

**PENELUSURAN BANJIR DI SUNGAI WURYANTORO
SUB DAS BENGAWAN SOLO HULU 3**

TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menempuh Gelar Ahli Madya (A. Md)
pada Program Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta**



OLEH :

NUANSAH FIDIAWAN

NIM : I 8710031

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2013

HALAMAN PERSETUJUAN
PENELUSURAN BANJIR DI SUNGAI WURYANTORO
SUB DAS BENGAWAN SOLO HULU 3

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.)
pada Program Studi DIII Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

NUANSAH FIDIAWAN

NIM : I 8710031

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran
Program Studi DIII Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Persetujuan:

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, M.T.
NIP. 19630120 198803 2 002

commit to user

LEMBAR PENGESAHAN

PENELUSURAN BANJIR DI SUNGAI WURYANTORO

SUB DAS BENGAWAN SOLO HULU 3

TUGAS AKHIR

Dikerjakan oleh :

NUANSAH FIDIAWAN

NIM : I 8710031

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Pendarasan Program Studi Diploma III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada **Selasa, 20 Agustus 2013**.

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. **Dr. Ir. Rr. RINTIS HADIANI, MT.**
NIP. 19630120 198803 2 002

2. **Ir. SUYANTO, MM.**
NIP. 19520317 198503 1 001

3. **Ir. ADI YUSUF MUTTAQIEN, MT.**
NIP. 19581127 1988031 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik

Mengetahui,
Ketua Program Studi D3 Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Ir. BAMBANG SANTOSA, MT
NIP. 19590823 198601 1 1001

ACHMAD BASUKI, ST, MT
NIP. 19710901 199702 1 001

MOTTO

- “Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.”

(Q.S. Al-Mujaadilah : 11)

- “Keep Hungry, Keep Foolish.” – Steve Jobs (Apple Corporation)
- “Jika kita membiarkan diri sendiri tidak disiplin dalam hal-hal kecil, kemungkinan kita juga tidak akan disiplin dalam hal-hal besar.” – Dahlan Iskan (Menteri BUMN)
- “Tidak semua yang kalian inginkan harus terjadi seketika. Kita tidak hidup di dunia dongeng.” - Drawis Tere Liye
- Selalu fokus dalam mengerjakan segala hal. Dan jangan pernah malas.

commit to user

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin. Sujud syukur saya persembahkan kepada Allah SWT atas terselesaikannya Tugas Akhir ini. Segala terima kasih saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT, satu-satunya tuhan di alam semesta ini, maha dari segalanya yang selalu memberikan Ridho dan Inayah-Nya. Yang selalu memberikan kekuatan, kelancaran serta kemudahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
2. Orang tua saya yang selalu mendoakan, membimbing mendidik, dan menyayangi saya. Kedua Orang Tuaku yang tak henti-hentinya mendoakan, mendidikku, mengasihiku, membimbingku dari kecil dan selalu menaburkan pengorbanan dengan kasih sayangnya yang begitu tulus dan ikhlas. Dukungan kalian sangat berarti bagiku.
3. Keluarga, terutama adik dan kakak saya.
4. Klan air yang merupakan kelompok TA yang melakukan penelitian ini. Teman-teman yang senantiasa selalu bersama dan saling membantu dari awal pengerjaan hingga selesai. Unforgettable team, Sinta, Sigit, Ricky, Dody, Riyan, Julian, Merry, Prema, Virnya, Nabilah, dan Hanif.
5. Teman - Teman D3 Infrastruktur Perkotaan 2010 yang selalu setia menemani dan membantu, terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya selama menjalani kuliah.

ABSTRAK

Nuansah Fidiawan, 2013, **Penelusuran Banjir di Sungai Wuryantoro Sub Das Bengawan Solo Hulu 3**, Tugas Akhir, Program Studi Diploma III Teknik Sipil Infrastruktur Perkotaan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Sungai Wuryantoro merupakan sungai utama yang ada dalam DAS Wuryantoro. Mayoritas mata pencaharian penduduk adalah sebagai petani. Hal ini dapat dilihat dari keadaan sungai Wuryantoro yang sebagian besar wilayah sekitarnya merupakan tegal dan sawah. Maka sangat berbahaya bila terjadi kelebihan kapasitas debit sungai yang melebihi kapasitas rata-rata. Apabila hal tersebut terjadi maka akan terjadi banjir yang bisa merusak lahan pertanian milik penduduk. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan penelusuran banjir guna memprediksi debit banjir yang mungkin terjadi sehingga dapat dilakukan pembangunan infrastruktur yang sesuai atau penanggulangan yang mungkin bisa dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai konstanta waktu penyimpanan (K) dan faktor berat relatif/penimbang (x), mengetahui debit *inflow* maksimum DAS serta debit maksimum di titik uji pada sungai Wuryantoro sub DAS Bengawan Solo hulu 3.

Penelusuran banjir yang dilakukan di sungai Wuryantoro ini menggunakan metode Muskingum Cunge. Metode ini dilakukan berdasarkan bacaan hidrograf di hulu sehingga diperoleh hidrograf banjir di hilir.

Dalam penelitian ini, hasil dari perhitungan data diperoleh nilai nilai konstanta waktu penyimpanan (K) sebesar 903,85 detik dan faktor berat relatif/penimbang (x) sebesar 0,29. Debit *inflow* untuk periode ulang 2 tahun sebesar 29,51 m³/det. Untuk periode ulang 5 tahun debit *inflow* maksimumnya sebesar 39,11 m³/det. Untuk periode ulang 10 tahun debit *inflow* maksimumnya sebesar 47,06 m³/det. Untuk periode ulang 20 tahun debit *inflow* maksimumnya sebesar 54,75 m³/det. Debit maksimum di titik uji untuk periode ulang 2 tahun diperoleh debit maksimum sebesar 29,51 m³/det pada kilometer 0 jam ke-2. Debit maksimum di titik uji untuk periode ulang 5 tahun diperoleh debit maksimum sebesar 39,11 m³/det pada kilometer 0 jam ke-2. Debit maksimum di titik uji untuk periode ulang 10 tahun diperoleh debit maksimum sebesar 47,06 m³/det pada kilometer 0 jam ke-2. Debit maksimum di titik uji untuk periode ulang 20 tahun diperoleh debit maksimum sebesar 54,75 m³/det pada kilometer 0 jam ke-2.

Kata kunci : Penelusuran Banjir, Muskingum Cunge, Debit.

commit to user

ABSTRACT

Nuansah Fidiawan, 2013, *Flood Routing in Wuryantoro River Sub Watershed Bengawan Solo Upstream 3*, Final Project, Program Diploma III Urban Infrastructure Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.

Wuryantoro River is the main river in the watershed Wuryantoro. The majority of the population is livelihood as farmers. It can be seen from the river Wuryantoro state that most of the surrounding area is dry fields and rice paddies. It is very dangerous when there is excess capacity that exceeds the capacity of streamflow average. When this happens there will be a flood to destroy the agricultural land owned by residents. To overcome this problem, the flood routing needs to be done in order to predict flood discharge that may occur to allow for the development of appropriate infrastructure or, possibly, countermeasures can be done.

This study aims to determine the value of the storage time constant (K) and relative weight factors / weights (x), determine the maximum inflow discharge and maximum discharge in the watershed of test points on the river Bengawan Solo Wuryantoro upstream sub-watershed 3.

Flood routing were conducted in the Wuryantoro river used Muskingum Cunge method. This method is based on the upstream hydrograph readings thus obtained in the downstream flood hydrograph.

In this study, the results obtained from the calculation of the data storage time constant values (K) is 903.85 seconds and relative weight factors / weights (x) is 0.29. Inflow discharge for the 2 year return period of 29,51 m³/sec. For the 5 year return period discharge of 39,11 m³/sec maximum inflow. For the 10 year return period discharge of 47,06 m³/sec maximum inflow. For the 20 year return period discharge maximum inflow of 54,75 m³/sec. The maximum discharge at the test point for the 2 year return period of maximum discharge obtained 29,51 m³/sec at kilometer 0 to 2nd hour. The maximum discharge at the test point to a return period of 5 years obtained a maximum discharge of 39,11 m³/sec at kilometer 0 to 2nd hour. The maximum discharge at the test point for 10 year return period of maximum discharge obtained 47,06 m³/sec at kilometer 0 to 2nd hour. The maximum discharge at the test point to a return period of 20 years obtained a maximum discharge of 54,75 m³/sec at kilometer 0 hours 2nd hour.

Keywords: Flood Routing, Muskingum Cunge, Discharge.

commit to user

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan Allah SWT yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Dengan adanya laporan Tugas Akhir ini, penyusun berharap semoga laporan ini berguna bagi para pembaca dalam mempelajari penelusuran banjir dan dapat menambah pengetahuan khususnya bagi mahasiswa.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak - pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Kantor DPU kota Wonogiri dan Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Air Daerah Aliran Sungai (BPTKPDAS) kota Surakarta dalam proses pengambilan data serta arahan dalam mengerjakan.
3. Rekan-rekan D-III Teknik Sipil Infrastruktur Perkotaan 2010.
4. Kakak-kakak D-III Teknik Sipil Infrastruktur Perkotaan 2009.
5. Dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari laporan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ni.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini berguna dan bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Juli 2013

commit to user

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| ABSTRAK | vi |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR NOTASI | xiv |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah | 2 |
| 1.4. Maksud dan Tujuan | 3 |
| 1.5. Manfaat | 3 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 4 |
| 2.2. Landasan Teori | 5 |
| 2.2.1. Data Curah Hujan | 5 |
| 2.2.2. Uji Kepanggahan | 5 |
| 2.2.3. Hujan Wilayah | 7 |
| 2.2.4. Koefisien Limpasan (<i>Run-Off</i>) | 8 |
| 2.2.5. Penentuan Distribusi Hujan | 8 |
| 2.2.6. Analisis Frekuensi Hujan | 10 |
| 2.2.7. Uji Smirnov Kolmogorov | 11 |
| 2.2.8. Hidrograf Satuan Sintesis Limantara | 12 |

| | |
|---|------|
| 2.2.9. Penelusuran Banjir Dengan Metode Muskingum Cunge | 15 |
| BAB 3 METODOLOGI | |
| 3.1. Lokasi Penelitian | 19 |
| 3.2. Langkah – Langkah Penelitian | 20 |
| 3.2.1. Mengumpulkan Data dan Informasi | 20 |
| 3.2.2. Mengolah Data | 21 |
| BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1. Uji Kepanggahan Data Hujan | 23 |
| 4.2. Hujan Wilayah | 26 |
| 4.3. Penentuan Distribusi Hujan | 30 |
| 4.4. Uji Kecocokan | 32 |
| 4.5. Perhitungan Hujan Kala Ulang | 33 |
| 4.6. Pola Hujan | 35 |
| 4.7. Perhitungan Hujan Rancangan Kala Ulang | 35 |
| 4.8. Perhitungan Debit Banjir rencana | 36 |
| 4.9. Penelusuran Banjir Dengan Metode Muskingum Cunge | 44 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan | 63 |
| 5.2. Saran | 64 |
| PENUTUP | xvi |
| DAFTAR PUSTAKA | xvii |
| LAMPIRAN | ix |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Nilai Kritik Q dan R | 7 |
| Tabel 2.2. Parameter Statistik Untuk Menentukan jenis Distribusi | 9 |
| Tabel 2.3. Nilai Kritis D_0 Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov | 12 |
| Tabel 2.4. Spesifikasi Teknik HSS Limantara | 14 |
| Tabel 2.5. Rumus <i>Celerity</i> Untuk Berbagai Bentuk Sungai | 16 |
| Tabel 4.1. Data Hujan Tahunan Stasiun Hujan DAS Wuryantoro | 23 |
| Tabel 4.2. Uji Kepenggahan Pada Stasiun Pencatat Hujan Manyaran | 24 |
| Tabel 4.3. Uji Kepenggahan Pada Stasiun Pencatat Hujan Wuryantoro | 25 |
| Tabel 4.4. Uji Kepenggahan Pada Stasiun Pencatat Hujan Kedunguling | 26 |
| Tabel 4.5. Hujan Wilayah Dengan Acuan Stasiun Manyaran | 28 |
| Tabel 4.6. Hujan Wilayah Dengan Acuan Stasiun Wuryantoro | 29 |
| Tabel 4.7. Hujan Wilayah Dengan Acuan Stasiun Kedunguling | 29 |
| Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Hujan Wilayah DAS Wuryantoro | 30 |
| Tabel 4.9. Perhitungan Uji Statistik | 30 |
| Tabel 4.10. Perhitungan Uji Validitas | 31 |
| Tabel 4.11. Syarat Penentuan Jenis Distribusi | 31 |
| Tabel 4.12. Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov | 32 |
| Tabel 4.13. Perhitungan Nilai Log X Metode Log Pearson Tipe III | 33 |
| Tabel 4.14. Nilai G Untuk Periode Ulang 2, 5, 10, dan 20 Tahun | 34 |
| Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Logaritma Debit | 34 |
| Tabel 4.16. Hasil Perhitungan Anti Log Q | 34 |
| Tabel 4.17. Faktor Hujan 4 Jam | 35 |
| Tabel 4.18. Hasil Perhitungan Pola Hujan 4 jam Periode Ulang 2, 5, 10, dan 20 Tahun | 35 |
| Tabel 4.19. Hasil Perhitungan Hujan Rancangan Kala Ulang | 36 |
| Tabel 4.20. Data yang Digunakan Dalam Perhitungan Debit Rencana Metode HSS Limantara | 36 |
| Tabel 4.21. Hasil Perhitungan Titik Berat DAS Wuryantoro | 38 |
| Tabel 4.22. Unit Hidrograf Satuan Sintetik Limantara | 40 |

Tabel 4.23. Unit Hidrograf Satuan Sintetik Limantara Periode Ulang 2 Tahun 42

Tabel 4.24. Hasil Perhitungan Penelusuran Banjir Pada Pias Sungai Wuryantoro
Untuk Periode Ulang 2 Tahun 49

Tabel 4.25. Hasil Perhitungan Penelusuran Banjir Pada Pias Sungai Wuryantoro
Untuk Periode Ulang 5 Tahun 53

Tabel 4.26. Hasil Perhitungan Penelusuran Banjir Pada Pias Sungai Wuryantoro
Untuk Periode Ulang 10 Tahun 56

Tabel 4.27. Hasil Perhitungan Penelusuran Banjir Pada Pias Sungai Wuryantoro
Untuk Periode Ulang 20 Tahun 60



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Poligon Thiessen | 8 |
| Gambar 2.2. Komponen Hidrograf Aliran Permukaan Di Sungai | 15 |
| Gambar 2.3. Kurva Hubungan $\frac{\Delta x}{c \cdot \Delta t}$ dengan x | 17 |
| Gambar 3.1. Peta DAS Wuryantoro Sub DAS Bengawan Solo Hulu 3 | 19 |
| Gambar 3.2. Sungai Wuryantoro | 20 |
| Gambar 3.3. Diagram Alir Analisis Data | 22 |
| Gambar 4.1. Poligon Thiessen DAS Wuryantoro dengan Tiga Stasiun Hujan | 27 |
| Gambar 4.2. Grid pada Peta DAS Wuryantoro | 37 |
| Gambar 4.3. Jarak Titik Berat DAS dengan Outlet (L_c) | 39 |
| Gambar 4.4. Grafik Debit Banjir Periode Ulang 2 Tahun DAS Wuryantoro | 43 |
| Gambar 4.5. Kurva Hubungan $\frac{\Delta x}{c \cdot \Delta t}$ dengan x | 46 |
| Gambar 4.6. Grafik Hubungan Waktu Dengan Debit Tiap Pias Pada Periode Ulang 2 Tahun | 51 |
| Gambar 4.7. Grafik Hubungan Debit Puncak Dengan Δx Pada Periode Ulang 2 Tahun | 51 |
| Gambar 4.8. Grafik Hubungan Waktu Dengan Debit Tiap Pias Pada Periode Ulang 5 Tahun | 54 |
| Gambar 4.9. Grafik Hubungan Debit Puncak Dengan Δx Pada Periode Ulang 5 Tahun | 55 |
| Gambar 4.10. Grafik Hubungan Waktu Dengan Debit Tiap Pias Pada Periode Ulang 10 Tahun | 58 |
| Gambar 4.11. Grafik Hubungan Debit Puncak Dengan Δx Pada Periode Ulang 10 Tahun | 58 |
| Gambar 4.12. Grafik Hubungan Waktu Dengan Debit Tiap Pias Pada Periode Ulang 20 Tahun | 61 |
| Gambar 4.13. Grafik Hubungan Debit Puncak Dengan Δx Pada Periode Ulang 20 Tahun | 62 |

commit to user

DAFTAR NOTASI

| | |
|----------------------|--|
| A | = luas daerah tangkapan (km^2) |
| C | = koefisien limpasan |
| K | = konstanta waktu penyimpan (detik) |
| L | = panjang sungai (m) |
| c | = kecepatan sebuah gelombang kinematis |
| d | = tinggi curah hujan rerata areal (mm) |
| k | = jumlah data, $k = 1, 2, 3, \dots, n$ |
| n | = banyak sampel |
| t | = waktu (jam) |
| x | = faktor berat relatif (penimbang), |
| y | = curah hujan harian maksimum (mm/hari) |
| A | = luas penampang sungai (m^2) |
| A_t | = luas daerah pengaruh pos ke - n (km^2) |
| A_n | = luas wilayah (km^2) |
| A_{ni} | = tinggi hujan rata-rata tahunan di pos-pos penakar di sekitar X yang dipakai untuk mencari data X yang hilang |
| A_{nx} | = tinggi curah hujan rata-rata di X |
| b | = lebar rata-rata bawah sungai (m) |
| C_s | = koefisien kemencengan |
| C_1, C_2, C_3, C_4 | = parameter penelusuran banjir |
| d | = tinggi muka air (m) |
| D_y^2 | = simpangan baku |
| E_f | = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i |
| O_f | = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i |
| Q_d | = limpasan sesudah mencapai debit puncak (m^3/dt) |
| Q_p | = debit puncak banjir (m^3/dt) |
| Q_t | = limpasan sebelum menjadi debit puncak (m^3/dt) |
| Q_{maks} | = debit maksimum (m^3/dt) <i>commit to user</i> |

| | |
|------------|---|
| P | = keliling basah (m) |
| R | = jari-jari hidraulis (m) |
| R_o | = harga satuan (mm) |
| S_i | = standart deviasi |
| S_o | = kemiringan dasar saluran |
| S_k^* | = nilai komulatif penyimpangan |
| T | = lebar penampang sungai (m) |
| T_p | = tenggang waktu dari permukaan sampai puncak banjir (jam) |
| T_r | = lama hujan efektif yang besarnya 0,5 sampai 1 tg |
| $T_{0,3}$ | = tenggang waktu penurunan debit dari puncak sampai 30 % dari debit |
| V | = kecepatan aliran sungai (m^3/dt) |
| d_x | = tinggi curah hujan yang hilang |
| χ^2 | = Parameter <i>Chi-Kuadrat</i> terhitung |
| t_g | = waktu konsentrasi (jam) |
| \bar{y} | = curah hujan rerata maksimum, (mm/hari) |
| z | = asumsi kemiringan 1:1 |
| | = parameter hidrograf |
| Δx | = interval titik uji (m), |
| t | = interval waktu penelusuran |