

## **ANALISIS LIMPASAN LANGSUNG MENGGUNAKAN METODE NRCS – CN MODEL TERDISTRIBUSI**

### **Studi Kasus Sub Das Progo Bagian Hulu**

Fuji Astyani Hijriyah<sup>1</sup>, Puji Harsanto<sup>2</sup>, Jazaul Ikhsan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Mahasiswa (NIM. 20120110267),* <sup>2</sup>*Dosen Pembimbing I,* <sup>3</sup>*Dosen Pembimbing II*

### **ABSTRAK**

Dalam setiap analisis hidrologi maupun pengembangan kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) diperlukan data yang memadai. Data yang biasanya dipakai adalah data curah hujan, tata guna lahan, dan debit sungai. Umumnya, data curah hujan pada suatu DAS tersedia dalam rentang waktu yang cukup panjang, namun beda halnya dengan data debit aliran sungai yang tercatat pada stasiun pengukuran, biasanya tersedia lebih sedikit dibandingkan dengan data curah hujan. Oleh karena itu diperlukan satu metode yang mampu mengalihragamkan data curah hujan menjadi debit limpasan langsung. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Natural Resources Conservation Service – Curve Number (NRCS – CN)*.

Pada penelitian ini, dilakukan pengaplikasian metode *NRCS – CN* model terdistribusi pada DAS Progo Hulu dengan titik kontrol di stasiun *AWLR* Borobudur. Sifat yang paling dinamis pada DAS merupakan tata guna lahan, sehingga metode ini sangat tepat untuk diterapkan di DAS Progo Hulu, karena metode *NRCS – CN* mencerminkan pengaruh tata guna lahan pada limpasan langsung. Persamaan yang digunakan pada simulasi ini didasarkan pada data curah hujan, nilai abstraksi awal (*Initial Abstraction*), dan *Curve Number*. Untuk pengalihragaman data hujan harian menjadi jam-jaman, pada penelitian ini digunakan metode *Alternating Block Method (ABM)*. Faktor kesesuaian dari hasil pengukuran lapangan dengan hasil simulasi dinyatakan dengan indek kesesuaian yang dihitung menggunakan persamaan yang disebut *objective function*.

Hasil dari simulasi ini menunjukkan bahwa metode *NRCS – CN* dengan rumus rekomendasi *NRCS – CN* tidak cocok digunakan di DAS Progo Hulu sehingga diperlukan proses kalibrasi pada nilai lambda untuk menghasilkan nilai debit limpasan yang cukup mendekati data pengamatan *AWLR* di Stasiun Borobudur.

Kata kunci: DAS Progo Hulu, limpasan langsung, *ABM*, *CN*, *NRCS – CN* terdistribusi.

## A. PENDAHULUAN

Intensitas hujan yang terjadi pada suatu waktu sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya suatu debit pada DAS. Sehingga, hujan memiliki pengaruh terhadap besar kecilnya debit sungai. Hujan yang turun pada suatu daerah tangkapan huja, debit sungai pun menjadi bertambah dikarenakan oleh adanya limpasan langsung atau *direct runoff*.

Data curah hujan dan data debit sungai merupakan dua komponen data yang biasanya dibutuhkan dalam proses analisis hidrologi. Namun kendala yang cukup sering terjadi adalah data debit yang tidak tersedia, sedangkan data curah hujan yang tersedia sudah cukup lengkap. Maka diperlukan suatu metode yang dapat mengalihragamkan data hujan menjadi data debit limpasan langsung, salah satu metodenya adalah *Natural Resources Conservation Service - Curve Number (NRCS - CN)*. Metode *NRCS - CN* ini merupakan metode yang dapat mengalihragamkan data hujan menjadi data debit dengan memperhatikan kondisi fisik DAS seperti tata guna lahan, topografi, dll.

Sifat yang paling dinamis dalam suatu DAS merupakan tata guna lahan. Karena, tata guna lahan akan terus berubah seiring berjalannya waktu.

Penelitian ini memberikan hasil analisis limpasan langsung pada DAS Progo Hulu menggunakan metode *NRCS - CN* terdistribusi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji ulang model hidrologi metode *NRCS - CN* di DAS Progo Hulu pada tanggal 8, 20, 21 dan 22 Januari 2012.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

Metode *Natural Resources Conservation Service-Curve Number*. Metode *NRCS-CN* atau *SCS* ini dikembangkan oleh Victor Mockus pada tahun 1950. *NRCS-CN* atau *SCS* memiliki dua model berbeda yaitu model terdistribusi dan tak terdistribusi atau komposit. Menurut Harsanto (2007), model distribusi adalah model yang memperhitungkan variabilitas terhadap ruang dari parameter dan proses hidrologi.

Menghitung limpasan langsung yang lebih akurat, harus membagi DAS menjadi area-area yang lebih kecil karena faktor curah hujan, jenis tanah dan tata guna lahan yang berbeda. Untuk itu, diperlukan software yang cocok dalam analisis hidrologi yang mampu mengolah data dalam jumlah banyak dan kompleks. *ArcGIS* merupakan *software* yang dapat digunakan untuk itu. *ArcGIS* merupakan *software* yang cukup efisien untuk menyusun data yang akan digunakan dalam pemodelan hidrologi dan sangat sesuai untuk pemodelan hidrologi distribusi. Sedangkan untuk mendapatkan hujan efektif jam-jaman digunakan metode *Alternating Block Method (ABM)* dimana hujan yang jatuh dianggap tidak merata dan mendekati kejadian hujan sebenarnya.

Menurut Murtiono (2008) beberapa faktor yang mempengaruhi nilai limpasan yaitu: (1) curah hujan; meliputi lama waktu hujan, intensitas dan penyebarannya; dan (2) Karakteristik DAS meliputi: bentuk dan ukuran DAS, topografi, tanah, geologi dan penggunaan lahan.. Sehingga dalam perhitungan debit limpasan dengan metode *NRCS-CN* perlu dihitung *Curve Number (CN)*

dengan menggunakan data jenis tanah dan tata guna lahan. *Curve Number* (CN) merupakan indek yang mencerminkan potensi limpasan langsung berdasarkan kondisi penutupan lahan dan jenis tanah. Nilai CN bervariasi dari mulai 0 – 100, nilai 0 menunjukkan bahwa tidak ada air hujan yang melimpas sedangkan nilai 100 menunjukkan air hujan melimpas seluruhnya.

### C. LANDASAN TEORI

#### Siklus Hidrologi

Konsep dasar yang digunakan dalam pemodelan hidrologi adalah siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, presipitasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*outflow*).

Dalam perjalanannya ke bumi, air hujan tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan pada tumbuhan yang ada di bumi (intersepsi) dan sebagian lagi mencapai permukaan tanah. Air hujan yang tertahan oleh tumbuhan sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan mengalir melalui dahan (*stem flow*) atau jatuh dari daun (*trough fall*) hingga sampai pada permukaan tanah. Daerah tempat air hujan turun atau daerah tangkapan air hujan disebut Daerah Aliran Sungai (DAS).

DAS memiliki beragam karakteristik berupa penutupan lahan yang berpengaruh pada proses *overland flow*, *interflow* dan *baseflow*. Dengan demikian, jika ada perubahan pada jenis tanah dan penutupan lahan pada DAS tersebut, aliran yang akan terjadi pada sungai juga akan mengalami perubahan.

#### Limpasan Langsung Metode NRCS – CN

Secara umum, analisis hidrologi memerlukan data masukan hujan kawasan dari pengukuran data curah hujan di suatu DAS. Model analisis pada penelitian ini merupakan model terdistribusi, sehingga data hujan yang diperlukan adalah data kedalaman hujan tiap stasiun pada DAS yang ditinjau.

Aliran dasar atau *baseflow* merupakan aliran sungai yang terjadi selama tidak ada hujan (*rainless period*). *Baseflow* sangat dibutuhkan untuk memperkirakan kemungkinan limpasan langsung dalam analisis hidrologi. Pendekatan dilakukan untuk memperkirakan atau memisahkan aliran dasar dari aliran sungai secara berkelanjutan setiap waktu.

Dalam menentukan *Curve Number* (CN) harus memperhatikan kondisi kelembaban tanah atau *antecedent moisture conditions* (AMC). Karena limpasan langsung yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban tanah. AMC diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu AMC-I yang mewakili kondisi tanah, kelompok ini memiliki potensi limpasan langsung paling rendah, AMC-II yang mewakili tanah pada kondisi normal, kelompok ini memiliki potensi limpasan langsung rata-rata tahunan yang terjadi di berbagai DAS dan AMC-III yang mewakili kondisi tanah basah atau tanah jenuh air pada DAS, kelompok ini memiliki potensi limpasan langsung paling tinggi. Tabel nilai CN yang diberikan oleh NRCS adalah nilai CN pada kondisi normal (AMC-II). Untuk mencari nilai AMC-I dan AMC-III NRCS membuat suatu persamaan sebagai berikut :

$$CN-I = \frac{4,2 \times CN-II}{10 - 0,058 \times CN-II} \quad (1)$$

$$CN-III = \frac{23 \times CN-II}{10 - 0,13 \times CN-II} \quad (2)$$

dengan :

CN-I = Nilai CN untuk kondisi AMC-I

CN-II = Nilai CN untuk kondisi AMC-II

CN-III = Nilai CN untuk kondisi AMC-III

(Sumber : Triatmodjo, 2013)

Jenis tanah pada suatu DAS akan mempengaruhi terjadinya limpasan langsung, maka jenis tanah harus dipertimbangkan dalam proses analisis limpasan langsung. Jenis tanah DAS Progo Hulu di asumsikan termasuk kedalam kelompok tanah B yaitu jenis tanah yang memiliki potensi limpasan langsung sedang.

*NRCS-CN* mengemukakan hubungan curah hujan dengan limpasan langsung adalah sebagai berikut :

$$Pe = \frac{(P_d - I_a)^2}{(P_d - I_a) + S} \quad (3)$$

dengan :

$Pe$  = Limpasan langsung

$P_d$  = Hujan harian

$I_a$  = Abstraksi awal

$S$  = Potensial maksimum penahan air

(Sumber : Harsanto, 2007)

Abstraksi awal (*Initial abstraction, I<sub>a</sub>*) terdiri dari air yang tertahan oleh cekungan permukaan tanah, air yang terintersepsi oleh tumbuh-tumbuhan, evaporasi dan infiltrasi (Harsanto, 2007) yang akan memengaruhi kemungkinan terjadinya limpasan langsung. Parameter potensi penahan air ( $S$ ) adalah variabel yang tergantung pada variasi jenis tanah, tataguna lahan dan kelembaban tanah (Neitsch *dkk.*, 2002). Persamaan yang digunakan dalam menghitung nilai  $S$  dan  $I_a$  adalah sebagai berikut :

$$S = 25,4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (4)$$

$$I_a = \lambda \times S \quad (5)$$

dengan :

$S$  = Parameter retensi

$CN$  = *Curve Number*

$I_a$  = Abstraksi awal

$\lambda$  = Rasio abstraksi, berkisar antara 0 sampai 0,3

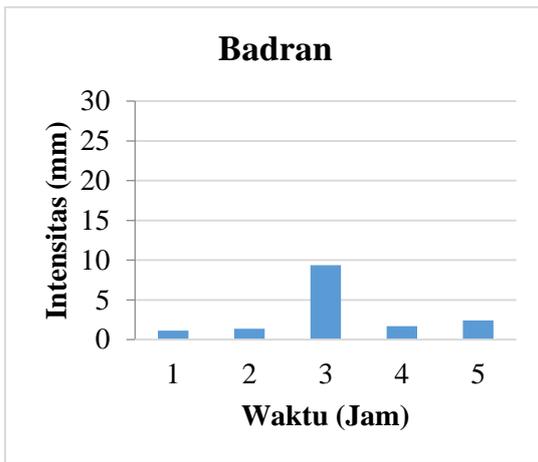
(Sumber : Harsanto, 2007)

## D. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang sudah ada pada lokasi dan waktu yang sama. Penelitian ini meninjau DAS Progo Hulu dengan lokasi stasiun *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) di Stasiun AWLR Borobudur. Ruas sungai yang dijadikan sebagai objek penelitian ini adalah ruas sungai Progo sepanjang 68 km dari hulu dengan hilir sungai berada di daerah stasiun AWLR Borobudur.

Data sekunder yang terkumpul tersebut data curah hujan, data debit pengukuran AWLR di stasiun Borobudur, peta DAS Progo, peta Topografi, peta tata guna lahan, peta poligon *Thiessen* DAS Progo hulu. Data curah hujan dan data debit aliran sungai pengukuran di stasiun AWLR Borobudur diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum Balai Besar Wilayah Sungai (KPU-BBWS) Serayu-Opak. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian dan debit aliran sungai di stasiun AWLR Borobudur pada bulan Januari 2012.

Data yang tersedia untuk digunakan dalam analisis ini hanya data hujan harian, sehingga perlu diperkirakan kedalaman hujan jam-jaman. *ABM* adalah cara sederhana untuk membuat *hyetograph* sederhana dari kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) (Chow et al., 1988 (dalam Triatmodjo 2006)).



Gambar 1. *Hyetograph* hujan efektif stasiun badran tanggal 8 Januari 2012

## E. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemisahan *Baseflow* dan Limpasan Langsung

Hidrograf memiliki dua komponen, yaitu *baseflow* dan debit limpasan langsung, maka untuk mengetahui debit ukur limpasan langsung perlu adanya pemisahan antara *baseflow* dan limpasan langsung. Proses pemisahan hidrograf *baseflow* dari hidrogra debit aliran sungai jam-jaman dari pengukuran *AWLR* pada penelitian ini menggunakan model pendekatan grafik, yaitu dengan membuat garis lurus dari titik dimana aliran langsung mulai terjadi hingga pada akhir aliran langsung.

### Penentuan nilai *Curve Number*

Proses awal penentuan nilai *Curve Number (CN)* dilakukan dengan menggunakan peta *landuse* dan peta DAS Progo Hulu sebagai data masukan. Kedua data tersebut diolah menggunakan fitur *Clip* pada perangkat lunak *ArcMap V.10*.

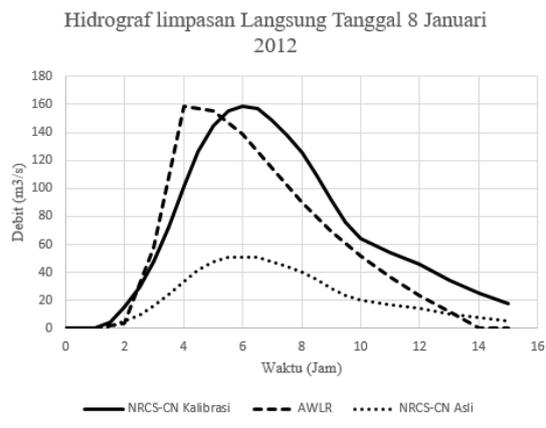
Hasil dari data baru tersebut berupa luasan tertentu dalam DAS yang

mempunyai jenis penutupan lahan tertentu. Untuk data tekstur tanah sendiri, DAS Progo Hulu dikelompokkan dalam satu jenis tanah yaitu kelompok B dalam *Hydrologic Soil Groups*. Penentuan nilai *CN-II* untuk seluruh wilayah di DAS progo hulu yaitu berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh *NRCS*.

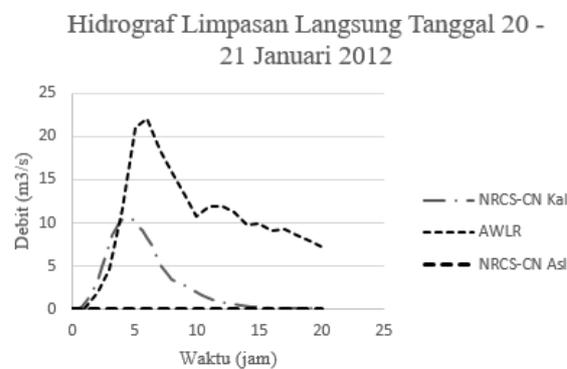
### Simulasi Limpasan Langsung Metode *NRCS – CN*

Penentuan distribusi hujan diperlukan data durasi hujan, pada penelitian ini digunakan parameter *T<sub>p</sub>* (jam), yaitu lama waktu dari mulai hujan hingga ke puncak hujan. Nilai *T<sub>p</sub>* diambil dari grafik pengamatan hujan dan di rata-ratakan untuk satu minggu. Untuk tanggal 8 Januari 2012 diambil nilai *T<sub>p</sub>* sebesar 5 jam dan untuk tanggal 20 – 22 Januari 2012 diambil nilai *T<sub>p</sub>* sebesar 4 jam.

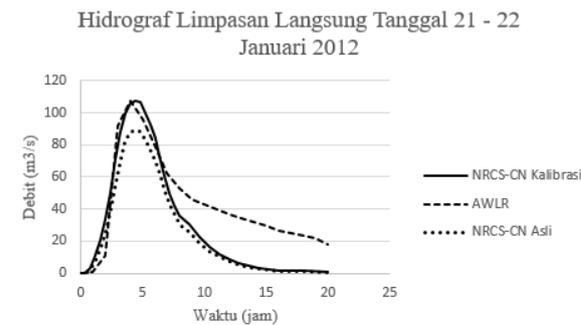
Pada simulasi ini pun dilakukan proses kalibrasi. Karena, perbandingan Antara hidrograf hasil pengukuran *AWLR* dan analisis *NRCS-CN* memiliki penyimpangan yang cukup jauh. Kalibrasi dilakukan pada nilai rasio *initial abstraction (λ)*. Nilai rasio *initial abstraction (λ)* merupakan konstanta yang selalu berubah dari waktu ke waktu. Hal ini disebabkan rasio *initial abstraction* merupakan perbandingan antara (*initial abstraction*) *I<sub>a</sub>* dan parameter retensi, *S*. Kalibrasi nilai  $\lambda$  ini bertujuan untuk menghasilkan pemodelan yang mendekati debit pengukuran *AWLR*, sehingga dicari nilai  $\lambda$  yang cocok. Pada penelitian ini debit limpasan dianalisis menggunakan parameter asli *NRCS – CN* yaitu lambda sebesar 0,2 dan melakukan kalibrasi pada nilai lambda dengan harapan hasil keluarannya dapat mendekati debit limpasan ukur *AWLR*.



Gambar 2. Kondisi Hujan 1



Gambar 3. Kondisi Hujan 2



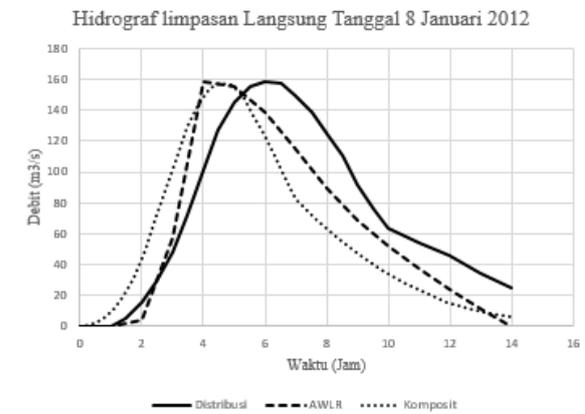
Gambar 4. Kondisi Hujan 3

Berdasarkan grafik *coefficient of determination* ( $R^2$ ) Antara debit hasil simulasi dan hasil pengamatan, semua hasil simulasi menghasilkan nilai  $R^2$  yang cukup mendekati angka 1, yaitu didapat 0,849 untuk kondisi hujan 1, 0,2154 dan 0,8289 untuk kondisi hujan 2 dan 3. Hasil ini menunjukkan bahwa data *output* dari analisis *NRCS-CN*

terdistribusi kondisi hujan 2 tidak mendekati hasil pengamatan *AWLR*.

Menurut Harto (1993), penyimpangan pada hidrograf terjadi karena metode Snyder mengandung beberapa empiric yang dikembangkan di daerah *Appalachian* di Amerika yang kurang sesuai dengan keadaan di Indonesia.

### Perbandingan dengan *NRCS - CN* komposit untuk kondisi hujan 1



Gambar 4. Perbandingan antara *NRCS - CN* terdistribusi dan komposit untuk kondisi hujan 1

Hasil dari kedua model tersebut hampir sama dengan pengukuran *AWLR* di lapangan, namun pada model terdistribusi masih ada penyimpangan pada  $T_p$ . Hal ini terjadi karena parameter yang di kalibrasi pada model terdistribusi hanya satu, yaitu nilai  $\lambda$ .

## F. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang analisis limpasan langsung dengan model terdistribusi menggunakan metode *NRCS-CN* dengan lokasi penelitian DAS Progo Hulu, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil keluaran dari penelitian ini, maka analisis limpasan langsung menggunakan metode *NRCS - CN* terdistribusi

dengan rumus rekomendasi *NRCS - CN* tidak cocok digunakan di DAS Progo Hulu, sehingga perlu adanya kalibrasi pada nilai lambda.

2. Pada parameter asli lambda bernilai 0,2 untuk kondisi hujan 2 tidak terjadi limpasan langsung sehingga korelasi pun tidak ada. Sedangkan setelah kalibrasi nilai  $\lambda$  sebesar 0,0045, 0,0001 dan 0,137 pada kondisi hujan 1, 2 dan 3 didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,849, 0,2154 dan 0,8289 untuk masing-masing kondisi hujan.
3. Pada perbandingan antara simulasi terdistribusi dan tak terdistribusi, menunjukkan bahwa model tak terdistribusi hasilnya lebih baik dibandingkan dengan model terdistribusi. Hal ini terbukti dari nilai  $R^2$  yang dihasilkan, untuk debit limpasan *NRCS - CN* Komposit sebesar 0,875 sedangkan untuk *NRCS - CN* terdistribusi sebesar 0,849.

## G. SARAN

Adapun untuk saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kembali analisis limpasan langsung dengan data curah hujan harian lainnya dengan jangka waktu yang lebih panjang.
2. Pada analisis selanjutnya, nilai  $T_p$  di tiap stasiun agar lebih di perhatikan.

## H. DAFTAR PUSTAKA

Murtiono, Ugro Hari. 2008. *Kajian Model Estimasi Volume Limpasan Permukaan, Debit Puncak Aliran dan Erosi Tanah dengan Model Soil Conservation Service (SCS), Rasional dan Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE)*. Surakarta;

Kelompok Peneliti Konservasi Tanah dan Air (KTA) Balai Penelitian Kehutanan Solo.

Mockus, Victor. 1972. *Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall*.

Harsanto, Puji. 2007. *Analisis Limpasan Langsung dengan Model Distribusi dan Komposit* (tesis). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Palar, Ronaldo Toar. 2013. *Studi Perbandingan Antara Hidrograf SCS (Soil Conservation Service) dan Metode Rasional Pada DAS Tikala*. Sulawesi Utara: Universitas Sam Ratulangi.

Sofan, Parwati. 2014. *Estimasi Limpasan Permukaan Dari Data Satelit Untuk Mendukung Peringatan Dini Bahaya Banjir Di Wilayah Jabodetabek (Satellite Based Surface Runoff Estimation for Supporting The Flood Early Warning System in Jabodetabek)*. Peneliti Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana Alam, Lapan.

Triatmodjo, Bambang. 2013. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Alamsyah, Barep. 2015. *Analisis Limpasan Langsung Menggunakan Metode NRCS - CN* (Tugas Akhir). Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Furey, P. R., dan Gupta, V.K. 2001. A Physically Based Filter for Separating Baseflow from Steamflow Time Series. *Water Resources Research*. Vol 37 (11): 2709 - 2722. U.S.A: University of Colorado.

Smadi, M. (1998). *Incorporating Spatial and Temporal Variation of Watershed Response in a Gis-Based Hydrologic Model*. Tesis. Master

*Tugas Akhir*

*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 30 April 2016*

Science in Biological Systems  
Engineering Virginia Polytechnic  
Institute and State University,  
Blacksburg, Va.

