

J U R N A L
Spectra

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Uji Kemampuan *Clarifier Thickener*
dalam Menurunkan Kadar BOD dan P04 pada Limbah Tahu
Hery Setyubudiarso

Studi Kelayakan Investasi Jalan Tol
Segmen Lawang-Purwosari
Kamidjo Rahardjo

Penanggulangan Erosi Lahan dan Sedimentasi
dengan Bangunan Dam Penahan
pada Sub DAS Lesti di Kabupaten Malang
Erni Yulianti

Studi Pengembangan Bus Kota
Malang Raya
Agung Witjaksono ; Bevi Agusti Tulak ; Hermelinda F. Letto

Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan dan Kerusakan Hutan
terhadap Koefisien Pengaliran dan Hidrograf Satuan
Ibnu Hidayat P.J. ; Kustamar

Studi Ketelitian Kualitas Geometrik
Citra Ikonos Ortho Rektifikasi
Menggunakan Data DEM Skala 1:1000
Joannes Pradono De Deo

PETUNJUK UMUM BAGI PENULIS

- **Spectra** merupakan Jurnal Ilmiah Populer Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang memuat karangan asli dari para penyumbang baik dari dalam maupun dari luar lingkungan fakultas.
- Karangan dapat ditulis bahasa Indonesia maupun dalam bahasa Inggris.
- Semua grafik, peta dan gambar lain yang diperlukan dalam karangan disebut gambar dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul.
- Semua tabel dan daftar yang diperlukan dalam karangan disebut tabel dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul yang ditulis di atas setiap tabel.
- Semua foto dalam karangan tetap disebut foto dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul yang ditulis di bawah setiap foto.

HAK DEWAN REDAKSI

- Dewan Redaksi berhak menolak suatu karangan yang kurang memenuhi syarat setelah meminta pertimbangan para pembina atau tenaga ahli.
- Dewan redaksi dapat menyesuaikan bahasa dan atau istilah tanpa mengubah isi dan pengertiannya dengan tidak memberi tahu kepada Penulis, apabila dipandang perlu untuk mengubah isi karangan.
- Karangan yang dimuat dalam jurnal ini menjadi hak Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang, sehingga penerbitan kembali oleh siapapun harus meminta Ijin Dewan Redaksi.

Nomor 9 Volume V Januari 2007
ISSN 1693-0134

J U R N A L **Spectra**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Pembina

Dekan FTSP ITN Malang

Pemimpin Umum / Penanggungjawab

Dr. Ir. Kustamar, MT.

Redaktur Pelaksana:

Ir. Y. Setyo Pramono, MT.

Staf Redaksi

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT.

Dr. Ir. Ibnu Sasongko, MT.

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc.

Ir. Ibnu Hidayat P.J., MT.

Ir. Nusa Sebayang, MT.

Ir. J. Pradono de Deo, MT.

Alamat Redaksi

Gedung FTSP Lt. II ITN Malang
Jl. Bend. Sigura-gura No. 2 Malang
Telepon: (0341) 551431 Pes. 212
Facsimile: (0341) 553015
E-mail: spectra@ftsp.itn.ac.id

Spectra mengupas keilmuan bidang teknik sipil dan perencanaan dari segala sisi. Dengan keinginan untuk terbit rutin secara berkala setiap tengah warsa, maka pengembangan wacana ilmiah kami akan tetap terjaga. Semoga penampilan **Spectra** senantiasa memuaskan Pembaca yang budiman.

Spectra TERBIT PERTAMA KALI TAHUN 2003

J U R N A L
Spectra

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

D A F T A R I S I

Nomor 9 Volume V Januari 2007

Uji Kemampuan <i>Clarifier Thickener</i> dalam Menurunkan Kadar BOD dan PO_4 pada Limbah Tahu Hery Setyobudiarso	1
Studi Kelayakan Investasi Jalan Tol Segmen Lawang-Purwosari Kamidjo Rahardjo	16
Pengembangan Konservasi Lahan Terhadap Erosi Parit/Jurang (<i>Gully Erosion</i>) pada Sub DAS Lesti di Kabupaten Malang Erni Yulianti	25
Studi Pengembangan Bus Kota Malang Raya Agung Witjaksono, Bevi Agusti Tulak, dan Hermelinda F. Letto	33
Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan dan Kerusakan Hutan terhadap Koefisien Pengaliran dan Hidrograf Satuan Ibnu Hidayat P.J. dan Kustamar	50
Studi Ketelitian Kualitas Geometrik Citra Ikonos Hasil Ortho Rektifikasi Menggunakan Data DEM Skala 1:1000 Pradono Joanes De Deo	65

PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN DAN KERUSAKAN HUTAN TERHADAP KOEFISIEN PENGALIRAN DAN HIDROGRAF SATUAN

Ibnu Hidayat P.J.

Kustamar

Dosen Teknik Pengairan FTSP ITN Malang

ABSTRAKSI

Kali Konto merupakan salah satu anak sungai Kali Brantas dengan luas DAS 370 km², panjang sungai 70 km, dan curah hujan rerata tahunan sebesar 2.500 mm. Kali Konto mengalir sepanjang Kecamatan Pujon Kabupaten Malang dan Kecamatan Ngantang Kabupaten Kediri, merupakan daerah dengan kategori yang rawan terhadap penggundulan hutan, rawan bencana longsor, serta termasuk rawan bencana banjir. Hal ini dibuktikan dengan pada 10 tahun terakhir ini kerusakan lingkungan sungai akibat perubahan pola penggunaan lahan di DAS Kali Konto yang semakin meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya perubahan koefisien pengaliran akibat dari perubahan tata guna lahan dan kerusakan hutan yang dapat merubah kondisi pengaliran di Kali Konto. Metode yang dilakukan yaitu dimulai dengan pengumpulan data yang meliputi data karakteristik fisik DPS, peta topografi, dan data Automatic Water Level Recorded (AWLR) serta dilanjutkan dengan pengolahan data yang meliputi: perhitungan curah hujan rerata daerah, perhitungan koefisien aliran, perhitungan curah hujan efektif, dan perhitungan ordinat hidrogaf satuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien pengaliran terlihat semakin meningkat, untuk tahun 1995 koefisien pengalirannya 0.0379, tahun 2000 koefisien pengalirannya 0.0963 dan tahun 2006 koefisien pengalirannya 0.1799. Sedangkan nilai Qp (tinggi limpasan) setiap tahun meningkat yang menandakan bahwa kerusakan lingkungan sungai semakin meningkat.

Kata Kunci : *Koefisien Pengaliran, Kerusakan Hutan, Reboisasi.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kali Konto merupakan salah satu anak sungai Kali Brantas yang mempunyai luas DAS 370 km², panjang sungai 70 km, dan curah hujan rerata tahunan sebesar 2.500 mm. Kali Konto telah dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, seperti PLTA serta suplai air irigasi di daerah

Kabupaten Kediri dan Jombang. Kali Konto mengalir sepanjang kecamatan Pujon Kabupaten Malang dan Kecamatan Ngantang Kabupaten Kediri. Kecamatan ini terletak pada ketinggian > 40% dan termasuk daerah yang terjal atau perbukitan. Daerah dengan keadaan seperti ini merupakan daerah yang harus dihutankan karena mempunyai fungsi sebagai perlindungan terhadap tanah dan air serta menjaga ekosistem lingkungan hidup.

Kecamatan Pujon dan Ngantang termasuk wilayah kecamatan dengan kategori yang rawan. Yang dimaksud daerah yang rawan di sini adalah daerah yang rawan terhadap penggundulan hutan, rawan bencana longsor, dan rawan bencana banjir. Dari hasil survei, semua desa di dua kecamatan ini dikategorikan sebagai daerah yang rawan. Namun, pada 10 tahun terakhir ini kerusakan lingkungan sungai akibat perubahan pola penggunaan lahan di DAS Kali Konto, khususnya di bagian hulu bendungan Selorejo seluas 233.25 km², cenderung semakin meningkat. Beberapa bangunan *check dam* mengalami kerusakan yang cukup parah karena tidak mampu menahan terjal banjir dan debris yang terjadi. Gerusan yang merubah morfologi sungai tersebut diperparah oleh perusakan lingkungan. Dengan rusaknya lingkungan di sekitar sungai, maka limpasan permukaan di daerah tersebut semakin besar dan akan mengakibatkan bertambah besarnya gerusan. Oleh karena itu, kegiatan konservasi lingkungan DAS sangat perlu diadakan.

Identifikasi Masalah

Sifat-sifat sungai sangat dipengaruhi oleh luas, kondisi, dan bentuk DAS serta kemiringan dasar sungainya. Secara geografis Kali Konto yang bersumber di Gunung Anjasmoro dan daerah pengalirannya meliputi kecamatan Pujon dan Kecamatan Ngantang, mempunyai kemiringan dasar sungai, yaitu:

Tabel 1.
Gradien Kemiringan Dasar Sungai

Ruas	Gradien
Selorejo – Lebaksari	1/40 – 1/50
Siman Mendalan – Selorejo	1/50 – 1/60
Kandangan – Pare	1/90
Pare – Kediri	1/300

Data di atas menunjukkan bahwa mulai dari Selorejo ke arah hulu, yaitu Lebaksari dengan panjang sungai 30 km, mempunyai kemiringan yang sangat tajam dan termasuk sungai di daerah pegunungan. Dengan karakteristik seperti itu, maka di Kali Konto perlu dilakukan perbaikan dan pengendalian sungai dengan mengamankan lingkungannya karena

permasalahan pokok yang masih dialami dan cenderung semakin meningkat adalah kerusakan lingkungan sungai. Diindikasikan bahwa penyebab utama dari kerusakan lingkungan ini adalah pengembangan daerah pertanian (non padi) yang pada umumnya banyak dilakukan di daerah berhawa sejuk dengan ketinggian topografi tertentu. Hal ini juga melanda kawasan DAS Kali Konto, dimana berdasarkan data tahun 1973 menunjukkan bahwa kondisi tata guna lahannya adalah sebagai berikut:

Tabel 2.
Penggunaan Lahan Tahun 1973

Jenis tata guna lahan	Luas (km ²)
Hutan alam	93,200
Hutan industri dan ladang	118,000
Sawah	13,400
Perkampungan	10,700
Total luas	233,300

Tabel 3.
Penggunaan Lahan Tahun 2004

Jenis Tata Guna Lahan	Ngantang	Pujon
Pemukiman	12.340	5.499
Sawah	10.460	8.433
Tegal/ Kebun	9.700	17.480
Perkebunan	8.010	0.400
Hutan	91.700	92.810
Lainnya	3.780	5.920

Perubahan tata guna lahan tersebut ditinjau dari prosentasenya selama 25 tahun memang relatif kecil. Namun, ditinjau dari akibat-akibat yang timbul dengan adanya perubahan tersebut, terutama cara mengeksploitasi lahan-lahan pertanian non padi (ladang) maupun tegalan, cenderung untuk meningkatkan laju erosi lahan. Tegalan merupakan kegiatan pembukaan lahan hutan untuk tanaman perkebunan dan apabila lahan tersebut tidak produktif lagi, maka akan ditinggalkan terbelengkai. Kegiatan ini dapat menambah parahnya kerusakan lahan. Topografi yang curam, diikuti dengan terjadinya perubahan tata guna lahan, dan berkurangnya daerah resapan dapat memperbesar limpasan permukaan yang terjadi. Limpasan tersebut akan mengalir dan masuk ke sungai, sehingga debit di sungai semakin besar yang pada akhirnya dapat menyebabkan banjir.

Perumusan Masalah

Dari identifikasi masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan dalam studi ini, yaitu berapa besarnya perubahan koefisien limpasan yang diakibatkan oleh kerusakan hutan dan perubahan tata guna lahan.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui besarnya perubahan koefisien pengaliran akibat dari perubahan tata guna lahan dan kerusakan hutan yang dapat merubah kondisi pengaliran di Kali Konto.

Sedangkan manfaat studi adalah:

- Mengetahui perubahan koefisien limpasan akibat dari perubahan tata guna lahan dan kerusakan hutan.
- Membandingkan perbedaan koefisien limpasan sebelum dan sesudah terjadinya perubahan tata guna lahan dan kerusakan hutan.

ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

Data Karakteristik DPS

Luas DPS : 233.25 km²

Panjang sungai : 20.5 km

Data Automatic Water Level Record (AWLR)

AWLR diletakkan pada titik keluaran (*outlet*) dalam DPS, dimana dari alat ini diperoleh grafik hubungan antara tinggi muka air (m) terhadap waktu (jam) yang berjalan secara terus menerus. Pada Kali Konto penempatan AWLR berada di daerah Kambal.

Data Debit

Data debit ini diperoleh melalui pengalihragaman data tinggi muka air yang melimpah di atas alat ukur. Dengan menggunakan rumus alat ukur bendung tipe Romijn, dimana:

Koefisien romijn = 1.71

Lebar pelimpah (B) = 39 m

H = tinggi air yang berada di atas pelimpah, merupakan data AWLR.

Tabel 1.
Data AWLR dan Debit Hasil Perhitungan Tahun 2006

Jam	H (m)	K	B (m)	Q (m ³ /dt)
12:00	0.24	1.71	39	7.841
13:00	0.25	1.71	39	8.336
14:00	0.26	1.71	39	8.841
15:00	0.30	1.71	39	10.958
16:00	0.60	1.71	39	30.995
17:00	0.56	1.71	39	27.947
18:00	0.48	1.71	39	22.178
19:00	0.41	1.71	39	17.507
20:00	0.35	1.71	39	13.809
21:00	0.31	1.71	39	11.511

Rumus Romijn:

$$Q = 1.71 \times B \times H^{3/2}$$

untuk ketinggian air pada jam 12:00 tanggal 27 Nopember 2006

$$B = 39 \text{ m}$$

$$H = 0.24$$

$$Q = 1.71 * 39 * 0.24^{1.5}$$

$$= 7.841 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah

Data yang dipakai adalah data curah hujan jam-jaman, data ini didapatkan dari pos penakar hujan otomatis, yang memberikan pengaruh pada setiap DAS dan perhitungannya dilakukan dengan cara Thiessen.

$$\text{Luas DPS} = 233.25 \text{ km}^2 \text{ atau } 233.3 \text{ E}+08 \text{ m}^2.$$

$$\text{Luasan Pujon} = 76.7 \text{ km}^2.$$

$$\text{Luasan Selorejo} = 156,5 \text{ km}^2.$$

Faktor pembobot luasan masing-masing daerah:

$$\text{Pujon} = 76.7 / 233.25 = 0.329$$

$$\text{Selorejo} = 156.5 / 233.25 = 0.671$$

Tabel 2.
Curah Hujan Thiessen untuk Tanggal 27 Nopember 2006

Jam	Pujon (0.329)	Selorejo (0.671)	D max (mm/jam)
13:00	0	2	1.342
14:00	0	0	0
15:00	0	1	0.671
16:00	0	22	16.740
17:00	0	24	16.100
18:00	0	5	3.355
19:00	0	2	1.342
20:00	2	3	2.671
21:00	1	0	0.329

Perhitungan Curah hujan rerata daerah pada jam 13:00

Koefisien luasan Pujon = 0.329

Koefisien luasan selorejo = 0.671

$$D_{\max} = (0.329 \times 0) + (0.671 \times 2)$$

$$D_{\max} = 1.342 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Waktu Konsentrasi

Panjang Sungai = 20.5 km

Kemiringan dasar sungai (slope) = 0.0425

$$t = L/W$$

$$W = 72 (H/L)^{0.6}$$

$$= 72 (0.0425)^{0.6}$$

$$= 10.8 \text{ km/jam}$$

$$t = 20.5 / 10.8$$

$$= 1.89 \text{ jam} = 2 \text{ jam}$$

Perhitungan Koefisien limpasan

Perhitungan koefisien aliran tanggal 27 Nopember 2006

Dengan Waktu konsentrasi = 2 jam, maka hujan yang terjadi pada 27 November 2006 pukul 13:00 akan mengakibatkan debit banjir pada pukul 15:00 pada stasiun pengukur AWLR.

Perhitungannya:

$$R = 1.342 \text{ mm}$$

$$I = 1.342 \text{ mm/jam}$$

$$t = 2 \text{ jam}$$

$$C = \frac{3.6 \times Q}{I \times A}$$

$$\text{atau } \frac{Q(m^3 / dt) \times 3600}{I(mm / jam) \times A(km^2)} = \frac{3600 Q(m^3 / jam)}{10^{-3}(m / jam) \times 10^6 (m^2)}$$

$$= \frac{3600 \times 10.958}{0.001342 \times 233250000}$$

$$= 0.126$$

Tabel 3.
Hasil Perhitungan Koefisien Aliran 27 Nopember 2006

Jam	H (m)	K	B (m)	Q (m ³ /jam)	R	R	C
	1	2	3	(3*2*1 ³ /2)	(mm)	(m)	
12	0.240	1.71	39	7.841110605	0	0	0
13	0.250	1.71	39	8.33625	1.342	0.00134	0
14	0.260	1.71	39	8.841393895	0	0	0
15	0.300	1.71	39	10.95828521	0.671	0.00067	0.1260291
16	0.600	1.71	39	30.99471112	16.736	0.01674	0
17	0.560	1.71	39	27.94748669	16.104	0.0161	0.6428373
18	0.480	1.71	39	22.17800992	3.355	0.00336	0.0204528
19	0.410	1.71	39	17.50799857	1.342	0.00134	0.0167797
20	0.350	1.71	39	13.80901763	2.671	0.00267	0.0635259
21	0.310	1.71	39	11.51074037	0	0	0.1323828
22	0.280	1.71	39	9.880928676	0	0	0.0570959
23	0.260	1.71	39	8.841393895	0.329	0.00033	0
24	0.240	1.71	39	7.841110605	0	0	0

Tabel 4.
Hasil Perhitungan Koefisien Aliran 18 Pebruari 2000

Jam	H (m)	K	B (m)	Q (m ³ /jam)	R	R	C
	1	2	3	(3*2*1 ³ /2)	(mm)	(m)	
16:00	0.240	1.71	39	7.841110605	0.658	0.00066	0
17:00	0.300	1.71	39	10.28	1.342	0.00134	0
18:00	0.332	1.71	39	12.8	0	0	0.3002375
19:00	0.368	1.71	39	14.8878658	6.039	0.00604	0.1712225
20:00	0.390	1.71	39	16.24267774	8.329	0.00833	0
21:00	0.370	1.71	39	15.00939903	2.316	0.00232	0.03836
22:00	0.300	1.71	39	10.95828521	2.658	0.00266	0.0203063
23:00	0.250	1.71	39	8.33625	2.342	0.00234	0.0555537
0:00	0.240	1.71	39	7.841110605	6.632	0.00663	0.0455306
1:00	0.230	1.71	39	7.356182099	5.013	0.00501	0.0484782
2:00	0.225	1.71	39	7.117615029	1.671	0.00167	0.0165642
3:00	0.220	1.71	39	6.881684194	1	0.001	0.0211874
4:00	0.219	1.71	39	6.83481698	0.329	0.00033	0.0631293
6:00	0.217	1.71	39	6.741403438	0.987	0.00099	0.1040474

Tabel 5.
Hasil Perhitungan Koefisien Aliran 8 Pebruari 1995

Jam	H (m)	K	B (m)	Q (m ³ /jam)	R	R	C
	1	2	3	(3*2*1 ³ /2)	(mm)	(m)	
13:00	0.2317	1.71	39	7.437890289	4.026	0.00403	0
14:00	0.306	1.71	39	11.28867207	0.658	0.00066	0
15:00	0.322	1.71	39	12.18553285	5.329	0.00533	0.0467145
16:00	0.314	1.71	39	11.73424602	6.948	0.00695	0.2752391
17:00	0.2851	1.71	39	10.15211534	5.987	0.00599	0
18:00	0.2402	1.71	39	7.850914035	1.671	0.00167	0.0174398
19:00	0.21	1.71	39	6.417851435	0.987	0.00099	0.0165448
20:00	0.202	1.71	39	6.054632274	0.671	0.00067	0.0559232
21:00	0.198	1.71	39	5.875684972	0	0	0.0918803
22:00	0.197	1.71	39	5.831228457	0.658	0.00066	0.1341277

Peningkatan Koefisien Pengaliran

Peningkatan koefisien pengaliran dapat dihitung dengan metode statistik, yaitu:

Analisa Varian Data

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = -0.0113$$

$$a = \bar{y} - (b \cdot \bar{x}) = 0.192$$

$$\frac{S^2Y}{X} = \left(\frac{1}{n-2} \right) \times [y^2 - (b \cdot xy)]$$

$$= 0.04518$$

$$\text{VAR Y} = \frac{S^2Y}{X} + (X^2 - X^2 \text{tengah}) \times \left(\frac{S^2Y}{X} / \sum X^2 \right) = 0.0056$$

Persamaan Regresi

$$Y = a - b \cdot \text{VAR Y}$$

$$= 0.192 - (-0.011305 \cdot x)$$

$$Y - t_{(0.025, n-2)} \cdot (\text{VAR Y})^{0.5} < \frac{\mu Y}{X}$$

$$Y = 0.192 - 0.011305 \cdot 0.0056$$

$$= 0.1865$$

$$< \frac{\mu Y}{X} = Y - (2.447 \cdot \text{VAR Y})$$

$$= 0.1865 - (2.447 \cdot 0.0056)$$

$$= 0.173$$

$$> \frac{\mu Y}{X} = Y + (2.447 \cdot \text{VAR Y})$$

$$= 0.1865 + (2.447 \cdot 0.0056)$$

$$= 0.2003$$

Menghitung Tinggi Limpasan Untuk mendapatkan Hujan Efektif

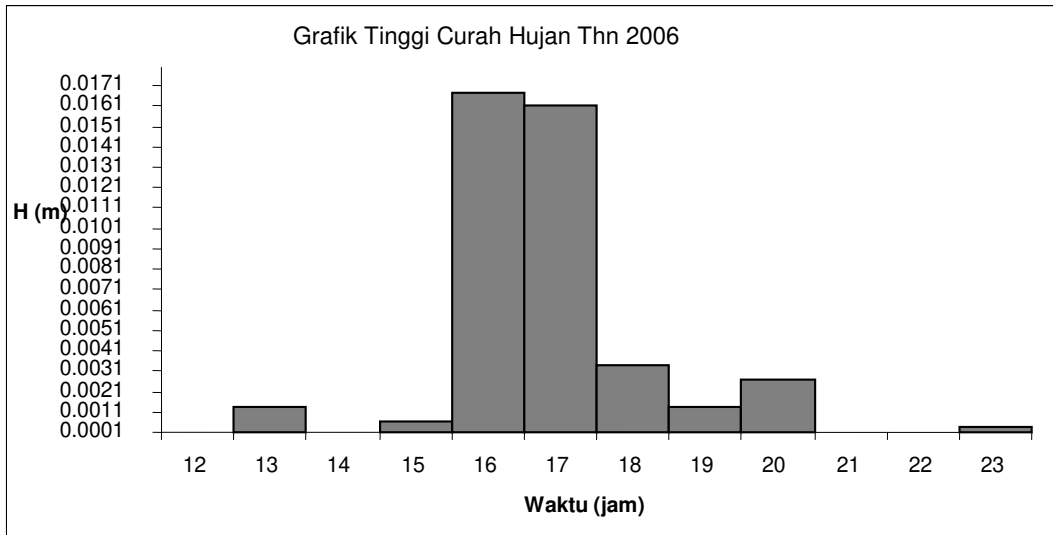
Hujan efektif diperoleh dengan merubah data debit menjadi volume limpasan rata-rata dengan cara menjumlahkan data debit awal dengan debit setelahnya, kemudian dibagi dua, setelah itu dikalikan dengan durasi waktu. Dengan demikian, diperoleh volume limpasan permukaan, setelah itu semua volume limpasan tersebut dijumlahkan menjadi volume total limpasan. Volume total limpasan di bagi dengan luasan DPS, maka diperoleh tinggi limpasan. Tinggi limpasan dicocokkan dengan tinggi hujan, dimana jika tinggi sama maka dapat dipergunakan sebagai hujan efektif untuk perhitungan Collins.

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\sum_1^n (Q_1 + Q_{n+1})}{2} \times 3600 \\
 &= \frac{\sum_1^n (7.841 + 8.336)}{2} \times 3600 \\
 &= 29119.25 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 6.
Perhitungan Volume Limpasan

Jam	Q (m ³ /jam)	Q (m ³)	mm	m	Heff
12	7.841111		0	0	
13	8.33625	29119.25	1.342	0.001342	
14	8.841394	30919.76	0	0	
15	10.95829	35639.42	0.671	0.000671	
16	30.99471	75515.39	16.736	0.016736	0.00177
17	27.94749	106096	16.104	0.016104	0.001
18	22.17801	90225.89	3.355	0.003355	
19	17.508	71434.82	1.342	0.001342	
20	13.80902	56370.63	2.671	0.002671	
21	11.51074	45575.56	0	0	
22	9.880929	38505	0	0	
23	8.841394	33700.18	0.329	0.000329	
	ΣQ =	613101.9			

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi limpasan} &= \Sigma Q / A \\
 &= 613101.9 / 233.3E+08 \\
 &= 0.00263 \text{ m}
 \end{aligned}$$



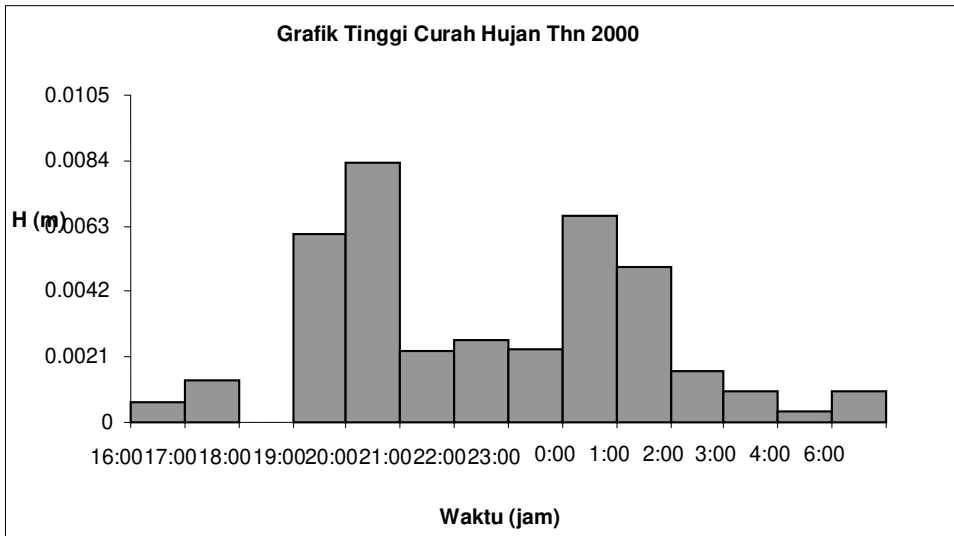
Gambar 1.
Grafik Tinggi Hujan

Seperti yang disebutkan dalam perhitungan hujan efektif, maka dari grafik batang tersebut di atas diperoleh hujan efektif $Heff_1 = 0.00177$ m dan $Heff_2 = 0.0008$ m.

Tabel 7.
Perhitungan Volume Limpasan 18 Pebruari 2000

Jam	Q (m ³ /jam)	V (m ³)	R (mm)	R (m)	baseflow	q limp.
	($3 \cdot 2 \cdot 1^{3/2}$)					
16:00	7.84111061		0.658	0.000658	6.741403	1.099707
17:00	10.9582852	33838.91	1.342	0.001342	6.741403	4.216882
18:00	12.7575666	42688.53	0	0	6.741403	6.016163
19:00	14.8878658	49761.78	6.039	0.006039	6.741403	8.146462
20:00	16.2426777	56034.98	8.329	0.008329	6.741403	9.501274
21:00	15.009399	56253.74	2.316	0.002316	6.741403	8.267996
22:00	10.9582852	46741.83	2.658	0.002658	6.741403	4.216882
23:00	8.33625	34730.16	2.342	0.002342	6.741403	1.594847
0:00	7.84111061	29119.25	6.632	0.006632	6.741403	1.099707
1:00	7.3561821	27355.13	5.013	0.005013	6.741403	0.614779
2:00	7.11761503	26052.83	1.671	0.001671	6.741403	0.376212
3:00	6.88168419	25198.74	1	0.001	6.741403	0.140281
4:00	6.83481698	24689.7	0.329	0.000329	6.741403	0.093414
6:00	6.74140344	24437.2	0.987	0.000987	6.741403	0
	ΣQ =	476902.8				

$$\begin{aligned} \text{Tinggi limpasan} &= \Sigma Q / A \\ &= 476902.8 / 233.3E+08 \\ &= 0.002046 \text{ m} \end{aligned}$$



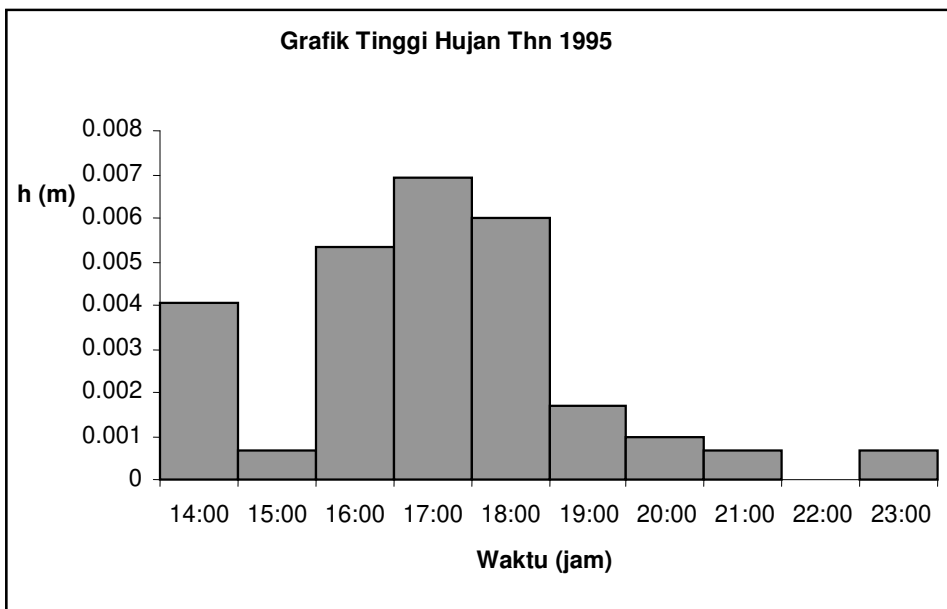
Gambar 2.
Grafik Tinggi Hujan Tahun 2000

Dari Grafik dengan tinggi limpasan 0.002046 m, maka diperoleh hujan efektif $Heff_1 = 0.0018 \text{ m}$ dan $Heff_2 = 0.0002 \text{ m}$.

Tabel 7.
Perhitungan Volume Limpasan 8 Pebruari 1995

Jam	Q (m ³ /jam)	V m ³	R mm	R m	base flow	Q limpasan
	(3*2*1 ³ /2)					
14:00	7.43789029		4.026	0.00403	5.8312285	1.606662
15:00	11.2886721	33707.812	0.658	0.00066	5.8312285	5.457444
16:00	12.1855329	42253.569	5.329	0.00533	5.8312285	6.354304
17:00	11.734246	43055.602	6.948	0.00695	5.8312285	5.903018
18:00	10.1521153	39395.45	5.987	0.00599	5.8312285	4.320887
19:00	7.85091404	32405.453	1.671	0.00167	5.8312285	2.019686
20:00	6.41785144	25683.778	0.987	0.00099	5.8312285	0.586623
21:00	6.05463227	22450.471	0.671	0.00067	5.8312285	0.223404
22:00	5.87568497	21474.571	0	0	5.8312285	0.044457
23:00	5.83122846	21072.444	0.658	0.00066	5.8312285	0
	ΣQ =	281499.15				

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi limpasan} &= \Sigma Q / A \\
 &= 281499.15 / 233.3E+08 \\
 &= 0.0012096 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 3.
Grafik Tinggi Hujan Tahun 1995

Dari Grafik dengan tinggi limpasan 0.0012069 m, maka diperoleh hujan efektif $Heff_1 = 0.00107 \text{ m}$ dan $Heff_2 = 0.0001328 \text{ m}$

2.9 Analisa Hidrograf Satuan Metode Collins

Data yang dibutuhkan:

Luasan DPS = 233.25 km² atau 233.3E+08 m²

Jumlah kejadian hujan (n) = 11

Jumlah hujan efektif (j) = 2

Perhitungan:

1. $T_b = n - j + 1$
 $= 11 - 2 + 1$
 $= 10$
2. $U_t \text{ awal} = (A \cdot 1000) / (T_b \cdot 3600)$
 $= (233.25 \cdot 1000) / (10 \cdot 3600)$
 $= 6.48$
3. $Reff = H_{jn} \text{ efektif} \cdot U_t \text{ awal}$
 $= 0.8 \cdot 6.48$
 $= 5.183$

4. PU = nilai Reff
5. q = nilai debit yang diperoleh melalui alih ragam data AWLR
= 8.336
6. q – PU = 8.336 – 5.183
= 3.153
7. (q – PU)/ Reff = 3.153 / 5.183
= 1.781

Untuk perhitungan berikutnya terlebih dahulu dicari variabel peubah:

- P = $(A * 1000)/(3600 * (q-PU/ Reff))$
= 1.01
- F = $\Sigma(q-PU) / \Sigma PU$
= 2.00
8. Ut' = P * [(q – PU)/ Reff]
= 1.795
9. F*Ut = 2 * 1.795
= 3.583
10. Ut rerata = $[U1 + (F*Ut')]/ (1+F)$
= $(6.479+3.583) / (1+2)$
= 3.359
variabel q = $(A*1000)/(3600*\Sigma Ut \text{ rerata})$
= 0.97
11. Ut akhir = q * Ut rerata
= 0.97 * 3.359

Apabila nilai Ut awal masih jauh berbeda dengan Ut akhir, maka proses perhitungan di atas diulangi lagi dengan Ut akhir sebagai Ut awal.

Keterangan:

- Tb = Waktu dasar hidrograf
- Ut1 = Hidrograf satuan yang diasumsi
- ΣPU = Jumlah Hujan Effektif dikali UT1
- q = Hidrograf limpasan langsung U1
= UT1 awal
- U1 Rerata = $(U1 + F.U1') / (1 + F)$
- UP = $(q - \Sigma PU) / P \text{ maks}$
- Ut 2 = $(U1 \text{ rerata} \times V) / (3600 \times \Sigma U1 \text{ rerata})$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Studi kajian perubahan koefisien pengaliran menggunakan rumus rasional untuk daerah Kali Konto, dari perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Koefisien Pengaliran terlihat semakin meningkat apabila terjadi curah hujan yang besarnya sama yaitu 11 mm/jam, dimana untuk tahun 1995 koefisien pengalirannya 0.0379, tahun 2000 koefisien pengalirannya 0.0963, dan tahun 2006 koefisien pengalirannya 0.1799. Dengan demikian, dapat dirata-rata peningkatannya dari tahun 1995 ke 2000 sebesar 1.17 % dan dari tahun 2000 ke tahun 2006 sebesar 1.39 %.
2. Perubahan keadaan kondisi sungai terlihat dari peningkatan debit puncak yang ditunjukkan dengan Nilai Q_p setiap tahun meningkat. Hal ini menandakan bahwa kerusakan lingkungan sungai semakin meningkat.
3. Dari gambar hidrograf satuan Collins, sisi turun dari grafik tersebut untuk tahun 2000 sangat curam. Hal ini menunjukkan keadaan sungai pada tahun tersebut limpasannya besar sekali, artinya apabila terjadi hujan, maka akan langsung melimpas.

Saran

Berdasarkan analisa perhitungan tersebut di atas perubahan koefisien aliran terlihat semakin meningkat dari tahun ke tahun. Untuk mengurangi peningkatan tersebut, maka dapat dilakukan dengan usaha mencegah berlanjutnya degradasi lahan, memperbaiki lahan, serta melakukan pengelolaan DAS, seperti penanaman vegetasi penutup tanah, penghijauan, pembuatan teras, mengingat keadaan topografi di daerah Kali Konto ini merupakan daerah dengan kemiringan yang tajam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1990. *Jenis Bangunan Ukur dan Cara Pengoperasiannya*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Hidayat, Ibnu. 1999. *Pengembangan Perangkat Lunak untuk Membandingkan Hidrograf Satuan dengan Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis Gama I, Snyder, Nakayasu, dan FSR*. Malang: ITN Malang.
- Kustamar, dkk. 2003. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Brantas*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono, Suyono., Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Edisi Kesembilan. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sri Harto, Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wilson, E.M. 1993. *Hidrologi Teknik*. Bandung: ITB Bandung.