

Evaluasi Daya Dukung Lingkungan Berbasis Neraca Air Di Kota Batu

Evaluation of Carrying Capacity Based On Water Balance In Batu City

Erick Udi Artha¹, BambangRahadi^{2*}, Bambang Suharto²

¹MahasiswaJurusan Keteknikan PertanianUniversitas Brawijaya,Jl. Veteran, Malang 65145

²Dosen Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

*Email Korespondensi : jbrahadi@ub.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk, industri, dan eksploitasi terhadap alam secara tidak terkendali tentunya berakibat buruk terhadap sistem daya dukung lingkungan aspek sumberdaya air. Dalam menjaga kelestarian sumberdaya air pada suatu wilayah perlu adanya studi (pengawasan) terhadap status daya dukung lingkungan berbasis neraca air di wilayah tersebut. Tujuan Penelitian ini adalah menentukan status daya dukung lingkungan berbasis neraca air pada kondisi saat ini (2012) dan memprediksi pada 20 tahun kedepan (2032) berdasarkan rencana tata ruang dan wilayah (RTRW). Hasil analisa status daya dukung lingkungan berbasis neraca air tiap Kecamatan di Kota Batu pada tahun 2012 menunjukkan kondisisurplus, dengan nilai neraca air Kecamatan Bumiaji sebesar $216.01 \times 10^6 \text{ m}^3$, Kecamatan Batu sebesar $45.25 \times 10^7 \text{ m}^3$, dan Kecamatan Junrejo $14.48 \times 10^6 \text{ m}^3$. Hasil prediksi status daya dukung lingkungan berbasis neraca air di Kota Batu pada tahun 2032 juga menunjukkan nilai surplus, dengan nilai neraca air Kecamatan Bumiaji sebesar $214.75 \times 10^6 \text{ m}^3$, Kecamatan Batu sebesar $43.28 \times 10^7 \text{ m}^3$, dan Kecamatan Junrejo sebesar $13.86 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Kata kunci : daya dukung lingkungan, neraca air, dan rencana tata ruang wilayah (RTRW)

Abstract

The increase of population, industry, and the exploitation of the natural course uncontrollable adverse effects on the environmental aspects of the system carrying capacity of water resources. . In conserving water resources in a region of the need for the study (control) of the status of environmental capacity-based water balance in the region. The purpose of this study was to determine the status of the environmental carrying capacity of water balance based on current conditions (2012) and predicts the next 20 years (2032) based on spatial and Territorial Plan (RTRW). The analysis result of the status of environment support based water balance every sub district in the Batu city at 2012 show the condition of a surplus , with a value of water balance Kecamatan Bumiaji of $216.01 \times 10^6 \text{ m}^3$, Kecamatan Batu of $45.25 \times 10^7 \text{ m}^3$, and Kecamatan junrejo $14.48 \times 10^6 \text{ m}^3$. Predictions the status of environment support based water balance in the Batu city at 2032 year also reflects the surplus , with a value of water balance Kecamatan Bumiaji of $214.75 \times 10^6 \text{ m}^3$, Kecamatan Batu of $43.28 \times 10^7 \text{ m}^3$, and Kecamatan Junrejo of $13.86 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Keywords :environmental support power, water balance, spatial plan (RTRW)

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk, industri, dan eksploitasi terhadap alam secara tidak terkendali tentunya berakibat buruk terhadap sistem daya dukung lingkungan. Menanggapi hal tersebut, maka perlu adanya suatu pengendalian dalam upaya pelestarian daya dukung lingkungan. Salah satu aspek daya dukung lingkungan yang

harus diperhatikan adalah aspek sumberdaya air, dimana air menjadi hal utama yang tidak bisa lepas dari kehidupan ini. Analisis daya dukung lingkungan aspek sumberdaya air pada suatu wilayah dapat dilakukan melalui 4 (empat) hirarki analisis, yaitu meliputi penetapan status daya dukung lingkungan berbasis neraca air, kajian sumberdaya iklim untuk pertanian, analisis potensi suplai air, dan kajian

indikator degradasi sumberdaya air (Prastowo, 2010).

Kota Batu merupakan Kota di Provinsi Jawa Timur dengan ketersediaan sumberdaya alam yang berlimpah dan kondisi keindahan alam yang mendukung sehingga menjadikannya sebagai salah satu objek wisata utama. Hal tersebut memacu peningkatan jumlah penduduk, pembangunan industri, serta eksploitasi alam di Kota Batu secara tidak terkendali yang tentunya dapat mengancam kondisi sumberdaya alam-nya. Salah satu aspek utama adalah ancaman terhadap sumberdaya air-nya, yang mana air merupakan komponen utama yang tidak dapat dilepaskan dalam berlangsungnya kehidupan di bumi ini.

Sebagai upaya pelestarian sumberdaya air, maka dilakukan penelitian terhadap status daya dukung lingkungan berbasis neraca air dengan studi kasus Kota Batu, Jawa Timur. Prastowo (2010) menyatakan status daya dukung lingkungan berbasis neraca air di suatu wilayah dapat diketahui melalui proses pengumpulan data, pengolahan data, dan perhitungan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan evaluasi tentang kondisi neraca air Kota Batu pada saat ini (2012) dan memprediksi pada 20 tahun mendatang (2032) sehingga dapat memberikan referensi sebagai acuan untuk masyarakat, instansi, dan seluruh pihak terkait di Kota Batu dalam menjaga kondisi sumberdaya air-nya dengan memberikan pemahaman tentang pembangunan yang berwawasan lingkungan.

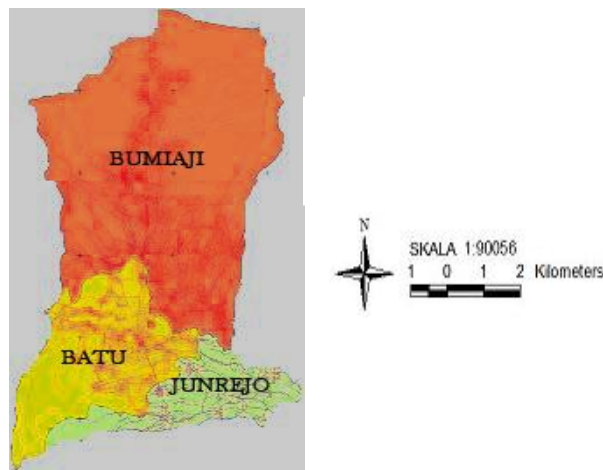
BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif yaitu dengan mendeskripsikan kondisi keseimbangan air Kota Batu melalui hasil perhitungan.

Lokasi Penelitian

Kota Batu terbagi menjadi dua bagian utama yaitu daerah lereng/bukit dan daerah dataran. Sebagai daerah yang topografinya didominasi wilayah perbukitan. Kota Batu memiliki pemandangan alam yang sangat indah, sehingga banyak dijumpai tempat-tempat wisata yang mengedepankan potensi wisata alam. Kota Batu memiliki luas

wilayah sebesar 19908.72 Ha. Kota Batu terletak diantara 122° 17' - 122° 57' Bujur Timur dan 7° 44' - 8° 26' Lintang Selatan. Secara Administratif sampai dengan tahun 2012, wilayah Kota Batu terbagi atas 3 Kecamatan, yaitu Kecamatan Batu, Bumiaji, dan Junrejo (Gambar 1)



Gambar 1. Peta Administrasi Kota Batu

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu : a) peta wilayah Kota Batu, b) data curah hujan wilayah dari tahun 2003-2012, terdiri dari 7 stasiun hujan (Stasiun Junggo, Ngaglik, Ngujung, Pendem, Temas, Tinjumoyo dan Tlekung) yang diperoleh dari Dinas Pengairan Kota Batu, c) data iklim wilayah Kota Batu dari tahun 2003-2012 yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Karangploso, d) data jumlah penduduk wilayah e) data pertanian, dan f) data jumlah pekerja industri di Kota Batu tahun 2003-2012 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Batu serta BPS Pusat Jawa Timur.

Pengolahan Data

Data sekunder yang diolah pada penelitian ini yaitu: a) data curah hujan wilayah Kota Batu yang dipergunakan untuk mengetahui ketersediaan air hujan, b) data iklim, komoditas pertanian, dan luas arel irigasi wilayah Kota Batu dipergunakan untuk menghitung kebutuhan air tanaman, c) data jumlah penduduk wilayah Kota Batu untuk mengetahui jumlah kebutuhan air penduduk, dan d) data jumlah pekerja industri di Kota Batu untuk mengetahui jumlah kebutuhan air industri tiap Kecamatan di Kota Batu pada kondisi

sekarang (2012) hingga 20 tahun mendatang (2032)

Pengolahan data spasial dilakukan menggunakan Software *ArcView GIS 3.3*, sedangkan untuk data non spasial diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Pengolahan data non spasial dilakukan untuk menentukan ketersediaan air, memproyeksikan data penentu kebutuhan air, menentukan kebutuhan air, dan untuk mengetahui status daya dukung lingkungan pada tiap kecamatan di Kota Batu.

1. Ketersediaan Air

Ketersediaan air merupakan jumlah air (debit) yang diperkirakan ada terus menerus dalam sungai dan air hujan yang langsung jatuh dalam jumlah tertentu pada periode tertentu. Di sebagian besar wilayah, pola ketersediaan air bergantung pada pola curah hujan dan tatanan hidrologi pada wilayah tersebut. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut sebagai curah hujan daerah dan dinyatakan dalam mm (Zulkipli, 2012)

Perhitungan ketersediaan air di Kota Batu didasarkan pada ketersediaan air hujan yang dihitung dengan metode Thiessen. Koefisien Thiessen merupakan persentasi luasan tiap poligon, dimana menurut Soemarto (1999) hujan rerata kawasan dapat ditentukan dari perkalian antara luasan tiap poligon (A_i) dalam dengan ketinggian hujan (CH) di tiap stasiun yang berada dalam poligon (Persamaan 1).

$$\overline{CH} = \frac{\sum_{i=1}^n CH_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (1)$$

Setelah rerata hujan didapatkan, maka dilakukan perhitungan ketersediaan air hujan (KA) dengan mengalikannya antara curah hujan rata-rata (\overline{CH}) dengan luasan wilayah (A) tiap Kecamatan.

$$KA = \overline{CH} \times A \quad (2)$$

2. Kebutuhan Air Penduduk

Menurut Direktorat Pengairan dan Irigasi (2006), kebutuhan air penduduk adalah kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sehari-hari. Kebutuhan air

penduduk antara lain: 1) Minum; 2) Memasak; 3) Mandi, cuci, kakus (MCK); dan 4) Lain-lain, seperti cuci mobil, menyiram tanaman dan sebagainya. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang ada di Kota Batu dan mengalikannya dengan standar kebutuhan air (ditentukan berdasarkan jumlah penduduk dalam Kota Batu) (Tabel 1).

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Penduduk Berdasarkan Jumlah Penduduk dan Jenis Kota

JP	KK	KA
> 2.000.000	Metropolitan	> 210
1.000.000 - 2.000.000	Metropolitan	150 - 210
500.000 - 1.000.000	Besar	120 - 150
100.000 - 500.000	Besar	100 - 150
20.000 - 100.000	Sedang	90 - 100
3.000 - 20.000	Kecil	60 - 100

JP= jumlah penduduk (jiwa), KK= Kategori Kota, KA= kebutuhan air ($L \text{ orang}^{-1} \text{ hari}^{-1}$).

Proyeksi parameter penentu kebutuhan air penduduk dilakukan dengan metode geometri, aritmatik, dan eksponensial. Setelah dilakukan perhitungan dengan ketiga metode tersebut, kemudian dipilih salah satu metode (geometri/aritmatik/eksponensial) yang sesuai dengan mempertimbangkan nilai koefisien korelasi tertinggi yang mendekati +1 (Dajan, 1986).

3. Kebutuhan Air Industri

Kebutuhan air industri adalah kebutuhan air untuk proses industri, termasuk bahan baku, kebutuhan air pekerja industri dan pendukung kegiatan industri. Kebutuhan air untuk pendukung kegiatan industri dapat disesuaikan untuk jenis dan jumlah tenaga kerja industri tersebut. Kebutuhan air industri dihitung berdasarkan jumlah masing-masing industri (besar, sedang, kecil) yang ada di Kota Batu dan mengalikannya dengan standar kebutuhan air (ditentukan berdasarkan jumlah tenaga kerja dalam Kota Batu). Kebutuhan air industri dapat dibedakan dalam beberapa proses industri (Tabel 2).

Tabel 2. Standar Kebutuhan Air Industri Berdasarkan Jumlah Tenaga Kerja dan Jenis Industri

Jl	N	KAI
Industri Kecil	100 - 900	1600 - 11200
Industri Sedang	1000 - 2500	12000 - 86000
Industri Besar	>2600	90000 - 140500

Jl= jumlah industri, N= jumlah pekerja (jiwa), KAI= kebutuhan air irigasi (L hari⁻¹). Sumber :Direktorat Pengairan dan Irigasi (2006)

4. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi di dihitung pada tiap Kecamatan di Kota Batu dengan mengacu pada data pertanian yang diperoleh dari badan statistic (BPS) Kota Batu. Perhitungan kebutuhan air irigasi pada penelitian ini dibatasi dengan hanya memperhitungkan beberapa tanaman saja (tanaman yang menjadi komoditi mayoritas di Kota Batu). Tanaman mayoritas yang dipilih dikelompokkan berdasarkan lahan/tempat tumbuh tanaman tersebut. Tanaman yang dipilih untuk dihitung kebutuhan air-nya pada lahan sawah adalah tanaman padi, sedangkan pada lahan pekarangan dipilih tanaman apel. Untuk lahan yang berupa kebun/tegal dipilih 3 tanaman utama yaitu kubis, kentang, dan tomat.

Menurut Suharto (2005) kebutuhan air irigasi adalah air yang disuplai untuk tanaman agar menjamin bahwa tanaman menerima kebutuhan secara penuh atau menentukan porsinya terlebih dahulu. Menurut Direktorat Pengairan dan Irigasi (2006) kebutuhan bersih air irigasi (IG) di suatu wilayah (sawah) dapat dihitung dengan mempertimbangkan luasan area irigasi (A), kebutuhan air selama penyiapan lahan (IR), kebutuhan air konsumtif tanaman (Etc), Perkolasi (P), curah hujan efektif (ER), dan efisiensi irigasi (EI).

Luas areal irigasi (A) mengacu pada tiap komoditi utama yang tumbuh di masing-masing luasan lahan (dalam m² pada tiap Kecamatan di Kota Batu berdasarkan data pertanian yang diperoleh dari BPS Kota Batu).

Perhitungan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan (IR) dapat menggunakan metode *Van de Goor dan Zittstra* dengan mempertimbangkan kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah (M) dan koefisien kehilangan air (k) (Persamaan 3).

$$PL = M \times e^k / (e^k - 1) \quad (3)$$

Kebutuhan air untuk konsumtif tanaman (Etc) adalah sejumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada saat berfotosintesis. Menurut Doorenboos (1998),

kebutuhan air untuk konsumtif tanaman dapat dihitung dengan mempertimbangkan angka koreksi Penman (c), evapotranspirasi potensial (Eto), dan koefisien tanaman (kc), (Persamaan 4 dan Tabel 3).

$$Etc = c \cdot Eto \cdot kc \quad (4)$$

Tabel 3. Nilai rata – rata koefisien tanaman (kc) pada beberapa macam tanaman

Tanaman	kc
Anggur	0.80 - 0.90
Bawang	0.80 - 0.90
Jeruk	0.65 - 0.75
Kedelai	0.75 - 0.90
Kentang	0.75 - 0.90
Padi	1.05 - 1.20
Semangka	0.75 - 0.85
Sorgum	0.75 - 0.85
Tebu	0.85 - 1.05
Tembakau	0.85 - 0.95
Tomat	0.75 - 0.90
Gandum	0.80 - 0.90

Sumber : Doorenboos dan Kassam (1998)

Menurut Wirosedarmo (2007), daya perkolasi sama dengan laju perkolasi (P) maksimum yang dimungkinkan, laju perkolasi sangat dipengaruhi oleh faktor tanah dan permeabilitas tanah, tinggi permukaan tanah dan tebal lapisan tanah atas, lapisan kedap serta topografi daerah tersebut (Tabel 4).

Tabel 4. Laju Perkolasi untuk Berbagai Tekstur Tanah

Tekstur Tanah	Perkolasi (mm / hari)
Lempung Berpasir	3 – 6
Lempung	2 – 3
Liat berlempung	1 – 2

Menurut Ahmad (2011), curah hujan efektif (ER) merupakan curah hujan untuk irigasi dengan tingkat terjadinya hujan sebesar 80%. Nilai ER diperoleh dari pengolahan data curah hujan tahunan hasil pengamatan pada stasiun curah hujan yang ada di suatu wilayah. Faktor utama yang dipertimbangkan adalah jumlah pengamatan tahun hujan (n) (Persamaan 5).

$$ER = \left(\frac{n}{5} + 1\right) \quad (5)$$

Efisiensi irigasi (EI) lebih didefinisikan secara luas untuk aplikasi efisiensi yang terdapat pada kebutuhan irigasi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Menurut Wirosedarmo (2007) ditinjau dari segi pertanian, maka efisiensi irigasi dapat

didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah air yang nyata bermanfaat bagi tanamanyang diusahakan terhadap jumlah air yang tersedia atau diberikan. Efisiensi yang umum digunakan adalah sebesar 80 %.

Berdasarkan uraiain tersebut, maka didapatkan perhitungan nilai kebutuhan air irigasi (*IG*) (Persamaan 6)

$$IG = \frac{(IR+Etc+RW+P-ER)}{EI} \times A \quad (6)$$

Analisis Data

Prastowo (2010) menyatakan analisis status daya dukung lingkungan berbasis neraca air (DDL-air) menunjukkan perbandingan antara kondisi ketersediaan air pada suatu kondisi wilayah dengan kebutuhan yang ada. Dari perbandingan keduanya, diperoleh status kondisi ketersediaan air pada wilayah tersebut. Kriteria status DDL-air dinyatakan dengan *surplus-deficit* neraca air dan rasio *supply / demand*. Kriteria status DDL-air disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Penetapan Status DDL- air

Kriteria	Status DDL-air
Rasio <i>supply / demand</i> > 2	Daya dukung lingkungan aman (<i>sustain</i>)
Rasio <i>supply / demand</i> 1-2	Daya dukung lingkungan aman bersyarat (<i>conditional sustain</i>)
Rasio <i>supply / demand</i> < 1	Daya dukung lingkungan telah terlampaui (<i>overshoot</i>)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Air

Perhitungan ketersediaan air di Kota Batu hanya mengacu pada ketersediaan air hujan dan tidak mengacu pada ketersediaan debit sungai dikarenakan letak sungai-sungai di Kota Batu cenderung pada posisi hulu. Ketersediaan air hujan di Kota Batu ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ketersediaan Air di Kota Batu Dirinci Menurut Kecamatan

Kecamatan	CH	A	K _A
Batu	1.44	44.85	64.39
Junrejo	1.53	25.59	39.13
Bumiaji	1.82	127.87	233.31
Kota Batu	4.79	198.31	336.83

CH= curah hujan tahunan (m), A= luasan wilayah ($\times 10^6 \text{m}^2$). K_A = ketersediaan air hujan ($\times 10^6 \text{m}^3$)

Kondisi wilayah Kota Batu yang cenderung merupakan daerah pegunungan, maka ketersediaan air dihitung dengan menggunakan metode Thiessen. Purnama et al, (2012) dengan studi neraca air di DAS

Kupang dan DAS Sengkarang menyatakan ketersediaan air hujan dihitung dengan metode isohyet. Metode dipilih dengan mengacu pada letak wilayah penelitian.

Kebutuhan Air

Kebutuhan air pada penelitian ini mencakup tiga pokok utama yaitu kebutuhan air domestik (penduduk), kebutuhan air industri, dan kebutuhan air irigasi. Kebutuhan air tersebut dirinci pada tiap-tiap kecamatan di Kota Batu. Jumlah kebutuhan air tahun 2012 dan 2032 pada tiap Kecamatan di Kota Batu ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kebutuhan Air di Kota Batu Dirinci Menurut Kecamatan

Kecamatan	KAP		KAI	IG	KBA	
	2012	2032			2012	2032
Batu	3.99	5.96	0.57	14.58	19.15	21.11
Junrejo	2.12	3.41	0.49	14.66	17.27	18.56
Bumiaji	2.48	3.10	0.51	21.66	24.65	25.27
Kota Batu	8.59	12.47	1.58	50.90	61.07	64.95

KAP=kebutuhan air penduduk ($\times 10^6 \text{m}^3$), KAI= kebutuhan air industri ($\times 10^6 \text{m}^3$), IG= kebutuhan air irigasi ($\times 10^6 \text{m}^3$), KBA= kebutuhan air total ($\times 10^6 \text{m}^3$).

Perhitungan prediksi kebutuhan air pada penelitian ini dibatasi dengan hanya memproyeksikan kebutuhan air penduduk dikarenakan laju pertumbuhan penduduk di Kota Batu yang tinggi. Kondisi kebutuhan air penduduk dari tahun 2012 ke 2032 mengalami peningkatan sebesar 45%, sedangkan kebutuhan air total dari tahun 2012 ke 2032 mengalami peningkatan sebesar 0.06 %. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian dari Purnama et al, (2012), dimana peningkatan jumlah penduduk berkorelasi positif terhadap tingkat kebutuhan air penduduk.

Status Daya Dukung Lingkungan Berbasis Neraca Air

Nilai rasio *supply/demand* untuk penentuan status daya dukung lingkungan berbasis neraca air di tiap Kecamatan di Kota Batu disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kondisi Daya Dukung Lingkungan Berbasis Neraca Air di Kota Batu Dirinci Menurut Kecamatan

Kecamatan	Rasio Supply/ Demand		Status DDL-air	
	2012	2032	2012	2032
Batu	3.36	3.05	aman	aman
Junrejo	1.59	1.55	aman	aman
Bumiaji	13.51	12.57	aman	aman
Kota Batu	5.52	5.19	aman	aman

Kondisi daya dukung lingkungan berbasis neraca air di tiap Kecamatan Kota Batu semuanya berstatus *surplus*aman, baik pada kondisi eksisting (2012) maupun pada prediksi (2032). Hasil tersebut didasarkan pada nilai neraca air, dimana semakin tinggi nilai neraca airnya maka semakin besar nilai rasio *supply/demand* atau dengan kata lain semakin terjamin kondisi ketersediaan sumberdaya airnya.

Kondisi tersebut menggambarkan bahwa tingkat curah hujan di Kota Batu cenderung tinggi dikarenakan letak wilayahnya merupakan daerah pegunungan. Ahmadhani, et al, (2014) menyatakan bahwa kondisi daya dukung lingkungan berbasis neraca air di Kota Malang pada Kecamatan Lowokwaru, Blimbing, dan Klojen menunjukkan kondisi aman bersyarat, yang mana hal tersebut juga dipengaruhi oleh curah hujan di wilayah tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa curah hujan di Kota Batu lebih tinggi dibandingkan Kota Malang.

Hasil perhitungan *surplus-defisit* neraca air didapatkan nilai *surplus* pada Kecamatan Bumiaji, Batu, dan Junrejo dengan status aman hingga tahun 2032 sehingga ketersediaan air Kota Batu dapat mencukupi akan kebutuhan airnya. Hasil prediksi menunjukkan terjadinya peningkatan kuantitas kebutuhan air pada status daya dukung lingkungan berbasis neraca air di Kota Batu menurut rencana tata ruang wilayah tahun 2032 sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk yang berkorelasi terhadap kebutuhan air domestik. Penelitian ini menunjukkan bahwa sumberdaya air di Kota Batu masih sangat aman atau dengan kata lain dapat mencukupi kebutuhan airnya hingga tahun 2032. Namun demikian sumberdaya air tersebut masih harus dijaga dalam segi

kuantitas dan kualitas dalam usaha pelestariannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Mahmud. 2011. *Buku Ajar Hidrologi Teknik*. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Ahmadhani D.N., Sutanahaji A.T, Susanawati L.D. *Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Untuk Daya Dukung Lingkungan (Studi Kasus Kota Malang)*. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Volume No. :13-20.
- Dajan, Anto. 1986. *Pengantar Metode Statistik Jilid 1*. LP3ES. Jakarta
- Direktorat Pengairan dan Irigasi. 2006. *Identifikasi Masalah Pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Doorenbos J., Kassam AH. 1988. *Yield Response to Water*. Food And Agriculture Organization of The United Nations. Roma.
- Prastowo. 2010. *Kajian Daya Dukung Lingkungan Daerah Aliran Sungai*. Paper: "Workshop Daya Dukung Lingkungan". Kementerian Lingkungan Hidup RI. Jakarta.
- Purnama S. Trijuni S., Hanafi F. 2012. *Analisis Neraca Air di DAS Kupang dan Sengkarang*. ISBN : 978-602-19549-8-0. UGM. Jogjakarta.
- Soemarto, C. D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Pramita. Bandung.
- Suharto, Bambang. 2005. *Irigasi Lokal*. Fakultas Teknologi Pertanian UB. Malang.
- Wirosoedarmo, Ruslan. 2007. *Drainase Pertanian*. Fakultas Teknologi Pertanian UB. Malang.
- Zulkipli 2012. *Analisa Neraca Air Permukaan DAS Renggung untuk Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi dan Domestic Penduduk Kabupaten Lombok Tengah*. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 3, No. 2: 87-96.