

TESIS

**KAJIAN RESPON PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP
KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS GARANG**

Disusun oleh

Imam Saifudin
30000214410002

Mengetahui,
Komisi Pembimbing,

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Prof. Dr. Ir. Suripin, M.Eng
NIP. 19600427 198703 1 001

Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc
NIP. 19630914 198803 1 012

Menyetujui

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro,

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan,

Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 19611228 198603 1 004

Dr. Hadiyanto, S.T., M.T
NIP. 19751028 199903 1 004

LEMBAR PENGESAHAN**KAJIAN RESPON PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP
KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS GARANG**

Disusun Oleh :

Imam Saifudin
30000214410002Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 26 Mei 2017
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Tanda Tangan

Dr. Iwan Rudiarto, ST, M.Sc.

.....

Anggota

1. Dr.rer. Nat. Thomas T. Putranto, ST, M.Eng

.....

2. Prof. Dr.Ir. Suripin, M.Eng

.....

3. Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc

.....

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, Mei 2017

Imam Saifudin

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil ‘aalamiin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas selesainya penyusunan tesis ini. Dengan ridho dan berkat rahmat serta hidayahNya, penelitian dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan sehingga dapat memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat magister pada Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro (Undip), Semarang.

Tesis ini dimaksudkan untuk memberikan masukan kepada *stakeholder* yang berkepentingan dalam pengelolaan DAS Garang. Beberapa temuan-temuan dalam penelitian ini antara lain prediksi karakteristik hidrologi DAS Garang menunjukkan aliran permukaan sebesar 1711,49 mm, aliran lateral sebesar 38,17 mm, aliran dasar sebesar 638,68 mm, dan nilai c (koefisien aliran) sebesar 0,55. Rekomendasi dalam pengelolaan tindakan konservasi tanah dengan menggunakan teknik pergiliran tanaman sesuai dengan kontur yang dikombinasikan dengan teras ternyata dapat menurunkan aliran permukaan dan meningkatkan kapasitas infiltrasi. Menyadari keterbatasan dan kekurangan dalam penyusunan tesis ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk proses penyempurnaannya.

Apresiasi yang tinggi penulis sampaikan penghargaan dan rasa hormat atas segenap kontribusi yang telah diberikan oleh pembimbing Prof.Dr.Suripin, M.Eng sebagai pembimbing utama dan Dr. Ir. Suharyanto, MSc sebagai pembimbing kedua. Saran-saran para pembimbing sangat berdayaguna dalam tahap, proses penelitian dan penulisan tesis, sehingga dapat dihasilkan dokumen tesis yang diharapkan telah sesuai dengan standar ilmiah yang tinggi.

Dr. Iwan Rudiarto, MSc dan Dr.Thomas T. Putranto, ST, M.Eng selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan sumbangan pemikiran sehingga dapat dihasilkan dokumen tesis sesuai standar ilmiah.

Penulis juga sampaikan ke beberapa pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dan asistensi dalam penyelesaian studi ini antara lain Prof. Dr. Purwanto, DEA selaku Dekan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, dan Dr.Hadiyanto, ST, MT selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan.

Penulis sampaikan ucapan terima kasih pada Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengikuti pendidikan program Magister ini. Selain itu juga PUSDIKLAT Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang telah menyediakan dukungan pembiayaan kepada penulis selama menempuh pendidikan program Magister ini.

Karya akademik ini aku persembahkan pada ayahku Alm. Bapak Sahri dan ibuku Yamini serta ayah dan ibu mertua Bapak Tristoyo dan Ibu Titik Purwati, Istriku tercinta Dona Tristi Hastuning Kartika, SE, MM dan anak-anakku Faiz R. Pratama dan Jihan K. Fauziah, yang selalu menjadi inspirasiku untuk selalu berkarya. Terima kasih atas dukungan dan pengertiannya. Kakak dan adik-adikku

keluarga besar Sahri yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan studi ini.

Tak lupa aku ucapkan terima kasih pada teman-teman kantor Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Pemali Jratun, atas bantuan dan dukungannya. Kang Rusiman, yang telah memberikan saran-saran, pemahaman dan *sharing* serta kesediaannya meluangkan waktu untuk berdiskusi tentang program SWAT. Teman-teman Magister Ilmu Lingkungan Angkatan 43, dan seluruh civitas Program Studi pendidikan Magister Ilmu Lingkungan UNDIP dan semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungannya.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi parapihak yang membutuhkan demi pengembangan ilmu pengetahuan. Amin

Semarang, Mei 2017
Penulis

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kediri Jawa Timur pada tanggal 08 Desember 1978 dari pasangan Alm. Bapak Sahri dan Ibu Yamini. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan dasar tahun 1991 di SD Negeri I/IV Grogol, pendidikan menengah pertama di SLTP Negeri 1 Grogol lulus pada tahun 1994 dan pendidikan menengah atas di SMU Negeri 1 Grogol Kabupaten Kediri lulus pada tahun 1997. Tahun 1998 penulis baru diterima di Universitas Gadjah Mada, Fakultas Geografi, melalui jalur UMPTN. Pendidikan jenjang S1 di Fakultas Geografi selama 5 tahun lebih dan meraih gelar Sarjana akhir Tahun 2003.

Pada akhir tahun 2004, Penulis diterima bekerja sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Kementerian Kehutanan sekarang menjadi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung, Direktorat Perencanaan dan Evaluasi Pengendalian Daerah Aliran Sungai di Jakarta sampai dengan sekarang. Kemudian pada tahun 2014, penulis mendapatkan kesempatan untuk melanjutkan pendidikan S2 pada program studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang dengan bidang Konsentrasi Rekayasa Lingkungan melalui Program Beasiswa Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

DAFTAR ISI

		Halaman
HALAMAN JUDUL.....		i
LEMBAR PERSETUJUAN.....		ii
LEMBAR PENGESAHAN.....		iii
PERNYATAAN.....		iv
KATA PENGANTAR.....		v
RIWAYAT HIDUP.....		vii
DAFTAR ISI.....		viii
DAFTAR TABEL.....		x
DAFTAR GAMBAR.....		xii
DAFTAR LAMPIRAN.....		xiii
ABSTRAK/INTISARI.....		xiv
BAB I	PENDAHULUHAN.....	1
	1.1 Latar Belakang.....	1
	1.2 Lokasi Penelitian.....	6
	1.3 Rumusan Permasalahan.....	9
	1.4 Tujuan Penelitian.....	10
	1.5 Manfaat Penelitian.....	10
	1.6 Keaslian Penelitian.....	11
	1.7 Kerangka Pemikiran.....	20
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA.....	21
	2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	21
	2.2 Karakteristik DAS.....	23
	2.3 Karakteristik Hidrologi DAS.....	24
	2.4 Penggunaan Lahan.....	29
	2.5 Perubahan Penggunaan Lahan.....	30
	2.6 Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi.....	32
	2.7 Sistem Hidrologi Daerah Aliran Sungai.....	33
	2.8 Model Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS).....	34
	2.9 Model SWAT.....	36
	2.9.1 Fase Lahan dalam Siklus Hidrologi.....	37
	2.9.2 Fase Air pada Siklus Hidrologi.....	38
	2.9.3 Data Masukan Model.....	39
	2.9.4 Data Keluaran Model.....	44
BAB III	METODE PENELITIAN.....	47
	3.1 Tipe Penelitian.....	47
	3.2 Ruang Lingkup Penelitian.....	47
	3.2.1 Ruang Lingkup Spasial.....	47
	3.2.2 Ruang Lingkup Subtansi.....	47
	3.3 Jenis Data dan Sumber Data.....	48
	3.4 Metode Pengumpulan Data.....	48
	3.5 Penentuan Sampel Tanah.....	49

	Halaman
3.6 Tahapan Penelitian.....	49
3.7 Analisis Model.....	58
3.7.1 Analisis Karakteristik Hidrologi Menggunakan SWAT.....	58
3.7.2 Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Aspek Hidrologi.....	58
3.5.3 Analisis Skenario Perencanaan Penggunaan Lahan...	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Karakteristik Biogeofisik DAS Garang	61
4.2 Karakteristik Sosial Ekonomi DAS Garang	72
4.3 Delineasi Daerah Model.....	75
4.4 Pembentukan HRU (<i>Hidrological Response Unit</i>).....	80
4.4.1 Jenis Tanah.....	81
4.4.2 Penggunaan lahan/tutupan lahan.....	83
4.4.3 Kemiringan lereng.....	85
4.5 Basis Data Iklim (<i>Weather Generator Data</i>).....	89
4.6 Analisis Karakteristik Hidrologi.....	90
4.7 Kalibrasi dan Validasi Model.....	91
4.7.1 Kalibrasi Model.....	92
4.7.2 validasi Model.....	101
4.8 Karakteristik Hidrologi.....	104
4.9 Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Aspek Hidrologi.....	105
4.10 Sub DAS Bermasalah.....	109
4.11 Skenario Perubahan Penggunaan Lahan.....	112
4.11.1 Skenario I (sesuai dengan kondisi eksisting Tahun 2013).....	112
4.11.2 Skenario II Penggunaan lahan sesuai dengan Fungsi Kawasan Hutan	113
4.11.3 Skenario III Penggunaan Lahan dengan penerapan agrotektologi.....	117
4.12 Rekomendasi Pengelolaan Penggunaan Lahan yang Terbaik	124
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	127
5.1 Kesimpulan	127
5.2 Saran	128
DAFTAR PUSTAKA	129

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Jenis dan Luasan Perubahan Penggunaan Lahan DAS Garang Hulu Tahun 1995 – 2010.....	2
Tabel 2	Klasifikasi Koefisien Regim Aliran (KRA).....	28
Tabel 3	Klasifikasi Koefisien Aliran Tahunan.....	29
Tabel 4	Parameter Basis Data Iklim (<i>Weather Generator Data</i>).....	39
Tabel 5	Data <i>Input</i> Tanah.....	41
Tabel 6	Kode Struktur Tanah.....	42
Tabel 7	Kelas Permeabilitas Tanah.....	42
Tabel 8	Kelompok Hidrologi Tanah Berdasarkan Kelas Tekstur Tanah.....	43
Tabel 9	Kelompok Hidrologi Tanah Berdasarkan Laju Infiltrasi Minimum.....	43
Tabel 10	Variabel <i>Output</i> SWAT pada Subbasin.....	44
Tabel 11	Variabel <i>Output</i> SWAT pada <i>Outlet</i> sungai.....	45
Tabel 12	Jenis, Sumber dan Metode Pengambilan Data dalam Penelitian.....	48
Tabel 13	Parameter <i>Input</i> Model untuk Kalibrasi.....	57
Tabel 14	Wilayah Administrasi DAS Garang.....	61
Tabel 15	Pembagian Sub DAS Wilayah DAS Garang.....	63
Tabel 16	Luas Kelas Lereng Wilayah DAS Garang.....	67
Tabel 17	Luas Sistem Lahan DAS Garang.....	67
Tabel 18	Formasi Batuan DAS Garang.....	69
Tabel 19	Sebaran dan Luas Jenis Tanah DAS Garang.....	70
Tabel 20	Sebaran dan Luas Arah Fungsi Penggunaan Lahan DAS Garang.....	70
Tabel 21	Sebaran dan Luas Penutupan Lahan DAS Garang Tahun 2013.....	71
Tabel 22	Luas Sub DAS pada DAS Garang Berdasarkan Model SWAT.....	76
Tabel 23	Perbandingan Luasan DAS Garang Hasil SWAT.....	77
Tabel 24	Luasan sub DAS hasil SWAT pada masing-masing sub DAS Garang.....	79
Tabel 25	Sebaran dan Luas Jenis Tanah DAS Garang Hasil Ekstrasi Model SWAT.....	81
Tabel 26	Sebaran dan Luas Tutupan Lahan Hasil Ekstrasi SWAT....	83
Tabel 27	Sebaran dan Luas Kemiringan Lereng DAS Garang dalam Model SWAT.....	86
Tabel 28	Luas Sub DAS dan jumlah HRU DAS Garang Hasil Delineasi.....	88
Tabel 29	Kisaran Nilai Parameter yang Digunakan dalam Parameter SUFI2.....	92
Tabel 30	Parameter Kalibrasi pertama dengan nilai <i>p-value</i> dan <i>t-stat</i>	92

	Halaman
Tabel 31	Nilai Parameter Pada Tahap Kalibrasi Model SWAT..... 99
Tabel 32	Analisis Karakteristik Hidrologi DAS Garang Tahun 2013.. 104
Tabel 33	Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2000, 2009 dan 2013.. 105
Tabel 34	Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik DAS Garang tahun 2000 dan 2013 107
Tabel 35	Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Fluktuasi Debit DAS Garang tahun 2000 dan 2013..... 108
Tabel 36	Nilai KRA pada masing-masing sub DAS..... 109
Tabel 37	Nilai Koefisien Aliran Tahunan pada masing-masing sub DAS Garang..... 111
Tabel 38	Sebaran dan Luas Arah Fungsi Kawasan DAS Garang..... 115
Tabel 39	Penggunaan Lahan DAS Garang tahun 2013 Berdasarkan Peta Fungsi Kawasan Hutan..... 115
Tabel 40	Perubahan Penggunaan Lahan DAS Garang Tahun 2013 Berdasarkan Peta Fungsi Kawasan Hutan..... 116
Tabel 41	Karakteristik Hidrologi DAS Garang tahun 2013 pada skenario 2 116
Tabel 42	Fluktuasi debit sungai DAS Garang tahun 2013 pada Skenario 2 117
Tabel 43	Perubahan debit maksimum dan debit minimum pada masing masing scenario agroteknologi..... 120
Tabel 44	Perubahan Nilai KRA pada masing-masing Skenario Agroteknologi..... 121
Tabel 45	Perubahan Nilai c pada masing masing Skenario Agroteknologi..... 123
Tabel 46	Nilai KRA dan Nilai c (Koefisien Aliran Tahunan) pada masing-masing Skenario Agroteknologi..... 123
Tabel 47	Rekomendasi Tindakan Pengelolaan DAS pada DAS Garang..... 125

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1	Jumlah Penduduk Kota Semarang 2000 - 2014.....	1
Gambar 2	Peta Lokasi Daerah Penelitian.....	8
Gambar 3	Kerangka Pemikiran Penelitian.....	20
Gambar 4	Tampilan <i>Watershed Delineation</i>	51
Gambar 5	Tampilan masukan HRU berupa Penggunaan Lahan, Tanah dan Kemiringan Lahan <i>Definition</i>	53
Gambar 6	Tampilan <i>Weather Data Definition</i>	53
Gambar 7	Tampilan <i>Set up and Run SWAT Model Simulation</i>	54
Gambar 8	Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	60
Gambar 9	Peta Batas Administrasi DAS Garang.....	62
Gambar 10	Peta Lokasi Stasiun Klimatologi dan Stasiun Pengamatan Arus Sungai.....	64
Gambar 11	Curah Hujan Tahunan pada 3 (tiga) Stasiun di DAS Garang Tahun 2000 – 2013.....	65
Gambar 12	Curah Hujan Bulanan pada 3 (tiga) Stasiun di DAS Garang Tahun 2000 – 2013.....	66
Gambar 13	Peta Daerah model DAS Garang Hasil SWAT.....	78
Gambar 14	Peta Jenis Tanah Daerah Penelitian.....	82
Gambar 15	Peta Penggunaan Lahan Hasil SWAT Wilayah DAS Garang	84
Gambar 16	Peta Kelerengan Lahan Hasil SWAT Wilayah DAS Garang.	85
Gambar 17	Peta HRU Hasil SWAT Wilayah DAS Garang.....	87
Gambar 18	Perbandingan Debit Model Simulasi Awal dengan Debit Pengukuran Harian Tahun 2009.....	90
Gambar 19	Hubungan Koefisien Deterministik antara Debit Model Hasil Simulasi Awal dengan Debit Pengukuran.....	91
Gambar 20	Koefisien Deterministik antara Debit Model Hasil Kalibrasi dengan Debit Pengukuran Lapang (Observasi) Tahun 2009..	100
Gambar 21	Hubungan Debit Sungai Hasil Model SWAT dan Debit Sungai Hasil Observasi setelah Dikalibrasi.....	101
Gambar 22	Koefisien Deterministik antara Debit Model Hasil Validasi dengan Debit Pengukuran Lapang (Observasi) Tahun 2010.	102
Gambar 23	Hubungan Debit Sungai Hasil Model SWAT dan Debit Sungai Hasil Observasi setelah Validasi.....	103
Gambar 24	Jenis dan Luas Penggunaan Lahan DAS Garang Tahun 2001 – 2013.....	106
Gambar 25	Grafik perbandingan Karakteristik Hidrologi DAS Garang Tahun 2000 dan Tahun 2013	108
Gambar 26	Peta Fungsi Kawasan Hutan Wilayah DAS Garang.....	114
Gambar 27	Peta Sasaran Skenario Teknik Konservasi.....	118

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	<i>Input Data Base Tanah</i>	141
Lampiran 2	<i>Database tutupan lahan</i>	143
Lampiran 3	HRU yang Terbentuk dalam Model SWAT dengan Metode <i>Threshold by Percentage (10%;10%;5%)</i>	145
Lampiran 4	Data Base Pembangkit Iklim.....	157
Lampiran 5	Nilai Manning.....	160
Lampiran 6	Data Debit Observasi dan Simulasi.....	161
Lampiran 7	Sub DAS Bermasalah.....	173
Lampiran 8	Sasaran Penerapan Agroteknologi.....	183
Lampiran 9	Skenario Pengelolaan Lahan.....	189
Lampiran 10	Perubahan Nilai P dan CN pada Sasaran Penerapan Agroteknologi.....	191

ABSTRAK

Pengurangan areal hutan dan peningkatan areal terbangun menyebabkan meningkatnya koefisien limpasan yang pada akhirnya berakibat meningkatnya debit aliran sungai pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau. Model ekohidrologi dapat membantu memahami fenomena tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi perubahan karakteristik hidrologi DAS Garang dengan menggunakan model SWAT, mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap perubahan karakteristik hidrologi; dan untuk menyusun rekomendasi perencanaan penggunaan lahan terbaik di DAS Garang.

Data debit dan data iklim diperoleh dari instansi terkait. Kalibrasi model menggunakan 2 metode yaitu metode otomatis dengan menggunakan program *SWATCUP.Sufi2* dan metode manual (*trial and error*). Model di kalibrasi dan divalidasi menggunakan data debit harian yang berasal dari stasiun pengamatan simongan. Model menghasilkan NSE (*Nash Sutcliffe Coefficient*) sebesar 0,769, R^2 (*R square*) sebesar 0,867, dan PBIAS sebesar -7,54. Selama kalibrasi, dan NSE, sebesar 0,755; R^2 sebesar 0,755 dan PBIAS 0,34 selama validasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Karakteristik hidrologi DAS Garang tahun 2013 menunjukkan aliran permukaan sebesar 1711,49 mm, dengan aliran dasar sebesar 638,68 mm, dengan nilai koefisien aliran dan koefisien regim aliran masing-masing sebesar 0,55 dan 23,04. Perubahan penggunaan lahan 2000 dan 2013 berpengaruh terhadap karakteristik hidrologi yaitu dengan peningkatan aliran permukaan sebesar 301,88 mm (14,64%) dan nilai koefisien aliran menjadi 0,55. Penggunaan lahan yang direkomendasikan berupa penerapan agroteknologi dengan tindakan teknik pengelolaan lahan pergiliran tanaman sesuai kontur dan kombinasi dengan teras.

Kata kunci : Model SWAT, DAS Garang, koefisien aliran, koefisien regim aliran

Abstract

Depleting forest and the increase of build-up area make run off coefficient increase. Those also will increase stream flow at rainy season, but will decrease at dry season. SWAT (*Soil and Water Assessment Tools*) as one of ecohydrology models will help us to analyze that phenomenon. The objectives of this study were to predict hydrological characteristics changes at Garang watershed, to know the impact of land use changes to hydrological characteristics and to know the best land use planning Garang watershed.

Observation data were obtained from appropriate institution such as stream flow and climate data. The calibration used SWATCUP, Sufi2 and manual (*Trial and error*) methods. The methods resulted 13 parameters for calibration. The model was calibrated and validated by using the average daily data from AWRL Simongan. The models yielded NSE (Nash Sutcliffe Coefficient) was 0,769, coefficient of determination R^2 (R-square) was 0,867, PBIAS was -7,54 during calibration and NSE was 0,755, R^2 was 0,755 and PBIAS was 0,34 during validation.

These results of this study indicated that the hydrological characteristics of Garang watershed were surface run off by 1711,49 mm, with base flow (638,68 mm), coefficient run off (0,55) and regime coefficients (23,04). The change of land use from 2000 – 2013 increased surface run off about 301,88 mm (14,64%) and run off coefficient became 0,55. The recommendation of this study is to apply agrotechnology such as crop rotation associates with contour and terrace combinations.

Keywords : SWAT model, Garang watershed, runoff coefficient, coefficient of flow regime