

PENENTUAN KOEFISIEN AIR LARIAN PADA SISTEM DRAINASE DI KOTA KEDIRI

DETERMINATION OF COEFFICIENT RUN OFF AT DRAINAGE SYSTEM IN KEDIRI CITY

Okik Hendriyanto Cahyonugroho
Jurusan Teknik Lingkungan, UPN Veteran, Surabaya
email: okikhendriyanto@yahoo.com

Abstrak

Perubahan penggunaan lahan di suatu kawasan mengakibatkan perubahan daya resapan air ke dalam tanah. Salah satu dampak yang mungkin terjadi adalah banjir. Perubahan penggunaan lahan akan merubah koefisien air larian (C). Tujuan penelitian ini untuk menentukan koefisien air larian untuk mengetahui kecepatan penyusutan banjir di Kota Kediri dengan menggunakan perhitungan debit dari Analisis curah hujan dan perhitungan debit dari data debit sungai.

Penelitian yang dilakukan ini termasuk bentuk penelitian kajian/observasi di 3 stasiun hujan yang berada di Kota Kediri. Variabel yang digunakan yaitu variabel variabel independen meliputi daerah aliran sungai, curah hujan, debit sungai dan koefisien air larian (C) sebagai variabel dependen.

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan range Nilai Koefisien Pengaliran (Air Larian) sebesar 0,11-0,13. Nilai tersebut termasuk kecil, karena pada saat musim kemarau tiba air sungai Kali Brantas menyusut lebih banyak/meresap ke dalam tanah. Menyusutnya air sungai banyak yang digunakan untuk irigasi pertanian dan keperluan warga sekitar, tetapi saat musim hujan terjadi banjir karena saluran drainase tersumbat oleh sampah.

Kata kunci: daerah aliran sungai, curah hujan, dan debit sungai dan koefisien air larian (C)

Abstract

Land use change in an area results in the change of soil infiltration rate. The impact which is possible to happen is flood. Change of land use will change the run off coefficient (C). This research is aimed to measure the run off coefficient in order to determine decreasing flood rate in Kediri City using flow rate data from rainfall analysis from river flow data.

In this research 3 rain stations located in Kediri City were observed. Independent variables included drainage basin, rainfall, and river flow. Run off coefficient (C) was used as a dependent variable.

Results of this research showed that the Jetting (Direct Run Off) Coefficient was 0.11-0.13. This value was low, considering that during the dry season, the river water flow decreased significantly. The decrease of the river water flow was because of the uses for irrigation and for fulfilling other human needs. but moment of the rains happened floods because drainage channel stuffed up by garbage.

Key words: drainage basin, rainfall, river flow, coefficient run off (C)

1. PENDAHULUAN

Semakin padat suatu area terbangun menyebabkan semakin luasnya penutupan tanah sehingga berakibat pada ketidak-seimbangan lingkungan, misalnya proses-proses yang melibatkan pergerakan air seperti limpasan permukaan, dan erosi. Limpasan permukaan yang terjadi pada saat hujan meningkat karena berkurangnya peresapan akibat bertambahnya luas bangunan yang menutupi permukaan tanah. Hidrologi kota

seringkali menjadi masalah yang pelik bagi ahli hidrologi, karena urbanisasi meningkatkan luasan permukaan yang tertutup semen, paving, aspal, sehingga hujan tercegah untuk masuk ke dalam tanah dan menjadi limpasan permukaan (Azizah, 2001).

Pada waktu belakangan ini sering dijumpai terjadinya kelebihan limpasan permukaan di berbagai kawasan sehingga mengakibatkan terjadinya genangan air di beberapa tempat. Banjir

genangan ini diidentifikasi sebagai genangan akibat kurangnya lahan yang dapat meresapnya air hujan di samping saluran drainase yang kurang memadai.

Air hujan yang jatuh ke bumi menghambur dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari air tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (*evaporasi*) dan transpirasi (*transpiration*) oleh tanaman. Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju aliran sungai, sementara lainnya mendesak masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Di bawah pengaruh gaya gravitasi, maka aliran air permukaan (*surface stream flow*) dan air dalam tanah sama-sama bergerak menuju tempat yang lebih rendah dan akhirnya dapat mengalir menuju laut. Namun, sejumlah air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan transpirasi sebelum mencapai lautan.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah penentuan koefisien air larian berdasarkan data curah hujan dan data debit sungai. Selain itu terjadi penurunan jumlah air yang meresap ke dalam tanah yang tidak dapat dilihat langsung, tetapi dalam jangka panjang mengakibatkan cadangan air tanah menurun. Secara diskriptif penurunan cadangan air tanah terlihat dari sumur-sumur penduduk dan debit air yang keluar melalui rembesan-rembesan ke aliran Sungai Brantas pada musim kemarau.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan koefisien air larian untuk mengetahui kecepatan penyusutan banjir di Kota Kediri dengan menggunakan perhitungan debit baik dari analisis curah hujan maupun perhitungan debit dari data debit sungai.

Gambaran Umum Wilayah Studi

Kota Kediri terletak pada 111°05'-112°03' Bujur Timur dan 7°45'-7°55' Lintang Selatan. Kota Kediri memiliki luas wilayah 63.40 km² dan berada pada ketinggian 67 m di atas permukaan laut. Kota Kediri memiliki suhu udara 27-30°C dengan curah hujan rata-rata 1.368 mm/tahun. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari.

Kota Kediri memiliki 3 kecamatan, yaitu Kecamatan Kota Kediri, Kecamatan Pesantren, dan Kecamatan Mojoroto, dengan total area wilayah kota seluas 6.340 ha.

Secara topografi, Kota Kediri terletak pada ketinggian 63 - 473 m di atas permukaan laut. Berdasarkan ketinggian wilayahnya, Kota Kediri dibagi menjadi dua wilayah yaitu:

1. WTUU 1c (wilayah tanah usaha utama), yaitu wilayah yang memiliki ketinggian antara 63-100 m. Luas wilayah ini adalah 5.083 ha (80,17%)
2. WTUU 1d (wilayah tanah usaha utama), yaitu wilayah yang memiliki ketinggian antara 100-500 m di atas permukaan laut, yang mencakup 1.257 ha (18,33%)

Jadi Kota Kediri didominasi daratan rendah yang memiliki ketinggian 63-100 m. Kemiringannya pun sebagian besar hanya berkisar antara 0-2%.

Secara geologi, tanah yang berada di Kota Kediri terdiri dari 3 komposisi bahan, yang pertama adalah alluvium, yang berada di sebelah kanan kiri Sungai Brantas, yang kedua adalah *Young Quaternary Volcanic Predict* yang berada di sebelah timur Kota Kediri sehingga banyak pertanian di daerah tersebut (tanahnya subur), sedangkan yang ketiga adalah *Undifferentiated Volcanic Predict* yang mendominasi dengan daerah barat.

Di tengah Kota Kediri, mengalir sebuah sungai yang membelah Kota Kediri menjadi dua bagian, yaitu bagian barat yaitu wilayah Kecamatan Mojoroto dan bagian timur yaitu wilayah Kecamatan Kota Kediri dan Kecamatan Pesantren. Sungai itu adalah Sungai Brantas yang banyak terdapat pemukiman di sepanjang kanan kiri sungai tersebut (RTRK Kota Kediri, 2004-2014).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di kota Kediri, yaitu di dekat Stasiun Gambiran, Stasiun Kediri, Stasiun Mrican (Gambar 1). Variabel penelitian meliputi: daerah pengaliran Kali Brantas, curah hujan (mm/hari) tahun 1995-2004, debit sungai (m³/detik) tahun 1995-2004. Data diperoleh dari PERUM Jasa Tirta I Kediri, PU Pengairan Kediri, PU Pengairan Propinsi Jawa Timur. Prosedur penelitian meliputi : pencarian data curah hujan dan debit sungai. Analisis hujan efektif ditentukan dengan rumus.

$H_{eff} = \alpha \times R_{24}$
 dimana:
 H_{eff} = hujan efektif
 α = koefisien pengaliran/limpasan
 R_{24} = tinggi hujan dalam 24 jam

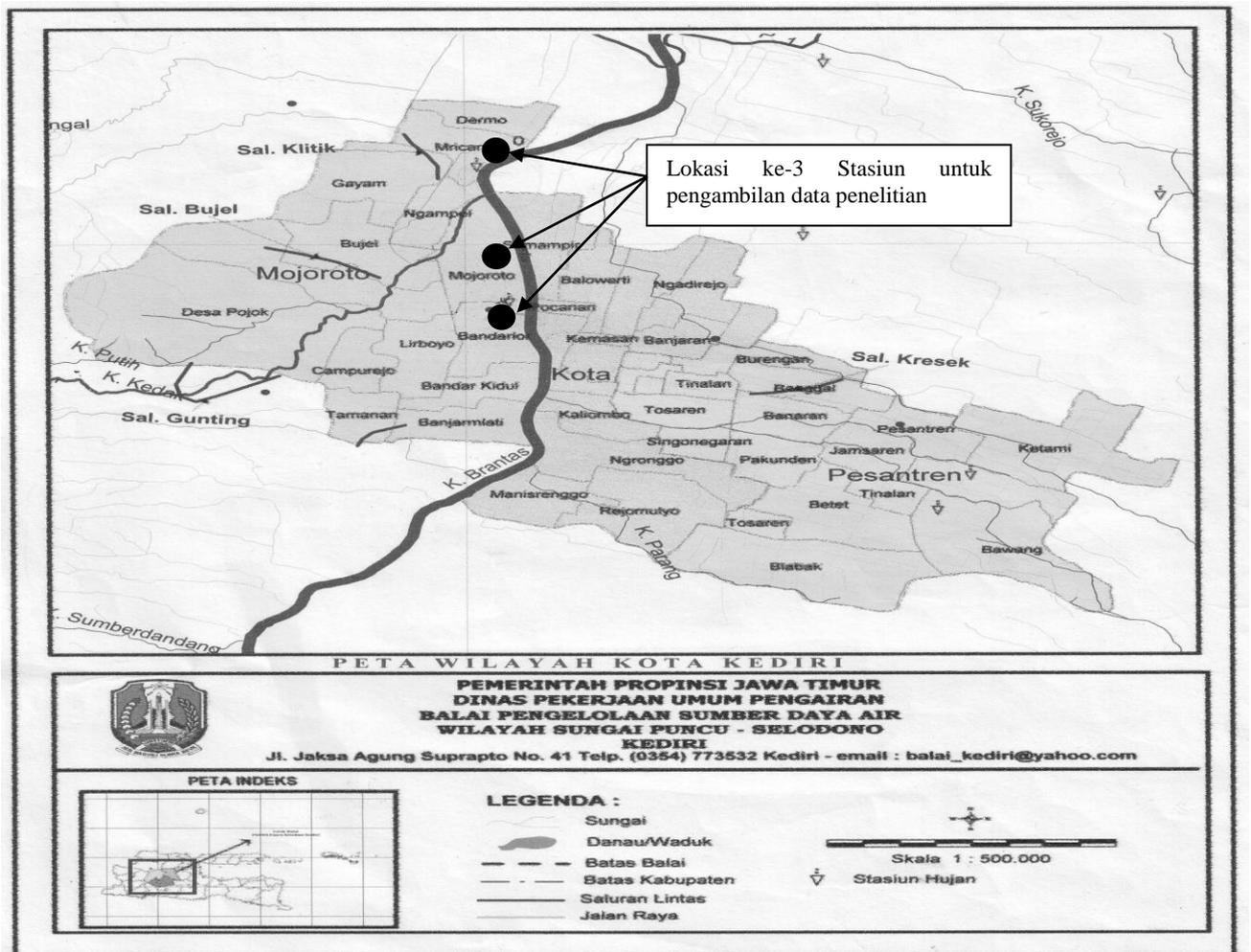
dimana:
 Q = debit banjir ($m^3/detik$)
 T = waktu (jam);
 T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
 Q_{max} = Debit puncak ($m^3/detik$)

Analisis debit banjir dilakukan dengan menggunakan Metode Nakayasu puncak banjir (jam) menurut rumus:

$$Q = \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \times Q_{max}, \text{ dan}$$

$$Q = 0,3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right) \times Q_{max}$$

Hasil nilai debit total (dari akumulasi tinggi hujan dalam 24 jam pada tiap periode ulang dengan debit banjir) diplotkan terhadap waktu. Selanjutnya dari grafik diperoleh nilai optimum yang merupakan nilai debit maksimum. Hasilnya kemudian diakumulasikan dengan debit sungai dan diperoleh koefisien pengaliran.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kota Kediri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data curah hujan maksimum selama 10 tahun diakumulasikan untuk memperoleh perhitungan statistik hujan DAS Kali Brantas. Tinggi hujan rata-rata (\bar{R}) yaitu 82,9 mm, dengan

standar deviasi (S_x) 17,85 kemudian akan didapat koefisien variasi (C_v) 0,0215, koefisien asimetri (C_s) 0,1, dan koefisien kurtosis (C_k) 3,39. Dari hasil perhitungan statistik hujan DAS Kali Brantas, dapat dilihat bahwa harga C_v , C_s , C_k yang menunjukkan ciri dari sebaran Gumbel,

sedangkan perhitungan data hujan DAS Kali Brantas tidak menunjukkan ciri-ciri dari sebaran Normal, Logaritmik. Jadi menggunakan Log Pearson Type III karena syarat dari Log Pearson Tipe III adalah bebas.

Analisis hujan efektif dihitung berdasarkan data curah hujan maksimum selama 10 tahun. Data curah hujan maksimum diperlihatkan pada Tabel 1, 2 dan 3 di bawah ini.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Berdasarkan Stasiun Mrican

Tahun	Stasiun Mrican	Stasiun Gambiran	Stasiun Kediri	R rata-rata
1995	97	60	0	52
1996	98	96	50	81
1997	92	22	70	61
1998	80	86	83	83
1999	90	0	0	33
2000	72	0	69	47
2001	90	115	112	106
2002	60	2	13	25
2003	154	43	64	87
2004	107	93	99	100

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum Berdasarkan Stasiun Gambiran

Tahun	Stasiun Mrican	Stasiun Gambiran	Stasiun Kediri	R rata-rata
1995	97	91	95	92
1996	98	98	96	50
1997	92	39	69	0
1998	80	67	92	87
1999	90	94	116	85
2000	72	46	95	67
2001	90	90	115	112
2002	60	0	77	75
2003	154	111	105	0
2004	107	0	122	75

Tabel 3. Data Curah Hujan Maksimum Berdasarkan Stasiun Kediri

Tahun	Stasiun Mrican	Stasiun Gambiran	Stasiun Kediri	R rata-rata
1995	58	79	107	81
1996	0	16	95	37
1997	41	45	95	60
1998	0	67	112	60
1999	26	58	103	62
2000	0	0	105	35
2001	90	115	112	106
2002	0	77	75	51
2003	13	31	107	50
2004	74	92	106	91

Data Curah hujan maksimum 10 tahun pada Tabel 1, 2 dan 3 diatas dipisahkan berdasarkan masing-masing stasiun pemantau hujan pada bulan-bulan tertentu yang mencapai curah hujan maksimum. Curah hujan maksimum di stasiun Mrican pada tahun 1995- 2004 berkisar 60 – 154 mm (Tabel 1). Sedangkan di stasiun Gambiran tercatat 69 – 116 mm (Tabel 2) dan di stasiun Kediri 75-107 mm (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing stasiun pengamat hujan mempunyai curah hujan maksimum yang sangat berbeda pada bulan-bulan tertentu. Data curah hujan maksimum 10 tahun tersebut diakumulasikan untuk memperoleh perhitungan statistik hujan DAS Kali Brantas seperti pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Perhitungan Statistik Hujan DAS Kali Brantas

No.	R	$R - \bar{R}$	$(R - \bar{R})^2$	$(R - \bar{R})^3$	$(R - \bar{R})^4$
1	51	-31,9	1017,61	-32461,76	1035530,11
2	61	-21,9	479,61	-10503,46	230025,75
3	69	-13,9	193,21	-2685,62	37330,10
4	81	-1,9	3,61	-6,86	13,03
5	83	0,1	0,01	0,00	0,00
6	87	4,1	16,81	68,92	282,58
7	93	10,1	102,01	1030,30	10406,04
8	98	15,1	228,01	3442,95	51988,56
9	100	17,1	292,41	5000,21	85503,61
10	106	23,1	533,61	12326,39	284739,63
829			2866,9	-23788,92	1735819,42

Dari tinggi hujan rata-rata diperoleh Analisis frekuensi hujan DAS Kali Brantas dengan nilai standar deviasi (δ) 0,102. Selanjutnya diperoleh tinggi hujan dalam 24 jam (R_{24}) pada tiap periode ulang seperti pada Tabel 5, dengan ketentuan Tabel Log Pearson Type III, maka diperoleh nilai k.

Tabel 5. Tinggi Hujan Dalam 24 jam (R_{24}) mm Periode Ulang (tahun)

2	5	10	25
81,096	98,401	109,144	121,059

Untuk menghitung hujan efektif, diasumsikan nilai $\alpha = 1$, hal ini untuk mempermudah perhitungan. Tinggi curah hujan di Indonesia maksimum 5 jam, kemudian akan didapat curah hujan sampai jam ke $T'(Rt')$. Untuk curah hujan 1 jam R_t adalah 0,585 R_{24} , curah hujan selama 2

jam R_t adalah 0,151 R_{24} , curah hujan selama 3 jam R_t adalah 0,107 R_{24} , curah hujan selama 4 jam R_t adalah 0,085 R_{24} , curah hujan selama 5 jam R_t adalah 0,072 R_{24} . Nilai tinggi hujan dalam

24 jam (R_{24}) dan nilai curah hujan sampai jam ke $T'(R_t')$ diakumulasikan untuk memperoleh suatu distribusi hujan efektif setiap jam pada DAS Kali Brantas. Hasil perhitungan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Distribusi Hujan Efektif setiap jam pada DAS Kali Brantas

Jam ke	R_t	R 2tahun	R 5tahun	R 10 tahun	R 25tahun
		81,096	98,401	109,144	121,059
1	0,585 R_{24}	47,441	57,565	63,849	70,820
2	0,151 R_{24}	12,245	14,859	16,481	18,280
3	0,107 R_{24}	8,677	10,529	11,678	12,953
4	0,085 R_{24}	6,893	8,364	9,277	10,290
5	0,072 R_{24}	5,839	7,085	7,858	8,716

Analisis terhadap hasil penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Metode Nakayasu untuk perhitungan debit banjir. Hasil perhitungan dengan metode Nakayasu dapat dilihat pada Tabel 7. Perhitungan debit dengan metode ini bertujuan untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai yang tidak ada atau sedikit sekali dilakukan observasi hidrograf banjir, sehingga perlu dicari karakteristik atau parameter dari DAS tersebut. Parameter tersebut diantaranya adalah waktu, dan panjang aliran sungai. Luas Daerah Pengaliran (DAS) dari Kali Brantas adalah sebesar 6361,8 km^2 , sedangkan panjang aliran Sungai Brantas 188 km.

Nilai debit banjir (UH) diperoleh dari akumulasi perhitungan debit maksimum (Q_{maks}) 66,087 $m^3/detik$ dan T_p 15,8 jam dengan t selama 1 hari atau 24 jam. Berdasarkan nilai UH, waktu (t), dan

R_{24} maka diperoleh perhitungan Hidrograf Nakayasu DAS Kali Brantas mulai dari periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun.

Tabel 7. Debit Banjir Metode Nakayasu

t	UH	t	UH
1	0,088	13	41,381
2	0,463	14	49,436
3	1,226	15	58,339
4	2,445	16	65,368
5	4,177	17	61,886
6	6,469	18	58,591
7	9,366	19	55,470
8	12,905	20	52,516
9	17,121	21	49,719
10	22,046	22	47,072
11	27,713	23	44,565
12	34,149	24	42,191

Tabel 8. Nilai Debit Maksimum Hidrograf Nakayasu DAS Kali Brantas

Debit Maksimum ($m^3 /detik$)			
PUH 2 tahun	PUH 5 tahun	PUH 10 tahun	PUH 25 tahun
4824,958	5854,689	6493,762	7202,732

Untuk perhitungan debit dari suatu data sungai yang ada, akan digunakan Distribusi Probabilitas. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk perhitungan ini adalah metode Distribusi Gumbel. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk menganalisis hasil pengamatan dari nilai-nilai ekstrim tersebut. Selain itu juga untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrim yang terjadi berikutnya. Hasil dari perhitungan debit ditampilkan pada Tabel 9.

Dari perhitungan debit akan diperoleh nilai standar deviasi (S). Hasil perhitungan pada penelitian ini didapatkan nilai S sebesar 138,068. Kemudian dilakukan perhitungan terhadap nilai koefisien frekuensi (k). Perhitungan nilai k, memerlukan nilai Y_n , S_n , dan Y_T . Maka nilai koefisien frekuensi (k) periode ulang 2 tahun sebesar -0.135, periode ulang 5 tahun sebesar 1.057, periode ulang 10 tahun sebesar 1.848, periode ulang 25 tahun sebesar 2.847.

Tabel 9. Perhitungan Debit

No.	Debit (Q) m ³ /detik	$Q - \bar{Q}$	$(Q - \bar{Q})^2$
1	738	168,133	28268,706
2	703	133,133	17724,396
3	381,46	-188,407	35497,198
4	524,3	-45,567	2076,351
5	676,7	106,833	11413,290
6	473,9	-95,967	9209,665
7	420,5	-149,367	22310,501
8	542,43	-27,437	752,789
9	478,75	-91,117	8302,308
10	759,63	189,763	36009,996
	5698,67		171565,199

Perbandingan perhitungan debit Analisis curah hujan (hidrograf) dengan perhitungan debit dari data debit sungai (Q_T) akan diperoleh nilai Koefisien Pengaliran (α). Dari hasil perbandingan data-data akan diperoleh nilai α pada periode ulang 2 tahun sebesar 0,114, pada periode ulang 5 tahun sebesar 0,122, pada periode ulang 10 tahun sebesar 0,128, pada periode ulang 25 tahun sebesar 0,134. Sehingga dari hasil di atas didapatkan range nilai α antara 0,11-0,13. Range tersebut termasuk bernilai kecil, karena nilai tersebut tidak masuk dalam Tabel Koefisien Limpasan Hal ini terjadi karena pada saat di lapangan banyak sekali air sungai yang meresap ke dalam tanah.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan statistik hujan DAS Kali Brantas, dapat dilihat bahwa harga C_V , C_S , C_k yang menunjukkan ciri dari sebaran Gumbel, sedangkan perhitungan data hujan DAS Kali Brantas tidak menunjukkan ciri-ciri dari sebaran Normal, Logaritmik. Sehingga dari penelitian ini menggunakan Metode Log Pearson Type III. Range nilai Koefisien Pengaliran (α) dari hasil penelitian yang diperoleh antara 0,11-0,13.

Perolehan nilai Koefisien Pengaliran (α) menghasilkan nilai yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa ketika turun hujan, air yang turun sementara akan menggenang pada saluran-saluran drainase yang telah ada dan sebagian lagi mengalir menuju sungai. Setelah hujan berhenti, air yang berada di sungai banyak sekali yang meresap ke dalam tanah. Hal itu terjadi karena pada saat tidak terjadi hujan banyak air sungai yang digunakan untuk irigasi pertanian, pemanfaatan oleh penduduk untuk kebutuhan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Made, A. (2004). **Evaluasi Sistem Drainase Kota Sidoarjo**. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, UPN, Veteran Jatim.
- Anonim (2001). **Dampak Perkembangan Kota Terhadap Peresapan Air dalam Tanah**”, Siti Azizah Susilowati, http://www.lipi.go.id.siti_susilowati/drainase.html.
- Anonim (2006). **Jenis dan Macam Drainase**, Ahmad Idjaz, http://www.geocities.com.ahmad_idjaz/drainase.html.
- Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Kota (BAPPEKO). (2006). **Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan Fungsi Kegiatan Industri Kota Kediri Tahun 2004-2014**, Kota Kediri.
- Kantor Kecamatan Mojoroto (2005). **Kecamatan Mojoroto dalam Angka Tahun 2004**, Kota Kediri.
- Pemerintah Kota Kediri (2003). **Data Monografi Kecamatan**, Kota Kediri.
- Wilson, E. M. (1993). **Hidrologi Teknik**, Edisi Keempat, ITB Bandung.