



## ANALISIS DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG AIR MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIG (STUDI KASUS: KABUPATEN BATANG)

Agantry Purba<sup>1</sup>, L.M. Sabri, Arief Laila Nugraha

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Jawa Tengah Indonesia  
 Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia-75123Telp./Faks: (024) 736834  
 e-mail: agantrypurba@gmail.com\*

(Diterima 5 September 2022, Disetujui 10 Desember 2022)

### ABSTRAK

Daya dukung dan daya tampung air perlu direpresentasikan secara visual untuk analisa yang komprehensif, karena daya dukung dan daya tampung telah menjadi indikator penting bagi pemerintah dalam pengambilan keputusan. Pemodelan daya dukung dan daya tampung air secara spasial sangat penting dalam memastikan keberlanjutan program eksploitasi dan pembangunan sumber daya air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung dan daya tampung air berdasarkan jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang dengan pendekatan SIG. Analisis SIG mencakup proses overlay dari parameter bentang alam, vegetasi alami, dan tutupan lahan yang bobotnya didapatkan melalui metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Bobot tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung besar ketersediaan dan kebutuhan air setiap daerah. Penetapan status daya dukung dan daya tampung air di Kabupaten Batang menggunakan pendekatan perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Penelitian ini juga menggunakan sistem grid skala ragam skala 5"x5" untuk mengakomodasi variasi data spasial yang digunakan dalam melakukan analisis. Hasil yang diperoleh yaitu ketersediaan air di Kabupaten Batang 3.702.297.225 m<sup>3</sup>/tahun sedangkan kebutuhan air total adalah 1.151.421.659,03 m<sup>3</sup>/tahun, terdapat perbedaan 2.550.875.565,97 m<sup>3</sup>/tahun. Kabupaten Batang masih mengalami surplus air. Perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air adalah 3,2 (>3) maka daya dukung dan daya tampung air Kabupaten Batang adalah belum terlampaui.

**Kata kunci :** *Daya dukung air, Jasa lingkungan hidup, Sistem informasi geografis.*

### ABSTRACT

*Water carrying capacity needs to be represented visually for comprehensive analysis, as carrying capacity and capacity have become important indicators for government decision-making. Spatial modeling of water carrying capacity is essential in ensuring the sustainability of water resources exploitation and development programs. This research aims to analyze the carrying capacity of water based on the environmental services of water providing in Batang Regency using a GIS approach. The GIS analysis includes an overlay process of landscape, natural vegetation and land cover parameters whose weights are obtained through the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The weights are then used to calculate the amount of water supply and demand for each region. Determining the status of carrying capacity and water capacity in Batang District uses a comparative approach between water availability and demand. This research also uses a 5 "x5" multi scale grid system to accommodate the variety of spatial data used in conducting the analysis. The results obtained are that the water supply in Batang Regency is 3,702,297,225 m<sup>3</sup> / year while the total water demand is 1,151,421,659.03 m<sup>3</sup> / year, there is a difference of 2,550,875,565.97 m<sup>3</sup> / year. Batang Regency is still experiencing a water surplus. The ratio between water availability and water demand is 3.2 (>3), so the carrying capacity and of Batang District have not been exceeded.*

**Keywords :** *Water carrying capacity, Ecosystem services, Geographic information system*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk mengalami peningkatan setiap tahunnya. Menurut data BPS

Kabupaten Batang, laju pertumbuhan penduduk ditahun 2010-2020 sebesar 1,24 (BPS, 2021). Oleh karena itu, dengan pertumbuhan penduduk yang mengalami peningkatan maka terjadi perubahan pemanfaatan sumber daya untuk kebutuhan

penduduk yang bertambah. Dalam RPJMD Kabupaten Batang Tahun 2017-2022 dimana ahli fungsi lahan yang cukup sering terjadi berupa perubahan lahan pertanian/perkebunan menjadi permukiman. Pertumbuhan yang tidak terbatas pada bumi yang terbatas akan menghasilkan konsekuensi negatif pada lingkungan seperti temperatur yang tidak teratur, aliran biokimia terganggu dan ketidakterediaan air bersih (Rockström, 2009). Menurut Notohadiprawirto (1987), meningkatnya jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih akan meningkat sedangkan ketersediaan air bersih selalu menurun. Diketahui bahwa selama kurun waktu 2012-2016, rumah tangga pengguna air bersih mengalami peningkatan dari kondisi tahun 2012 sebesar 68,51 menjadi 70,25 di tahun 2016 (Bappelitbang, 2018).

Ketika konsumsi air yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan pembangunan ekonomi melebihi daya dukung sumber daya air, atau keseimbangan pemeliharannya, maka kekurangan dan kerusakan air akan muncul (World Resources Institute, 2000). Oleh karena itu, penelitian tentang daya dukung dan daya tampung air menjadi penting untuk pembangunan berkelanjutan. Penilaian daya dukung dan daya tampung menjadi basis dalam perencanaan dan pengelolaan lingkungan sudah diamanatkan oleh Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009. Sejak tahun 2009, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah mengembangkan berbagai analisis keberlanjutan fungsi lingkungan hidup melalui pendekatan pemanfaat kinerja jasa lingkungan hidup (jasa ekosistem). Dalam penentuan daya dukung dan daya tampung air menggunakan jasa lingkungan hidup penyedia air yang dimanfaatkan untuk memetakan bobot distribusi potensi ketersediaan air.

Daya dukung dan daya tampung air perlu direpresentasikan secara visual untuk analisis yang komprehensif, karena daya dukung dan daya tampung telah menjadi indikator penting bagi pemerintah dalam pengambilan keputusan. Pemodelan daya dukung dan daya tampung air secara spasial sangat penting dalam memastikan keberlanjutan program eksploitasi dan pembangunan sumber daya air (Norvyani dkk., 2018). Dalam melakukan analisis daya dukung dan daya tampung air melibatkan data yang bervariasi dan data set yang digunakan sangat kompleks. Sehingga pendekatan dengan SIG dipilih. Sementara itu, pemodelan spasial memiliki isu dimana diperlukan data yang bervariasi dimana ketersediaan dan kesesuaian data masih mengalami kendala di berbagai wilayah, khususnya Kabupaten Batang. Oleh karena itu, digunakan sistem *grid* skala ragam sebagai pendekatan yang mampu

merepresentasikan daya dukung dan daya tampung air wilayah dalam bentuk informasi spasial tanpa harus menyamakan skala data yang tersedia (Norvyani & Taradini, 2016).

Pembuatan model spasial daya dukung dan daya tampung air menggunakan pendekatan jasa lingkungan hidup memiliki tiga substansi materi yaitu input data, proses dan output peta. Pada tahapan proses, materinya berupa penilaian terhadap beberapa parameter (Muta'ali, 2019). Dikembangkan oleh Satty (1980), Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah salah satu metode analisis untuk membuat keputusan yang mempertimbangkan antara informasi kualitatif dan kuantitatif serta menggabungkan keduanya dengan menguraikan masalah yang tidak terstruktur ke dalam hierarki sistematis untuk menentukan peringkat alternatif berdasarkan sejumlah kriteria. AHP memiliki manfaat khusus dalam melakukan evaluasi multi parameter.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung dan daya tampung air berdasarkan jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang, ketersediaan dan kebutuhan air serta memodelkan distribusinya dalam peta dengan pendekatan SIG.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah yakni:

1. Bagaimana indeks jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang?
2. Bagaimana status daya dukung dan daya tampung air di Kabupaten Batang?

## 2. TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Jasa Lingkungan Hidup

Menurut Peraturan Republik Indonesia No. 46 Tahun 2017 tentang Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup, jasa lingkungan hidup adalah manfaat dari ekosistem dan lingkungan hidup bagi manusia dan keberlangsungan kehidupan yang diantaranya mencakup penyediaan sumber daya alam, peraturan alam dan lingkungan hidup, penyokong proses alam dan pelestarian nilai budaya. Pengertian jasa lingkungan hidup atau jasa ekosistem menunjukkan bahwa keberlangsungan kehidupan manusia sangat bergantung pada kondisi ekosistem dan sumber daya alam yang berfungsi dengan baik sehingga mampu menyediakan jasa lingkungan hidup untuk dimanfaatkan oleh manusia (MEA, 2005). Berdasarkan referensi MEA (2005), jasa lingkungan hidup dapat diklasifikasikan dalam empat kelompok fungsi jasa lingkungan hidup yaitu:

1. Jasa Penyedia (*provisioning services*)

Jasa penyedia adalah produk yang diperoleh dari ekosistem.

2. Jasa Pengaturan (*regulating services*)  
Jasa pengaturan adalah manfaat yang diperoleh dari pengaturan dari proses ekosistem.
3. Jasa Pendukung (*supporting services*)  
Jasa pendukung adalah jasa yang diperlukan untuk produksi semua jasa ekosistem lainnya.
4. Jasa Budaya (*cultural services*)  
Jasa budaya adalah manfaat non material yang diperoleh dari ekosistem.

Pada dasarnya, kinerja jasa lingkungan hidup, khususnya jasa lingkungan hidup penyedia air merupakan fungsi dari parameter bentang alam, vegetasi alami dan penutupan lahan. Bentang alam dan vegetasi alami mewakili struktur ekologis (ekoregion). Merujuk pada konsep jasa ekosistem yang dibangun oleh Schneiders dan Muller (2017) yang menghubungkan antara interaksi ekosistem dengan fungsi dan jasanya, interaksi ekosistem direpresentasikan oleh karakteristik bentang alam sebagai prosesor abiotik dan tipe vegetasi alami sebagai prosesor biotik. Penutup lahan sebagai faktor koreksi ekonomi kegiatan berbasis lahan.

## 2.2 Daya Dukung dan Daya Tampung Air

Sebagaimana yang diamanatkan dalam UU No. 32 Tahun 2009, pemerintah daerah diberikan tanggung jawab untuk menetapkan daya dukung dan daya tampung air (D3T Air). Penetapan D3T Air Nasional sudah disusun di dalam SK MenLHK No. 297/MenLHK/Setjen/PLA.3/4/2019, penetapan D3T air Nasional yang dapat digunakan oleh pemerintah provinsi dan kabupaten/kota sebagai referensi. Penetapan daya dukung dan daya tampung air nasional dilakukan dengan menggunakan indeks jasa lingkungan hidup sebagai penyedia air yang kemudian digunakan untuk memetakan bobot distribusi potensi penyediaan air. Sehingga penetapan status daya dukung dan daya tampung dilakukan dengan membandingkan ketersediaan air dan juga kebutuhan air di suatu wilayah

## 3. METODE PENELITIAN

Pemodelan daya dukung dan daya tampung air, kebutuhan air didistribusikan menggunakan distribusi penduduk dengan wilayah administrasi serta tutupan lahan sebagai unit spasial. Sedangkan ketersediaan air dimodelkan dengan daerah aliran sungai (DAS) dan ecoregion sebagai unit spasial. Oleh karena itu, sistem grid skala ragam digunakan dalam penelitian ini untuk mengatasi kendala kompleksitas data dengan grid sebagai unit spasial. Penelitian ini menggunakan sistem grid skala ragam yang dibuat oleh Kementerian Lingkungan Hidup

dan Kehutanan RI yang memiliki resolusi 5"x5". Resolusi ini dipilih karena memungkinkan dalam melakukan analisis informasi yang lebih detail, dimana resolusi yang lebih kecil memungkinkan objek tidak diabaikan dengan area yang sempit. Selanjutnya, pada proses pemodelan daya dukung dan daya tampung air dengan pendekatan jasa lingkungan hidup hal yang dilakukan adalah melakukan penilaian terhadap lebih dari satu parameter (multiparameter). *Analytical Hierarchy Process* (AHP) memiliki manfaat khusus dalam melakukan evaluasi multiparameter. Pada umumnya, AHP merupakan teori tentang pengukuran yang dipakai dalam menentukan skala perbandingan dari rasio yang ganda atau berpasangan maupun berlanjut, Rasio-rasio tersebut berasal dari parameter aktual atau ukuran dasar yang menggambarkan kekuatan perasaan dari preferensi relatif. AHP akan menghasilkan nilai bobot dari setiap parameter dalam mempengaruhi jasa lingkungan hidup. Nilai bobot yang semakin besar akan mempengaruhi daya dukung dan daya tampung air semakin baik, begitu sebaliknya. Berdasarkan nilai bobot dan skor dari setiap parameter, dilakukan analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menentukan distribusi indeks jasa lingkungan hidup penyedia air. SIG digunakan dalam menganalisis dan memvisualisasikan distribusi daya dukung dan daya tampung air.

### 3.1 Alat dan Data Penelitian

Berikut adalah peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan adalah Laptop Asus A450L
2. Perangkat Lunak yang digunakan antara lain:
  - a. Microsoft Office Word 2019
  - b. Microsoft Office Excel 2019
  - c. Microsoft Office Visio 2019
  - d. ArcGIS 10.8

Data yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Peta Administrasi Kabupaten Batang
2. Peta Tutupan Lahan Eksisting Kabupaten Batang Skala 1:50.000 Tahun 2020
3. Peta Jenis Vegetasi Alami Batang Skala 1:250.000 Tahun 2020
4. Peta Bentang Alam Kabupaten Batang Skala 1:250.000 Tahun 2020
5. Peta Jaringan Jalan Kabupaten Batang Skala 1: 50.000 Tahun 2020
6. Peta Daerah Aliran Sungai Kabupaten Batang Skala 1:50.000
7. Sistem *Grid* Resolusi 5" x 5"
8. Data Populasi Kabupaten Batang tahun 2020
9. Data Standard Kebutuhan Air Per Kapita

10. Data Debit Air 80% (Q80) DAS yang melewati Kabupaten Batang

### 3.2 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian menurut diagram alir adalah sebagai berikut:

1. *Analytical Hierarchy Process*

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menentukan nilai bobot dari parameter untuk indeks kinerja jasa lingkungan hidup penyedia air dimana kriteria tersebut adalah bentang alam, vegetasi alami dan penutupan lahan. Dalam melaksanakan proses ini, dilakukan wawancara terhadap 2 sumber yaitu pihak Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Batang dan pihak Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Batang karna dianggap kredibel sebagai narasumber dalam hal daya dukung dan daya tampung air. Untuk pendistribusian penduduk dalam sistem *grid* digunakan kriteria penutupan lahan dan jalan.

2. Perhitungan Indeks Jasa Lingkungan Hidup Penyedia Air

Perhitungan kinerja jasa lingkungan hidup merupakan upaya untuk menguantifikasikan seberapa besar manfaat tersebut dalam bentuk indeks. Dalam hal ini kinerja jasa lingkungan hidup yang dianalisis adalah jasa lingkungan hidup sebagai penyedia air. Indeks kinerja lingkungan hidup dapat dirumuskan sebagai berikut (KLHK,2019):

$$IJLH = (wba \times sba) + (wveg \times sveg) + (wpl \times spl) \quad (1)$$

Keterangan :

IJLH : indeks jasa lingkungan hidup  
 wba : bobot bentang alam  
 sba : skor bentang alam  
 wveg : bobot vegetasi  
 sveg : skor vegetasi  
 wpl : bobot penutup lahan  
 spl : skor penutup lahan

Nilai bobot diperoleh dari perhitungan dengan metode AHP. Sedangkan nilai skor yang digunakan didasarkan pada Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Daerah yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI.

3. Pendistribusian Penduduk per *Grid*

Distribusi penduduk di modelkan dengan bergantung pada jenis penutupan lahan dan panjang jalan. Bobot yang diperoleh melalui metode AHP sebelumnya seperti yang tunjukan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Bobot Jalan dan Penutupan Lahan

Kelas Jalan dan Jenis Penutupan Lahan	Bobot
Jalan Arteri	0,058
Jalan Lokal	0,338
Jalan Kolektor	0,121
Jalan Lingkungan	0,483
PLTU	0,081
Pelabuhan	0,094
Pantai	0,057
Permukiman	0,224
Perkebunan	0,035
Industri	0,148
Hutan Produksi Tetap	0,022
Hutan Produksi Terbatas	0,013
Hutan Lindung	0,013
Cagar Alam	0,058
Tegalan	0,023
Tambak	0,025
Sungai	0,030
Sawah	0,040
Jalan	0,137

Persamaan matematis digunakan untuk memodelkan densitas penduduk diadopsi dari (Nengsih S. , 2015) :

$$P_{ij} = \frac{W_{total}}{\sum_{i=1}^j W_{total}} \times P_j \quad (2)$$

$P_{ij}$  : Jumlah penduduk *grid* ke-i di kecamatan j (kapita)

$W_{total}$  : Bobot densitas penduduk berdasarkan jenis penutupan lahan dan kelas jalan

$P_j$  : Populasi penduduk kecamatan j

4. Perhitungan Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air mempertimbangkan kebutuhan air dari sektor rumah tangga (domestik) dan sektor kegiatan ekonomi berbasis lahan berdasarkan penutupan lahan. Untuk menghitung kebutuhan air sektor rumah tangga menggunakan persamaan berikut :

$$D_i = P_{ij} \times KHL \quad (3)$$

dengan,

$D_i$  : Kebutuhan air untuk sektor rumah tangga pada *grid*-i (m<sup>3</sup>/tahun)

$P_{ij}$  : Jumlah penduduk *grid* ke-i di kabupaten j (kapita)

KHL : angka standar kebutuhan air hidup layak (43,2m<sup>3</sup>/kapita/tahun)

Untuk menghitung kebutuhan air dalam kegiatan ekonomi berbasis penutupan lahan (kebutuhan air berbasis penggunaan lahan) dengan mengasumsikan bahwa kebutuhan air untuk permukiman telah dihitung sebagai kebutuhan

sektor rumah tangga. Sehingga perhitungan kebutuhan air untuk kegiatan ekonomi berbasis penutupan lahan (kebutuhan air berbasis penggunaan lahan) hanya mempertimbangkan area perkebunan dengan persamaan berikut :

$$Q_i = A_i \times I \times q \quad (4)$$

Keterangan :

$Q_i$  : Jumlah kebutuhan air untuk penggunaan lahan pada *grid*-i (m<sup>3</sup>/tahun)

$A_i$  : Luas penutupan lahan pada *grid*-i (hektar)

$I$  : Sawah : Perkebunan : Kebun campuran : tegalan/ladang/pertanian lahan kering = 4 : 1,5 : 1,5 : 1

$q$  : tandar penggunaan air (0,001 m<sup>3</sup>/detik/ha x 3600 x 24 x 120 hari/kapita)

Untuk menghitung kebutuhan air jenis penutupan lahan lainnya, digunakan perbandingan berikut, sawah: perkebunan: kebun campuran: tegalan/ladang/pertanian lahan kering = 4 : 1,5 : 1,5 : 1 (Siswanto, 2014). Untuk menghitung kebutuhan air total adalah dengan menjumlahkan kebutuhan pada sektor domestik dan penggunaan lahan.

$$T_i = D_i + Q_i \quad (5)$$

dengan,

$T_i$  : Total kebutuhan air pada *grid*-i (m<sup>3</sup>/tahun)

$D_i$  : Ketersediaan air pada *grid*-i dari DAS (m<sup>3</sup>/tahun)

$Q_i$  : Kebutuhan air untuk penggunaan lahan pada *grid*-i (m<sup>3</sup>/tahun)

##### 5. Perhitungan Ketersediaan Air

Untuk menghitung potensi ketersediaan air, IJLH Penyedia Air digunakan. Nilai indeks ini disajikan sebagai bobot skor untuk pendistribusian ketersediaan air di daerah aliran sungai dalam unit *grid*. Beberapa tahapan yang dilakukan untuk menghitung ketersediaan air adalah menghitung IJLH Penyedia Air per *grid*, menghitung IJLH Penyedia Air per DAS, dan mendistribusikan ketersediaan air dalam sistem *grid*. Data ketersediaan air yang digunakan adalah data debit air andalan 80% (Q80) dari DAS yang melewati Kabupaten Batang.

Perhitungan IJLH dalam sistem *grid* dilakukan karena di dalam satu *grid* yang ada dapat memiliki lebih dari satu penutupan lahan atau bentang alam serta vegetasi alami sehingga dilakukan pembobotan berdasarkan proporsi luas setiap objek terhadap luas satu *grid*.

$$IJLH'_{ij} = IJLH_{ij} \times \frac{LU_i}{LU} \quad (6)$$

Keterangan :

$IJLH'_{ij}$  : Indeks kinerja jasa lingkungan hidup *grid* i di wilayah j

$IJLH_{ij}$  : Indeks kinerja jasa lingkungan hidup *grid* I di wilayah j berdasarkan penutupan lahan, bentang alam dan vegetasi alami.

$LU_i$  : Luas *grid* ke-i (ha)

$LU$  : Luas *grid* utuh (ha)

Kemudian dilakukan penjumlahan IJLH setiap *grid* karena data yang diproses dalam unit kabupaten.

$$IKJLH'_{Tj} = \sum_{i=1}^j IKJLH'_{ij} \quad (7)$$

dengan,

$IJLH'_{Tj}$  : Indeks kinerja jasa lingkungan hidup di DAS j yang digunakan

$\Sigma IJLH'_{ij}$  : Penjumlahan indeks kinerja jasa lingkungan dari seluruh *grid* pada unit DAS j

Perhitungan ketersediaan air per *grid* setelah perhitungan indeks kinerja jasa lingkungan hidup per *grid* (IJLH') sudah didapatkan. Diasumsikan bahwa IJLH' untuk setiap daerah aliran sungai adalah proporsional. Sehingga ketersediaan air permukaan dalam sistem *grid* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W_{ij} = \frac{W_j}{\Sigma IKJLH_j} \times IKJLH'_{ij} \quad (8)$$

dengan,

$W_{ij}$  : Ketersediaan air pada *grid*-i dari DAS-j (m<sup>3</sup>/tahun)

$W_j$  : Ketersediaan air di DAS-j (m<sup>3</sup>/tahun)

$\Sigma IJLH_j$  : Total IJLH di DAS-j

$IKJLH'_{ij}$  : Indeks kinerja jasa lingkungan hidup *grid*-i di DAS-j

##### 6. Penetapan Status Daya Dukung dan Daya Tampung Air

Penetapan D3T Air akan mempertimbangkan selisih dan perbandingan ketersediaan dan kebutuhan. Sesuai dengan SK KLHK No. 297 Tahun 2019 tentang Daya Dukung dan Daya Tampung Air Nasional menyebutkan bahwa status daya dukung dan daya tampung air adalah sebagai berikut :

- Jika ketersediaan air lebih besar dari pada kebutuhan air, maka daya dukung air dinyatakan surplus
- Jika ketersediaan air lebih kecil dari pada kebutuhan air, maka daya dukung air dinyatakan defisit

Besaran daya dukung dan daya tampung air menggunakan persamaan perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan yang dibuat oleh (Brontowiyono, 2016) yaitu :

$$\text{Daya Dukung Air} = \frac{\text{Ketersediaan Air}}{\text{Kebutuhan Air}}$$

Dimana:

- Jika hasil perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air < 1, maka daya dukung air dinyatakan terlampaui atau buruk
- Jika hasil perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air 1-3, maka daya dukung air dinyatakan sedang atau aman bersyarat

- c. Jika hasil perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air  $> 3$ , maka daya dukung air dinyatakan baik atau belum terlampaui

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Analytical Hierarchy Process

###### 4.1.1 AHP untuk IJLH Penyedia Air

Hasil wawancara dari ketiga narasumber memiliki hasil yang cukup bervariasi karena memiliki besaran yang cukup berbeda. Pada Tabel 2 akan ditunjukkan besaran dari rasio konsistensi dari hasil wawancara yang telah dilaksanakan dari ketiga instansi terkait.

**Tabel 2.** Rasio Konsistensi AHP Hasil Wawancara untuk Indeks Jasa Lingkungan Penyedia Air

Instansi	Rasio Konsistensi (%)
DLHK Kabupaten Batang	0,318
DPUPR Kabupaten Batang	2,511

Berdasarkan hasil pada Tabel 2 hasil rasio konsistensi dari ketiga narasumber sudah  $< 10\%$ , hasil tersebut sudah baik. Dalam hal ini rasio konsistensi paling rendah dianggap paling baik, sehingga untuk menentukan bobot untuk pembuatan peta indeks kinerja jasa lingkungan hidup penyedia air adalah hasil dari instansi DLHK Kabupaten Batang. Sehingga bobot untuk pembuatan peta indeks kinerja jasa lingkungan hidup penyedia air menggunakan hasil wawancara dari instansi DLHK Kabupaten Batang yang tunjukan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Bobot Parameter Indeks Kinerja Jasa Lingkungan Hidup Penyedia Air

Parameter	Bobot
Bentang Alam	0,230
Vegetasi Alami	0,121
Penutupan Lahan	0,649

###### 4.1.2 AHP untuk Pendistribusian Penduduk Berbasis Penutupan Lahan

Hasil wawancara dari ketiga narasumber memiliki hasil yang cukup bervariasi karena memiliki besaran yang cukup berbeda. Pada Tabel 4 akan ditunjukkan besaran dari rasio konsistensi dari hasil wawancara yang telah dilaksanakan dari ketiga instansi terkait.

**Tabel 4.** Rasio Konsistensi AHP Hasil Wawancara untuk Penutupan Lahan

Instansi	Rasio Konsistensi (%)
DLHK Kabupaten Batang	9,593
DPUPR Kabupaten Batang	10,686

Berdasarkan hasil pada Tabel IV-3 hasil rasio konsistensi dari ketiga narasumber sudah  $< 10\%$ ,

hasil tersebut sudah baik. Dalam hal ini rasio konsistensi paling rendah dianggap paling baik, sehingga untuk menentukan bobot untuk pembuatan peta indeks kinerja jasa lingkungan hidup penyedia air adalah hasil dari instansi DLHK Kabupaten Batang. Sehingga bobot untuk pembuatan peta pendistribusian penduduk menggunakan hasil wawancara dari instansi DLHK Kabupaten Batang yang tunjukan pada Tabel 1.

###### 4.1.3 AHP untuk Pendistribusian Penduduk Berbasis Jaringan Jalan

Hasil wawancara dari ketiga narasumber memiliki hasil yang cukup bervariasi karena memiliki besaran yang cukup berbeda. Pada Tabel 5 akan ditunjukkan besaran dari rasio konsistensi dari hasil wawancara yang telah dilaksanakan dari ketiga instansi terkait.

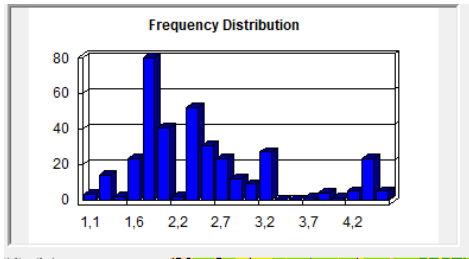
**Tabel 5.** Rasio Konsistensi AHP Hasil Wawancara untuk Penutupan Lahan

Instansi	Rasio Konsistensi (%)
DLHK Kabupaten Batang	4,720
DPUPR Kabupaten Batang	6,241

Berdasarkan hasil pada Tabel IV-4 hasil rasio konsistensi dari ketiga narasumber sudah  $< 10\%$ , hasil tersebut sudah baik. Dalam hal ini rasio konsistensi paling rendah dianggap paling baik, sehingga untuk menentukan bobot untuk pembuatan peta pendistribusian penduduk adalah hasil dari instansi DLHK Kabupaten Batang. Sehingga bobot untuk pembuatan peta pendistribusian penduduk menggunakan hasil wawancara dari instansi DLHK Kabupaten Batang yang tunjukan pada Tabel 1.

##### 4.2 Hasil Perhitungan Indeks Jasa Lingkungan Hidup Penyedia Air

Profil jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang dianalisis berdasarkan dari nilai indeks jasa lingkungan hidup penyedia air, dimana nilai tersebut diperoleh dari perhitungan antara nilai bobot dan skor dari parameter penutupan lahan, bentang alam dan vegetasi alami menggunakan persamaan II-1. Setelah proses perhitungan, didapatkan nilai indeks terendah adalah 1,123 dan tertinggi adalah 4,653. Nilai indeks jasa lingkungan hidup penyedia air hasil perhitungan memiliki distribusi tidak normal seperti yang ditunjukkan pada histogram Gambar 1.



**Gambar 1.** Histogram Indeks Jasa Lingkungan Hidup Penyedia Air

Jasa lingkungan hidup penyedia air dikategorikan ke dalam lima kelas, dimana pengklasifikasiannya menggunakan pendekatan *Geometrical Interval*.

$$X = \sqrt[n]{\frac{B}{A}} \quad (9)$$

$$X = \sqrt[5]{\frac{4,653}{1,123}}$$

$$X = 1,329$$

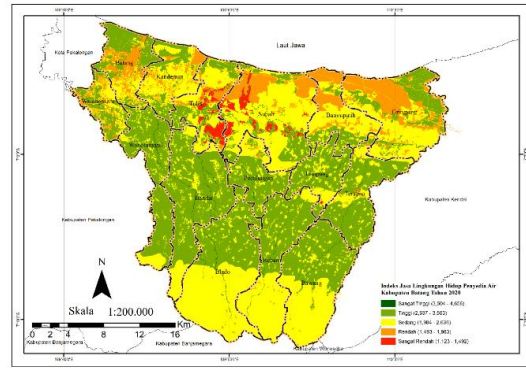
X = Nilai interval  
A = Nilai minimum  
B = Nilai maksimum  
N = Jumlah kelas

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat dilakukan pengelompokan interval kelas dan visualisasi pada peta yang ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Klasifikasi Indeks Jasa Lingkungan Hidup Penyedia Air

Kelas	Rumus	Rentang Nilai
Sangat Tinggi	$AX^4 - AX^5$	3,504 – 4,656
Tinggi	$AX^3 - AX^4$	2,637 – 3,503
Sedang	$AX^2 - AX^3$	1,984 – 2,636
Rendah	$AX - AX^2$	1,493 – 1,983
Sangat Rendah	$A - AX$	1,123 – 1,492

Pada Gambar 2 dapat dilihat peta distribusi kelas kinerja jasa lingkungan hidup di Kabupaten Batang. Secara visual dapat dilihat bahwa indeks jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang didominasi oleh warna hijau muda yang menunjukkan indeks jasa lingkungan hidup penyedia air tinggi. Kelas dengan jasa lingkungan hidup tinggi dan sangat tinggi menunjukkan kemampuan wilayah tersebut untuk menyediakan air bersih untuk penggunaan oleh makhluk hidup, hal ini juga dapat diartikan bahwa area dengan kelas jasa ekosistem penyedia air bersih tinggi mempunyai daya dukung tinggi untuk memenuhi kebutuhan air bersih manusia.



**Gambar 2.** Peta Indeks Jasa Lingkungan Hidup Penyedia Air

Berdasarkan hasil pengolahan indeks jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang diklasifikasikan ke dalam 5 kelas yaitu kelas sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi dimana:

1. Kelas sangat rendah seluas 1383,163 Ha atau 1,589%
2. Kelas rendah seluas 8831,715 Ha atau 10,148 %
3. Kelas sedang seluas 34887,586 Ha atau 40,087%
4. Kelas tinggi seluas 41319,166 Ha atau 47,477%
5. Kelas sangat tinggi seluas 607,560 Ha atau 0,698%

Indeks jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang didominasi oleh indeks jasa lingkungan hidup kelas tinggi yaitu 47,477% dari keseluruhan wilayah Kabupaten Batang. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang memiliki kemampuan yang baik untuk mendukung ketersediaan air di Kabupaten Batang.

#### 4.3 Distribusi Kebutuhan Air

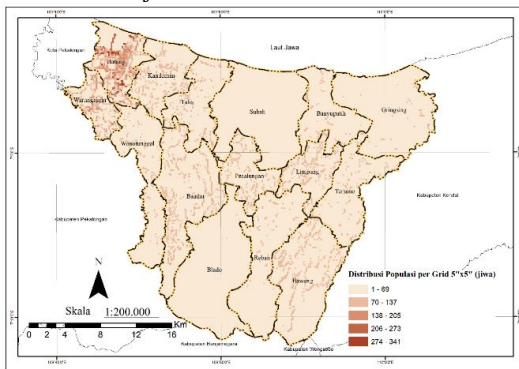
Basis dalam menentukan kebutuhan air di Kabupaten Batang adalah menggunakan distribusi penduduk dan juga penutupan lahan. Distribusi penduduk dalam *grid* resolusi 5"x5" yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan basis untuk menentukan kebutuhan air dari sektor domestik. Jumlah populasi Kabupaten Batang adalah total dari penduduk per *grid*.

Selanjutnya, validasi model dilakukan dengan perhitungan jumlah populasi total Kabupaten Batang dari hasil penjumlahan populasi per *grid*. Hasilnya di tunjukan pada Tabel 7 dimana terdapat selisih sebesar 0,06% antara jumlah populasi Kabupaten Batang menurut BPS dengan jumlah populasi menurut model.

**Tabel 7.** Perbandingan Jumlah Populasi Kabupaten Batang tahun 2020 antara Data BPS dengan Sistem

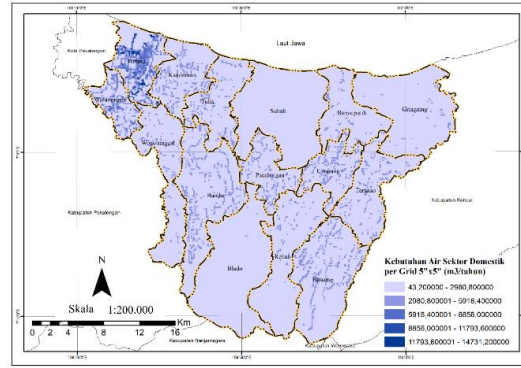
Jumlah Populasi (jiwa)		Selisih	Persentasi Selisih (%)
BPS	Sistem Grid		
801.268	800.740	528	0,066

Dari hasil selisih jumlah populasi berdasarkan model sistem *grid* dengan jumlah populasi dari data BPS tersebut dapat dikatakan tidak signifikan. Artinya, model distribusi populasi atau penduduk dengan sistem *grid* dalam penelitian ini dapat menghasilkan informasi mengenai populasi di Kabupaten Batang dengan baik dalam setiap *grid*-nya. Perbedaan tersebut dihasilkan akibat pembulatan pada proses perhitungan pendistribusian jumlah populasi. Hasil proyeksi jumlah penduduk di Kabupaten Batang pada tahun 2039 didapatkan dengan perhitungan menggunakan persamaan metode Geometri dengan laju pertumbuhan 1,24 persen yaitu 1.013.240 jiwa.



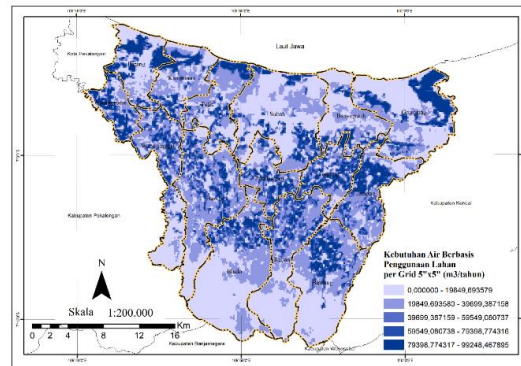
**Gambar 3.** Peta Distribusi Populasi per Grid 5"x5"

Distribusi kebutuhan air dari sektor domestik dalam sistem *grid* ditunjukkan pada Gambar 4, terlihat bahwa pola distribusi persebaran kebutuhan air sektor domestik memiliki pola yang sama dengan persebaran jumlah populasi dalam sistem *grid*. Kebutuhan air terbesar terlihat pada daerah ibukota Kabupaten Batang yaitu Kecamatan Batang dimana merupakan daerah yang memiliki jumlah penduduk yang paling tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kabupaten Batang tahun 2039 dapat dihitung kebutuhan air domestik dengan standar kebutuhan air domestik adalah 43,2 m<sup>3</sup>/tahun yaitu 43.771.958,1 m<sup>3</sup>/tahun.



**Gambar 4.** Peta Kebutuhan Air Sektor Domestik per Grid 5"x5"

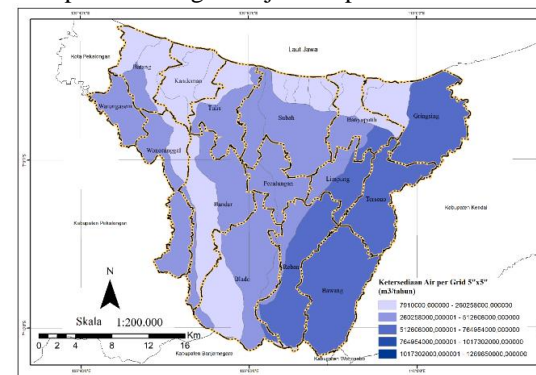
Perhitungan kebutuhan air untuk kegiatan ekonomi berbasis penutupan lahan hanya mempertimbangkan area perkebunan. Distribusi kebutuhan air dari penggunaan lahan dalam sistem *grid* ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Peta Kebutuhan Air Berbasis Penggunaan Lahan per Grid 5"x5"

#### 4.4 Distribusi Ketersediaan Air

Data potensi ketersediaan air yang digunakan adalah berdasarkan data debit andalan (Q80%) dari DAS, sehingga jasa lingkungan hidup penyedia air didistribusikan berdasarkan DAS. Hasil visualisasi distribusi ketersediaan air di Kabupaten Batang ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Peta Ketersediaan Air per Grid 5"x5"



#### 4.5 Status Daya Dukung dan Daya Tampung Air

Penetapan status daya dukung dan daya tampung air berdasarkan selisih dan perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Pada Tabel 8 di ilustrasikan bagaimana ketersediaan dan kebutuhan air di Kabupaten Batang.

**Tabel 8.** Ketersediaan dan Kebutuhan Air di Kabupaten Batang

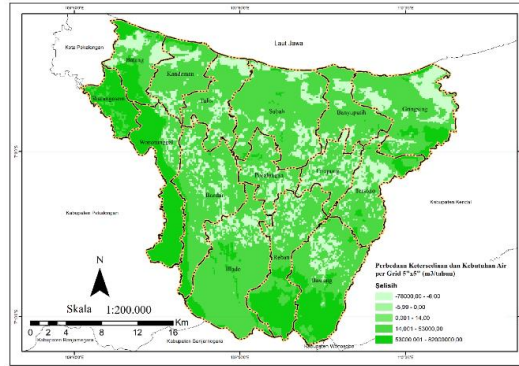
	Ketersediaan Air (juta m <sup>3</sup> /tahun)	Kebutuhan Air Total (juta m <sup>3</sup> /tahun)
Total	3.702,297	1.151,421

Ditunjukkan pada Tabel 9 bahwa secara makro (per kecamatan), masing-masing kecamatan di Kabupaten Batang belum mengalami defisit air. Secara visual yang ditunjukkan pada Gambar 7. setiap kecamatan di Kabupaten Batang memiliki wilayah (*grid* 5"x5") yang mengalami defisit meskipun tidak mendominasi.

**Tabel 9.** Selisih dan Perbandingan Ketersediaan dan Kebutuhan Air

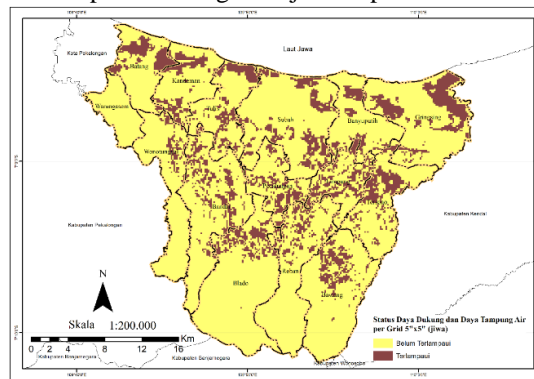
	Selisih Ketersediaan dan Kebutuhan Air (juta m <sup>3</sup> /tahun)	Nilai Perbandingan Ketersediaan dan Kebutuhan Air
Total	2.550,875	3,22

Secara keseluruhan perbedaan antara ketersediaan dan kebutuhan air di Kabupaten Batang tidaklah mengalami defisit seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV-8. Ketersediaan air di Kabupaten Batang 3.702.297.225 m<sup>3</sup>/tahun (3.702,297 juta m<sup>3</sup>/tahun) sedangkan kebutuhan air total adalah 1.151.421.659,03 m<sup>3</sup>/tahun (1.151,421 juta m<sup>3</sup>/tahun) atau 31,10% dari ketersediaan air, terdapat perbedaan 2.550.875.565,97 m<sup>3</sup>/tahun (2.550,875 juta m<sup>3</sup>/tahun). Kebutuhan air di Kabupaten Batang di dominasi oleh kebutuhan air berbasis penggunaan lahan. Dimana kebutuhan air berbasis penggunaan lahan sebesar 1.116.829.691,03 m<sup>3</sup>/tahun (1.116,829 juta m<sup>3</sup>/tahun) atau 97% dan kebutuhan air dari sektor domestik sebesar 34.591.968,00 m<sup>3</sup>/tahun (34,592 juta m<sup>3</sup>/tahun) atau 3% dari kebutuhan air total. Berdasarkan hasil perhitungan dan pemetaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, masih terdapat wilayah (*grid*) yang mengalami perbedaan ketersediaan dan kebutuhan air yang defisit. Luas wilayah yang mengalami defisit 15958,62 Ha atau 18,33% dari wilayah Kabupaten Batang.



**Gambar 7.** Peta Selisih Ketersediaan dan Kebutuhan Air per Grid 5"x5"

Berdasarkan perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air di Kabupaten Batang yang ditunjukkan pada Tabel IV-8 adalah 3,22 (>3) maka status daya dukung dan daya tampung air di Kabupaten Batang belum terlampaui atau baik. Distribusi status daya dukung dan daya tampung air di Kabupaten Batang ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Peta Status Daya Dukung dan Daya Tampung Air per Grid 5"x5"

Melalui hasil model spasial, distribusi pola persebaran wilayah yang mengalami defisit ketersediaan air dapat diidentifikasi dengan mudah secara visual. Penggunaan sistem *grid* multi skala 5"x5" membuat analisis menjadi lebih detail.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan diantaranya yaitu:

1. Indeks jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang dibagi menjadi lima kelas kelas sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Indeks kinerja jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang di dominasi oleh kelas Tinggi yaitu seluas 41319,166 Ha atau 47,477% dimana hal ini menunjukkan

kemampuan jasa lingkungan hidup penyedia air di Kabupaten Batang memiliki kemampuan yang baik untuk mendukung ketersediaan air di Kabupaten Batang.

2. Penetapan status daya dukung dan daya tampung air di Kabupaten Batang menggunakan pendekatan keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Ketersediaan air di Kabupaten Batang 3.702.297.225 m<sup>3</sup>/tahun sedangkan kebutuhan air total adalah 1.151.421.659,03 m<sup>3</sup>/tahun atau 31,10% dari ketersediaan air, terdapat perbedaan 2.550.875.565,97 m<sup>3</sup>/tahun. Dengan demikian, Kabupaten Batang masih mengalami surplus air. Perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air adalah 3,2 (>3) maka daya dukung dan daya tampung air di Kabupaten Batang adalah belum terlampaui.

## 5.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat saran-saran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan terhadap ketersediaan data terbaru dan yang lebih detail untuk masing-masing komponen dan parameter penyusun penelitian agar dapat mendukung pembuatan hasil yang jauh lebih terbaru dan baik.
2. Perhitungan kebutuhan air berbasis penggunaan lahan lain sebaiknya menghitung penggunaan lahan lain seperti industri, tambak, dan lain-lain untuk dapat menggambarkan kondisi kebutuhan air yang lebih baik.
3. Melakukan *Forum Group Discussion* dengan ahli-ahli yang memiliki kompetensi untuk menentukan nilai bobot dan skor untuk setiap parameter penyusun penelitian agar dapat menggambarkan dan menghasilkan analisis daya dukung dan daya tampung air yang lebih tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bappelitbang . (2018). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah*. Kabupaten Batang: Pemerintah Kabupaten Batang.
- Bolstad, P. (2016). *GIS Fundamentals : A First Text On Geographic Information System 5th Edition*. Minnesota: Eider Press.
- BPS. (2021). *Kabupaten Batang Dalam Angka 2021*. Batang: BPS Kabupaten Batang.

- Brontowiyono, W. (2016). *KLHS untuk RTRW dengan Pendekatan Daya Dukung Lingkungan*. Yogyakarta.
- MEA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Washington D.C: Millennium Ecosystem Assessment.
- Muta'ali, L. (2019). *Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Jasa Ekosistem untuk Perencanaan Lingkungan Hidup*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPF) UGM.
- Nengsih, S. (2015). Pembangunan Model Distribusi Populasi Penduduk Resolusi Tinggi untuk Wilayah Indonesia menggunakan sistem grid skala ragam. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 21:31-36.
- Norvyani, D. A., & Taradini, J. (2016). Pemetaan Ambang Batas Daya Dukung Pangan Kabupaten Bandung Barat Menggunakan Sistem Grid Skala Ragam. *Geo-Environment Student Challenge 2016*, 1-8.
- Notohadiprawirto. (1987). *Tanah, Tata Guna Lahan dan Tata Ruang Dalam Analisis Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Rockström, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 472-475.
- Satty, T. (1980). *Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.
- Shar, K., & dkk. (2003). Discrete Global Grid System: Basic Definitions Discrete Global Grid. *Cartography and Geographic Information Science*, 30, No.2, 121-134.
- Siswanto. (2014). *Kebutuhan air irigasi*. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional.
- World Resources Institute . (2000). *World Resources*. Retrieved from <http://www.wri.org/wr2000>