

ESTIMASI LIMPASAN PERMUKAAN SUB DAS MELAMON MENGUNAKAN METODE COOK TERINTEGRASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Amiriyah Umi Marfu'ah, Rustam Affandi, Julian A. Maulana & Rahmat R. Suparno
Fakultas Geografi dan Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS
E-mail: aumimarfuah@gmail.com

ABSTRAK

Sub Das Melamon merupakan bagian dari DAS Brantas, berhulu di gunung Kawi dan bermuara di Waduk Lahor. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di lereng gunung Kawi dapat berpotensi pada limpasan permukaan di wilayah Sub Das Melamon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi potensi limpasan permukaan menggunakan metode cook terintegrasi sistem informasi geografis. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Menggunakan pengolahan data sekunder yang diolah dengan sistem informasi geografis. Estimasi limpasan permukaan diperoleh menggunakan metode cook dengan mempertimbangkan data kemiringan lereng, tutupan vegetasi, kerapatan aliran, dan infiltrasi tanah. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah (1) potensi air permukaan yang didasarkan atas analisis Cook's, maka potensi air permukaan berkisar 57,39%(2) Berdasarkan interpretasi citra satelit google dan pengolahan citra SRTM dan memperhitungkan peran 4 parameter permukaan lahan yaitu kemiringan lereng, tutupan vegetasi, infiltrasi tanah, dan kerapatan aliran. Faktor yang memiliki pengaruh besar dari keempat parameter adalah pengaruh topografi.

Kata kunci: limpasan permukaan, *cook*, sistem informasi geografis

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh topografi berupa punggung, yang menampung, menerima dan menyimpan air hujan kemudian di alirkan melalui anak anak sungai ke sungai utama hingga bermuara di laut, danau, atau waduk (Asdak, 2010). Sementara Sub DAS merupakan bagian dari wilayah DAS yang dibatasi oleh topografi igir memiliki kelompok hulu yang mengalir ke sungai utama, atau bermuara pada outletnya. DAS merupakan wilayah yang memiliki komponen fisik meliputi tanah, topografi, batuan, pola aliran sungai, tutupan lahan, dan biotik didalamnya. Komponen-komponen tersebut saling berinteraksi membentuk suatu ekosistem DAS. Ekosistem DAS dapat terganggu, utamanya diakibatkan oleh adanya alih fungsi lahan.

Alih fungsi lahan adalah perubahan yang terjadi pada sebagian atau keseluruhan lahan asal yang direncanakan oleh pihak berwajib menjadi lahan baru yang memberi efek negatif bagi keberlangsungan lahan (Lestari, 2009). Alih fungsi lahan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan fungsi lahan dan tidak mengabaikan keberlangsungan lahan secara berkelanjutan, kesesuaian lahan dan dampak bagi ekosistem pada suatu lahan. Alih fungsi lahan memang terjadi seiring dengan bertambahnya kebutuhan hidup manusia.

Populasi manusia dan alih fungsi lahan memiliki hubungan positif, yakni semakin bertambahnya populasi manusia terjadinya alih fungsi lahan semakin meningkat pula (Syarifuddin, 2013). Alih fungsi lahan yang disebabkan manusia menyebabkan penurunan fungsi lahan. Limpasan permukaan perlu diketahui untuk perencanaan pembangunan dan pengelolaan lahan yang sesuai, utamanya untuk mencegah terjadinya bencana banjir.

Sub DAS Melamon merupakan salah satu bagian dari DAS Brantas yang berhulu di gunung Kawi dan bermuara di waduk Lahor. Waduk Lahor sendiri merupakan salah satu waduk di Kabupaten Malang yang dibangun pada tahun 1972. Waduk Lahor sendiri merupakan bagian dari proyek pengembangan wilayah sungai Brantas yang dilaksanakan secara terpadu oleh Badan Proyek Brantas atau Badan Pelaksana Induk Pengembangan Wilayah Sungai Brantas. Waduk Lahor dibangun dengan salah satu fungsinya sebagai pencegah banjir (Eka,2008).

Limpasan permukaan dapat diestimasi dengan metode cook dan hasing. Keduanya digunakan untuk mencari koefisien limpasan (C). Koefisien limpasan merupakan nilai yang menunjukkan perbandingan antara aliran permukaan terhadap intensitas hujan (Anna,2014). Nilai C juga merupakan salah satu variabel penentuan debit puncak. Nilai C dalam metode cook dipengaruhi oleh 4 variabel, yakni kemiringan lereng, tutupan vegetasi, infiltrasi, dan timbunan air permukaan.

Penghitungan estimasi limpasan permukaan diolah melalui Sistem Informasi Geografis. Sistem Informasi geografis adalah kegiatan mengumpulkan, menata, mengolah, menganalisis data sehingga diperoleh informasi spasial untuk menjawab dan menyelesaikan permasalahan dalam ruang muka bumi tertentu (Dede,2009). Sistem Informasi geografis (SIG) merupakan bagian dari pendekatan dalam menentukan nilai koefisien limpasan permukaan Sub DAS Melamon utamanya dalam penentuan luasan wilayah sehingga dapat diperoleh prosentase luasan setiap kondisi variabel.

Melihat fungsi dari muara Sub DAS Melamon yakni waduk Lahor dalam mencegah terjadinya banjir, maka penting dalam hal ini untuk mengetahui nilai limpasan permukaan. Nilai limpasan permukaan berfungsi sebagai salah satu variabel dalam menghitung debit puncak sebagai langkah analisis lanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi potensi limpasan permukaan menggunakan metode cook terintegrasi sistem informasi geografis.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Sub DAS Melamon bagian dari DAS Brantas. Terletak di kawasan lereng bagian selatan Gunung Kawi. Sub DAS Melamon terletak di $7^{\circ}58'30'' - 8^{\circ}9'54''$ LS dan $112^{\circ}26'34,8'' - 112^{\circ}33'46,8''$ meliputi 9 kecamatan dan 2 kabupaten yakni Kecamatan Kalipare, Sumberpucung, Kromengan, Kepanjen, Ngajum, Wonosari dan Wagir di Kabupaten Malang dan Kecamatan Doko dan Solorejo di Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur. Sub DAS Melamon memiliki hulu di Puncak Gunung Kawi dan bermuara di Waduk Lahor.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

1. SRTM
2. Data Shapefile RBI skala 1:25000 se-Jawa
3. Data Shapefile soil great group 2004
4. Peta DAS Brantas
5. Citra Satelit Google
6. Software ArcMap 10.2
7. Software SASPlanet
8. Laptop Acer Aspire E 14 Intel® Core™ i5

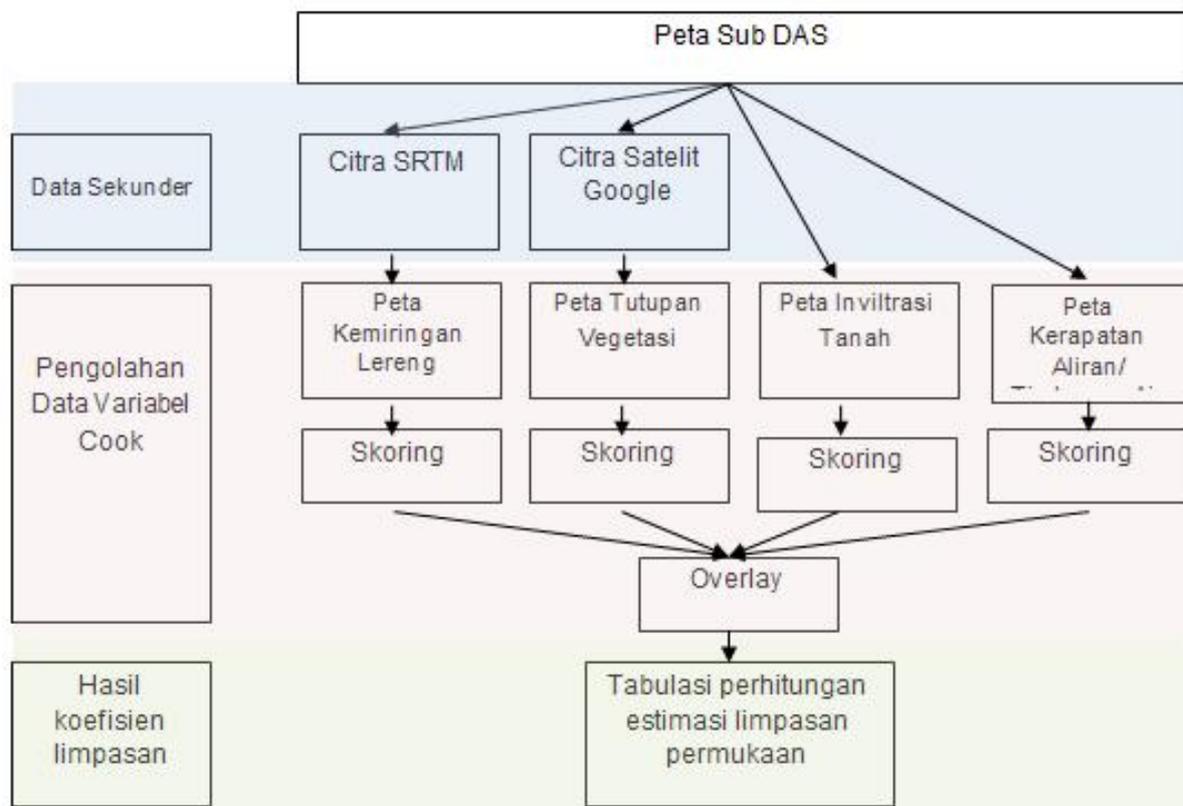
Sumber data

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang peneliti dapatkan secara tidak langsung melainkan melalui dokumen yang bersumber dari lembaga pemerintah, peta dasar, dan citra satelit. Data sekunder yang peneliti peroleh berupa data shapefile RBI skala 1:25000 berupa data spasial administrasi seperti kabupaten dan kecamatan, data spasial hidrografi seperti sungai dan waduk, shapefile soil great group

yang digunakan untuk pendekatan dalam mencari permeabilitas tanah, peta DAS Brantas dari BPDAS sebagai acuan dalam pembatasan selain mempertimbangkan igir (kontur) dan pola sungai. Citra SRTM dari *earthexplorer.USGS*, dan citra google diperoleh dari software SAS Planet. Sementara, data pendukung lain berupa pustaka buku maupun jurnal pendukung.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kualitatif, dengan menggambarkan dan mendeskripsikan variabel penghitungan limpasan permukaan metode cook. Variabel yang digunakan antara lain Kemiringan lereng (relief), vegetasi penutup, infiltrasi, dan timbunan air permukaan. Peta kemiringan lereng dibuat berdasarkan citra SRTM yang diolah menggunakan tools slope dan diklasifikasikan menjadi 4 kelas berdasarkan tabel variabel cook. Peta tutupan vegetasi dibuat berdasar citra satelit google yang diunduh melalui software sas planet kemudian diidentifikasi dengan memperhatikan prinsip penginderaan jauh dan didigitasi. Peta Infiltrasi tanah dibuat dengan membuat peta jenis tanah dan kemudian menentukan tingkat infiltrasi melalui studi literatur dengan pendekatan jenis tanah. Peta kerapatan aliran dibuat melalui beda kerapatan kontur sebagai batasnya.



Gambar 1. Alur Penelitian
Sumber: Olah Data Peneliti

Keempat variabel dihitung luas dan diberi nilai (*skoring*) masing masing karakternya berdasar tabel cook. Luas dan Skor kemudian dikali menghasilkan nilai tertimbang. Total nilai tertimbang dibagi dengan luas total menghasilkan nilai koefisien variabel. Nilai koefisien pervariabel dijumlah menghasilkan nilai koefisien limpasan. Berikut tabel cook sebagai acuan dalam skoring

Tabel 1. Penentuan Skor dalam Metode Cook

Relief	Medan Terjal (>30%) C=40%	Berbukit (10-30%) C=30%	Bergelombang (5-10%) C=20%	Datar (0-5%) C=10%
Kapasitas Infiltrasi tanah, tekstur permukaan	Tidak ada penutup tanah, kapasitas infiltrasi diabaikan, lapisan tanah tipis C=20%	Rendah, halus, lempung C=15%	Sedang, Geluh C=10%	Tinggi, kasar C=5%
Vegetasi penutup	Lahan terbuka, vegetasi jarang C=20%	Jelek-sedang, bukan daerah pertanian, 10% DAS bervegetasi penutup baik C=15%	Sedang-baik 50%DAS bervegetasi penutup baik, (hutan, rumput), 50% DAS bukan daerah pertanian C=10%	Baik-sangat baik, 90% DA bervegetasi penutup baik (hutan, rumput dan tanaman semacamnya) C=5%
Timbunan air di permukaan	Dapat diabaikan, pengatusan kuat, saluran curam, tak ada danau C=20%	Sedikit pengatusan baik hingga sedang, tak ada danau C=15%	Sedang, pengatusan baik hingga sedang, 20% DAS berupa danau C=10%	Banyak, pengatusan kurang, banyak danau C=5 %

Sumber: Libertyca et.al, 2014

HASIL PENELITIAN

Hasil pengolahan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan software ArcMap 10.2 dapat diketahui bahwa luas wilayah Sub DAS Melamon adalah 163,094 km². Sub DAS Melamon memiliki karakter sesuai dengan variabel Cook seperti tergambar pada tabel

Tabel 2. Hasil Penelitian

Variabel	Luas(km ²)	Skor	Tertimbang	C (%)
Kemiringan lereng				
0-5%	47,6835167	10	476,83516721	20,94304
5-10%	56,2787897	20	1125,5757941	
10-30%	55,2013767	30	1656,0413039	
>30%	3,93128475	40	157,25139001	
Kerapatan Vegetasi				
waduk	2,88881178	20	57,776235728	9,03919
Area Pertanian	65,2522216	10	652,52221671	
Pemukiman	28,9178290	15	433,76743518	
Hutan	66,0361	5	330,18050000	
Infiltrasi Tanah (Jenis Tanah)				
Waduk	4,12570314	20	82,514062814	15,12648
Inceptisol-Alfisol	76,8605252	15	1152,9078785	

Inceptisol	34,5034313	15	517,55147078	
Entisol-Ultisol-Inceptisol	1,40279296	15	21,041894436	
Inceptisol-Vertisol	46,2025152	15	693,03772859	
Kerapatan Aliran (Timbunan di Air Permukaan)				
Sedikit pengatusan baik hingga sedang, tak ada danau	87,7584315	10	878	12,30959
Sedang, pengatusan baik hingga sedang, 20% DAS berupa danau	75,3365363	15	1130,048046	
Jumlah Koefisien Limpasan Permukaan (C total)				57,39

Sumber: Olah Data Peneliti, 2018

Kemiringan lereng pada daerah penelitian beragam dari wilayah datar, landai, bergelombang, berbukit, agak curam, curam, hingga sangat curam. Berdasar pengklasifikasian dalam tabel cook. Wilayah landai/berombak merupakan wilayah terluas, dengan kemiringan 5-10% seluas 56,2787897 km² wilayah dengan kemiringan. Wilayah dengan kemiringan 0-5% seluas 47,6835 km², 10-30% seluas 55,2013 km², dan wilayah dengan kemiringan lereng >30% seluas 3,93 km².

Kerapatan vegetasi diklasifikasikan menjadi 4 yakni area tanpa vegetasi, area dengan kerapatan vegetasi rendah, sedang, dan tinggi. Area tnpa kerapatan vegetasi yakni waduk, seluas 3,88 km², area dengan kerapatan vegetasi rendah yang merupakan wilayah pemukiman dengan luas 28,91 km², area dengan kerapatan vegetasi sedang yang merupakan area pertanian seluas 65,25 km², dan area dngan kerapatan vegetasi tinggi yakni wilayah hutan seluas 66,03 km².

Jenis tanah dalam Sub DAS Melamon bervariasi, yakni Inceptisol, Alfisol, Entisol, Ultisol, dan Vertisol. Melalui pendekatan tekstur jenis tanah diketahui infiltrasi tanahnya. Seluruh jenis tanah memiliki unsur tekstur liat sehingga hanya waduk saja yang berbeda nilai skor dalam tabel cook. Jenis tanah yang memiliki luasan terbesar adalah kombinasi inceptisol alfisol seluas 76,86 km².

Kerapatan aliran atau timbunan air permukaan terbagi menjadi dua bagian yakni area bagian atas dan area bagian bawah yang memiliki wilayah waduk sebagai wilayah pengatusan. Wilayah atas yang memiliki pengatusan rendah seluas 87,75 km² dan wilayah bawah dengan pengatusan tinggi seluas 75,33 km².

Berdasar hasil coefisien pervariabel, variable pengaruh terbesar adalah variabel kemiringan lereng sebesar 20,94% kemudian variabel infiltrasi sebesar 15,12% untuk variabel timbunan air permukaan sebesar 12,3% dan variable penentu yang memiliki nilai terendah yakni kerapatan vegetasi sebesar 9,03%. Total koefisien limpasan adalah 57,39% nilai tersebut termasuk dalam nilai limpasan kategori tinggi.

PEMBAHASAN

Daerah penelitian di sub DAS (Daerah Aliran Sungai) Melamon merupakan daerah yang memiliki kemiringan lahan beragam yaitu lahan landai sampai bergunung. Kelas lereng diklasifikasi berdasarkan tingkat kemiringan atau sudut lereng tersebut. Faktor panjang (L) dan kemiringan lereng (S) mempengaruhi besarnya erosi yang terjadi. Makin panjang suatu lereng maka erosi yang terjadi akan makin besar pula. Sedangkan kemiringan lereng mempengaruhi banyaknya limpasan yang terjadi. oleh sebab itu lereng dengan kemiringan >30% memiliki skor yang tinggi. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa kemiringan lereng >30% memiliki luasan terkecil sebesar 3,93 km², sementara kemiringan lereng yang

memiliki luasan terbesar adalah lereng dengan kemiringan 5-10%, meskipun begitu nilai tertimbang terbesar dari kemiringan lereng adalah kemiringan 10-30%.

Penggunaan lahan dalam hal ini terwakili dalam parameter kerapatan vegetasi. Sub DAS Melamon diklasifikasikan menjadi 4 tingkat kerapatan vegetasi, kerapatan vegetasi rapat dibatasi dalam penggunaan lahan hutan. Tutupan lahan hutan terletak pada sub DAS bagian atas yang juga menghambat limpasan berlebih pada lahan dengan kemiringan tinggi. Kerapatan sedang merupakan lahan pertanian yang tersebar di wilayah sub DAS dari bagian tengah hingga bawah. Kerapatan vegetasi rendah merupakan campuran antara wilayah pemukiman bercampur tegalan yang didominasi oleh pemukiman. Sementara wilayah tak bervegetasi adalah waduk.

Infiltrasi tanah sangat berhubungan dengan tekstur tanah. Tekstur tanah digunakan sebagai pendekatan dalam mengetahui tingkat infiltrasi tanah. Tekstur tanah pasir, liat dan debu memiliki tingkat infiltrasi yang berbeda, infiltrasi sangat tergantung pada ukuran pori dari tanah. Tanah bertekstur liat memiliki skor yang tinggi karena memiliki pori yang sangat kecil, sehingga air yang meresap sangatlah sedikit atau lambat. Sementara tekstur pasir memiliki tingkat infiltrasi yang cepat, sehingga skor nya rendah. Limpasan berlebih karena tanah dapat diaatasi dengan penggunaan lahan yang sesuai. Pada sub DAS Melamon luasan terbesar adalah wilayah hutan namun nilai tertimbang tertinggi adalah pertanian. Hutan memiliki nilai skor rendah karena hutan mencegah adanya limpasan berlebih, dibanding pertanian dan pemukiman.

Kerapatan aliran atau timbunan air di permukaan diklasifikasikan berdasar pola aliran dan kemiringan lerengnya. Variabel ini sangat terkait dengan adanya wilayah pengatusan. Wilayah pengatusan dapat berupa danau, bendungan, waduk, atau embung. daerah yang memiliki wilayah pengatusan akan memiliki skor rendah karena cepatnya akan menangkap limpasan air permukaan. Pada Sub DAS Melamon variabel terbagi menjadi 2, yaitu pengatusan baik dengan danau dan pengatusan baik tanpa danau.

Estimasi limpasan permukaan di Sub DAS Melamon menggunakan metode cook memiliki nilai 57,39%. Berdasar ke 4 variabel, variabel yang memiliki peran besar adalah kemiringan lereng, meskipun kemiringan lereng sangat curam memiliki luas yang kecil namun topografi bergelombang hingga berbukit memiliki pengaruh nilai tertimbang yang sangat besar. Sementara kerapatan vegetasi memberi pengaruh limpasan yang terkecil, yang berarti kerapatan vegetasi sudah cukup baik. Akan lebih baik apabila penggunaan lahan hutan tetap dijaga, dan apabila tidak terjadi alih fungsi lahan hutan menjadi pertanian estimasi limpasan permukaan akan lebih kecil.

Hasil dari estimasi koefisien limpasan permukaan sebesar 57,38% bermakna bahwa air yang tersimpan dalam tanah sebesar 42,62%. Nilai limpasan tersebut termasuk kisaran tinggi. Kisaran nilai limpasan diklasifikasikan sebagai 0-25% rendah, 26-50% normal, 51-75% tinggi, 76-100% ekstrim. Penggunaan metode cook merupakan metode yang sederhana dalam menghitung limpasan permukaan. Metode cook memberikan teknik yang simpel dalam mengestimasi limpasan yang dapat dilakukan tanpa survey lapangan. Namun, untuk akurasi perlu di uji dengan survey langsung di lokasi penelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan data yang diperoleh dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai coefisien limpasan permukaan dipengaruhi oleh 4 variabel, dengan pengaruh terbesar oleh variabel kemiringan lereng. Kemiringan lereng menyumbang pengaruh sebesar 20,94%, infiltrasi tanah 15,12%, kerapatan vegetasi sebesar 9,03% dan timbunan air permukaan sebesar 12,3%
2. Limpasan permukaan secara keseluruhan yang terjadi pada daerah penelitian adalah 57,39 % dan tergolong tinggi.

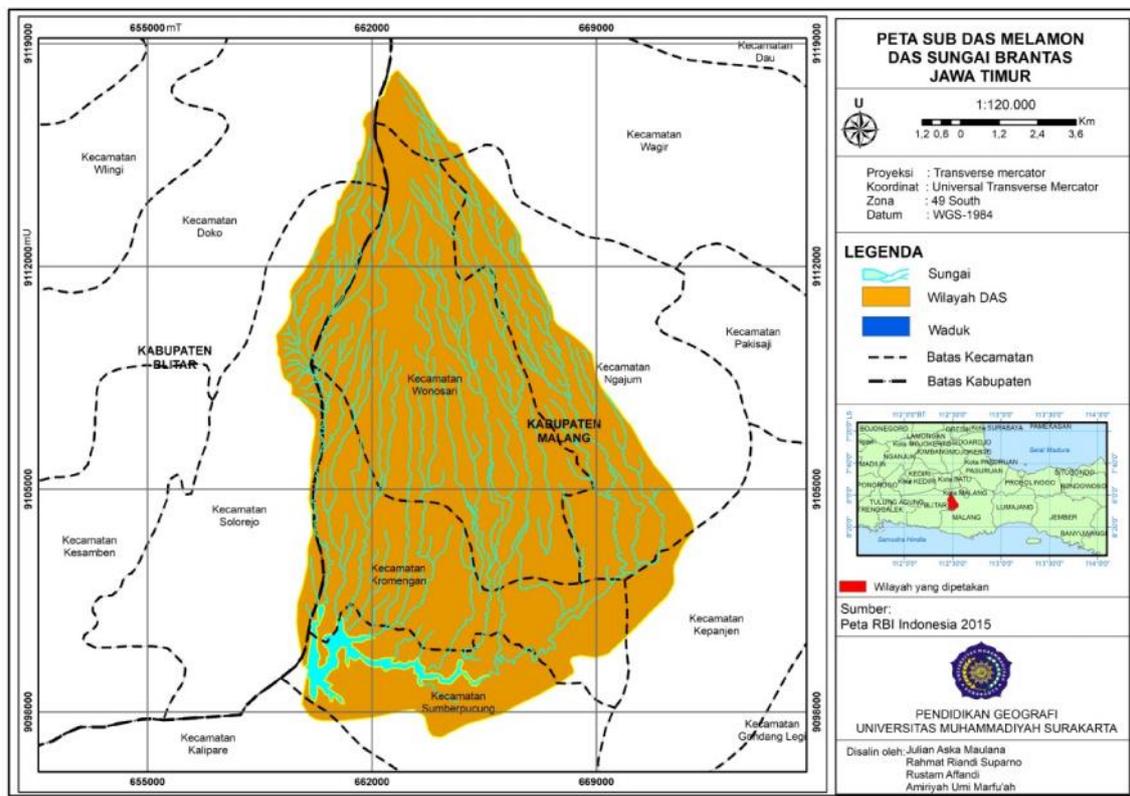
PENGHARGAAN

Terima kasih kami ucapkan kepada Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Geografi dan Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS yang telah memberi arahan. Kami ucapkan pula kepada kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dan doa. Pihak-pihak yang telah menyediakan data, sehingga penelitian ini dapat selesai.

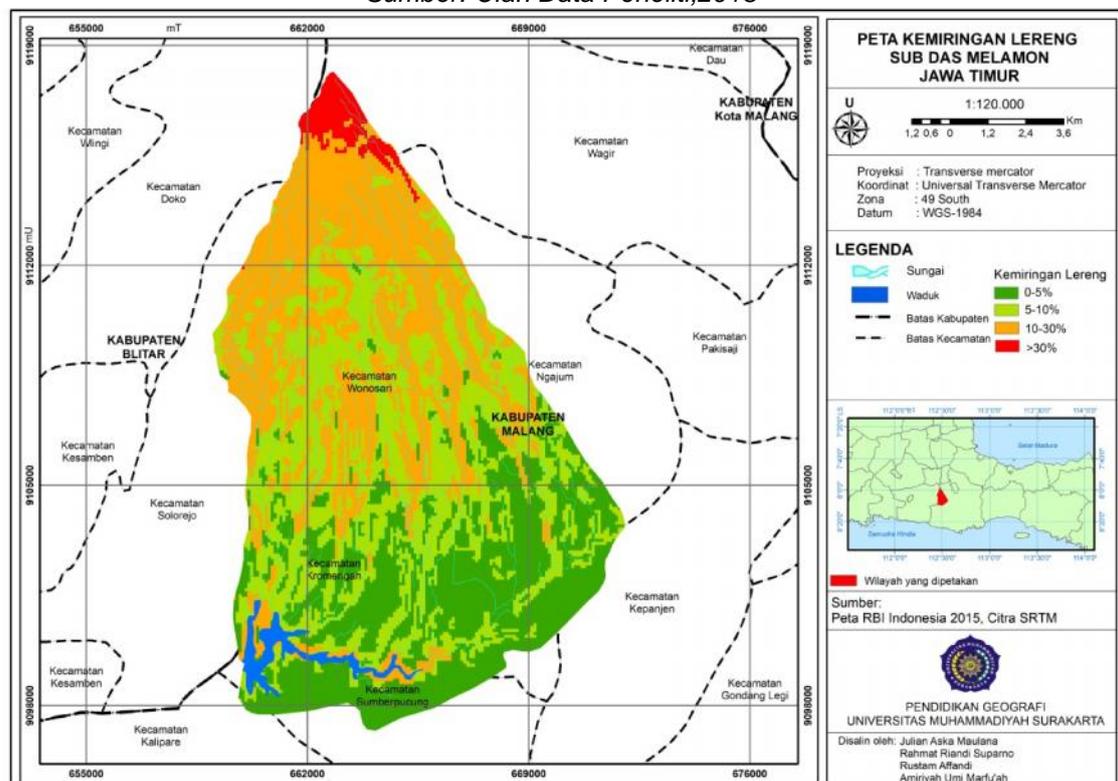
REFERENSI

- Anna, Alif Noor, 2014, Analisis Potensi Limpasan Permukaan (Run Off) Menggunakan Model Cook'S di Das Penyangga Kota Surakarta Untuk Pencegahan Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo. Prosiding Seminar Nasional 2014 Pembangunan Berkelanjutan di DAS Bengawan Solo. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Apridayanti, Eka. 2008. Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang
Jawa Timur. Semarang: Tesis Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana UNDIP.
- Asdak, Chay. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Lestari, T. 2009. Dampak Konversi Lahan Pertanian Bagi Taraf Hidup Petani. Skripsi. Bogor. Institut Pertanian Bogor. <http://kolokiumkpmipb.wordpress.com> diakses 23 Juni 2018.
- Noveltine Libertyca, Acclivity , Joko Sudibya, Yagus Wijayanto, 2014. Identifikasi Koefisien *Limpasan Permukaan Di Sub Das Suco Kecamatan Mumbulsari Kabupaten Jember Menurut Metode Cook*. Berkala Ilmiah Pertanian. Volume x, Nomor x, Bulan xxxx. Universitas Jember
- Syaifuddin, Arby Hamire, Dahlan. 2013. Hubungan Antara Jumlah Penduduk Dengan Alih Fungsi Lahan Di Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa, Jurnal Agrisistem, Desember 2013, Vol. 9 No.2. Gowa: Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian.
- Sugandi, Dede, dkk. 2009. Hand Out Sistem Informasi Geografis (SIG). Bandung; Universitas Pendidikan Indonesia.

Lampiran

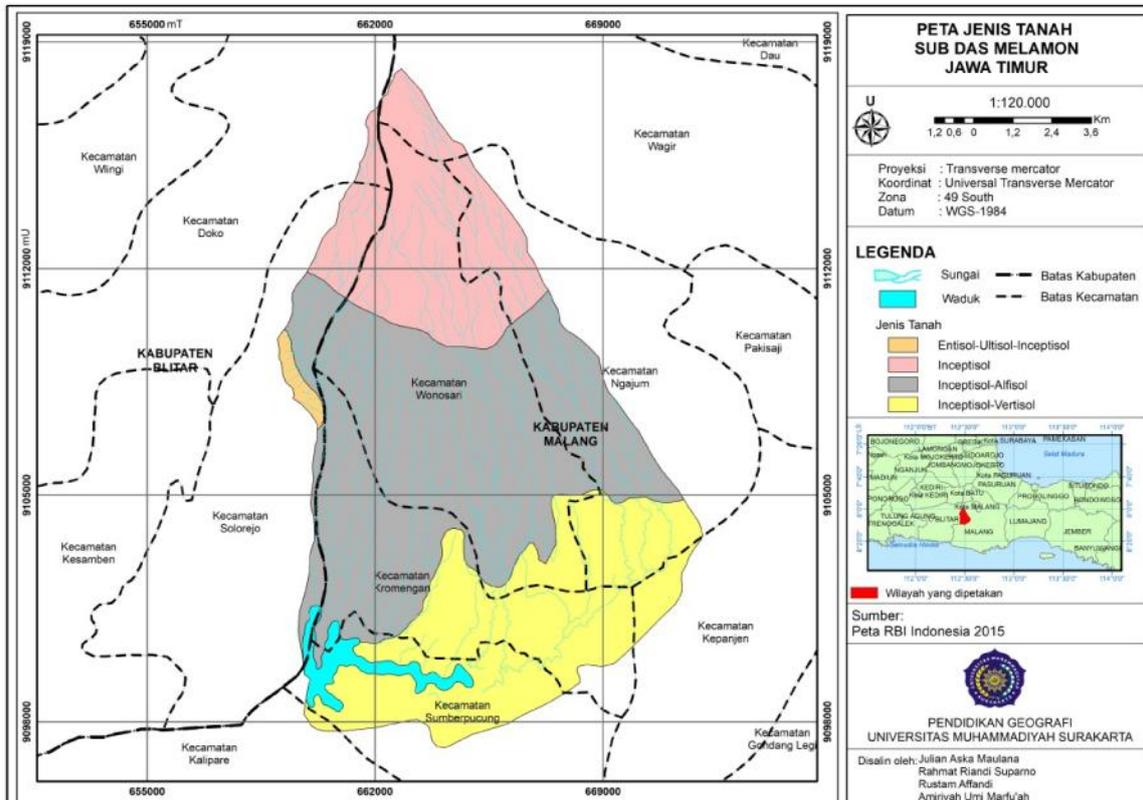


*Peta Sub DAS Melamon
 Sumber: Olah Data Peneliti, 2018*

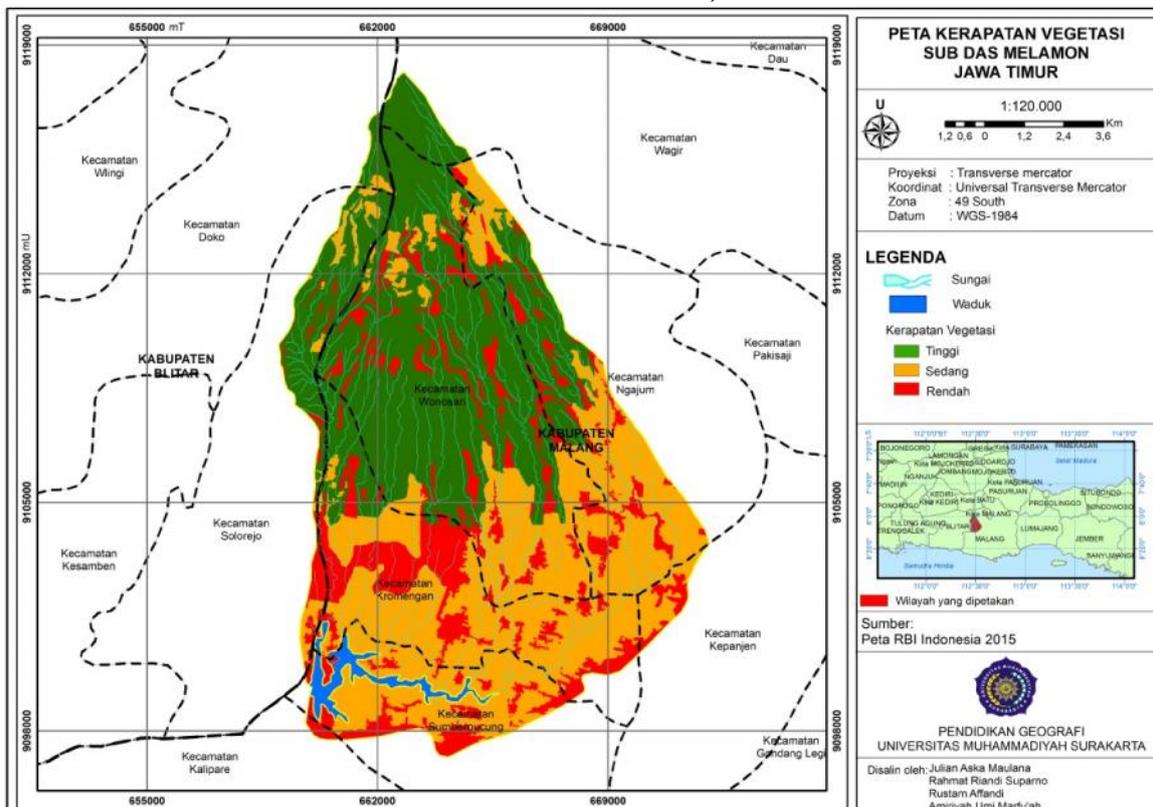


Peta Kemiringan Lereng Sub DAS Melamon

Sumber: Olah Data Peneliti,2018



Peta Jenis Tanah Sub DAS Melamon
 Sumber: Olah Data Peneliti,2018



Peta Kerapatan Vegetasi Sub DAS Melamon
 Sumber: Olah Data Peneliti,2018