

Model Neraca Air Untuk Simulasi Daya Dukung Lingkungan (Studi Kasus Kota Batu)

Water Balance Model For Carrying Capacity Assessment (Case Study of Batu)

Nailufar Fadilah¹, Alexander Tunggul Sutan Haji^{2*}, dan Bambang Rahadi Widiatmono²

¹Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

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

*Email Korespondensi : alexandersutan@ub.ac.id

ABSTRAK

Kondisi lingkungan hidup di Indonesia saat ini banyak mengalami kerusakan lingkungan seperti kekeringan dan banjir, khususnya di daerah tangkapan air yang akan berdampak terhadap penurunan jumlah air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air pada suatu wilayah menggunakan bantuan software SIG. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode analisis spasial dengan membandingkan jumlah ketersediaan air dan jumlah kebutuhan air di Kota Batu. Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan air Kecamatan Batu sebesar 14589381 m³ th⁻¹, Kecamatan Bumiaji sebesar 21662736 m³ th⁻¹, dan Kecamatan Junrejo sebesar 14658142 m³ th⁻¹. Untuk ketersediaan air Kecamatan Batu sebesar 288799232 m³ th⁻¹, Kecamatan Bumiaji sebesar 2983425024 m³ th⁻¹, dan Kecamatan Junrejo sebesar 100108664 m³ th⁻¹. Status daya dukung lingkungan untuk Kecamatan Batu surplus dengan rasio 19.8, Kecamatan Bumiaji surplus dengan rasio 137.7, dan kecamatan Junrejo surplus dengan rasio 6.8.

Kata kunci : Daya dukung lingkungan, neraca air, model.

Abstract

The condition of the environment in Indonesia now to have many environmental damage such as drought and floods especially in water catchment areas which will affect to a decrease in the amount of water. This research was meant to find out the comparison between the availability and demand of waters in an area use SIG software. This research methods used spatial analysis by comparing the availability and demand of waters in Batu city. Research shows water demand for Batu sub-district is 14589381 m³ year⁻¹, Bumiaji sub-district is 21662736 m³ year⁻¹, and Junrejo sub-district is 14658142 m³ year⁻¹. Water availability of Batu sub-district is 288799232 m³ year⁻¹, Bumiaji sub-district is 2983425024 m³ year⁻¹, and Junrejo sub-district is 100108664 m³ year⁻¹. Environment supportive status for Batu sub-district surplus with ratio 19.8, Bumiaji sub-district surplus with ratio 137.7, and Junrejo sub-district surplus with ratio 6.8.

Keyword : Carrying capacity assessment, water balance, model.

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 (Kurniawan, 2010).

Seiring dengan perkembangannya saat ini Kota Batu telah berubah menjadi kota pariwisata dan industri. Hal tersebut tentu saja berakibat pada meningkatnya jumlah kebutuhan air di Kota Batu. Oleh karena itu jumlah ketersediaan air yang ada di Kota Batu harus dapat mencukupi jumlah

kebutuhan air yang dibutuhkan (Hardjowigeno *et al.*, 2011).

Meningkatnya jumlah penduduk tiap tahunnya di Kota Batu dapat berpengaruh pada penggunaan air yang tersedia, dimana pada akhirnya menimbulkan dampak negatif terhadap ketersediaan air bahkan pula dapat menimbulkan bencana lingkungan apabila daya dukung lingkungan terhadap air telah terlampaui. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 tahun 2009 pasal 1, penentuan daya dukung lingkungan dapat dilakukan dengan cara membandingkan antara ketersediaan dan kebutuhan air pada wilayah tersebut.

Cara mendapatkan informasi dan gambaran tentang kebutuhan dan ketersediaan air secara spasial di butuhkan SIG. Penggunaan teknologi berbasis komputer untuk mendukung perencanaan tersebut mutlak diperlukan untuk analisis, menyajikan informasi dalam bentuk tabel dan keruangan. Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki kemampuan memberikan gambaran, penjelasan dan perkiraan dari suatu kondisi faktual (Paryono, 1994).

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kebutuhan dan ketersediaan air secara spasial. Serta untuk mengetahui rasio ketersediaan dan kebutuhan air Kota Batu.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode analisis spasial dan untuk mendeskripsikan hasil analisis spasial menggunakan analisa kuantitatif. Metode analisis spasial adalah metode untuk menganalisis data yang mempunyai referensi ruang kebumihan seperti peta dengan menggunakan teknologi pemetaan digital pada SIG (Sistem Informasi Geografis).

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi, pengambilan data baik data spasial dan data non spasial, pengolahan data, dan analisis data.

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu, peta wilayah Kota Batu 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, data iklim wilayah Kota Batu dari tahun 2003- 2012 yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Karangploso, data jumlah penduduk, data pertanian, dan data jumlah industri di Kota Batu tahun 2003-2012 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Batu.

Entry Data Statistik ke Peta

Data-data yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam tabel atribut peta dengan menggunakan *software ArcView* sebagai informasi spasial. Setelah memasukkan data ke dalam tabel atribut proses berikutnya adalah proses *gridding* sebagai syarat format data proses selanjutnya menggunakan *map calculation*. Proses tersebut dilakukan untuk mengakumulasi semua data sesuai formulanya dengan tujuan untuk memperoleh nilai ketersediaan dan kebutuhan air secara spasial.

Map calculation merupakan salah satu *tool* yang terdapat pada *software arcview* yang berfungsi untuk menghitung hasil *grid* peta ketersediaan air dan kebutuhan air. Nilai dari *grid* peta tersebut didapat dengan membagikan *grid* peta ketersediaan air dengan *grid* peta kebutuhan air untuk didapatkan status daya dukung lingkungan kota Batu (Wirosoedarmo, 2011)

Penentuan Ketersediaan Air

Ketersediaan air diperoleh dari akumulasi curah hujan rerata pada satuan luas wilayah. Perhitungan ketersediaan air suatu wilayah dapat ditentukan melalui Persamaan 1.

$$KA = CH \times A \quad 1$$

KA : ketersediaan air (m³); CH : curah hujan rerata (mm); A : merupakan luas wilayah pengaruh hujan (m²)

Ketersediaan air hujan rerata dihitung menggunakan metode Poligon Thiessen dengan bantuan program SIG yang ditentukan dengan Persamaan 2.

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad 2$$

Dimana P_1, P_2, \dots, P_n (mm) merupakan curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n; A_1, A_2, \dots, A_n (m²) adalah luas areal poligon 1, 2, ..., n, dan n adalah banyaknya pos penakar hujan. Menentukan volume air hujan tiap kecamatan di wilayah Kota Batu dengan mengalikan nilai hujan rerata daerah dengan luasan tiap kecamatan

Kebutuhan Air Penduduk

Kebutuhan air penduduk adalah kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sehari-hari. Kebutuhan air penduduk dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang ada di daerah tersebut. Faktor utama menentukan kebutuhan air penduduk adalah dengan mengetahui jumlah dan pertumbuhan penduduk. Untuk hal tersebut perlu dilakukan analisis untuk memperkirakan jumlah penduduk pada beberapa tahun mendatang (Zulkipli, 2012).

Pada penelitian ini kebutuhan air penduduk dihitung dengan Persamaan 3.

$$KAP = N \times Skp \quad 3$$

KAP : kebutuhan air penduduk (m³); N : jumlah penduduk (jiwa); Skp : merupakan standar kebutuhan air penduduk

Standar kebutuhan air penduduk yang digunakan berdasarkan jenis kota dan jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Standar kebutuhan air penduduk berdasarkan jenis kota dan jumlah penduduk.

Jumlah Penduduk (x10 ⁴ jiwa)	Jenis Kota	Jumlah Kebutuhan Air (liter org ⁻¹ hr ⁻¹)
> 200	Metropolitan	> 210
100 - 200	Metropolitan	150 - 210
50 - 100	Besar	120 - 150
10 - 50	Besar	100 - 150
2 - 10	Sedang	90 - 100
0.3 - 2	Kecil	60 - 100

Sumber: Direktorat Pengairan dan Irigasi, (2006)

Berdasarkan data jumlah penduduk yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Batu, Kota Batu termasuk dalam jenis kota besar dengan jumlah penduduk sekitar 100.000 – 500.000 jiwa. Sehingga jumlah kebutuhan air berkisar 100 – 150 liter org⁻¹ hr⁻¹. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan interpolasi untuk mendapatkan nilai kebutuhan air. Hasil perhitungan

diperoleh nilai standar kebutuhan air penduduk sebesar 113 liter org⁻¹ hr⁻¹.

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 industri dihitung berdasarkan jumlah masing-masing industri (besar, sedang, kecil) yang ada di Kota Batu. Kebutuhan air industri dapat dihitung dengan Persamaan 4.

$$KAI = N \times Ski \quad 4$$

KAI : kebutuhan air industri; N: untuk jumlah industri; Ski : standar kebutuhan air untuk industri

Besarnya kebutuhan air industri dapat diperkirakan dengan menggunakan standar kebutuhan air industri berdasarkan jumlah tenaga kerja dan jenis industri dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Kebutuhan air industri berdasarkan jumlah tenaga kerja dan jenis industri

Jenis Industri	Jumlah Tenaga Kerja (orang)	Kebutuhan Air (liter hari ⁻¹)
Industri Kecil	100 - 900	1600- 11200
Industri Sedang	1000- 2500	12000- 86000
Industri Besar	>2600	90000 -140500

Sumber: Direktorat Pengairan dan Irigasi, (2006)

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut, penyiapan lahan, penggunaan konsumtif perkolasi dan rembesan pergantian lapisan air curah hujan efektif (Arsyad, 2010).

Kebutuhan air irigasi dihitung pada tiap kecamatan di Kota Batu dengan mengacu pada data pertanian yang diperoleh dari Badan Statistik Kota Batu. Perhitungan kebutuhan air tanaman (Etc) pada penelitian ini dibatasi dengan hanya memperhitungkan beberapa tanaman saja (tanaman yang menjadi komoditi mayoritas

di Kota Batu). Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan berikut (Direktorat Pengairan dan Irigasi, 2006).

$$IG = \frac{(IR + Etc + RW + P - ER)}{EI} \times A \quad 5$$

IG : merupakan kebutuhan air irigasi (m³); IR : kebutuhan air untuk penyiapan lahan (m th⁻¹); Etc : konsumtif tanaman (m th⁻¹); RW : pengganti lapisan air (m th⁻¹); P : perkolasi (m th⁻¹); ER : curah efektif (m th⁻¹); EI : efisiensi irigasi (%); A : luas areal irigasi (m²)

Pada penelitian ini tanaman yang diperhitungkan kebutuhan airnya hanya tanaman mayoritas saja, pada lahan sawah adalah tanaman padi, sedangkan untuk pekarangan tanaman yang dipilih adalah apel, dan untuk kebun atau tegalan tanaman yang dipilih adalah tanaman utama yaitu kubis, kentang, dan tomat.

Analisis Data

Penentuan status daya dukung lingkungan berdasarkan nilai dapat ditentukan setelah diketahui besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air pada lokasi studi. Kriteria status daya dukung lingkungan berbasis neraca air tidak cukup dinyatakan dengan *surplus* atau *defisit* saja. Namun untuk menunjukkan besaran relatif, perlu juga dinyatakan dengan nilai *supply/demand*.

Analisis data selanjutnya adalah menetapkan besaran perbandingan nilai *supply/demand* dengan menggunakan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 3, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keberlanjutan status daya dukung lingkungan.

Tabel 3. Kriteria penetapan status daya dukung lingkungan berbasis neraca 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>)

Sumber : Permen LH, 2009

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Air

Ketersediaan air di Kota Batu sangat dipengaruhi oleh tingkat curah hujan.

Semakin tinggi tingkat curah hujan maka jumlah ketersediaan air hujan di wilayah tersebut semakin banyak. Curah hujan rata-rata di Kota Batu sekitar 875 - 3000mm hr⁻¹, dengan temperatur rata-rata sekitar 21.5°C.

Perhitungan ketersediaan air di Kota Batu hanya mengacu pada ketersediaan air hujan. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, ketersediaan air di Kota Batu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ketersediaan air di Kota Batu

Kecamatan	CH (m)	A (x10 ⁶) (m ²)	KA (x10 ⁶) (m ³)
Batu	1.44	44.85	64.39
Bumiaji	1.53	127.87	233.31
Junrejo	1.82	25.59	39.13
Total			336.83

CH : curah hujan tahunan; A : luasan wilayah; KA : jumlah ketersediaan air (hujan)

Kecamatan Bumiaji merupakan kecamatan yang mempunyai ketersediaan air terbesar, hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah curah hujan dan luas wilayah yang sangat besar. Untuk jumlah curah hujan terbesar berada di Kecamatan Junrejo, hal tersebut tidak menunjukkan bahwa Kecamatan Junrejo merupakan kecamatan yang memiliki jumlah ketersediaan air terbesar karena luas wilayah di Kecamatan Junrejo relatif kecil dibanding kecamatan lain yang ada di Kota Batu.

Hal ini didukung dengan pernyataan Muliranti (2012) yang menyatakan bahwa daerah dengan curah hujan yang tinggi dan luas wilayah yang besar akan memiliki ketersediaan air meteorologis yang tinggi begitupun sebaliknya. Oleh karena itu, luas wilayah sangat mempengaruhi besarnya ketersediaan air, dengan asumsi jumlah hujan yang jatuh pada suatu daerah merupakan potensi air yang dapat digunakan masyarakat setempat untuk suatu kebutuhan tertentu, sehingga dalam hal ini luas wilayah menjadi faktor penting dalam menentukan ketersediaan air.

Kebutuhan Air Penduduk

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

perhitungan kebutuhan air penduduk di Kota Batu disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan air penduduk

Kecamatan	N (jiwa)	Skp (liter org ⁻¹ hr ⁻¹)	KAP (x10 ⁶) (m ³)
Batu	96352	41.406	3.99
Bumiaji	59912	41.406	2.48
Junrejo	51263	41.406	2.12
Total			8.95

N : jumlah penduduk; Skp : standar kebutuhan air penduduk; KAP : jumlah kebutuhan air penduduk

Kepadatan penduduk berkorelasi positif terhadap kebutuhan air-nya atau dengan kata lain semakin banyak jumlah penduduk yang menempati suatu daerah, maka semakin besar kebutuhan air penduduk pada daerah tersebut. Kecamatan Batu merupakan Kecamatan yang mempunyai kebutuhan air penduduk terbesar diantara kecamatan yang lain. Kecamatan Batu membutuhkan sekitar 60% dari jumlah kebutuhan total air penduduk, hal tersebut disebabkan karena jumlah penduduk di Kecamatan Batu lebih besar dibandingkan kecamatan lain yang ada di Kota Batu.

Kebutuhan Air Industri

Kebutuhan air industri diperoleh dari banyaknya jumlah industri yang ada di Kota Batu. Jenis industri di Kota Batu dibagi menjadi industri kecil, sedang, dan industri besar. Hasil perhitungan kebutuhan air industri dapat disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan air industri

Kecamatan	IK	IS	IB	KAI (x10 ⁶) (m ³)
Batu	29	0	12	0.57
Bumiaji	20	0	11	0.51
Junrejo	13	0	11	0.49
Total				1.57

IK : merupakan jumlah industri kecil; IS : jumlah industri sedang; IB : jumlah industri besar; KAI : jumlah kebutuhan air industri (m³)

Kecamatan Batu merupakan kecamatan yang mempunyai jumlah kebutuhan air terbesar diantara kecamatan yang lain, dikarenakan terdapat beberapa pusat pariwisata dan agroindustri di wilayah tersebut. Berdasarkan jumlah total dari

kebutuhan air industri, Kecamatan Batu membutuhkan sekitar 57% air untuk memenuhi kebutuhan industri baik industri kecil maupun industri besar yang ada di kecamatan tersebut.

Kebutuhan Air Irigasi

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.

Sebelum melakukan perhitungan kebutuhan air irigasi, dalam penelitian ini juga dilakukan perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan, konsumtif tanaman, pengganti lapisan tanah, perkolasi, perhitungan curah hujan efektif dan efisiensi irigasi. Hasil perhitungan diperoleh kebutuhan air untuk penyiapan lahan Kecamatan Batu sebesar 3.39 (x10³ m th⁻¹), Kecamatan Bumiaji sebesar 3.39 (x10³ m th⁻¹), dan Kecamatan Junrejo sebesar 3.66 (x10³ m th⁻¹). Untuk konsumtif tanaman diperoleh hasil yang sama untuk 3 kecamatan sebesar 1.643 (m th⁻¹), pengganti lapisan air sebesar 1.667 (m th⁻¹), perkolasi sebesar 3 (m th⁻¹), curah hujan efektif sebesar 73.738 (m th⁻¹), dan efisiensi irigasi sebesar 80%. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi untuk masing – masing kecamatan dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Kebutuhan air irigasi

Kecamatan	A (x10 ⁴) (m ²)	IG (x10 ⁶) (m ³)
Batu	18.97	14.58
Bumiaji	25.60	21.66
Junrejo	18.95	14.66
Total	63.52	50.90

A : luas areal irigasi; IG : merupakan kebutuhan air irigasi

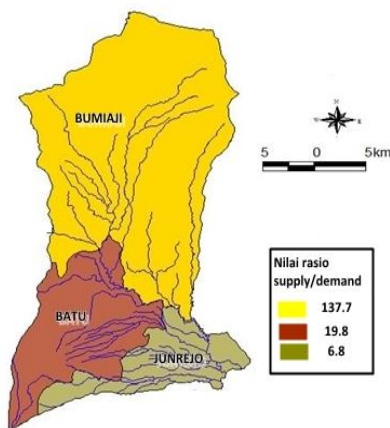
Kecamatan Bumiaji merupakan kecamatan yang memiliki luas wilayah yang paling besar diantara kecamatan lain yang ada di Kota Batu. Selain itu luas areal yang digunakan untuk pertanian di Kecamatan Bumiaji juga lebih besar, sehingga mempengaruhi jumlah kebutuhan airnya. Kecamatan Bumiaji membutuhkan air irigasi sekitar 76% dari jumlah total kebutuhan air

yang ada di Kota Batu. Untuk Kecamatan Batu kebutuhan air untuk irigasi tidak terlalu besar karena luas areal yang digunakan untuk untuk irigasi tidak terlalu luas.

Menurut Anshori (2014), analisis kebutuhan air irigasi dengan ketersediaan air irigasi, jika diperoleh nilai kebutuhan air irigasi lebih kecil dari air yang tersedia, maka jumlah ketersediaan air di wilayah tersebut dapat mencukupi kebutuhan airnya. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (2008) juga menjelaskan bahwa kebutuhan air irigasi bagi tanaman dihitung dengan mempertimbangkan koefisien tanaman, evapotranspirasi, serta faktor tanah.

Analisis Spasial Nilai Ketersediaan dan Kebutuhan Air Menggunakan

Hasil analisis spasial Kecamatan Batu diperoleh sebesar 19.8 hal ini menunjukkan bahwa di Kecamatan Batu daya dukung lingkungannya berstatus aman atau surplus, untuk Kecamatan Bumiaji diperoleh hasil sebesar 137.7 menunjukkan bahwa di Kecamatan Bumiaji daya dukung lingkungannya berstatus aman atau surplus, sedangkan Kecamatan Junrejo diperoleh hasil sebesar 6.8 hal ini menunjukkan bahwa Kecamatan Junrejo daya dukung lingkungannya juga berstatus aman. Dengan demikian status daya dukung lingkungan di Kota Batu dalam kondisi aman atau surplus karena ketersediaan air di Kota Batu dapat mencukupi kebutuhan airnya.



Gambar 1. Peta Rasio Ketersediaan dan Kebutuhan Air Kota Batu

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Mahmud. 2011. *Buku Ajar Hidrologi Teknik*. Universitas Hasanudin. Makasar. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Anshori A. 2014. *Kajian Efektifitas Dan Efisiensi Jaringan Irigasi Terhadap Kebutuhan Air Pada Tanaman Padi (Studi Kasus Irigasi Kaiti Samo Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu)*. Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Arsyad. 2010. *Kebutuhan Air Irigasi*. Modul Pembelajaran. Universitas Gunadarma. Jakarta. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Asdak C. Salim H. 2006. *Daya Dukung Sumberdaya Air Sebagai Pertimbangan Penataan Ruang*. Jurnal Teknik Lingkungan. P3TL – BPPT. 7. (1): 16 – 25. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Balai Teknologi Pertanian. 2008. *Teknologi Irigasi Pipa untuk Peningkatan Efisiensi Pemanfaatan Air Permukaan di Lahan Kering*. Yogyakarta. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Hardjowigeno, S. , *et al.* 2011. *Kesesuaian Lahan Dan Perencanaan Tata Guna Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Kurniawan. 2010. *Neraca Air untuk Orang Kecil : Suatu Konsep dan Instrumen untuk Pengelolaan Air*. Universitas Mercu Buana. Jakarta. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Muliranti, Suci. 2012. *Kajian Ketersediaan Air Meteorologis untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik di Provinsi Jawa Tengah dan DIY*. UGM. Yogyakarta. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Paryono, Petrus. 1994. *Sistem Informasi Geografis*. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 dalam Penataan Ruang Wilayah. Diakses

- pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- Wirosoedarmo, R, *et al.* 2011. *Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Jagung Menggunakan Metode Analisis Spasial*. AGRITECH, Volume 31, No. 1. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.
- 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. Diakses pada tanggal 26 Januari, pukul 11.20.