

Identifikasi Potensi Sumber Air Permukaan Dengan Menggunakan DEM (*Digital Elevation Model*) Di Sub Das Konto Hulu- Kabupaten Malang

Identification of Surface Water Potential by Using DEM (Digital Elevation Model) in Sub DAS Konto – Malang District.

Satrio Wicaksono¹, A. Tunggul Sutan Haji^{2*}, Ruslan Wirosoedarmo²

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

Banjir dan kekeringan merupakan dampak dari buruknya sistem tata air sebuah DAS. Hal tersebut berkaitan dengan kondisi hutan di kawasan hulu DAS. Salah satu penyebabnya adalah pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung lingkungan, sehingga kawasan resapan air berkurang. Perlu adanya pemenuhan kebutuhan air yaitu melakukan identifikasi potensi sumber air permukaan agar pemenuhan kebutuhan air bisa tercukupi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi letak sumber air permukaan di Kabupaten Malang di Sub DAS Konto. Metode yang digunakan adalah analisis spasial dengan mensimulasikan karakteristik wilayah untuk mendapatkan titik potensi sumber air berdasarkan debit outlet menggunakan SIMODAS. Dengan mengetahui *catchment area*, nilai sebaran hujan dan nilai koefisien *runoff* maka dapat diketahui debit rerata pertahun yang merupakan potensi sumber air permukaan. Hasil simulasi menggunakan SIMODAS didapatkan 1 titik potensi sumber air permukaan di Sub DAS Konto Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur. Titik potensi seluas 115.83 km² dengan debit rerata pertahun 2.01 m³.s⁻¹. Simulasi menggunakan SIMODAS didapatkan potensi bulanan dalam 10 tahun sebesar 5.31 m³.s⁻¹ pada bulan Februari.

Kata kunci : analisis spasial, daerah tangkapan air, sistem informasi geografis.

Abstract

The problem of flood and drought give negative impact to water system in the catchment area. It is related to forest condition in the upstream of watershed. One cause is the use of land that does not comply with the environmental carrying capacity making the area of repage is reduce. So we need a water supply that is to identify potential surface water sources of water to individual order fulfillment can be fulfilled. The purpose of this research is to identify the location of fatherly surface water sources in the district. The method spatial analysis to simulatethe characteristics of the area to get a potential point soueces of water by the discharge outlet using SIMODAS. By knowing the catchment area, the value distribution of rainfall and the runoff coefficient can diketahi mean annual discharge is a potential source of surface water. The Simulation using SIMODAS has earned 1 potential source of surface water area in Sub DAS Konto, Malang district, East Java Province. The potential area with 115.83 km² of wide-land has an average debit about 2.01 m³.s⁻¹ in a year. The SIMODAS simulation has obtained monthly earning in 10 years at 5.31 m³.s⁻¹ on February.

Key words : *catchment area, geographic information system, spatial analysis*

PENDAHULUAN

Air mempunyai peranan penting dalam menunjang semua aktifitas manusia, sehingga manusia membutuhkan air yang

sesuai dengan laju bertambahnya jumlah penduduk. Terutama di daerah yang memiliki potensi besar dalam bidang pertanian, peternakan dan perkebunan (Andini, 2014).

Sub DAS Konto Hulu, Kabupaten Malang, merupakan daerah potensial pertanian, perkebunan, peternakan dan jumlah penduduk yang semakin meningkat namun memiliki masalah ketersediaan air. Ada potensi mata air yang dapat dimanfaatkan sebagai air baku dan irigasi tetapi sulit dijangkau (Wirosoedarmo, 2012).

Mengingat hal tersebut, maka sudah selayaknya upaya pengidentifikasian sumber daya air yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan dilakukan, dalam artian setiap kegiatan konservasi atau pengidentifikasian sumber daya air harus disesuaikan dengan potensi yang ada, sehingga tidak mengakibatkan efek negatif pada lingkungan yang akan mengganggu ketersediaan sumber daya air di masa datang. Dalam pengidentifikasian potensi sumber daya air dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi yang telah tersedia (Sukobar, 2007).

Perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Digital Elevation Model (DEM) memungkinkan untuk melakukan pengamatan fenomena alam di permukaan bumi melalui pemodelan spasial. Berkembangnya perangkat lunak SIG sebagai perkembangan sistem penginderaan jarak jauh seperti *Ermapper*, *MapInfo* (Indharto, 2004).

Potensi kebutuhan air permukaan bisa diperkirakan menggunakan SIG dengan menggabungkan data yang dibutuhkan berupa peta digital, peta jenis tanah, peta sebaran stasiun hujan, peta sebaran stasiun klimatologi dari suatu areal pertanian. Hasil analisis SIG mempresentasikan secara visual potensi air permukaan untuk mempermudah kajian dalam pengalokasian dan pengelolaan air irigasi (Indharto, 2004).

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi sumber air permukaan di Sub DAS Konto Hulu - Kabupaten Malang dengan bantuan *software* SIG dan Sistem Informasi Model Daerah Aliran Sungai (SIMODAS).

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan adalah analisis spasial, yaitu dengan menganalisis karakteristik lahan pada data keruangan. Penelitian ini secara umum dapat dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu pengumpulan data

yang meliputi data spasial dan data non spasial, pengolahan data serta penerapan model.

1. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode observasi dokumentasi dengan data sekunder atau dokumen yang merupakan catatan perusahaan, lembaga atau institusi. Dokumen digunakan untuk menunjang kelengkapan data yang lain.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Peta digital topografi Sub DAS Konto Hulu Kabupaten Malang skala 1 : 25.000 dari Badan Informasi Geospasial (BIG), peta digital jenis tanah, peta digital tata guna lahan, data curah hujan harian wilayah Sub DAS Konto Hulu Kabupaten Malang 10 tahun terakhir yaitu tahun 2003-2012 dari Badan Meteorologi dan Klimatologi (BMKG).

2. Pengolahan Data

Data spasial merupakan data dalam bentuk keruangan yang didalamnya memiliki database karakteristik data yang meliputi peta kegunaan lahan, peta jenis tanah, topografi serta titik stasiun hujan. Sedangkan data non spasial adalah data yang bukan dalam bentuk keruangan atau data statistik. Data statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif yang berupa data hujan. Data hujan dinyatakan dalam bulanan pada 10 tahun terakhir. Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi 3 tahapan yaitu:

Pengolahan Data Grid Runoff

Koefisien *runoff* (C) adalah nilai koefisien air limpasan, besar kecilnya *runoff* dipengaruhi oleh penggunaan lahan. Nilai C didapatkan dari literatur kemudian dimasukkan kedalam data atribut peta penggunaan lahan yang diolah menggunakan *ArcView 3.3* sesuai dengan nilai masing-masing penggunaan lahan. Setelah itu dilakukan *gridding* untuk mendapatkan peta *grid* penggunaan lahan.

Penelitian sebelumnya (Sylviani, 2010) koefisien *runoff* menjadi indikator suatu DAS mengalami gangguan. Koefisien *runoff* dapat digunakan untuk menentukan model pendugaan WEPP (*Water Erosion Prediction*

Project), yaitu model yang digunakan untuk penentuan erosi.

Pengolahan Data Grid Area

Menentukan nilai Daerah Tangkapan Air atau *catchment area* (A) langkah pertama yang dilakukan adalah mengolah peta topografi menggunakan ArcView 3.3. Dalam peta topografi di wilayah DAS Konto diolah menjadi bentuk DEM dengan format TIN. Selanjutnya DEM dalam format TIN diubah menjadi bentuk *grid* ketinggian. Peta *grid* ketinggian ini kemudian digunakan untuk mendapatkan *grid* kemiringan (*slope*), *fil sink*, *grid* arah aliran (*flow direction*) serta *grid* akumulasi aliran (*flow accumulation*). Setelah ditentukan titik outlet pada *flow accumulation* dapat ditentukan pula luas A.

Pengolahan Data Hujan

Data yang digunakan adalah peta administrasi dan data hujan. Peta administrasi dan data hujan yang diperoleh dianalisis sehingga menghasilkan nilai titik hujan dan stasiun hujan. Setelah diketahui nilai titik hujan dan stasiun titik hujan lalu dilakukan uji konsistensi terhadap stasiun-stasiun yang ada serta dilakukan penentuan curah hujan rerata daerah dengan menggunakan metode Poligon Thiessen.

Setelah pengolahan dilakukan maka peta penyebaran curah hujan akan membentuk poligon-poligon yang mewakili sebaran curah hujan pada masing-masing stasiun hujan. Selanjutnya sebaran hujan pada masing-masing stasiun hujan nilainya dimuat pada keseluruhan sel dalam bentuk *grid* sehingga menghasilkan nilai *grid* sebaran hujan (I).

Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan 10 tahun yaitu tahun 2003 – 2012 dari dua Stasiun Hujan, yaitu stasiun hujan Kedungrejo dan stasiun hujan Pujon. Nilai debit dapat diketahui dengan terlebih dahulu menentukan curah hujan. Curah hujan digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan (I).

Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ditentukan setelah diketahui nilai curah hujan rerata bulanan dalam kurun waktu 10 tahun. Dalam menghitung intensitas curah

hujan, metode yang digunakan adalah metode Van Breen.

Perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Van Breen adalah sebagai berikut :

$$I_T = \frac{54R_T + 0,07R_T^2}{T_C + 0,3 R_T} \quad (1)$$

Keterangan : I_T = Intensitas Curah Hujan ($m^3 \cdot s^{-1}$) R_T = Curah Hujan Efektif (mm), T_C = Waktu (hari).

Setelah dilakukan perhitungan intensitas hujan disetiap stasiun didapatkan nilai I di dua stasiun yang tertera pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Intensitas Curah Hujan Stasiun Kedungrejo dan Stasiun Pujon

Bln	Jml Hari	St. KdgRejo		St. Pujon	
		CH *	I	CH*	I
Jan	31	313.3	14.8	314.7	14.8
Feb	28	476.5	23.7	413.6	20.9
Mar	31	284.0	13.5	298.1	14.1
Apr	30	194.2	9.7	216.9	10.8
Mei	31	66.1	3.3	64.9	3.2
Jun	30	34.9	1.8	44.3	2.3
Jul	31	23.3	1.2	24.6	1.2
Agu	31	6.6	0.3	14.4	0.7
Sep	30	18.2	1.0	27.6	1.4
Okt	31	110.6	5.5	131.1	6.5
Nov	30	232.6	11.5	270.7	13.3
Des	31	367.0	17.1	343.3	16.1
I Rata-rata bulanan			8.6		8.8

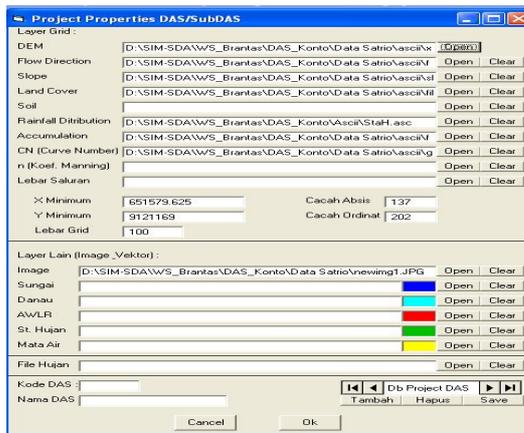
*diolah dari data BMKG

Entry Data dan Simulasi Model

Setelah dilakukan pengolahan data input menggunakan ArcView 3.3 didapatkan data berbentuk *grid* kemudian dilakukan simulasi menggunakan SIMODAS. SIMODAS adalah perangkat lunak yang digunakan sebagai system informasi dan model hidrologi untuk pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Perangkat ini dikembangkan dengan mengintegrasikan model hidrologi sebar keruangan dan Sistem Informasi Geografi (Sutan Haji, 2012). Data-data berbentuk *grid* tersebut dimasukkan kedalam *project properties* SIMODAS agar bisa dibaca oleh *software* SIMODAS. Data tersebut meliputi, peta DEM, peta *grid* kemiringan, peta *grid* akumulasi aliran, peta *grid* penggunaan lahan, dan peta *grid* sebaran hujan.

Data yang telah diubah menjadi bentuk ASCII dimasukkan melalui *project properties*.

Tampilan *project properties* SIMODAS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Project Properties* dalam SIMODAS

Kalibrasi dan Validasi Model

Kalibrasi model bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter hidrologi yang mendekati kebenaran kondisi di lapang (Wirosoedarmo, 2012). Pada kalibrasi ini parameter yang perlu dikoreksi adalah nilai C, hingga hidrograf hasil simulasi mendekati hidrograf pengukuran atau observasi.

Kalibrasi model pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan debit puncak hasil keluaran model dengan debit puncak aktual di wilayah Sub DAS Konto. Setelah dibandingkan dicari nilai selisih debit (Q) terkecil, kemudian nilai koefisien *runoff* dikalikan dengan faktor pengali dari selisih nilai debit (Q) terkecil pada tahap penerapan model.

Validasi data berfungsi untuk kekonsistensian hasil simulasi dengan menggunakan nilai variasi untuk tiap parameter. Data-data yang divalidasi yaitu data *grid* nilai C yang divalidasi dengan cara mengkalibrasi, untuk luas A divalidasi dengan menentukan titik outlet pada Sub DAS Konto Hulu, sedangkan nilai I divalidasi dengan melakukan uji konsistensi.

3. Penerapan Model

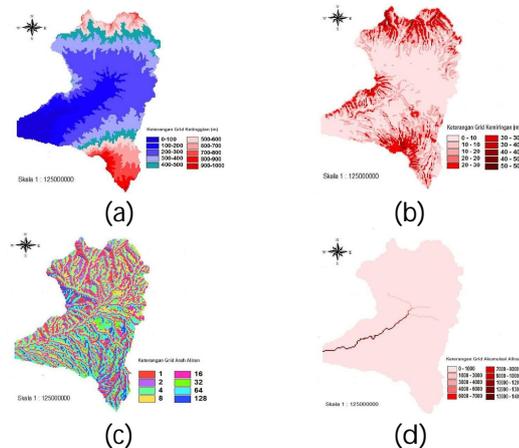
Simulasi menggunakan SIMODAS bertujuan untuk mendapatkan nilai debit rerata pertahun di masing-masing titik yang berpotensi menjadi sumber air permukaan. Saat melakukan simulasi nilai C yang digunakan dalam simulasi adalah nilai C

yang sudah dikalibrasi, yaitu nilai C yang sudah dikalikan dengan nilai faktor pengali dari hasil kalibrasi model. Hal ini diharapkan nilai debit simulasi mempunyai tingkat kesalahan yang kecil dengan kondisi dilapang dan dapat dinyatakan valid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grid Area

Peta *flow accumulation* dapat menentukan titik outlet berdasarkan ketinggian lahan. Dari titik outlet tersebut digunakan untuk menentukan luas A dengan menggunakan SIMODAS. Luas A yang didapat sebesar 115.83 km². Proses pengolahan data *grid area* dapat dilihat pada Gambar 2.

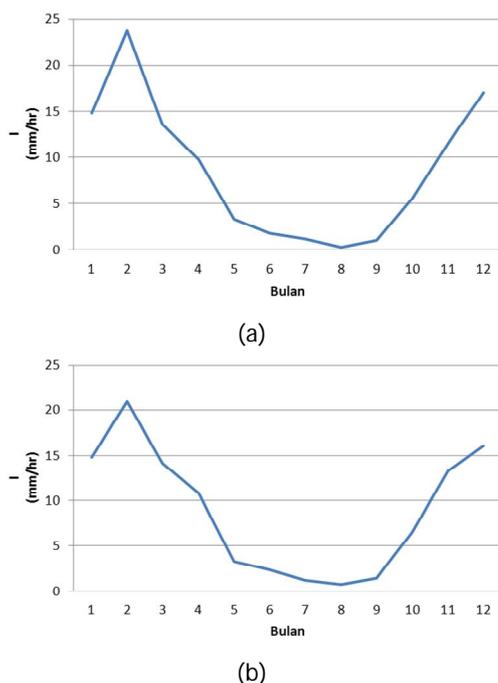


Gambar 2. Proses penentuan catchment area. a) Peta *grid* ketinggian, b) Peta *grid* kemiringan, c) Peta arah aliran d) Peta akumulasi aliran.

Flow accumulation dapat digunakan untuk menentukan jaringan sungai serta menerangkan area-area yang menjadi tempat berkumpulnya air yang berasal dari sumber sehingga dapat digunakan untuk membangun bendungan dalam menanggulangi banjir (Wirosoedarmo, 2012).

Intensitas Hujan

Pengolahan data intensitas hujan didapatkan bahwa nilai I tertinggi di stasiun hujan Kedungrejo pada bulan Februari dan nilai I terendah pada bulan Agustus. Sedangkan di stasiun hujan Pujon nilai I tertinggi pada bulan Februari, sedangkan nilai I terendah pada bulan Agustus. Nilai tersebut dapat dilihat melalui Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Intensitas Curah Hujan (a) Stasiun Kedungrejo (b) Stasiun Pujon

Nilai I tersebut di olah dalam bentuk *grid* dan disimpan dalam bentuk format ASCII untuk *input* pada waktu simulasi menggunakan SIMODAS.

Penelitian terdahulu (Wirosoedarmo, 2012) nilai I digunakan untuk penentuan debit puncak banjir dengan kala ulang 2, 3, dan 4 tahun dengan terlebih dahulu menentukan curah hujan kala ulang melalui perhitungan uji konsistensi dan pemilihan kesesuaian metode distribusi curah hujan.

Poligon Thiessen

Dari data Intensitas hujan dalam 2 stasiun tersebut dapat ditentukan letak stasiun hujan dengan menggunakan metode Poligon Thiessen

Berdasarkan pembagian luas daerah pengaruh Metode Poligon Thiessen didapatkan luas daerah pengaruh stasiun hujan Kedungrejo adalah 7742.92 m² sedangkan luas daerah pengaruh stasiun hujan Pujon adalah 6909.58 m².

Kalibrasi dan Validasi Model

Kalibrasi model bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter hidrologi yang mendekati kebenaran kondisi lapang. Parameter yang perlu dikoreksi yaitu koefisien *runoff*. Parameter koefisien *Runoff* memberikan pengaruh terhadap

karakteristik sumber air permukaan. Jika nilai koefisien *Runoff* tinggi maka potensinya semakin tinggi pula.

Kalibrasi model dilakukan dengan membandingkan debit aliran keluaran model dengan debit aktual di wilayah Sub DAS Konto Hulu. Berikut adalah nilai yang menunjukkan faktor pengali pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Pengali Nilai C

Faktor Pengali Nilai C	Q Model (m ³ .s ⁻¹)	Q Aktual (m ³ .s ⁻¹)	Selisih Nilai Q
1.50	5.07	5.31	-0.234
1.60	5.40	5.31	0.104
1.58	5.34	5.31	0.036
1.57*	5.30	5.31	0.003
1.56	5.23	5.31	-0.070

*Faktor pengali nilai C selisih terkecil

Debit aktual di wilayah Sub Das Konto Hulu yaitu sebesar 5.31 m³.s⁻¹. Hasil kalibrasi yang didapat agar nilai parameternya mendekati kebenaran kondisi di lapang adalah nilai Koefisien *Runoff* awal dikalikan dengan 1.57. Debit aliran setelah di kalibrasi yaitu 5.30 m³.s⁻¹. Dari data tersebut dapat dinyatakan valid karna mendapatkan nilai selisih terkecil.

Setelah ditentukan nilai factor pengali, dilakukan penglian terhadap nilai C. Nilai C sebelum dikalibrasi dan setelah dikalibrasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Koefisien *Runoff* Sebelum dan Setelah Kalibrasi

Penutupan Lahan	Koefisien <i>Runoff</i>	
	Sebelum* (n)	Setelah (n x 1,57)
Air Tawar	0.20	0.31
Rerumputan	0.36	0.57
Semak Belukar	0.15	0.24
Sawah Tadah Hujan	0.15	0.24
Sawah Irigasi	0.15	0.24
Tegalan	0.38	0.60
Kebun	0.10	0.16
Hutan	0.05	0.08
Pemukiman	0.45	0.71
Gedung	0.60	0.94
Tanah Kosong	0.40	0.63

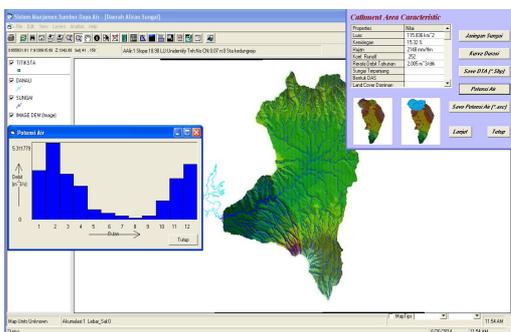
*data didapat dari Dephut

Penelitian terdahulu (Indarto, 2012) melakukan proses kalibrasi dengan menggunakan metode ganerik dan manual terhadap model SMAR yang prinsipnya dapat mereproduksi fluktuasi debit (naik dan turunnya debit) pada Sub DAS Rawatamtu pada skala bulanan, musiman

dan tahunan. Model SMAR (Soil Moisture Accounting Rainfal Model) yang dapat digunakan untuk menghitung aliran permukaan (*runoff*) dari suatu DAS.

Proses validasi juga dilakukan pada penelitian aplikasi pengukuran kualitas air limbah dengan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Hasil tersebut perlu diadakan pengujian dan di validasi nilainya. Dari pengujian tersebut dihasilkan nilai jarak terkecil sehingga dapat dikatakan valid (Eneng dan Sanny, 2010).

Proses validasi simulasi SIMODAS dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Gambar Debit Aliran pada SIMODAS

Penerapan model menggunakan SIMODAS didapatkan 1 titik potensi sumber air permukaan di Sub DAS Konto Hulu Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. Titik potensi seluas 115.83 km² dengan debit rerata pertahun 2.01 m³.s⁻¹. Dari hasil simulasi dengan SIMODAS, didapatkan nilai debit aliran sebesar 5.31 m³.s⁻¹ pada bulan Februari.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, I Gusti Ayu. 2014. *Peningkatan Penyediaan Air Bersih Perpipaan Kota Bandung Dengan Pendekatan Pemodelan Dinamika Sistem*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota A SAPPK V1N1.
- Eneng dan Sanny. 2010. *Perancangan Apikasi Pengukuran Kualitas Air Limbah Menggunakan Microsoft Visua Basic 6.0*. Jurnal Perancangan. FMIPA Universitas Pakuan.
- Indarto. 2012. *Prosedur Kalibrasi dan Validasi Model SMAR untuk Mendiskripsikan Proses Hujan Aliran di Sub-DAS Rawatamtu*. Jurnal Teoritis dan

Terapan Bidang Rekayasa Sipil Vol. 19 No. 3.

Indharto, Yopi. 2004. *Operator Hidrologi Untuk Penyusunan Sistem Informasi Kebutuhan Air Tanaman*. Jurnal Pertanian Vol. 14 No. 1.

Rahadjo, P Nugro. 2008. *Masalah Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Tiga Desa Di Kabupaten Ende*. JAI Vol. 4 No. 1.

Sukobar. 2007. *Identifikasi Potensi Sumber Daya Air di Kabupaten Pasuruan*. Fakultas Teknik Sipil. ITS Surabaya. Jurnal Apikasi Vol.3 No.1.

Sutan Haji, A. 2012. *Pragnosa Banjir Sub Das Konto Menggunakan Simodas*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol.32 No.2. Universitas Gajah Mada.

Sylviani, 2010. *Potensi dan Pemanfaatan Sumberdaya Air di Daerah Airan Sungai Jeneberang dan Kawasan Hutan Lindung (Studi Kasus di Kabupaten Gowa, Profinsi Sulawesi Selatan)*. Jurnal Penelitian. Makasar

Wirosoedarmo, R. 2012. *Pragnosa Banjir Sub Das Konto Menggunakan Simodas*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol.32 No.2. Universitas Gajah Mada.