

# PENELUSURAN BANJIR DI DAS TEMON DENGAN METODE MUSKINGUM-CUNGE MENGGUNAKAN *HYDROCAD*

Dhiky Pediano P<sup>1)</sup>, Rintis Hadiani<sup>2)</sup>, Suyanto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

<sup>2) 3)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp: 0271647069.

Email : dhikyman13@gmail.com

## **Abstract**

*The flood was one of a natural event that often happens. Flood can occur because high rainfall, intensity, or damage the use of land that is wrong. Hence the role of flood routing that is part of an analysis of hydrological be quite high. Flood Routing was a method of important in dealing with forecasts and efforts to flood control. An early warning system gives a warning about the time the scene where floods will come up with enough time to conduct evac before the flood came. This method is a method of being cheap and effective to reduce the amount of damages, and the victims of the flood.*

*Many methods that can be used for flood routing, in this research used method of muskingum-cunge using HydroCAD. HydroCAD is one of many computer application that can be used to know how big discharge that occurs in a watershed. The study is done at the watershed temon based on the data rain daily maximum annual.*

*In this research obtained large discharge maximum every period reexamined as follows : Q2 amounting to 0,5356 m<sup>3</sup>/ sec, Q5 amounting to 3,1488 m<sup>3</sup>/ sec, Q10 amounting to 6,6097 m<sup>3</sup>/ sec, Q25 amounting to 14,4799 m<sup>3</sup>/ sec, Q50 amounting to 23,1901 m<sup>3</sup>/ sec, Q100 amounting to 33,9149 m<sup>3</sup>/ sec, Q200 sebesar 45,2443 m<sup>3</sup>/ sec dan Q1000 amounting to 84,0819 m<sup>3</sup>/sec. And obtained section having the possibility of flooding most high is in section 9 with high face of water per period reexamined as follows : Q2 amounting to 8 cm, Q5 amounting to 23 cm, Q10 amounting to 37 cm, Q25 amounting to 61 cm, Q50 amounting to 83 cm, Q100 amounting to 106 cm, Q200 amounting to 126 cm and Q1000 amounting to 184 cm.*

**Keywords :** *Flood Routing, Muskingum-Cunge, HydroCAD, Discharge*

## **Abstrak**

Banjir merupakan salah satu peristiwa alam yang seringkali terjadi. Banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, intensitas, atau kerusakan penggunaan lahan yang salah. Oleh karena itu peranan penelusuran banjir (flood routing) yang merupakan bagian analisis hidrologi menjadi cukup tinggi. Penelusuran banjir merupakan metode penting dalam menangani prakiraan dan upaya pengendalian banjir. Sistem peringatan dini memberikan peringatan tentang waktu kejadian dimana banjir akan datang dengan waktu yang cukup untuk melakukan evakuasi sebelum banjir datang. Metode ini merupakan metode yang murah dan efektif untuk mengurangi jumlah kerugian serta korban akibat banjir.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk penelusuran banjir, pada penelitian ini digunakan metode Muskingum-Cunge menggunakan *HydroCAD*. *HydroCAD* merupakan salah satu dari banyak aplikasi komputer yang dapat digunakan untuk mengetahui berapa besar debit yang terjadi pada suatu DAS. Penelitian ini dilakukan di DAS Temon berdasarkan data hujan harian maksimum tahunan.

Pada penelitian ini didapatkan besar debit maksimum tiap kala ulang sebagai berikut : Q2 sebesar 0,5356 m<sup>3</sup>/dtk, Q5 sebesar 3,1488 m<sup>3</sup>/dtk, Q10 sebesar 6,6097 m<sup>3</sup>/dtk, Q25 sebesar 14,4799 m<sup>3</sup>/dtk, Q50 sebesar 23,1901 m<sup>3</sup>/dtk, Q100 sebesar 33,9149 m<sup>3</sup>/dtk, Q200 sebesar 45,2443 m<sup>3</sup>/dtk dan Q1000 sebesar 84,0819 m<sup>3</sup>/dtk. Dan didapatkan pias yang memiliki kemungkinan banjir paling tinggi yaitu pada pias 9 dengan tinggi muka air tiap kala ulang sebagai berikut : Q2 sebesar 8 cm, Q5 sebesar 23 cm, Q10 sebesar 37 cm, Q25 sebesar 61 cm, Q50 sebesar 83 cm, Q100 sebesar 106 cm, Q200 sebesar 126 cm dan Q1000 sebesar 184 cm.

**Kata Kunci:** Penelusuran Banjir, Muskingum-Cunge, *HydroCAD*, Debit.

## **PENDAHULUAN**

Banjir merupakan salah satu peristiwa alam dimana terjadi luapan pada badan sungai yang disebabkan oleh debit banjir yang lebih besar dibandingkan dengan kapasitas sungai . Banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, intensitas, atau kerusakan penggunaan lahan yang salah. Oleh karena itu penelusuran banjir (*Flood Routing*) sangat dibutuhkan sebagai sarana peringatan dini banjir.

Penelusuran banjir (*Flood Routing*) adalah suatu prosedur untuk mnentukan perkiraan waktu dan besaran banjir pada suatu titik disungai berdasarkan data yang diketahui di sebelah hulu. Penelusuran banjir berguna untuk memprediksi kapan datangnya banjir. Banyak metode yang bisa digunakan dalam penelusuran banjir seperti metode Muskingum, metode Muskingum Parameter Konstan, metode Muskingum Cunge dan metode Kinematik (Lily Montarcih, 2010).

Metode penelusuran banjir melalui sungai yang banyak digunakan adalah Metode Muskingum. Metode ini memodelkan volume tampungan banjir di alur sungai, yang merupakan gabungan antara tampungan prisma dan tampungan baji. Tampungan air di sungai tergantung pada aliran masuk (*inflow*), aliran keluar (*outflow*), dan karakteristik hidraulik sungai. Seperti terlihat dalam gambar tersebut, tampungan prisma yang terbentuk oleh tampang lintang sungai sepanjang saluran mempunyai volume konstan. Pada saat banjir datang, aliran masuk lebih besar dari aliran keluar sehingga terbentuk tampungan baji (Triatmodjo B, 2010).

Cunge, 1969, mengembangkan Metode Muskingum untuk penggal sungai tanpa aliran lateral, tetapi mendapatkan nilai parameter penelusuran (Ci) secara langsung. Metode ini membutuhkan data hidrograf *inflow* dan data fisik penggal sungai yang ditinjau. Pada dasarnya metode Muskingum menggunakan parameter K, X, dan Ci dalam penelusuran banjir suatu penggal sungai (dalam Sobriyah dan Sudjarwadi, 2000).

Penelusuran banjir di Sub DAS Temon akan dilakukan dengan metode Muskingum-Cunge menggunakan *softwareHydrocad*. Sebelumnya belum pernah dilakukan penelusuran banjir di DAS Temon menggunakan *software HydroCAD*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan penelusuran banjir dengan *HydroCAD* dengan data hujan harian maksimum tahunan dengan saturasi outlet di DAS Temon.

## **LANDASAN TEORI SECARA UMUM DAN *HYDROCAD***

### **DAS (Daerah Aliran Sungai)**

DAS ( Daerah Aliran Sungai ) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP No 37 tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1).

### **Hujan**

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi; yang bisa berupa hujan, hujan salju. Kabut, embun dan hujan es. Di daerah tropis, termasuk Indonesia, yang memberikan sumbangan paling besar adalah hujan, sehingga seringkali hujanlah yang dianggap sebagai presipitasi. Untuk selanjutnya digunakan istilah hujan untuk mengganti presipitasi. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir – butir air dan kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Bambang Triatmojo, 2009).

### **Kualitas Data Hujan**

Besaran hujan adalah masukan terpenting dalam analisis transformasi hujan-aliran, sehingga apabila terjadi kesalahan yang terdapat pada data hujan terlalu besar maka hasil analisis yang dilakukan pantas diragukan (Sri Harto, 1993).

### **Pengukuran Dispersi**

Dispersi adalah besarnya derajat atau besaran varian di sekitar nilai reratanya. Dalam analisis hidrologi pengukuran dispersi dibutuhkan untuk menentukan jenis sebaran data yang sesuai dengan data hujan. Pengukuran dispersi dari perhitungan Standar Deviasi (S), Koefisien Variasi (Cv), Pengukuran Kurtosis (Ck) dan Koefisien Kemencengan (Cs).

### **Hidrograf Satuan Sintetik**

Pada tahun 1932, L.K Sherman mengenalkan konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat diujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.

Hidrograf satuan sintetik merupakan hidrograf yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Metode hidrograf satuan sintetik dalam penelitian ini menggunakan metode SCS.

### **Metode SCS**

Metode ini dikembangkan oleh Victor Mockus pada tahun 1950. Hidrograf ini menggunakan fungsi hidrograf tanpa dimensi untuk menyediakan bentuk standar hidrograf satuan. Dan juga koordinat hidrograf ini telah ditabelkan, sehingga mempersingkat waktu untuk perhitungan hidrograf.

### **Penelusuran Banjir**

Penelusuran banjir adalah suatu prosedur untuk menentukan (memprediksi) waktu dan besaran banjir di suatu titik di sungai berdasarkan data yang diketahui di sungai sebelah hulu. Dalam praktek terdapat dua macam penelusuran yaitu penelusuran saluran (channel routing) yang menunjukkan perubahan gelombang banjir melewati saluran (sungai) dan penelusuran reservoir (reservoir routing), cara ini bermanfaat untuk hal – hal seperti, untuk mengetahui hidrograf sungai di suatu tempat, bila hidrograf di sebelah hulu diketahui, untuk sarana peringatan dini pada pengamanan banjir (early warning system) (Sulianti, 2008).

### **Metode Muskingum-Cunge**

Ponce (1989) dalam Sobriyah dan Sudjarwadi (2000), mengembangkan metode Muskingum – Cunge dengan prinsip yang sama, namun memberikan analisa yang cukup sederhana sehingga memudahkan pemakaian. Data yang

digunakan adalah hidrograf aliran di hulu dan geometri sungai, dimana hasil perhitungannya adalah hidrograf aliran di hilir maupun di titik – titik di sepanjang penggal sungai yang ditinjau.

### HydroCAD

Pada penelitian ini digunakan software HydroCAD dalam penelusuran banjirnya.

Data data yang di input dalam HydroCAD berupa :

1. Data hujan harian maksimum tahunan
2. Debit banjir

HydroCAD merupakan salah satu varian dari berbagai macam aplikasi computer alat bantu (Computer Aided Design/CAD) untuk membuat simulasi hujan dan limpasan (rainfall-runoff) pada suatu kawasan daerah tangkapan (catchment) seperti halnya Hydrologic Simulation Program-FORTRAN (HSPF), Storm-Water Management Model (SWMM), Hydrologic Engineering Center (HEC-1), dan TR-55/TR-20.

Aplikasi komputer ini dikembangkan oleh HydroCAD Software Solutions LLC (HSS) yang berbasis di kota Chocorua, Negara bagian New Hampshire, Amerika Serikat dan merupakan aplikasi berbayar yang harganya di tentukan dari jumlah kapasitas maksimal nodal. Hingga bulan Oktober 2013, aplikasi HydroCAD terbaru adalah versi 10. Sampler dari versi 10 ini yang digunakan oleh penyusun untuk tugas akhir.

Perhitungan penelusuran banjir ini merupakan simulasi perhitungan penelusuran banjir dengan bantuan aplikasi komputer HydroCAD. Secara umum aplikasi komputer HydroCAD ini menggunakan metode SCS.

Dari data-data yang sudah disebutkan diatas, aplikasi HydroCAD akan menjalankan program dengan metode SCS untuk menghasilkan debit pada tiap pias sungai pada suatu DAS yang akan ditinjau.

### METODE

Jenis penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif yaitu melakukan penelusuran banjir di DAS Temon yang merupakan Sub DAS Bengawan Solo. Metode yang digunakan untuk melakukan penelusuran banjir adalah metode Muskingum-Cunge dengan *software HydroCAD*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data curah hujan harian stasiun hujan Balong, Ngancar dan Watugede pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2011. Data pencatat debit harian stasiun debit Sulingi pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2011. Peta Bakosurtanal DAS Tirtomoyo tahun 2001 dengan skala 1:25000.

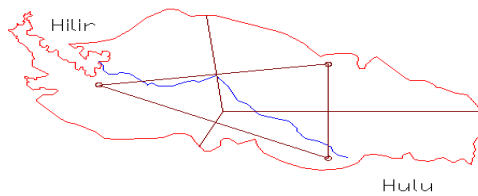
#### Penyiapan Seri Data Curah Hujan

Tabel 1 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Ngancar, Baturetno dan Batuwarno.

| Tahun | Ngancar | Baturetno | Batuwarno |
|-------|---------|-----------|-----------|
| 1999  | 75      | 78        | 0         |
| 2000  | 73      | 80        | 80        |
| 2001  | 59      | 59        | 59        |
| 2002  | 83      | 96        | 46        |
| 2003  | 114     | 114       | 74        |
| 2004  | 77      | 94        | 71        |
| 2005  | 88      | 56        | 90        |
| 2006  | 80      | 97        | 69        |
| 2007  | 132     | 123       | 92        |
| 2008  | 96      | 131       | 89        |
| 2009  | 70      | 86        | 52        |
| 2010  | 134     | 79        | 85        |
| 2011  | 80      | 70        | 70        |

#### Pengolahan Peta DAS Temon

Data curah hujan masing-masing stasiun diubah menjadi hujan daerah dengan menggunakan metode Poligon Thiessen. Posisi dari masing-masing stasiun hujan diplot kedalam peta DAS Temon kemudian plot garis yang menghubungkan ketiga stasiun hujan. Kemudian plot garis berat yang tegak lurus garis hubung stasiun hingga memotong batas DAS Temon. Pembuatan poligon Thiessen dalam penelitian ini diolah dengan bantuan program AutoCAD.



Gambar 1. Poligon Thiessen DAS Temon

Setelah membuat poligon thiessen, lalu mendapatkan koefisien thiessen seperti pada Tabel 2

Tabel 2. Koefisien Thiessen untuk stasiun Balong, Ngancar, dan Watugede.

| Stasiun Hujan | Luas (Km <sup>2</sup> ) | Koefisien Thiessen |
|---------------|-------------------------|--------------------|
| Baturetno     | 29,3829                 | 0,4790             |
| Batuwarno     | 19.8367                 | 0,3234             |
| Ngancar       | 12.1198                 | 0,1976             |
| <b>Jumlah</b> | <b>61,3394</b>          | <b>1</b>           |

### Hujan Wilayah

Koefisien Thiessen digunakan sebagai pengali dalam perhitungan hujan wilayah. Hujan wilayah mewakili hujan yang terjadi di seluruh DAS Temon.

Perhitungan hujan wilayah selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Hujan Wilayah DAS Temon

| Tahun | Tanggal | Ngancar | Baturetno | Batuwarno | Hujan Wilayah |
|-------|---------|---------|-----------|-----------|---------------|
|       |         | 0,1976  | 0,479     | 0,3234    |               |
| 1999  | 19-Jan  | 75      | 78        | 0         | 52,182        |
| 2000  | 19-Feb  | 73      | 80        | 80        | 78,6168       |
| 2001  | 16-Nov  | 59      | 59        | 59        | 59            |
| 2002  | 15-Nov  | 83      | 96        | 46        | 77,2612       |
| 2003  | 24-Feb  | 114     | 114       | 74        | 101,064       |
| 2004  | 16-Feb  | 77      | 94        | 71        | 83,2026       |
| 2005  | 09-Feb  | 88      | 56        | 90        | 73,3188       |
| 2006  | 17-Jun  | 80      | 97        | 69        | 84,5856       |
| 2007  | 13-Des  | 132     | 123       | 92        | 114,753       |
| 2008  | 05-Feb  | 96      | 131       | 89        | 110,5012      |
| 2009  | 26-Nov  | 70      | 86        | 52        | 71,8428       |
| 2010  | 11-Sep  | 134     | 79        | 85        | 91,8084       |
| 2011  | 22-Jan  | 80      | 70        | 70        | 71,976        |

### Parameter statistik

Perhitungan parameter statistik dilakukan terhadap hujan wilayah pada tabel 3. parameter statistik yang dilakukan adalah perhitungana dispersi data yaitu standar deviasi (S), koefisien kemelencengan (Cs), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kurtosis (Ck).

Hasil perhitungan digunakan dalam menentukan jenis distribusi data sesuai nilai S, Cs, Cv dan Ck yang dihasilkan. Nilai tersebut disesuaikan dengan syarat dari masing-masing jenis distribusi data seperti yang dicantumkan dalam Tabel. Perhitungan parameter statistik dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

Tabel 4. Parameter Statistik

|           |         |
|-----------|---------|
| Rata-rata | 82,3163 |
| Cs        | 0,3260  |
| Ck        | -0,3289 |
| Cv        | 0,2241  |
| S         | 18,4449 |

Berdasarkan hasil parameter statistik, distribusi hujan yang cocok adalah Dsitribusi Log Pearson III

### Koefisien limpasan

Luas tata guna lahan DAS Temon diubah menjadi koefisien pengaliran yang digunakan dalam perhitungan hujan kala ulang. Data tata guna lahan DAS Temon diperoleh dari BP2TPDAS-IBB Surakarta, Wonogiri, 1 Oktober 2002. Perhitungan koefisien limpasan (C) secara lengkap disajikan dalam Tabel 5.

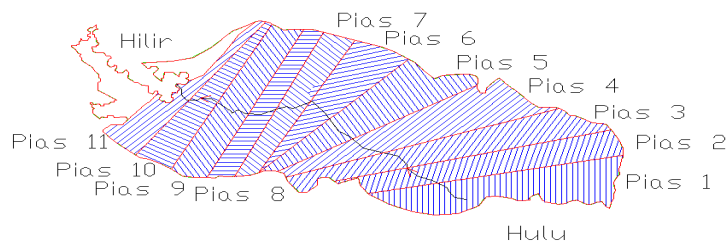
Tabel 5. Koefisien Limpasan

| Tata Guna Lahan | C | Luas (ha) | % | Crata-rata |
|-----------------|---|-----------|---|------------|
|-----------------|---|-----------|---|------------|

|           |      |      |       |           |
|-----------|------|------|-------|-----------|
| Sawah     | 0,15 | 1186 | 19,33 | 0,0290023 |
| Tegalan   | 0,4  | 2924 | 47,67 | 0,1906749 |
| Pemukiman | 0,75 | 1603 | 26,13 | 0,1959977 |
| Hutan     | 0,05 | 421  | 6,86  | 0,0034317 |
| Jumlah    |      | 6134 | 100   | 0,4191066 |

Tabel 6. Luas Tata Guna Lahan Tiap Pias Sungai

| CN | Pias        | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       |
|----|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 15 | Sawah       | 138,9316 | 111,6163 | 129,5975 | 134,5903 | 122,2638 | 88,02258 | 75,20354 | 66,80698 | 106,7665 | 73,2527  | 138,9598 |
| 40 | Tegalan     | 342,526  | 275,1821 | 319,5136 | 331,8229 | 301,4328 | 217,0135 | 185,4091 | 164,7079 | 263,2254 | 180,5994 | 342,5957 |
| 75 | Pemukiman   | 187,7802 | 150,8608 | 175,1643 | 181,9125 | 165,252  | 118,9715 | 101,6453 | 90,29645 | 144,3059 | 99,0085  | 187,8183 |
| 5  | Hutan       | 49,31719 | 39,62095 | 46,00385 | 47,77614 | 43,40055 | 31,24579 | 26,69535 | 23,71479 | 37,89942 | 26,00286 | 49,32721 |
|    | Jumlah (ha) | 718,5549 | 577,2801 | 670,2793 | 696,1018 | 632,3491 | 455,2534 | 388,9532 | 345,5262 | 552,1972 | 378,8635 | 718,701  |



Gambar 2. Pembagian wilayah sungai menjadi beberapa pias.

Dalam penelitian ini nilai  $T_c$  (*Time Concentration*) dibagi menjadi 11 bagian, yaitu dengan membagi panjang sungai dengan panjang masing-masing tidak lebih dari 10 km. Pada *software HydroCAD* memiliki keterbatasan dimana pada saat menginput data untuk  $T_c$ , panjang sungai tidak boleh lebih dari 10 km. Hasil Perhitungan  $T_c$  dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai  $T_c$  DAS Temon

| Panjang sungai | jarak (km) | tc (jam) | tc (menit) |
|----------------|------------|----------|------------|
| 1              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 2              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 3              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 4              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 5              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 6              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 7              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 8              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 9              | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 10             | 1          | 2,3691   | 142,1452   |
| 11             | 0,6912     | 1,9938   | 119,6264   |
| Jumlah         | 10,6912    | 25,685   | 1541,078   |

### Perhitungan Hujan Kala Ulang

Perhitungan parameter statistik data menghasilkan bahwa distribusi hujan yang dipakai adalah Log Pearson III. Data yang digunakan dalam perhitungan ini adalah hujan wilayah DAS Temon. Berikut hasil dari perhitungan hujan kala ulang pada Tabel 8.

Tabel 8. Hujan Kala Ulang

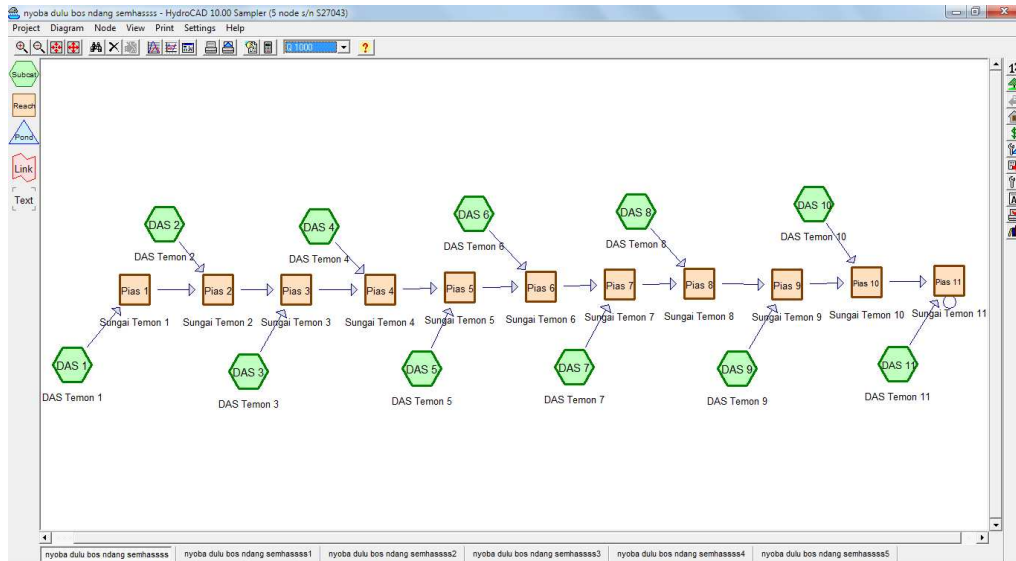
| Kala Ulang (Tahun) | G      | G.S      | Log $\bar{x} + G.S$ | Rt (mm/hari) |
|--------------------|--------|----------|---------------------|--------------|
| 2                  | -0,053 | -0,00523 | 1,900053            | 79,442527    |
| 5                  | 0,821  | 0,081015 | 1,986298            | 96,894253    |
| 10                 | 1,312  | 0,129466 | 2,034749            | 108,3301     |
| 25                 | 1,857  | 0,183246 | 2,088529            | 122,61085    |
| 50                 | 2,247  | 0,22173  | 2,127013            | 133,97183    |
| 100                | 2,592  | 0,255775 | 2,161058            | 144,89639    |
| 200                | 2,896  | 0,285773 | 2,191056            | 155,25865    |

### Perhitungan Penelusuran Banjir menggunakan *HydroCAD*

Proses Perhitungan Penelusuran banjir pada DAS Temon menggunakan *HydroCAD* adalah sebagai berikut :

a) Membuat skema penelusuran banjir pada program *HydroCAD*

Untuk melakukan penelusuran banjir dengan menggunakan *HydroCAD* dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema penelusuran banjir menggunakan *HydroCAD*.

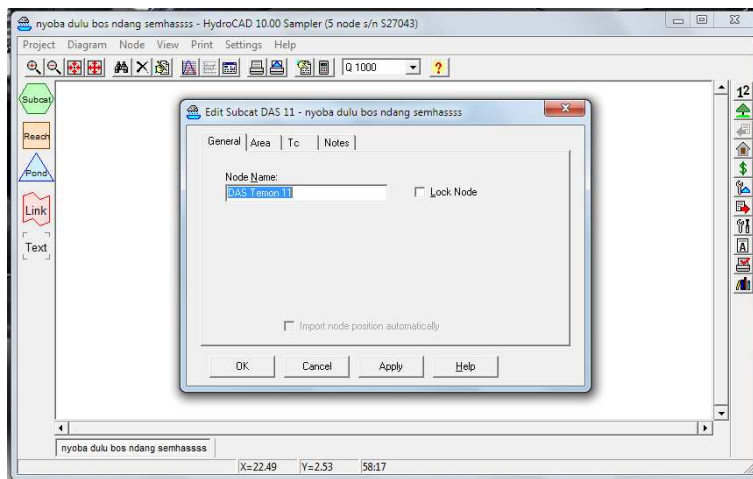
b) Menentukan kurva massa hujan dan memasukkan data hujan

Dalam penelitian ini digunakan hujan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000. Data yang diinput dalam *HydroCAD* adalah data hujan kala ulang. Untuk menginputnya dengan memilih menu *Settings/Calculation* lalu mengklik *Tab Rainfall*. Setelah itu memilih jenis hujan *Type II 24-br*, memasukkan kedalaman hujan pada bilah *Depth* dan memberikan nama sesuai dengan kala ulang yang akan digunakan pada bilah *Name*. Untuk memasukkan hujan kala ulang 2 tahun, kita mengisi kedalaman hujan dan memberi nama, lalu klik tombol *Save*.

c) Edit node *Subcat*

Data-data yang dibutuhkan dalam *HydroCAD* untuk mendefinisikan sebuah sub-area didalam sebuah DAS yaitu :

- Nilai Curve Number (CN)
- Nilai waktu konsentrasi (time of concentration/*Tc*)
- Arah aliran

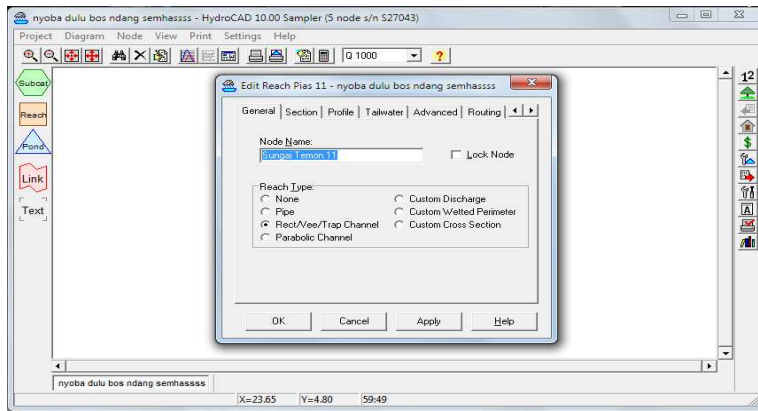


Gambar 4. Jendela pengaturan pada *Subcat*.

d) Edit Node *Reach*

Data-data yang diperlukan untuk mendefinisikan sebuah *Reach* pada suatu DAS yaitu dengan menentukan bentuk salurannya, menentukan dimensi saluran dan elevasi saluran. Pada *Tab General* kita bisa memberikan nama dari saluran itu pada bilah *Name* dan menentukan tipe saluran pada bilah *Reach Type*. Dalam penelitian ini, penulis memilih *Rect/Vee/Trap Channel*. Setelah memilih jenis saluran pada *Tab General*, lalu masuk ke *Tab Section*. Pada *Tab*

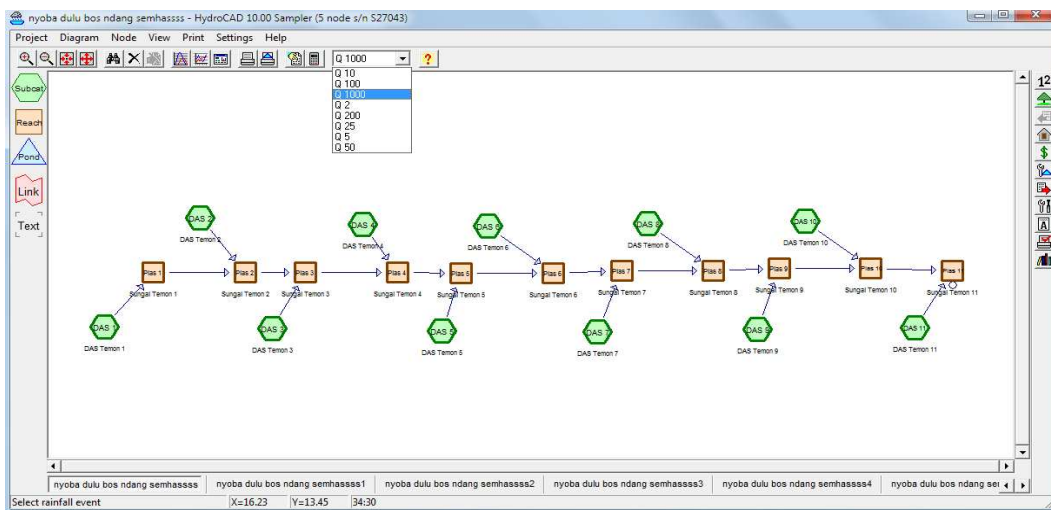
Section akan muncul beberapa bilah yaitu *Bottom Width*, *Channel Depth*, *Left Side Slope* dan *Right Side Slope*. Untuk *Bottom Width* diisi lebar dasar saluran, *Channel Depth* diisi kedalaman saluran dan *Left/Right Side Slope* diisi slope sisi kanan dan kiri saluran.



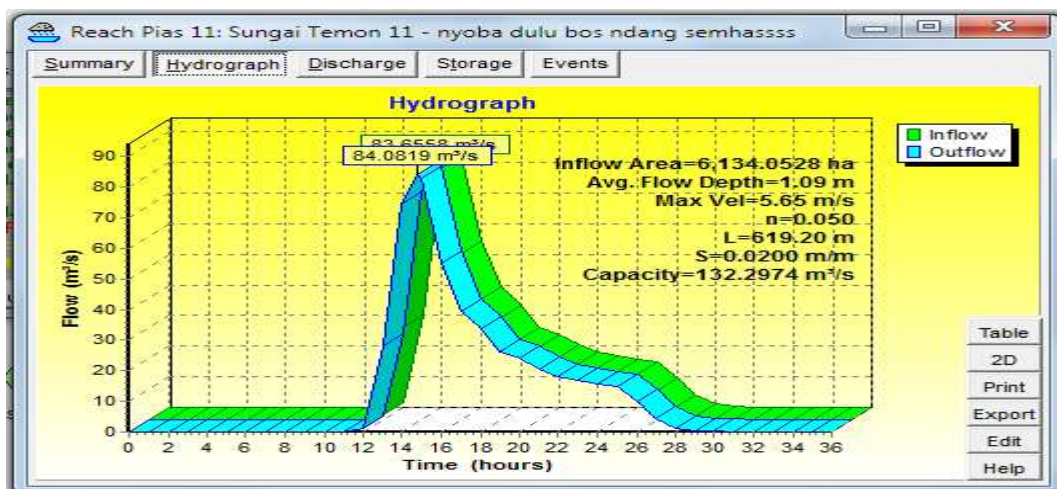
Gambar 5. Jendela pengaturan pada *Reach*.

e) Memunculkan hasil simulasi

Setelah mengisi data-data pada ikon *Subcat* dan *Reach* kita bisa langsung melihat hasil perhitungan debit yang terjadi pada *Subcat* atau *Reach*. Pada penelitian ini hasil perhitungan yang digunakan adalah hasil perhitungan yang terjadi pada *Reach*. Untuk hasil penelusuran banjir di DAS Temon menggunakan *HydroCAD* dapat dilihat pada *Reach* 11 untuk tiap kala ulangnya seperti pada gambar dibawah ini. Pada gambar dibawah ini bisa dilihat dengan skema yang sama dapat dilihat berapa besar debit pada tiap kala ulang.



Gambar 6. Skema penelusuran banjir untuk beberapa kala ulang.



Gambar 7. Hasil Perhitungan pias 11 pada kala ulang 1000 tahun.

## Hasil Penelusuran Banjir menggunakan *HydroCAD*

Hasil penelusuran banjir di DAS Temon menggunakan *HydroCAD* untuk tiap pias dan setiap kala ulang dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Hasil Penelusuran Banjir pada DAS Temon

| Kala Ulang | 2                       |        | 5                       |        | 10                      |        | 25                      |        | 50                      |        | 100                     |        | 200                     |        | 1000                    |        |
|------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|
|            | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) | Q (m <sup>3</sup> /dtk) | h (cm) |
| 1          | 0,0723                  | 2      | 0,37                    | 6      | 0,7738                  | 9      | 1,7932                  | 14     | 2,7717                  | 18     | 3,954                   | 23     | 5,4726                  | 28     | 10,4756                 | 42     |
| 2          | 0,1271                  | 3      | 0,6649                  | 7      | 1,4216                  | 11     | 3,2458                  | 18     | 5,0611                  | 24     | 7,2284                  | 29     | 9,5293                  | 36     | 18,7583                 | 54     |
| 3          | 0,1888                  | 3      | 1,0098                  | 9      | 2,1685                  | 14     | 4,903                   | 22     | 7,6953                  | 29     | 11,0329                 | 36     | 14,5366                 | 43     | 28,2644                 | 66     |
| 4          | 0,2524                  | 5      | 1,3702                  | 14     | 2,9327                  | 22     | 6,5966                  | 36     | 10,3925                 | 48     | 14,9474                 | 60     | 19,7211                 | 71     | 38,0461                 | 109    |
| 5          | 0,3097                  | 7      | 1,6985                  | 21     | 3,622                   | 34     | 8,1213                  | 56     | 12,8363                 | 74     | 18,5164                 | 93     | 24,4668                 | 111    | 46,8118                 | 166    |
| 6          | 0,3494                  | 6      | 1,9365                  | 18     | 4,1211                  | 29     | 9,2091                  | 48     | 14,6192                 | 64     | 21,161                  | 81     | 28,0065                 | 96     | 51,5883                 | 145    |
| 7          | 0,3824                  | 7      | 2,1188                  | 20     | 4,4438                  | 32     | 9,823                   | 52     | 16,1207                 | 70     | 23,4196                 | 88     | 31,0602                 | 106    | 57,2062                 | 154    |
| 8          | 0,4138                  | 6      | 2,2982                  | 18     | 4,8303                  | 28     | 10,6823                 | 45     | 17,424                  | 62     | 25,4077                 | 79     | 33,7772                 | 94     | 62,3126                 | 139    |
| 9          | 0,4578                  | 8      | 2,5826                  | 23     | 5,4323                  | 37     | 11,9888                 | 61     | 19,4277                 | 83     | 28,3875                 | 106    | 37,8078                 | 126    | 69,9566                 | 184    |
| 10         | 0,4877                  | 7      | 2,7818                  | 21     | 5,856                   | 33     | 12,9191                 | 53     | 20,7877                 | 72     | 30,4532                 | 92     | 40,6444                 | 110    | 75,4318                 | 162    |
| 11         | 0,5356                  | 5      | 3,1488                  | 14     | 6,6097                  | 23     | 14,4799                 | 37     | 23,1901                 | 49     | 33,9149                 | 62     | 45,2443                 | 74     | 84,0819                 | 109    |

## SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian penelusuran banjir dengan metode muskingum-cunge menggunakan *HydroCAD* adalah sebagai berikut :

- Dari hasil perhitungan penelusuran banjir didapatkan debit maksimum tiap kala ulang yaitu seperti sebagai berikut :  
 $Q_2$  sebesar 0,5356 m<sup>3</sup>/dtk,  $Q_5$  sebesar 3,1488 m<sup>3</sup>/dtk,  $Q_{10}$  sebesar 6,6097 m<sup>3</sup>/dtk,  $Q_{25}$  sebesar 14,4799 m<sup>3</sup>/dtk,  $Q_{50}$  sebesar 23,1901 m<sup>3</sup>/dtk,  $Q_{100}$  sebesar 33,9149 m<sup>3</sup>/dtk,  $Q_{200}$  sebesar 45,2443 m<sup>3</sup>/dtk dan  $Q_{1000}$  sebesar 84,0819 m<sup>3</sup>/dtk.
- Dari hasil perhitungan penelusuran banjir, didapatkan lokasi yang memiliki kemungkinan banjir terbesar yaitu pada pias 9, dengan ketinggian tiap kala ulang sebagai berikut :  
 $Q_2$  sebesar 8 m,  $Q_5$  sebesar 23 m,  $Q_{10}$  sebesar 37 m,  $Q_{25}$  sebesar 61 m,  $Q_{50}$  sebesar 83 m,  $Q_{100}$  sebesar 106 m,  $Q_{200}$  sebesar 126 m dan  $Q_{1000}$  sebesar 184 m.

## REFERENSI

- Aditama, Festy Ratna. 2012. Transformasi Hujan – Debit Daerah Aliran Sungai Bendung Singomerto berdasarkan Mock, Nreca, Tank Model dan Rainrun. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Andromeda, Virnya Nurlaily. 2013. Penelusuran Banjir di Sungai Temon Sub DAS Bengawan Solo Hulu III dengan metode Muskingum – Cunge. Fakultas Teknik Jurusan Diploma III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Anonim. Analisa Hidrologi Terapan Untuk Perencanaan Drainase Perkotaan
- Anonim. BAB IV. *Kondisi Umum Wilayah Penelitian*. Institut Pertanian Bogor.
- Anonim. BAB V. *Deskripsi dan Kondisi Lokasi Penelitian*. Institut Pertanian Bogor.
- Asdak Chay. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada Press.
- Barness. 1985. [http://eprints.undip.ac.id/33866/6/1819\\_CHAPTER\\_III.pdf](http://eprints.undip.ac.id/33866/6/1819_CHAPTER_III.pdf)
- Fatima, Siti Ima. 2012. Jurnal Analisis Hidrograf Aliran dengan metode Muskingum – Cunge pada Sub-DAS Ta'deang di Kabupaten Maros. Sulawesi Selatan
- Fiedler. 1999. Routing URL : [http://rds.yahoo.com/ylt=158581062/\\*\\*http%3a//www.comet.ucar.edu/class/hydromet/08\\_jun14\\_1999/html/johnson/one\\_day\\_routing/one\\_day\\_routing.PPT](http://rds.yahoo.com/ylt=158581062/**http%3a//www.comet.ucar.edu/class/hydromet/08_jun14_1999/html/johnson/one_day_routing/one_day_routing.PPT)
- Fitriana, Linda. 2012. Model Penelusuran Banjir Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu Dengan Menggunakan Metode Muskingum – Cunge. Fakultas Teknik Jurusan Diploma III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Harto, Sri. 2000. *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian Nafiri*. Jakarta : Usaha Nasional.
- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia
- Montarcih, Lily. 2010. *Penelusuran Banjir Lewat Sungai : Studi Kasus Sungai Dodokan*. Malang : CV. Citra Malang.
- Montarcih, Lily. 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung : CV. Lubuk Agung.
- Sobriyah dan Sudjarwadi. 2000. Penggabungan Metode O'Donnel dan Muskingum – Cunge Untuk Penelusuran Banjir Pada Jaringan Sungai. Media Teknik no. 4 Tahun XXII edisi November.
- Soemartono, CD. 1999. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.



- Utomo, Wahyu. 2012. Model Penelusuran Banjir Daerah Aliran Sungai Tirtomoyo dengan menggunakan Metode Kinematik. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Wardanu, Hanif Satria. 2013. Penelusuran Banjir di Sungai Ngunggungahan Sub DAS Bengawan Solo Hulu III. Fakultas Teknik Jurusan Diploma III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.