

**POLA PENGGUNAAN AIR UMBUL UNTUK LAHAN PERTANIAN PADI
SAWAH DAERAH KAKI GUNUNG MERAPIDI KABUPATEN KLATEN
JAWA TENGAH**

Suharjo¹, Absori², Munawar Cholil³ dan Agus Anggoro Sigit⁴

1) Pendidikan Geografi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta

2) Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Surakarta

3,4) Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta Jawa Tengah 57162 Indonesia Telp. +62 271
717417 Faks. +62 271 715448

email: Suharjo@ums.ac.id

Abstrak

Bentuklahan kaki gunung api merupakan wilayah yang mempunyai kesamaan sifat relief, jenis batuan dan proses geomorfologi. Kaki gunung api Merapi daerah kabupaten Klaten dicirikan lereng patah, kemiringan lebih besar 86 %, jenis batuan atau material gunung api dan proses geomorfologinya merupakan proses dan memiliki 87 sumber mata air/umbul dengan debit air dari 5 – 1850 l/detik. Pada saat musim kemarau daerah ini selalu terjadi konflik masyarakat petani dengan pengguna air umbul yang bersifat produktif baik dari pemerintah atau swasta. Tujuan penelitian menganalisis pola penggunaan air umbul untuk pertanian padi sawah. Metode untuk mendapatkan data melalui forum diskusi kelompok (FGD). Sampel dipilih atas dasar *strata purposive*, gabungan kelompok petani (GAPOKTAN) desa Gumul Kecamatan Polanharjo dan kecamatan Manisrenggo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1). Pola penggunaan air umbul daerah Kaki Volkan Klaten bagian selatan yaitu daerah kecamatan Manisrenggo sumber air dari umbul Brintik yang berada di desa Kepurun, penggunaannya dengan cara komprehensif yaitu melalui siklus domestik, pariwisata, perikanan dan lainnya untuk pertanian padi sawah. Pembagian air pada padi sawah dimulai dari lahan bagian hulu dan berakhir di bagian hilir. Daerah Manisrenggo Terdapat 9 umbul, disamping air umbul maka masyarakat petani Manisrenggo menggunakan sumur pantek. 2). Pola penggunaan air umbul daerah Kaki volkan klaten tengah dan utara dilakukan perencanaan. Periode lima tahunan yang lalu dilakukan pada bulan Mei tetapi pada musim kemarau tahun 2016 ini belum dilakukan perencanaan penggunaan air mengingat adanya perubahan iklim yang disebut kemarau basah. Sebelum tahun 2016 perencanaan penggunaan yaitu penetapan jenis umbul yang diambil sebagian untuk air yang bersifat produktif, semua umbul diutamakan untuk konsumtif. Siklus berikutnya dibuat sarana irigasi permanen untuk perikanan dan pertanian. Pola penggunaan air umbul untuk pertanian didasarkan atas variasi kemiringan lereng lahan pertanian padi sawah yaitu dimulai dari bagian hulu dan berakhir di bagian hilir. Siklus tanam dan panen padi berurutan dari lereng bagian hulu kemudian baru lereng bagian hilir. interval siklus tanam dan panen mencapai 20 – 30 hari. Siklus tanam dan panen berdampak pada berkembangnya siklus tumbuh dan berkembangnya hama tanaman seperti tikus dan wereng yang tidak bisa dicegah dan perlu diatasi.

1. PENDAHULUAN

Air tanah adalah sejumlah air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan atau sistem drainase atau dengan pemompaan. Dapat juga disebut aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Sjarief dan Kodoatie, 2005). Air tanah yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu air sumur dan air yang mengalir ke permukaan tanah dan rembesan yang juga disebut mata air atau air umbul. Sifat/karakteristik air tanah akan tergantung pada curah hujan, sifat jenis batuan penyusun akuifer yang dilalui oleh air tanah. Sifat jenis batuan penyusun bentuk lahan dipermukaan bumi ini bervariasi maka potensi (kualitas dan kuantitas) air tanah disetiap bentuk lahan berbeda-beda. Bentuk lahan adalah suatu wilayah yang dibentuk oleh kesamaan kesamaan relief, material/jenis batuan dan proses geomorfologi. Di daerah kabupaten Klaten terdapat bentuklahan :1) lereng dan puncak gunung api, 2) kaki gunung api, 3) dataran fluvial gunung api Merapi dan 4) structural perbukitan Bayat (Suharjo 2006).

Potensi air tanah disetiap bentuklahan adalah sebagai berikut ini. 1). bentuklahan lereng dan puncak gunung api Merapi merupakan tangkapan air hujan dan berfungsi sebagai penyimpan air tanah, terdapat empat mata air; 2) daerah kaki gunung api Merapi, air tanah merupakan mata air yang disebut sabuk mata air atau air umbul dengan agihan di daerah kecamatan Manisrenggo, Ngawen, Jatinom, Karanganyar, Karangnongko, Kebonarum, Planharjo dan Kecamatan Tulung. Penggunaan air umbul untuk air domestik, pertanian, perikanan, perkebunan, permukiman, perkantoran dan perusahaan air minum. 3) dataran fluvial gunung api

Merapi, air tanah yang digunakan berasal dari air sumur dan mata air. Penggunaan air tanah digunakan untuk pertanian, perikanan, industri, permukiman dan domestik (mandi, minum, cuci) air tanah di daerah ini mengalami pencemaran bakteri coli dan nitrit. 4) bentuklahan structural perbukitan Bayat, air tanah yang digunakan yaitu air sumur dan mata air. Penggunaannya untuk pertanian, peternakan, tegalan dan permukiman. Beberapa sumur daerah ini mengalami pencemaran air asin pada pasca gempa bumi tektonik. (Suharjo, 2015).

Permasalahan daerah kaki gunung Merapi di Kabupaten Klaten antara lain terjadi 1) konflik antara pemanfaat air untuk masyarakat petani dengan badan usaha air minum swasta disumber mata air, 2) konflik penggunaan air minum antara Pemerintah Daerah Kabupaten Klaten dengan Pemerintah Daerah Kota Surakarta. Mendasarkan pada permasalahan tersebut peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul Pola Penggunaan Air Umbul untuk pertanian pada Sawah daerah kaki gunung api Merapi di Kabupaten Klaten Jawa Tengah. Penelitian ini merupakan bagian capaian data tahun ke tiga “ Model Pengelolaan Air Tanah Daerah Lereng Gunung Api Merapi di Kabupaten Klaten Jawa Tengah.

2. METODE

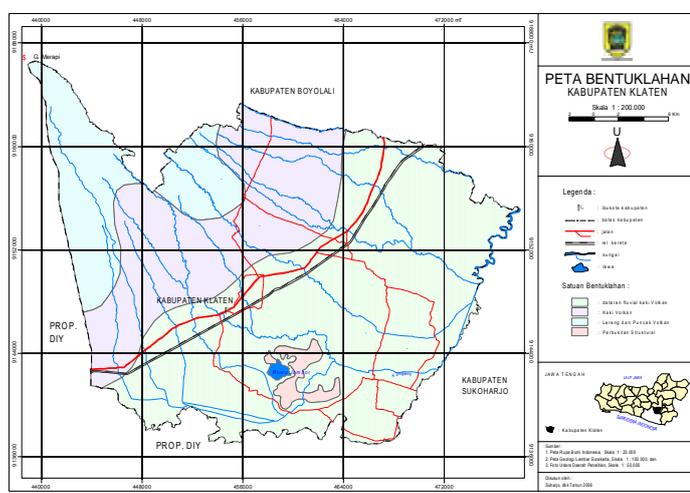
Penelitian yang dilakukan di daerah kaki gunung api Merapi Kabupaten Klaten merupakan jenis penelitian kualitatif, metode pengambilan sampel mendasarkan sampel Strata Proporsi yaitu penduduk anggota Gabungan Kelompok Petani (GAPOKTAN); cara mendapatkan data dengan wawancara ketua GAPOKTAN, *Focus Discussion Group* (FGD) terhadap GAPOKTAN penduduk kecamatan Polanharjo, para pemangku kepentingan air tanah maupun

air permukaan dari lembaga pemerintah maupun swasta. FGD ini dilakukan di LPPM Universitas Muhammadiyah Surakarta, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta dan di Dusun Gumul kecamatan Polanharjo.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang disajikan meliputi posisi bentuklahan, kondisi tanah, kondisi air umbul dan hasil FGD tentang air. Bentuklahan kaki gunung api Merapi berada pada kemiringan > 8

%, berada pada daerah patahan lereng, materialnya berasal dari batuan piroklastik endapan proses volkanisme. Penggunaan lahan difokuskan untuk pertanian padi sawah. Berdasarkan wilayah administrasinya, bentuklahan kaki gunung api Merapi berada di wilayah kecamatan Manisrenggo, Ngawen, kebonarum, Karangnongko, Polanharjo dan Kecamatan Tulung. Agihan bentuklahan, administrasi dan penggunaan pertanian disajikan pada gambar 1 dan 2. (Suharjo, 2006)



Gambar1. Peta bentuklahan daerah Kabupaten Klaten Jawa Tengah



Gambar 2. Peta Penggunaan lahan wilayah administrasi Daerah Kabupaten Klaten

Tanah di daerah kaki gunung api Merapi yaitu Regosol Kelabu, regosol coklat kelabu dan regosol kelabu dan dan kelabu tua. Regosol Kelabu adalah tanah pasiran yang mempunyai warna dominan abu-abu sampai coklat kekuningan. Tanah ini mempunyai pH netral, mempunyai produksi aktual sedang – tinggi. Tanah ini tergolong masih muda, yang dicirikan dengan masih didominasi oleh bahan – bahan aslinya (misal gelas, kaca volkan, kerikil sangat halus sampai sedang) dan adanya susunan perlapisan yang berselang seling sesuai dengan kronologi hasil tumpukan aktivitas vulkan Merapi. Jenis tanah ini tersebar di Kecamatan Klaten Tengah, Klaten Utara, Trucuk, Cawas, Pedan, Karangdowo, Ceper, Juwiring, Wonosari, Delanggu, Polanharjo, Tulung, Jatinom, Karanganon dan Klaten Selatan. Jenis tanah ini dalam Klasifikasi Soil taxonomy (1990) termasuk sub group Psaments dan Typic EutropeptRegosol Coklat Kelabu,Regosol ini sifat fisiknya (tekstur, struktur, konsistensi, permeabilitas) mirip dengan Regosol Kelabu, namun yang membedakan adanya warna metric tanah yang cenderung kecoklatan dan tingkat perkembangan tanah. Walaupun fraksi yang mendominasi pasir namun telah menunjukkan perkembangan horizon biarpun lemah. Bahan induk tanah ini merupakan hasil letusan tua atau mempunyai sejarah pengelolaan yang lebih intensif dibanding dengan regosol kelabu. Jenis tanah ini tersebar di Kecamatan Kemalang, Manisrenggo, Jogonalan, Prambanan dan Kalikotes. Tanah ini dalam sistem klasifikasi *Soil Taxonomy* tergolong dalam sub group Typic Eutropepst dan Pelluderts Typic Chromuderts.Regosol Kelabu dan Kelabu Tua,tanah ini secara fisik (kecuali warna) sama dengan regosol yang lain, namun sebarannya di lapangan sulit dideliniasi dalam satu satuan tanah. Dalam Soil taxonomy di kelompokkan dalam sub

group typic eutropepts dan typic psaments. Tanah ini tersebar di Kecamatan Kemalang, Manisrenggo, Prambanan, Jogonalan, dan Kalikotes.(Suharjo 2006).

Agihan dan potensi air umbul, nama air umbul merupakan nama lokal daerah klaten yaitu air tanah dari mata air. Jumlah air umbul daerah kaki gunung api Merapi di kabupaten Klaten berjumlah 87, debit air tanah dari mata air antara 5 – 1850 liter/detik dan cukup untuk kebutuhan penduduk Klaten sampai dengan tahun 2030 (Suharjo 2008). Kualitas air umbul layak untuk air minum, ini berarti sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan padi sawah. Agihan jumlah air umbul di kaki gunung api Merapi disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan informasi ketua GAPOKTAN gumul kecamatan Polanharjo bapak Sugiyarto bahwa pertanian padi sawah di daerah kaki gunung api Merapi terutama pada musim kemarau mengandalkan air umbul atau air dari mata air.

Tabel. 1 .Jumlah, Persebaran dan Kualitas Air Umbul Daerah Kaki Gunung Api Merapi Di Kabupaten Klaten Jawa Tengah

No	Kecamatan	Jumlah Air Umbul	Kualitas
1	Kemalang	2	Baik untuk air minum
2	Prambanan	9	Baik untuk air minum
3	Polanharjo	7	Baik untuk air minum
4	Tulung	5	Baik untuk air minum
5	Kebonarum	5	Baik untuk air minum
6	Ngawen	11	Baik untuk air minum
7	Jatinom	3	Baik untuk air minum
8	Karanganom	9	Baik untuk air minum
9	Karangnongko	11	Baik untuk air minum
10	Kalikotes	11	Baik untuk air minum
11	Manisrenggo	14	Baik untuk air minum
Jumlah		87	Baik untuk air minum

Forum Diskusi Kelompok, diskusi ini dimulai 11 April 2015 yang bertempat di LPPM Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan tema” *Tata Kelola SDA Pasca*

Pembatalan UU No. 7 Tahun 2004 oleh Mahkamah Konstitusi RI dalam rangka Penyusunan Usulan Muhammadiyah terhadap Rancangan UU SDA yang baru. FGD diselenggarakan kerjasama antara Majelis Lingkungan Hidup Pimpinan Pusat Muhammadiyah

Surakarta dengan Pusat Studi Lingkungan, Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta serta Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Hasil Diskusi disajikan pada tabel.2

Tabel 2. Hasil diskusi Tata Kelola SDA Pasca Pembatalan UU No. 7 Tahun 2004 oleh Mahkamah Konstitusi RI dalam rangka Penyusunan Usulan Muhammadiyah terhadap Rancangan UU SDA yang baru

KELOMPOK USULAN	BUTIR USULAN
Filosofi	<ol style="list-style-type: none"> 1. UU No 11 Tahun 1974: sosial; UU No 7 Tahun 2004: ekonomi; UU SDA yg baru? 2. Harus memenuhi tiga aspek, yi Sosial, Ekonomi dan Lingkungan
Pemanfaatan Air	<ol style="list-style-type: none"> 1. Harus berbasis sosial 2. Harus berdasarkan alokasi pemanfaatan, baik untuk pertanian, rumah tangga maupun industri 3. Masyarakat harus dapat mengontrol pemanfaatan air 4. Air minum harus dapat diakses masy secara gratis dan tidak boleh dikomersialisasikan 5. Penyediaan air/air minum yang memerlukan energi maka Pemerintah harus memberikan subsidi 6. Insentif bagi masy yang mendapatkan air dalam 7. Swasta boleh ikut memanfaatkan tetapi harus ada kompensasinya, di RTH 8. Penyediaan air minum harus ada badan yang ditunjuk dengan azas keterjangkauan 9. Privatisasi harus ada syarat dedikasi dan loyalitas kepada negara 10. Fungsi sosial lebih didahulukan daripada nilai ekonominya (Air sbg barang sosial yang memiliki nilai ekonomi-universal)
Konservasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limbah rumah tangga harus dikelola terlebih dahulu baru dialirkan ke luar (perlu IPAL komunal) 2. Tiap rumah/bangunan harus membuat sumur resapan 3. Konservasi berbasis masyarakat 4. Penyadaran pentingnya konservasi air 5. Rencana tata Ruang pad semua level perlu dipatuhi

Pengelolaan (tata kelola)	<ol style="list-style-type: none"> 6. Tiap daerah harus mempunyai Neraca Air 1. Monopoli tidak diperbolehkan dalam pengelolaan air 2. Pengelolaan harus tegas dan sebaiknya berbasis Syariah 3. Masy sebagai pengawas dan pengendali pengelolaan air 4. Penataan pengelolaan yang berkeadilan, lihat Tap MPR pada saat kepemimpinan p Amien Rais 5. Perlu harmonisasi peraturan, spt UU No 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air; UU No.... Tahun.... tentang Investasi dan lainnya yang berkaitan erat atau bersinggungan 6. Pengawasan dan penegakan hukum perlu masuk secara tegas dalam rumusan UU SDA yang baru
---------------------------	--

Pengendalian Bencana Air	1. Reduksi dan mitigasi berbasis masyarakat/komunitas
--------------------------	---

Perlindungan Sumberdaya Air	-
-----------------------------	---

Sumber. Tabulasi diskusi kelompok yang dilakukan tanggal 11 April 2015

Hasil analisis Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 33 dengan eksplisit dan tegas menyatakan Bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Sedangkan Undang-Undang Sumberdaya Air Nomor 7 Tahun 2004 Pasal 40 Ayat 4 menyebutkan koperasi, badan usahaswasta, dan masyarakat dapat berperan serta dalam penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum. Aturan ini memerlukan pengaturan lebih jelas ditingkat pelaksanaan. Ketidakjelasan menimbulkan permasalahan sistem pemanfaatan air di lapangan. Hal ini terbuktikan dari kajian sejak Tahun 2005 yang menunjukkan konflik pemanfaatan air tanah di lereng Gunung Merapi.

Permasalahan daerah lereng Gunung Merapi di Kabupaten Klaten antaralain terjadi 1) konflik antar pemanfaatan air untuk masyarakat petani dengan badan usaha air minum swasta disumber mata air, 2) konflik penggunaan air minum antara Pemerintah

Daerah Kabupaten Klaten dengan Pemerintah Daerah Kota Surakarta. Mendasarkan pada permasalahan tersebut peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul Model Pengelolaan Air Tanah daerah Lereng Gunung Merapi di Kabupaten Klaten Jawa Tengah.

Pembahasan; material batuan dan tanah merupakan material yang kaya akan unsur hara tanaman dan sebagai akuifer penyimpan air tanah yang potensial. Kualitas air umbul yang kaya akan mineral alami sebagai akibat interaksi antara batuan dan air tanah yang melaluinya sehingga sifat kimia air tanah sama dengan sifat kimia batuan yang dilaluinya. Keberlangsungan jumlah dan kualitas air umbul dipengaruhi fungsinya bentuklahan lereng dan puncak gunung api Merapi. Pola pengelolaan air umbul di setiap bentuklahan di daerah lereng Merapi merupakan sistem pengelolaan dimulai dari bagian hulu sampai dengan bagian hilir dengan cara menjaga keseimbangan antara faktor alam dan faktor antropogenik di setiap bentuklahan.

Pola penggunaan air umbul untuk pertanian padi sawah daerah kaki gunung api Merapi, diperlukan komitmen, masyarakat petani pengguna air umbul

yang tergabung di GAPOKTAN dengan pemerintah sebagai pengambil keputusan. Budaya lokal masyarakat yang bersifat konstruktif/membangun seperti pergiliran musim tanam, penggunaan air dari bagian hulu ke bagian hilir sebagai keputusan hasil Rapat GAPOKTAN antar dusun, antar dengan dan antar kecamatan di daerah kaki gunung api Merapi ditepati bersama.

Undang-undang dasar 1945 pasal 33 menyatakan bumi air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Ini berarti sebelum muncul undang-undang pengganti Undang-Undang Sumberdaya Air Nomor 7 Tahun 2004 Pasal 40 Ayat 4 maka pemerintah dan masyarakat berfikir bertindak kembali berpedoman pada undang undang dasar 1945 fasal 33. Jika butir usulan hasil FGD digunakan dasar maka pola penggunaan air umbul untuk pertanian padi sawah daerah kaki gunung api Merapi akan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

- a. Air umbul dibentuklah kaki gunung api Merapi berjumlah 87 tempat dengan penyebaran dan debit air di setiap kecamatan berbeda-beda.
- b. Pola penggunaan air umbul daerah klaten bagian selatan yaitu daerah kecamatan Manisrenggo yaitu dari umbul Brintik yang berada di desa Kepurun penggunaannya dengan cara komperhensif yaitu melalui siklus domestic, pariwisata, perikana dan luarannya untuk pertanian padi sawah. Pembagian air di padi sawah yang dimulai dari lahan bagian hulu dan berakhir di bagian hilir. Daerah klaten hanya terdapat 9 umbul disamping air umbul maka masyarakat petani Manisrenggo menggunakan sumur pantek.
- c. Pola penggunaan air umbul daerah klaten tengah dan utara dilakukan perencanaan. Peneriode lima tahunan yang lalu dilakukan pada bulan Mei tetapi pada musim kemarau tahun 2016 ini belum dilakukan perencanaan penggunaan air mengingat adanya perubahan iklim yang disebut *kemarau basah*. Sebelum tahun 2016 perencanaan penggunaan yaitu penetapan jenis umbul yang diambil sebagian untuk air yang bersifat produktif, semua umbul diutamakan untuk konsumtif. Siklus berikutnya dibuat sarana irigasi permanen untuk perikanan dan pertanian. Pola penggunaan air umbul untuk pertanian didasarkan atas variasi kemiringan lereng lahan pertanian padi sawah yaitu dimulai dari bagian hulu dan berakhir di bagian hilir. Siklus tanam dan panen padi berurutan dari lereng bagian hulu kemudian baru lereng bagian hilir .interval siklus tanam dan panen mencapai 20 – 30 hari.
- d. Siklus tanam dan panen berdampak pada tumbuh dan berkembangnya hama tanaman seperti tikus, wereng yang tidak bisa dicegah dan perlu diatasi.
- e. Pasca dicabutnya Undang-Undang Sumberdaya Air Nomor 7 Tahun 2004 Pasal 40 Ayat 4 menyebutkan koperasi, badan usahaswasta, dan masyarakat dapat berperan serta dalam penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum maka model pengelolaan air tanah di setiap bentuklah didasarkan atas keputusan perencanaan berbasis masyarakat pengguna air tanah bersama pemerintah. Dalam

pelaksananya harus tetap memgang komitmen yang teklah diputuskan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, Agus Sigit, Suharjo; dkk, 2006. Analisis Proses Geomorfologi Melalui SIG untuk Pengelolaan Lahan Pertanian Daerah Kabupaten Klaten Jawa Tengah. *Penelitian PHK A-2* Fakultas Geografi UMS
- Kodoatie, Robert J., Roestam Sjarief, 2005. *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu* Andi Jl. Beo 38-40. Telp (0274)561881 (hanting) Fax. (0274)588282 Yogyakarta 55281
- Santoso, M. Abdul Fattah 2013. *Air Dan Pemeliharaannya Makalah Seminar Fikih Air Dan Masa Depan Umat Manusia Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah.*
- Soenarno, 2005. *Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Air dan Privatisasi atas Air.* Makalah. Prosiding Seminar Nasional. Fak. Geografi UMS
- Suharjo; dkk, 2005. *Studidan Pemetaan Sumber Air di Kabupaten Klaten. Penelitian Badan Perencanaan Pengembangan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Klaten.*
- Suharjo; dkk, 2006. *Analisis Degradasi Lahan Pasca Gempa Bumi Tektonik Daerah Kabupaten Klaten Jawa Tengah. Penelitian PHKA-2* Fak. Geografi UMS.
- Suharjo, Alif Noor Anna, Munawar Cholil. 2008. *Model Pengelolaan Air Tanah Pasca Gempa Tektonik Di Lereng Merapi Daerah Klaten Jawa Tengah. Penelitian Hibah Bersaing tahun pertama* Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Nasional. Departemen Pendidikan Nasional
- Suharjo, 2014. *Model Pengelolaan Air Tanah Daerah Lereng Gunung Api Merapi di Kabupaten Klaten Jawa Tengah. Penelitian PUP T tahun pertama.* Direktorat Pembinaan Penelitian pda Masyarakat Direktorat Pendidikan Nasional.
- Suharjo, 2015. *Model Pengelolaan Air Tanah Daerah Lereng Gunung Api Merapi di Kabupaten Klaten Jawa Tengah. Penelitian PUP T tahun kedua.* Direktorat Pembinaan Penelitian pda Masyarakat Direktorat Pendidikan Nasiona
- Sunarhadi, M. A., Utami, S. R., Sudarto. 2001. *Pengelolaan Sempadan Sungai Brantas di Kota Malang, Jawa Timur.* Jurnal BIOS AIN, 1(3) Desember 2001, 84-98. Universitas Brawijaya, Malang.
- Sunarhadi, M A, Suharjo, Alif Noor Anna. 2013. *Model Pengelolaan Sempadan Sungai di Kabupaten Sukoharjo. Penelitian Pusat Studi (PESATU).* Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Verstappen, H. 1983. *Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environmental Development.* Amsterdam: Elviesier.