut (ADB, 2016), dimensi utama ketahanan air perekonomian terdiri atas: 1) Ketahanan air perekonomian secara umum; 2) Ketahanan air pertanian, 3) Ketahanan air industri; dan 4) Ketahanan air energi. Ketahanan air perekonomian secara umum terdiri atas sub-indikator: (a) keandalan pasok air; (b) tekanan penggunaan air; (c) kapasitas tampungan air; dan (d) kondisi ketersediaan data. Sedangkan ketahanan air untuk pertanian terdiri atas: (a) produktivitas sawah beririgasi, yang bentuk asalnya adalah produktivitas dalam bentuk ton gabah/liter air; dan (b) swasembada (*self-sufficiency*) pangan, yang merupakan kebalikan dari ketergantungan pangan, yang dinyatakan sebagai rasio antara kebutuhan pangan dalam bentuk air maya dan produksi pangan dalam bentuk air maya.

Produktivitas air sangat penting dalam ketahanan air, bahkan konsep awal mengenai ketahanan air dimulai dari produktivitas air (Clement, 2013). Sementara peran pentingnya tampungan air berupa waduk dan danau dalam ketahanan air ditegaskan oleh Cook & Bakker (2012) dan Gohar *et al.* (2015).

Dari kajian pustaka dapat disimpulkan bahwa indikator ketahanan air irigasi dibagi atas tiga komponen, yaitu; 1) Kondisi pasok air, yang berupa variabilitas pasok air dan kapasitas tampungan air yang menampung kelebihan air pada musim hujan untuk digunakan pada musim kemarau; 2) Kondisi penggunaan air untuk berbagai keperluan, yang merupakan tekanan penggunaan air, dinyatakan dengan Indeks Penggunaan Air; dan 3) Kondisi sawah irigasi, berupa Indikator Produktivitas, dan Indikator Swasembada Beras, yang merupakan perbandingan antara produksi beras terhadap jumlah penduduk pada suatu wilayah sungai.

III. METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada seluruh wilayah sungai di Indonesia. Nilai ketahanan air irigasi diidentifikasi pada setiap wilayah sungai berdasarkan indikator-indikator yang telah dirumuskan dan data pendukungnya. Dalam hal ini, kondisi dalam satu wilayah sungai diasumsikan homogen.

3.2. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan indikator ketahanan air yang diadopsi dari ADB (2016), namun dikembangkan dan disesuaikan dengan ketersediaan data dan karakteristik wilayah sungai di Indonesia. Bobot masing-masing indikator yang nilainya sama pada ADB (2016), juga tidak dibuat sama nilainya, melainkan dipertimbangkan kembali menurut relevansi dan kepentingan pengembangan sumber daya air di Indonesia.

Indikator ketahanan air irigasi dibagi atas komponen, yaitu: kondisi pasok air, kondisi penggunaan air, dan kondisi irigasi, sebagai berikut:

1. Kondisi pasok air, yang terdiri atas:

a) Indikator Variabilitas Pasok Air, dalam bentuk koefisien variasi dalam setahun.

$$C_v = \frac{s}{Q_{rerata}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

C_v = koefisien variasi limpasan
 S = simpangan baku limpasan bulanan
 Q_{rerata} = rerata limpasan bulanan

Data limpasan bulanan diperoleh dari Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang PUPR.

b) Indikator Tampungan Air, berupa rasio antara jumlah kapasitas tampungan air pada wilayah sungai dengan jumlah ketersediaan air pada wilayah sungai yang bersangkutan.

$$RT = \frac{T}{S} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

RT = indikator Tampungan Air
 T = jumlah tampungan air
 S = jumlah ketersediaan air

Data tampungan bendungan diperoleh dari Pusat Bendungan, dan diolah menjadi per wilayah sungai oleh Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang PUPR.

2. Kondisi penggunaan air untuk berbagai keperluan, yang merupakan Indikator Tekanan Penggunaan Air, dinyatakan dengan Indeks Penggunaan Air (IPA), yaitu rasio antara jumlah kebutuhan air terhadap ketersediaan air pada wilayah sungai.

$$IPA = \frac{D}{S} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

IPA = Indeks Penggunaan Air
 D = jumlah kebutuhan air
 S = jumlah ketersediaan air

Data kebutuhan air dan ketersediaan air setiap wilayah sungai diperoleh dari Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang PUPR.

3. Kondisi sawah irigasi, berupa Indikator Swasembada Beras, dan Indikator Produktivitas.

a) Indikator Swasembada Beras, merupakan kebalikan dari ketergantungan beras, yang merupakan rasio antara jumlah kebutuhan beras terhadap jumlah produksi beras.

$$NonSwa = \frac{K}{P} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

$NonSwa$ = Indikator Ketergantungan Beras
 K = Jumlah kebutuhan beras
 P = Jumlah produksi beras

Data jumlah produksi beras per provinsi diperoleh dari data Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai produksi tahunan Gabah Kering Giling (GKG) tiap provinsi. Sedangkan jumlah kebutuhan beras diperoleh dari perkalian jumlah penduduk tiap provinsi dengan kebutuhan beras per orang per tahun dari BPS. Selanjutnya data provinsi dikonversi ke wilayah sungai dengan asumsi homogenitas, menggunakan sistem informasi geografis. Dengan asumsi bahwa sistem pertanian di seluruh wilayah sungai di Indonesia adalah sama, maka swasembada pangan dalam produksi beras akan sebanding dengan swasembada pangan dalam bentuk air maya sebagaimana digunakan oleh ADB (2016).

- b) Indikator Produktivitas Sawah, merupakan indeks produksi GKG per hektar/tahun, yang data setiap provinsi diperoleh dari BPS. Dengan mengasumsikan bahwa faktor produksi padi selain air adalah sama di seluruh wilayah sungai di Indonesia, maka produktivitas sawah akan mencerminkan produktivitas air, yang merupakan salah satu komponen penting dari Ketahanan Air Irigasi namun datanya sulit diperoleh.

Metode *Analytical Hierarvhy Process* (AHP) yang merupakan suatu *Decision Support System* (DSS) untuk mendukung pengambilan keputusan dengan memberi bobot kriteria dan menyusun urutan prioritas, dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan bobot masing-masing indikator, yang juga merupakan kriteria Ketahanan Air Irigasi. Sedangkan proses pengolahan peta untuk konversi dari data provinsi ke wilayah sungai serta penyajian hasil peta dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (GIS).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Indikator Variabilitas Pasok Air

Indikator variabilitas ketersediaan air yang dinyatakan dengan besaran statistik koefisien variasi limpasan C_v di wilayah sungai. Semakin tinggi nilai koefisien variasi maka semakin bervariasi pasok air atau debit limpasan (*runoff*), pada musim hujan limpasan tinggi dan kering pada musim kemarau, yang berarti pasok air tidak dapat diandalkan, dan nilai indikator semakin buruk. Dengan adaptasi kriteria serupa untuk hujan dari ADB (2016) maka kriteria ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Variabilitas Pasok Air

C_v Limpasan	Nilai	Status
< 0,20	5	Sangat Baik
0,20 - 0,40	4	Baik
0,40 - 0,60	3	Sedang
0,60 - 0,75	2	Buruk
> 0,75	1	Sangat Buruk

Sumber: Adaptasi dari ADB (2016)

Peta variabilitas limpasan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin berkembang suatu wilayah menjadi perkotaan dan permukiman, maka semakin buruk nilai indikator variabilitas limpasan, seperti yang terjadi pada seluruh Jawa kecuali Jawa Barat bagian Selatan. Juga terlihat bahwa wilayah sungai yang masih belum berkembang, misalnya di Papua dan Kalimantan, memiliki nilai variabilitas yang "sangat baik".

4.2. Indikator Tampungan

Indikator tampungan merupakan rasio antara jumlah kapasitas tampungan terhadap jumlah rerata air yang tersedia pada wilayah sungai. Semakin banyak air yang dapat ditampung pada musim hujan, akan semakin banyak pula yang dapat digunakan pada musim kemarau, menstabilkan pasok, dan meningkatkan nilai ketahanan air. Indikator dan kriteria ini mengikuti ADB (2016) sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kriteria Penilaian Tampungan

Perbandingan tampungan dan jumlah air di WS	Nilai	Status
> 50%	5	Sangat Baik
20% - 50%	4	Baik
5% - 20%	3	Sedang
3% - 5%	2	Buruk
< 3%	1	Sangat Buruk

Sumber: ADB (2016)

Gambar 3 menunjukkan kondisi Indikator Tampungan pada wilayah sungai. Kondisi "baik" pada Indikator Tampungan dicapai oleh Wilayah Sungai Citarum, dengan tiga waduk kaskade Saguling, Cirata dan Jatiluhur. Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung, Serayu-Bogowonto, dan Pemali-Juana dalam kondisi "sedang", dan disusul dengan Wilayah Sungai Bengawan Solo, Brantas, Lombok, Seputih Sekampung dengan Waduk Batutege, Toba-Asahan, dan Indragiri dengan kondisi "buruk". Sisanya adalah wilayah sungai yang nyaris tanpa bendungan memperoleh nilai "sangat buruk".

4.3. Indikator Tekanan Penggunaan Air

Besarnya ketersediaan air relatif terhadap penggunaan atau kebutuhan air yang dinyatakan sebagai rasio antara kebutuhan air terhadap ketersediaan air dinamakan Indeks Penggunaan Air (*IPA*), dan menyatakan Tekanan Penggunaan Air. Semakin tinggi nilai *IPA*, semakin sulit mendapatkan air karena ketersediaan air yang relatif kecil dibandingkan dengan kebutuhan air (Tabel 3).

Tabel 3 Kriteria Indeks Penggunaan Air

Indeks Penggunaan Air	Nilai	Status
< 10%	5	Sangat Baik
10% - 20%	4	Baik
20% - 40%	3	Sedang
40% - 80%	2	Buruk
> 80%	1	Sangat Buruk

Sumber: Adaptasi dari ADB (2016)

Hasil Indikator Tekanan Penggunaan Air dipetakan dan disajikan pada Gambar 4. Indeks Penggunaan Air “sangat buruk” terjadi di Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane, Bali-Penida dan Lombok. Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane mendapat tekanan penggunaan air terutama untuk air minum DKI Jakarta dan sekitarnya sebesar 41 m³/s. Wilayah Sungai Bali-Penida dan Lombok juga dalam kondisi air yang terbatas disebabkan oleh pemanfaatan air untuk irigasi di kedua pulau tersebut yang sudah sampai taraf optimal dan tidak dapat dikembangkan lebih lanjut.

Wilayah sungai dengan daerah irigasi yang luas, seperti sebagian besar wilayah sungai di Jawa, Sumbawa, dan Sulawesi Selatan pada umumnya mendapat predikat “buruk”, artinya sulit untuk dikembangkan lebih lanjut, sebab terkendala dengan jumlah ketersediaan air yang terbatas. Tekanan Penggunaan Air yang “cukup” terjadi pada sebagian Jawa, Madura, Aceh, Lampung, Gorontalo, Sulawesi Tenggara, dan Flores, mengindikasikan bahwa wilayah sungai tersebut masih dapat dikembangkan pemanfaatan sumber daya airnya.

4.4. Indikator Swasembada Beras

Indikator swasembada beras merupakan kebalikan dari ketergantungan beras. Kriteria ketergantungan beras menyatakan ketergantungan suatu wilayah sungai terhadap beras. Indikator ketergantungan beras merupakan rasio antara kebutuhan beras dan produksi beras pada wilayah sungai, dengan mengadopsi kriteria yang digunakan ADB (2016) yang aslinya adalah ketergantungan pangan dalam bentuk air maya, pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Kriteria Penilaian Ketergantungan Beras

Indeks ketergantungan	Nilai	Status
< 0,5	5	Sangat Baik
0,5 - 1,0	4	Baik
1,0 - 1,5	3	Sedang
1,5 - 3,0	2	Buruk
> 3	1	Sangat Buruk

Sumber: Adaptasi dari ADB (2016)

Dengan data produksi gabah kering giling setiap provinsi dari BPS, dan data jumlah penduduk serta konsumsi beras rata-rata tiap provinsi, diperoleh nilai indeks swasembada beras. Konversi dari data provinsi ke wilayah sungai dilakukan dengan dukungan Sistem Informasi Geografis seperti halnya pada data produktivitas sawah.

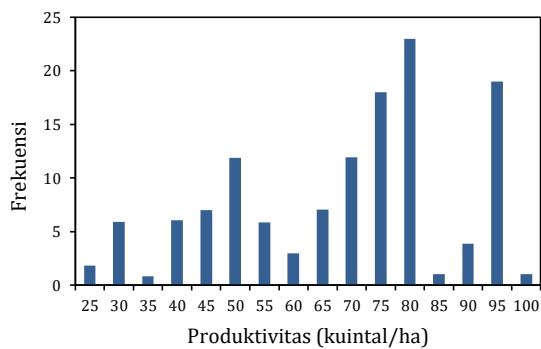
Hasil pemetaan swasembada beras pada Gambar 5 menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah sungai di Indonesia, kecuali di Papua, Maluku, Kepulauan Riau, dan Bangka Belitung pada umumnya memiliki nilai swasembada beras yang “cukup” sampai dengan “baik sekali”, artinya beras yang dihasilkan mencukupi untuk konsumsi penduduk di wilayah sungai, bahkan dapat mendukung pemenuhan kebutuhan beras pada wilayah sungai lainnya.

Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane dan Progo-Opak-Serang mendapat predikat swasembada beras yang “sangat buruk”, disebabkan karena padatnya penduduk pada kedua wilayah sungai tersebut dan relatif minimnya lahan sawah yang ada. Sedangkan wilayah sungai di Bangka-Belitung, Kepulauan Riau dan sebagian Papua (Kamundan Sebyar, Omba dan Wapoga-Mimika) juga berpredikat “sangat buruk” disebabkan minimnya luas lahan sawah pada wilayah sungai yang bersangkutan.

4.5. Indikator Produktivitas Sawah

Data produktivitas sawah diperoleh dari BPS, untuk provinsi di Indonesia. Untuk memperoleh nilai produktivitas sawah pada wilayah sungai, maka dilakukan analisis informasi geografis dengan cara tumpang tindih dengan asumsi homogenitas dalam provinsi, sehingga dapat dilakukan perhitungan produktivitas di wilayah sungai, dengan cara perbandingan luas provinsi yang masuk dalam wilayah sungai yang dikaji.

Kriteria status nilai produktivitas sawah didasarkan pada sebaran data dalam bentuk histogram pada Gambar 1, dan berdasarkan sebaran histogram ini, dibagi atas 5 status dengan menggunakan interval yang sama, maka dihasilkan kriteria status penilaian yang disajikan pada Tabel 5.



Gambar 1 Histogram Produktivitas Tahunan GKG dari 1 hektar sawah (kuintal/ha)

Tabel 5 Kriteria Penilaian Produktivitas GKG

Produktivitas (kuintal/ha)	Nilai	Status
> 55	5	Sangat Baik
45 - 55	4	Baik
35 - 45	3	Sedang
25 - 35	2	Buruk
< 25	1	Sangat Buruk

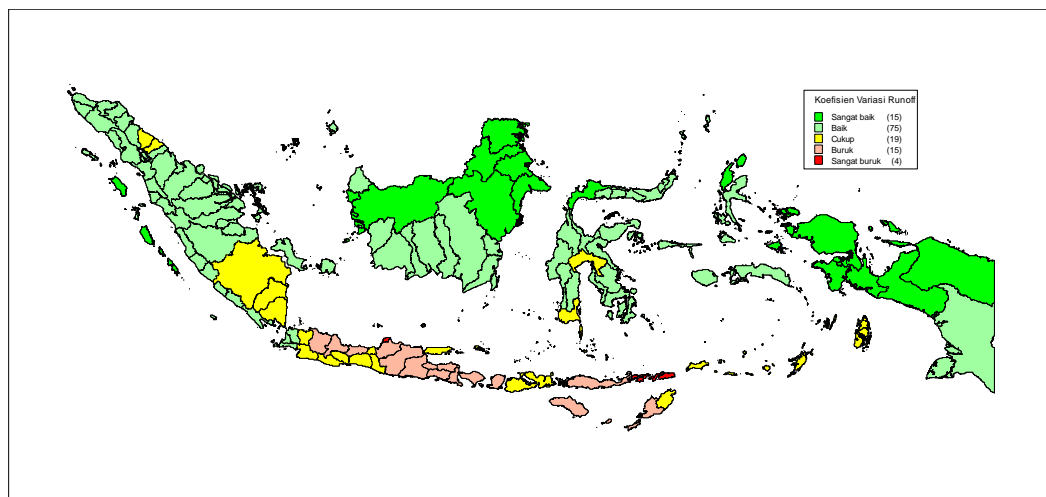
Sumber: Hasil Analisis

Hasil sebaran produktivitas pertanian pada wilayah sungai di Indonesia pada Gambar 6 menunjukkan bahwa angka produktivitas “sangat baik” dicapai pada wilayah sungai di Jawa dan Bali. Nilai “baik” diperoleh pada wilayah sungai di Nusa Tenggara Barat dan Maluku, sebagian Sumatera, Sulawesi, dan Papua.

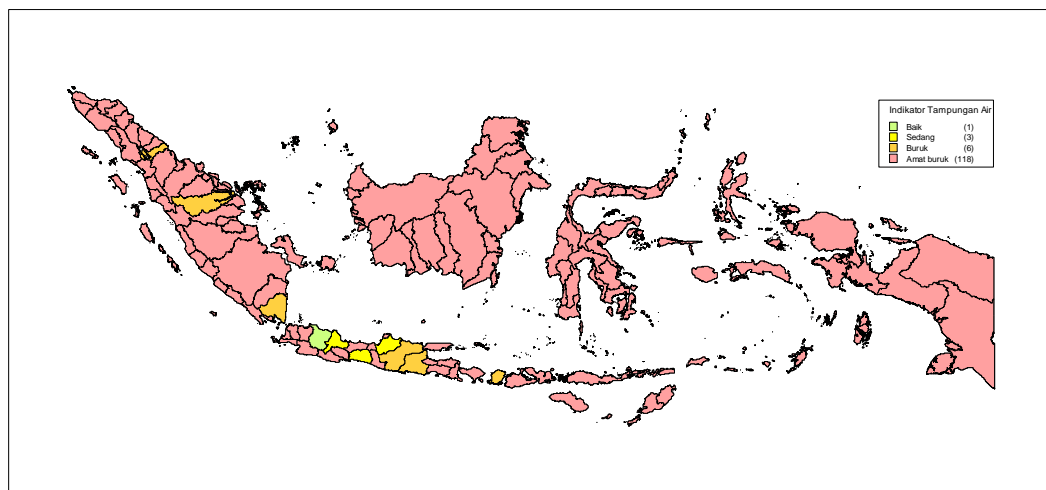
4.6. Indikator Ketahanan Air Irigasi

1. Penentuan bobot indikator

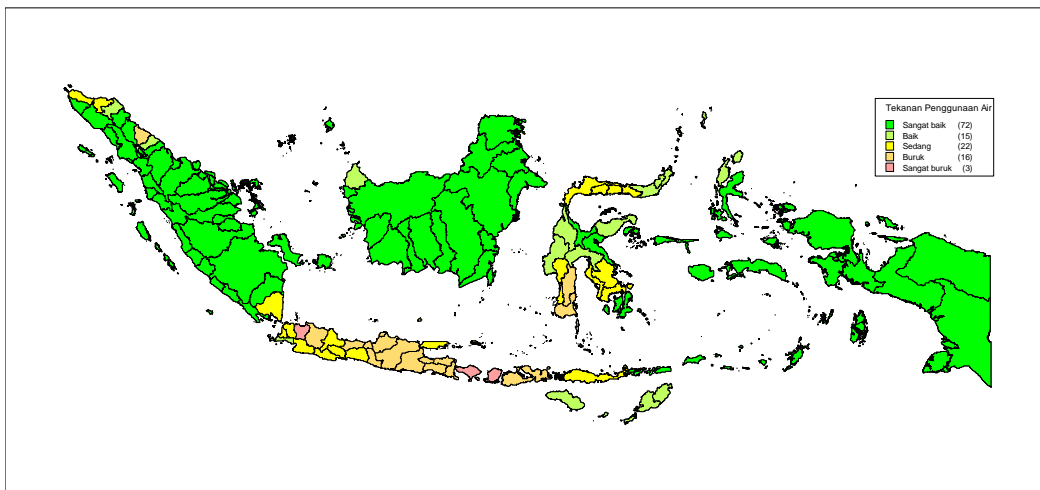
Dari lima buah indikator yang dikaji, yaitu produktivitas sawah, swasembada beras, tampungan, variabilitas hujan, dan tekanan penggunaan air, tidaklah memiliki bobot atau pengaruh yang sama terhadap ketahanan air irigasi. Untuk menentukan bobot masing-masing indikator, dilakukan penilaian dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), berdasarkan pengelompokan tiga kriteria: a) variabilitas pasok, b) tekanan penggunaan air dalam bentuk Indeks Penggunaan Air (IPA), dan c) kondisi irigasi, yang hasilnya disajikan pada Gambar 7.



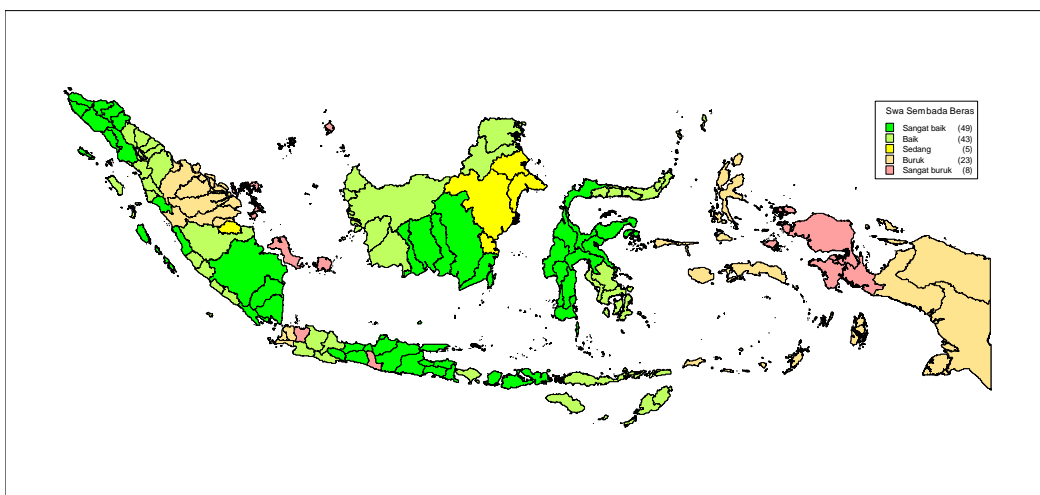
Gambar 2 Koeffisien Variasi Limpasan pada Wilayah Sungai



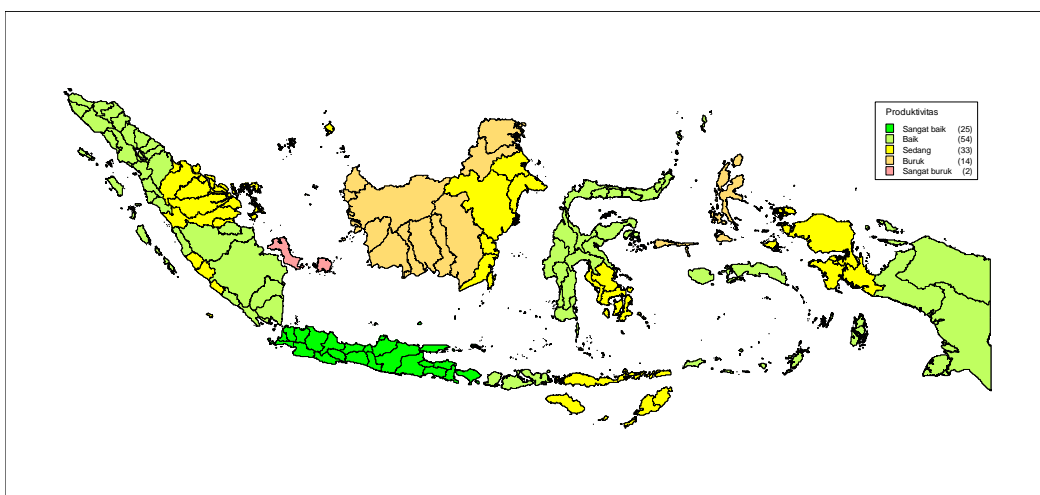
Gambar 3 Tampungan pada Wilayah Sungai



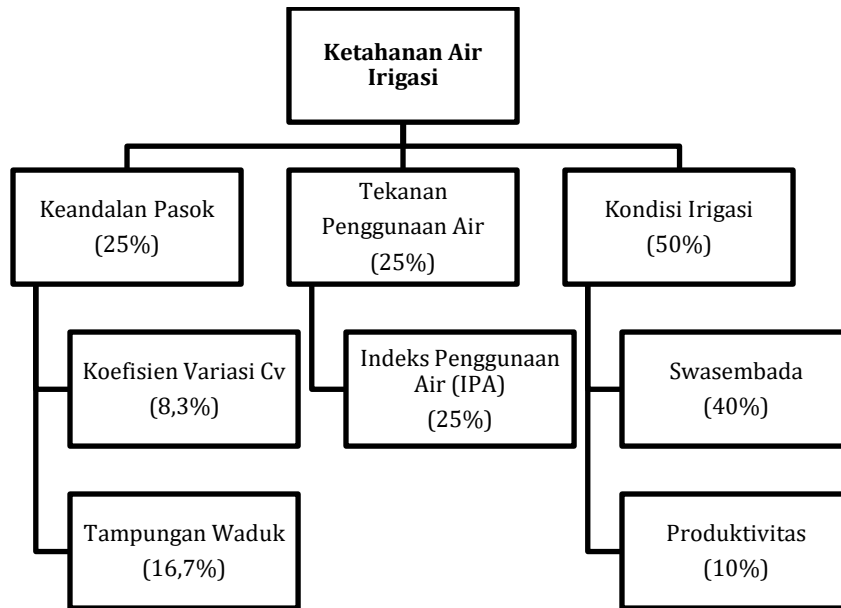
Gambar 4 Indeks Penggunaan Air pada Wilayah Sungai



Gambar 5 Swasembada Beras pada Wilayah Sungai



Gambar 6 Produktivitas Sawah Irigasi Ada Wilayah Sungai



Gambar 7 Struktur AHP dan Bobot Indikator

2. Peta Ketahanan Air Irigasi

Hasil Peta Ketahanan Air Irigasi pada wilayah sungai di Indonesia disajikan pada Gambar 8, sedangkan detail nilai indikator pada beberapa wilayah sungai dinyatakan dalam Diagram Radar pada Gambar 9. Pada umumnya ketahanan air irigasi di Indonesia selain Jawa adalah dalam kondisi “sedang” dan “baik”.

Nilai ketahanan air irigasi “sangat buruk” terjadi pada dua wilayah sungai di Jawa, yaitu Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane, dan Wilayah Sungai Progo-Opak-Serang. Kedua wilayah sungai ini memiliki pola indikator yang serupa pada diagram radar di Gambar 9 yaitu indikator Tekanan Penggunaan Air yang sangat buruk karena tingginya kebutuhan air. Kebutuhan air baku yang tinggi dan irigasi Cisadane terjadi di Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane yang meliputi wilayah administratif DKI Jakarta, sedangkan untuk Wilayah Sungai Progo-Opak-Serang yang meliputi wilayah administratif Daerah Istimewa Yogyakarta, juga tingginya kebutuhan air baku dan irigasi yang sangat intensif. Indikator lain yang membuat terpuruknya ketahanan air irigasi pada kedua wilayah sungai ini adalah nilai swasembada beras yang sangat buruk, disebabkan karena relatif minimnya luas lahan sawah dibandingkan dengan jumlah penduduk yang ada. Indikator ketiga yang juga sangat rendah adalah indikator jumlah tampungan waduk yang sangat buruk.

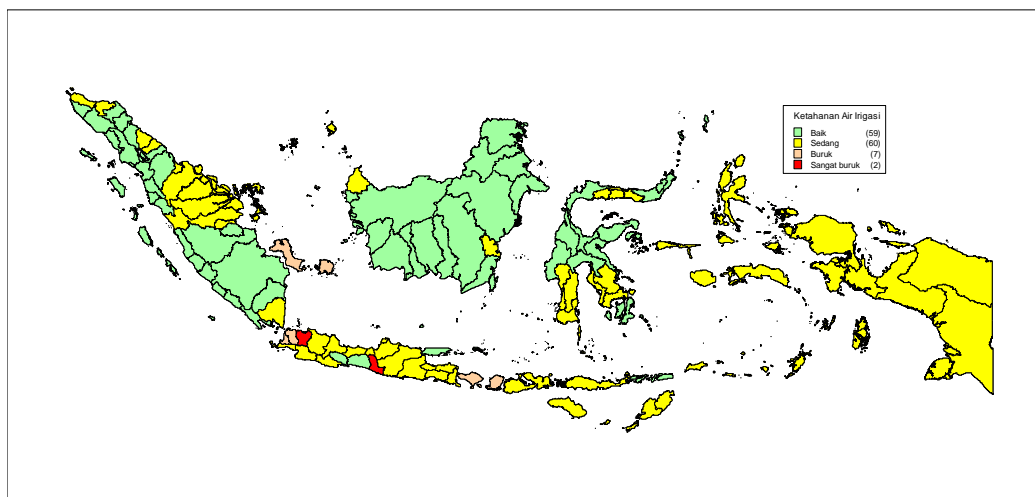
Wilayah sungai dengan katagori ketahanan air irigasi “buruk” adalah Wilayah Sungai Bangka, Belitung, Kepulauan Seribu, Cidanau-Ciujung-

Cidurian, Ciliman-Cibungur, Bali-Penida, dan Lombok.

Wilayah Sungai Cidanau-Ciujung-Cidurian dan Wilayah Sungai Ciliman-Cibungur memiliki pola indikator yang serupa, yaitu nilai indikator swasembada beras dan Indeks Penggunaan Air yang sangat rendah disebabkan karena padatnya penduduk pada kedua wilayah sungai tersebut. Kondisi ini diperparah dengan minimnya tampungan air yang membuat indikator tampungan menjadi “sangat buruk”.

Wilayah Sungai Bangka, Belitung, dan Kepulauan Seribu merupakan kepulauan dengan luas lahan irigasi yang sangat minim, sehingga nilai indikator swasembada beras dan produktivitas sawah sangat buruk, demikian pula indikator tampungan waduk.

Wilayah Sungai Bali-Penida dan Lombok memiliki pola indikator ketahanan air yang serupa, yaitu sebagai lumbung padi nasional memiliki irigasi yang sangat intensif dan telah mencapai kondisi optimal, dengan demikian nilai indikator Indeks Penggunaan Air menjadi “sangat buruk”, sementara variabilitas pasok yang “buruk”, dan jumlah tampungan air dalam bentuk waduk relatif terhadap jumlah air pada wilayah sungai yang “sangat buruk” di WS Bali-Penida dan “buruk” di WS Lombok. Walaupun swasembada beras dan produktivitas berada antara “baik” dan “sangat baik” namun ketiga indikator lainnya membuat kedua wilayah sungai yang telah dikelola secara optimal ini masuk ke dalam kategori ketahanan air yang “buruk”.



Gambar 8 Ketahanan Air Irigasi pada Wilayah Sungai

3. Validasi hasil

Untuk validasi hasil perhitungan nilai ketahanan air pada wilayah sungai, berikut ini adalah cuplikan berita-berita terkait dengan masalah kekurangan air irigasi.

Provinsi yang rawan terkena kekeringan sejak tahun 1995 adalah Jawa, Sumatera Selatan, Sulawesi Selatan, Bali, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur¹. Pada tahun 2015 yang sangat kering. Hingga akhir Juli 2015 kekeringan telah melanda 16 provinsi di Indonesia, meliputi 102 kabupaten atau kota dan 721 kecamatan di Indonesia. 111 ribu hektar lahan pertanian juga mengalami kekeringan. Provinsi yang mengalami kekeringan adalah Banten, Jabar, Jateng, DIY, Jatim, Bengkulu, Papua, NTB, NTT, Sumsel, Sulsel, Lampung, Riau, Kalsel, Kalteng dan Bali. Kekeringan paling banyak terjadi di Jateng, Lampung, Jabar, Jatim, Sumsel, dan NTB².

Tahun 2017 bukan merupakan tahun yang kering, namun demikian terdapat provinsi yang tetap mengalami kekeringan, yaitu Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur³.

Semua provinsi yang dalam pemberitaan surat kabar tersebut mengalami rawan kekeringan, pada analisis penelitian ini juga termasuk dalam ketahanan irigasi yang "buruk".

4. Upaya peningkatan ketahanan air irigasi

Peningkatan ketahanan air irigasi dilakukan berdasarkan indikator ketahanan air irigasi, yaitu: (i) menambah tampungan air berupa waduk, embung dan sebagainya; (ii) menambah luas irigasi jika kondisi ketersediaan pasok air

memungkinkan; (iii) penghematan air irigasi, antara lain dengan meningkatkan efisiensi irigasi; dan (iv) penghematan air untuk pengguna air lainnya.

Untuk meningkatkan ketahanan air irigasi pada Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane dan Progo-Opak-Serang, upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menambah tampungan air berupa waduk dan embung, selain upaya non-fisik berupa penghematan air.

Wilayah Sungai Cidanau-Ciujung-Cidurian dan Ciliman-Cibungur, keduanya memiliki indeks produktivitas yang tinggi, namun dengan padatnya penduduk menyebabkan buruknya nilai indeks swasembada beras dan indeks penggunaan air. Pembangunan bendungan dan prasarana penyediaan air akan dapat meningkatkan ketahanan air irigasi pada wilayah sungai ini.

Pada Wilayah Sungai Bangka dan Belitung, indikator Tekanan Pengguna Air yang "sangat baik" menunjukkan bahwa pada wilayah sungai ini jumlah air yang tersedia masih sangat mencukupi untuk pengembangan irigasi. Pengembangan irigasi dan pembangunan bendungan dan pemanfaatan danau yang telah ada akan memungkinkan peningkatan ketahanan air irigasi pada wilayah sungai ini.

Pada lumbung padi nasional Wilayah Sungai Bali-Penida dan Lombok, walaupun memiliki nilai produktivitas dan swasembada beras yang sangat tinggi, namun mengalami Tekanan Penggunaan Air dari irigasi dan pengguna air lainnya, atau dengan lain perkataan bahwa penggunaan air telah mencapai titik optimal. Peningkatan ketahanan air irigasi dapat dilakukan dengan menambah tampungan air melalui pembangunan bendungan dan embung.

¹ Harian Republika, 8 September, 2014

² Tribun Yogya, 1 Agustus 2015

³ Mongabay, 15 September 2017



Gambar 9 Diagram Radar Ketahanan Air Irigasi

V. KESIMPULAN

Ketahanan air irigasi pada wilayah sungai di Indonesia pada umumnya dalam kondisi “sedang” dan “baik”. Kondisi “sangat buruk” hanya terjadi pada wilayah sungai Ciliwung-Cisadane dan Wilayah Sungai Progo-Opak-Serang. Upaya yang dapat dilakukan adalah pembangunan tampungan air berupa waduk dan embung, serta penghematan air untuk semua pengguna air.

Kondisi “buruk” terjadi pada Wilayah Sungai Bangka, Belitung, Cidanau-Ciujung-Cidurian, Ciliman-Cibungur, Progo-Opak-Serang, Bali-Penida, dan Lombok. Peningkatan ketahanan air irigasi pada Wilayah Sungai Bangka dan Belitung disarankan dengan pengembangan irigasi, sedangkan untuk Wilayah Sungai Bali-Penida, Cidanau-Ciujung-Cidurian, dan Ciliman-Cibungur, perlu pembangunan bendungan dan embung, serta peningkatan kinerja jaringan irigasi dan penghematan air bagi pengguna air lainnya.

Indeks Ketahanan Air pada wilayah sungai di Indonesia yang diperoleh dari penelitian ini merupakan potret kondisi ketahanan air pada saat ini. Prakiraan perubahan indeks ketahanan air irigasi pada masa mendatang akibat perubahan iklim, penambahan penduduk, pengelolaan irigasi dan skenario lainnya merupakan topik yang perlu diteliti lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; khususnya juga kepada Kepala Balai Litbang Hidrologi dan Tata Air, yang telah mempercayakan kami dalam melaksanakan kegiatan penelitian Ketahanan Air pada Wilayah Sungai di Indonesia, yang didanai APBN Tahun Anggaran 2017. Terima kasih juga kami sampaikan pada Bapak Prof. R. Wahyudi Triweko Ph.D, dan tim narasumber lainnya yang telah memberi arahan dan masukan yang mencerahkan.

DAFTAR PUSTAKA

- ADB. (2016). *Asian Water Development Outlook 2016, Description of Methodology and Data*. Diperoleh dari <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/222676/awdo-2016-methodology-data.pdf>
- Asdak, C. (2015). Manajemen Konservasi Sumber Daya Air Terpadu: Prasyarat Ketahanan Pangan. Dalam *Proceeding "Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup"*. (pp. 1–7). Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Beek, E. Van, & Arriens, W. L. (2014). *Water Security: Putting the Concept into Practice*. Stockholm, Sweden: Global Water Partnership.
- Clement, F. (2013). From Water Productivity to Water Security: A Paradigm Shift? Dalam B. Lankford, K. Bakker, M. Zeitoun, & D. Conway (Ed.), *Water Security: Principles, Perspectives and Practices* (pp. 148–165). London, UK: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203113202>
- Cook, C., & Bakker, K. (2012). Water security: Debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, 22(1), 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.011>
- Falkenmark, M. (2013). Adapting to climate change: towards societal water security in dry-climate countries. *International Journal of Water Resources Development*, 29(2), 123–136. <https://doi.org/10.1080/07900627.2012.721714>
- Falkenmark, M., Lundqvist, J., & Widstrand, C. (1989). Macro-Scale Water Scarcity Requires Micro-Scale Approaches - Aspects of Vulnerability in Semi-Arid Development. *Natural Resources Forum*, 13(4), 258–267.
- Fischer, G., Hizsnyik, E., Tramberend, S., & Wiberg, D. (2015). *Towards indicators for water security - A global hydro-economic classification of water challenges* (IR-15-013). IIASA Interim Report. Laxenburg, Austria. Diperoleh dari <http://pure.iiasa.ac.at/11676/1/IR-15-013.pdf>
- Gain, A. K., Giupponi, C., & Wada, Y. (2016). Measuring global water security towards sustainable development goals. *Environmental Research Letters*, 11(124015). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/124015>
- Gohar, A. A., Amer, S. A., & Ward, F. A. (2015). Irrigation infrastructure and water appropriation rules for food security. *Journal of Hydrology*, 520, 85–100. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.036>
- Grey, D., & Sadoff, C. W. (2007). Sink or Swim? Water security for growth and development, *Water Policy*, 9(6), 545–571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>
- Head, B., & Cammerman, N. (2010). *The Water-Energy Nexus: A Challenge for Knowledge and Policy* (Urban Water Security Research Alliance Technical Report No. 39). Diperoleh dari <http://www.urbanwateralliance.org.au/publications/UWSRA-tr39.pdf>
- Khan, S. (2014). Water Security: Responses to Lokal, Regional, and Global Challenges with Special Reference to Asia-Pacific Region. Dalam *APAN 37, Masterclass on Network-enabled Collaboration on Flood Mitigation and Water Security*. Bandung: UNESCO.
- Mason, N., & Calow, R. (2012). *Water security: from abstract concept to meaningful metrics; An initial overview of options* (Working Paper 357). London, UK. Diperoleh dari <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7865.pdf>
- Pastor, A. V., Ludwig, F., Biemans, H., Hoff, H., & Kabat, P. (2014). Accounting for environmental flow requirements in global water assessments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(12), 5041–5059. <https://doi.org/10.5194/hess-18-5041-2014>
- Radhika, Firmansyah, R., & Hatmoko, W. (2017). Konsep Indikator Ketahanan Air Irigasi. Dalam *Prosiding Seminar Nasional INACID Jambi-Indonesia, 10-11 Maret 2017* (pp. 10–11). Jambi: INACID.
- Rasul, G., & Sharma, B. (2016). The nexus approach to water–energy–food security: an option for adaptation to climate change. *Climate Policy*, 16(6), 682–702. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>
- Smakhtin, V. U., & Schipper, E. L. F. (2008). Droughts : The impact of semantics and perceptions. *Water Policy*, 10(2), 131–143. <https://doi.org/10.2166/wp.2008.036>
- UN-Water. (2013). *Water Security & the Global Water Agenda* (A UN-Water Analytical Brief). Diperoleh dari http://www.unwater.org/app/uploads/2017/05/analytical_brief_oct2013_web.pdf