

# ANALISIS HIDROGRAF SATUAN SINTETIK METODE SNYDER, CLARK DAN SCS DENGAN MENGGUNAKAN MODEL HEC-1 DI DAS CILIWUNG HULU

Sutopo Purwo Nugroho<sup>1</sup>

## Intisari

*Analisis hidrograf satuan sintetik berdasarkan metode Snyder, Clark, dan SCS pada suatu DAS dapat dilakukan dengan menggunakan model HEC-1. Model HEC-1 merupakan paket model hidrologi yang cukup terkenal yang dapat digunakan untuk mensimulasi aliran permukaan sebagai respon hujan tunggal yang terjadi pada suatu DAS. Metode SCS mempunyai  $Q_p$ ,  $T_p$  dan tebal DRO yang lebih besar daripada pengamatan. Sedangkan metode Snyder dan Clark, nilai  $Q_p$  lebih kecil dibandingkan dengan  $Q_p$  pengamatan, namun waktu puncaknya lebih besar.*

## Abstract

*Synthetic unit hydrographs analysis of a watershed based on Snyder, Clark, and SCS methods can be done by utilizing HEC-1 model. The HEC-1 model is a package of hydrological model that has been adequate known to simulate runoff as a response of a rainfall event on a watershed. SCS method predicts  $Q_p$ ,  $T_p$  and DRO depth higher than the observations. Meanwhile, Snyder and Clark methods predict smaller  $Q_p$ , but higher time of peak.*

**Katakunci :** hidrograf satuan, HEC-1, DAS Ciliwung Hulu.

## 1. PENDAHULUAN

Hidrograf aliran merupakan bagian yang sangat penting dalam mengatasi masalah-masalah yang berkaitan dengan hidrologi. Sebab hidrograf aliran dapat menggambarkan suatu distribusi waktu dari aliran permukaan di suatu tempat pengukuran dan menentukan keanekaragaman karakteristik fisik DAS. Beberapa faktor yang mempengaruhi hidrograf antara lain adalah faktor hujan (jumlah, intensitas, distribusi dan durasi hujan), dan faktor fisik permukaan lahan, sehingga perbedaan bentuk hidrograf karena adanya ketergantungan sifat-sifat hujan, karakteristik fisik DAS dan komponen penyusun hidrograf.

Hubungan antara hidrograf aliran dengan kondisi fisik DAS dapat menunjukkan sifat respon DAS terhadap masukan hujan. Respon DAS tersebut dalam konsep hidrologi disebut hidrograf

satuan (*unit hydrograph*), yang merupakan hidrograf khas untuk satu DAS. Hidrograf satuan adalah hidrograf aliran langsung yang dihasilkan oleh satu satuan hujan lebih (*rainfall excess*) yang tersebar merata di seluruh DAS dengan intensitas yang tetap selama satu satuan waktu tertentu.

Dalam hidrograf satuan menggunakan beberapa asumsi yang menjadi dasar teori hidrograf satuan yaitu : a) hidrograf satuan dihasilkan dari satu satuan hujan lebih dengan intensitas yang tetap dalam satu satuan waktu tertentu; b) hidrograf satuan dihasilkan dari hujan lebih yang terdistribusi secara merata di seluruh DAS; c) waktu dasar hidrograf aliran langsung dihasilkan dari hujan lebih dengan durasi yang konstan; d) ordinat hidrograf aliran langsung sebanding dengan hujan lebih yang menimbulkannya; dan e) karakteristik fisik DAS tidak berubah (Chow et al, 1988). Hidrograf satuan dapat dibuat jika tersedia pasangan data hujan

<sup>1</sup> Peneliti pada Kelompok Hidrologi dan Lingkungan, UPT Hujan Buatan BPPT. J.I. M.H.Thamrin No.8 Gd.I Lt.19 Jakarta 10340

dan debit aliran, namun jika tidak tersedia kedua data tersebut maka hidrograf satuan dapat dibuat secara sintetik yaitu hidrograf satuan sintetik. Hidrograf satuan sintetik dapat digunakan untuk membangun hidrograf satuan di tempat lain pada sungai yang tidak diukur. Pada garis besarnya ada tiga tipe hidrograf satuan sintetik, yaitu : a) berdasarkan hubungan karakteristik hidrograf dengan karakteristik DAS (metode Snyder, 1938), b) berdasarkan pada metode simpanan DAS (metode Clark, 1943), dan c) berdasarkan pada hidrograf satuan yang tidak berdimensi (metode SCS, 1972).

Metode Snyder pada dasarnya menentukan hidrograf satuan sintetik yang dihitung berdasarkan rumus empiris dan koefisien empiris yang menghubungkan komponen hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Parameter yang menentukan bentuk hidrograf satuan adalah luas DAS, panjang sungai utama, dan panjang sungai utama yang diukur dari tempat pengamatan sampai dengan titik pada sungai utama yang berjarak paling dekat dengan titik berat DAS. Hidrograf satuan sintetik metode Snyder mempertimbangkan karakteristik DAS yang mempengaruhi bentuk hidrograf satuan, seperti luas dan bentuk DAS, topografi, kemiringan sungai, kerapatan sungai dan simpanan air (Wilson, 1993).

Untuk metode Clark mendasarkan pada metode penampungan yang menyatakan bahwa hujan menjadi limpasan langsung dapat dimodifikasi menjadi hidrograf satuan oleh dua faktor yang terjadi secara berurutan sebagai berikut : (a) perpindahan volume air hujan yang jatuh pada suatu DAS yang mengalir menuju keluaran DAS mengikuti waktu perjalanannya, (b) volume air yang menuju keluaran DAS tersebut mengalir secara bertahap (Wilson, 1979). Bentuk hidrograf satuan sintetik metode Clark pada dasarnya ditentukan berdasarkan dua parameter, yaitu waktu konsentrasi (TC), koefisien simpanan DAS (R) dan diagram luasan waktu. Diagram luasan waktu menentukan jumlah luasan simpanan DAS yang memberikan kontribusi pada debit keluaran DAS sebagai fungsi waktu yang dinyatakan sebagai bagian dari TC (*US Army Corps of Engineers*, 1990).

Salah satu model yang dirancang untuk mensimulasi aliran permukaan sebagai respon hujan tunggal yang terjadi pada suatu DAS adalah model HEC-1 yang telah dikembangkan oleh *The Hydrology Engineering Center, US Army Corp of Engineers*, Davis – California. Model HEC-1 dapat digunakan untuk membangun hidrograf satuan sintetik metode Snyder, Clark, dan SCS pada suatu DAS dengan tingkat keakuratan yang cukup tinggi. Model HEC-1 adalah model hidrologi dengan parameter '*lumped*' yang dirancang untuk mensimulasi respon limpasan permukaan dari suatu DAS.

Mengingat begitu bermanfaatnya model HEC-1 dalam mengenali hubungan antara hujan dan aliran pada suatu DAS, khususnya dalam membangun hidrograf satuan sintetik, maka model tersebut dapat diterapkan pada daerah-daerah yang belum mempunyai peralatan hidrologi. Dalam kaitan ini, penerapan model HEC-1 sangat membantu dalam identifikasi pemilihan tempat untuk GBG (*ground based generator*) yang saat ini sedang dikembangkan oleh UPT Hujan Buatan BPPT. Sebab banyak di pegunungan yang belum terpasang peralatan hidrologi, sementara untuk penentuan lokasi GBG salah satu pertimbangannya adalah aspek hubungan antara hujan dan aliran permukaan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Hidrograf Aliran Pengamatan

Untuk menyusun hidrograf aliran pengamatan maka data yang dibutuhkan adalah tinggi muka air sungai, debit sungai dan data curah hujan. Dalam penelitian ini data hidrograf aliran yang digunakan adalah data aliran dari hasil penelitian Indiarto (2000) di DAS Ciliwung yaitu data hidrograf aliran pada tanggal 4-5-1999 dengan rata-rata curah hujan wilayah sebesar 38,2 mm. Selanjutnya data tersebut dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui hidrograf satuannya.

### 2.2. Hidrograf Aliran Model HEC-1

Untuk menyusun data masukan dalam model HEC-1 guna memperoleh hidrograf satuan sintetik, maka data yang dibutuhkan adalah intensitas curah hujan dengan selang waktu 30 menit dan waktu kejadiannya, bobot luas DAS yang diwakili stasiun curah hujan, luas DAS, dan bilangan kurva aliran permukaan (*curve number*). Semua parameter tersebut digunakan sebagai data masukan HEC-1, baik untuk metode Snyder, Clark, dan SCS pada gugus pertama dan kedua, yang dilengkapi dengan parameter lainnya untuk masing-masing model. Hidrograf aliran yang dihasilkan oleh HEC-1 dihitung berdasarkan parameter-parameter hidrograf satuan sintetik metode Snyder, Clark, dan SCS.

Persamaan-persamaan yang digunakan oleh model telah diprogram di dalam HEC-1, sehingga untuk perhitungannya menjadi lebih mudah karena hanya diperlukan beberapa masukan data. Tahapan kerja masukan data yang harus dilakukan sesuai dengan metode yang ada adalah sebagai berikut :

### 2.2.1. Metode Snyder

Untuk menyusun masukan model HEC-1 metode Snyder, beberapa tahapan yang harus dilakukan antara lain :

- Menghitung luas DAS ( $\text{km}^2$ ).
- Menentukan bobot luas DAS yang diwakili oleh stasiun hujan.
- Menentukan intensitas hujan dari data curah hujan tunggal ( $\text{mm/jam}$ ).
- Menentukan nilai bilangan kurva rata-rata dari DAS.
- Menentukan waktu tenggang baku dari Snyder ( $t_p$ ) = ALAG dengan persamaan :

$$ALAG = 1,048(TPEAK - 0,75dt)$$

dimana :

ALAG : waktu tenggang dari pusat hujan lebih sampai debit puncak (jam);

TPEAK : waktu mencapai debit puncak (jam)

dt : lama hujan lebih (jam)

- Menentukan koefisien Snyder ( $C_p$ ) = CPTMP dengan persamaan :

$$CPTMP = QMAXUH \frac{TPEAK - 0,5dt}{CA}$$

dimana :

CPTMP : koefisien Snyder  $C_p$

QMAXUH : debit puncak hidrograf satuan ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

TPEAK : waktu mencapai debit puncak (jam)

dt : lama hujan lebih (jam)

A : luas DAS ( $\text{km}^2$ )

C : bilangan konversi yang besarnya 0,278

### 2.2.2. Metode Clark

Data masukan yang digunakan dalam HEC-1 model Clark hampir sama dengan Snyder. Nilai TC dan R diambilkan dari keluaran metode Snyder.

### 2.2.3. Metode SCS

Tahapan yang dilakukan adalah sama seperti model Snyder. Nilai TL (TLAG) dihitung dengan persamaan :

$$TLAG = TPEAK - 0,5dt$$

dimana :

TLAG : waktu tenggang dari pusat hujan lebih sampai debit puncak (jam)

TPEAK : waktu mencapai cebit puncak (jam)

dt : lama hujan lebih (jam)

Bersama dengan parameter-parameter lainnya, maka ALAG, CPTMP, TC, R, dan TLAG

digunakan sebagai data perhitungan hidrograf aliran sesuai dengan model masing-masing. Hasil penyusunan masukan model HEC-1 untuk metode Snyder, Clark dan SCS dalam penelitian ini disajikan pada Lampiran 1, 2, dan 3.

Selanjutnya ordinat-ordinat hidrograf aliran langsung pengamatan digunakan sebagai data perbandingan hidrograf aliran langsung untuk memperoleh hidrograf aliran langsung dugaan model dan sekaligus hidrograf aliran langsung pengamatan. Setelah diperoleh hidrograf aliran hasil model, maka tahapan selanjutnya adalah membandingkan dan menganalisis variabel waktu hidrograf aliran antara hasil pengamatan dan model.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keluaran model HEC-1 untuk masing-masing metode menghasilkan nilai parameter waktu dari hidrograf satuan sintetik. Dala keluaran model tersebut selain ditampilkan nilai dalam bentuk besaran juga ditampilkan bentuk hidrigraf satuan dalam wujud gambar. Salah satu bentuk keluaran model tersebut, seperti metode SCS, disajikan pada Lampiran 4. Mengingat begitu banyak keluarannya, maka dalam penelitian ini hanya disajikan sebagian saja.

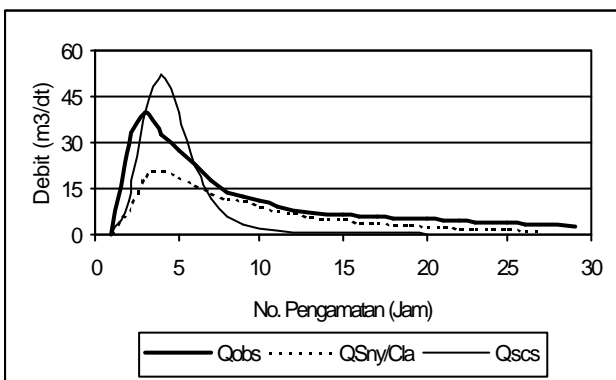
Berdasarkan hasil perhitungan hidrograf aliran pengamatan di DAS Ciliwung Hulu pada tanggal 4-5-1999 menunjukkan debit puncak ( $Q_p$ ) sebesar  $39,88 \text{ m}^3/\text{detik}$  dengan waktu mencapai debit puncak ( $T_p$ ) sebesar 1,5 jam. Volume total aliran langsung ( $DRO = \text{direct runoff}$ ) sebesar  $568638 \text{ m}^3$  sehingga tebal DRO adalah 3,8 mm. Hasil perhitungan hidrograf aliran Sungai Ciliwung untuk kejadian dari stasiun pengukuran air sungai (SPAS) Katulampa disajikan pada Tabel 1.

Dari hasil perhitungan hidrograf aliran tersebut kemudian disusun unit hidrograf 1 jam. Tahapan ini perlu dilakukan mengingat untuk membuat masukan model HEC-1 diperlukan waktu tenggang baku dari metode Snyder (ALAG) dan waktu mencapai debit puncak (TPEAK), koefisien Snyder  $C_p$  (CPTMP), dan debit puncak hidrograf satuan (QMAXUH).

Hasil perhitungan untuk masukan model HEC-1 dari kejadian aliran tanggal 4-5-1999 adalah waktu tenggang dari pusat hujan lebih sampai debit puncak (ALAG) metode Snyder sebesar 0,79 jam, sedangkan koefisien  $C_p$  Snyder (CPTMP) sebesar 0,2293. Untuk metode Clark waktu tenggang dari akhir hujan lebih sampai titik infleksi (TC) sebesar 0,5 jam, sedangkan koefisien simpanan DAS (R) sebesar 3,5. Besarnya nilai TC dan R metode Clark diperoleh dari keluaran metode Snyder. Untuk metode SCS, waktu tenggang dari pusat hujan lebih sampai mencapai debit puncak (TLAG) diperoleh nilainya sebesar 1 jam.

Hasil perbandingan antara hidrograf aliran langsung pengamatan dengan metode untuk kejadian hujan pada tanggal 4-5-1999 disajikan pada Gambar 1.

Hasil hidrograf aliran langsung pengamatan pada tanggal 4-5-1999, jika dibandingkan dengan metode HEC-1, maka  $Q_p$ ,  $T_p$ , volume aliran per satuan luas DAS ( $V$ ) antara pengamatan dan metode HEC-1 mempunyai variasi yang berbeda.  $Q_p$  pengamatan ( $Q_{pobs}$ ) sebesar  $39,88 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_p$  Snyder sebesar  $21,39 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_p$  Clark sebesar  $21,4 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan  $Q_p$  SCS sebesar  $52,45 \text{ m}^3/\text{detik}$ .  $T_{pobs}$  sebesar 1,5 jam sedangkan  $T_p$  Snyder,  $T_p$  Clark dan  $T_p$  SCS sebesar 2,5 jam. Besarnya  $V_{obs}$  adalah 3,8 mm, sedangkan  $V$  metode semuanya menghasilkan nilai 2,28 mm.



Gambar 1. Perbandingan antara hidrograf aliran langsung pengamatan dan hasil metode HEC-1 di DAS Ciliwung Hulu tanggal 4-5-1999

Dari Gambar 1 tersebut dapat diketahui bahwa hidrograf aliran langsung pengamatan dan sintetik mempunyai perbedaan besarnya debit puncak dan waktu puncak. Untuk analisis debit puncak, metode SCS cenderung lebih besar daripada  $Q_p$  pengamatan. Demikian pula dengan  $T_p$  dan tebal DRO juga lebih besar nilainya dibandingkan dengan hasil pengamatan. Sedangkan metode Snyder dan Clark, nilai  $Q_p$  lebih kecil dibandingkan dengan  $Q_p$  pengamatan, namun waktu puncaknya lebih besar. Dari hasil analisis juga diketahui bahwa pada metode Clark apabila menggunakan nilai parameter hidrograf satuan sintetik ( $TC$  dan  $R$ ) yang diperoleh dari HEC-1 untuk metode Snyder, keduanya akan menghasilkan hidrograf aliran langsung yang mirip sama bentuk dan polanya.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Danisworo (1991), dalam penelitiannya di Sub DAS Cilongkeang DAS Citanduy Hulu, dimana dalam penelitiannya mengemukakan bahwa metode SCS menghasilkan nilai  $Q_p$  yang cenderung melebihi  $Q_p$  pengamatan, tetapi memberikan nilai  $T_p$  yang cukup baik. Untuk metode Snyder dan Clark nilai  $Q_p$  yang dihasilkan cenderung lebih kecil daripada  $Q_p$  pengamatan.

Demikian pula dengan hasil penelitian Harto (1993) dalam pengujian untuk beberapa buah sungai di Pulau Jawa, ternyata bahwa metode Snyder menunjukkan penyimpangan yang besar, baik dalam besaran waktu capai puncak (time to peak) maupun debit puncak. Hal ini dapat dipahami karena memang metode Snyder mengandung beberapa koefisien empirik yang dikembangkan di daerah Appalachian di Amerika yang kurang sesuai dengan keadaan di Indonesia. Hal yang sama juga dijumpai dengan hidrograf sintetik lainnya seperti metode SCS, Nakayasu, dan Common yang mempunyai penyimpangan yang cukup besar dibandingkan dengan hidrograf satuan terukur.

Sedangkan hasil penelitian lainnya seperti hasil penelitian Suyono (1986, dalam Danisworo, 1991), di DAS Cimanuk di atas Leuwigoong, Kabupaten Garut, Jawa Barat menunjukkan hasil yang lain, dimana hidrograf sintetik modifikasi Snyder mirip dengan hidrograf satuan pengamatan. Hidrograf satuan model Clark jauh berbeda dengan hidrograf satuan pengamatan baik dari segi debit puncaknya maupun waktu dasarnya. Demikian pula halnya dengan Bedient dan Huber (1988) yang menyajikan studi kasus di Keegans Bayou yang terletak di hulu DAS Brays Bayou di Houston, Texas yang merupakan daerah perkotaan dengan kemiringan lereng berkisar  $0,0005 - 0,0010$ . Model HEC-1 digunakan untuk mendapatkan hidrograf aliran berdasarkan metode Clark. Hasil pengujiannya menyatakan bahwa hidrograf aliran yang dihasilkan metode Clark menunjukkan debit puncaknya cenderung melebihi debit puncak hidrograf aliran pengamatan. sedangkan prediksi waktu mencapai debit puncaknya memberikan hasil yang sangat baik.

Adanya perbedaan-perbedaan hasil penelitian tersebut kemungkinan disebabkan oleh adanya penelitian yang dilakukan di lokasi yang berbeda sehingga respon hujan dan karakteristik DAS terhadap alirannya juga berbeda. Mengingat koefisien-koefisien yang digunakan dalam model HEC-1 diadopsi dari hasil perhitungan di Amerika, maka kondisinya sangat berbeda dengan di Indonesia sehingga keluaran model yang dihasilkannya pun juga berbeda dengan kondisi sebenarnya di suatu tempat. Terlebih lagi penelitian ini hanya didasarkan pada satu kali kejadian hujan dan aliran serta diterapkan pada DAS yang cukup besar yaitu 14964 ha. Sebab dalam perhitungan hidrograf aliran langsung dalam model HEC-1 menggunakan beberapa asumsi antara lain : (a) DAS/subDAS dianggap homogen dan curah hujan yang terjadi merata di seluruh DAS/subDAS, (b) curah hujan harus tunggal, (c) interval waktu yang digunakan untuk perhitungan hidrograf satuan harus konstan, (d) pengaruh gerakan dinamik diabaikan dalam perhitungan gelombang kinematik. Adanya variasi keruangan dalam DAS Ciliwung Hulu yang cukup

besar maka menyebabkan adanya perbedaan antara hasil pengamatan dan model.

Idealnya untuk perbandingan analisis hidrograf aliran langsung antara pengamatan dan dugaan dilakukan dengan menggunakan data series yang cukup banyak agar dapat diketahui korelasinya. Sebab dengan adanya data pembanding yang panjang tentunya akan lebih mudah untuk mengkorelasikannya dengan memanfaatkan statistik, yang selanjutnya akan lebih mudah untuk menarik kesimpulan dengan benar. Namun dalam makalah ini, analisis hidrograf aliran langsung pengamatan dan sintetik hanya didasarkan pada satu kejadian hujan lebih tunggal saja, yaitu pada tanggal 4-5-1999. Hasilnya tentunya akan kurang representatif dan banyak kekurangan.

#### 4. KESIMPULAN

Model HEC-1 dapat digunakan untuk menyusun hidrograf aliran sintetik pada suatu DAS dengan metode Snyder, Clark dan SCS. Model HEC-1 dapat digunakan secara cepat dan mudah karena hanya memerlukan parameter data masukan yang sederhana, sehingga akan sangat membantu dalam menyediakan data aliran sebagai bahan untuk perencanaan pengelolaan DAS. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa  $Q_p$  SCS dan  $T_p$  SCS dari keluaran model menghasilkan nilai yang lebih besar daripada  $Q_p$  pengamatan. Untuk model Snyder dan Clark maka  $Q_p$  dan  $T_p$ , nilainya lebih rendah daripada hasil pengamatan. Dalam menyusun hidrograf satuan sintetik model Clark jika menggunakan TC dan R dari keluaran hasil model Snyder maka akan

menghasilkan hidrograf aliran langsung yang hampir sama dengan model Snyder.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ir. Singgih Indiarso, MSi yang telah banyak memberikan data hidrologi dan peta DAS Ciliwung sehingga dapat dimanfaatkan untuk penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Brooks, K.N., P.F. Ffolliott, H.H. Gregesen, and J.L. Thames. 1987: Hydrology and The Management of Watershed. USA.
- Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays. 1988: Applied Hydrology. McGraw Hill Book Company. New York.
- Danisworo, T., 1991: Aplikasi Model HEC-1 Untuk Analisis Hidrograf di SubDAS Cilongkeang DAS Citanduy Hulu. Tesis S-2 Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Harto, S., 1993: Analisis Hidrologi, Penerbit P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Indiarso, S., 2000: Kajian Hidrologi Daerah aliran sungai Ciliwung Menggunakan Model HEC-1. Tesis S-2 Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- US Army Corp of Engineers. 1990: HEC-1 Flood Hydrograph Package Users Manual. Hydrologic Engineering Center. Davis. California.
- Wilson, E.M., 1993: Hidrologi Teknik. Edisi Keempat. Penerbit ITB. Bandung.

#### DATA PENULIS

**Sutopo Purwo Nugroho**, lahir di Boyolali pada tanggal 7-10-1969. Menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Hidrologi, Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi UGM Yogyakarta pada tahun 1994. Lulus S2 Program Studi Pengelolaan DAS di IPB Bogor pada tahun 2000. Kursus yang pernah diikuti antara lain AMDAL A, AMDAL B dan Meteorologi/Modifikasi Cuaca. Sejak tahun 1994 bekerja sebagai staf peneliti di Kelompok Hidrologi dan Lingkungan, UPT Hujan Buatan, BPPT.

Tabel 1. Analisis Hidrograf Aliran Pengamatan Di SPAS Katulampa Tanggal 4-5-1999

Jam	TMA (m)	Debit (m <sup>3</sup> /det)	BF (m <sup>3</sup> /det)	DRO (m <sup>3</sup> /det)	Qrata (m <sup>3</sup> /det)	UH 0.5h (m <sup>3</sup> /det)	UH 1h (m <sup>3</sup> /det)	VDRO (m <sup>3</sup> )	TDRO (mm)
14,30	0,37	0,47	0,47	0,00	14,83	0,00	3,90	26694,00	0,18
15,00	1,27	30,16	0,50	29,66	34,77	7,81	9,15	62586,00	0,42
15,30	1,49	40,48	0,60	39,88	36,27	10,49	9,54	65277,00	0,44
16,00	1,34	33,35	0,70	32,65	29,90	8,59	7,87	53820,00	0,36
16,30	1,22	27,95	0,80	27,15	24,96	7,14	6,57	44919,00	0,30
17,00	1,12	23,66	0,90	22,76	20,29	5,99	5,34	36513,00	0,24
17,30	1,00	18,81	1,00	17,81	15,82	4,69	4,16	28476,00	0,19
18,00	0,90	15,03	1,20	13,83	13,06	3,64	3,44	23508,00	0,16
18,30	0,86	13,59	1,30	12,29	11,54	3,23	3,04	20772,00	0,14
19,00	0,82	12,19	1,40	10,79	10,06	2,84	2,65	18108,00	0,12
19,30	0,78	10,83	1,50	9,33	8,63	2,46	2,27	15534,00	0,10
20,00	0,74	9,53	1,60	7,93	7,41	2,09	1,95	13329,00	0,09
20,30	0,71	8,58	1,70	6,88	6,68	1,81	1,76	12015,00	0,08
21,00	0,70	8,27	1,80	6,47	6,35	1,70	1,67	11421,00	0,08
21,30	0,70	8,12	1,90	6,22	6,10	1,64	1,60	10971,00	0,07
22,00	0,69	7,97	2,00	5,97	5,84	1,57	1,54	10512,00	0,07
22,30	0,69	7,81	2,10	5,71	5,59	1,50	1,47	10053,00	0,07
23,00	0,68	7,66	2,20	5,46	5,34	1,44	1,40	9603,00	0,06
23,30	0,68	7,51	2,30	5,21	5,09	1,37	1,34	9162,00	0,06
24,00	0,67	7,37	2,40	4,97	4,85	1,31	1,28	8721,00	0,06
0,30	0,67	7,22	2,50	4,72	4,60	1,24	1,21	8271,00	0,06
1,00	0,66	7,07	2,60	4,47	4,35	1,18	1,14	7821,00	0,05
1,30	0,66	6,92	2,70	4,22	4,10	1,11	1,08	7380,00	0,05
2,00	0,65	6,78	2,80	3,98	3,86	1,05	1,01	6939,00	0,05
2,30	0,65	6,63	2,90	3,73	3,61	0,98	0,95	6498,00	0,04
3,00	0,64	6,49	3,00	3,49	3,37	0,92	0,89	6066,00	0,04
4,00	0,64	6,35	3,10	3,25	3,13	0,86	0,82	5634,00	0,04
4,30	0,63	6,21	3,20	3,01	2,82	0,79	0,74	5067,00	0,03
5,00	0,62	5,92	3,30	2,62	2,57	0,69	0,68	4626,00	0,03
5,30	0,62	5,92	3,40	2,52	2,41	0,66	0,63	4329,00	0,03
6,00	0,62	5,79	3,50	2,29	2,17	0,60	0,57	3906,00	0,03
6,30	0,61	5,65	3,60	2,05	1,93	0,54	0,51	3474,00	0,02
7,00	0,61	5,51	3,70	1,81	1,69	0,48	0,44	3042,00	0,02
7,30	0,60	5,37	3,80	1,57	1,39	0,41	0,37	2502,00	0,02
8,00	0,59	5,11	3,90	1,21	0,61	0,32	0,16	1089,00	0,01
8,30	0,58	4,84	4,00	0,84	0,42	0,22	0,11	756,00	0,01
9,00	0,57	4,58	4,10	0,48	0,24	0,13	0,06	432,00	0,00
9,30	0,55	4,07	4,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jumlah								568638,00	3,80

Sumber : Analisis data Indiarso (2000), 2001

## Lampiran 1. Masukan Model HEC-1 untuk Metode Snyder

```

*NOLIST
*FREE
ID      HIDROGRAF ALIRAN SUNGAI DAS CILIWUNG HULU
ID      MODEL SNYDER
IT      30 4MAY99 1430 40
IO      5
IM
PG      R1
PI      5.0 17.0 12.5 3.5 0.2
KK      DAS CILIWUNG HULU
KO      1 2
PR      R1
PW      1.0
BA      149.64
LS      0 70.37 0
US      0.786 0.2293
KK      SPAS
KO      1 2
KM      PERBANDINGAN HIDROGRAF PENGAMATAN DAN PENDUGAAN
IM      30 4MAY99 1430
QO      0.00 29.66 39.55 32.65 27.15 22.76 17.81 13.83
QO      12.29 10.79 9.33 7.93 6.88 6.47 6.22 5.97
QO      5.71 5.46 5.21 4.97 4.72 4.47 4.22 3.98
QO      3.73 3.49 3.25 3.01 2.62 2.52 2.29 2.05
QO      1.81 1.57 1.21 0.84 0.48 0.00 0.00 0.00
ZZ

```

## Lampiran 2. Masukan Model HEC-1 untuk Metode Clark

```

*NOLIST
*FREE
ID      HIDROGRAF ALIRAN SUNGAI DAS CILIWUNG HULU
ID      MODEL CLARK
IT      30 4MAY99 1430 40
IO      5
IM
PG      R1
PI      5.0 17.0 12.5 3.5 0.2
KK      DAS CILIWUNG HULU
KO      1 2
PR      R1
PW      1.0
BA      149.64
LS      0 70.37 0
UC      0.5 3.5
KK      SPAS
KO      1 2
KM      PERBANDINGAN HIDROGRAF PENGAMATAN DAN PENDUGAAN
IM      30 4MAY99 1430
QO      0.00 29.66 39.55 32.65 27.15 22.76 17.81 13.83
QO      12.29 10.79 9.33 7.93 6.88 6.47 6.22 5.97
QO      5.71 5.46 5.21 4.97 4.72 4.47 4.22 3.98
QO      3.73 3.49 3.25 3.01 2.62 2.52 2.29 2.05
QO      1.81 1.57 1.21 0.84 0.48 0.00 0.00 0.00
ZZ

```

## Lampiran 3. Masukan Model HEC-1 untuk Metode SCS

```

*NOLIST
*FREE
ID      HIDROGRAF ALIRAN SUNGAI DAS CILIWUNG HULU
ID      MODEL SCS
IT      30 4MAY99 1430 40
IO      5
IM
PG      R1
PI      5.0 17.0 12.5 3.5 0.2
KK      DAS CILIWUNG HULU
KO      1 2
PR      R1
PW      1.0
BA      149.64
LS      0 70.37 0
UD      1.00
KK      SPAS
KO      1 2
KM      PERBANDINGAN HIDROGRAF PENGAMATAN DAN PENDUGAAN
IM      30 4MAY99 1430
QO      0.00 29.66 39.55 32.65 27.15 22.76 17.81 13.83
QO      12.29 10.79 9.33 7.93 6.88 6.47 6.22 5.97
QO      5.71 5.46 5.21 4.97 4.72 4.47 4.22 3.98
QO      3.73 3.49 3.25 3.01 2.62 2.52 2.29 2.05
QO      1.81 1.57 1.21 0.84 0.48 0.00 0.00 0.00
ZZ

```

## Lampiran 4. Sebagian Keluaran Model HEC-1 dengan Metode SCS untuk Tanggal 4 Mei 1999

```

1*****
*
* FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE (HEC-1) *
* SEPTEMBER 1990 *
* VERSION 4.0 *
* RUN DATE 05/21/2001 TIME 08:43:45 *
*
*****
*
* U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS *
* HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER *
* 609 SECOND STREET *
* DAVIS, CALIFORNIA 95616 *
* (916) 756-1104 *
*
*****

```

THIS PROGRAM REPLACES ALL PREVIOUS VERSIONS OF HEC-1 KNOWN AS HEC1 (JAN 73), HEC1GS, HEC1DB, AND HEC1KW.  
 THE DEFINITIONS OF VARIABLES -RTIMP- AND -RTIOR- HAVE CHANGED FROM THOSE USED WITH THE 1973-STYLE INPUT STRUCTURE.  
 THE DEFINITION OF -AMSKK- ON RM-CARD WAS CHANGED WITH REVISIONS DATED 28 SEP 81. THIS IS THE FORTRAN77 VERSION  
 NEW OPTIONS: DAMBREAK OUTFLOW SUBMERGENCE , SINGLE EVENT DAMAGE CALCULATION, DSS:WRITE STAGE FREQUENCY,  
 DSS:READ TIME SERIES AT DESIRED CALCULATION INTERVAL LOSS RATE:GREEN AND AMPT INFILTRATION  
 KINEMATIC WAVE: NEW FINITE DIFFERENCE ALGORITHM

HIDROGRAF ALIRAN SUNGAI DAS CILIWUNG HULU  
 MODEL SCS

```

4 IO      OUTPUT CONTROL VARIABLES
          IPRNT      5 PRINT CONTROL
          IPLOT      0 PLOT CONTROL
          QSCAL      0. HYDROGRAPH PLOT SCALE

IT      HYDROGRAPH TIME DATA
        NMIN      30 MINUTES IN COMPUTATION INTERVAL
        IDATE     4MAY99 STARTING DATE
        ITIME     1430 STARTING TIME
        NQ       40 NUMBER OF HYDROGRAPH ORDINATES
        NDDATE   5MAY99 ENDING DATE
        NDTIME   1000 ENDING TIME
        ICENT    19 CENTURY MARK

```



COMPUTATION INTERVAL .50 HOURS  
 TOTAL TIME BASE 19.50 HOURS

METRIC UNITS

DRAINAGE AREA SQUARE KILOMETERS  
 PRECIPITATION DEPTH MILLIMETERS  
 LENGTH, ELEVATION METERS  
 FLOW CUBIC METERS PER SECOND  
 STORAGE VOLUME CUBIC METERS  
 SURFACE AREA SQUARE METERS  
 TEMPERATURE DEGREES CELSIUS

8 KK DAS CILIWUNG HULU

9 KO OUTPUT CONTROL VARIABLES

IPRNT 1 PRINT CONTROL  
 IPLOT 2 PLOT CONTROL  
 QSCAL 0. HYDROGRAPH PLOT SCALE  
 SUBBASIN RUNOFF DATA

12 BA SUBBASIN CHARACTERISTICS

TAREA 149.64 SUBBASIN AREA

PRECIPITATION DATA

10 PR RECORDING STATIONS R1  
 11 PW WEIGHTS 1.00

13 LS SCS LOSS RATE  
 STRTL 21.39 INITIAL ABSTRACTION  
 CRVNBR 70.37 CURVE NUMBER  
 RTIMP .00 PERCENT IMPERVIOUS AREA

14 UD SCS DIMENSIONLESS UNITGRAPH

TLAG 1.00 LAG

PRECIPITATION STATION DATA

STATION	TOTAL	AVG. ANNUAL	WEIGHT
R1	38.20	.00	1.00

TEMPORAL DISTRIBUTIONS

STATION	R1, WEIGHT = 1.00			
5.00	17.00	12.50	3.50	.20

UNIT HYDROGRAPH

12 END-OF-PERIOD ORDINATES

8. 23. 23. 14. 7. 4. 2. 1. 1. 0. 0. 0.

HYDROGRAPH AT STATION

| DA | MON | HRMN | ORD | RAIN | LOSS | EXCESS | COMP | Q | * | DA | MON | HRMN | ORD | RAIN | LOSS | EXCESS | COMP | Q |
|----|-----|------|-----|------|------|--------|------|---|---|----|-----|------|-----|------|------|--------|------|---|
|----|-----|------|-----|------|------|--------|------|---|---|----|-----|------|-----|------|------|--------|------|---|

|   |     |      |    |       |       |      |     |   |   |      |      |    |     |     |     |    |
|---|-----|------|----|-------|-------|------|-----|---|---|------|------|----|-----|-----|-----|----|
| 4 | MAY | 1430 | 1  | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0030 | 21 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1500 | 2  | 5.00  | 5.00  | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0100 | 22 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1530 | 3  | 17.00 | 17.00 | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0130 | 23 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1600 | 4  | 12.50 | 11.07 | 1.43 | 11. | * | 5 | MAY  | 0200 | 24 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1630 | 5  | 3.50  | 2.70  | .80  | 40. | * | 5 | MAY  | 0230 | 25 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1700 | 6  | .20   | .15   | .05  | 52. | * | 5 | MAY  | 0300 | 26 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1730 | 7  | .00   | .00   | .00  | 40. | * | 5 | MAY  | 0330 | 27 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1800 | 8  | .00   | .00   | .00  | 22. | * | 5 | MAY  | 0400 | 28 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1830 | 9  | .00   | .00   | .00  | 12. | * | 5 | MA Y | 0430 | 29 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1900 | 10 | .00   | .00   | .00  | 6.  | * | 5 | MAY  | 0500 | 30 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 1930 | 11 | .00   | .00   | .00  | 3.  | * | 5 | MAY  | 0530 | 31 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2000 | 12 | .00   | .00   | .00  | 2.  | * | 5 | MAY  | 0600 | 32 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2030 | 13 | .00   | .00   | .00  | 1.  | * | 5 | MAY  | 0630 | 33 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2100 | 14 | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0700 | 34 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2130 | 15 | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0730 | 35 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2200 | 16 | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0800 | 36 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2230 | 17 | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0830 | 37 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2300 | 18 | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0900 | 38 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 4 | MAY | 2330 | 19 | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 0930 | 39 | .00 | .00 | .00 | 0. |
| 5 | MAY | 0000 | 20 | .00   | .00   | .00  | 0.  | * | 5 | MAY  | 1000 | 40 | .00 | .00 | .00 | 0. |

TOTAL RANFALL = 38.20, TOTAL LOSS = 35.92, TOTAL EXCESS = 2.28

| PEAK FLOW<br>+ (CU M/S) | TIME<br>(HR) | MAXIMUM AVERAGE FLOW |       |       |          |
|-------------------------|--------------|----------------------|-------|-------|----------|
|                         |              | 6-HR                 | 24-HR | 72-HR | 19.50-HR |
| 52.                     | 2.50         | 16.                  | 5.    | 5.    | 5.       |
|                         |              | (CU M/S)<br>2.281    | 2.283 | 2.283 | 2.283    |
|                         |              | (MM)<br>341.         | 342.  | 342.  | 342.     |
|                         |              | (1000 CU M)          |       |       |          |

CUMULATIVE AREA = 149.64 SQ KM

1 STATION DAS

| DAHRMN PER | (O) OUTFLOW |     |     |     |     |     |     |     |     |     | (L) PRECIP, (X) EXCESS |    |  |    |    |  |
|------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|----|--|----|----|--|
|            | 0.          | 10. | 20. | 30. | 40. | 50. | 60. | 0.  | 0.  | 0.  | 0.                     | 0. | 0.                                     | 0. | 0. |  |
| 41430 10   | 0.          | 0.  | 0.  | 0.  | 0.  | 0.  | 0.  | 20. | 15. | 10. | 5.                     | 0. |  |    |    |  |
| 41500 20   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    | LLLLLLLLLL.                            |    |    |  |
| 41530 30   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    | LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL. |    |    |  |
| 41600 4.   |             | O   |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    | LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLXXX.      |    |    |  |
| 41630 5.   |             |     |     |     | O   |     |     |     |     |     |                        |    | LLLLLXX.                               |    |    |  |
| 41700 6.   |             |     |     |     |     | O   |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 41730 7.   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 41800 8.   |             |     | O   |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 41830 9.   |             | O   |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 41900 10.  |             | O   |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 41930 11.  |             | O   |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42000 12.  | O           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42030 13.  | O           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42100 14O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42130 15O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42200 16O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42230 17O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42300 18O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 42330 19O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50000 20O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50030 21O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50100 22O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50130 23O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50200 24O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50230 25O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50300 26O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50330 27O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50400 28O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50430 29O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50500 30O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50530 31O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50600 32O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50630 33O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50700 34O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50730 35O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50800 36O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50830 37O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50900 38O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 50930 39O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |
| 51000 40O  |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                        |    |  |    |    |  |

15 KK SPAS

16 KO OUTPUT CONTROL VARIABLES  
 IPRNT 1 PRINT CONTROL  
 IPLOT 2 PLOT CONTROL  
 QSCAL 0. HYDROGRAPH PLOT SCALE  
 PERBANDINGAN HIDROGRAF PENGAMATAN DAN PENDUGAAN

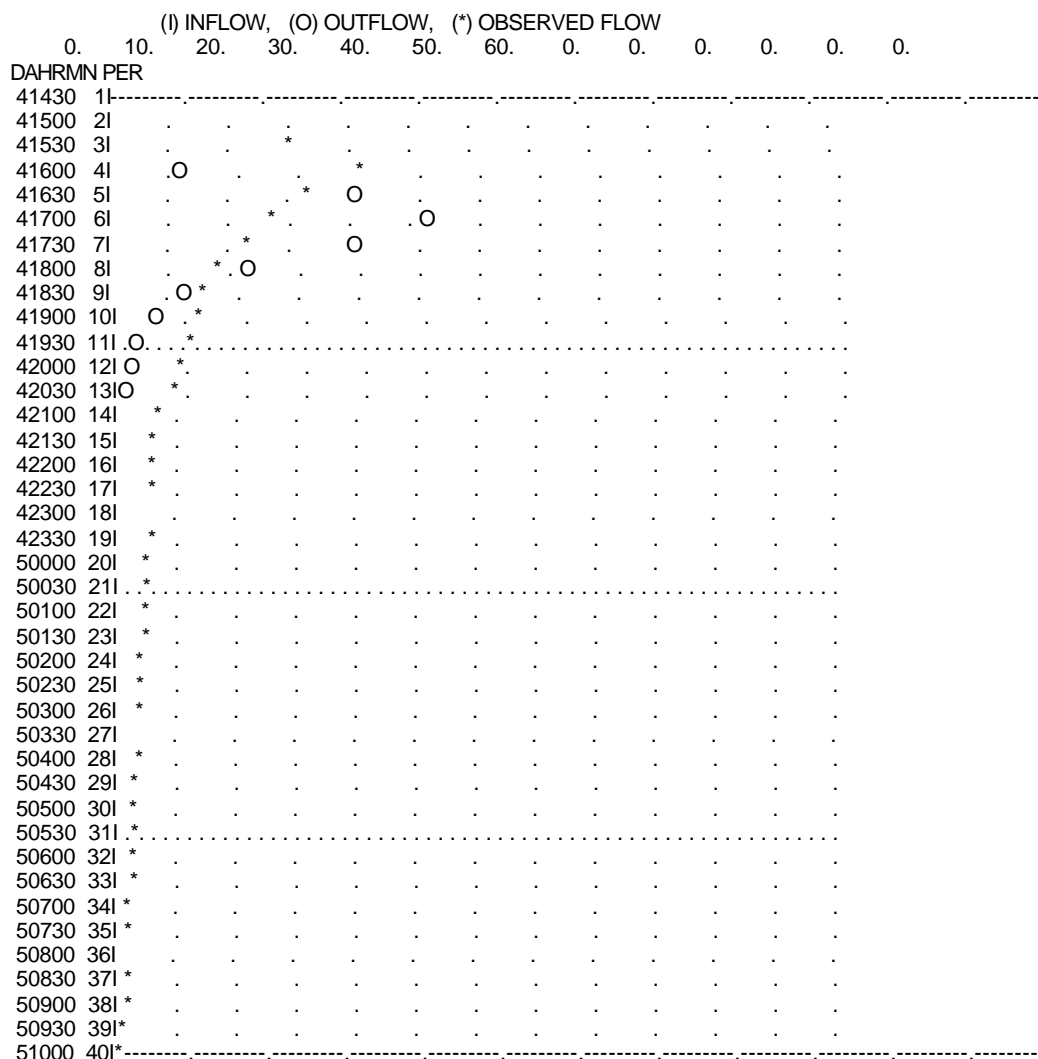
\*\*\*\*\*  
 \* COMPARISON OF COMPUTED AND OBSERVED HYDROGRAPHS  
 \*\*\*\*\*

|                       | SUM OF FLOWS | EQUIV DEPTH | TIME TO MEAN FLOW | LAG CENTER OF MASS | C.M. TO C.M. | PEAK FLOW | TIME OF PEAK |      |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------------|--------------------|--------------|-----------|--------------|------|
| * COMPUTED HYDROGRAPH |              | 190.        | 2.283             | 5.                 | 3.32         | 3.32      | 52.          | 2.50 |
| * OBSERVED HYDROGRAPH |              | 316.        | 3.806             | 8.                 | 5.74         | 5.74      | 40.          | 1.50 |

\*\*\*\*\*  
 HYDROGRAPH AT STATION                      SPAS  
 \*\*\*\*\*

| DA | MON | HRMN | ORD | COMQ | OBQ | RES  | * | DA | MON | HRMN | ORD | COMQ | OBQ | RES | * | DA | MON | HRMN | ORD | COMQ | OBQ | RES |
|----|-----|------|-----|------|-----|------|---|----|-----|------|-----|------|-----|-----|---|----|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 4  | MAY | 1430 | 1   | 0.   | 0.  | 0.   | * | 4  | MAY | 2130 | 15  | 0.   | 6.  | -6. | * | 5  | MAY | 0430 | 29  | 0.   | 3.  | -3. |
| 4  | MAY | 1500 | 2   | 0.   | 0.  | 0.   | * | 4  | MAY | 2200 | 16  | 0.   | 6.  | -6. | * | 5  | MAY | 0500 | 30  | 0.   | 3.  | -3. |
| 4  | MAY | 1530 | 3   | 0.   | 30. | -30. | * | 4  | MAY | 2230 | 17  | 0.   | 6.  | -6. | * | 5  | MAY | 0530 | 31  | 0.   | 3.  | -3. |
| 4  | MAY | 1600 | 4   | 11.  | 40. | -28. | * | 4  | MAY | 2300 | 18  | 0.   | 0.  | 0.  | * | 5  | MAY | 0600 | 32  | 0.   | 3.  | -3. |
| 4  | MAY | 1630 | 5   | 40.  | 33. | 7.   | * | 4  | MAY | 2330 | 19  | 0.   | 6.  | -6. | * | 5  | MAY | 0630 | 33  | 0.   | 3.  | -3. |
| 4  | MAY | 1700 | 6   | 52.  | 27. | 25.  | * | 5  | MAY | 0000 | 20  | 0.   | 5.  | -5. | * | 5  | MAY | 0700 | 34  | 0.   | 2.  | -2. |
| 4  | MAY | 1730 | 7   | 40.  | 23. | 17.  | * | 5  | MAY | 0030 | 21  | 0.   | 5.  | -5. | * | 5  | MAY | 0730 | 35  | 0.   | 2.  | -2. |
| 4  | MAY | 1800 | 8   | 22.  | 18. | 5.   | * | 5  | MAY | 0100 | 22  | 0.   | 5.  | -5. | * | 5  | MAY | 0800 | 36  | 0.   | 0.  | 0.  |
| 4  | MAY | 1830 | 9   | 12.  | 14. | -2.  | * | 5  | MAY | 0130 | 23  | 0.   | 5.  | -5. | * | 5  | MAY | 0830 | 37  | 0.   | 2.  | -2. |
| 4  | MAY | 1900 | 10  | 6.   | 12. | -6.  | * | 5  | MAY | 0200 | 24  | 0.   | 4.  | -4. | * | 5  | MAY | 0900 | 38  | 0.   | 2.  | -2. |
| 4  | MAY | 1930 | 11  | 3.   | 11. | -8.  | * | 5  | MAY | 0230 | 25  | 0.   | 4.  | -4. | * | 5  | MAY | 0930 | 39  | 0.   | 1.  | -1. |
| 4  | MAY | 2000 | 12  | 2.   | 9.  | -8.  | * | 5  | MAY | 0300 | 26  | 0.   | 4.  | -4. | * | 5  | MAY | 1000 | 40  | 0.   | 1.  | -1. |
| 4  | MAY | 2030 | 13  | 1.   | 8.  | -7.  | * | 5  | MAY | 0330 | 27  | 0.   | 0.  | 0.  | * |    |     |      |     |      |     |     |
| 4  | MAY | 2100 | 14  | 0.   | 7.  | -6.  | * | 5  | MAY | 0400 | 28  | 0.   | 4.  | -4. | * |    |     |      |     |      |     |     |

1    STATION    SPAS



RUNOFF SUMMARY, AVERAGE FLOW IN CUBIC METERS PER SECOND  
 AREA IN SQUARE KILOMETERS

| BASIN | MAXIMUM       | TIME OF   | PEAK  | TIME OF | AVERAGE FLOW FOR MAXIMUM PERIOD |         |         |        |
|-------|---------------|-----------|-------|---------|---------------------------------|---------|---------|--------|
| AREA  | OPERATION     | STATION   | FLOW  | PEAK    | 6-HOUR                          | 24-HOUR | 72-HOUR |        |
| +     | STAGE         | MAX STAGE |       |         |                                 |         |         |        |
| +     | HYDROGRAPH AT |           |       |         |                                 |         |         |        |
| +     |               | DAS       | 52.45 | 2.50    | 15.80                           | 4.87    | 4.87    | 149.64 |