

MODEL HIDROGRAF BANJIR NRCS CN MODIFIKASI

Puji Harsanto¹, Jaza'ul Ikhsan², Barep Alamsyah³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

*Email: puji_hr@umy.ac.id

Abstrak

Ketersediaan data hidrograf banjir pada suatu sungai sampai saat ini masih menjadi permasalahan dalam bidang keairan. Sungai Progo merupakan sungai terbesar di DIY. Data hidrograf banjir yang ada di sungai ini juga terbatas dibanding dengan data hujan yang ada di DAS dan sekitarnya. Pentingnya data hidrograf dalam pengelolaan sumber daya air sungai, maka perlu membuat suatu model transformasi hujan menjadi debit sungai. Dalam penelitian ini diaplikasikan metode hujan limpasan SCS CN yang dimodifikasi. Manfaat dari penelitian ini dapat digunakan untuk membangkitkan hidrograf banjir jam-jaman pada suatu sungai yang tidak terdapat pengukuran debitnya. Hasil dari penelitian ini metode SCS CN dapat diaplikasikan di Indonesia dengan nilai koefisien abstraksi sebesar 0.13. Hasil penelitian menunjukkan kebenaran model dengan data pengukuran adalah 0.87.

Kata kunci: DAS Progo, hidrograf, hujan jam-jaman, curve number, metode NRCS-CN

1. PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai ketersediaan data debit aliran sungai merupakan masalah yang sering ditemui dalam analisis hidrologi. Menurut Smadi (1998) perancangan berbagai macam bangunan air seperti bendungan, tanggul, dan gorong-gorong membutuhkan dua parameter dari data hidrograf yaitu debit puncak dan waktu puncak hidrograf. Jika data curah hujan lebih lengkap dibandingkan dengan data debit aliran sungai, maka data debit aliran sungai tiruan dapat dihasilkan menggunakan sebuah model hubungan antara curah hujan dengan limpasan langsung dari data curah hujan yang tersedia.

Salah satu metode dalam mengubah data curah hujan menjadi debit limpasan langsung melalui sistem DAS adalah metode *Natural Resources Conservation Service-Curve Number (NRCS-CN)* (Smadi, 1998). *Curve number (CN)* adalah sebuah indek yang berbasis parameter kondisi suatu DAS (SCS, 1972). Penelitian ini memberikan hasil analisis limpasan langsung pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Progo Hulu menggunakan metode *NRCS-CN*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengkaji model hidrologi *NRCS-CN* dalam memberikan hasil debit limpasan langsung di DAS Progo Hulu dan mengkaji metode Kirpich dalam menghasilkan nilai *Time of Concentration (T_c)* jika diterapkan di DAS Progo Hulu.

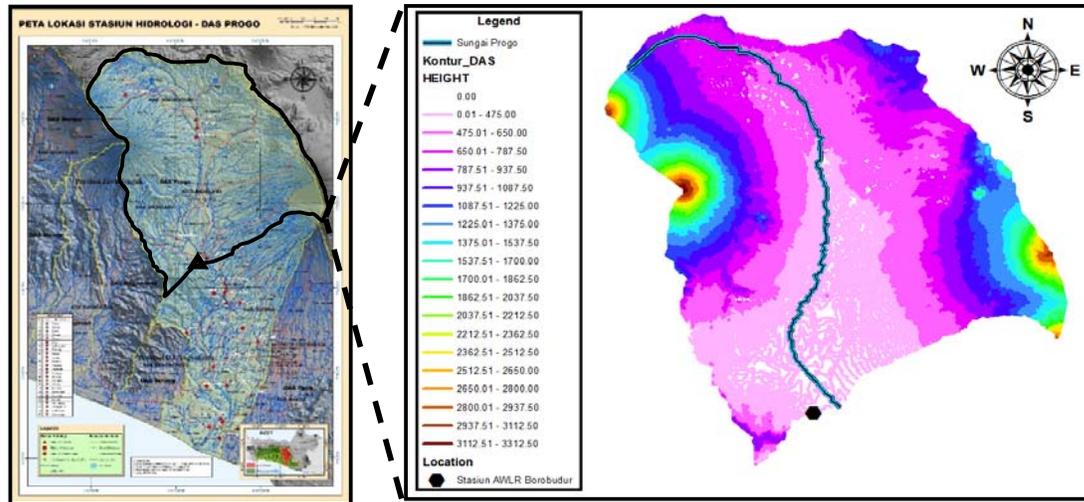
2. METODOLOGI

2.1 Pengumpulan Data Debit dan Hujan

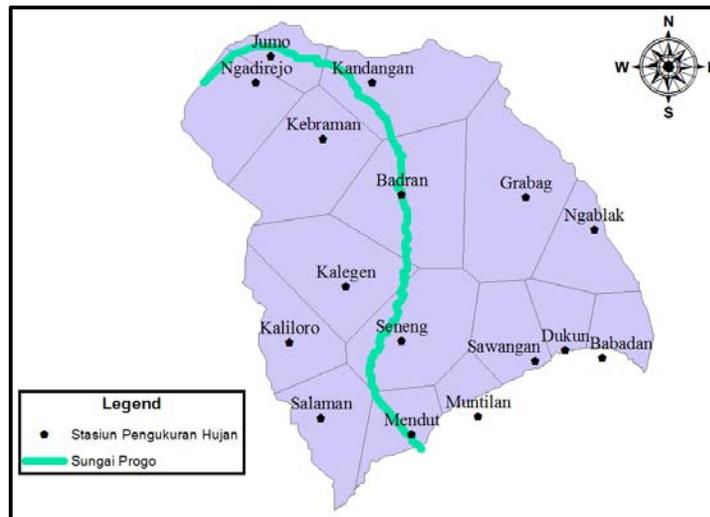
Penelitian ini meninjau lokasi DAS Progo Hulu yang merupakan sub-DAS Progo dengan lokasi stasiun *Automatic Water Level Recorder (AWLR)* di Stasiun *AWLR* Borobudur dengan menggunakan data pada bulan Januari 2012 yang meliputi data hujan harian, data debit harian, data muka air harian, dan data tataguna lahan. DAS Progo Hulu dibatasi melalui igir-igir yang mengelilingi Sungai Progo dimulai dari Stasiun *AWLR* Borobudur hingga garis batas DAS Progo Hulu terhubung dengan garis batas DAS Progo. Ruas sungai yang dijadikan sebagai objek penelitian adalah ruas Sungai Progo sepanjang ± 68 km dari hulu dengan hilir sungai berada di daerah Stasiun *AWLR* Borobudur. Peta lokasi DAS Progo Hulu dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

Data curah hujan diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum-Balai Besar Wilayah Sungai (KPU-BBWS) Serayu-Opak. Gambar 2 menunjukkan peta sebaran lokasi stasiun pengukuran hujan di lokasi penelitian yang berpengaruh di DAS Progo Hulu dan memiliki kelengkapan data curah hujan di DAS Progo Hulu pada bulan Januari 2012. Penelitian ini menggunakan data pengukuran debit aliran sungai di *AWLR* Borobudur yang diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum-Balai Besar Wilayah Sungai (KPU-BBWS) Serayu-Opak. Lokasi Stasiun *AWLR* Borobudur ini sebagai

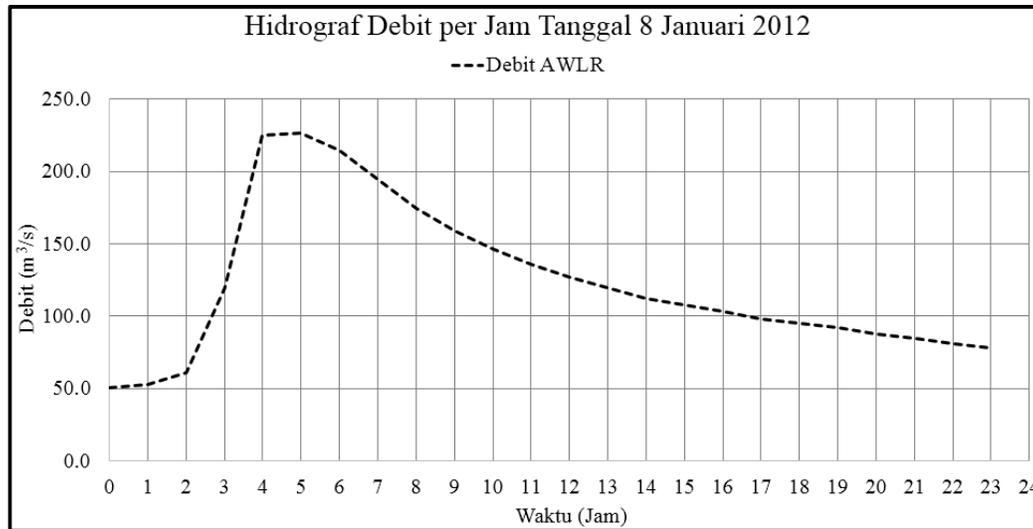
ujung hilir DAS Progo Hulu atau *outlet* di DAS Progo Hulu. Data debit aliran sungai yang digunakan adalah data debit aliran sungai yang tercatat pada tanggal 8 Januari 2012 di stasiun *AWLR* Borobudur. Hidrograf debit aliran sungai jam-jaman di Stasiun *AWLR* Borobudur pada tanggal 8 Januari 2012 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di DAS Progo Hulu (Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Balai Besar Wilayah Sungai Serayu-Opak)



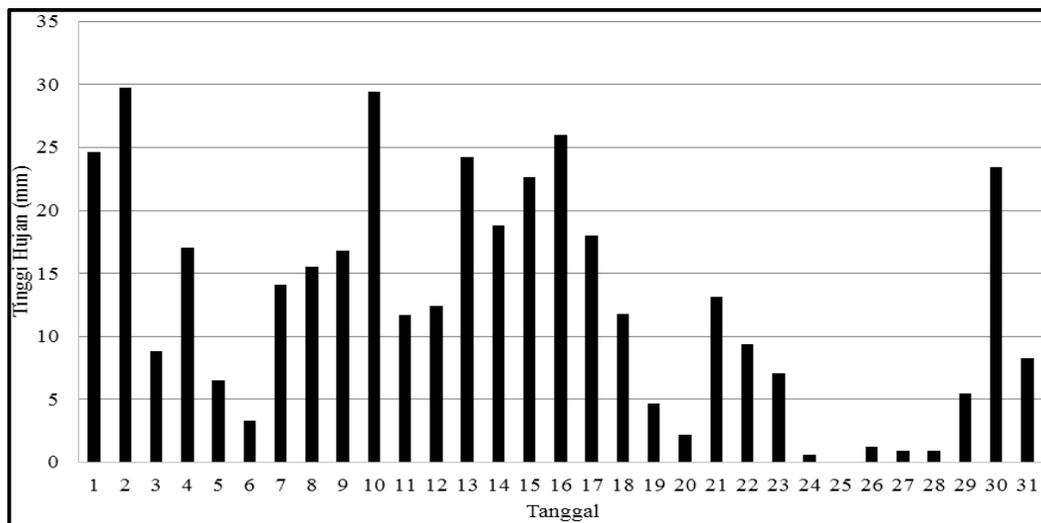
Gambar 2. Peta sebaran lokasi stasiun pengukuran hujan di DAS Progo Hulu



Gambar 3. Hidrograf debit aliran sungai jam-jaman di Stasiun AWLR Borobudur pada tanggal 8 Januari 2012 (Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Balai Besar Wilayah Sungai Serayu-Opak)

2.2 Hujan Kawasan DAS Progo Hulu

Analisis hidrologi pada penelitian ini mengubah hujan titik menjadi hujan kawasan menggunakan *Thiessen Polygon Method*. Grafik kedalaman hujan kawasan di DAS Progo Hulu pada bulan Januari tahun 2012 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kedalaman hujan kawasan di DAS Progo Hulu pada bulan Januari tahun 2012

2.3 Time of Concentration (Tc)

Time of Concentration (Tc) adalah waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk mengalir dari titik terjauh di dalam DAS sampai titik yang ditinjau (Triatmodjo, 2014). Nilai *Tc* pada penelitian ini diperoleh dengan menggunakan persamaan *Tc* metode Kirpich. Data masukan yang digunakan dalam persamaan *Tc* metode Kirpich adalah panjang sungai dan kemiringan sungai dengan persamaan sebagai berikut :

$$T_c = \frac{0,06628 \times L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (1)$$

dengan :

T_c = Time of Concentration (jam)

L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km)

S = Kemiringan lahan antara elevasi maksimum dan minimum

(Sumber : Triatmodjo, 2014)

2.4 IDF (Intensitas Durasi Frekuensi)

Analisis Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) dilakukan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan data hujan titik (satu stasiun pencatat hujan) (Triatmodjo, 2014). Grafik IDF (Intensitas Durasi Frekuensi) pada penelitian ini menggunakan metode *Mononobe*. Data yang digunakan adalah data hujan kawasan dengan durasi jam-jaman selama 24 jam, maka diperoleh grafik IDF selama durasi 24 jam dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

dengan :

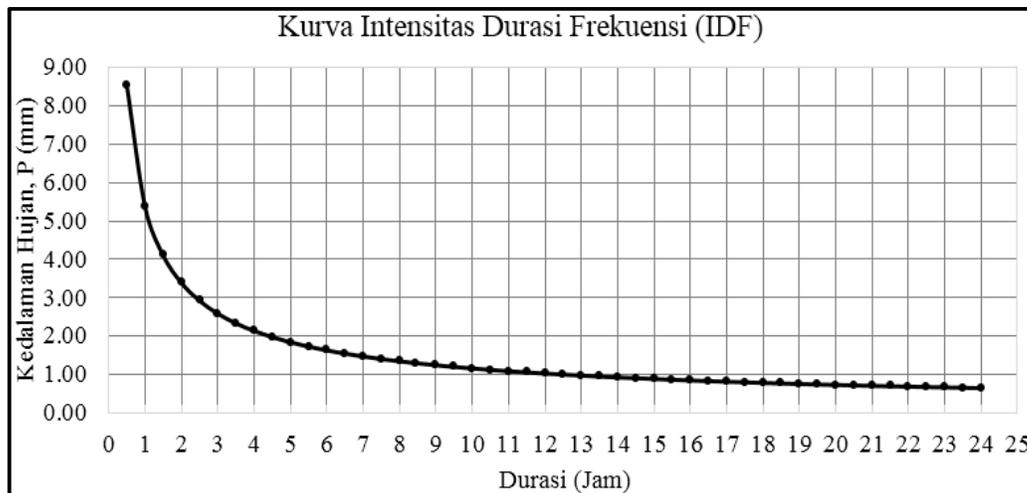
I_t = Intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

t = Lamanya curah hujan (jam)

(Sumber : Triatmodjo, 2014)

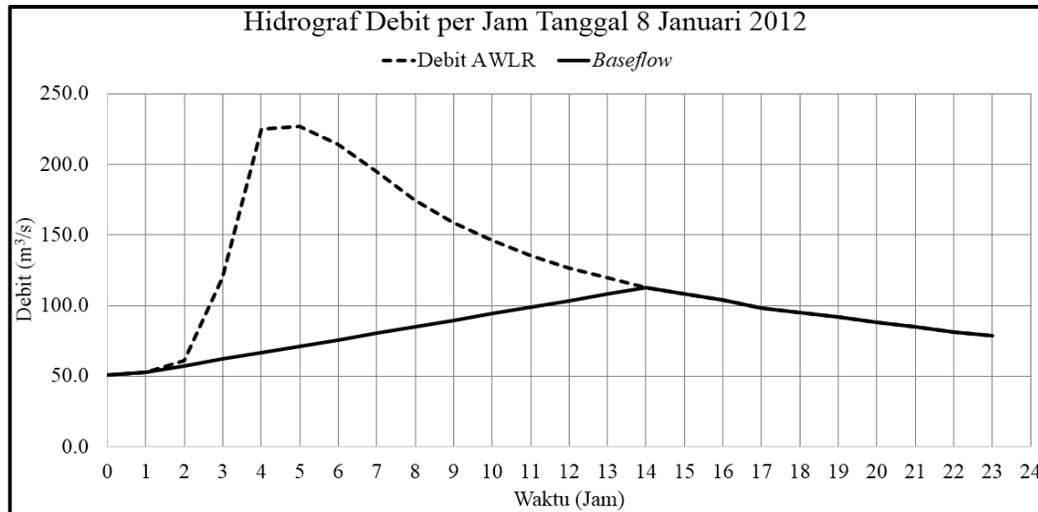
Kurva IDF metode *Mononobe* selama durasi waktu 24 jam di DAS Progo Hulu pada tanggal 8 Januari 2012 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva IDF metode *Mononobe* selama durasi waktu 24 jam di DAS Progo hulu pada tanggal 8 Januari 2012

2.5 Aliran Dasar Sungai Progo di DAS Progo Hulu

Proses pemisahan hidrograf debit aliran dasar dari hidrograf debit aliran sungai jam-jaman pengukuran *AWLR* menggunakan pendekatan grafik (*graphical approach*) yakni membuat garis pemisah dengan titik awal dari garis pemisah merupakan titik debit terendah pada awal grafik debit mulai meningkat, sedangkan titik akhir dari garis pemisah merupakan titik dimana grafik sisi turun mulai berubah atau berbelok. Hidrograf debit aliran dasar (*baseflow*) jam-jaman pada tanggal 8 Januari 2012 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hidrograf debit aliran dasar (*baseflow*) jam-jaman pada tanggal 8 Januari 2012

2.6 Penentuan Nilai CN DAS Progo Hulu

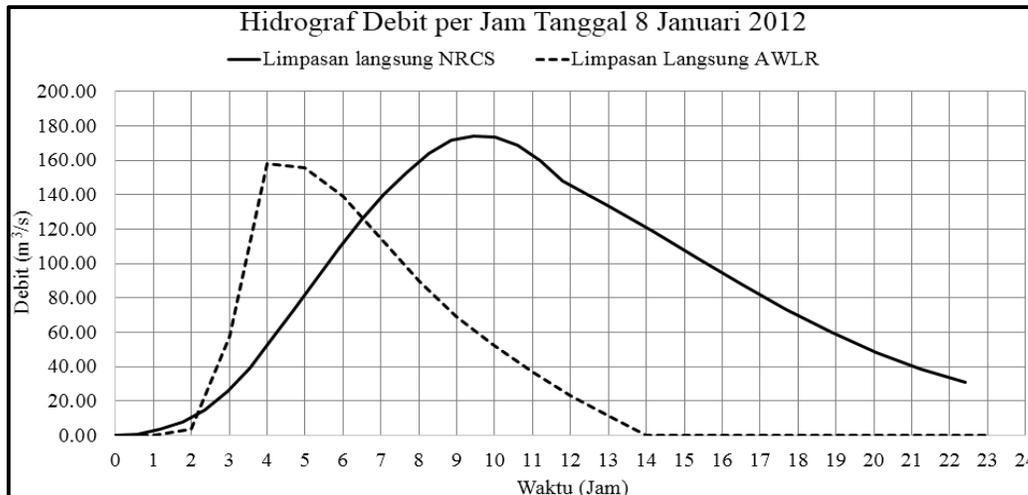
Proses penentuan nilai *CN* dilakukan dengan menggunakan peta tataguna lahan dan peta DAS Progo Hulu sebagai data masukan. *Analysis Tools Clip* pada *software ArcMap V.10* digunakan dalam proses membuat irisan dari peta tataguna lahan dan peta DAS Progo Hulu. Data tekstur tanah untuk seluruh wilayah di DAS Progo Hulu dikelompokkan dalam satu jenis tanah yaitu kelompok B dalam *Hydrologic Soil Groups*, maka luasan dan nilai *CN* di DAS Progo Hulu identik dengan tataguna lahan saja. Hasil nilai *Curve Number* simulasi di DAS Progo Hulu pada tanggal 8 Januari 2012 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai *Curve Number* simulasi di DAS Progo Hulu pada tanggal 8 Januari 2012

No	Tataguna Lahan	Luas (m ²)	Persentase (%)	Faktor Pembobot	CN-II	CN-III	CN-III Komposit
1	SAWAH TADAH HUJAN	339557214.1	22.614	0.2261	73.0	86.1	19.48
2	PEMUKIMAN	230624947.5	15.360	0.1536	85.0	92.9	14.27
3	KEBUN	433467591.8	28.869	0.2887	65.0	81.0	23.39
4	SAWAH	228748200.5	15.235	0.1523	73.0	86.1	13.12
5	TANAH LADANG	174159647.4	11.599	0.1160	86.0	93.4	10.83
6	AIR TAWAR	6419061.9	0.428	0.0043	100.0	100.0	0.43
7	RUMPUT	20984197.9	1.398	0.0140	69.0	83.7	1.17
8	BELUKAR	61963495.5	4.127	0.0413	72.0	85.5	3.53
9	GEDUNG	857211.6	0.057	0.0006	92.0	96.4	0.06
10	TANAH BERBATU	455296.9	0.030	0.0003	77.0	88.5	0.03
11	HUTAN	4265215.1	0.284	0.0028	60.0	77.5	0.22
Jumlah		1501502080.2	100.0	1.0			86.52

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

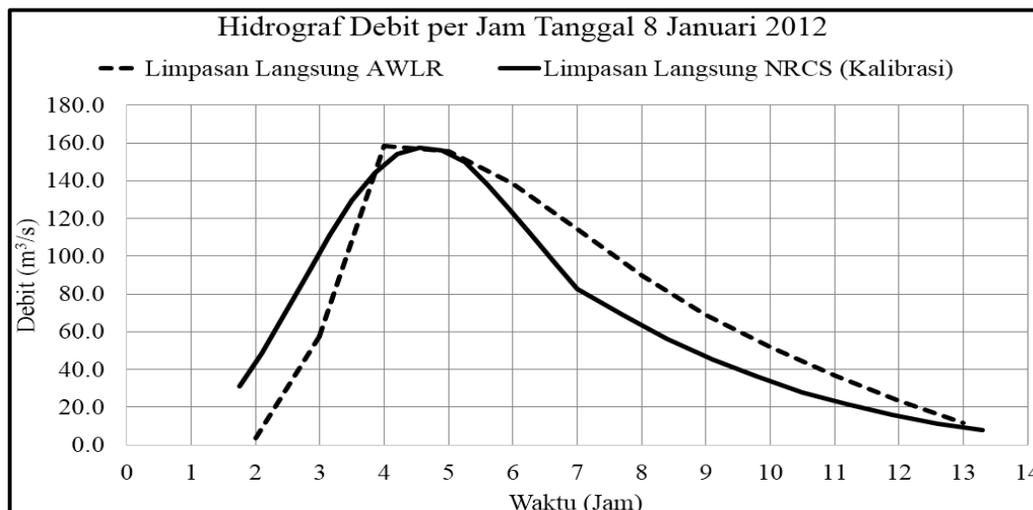
Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini merupakan simulasi limpasan langsung dengan model komposit metode *NRCS-CN* di DAS Progo Hulu. Debit puncak limpasan langsung metode *NRCS-CN* yang diperoleh dari simulasi adalah sebesar 174,09 m³/s dengan nilai *Tc* adalah 9 jam, sedangkan debit puncak limpasan langsung hasil pengamatan *AWLR* adalah sebesar 158,3 m³/s dengan nilai *Tc* adalah 5 jam. Hidrograf limpasan langsung analisis metode *NRCS-CN* dan hidrograf limpasan langsung pengamatan *AWLR* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hidrograf limpasan langsung analisis NRCS-CN dan hidrograf limpasan langsung pengamatan AWLR

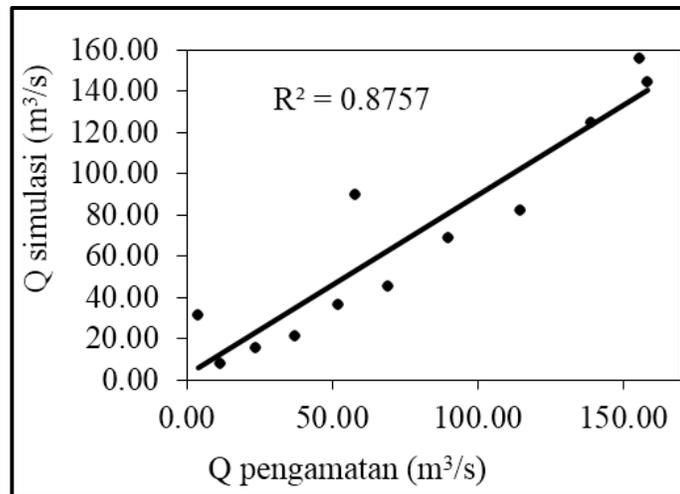
Penyimpangan yang cukup besar antara kedua hidrograf ini dapat dipahami karena memang metode Kirpich mengandung beberapa koefisien empirik yang dikembangkan di daerah yang kurang sesuai dengan keadaan di DAS Progo Hulu terutama di Indonesia. Harto (1993) melakukan pengujian hidrograf satuan sintetik metode Snyder pada beberapa sungai di Pulau Jawa, ternyata bahwa persamaan-persamaan Snyder menunjukkan penyimpangan yang besar. Penyimpangan hidrograf terjadi karena metode Snyder mengandung beberapa koefisien empirik yang dikembangkan di daerah *Appalachian* di Amerika yang kurang sesuai dengan keadaan di Indonesia.

Proses kalibrasi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil hidrograf analisis yang mendekati dengan hidrograf pengamatan *AWLR*. Kalibrasi dilakukan terhadap nilai λ dan nilai T_c . Hasil kalibrasi data menghasilkan nilai λ adalah sebesar 0,1403 dan nilai T_c disesuaikan dengan nilai T_c dari hidrograf limpasan langsung pengamatan *AWLR* yakni sebesar 5 jam dan menghasilkan kedalaman hujan, P adalah sebesar 1,84 mm yang diperoleh dari grafik IDF metode Mononobe. Hasil perbandingan hidrograf limpasan langsung metode *NRCS-CN* kalibrasi dan hidrograf limpasan langsung pengamatan *AWLR* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil hidrograf limpasan langsung metode NRCS-CN kalibrasi dan hidrograf limpasan langsung pengamatan AWLR

Kedekatan hasil simulasi limpasan langsung metode *NRCS-CN* kalibrasi dan limpasan langsung pengamatan *AWLR* dapat dilihat dari *plotting data* hasil simulasi limpasan langsung metode *NRCS-CN* kalibrasi dan limpasan langsung pengamatan *AWLR* seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Melihat grafik *coefficient of determination* (R^2) dimana *plot data* antara data debit limpasan langsung metode *NRCS-CN* kalibrasi dan debit limpasan langsung pengamatan *AWLR* sebagian besar mendekati garis *linier trendline*. Hasil simulasi menghasilkan nilai R^2 yang mendekati angka 1 yaitu sebesar 0,8757. Hasil dari nilai *coefficient of determination* (R^2) menunjukkan bahwa model hidrologi metode *NRCS-CN* menghasilkan data keluaran yang mendekati data pengamatan *AWLR* dan dapat diterapkan di DAS Progo Hulu.



Gambar 9. Coefficient of determination simulasi dan pengamatan pada tanggal 8 Januari 2012

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian analisis limpasan langsung dengan model komposit menggunakan metode *Natural Resources Conservation Service-Curve Number (NRCS-CN)* di Daerah Aliran Sungai (DAS) Progo Hulu, memperoleh beberapa kesimpulan, antara lain :

- Model hidrologi hasil analisis *NRCS-CN* memberikan hasil yang mendekati dengan debit limpasan langsung pengamatan *Automatic Water Level Recorder (AWLR)*, hal ini dapat dilihat dari nilai *coefficient of determination* (R^2) yaitu sebesar 0,8757. Hasil simulasi menghasilkan nilai R^2 mendekati angka 1 yang berarti bahwa model hidrologi metode *NRCS-CN* menghasilkan data debit limpasan langsung yang mendekati hasil data pengamatan *AWLR* dan metode *NRCS-CN* dapat diterapkan di DAS Progo hulu.
- Metode Kirpich tidak sesuai jika diterapkan di DAS Progo hulu, hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan nilai T_c dengan menggunakan metode Kirpich adalah 9 jam, hasil ini menyimpang dari nilai T_c dari pengamatan di Stasiun *AWLR* Borobudur yakni sebesar 5 jam. Penyimpangan ini diakibatkan oleh beberapa koefisien empirik dalam metode Kirpich dikembangkan di daerah yang kurang sesuai dengan keadaan di DAS Progo hulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, Br.S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Smadi, M. (1998). Incorporating Spatial and Temporal Variation of Watershed Response in a Gis-Based Hydrologic Model. *Tesis*. Master of Science In Biological Systems Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA
- Triatmodjo, B. (2014). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset
- USDA Soil Conservation Service. (1972). *National Engineering Handbook Section 4 : Hydrology*. U.S.A.