

Analisis Hidrograf Banjir dengan Metode Snyder dan GAMA di Sungai Progo Hulu

Flood Hydrograph Analysis Using Snyder and Gama methods at Upstream Basin of Progo River

Alfa Leria Pondaag, Puji Harsanto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Hidrograf merupakan diagram/kurva yang menggambarkan hubungan antara parameter aliran debit dan waktu. Sungai yang tidak ada data pengukuran debit dalam waktu yang panjang, metode pengalihragam dari hujan menjadi debit sungai menjadi hal yang lazim dilakukan untuk mendapatkan debit banjir rancangan. HSS menjadi salah satu metode yang digunakan dalam analisis banjir rancangan. Penelitian ini menguji analisis hidrograf banjir dengan Metode *Snyder* dan Metode GAMA dengan grafik limpasan langsung dari stasiun AWLR Borobudur. Hasil penelitian yang didapat adalah sebagian besar nilai debit yang diperoleh dari analisis Metode GAMA dengan parameter asli lebih besar dari nilai debit limpasan langsung, untuk nilai debit puncak (Q_p) = 27,164 m³/d yang diperoleh dari pengamatan, sedangkan besar nilai debit yang diperoleh dari analisis Metode *Snyder* dengan parameter asli lebih besar, untuk debit puncak (Q_p) = 12,971 m³/d dari hasil pengamatan. Dan dari hasil proses modifikasi, nilai parameter C_p Snyder sama dengan 0,15, serta nilai parameter dari metode GAMA, untuk nilai konstanta pada persamaan Q_p adalah sama dengan 9,7.

Kata-kata kunci : Progo Hulu, limpasan langsung, metode Snyder, metode GAMA, hidrograf banjir.

Abstract. Hydrograph is a diagram / curve that illustrates the relationship between discharge flow parameters and time. The river that has no discharge measurement data in a long time, the method of switching from rain to river discharge is a common thing to do to get a design flood discharge. HSS is one of the methods used in the design flood analysis. This study tested the flood hydrograph analysis with Snyder Method and GAMA Method with direct runoff graph from Borobudur AWLR station. The results obtained are most of the discharge values obtained from the analysis of the GAMA Method with the original parameters is greater than the value of direct runoff discharge, for the peak discharge value (Q_p) = 27.164 m³ / d obtained from observations, while the value of the discharge obtained from Snyder Method analysis with greater original parameters, for peak discharge (Q_p) = 12,971 m³ / d from observations. And from the results of the modification process, the Snyder C_p parameter value is equal to 0.15, and the parameter value of the GAMA method, for the constant value in the Q_p equation is equal to 9.7.

Keywords : Upstream Progo, direct runoff, Snyder method, GAMA method, flood hydrograph.

1. Pendahuluan

Pengalihragaman data curah hujan menjadi perkiraan debit aliran dapat dilakukan dengan membuat hidrograf banjir menggunakan metode *Snyder* dan metode GAMA. Pada penelitian ini, menganalisis hidrograf banjir dari data curah hujan Sub DAS Progo hulu dengan lokasi pengamatan DAS Borobudur dan membandingkannya dengan grafik data limpasan langsung dari stasiun AWLR Borobudur, dikarenakan hasil analisis hidrograf banjir dengan metode Snyder dan

GAMA hanya berupa perkiraan dari bentuk grafik limpasan langsung sebenarnya, maka dapat dilakukan modifikasi pada parameter/persamaan metode *Snyder* maupun GAMA apabila model hidrograf tidak sesuai dengan model grafik debit limpasan langsung.

Menurut Hoffmeister dan Weisman (1977) Metode *Snyder* dengan modifikasi cukup akurat untuk hidrograf hujan tunggal. Hidrograf satuan sintetik (HSS) merupakan hidrograf satuan yang diturunkan utamanya berdasarkan karakteristik DAS dan

dikembangkan untuk memperkirakan hidrograf banjir pada sungai-sungai atau DAS yang tidak memiliki data rekaman debit (banjir). Beberapa HSS yang telah dikembangkan dan digunakan secara luas di Indonesia, diantaranya HSS *Snyder*, *Nakayasu*, dan GAMA (Tunas dkk., 2015).

Rapar dkk. (2014) menyatakan bahwa untuk perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, bangunan air perlu dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan besaran banjir rencana. Robot dkk. (2014) analisis debit banjir rencana menggunakan metode HSS GAMA, HSS Limantara, dan analisis frekuensi. Nilai dari analisis menggunakan metode HSS akan dibandingkan dengan metode analisis frekuensi, sehingga dapat diketahui metode HSS mana yang mendekati nilai analisis frekuensi debit langsung sungai. Penelitian Sarju dkk. (2015) pada sungai Code untuk mengetahui dampak banjir/genangan pada sungai, menggunakan metode HSS GAMA periode kala ulang 20-100 tahun tidak terjadinya limpasan langsung.

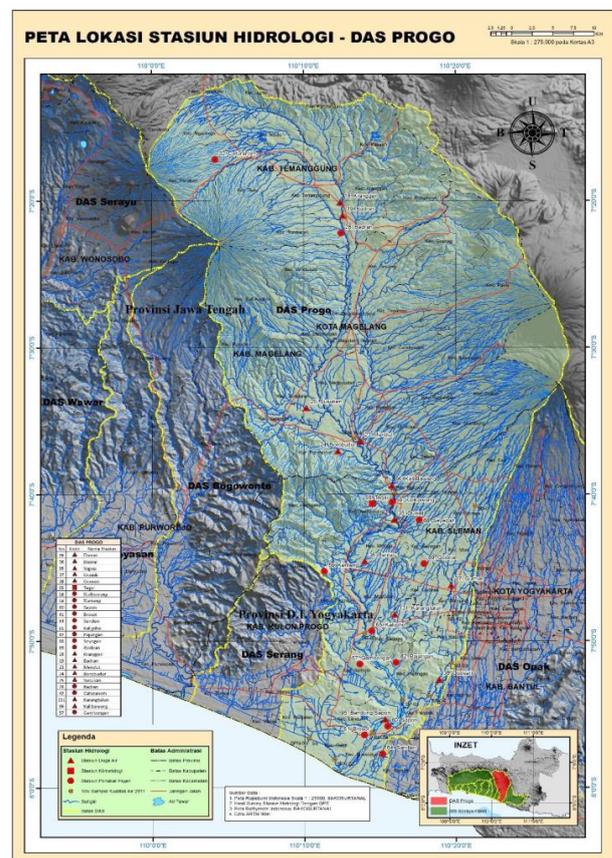
Dari hasil penelitian Safarani dkk. (2011) masing-masing metode sintesis memiliki rentang validitas luas DAS, panjang sungai utama dan kemiringan DAS berbeda. Hidrograf satuan sintetik yang cocok atau yang diterapkan untuk kepentingan perancangan bangunan air didaerah aliran sungai Ranoyapo adalah HSS GAMA (Siby dkk., 2013). Berdasarkan hujan rancangan dan karakteristik DAS Coyo dengan luas $69,56 \text{ km}^2$, pemilihan metode analisis debit banjir diantara metode metode *Snyder* dan *Nakayasu* yang paling sesuai untuk rancangan embung Coyo adalah metode *Nakayasu* dengan nilai debit banjir rancangan $Q_{25th} = 255,31 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $Q_{100} = 327,70 \text{ m}^3/\text{det}$ (Sarminingsih, 2018).

Metode SCS dapat digunakan untuk memperkirakan ordinat yang diperlukan untuk pengembangan hidrograf banjir puncak periode ulang yang berbeda untuk DAS sungai yang dipertimbangkan (Salami dkk., 2009). Kemampuan metode HSS untuk memperkirakan parameter hidrologi termasuk debit aliran puncak menunjukkan replika yang lebih luas untuk tangkapan yang tidak terukur (Sharma dkk., 2015).

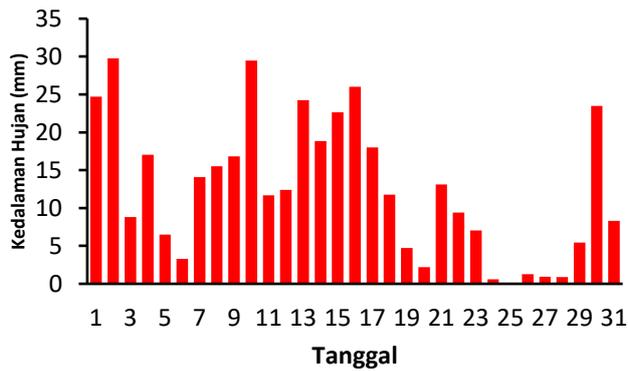
2. Metode Penelitian

Lokasi

Lokasi daerah aliran sungai (DAS) yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sub DAS Progo hulu dengan luas DAS $1.502,13 \text{ km}^2$. Penelitian ini menggunakan dataSu DAS Progo hulu dari stasiun AWLR Borobudur pada bulan Januari 2012 yang meliputi data kedalaman curah hujan harian dan data debit aliran sungai. Data kedalaman curah hujan harian pada Sub DAS Progo hulu dan debit AWLR Borobudur pada bulan Januari 2012 diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum Balai Besar Wilayah Sungai (KPU-BBWS) Serayu-Opak Yogyakarta. Adapun lokasi dan data curah hujan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

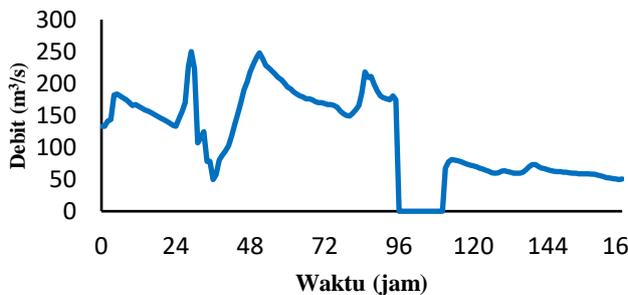


Gambar 1 Lokasi penelitian

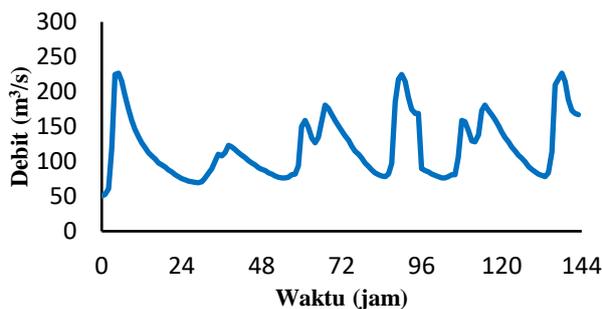


Gambar 2 Data hujan

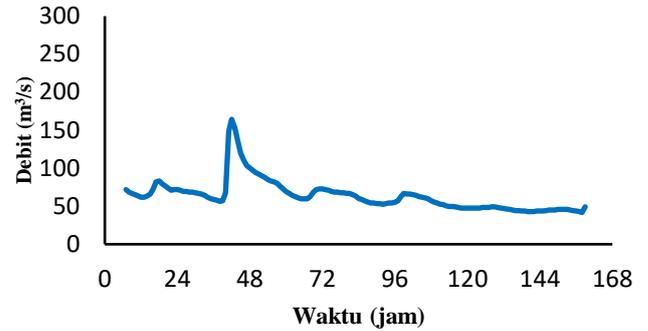
Data debit *AWLR* yang digunakan merupakan data debit aliran jam-jaman pada bulan Januari 2012 yang dibagi dalam tiga kondisi yaitu, kondisi 1 pada tanggal 1-7, kondisi 2 pada tanggal 8-13, dan kondisi 3 pada tanggal 20-26, seperti pada Gambar 3, 4 dan 5.



Gambar 3 Debit pengukuran *AWLR* Borobudur tanggal 1-7 Januari 2012



Gambar 4 Debit pengukuran *AWLR* Borobudur tanggal 8-13 Januari 2012



Gambar 5 Debit pengukuran *AWLR* Borobudur tanggal 20-26 Januari 2012

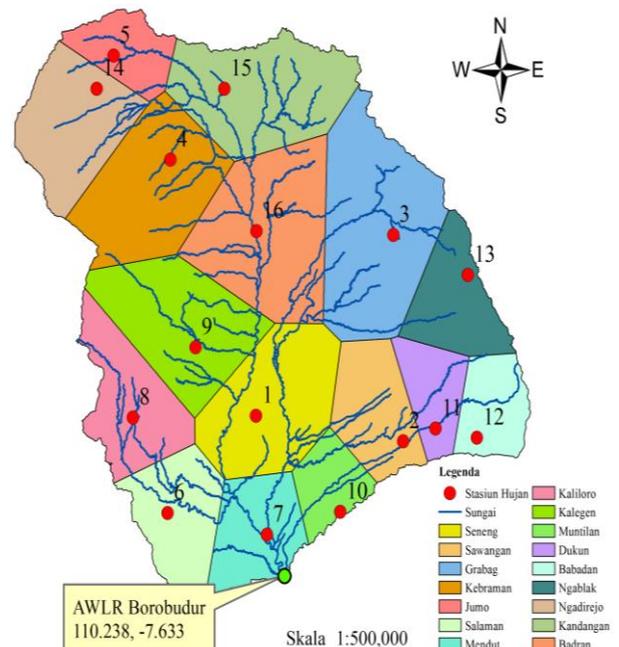
Analisis Data

Pembuatan batas DAS

Proses pembuatan batas DAS dilakukan dengan menghubungkan punggung-punggung bukit atau gunung di sekeliling sungai Progo hulu dengan titik outlet pada stasiun *AWLR* Borobudur hingga membentuk garis utuh.

Pembuatan *Polygon Thiessen*

Proses pembuatan *polygon Thiessen* dilakukan dengan menggunakan *Analysis Tools Thiessen* pada *softwer ArcMap 10.2.1*. setelah pembuatan *polygon Thiessen*, didapatkan data luas area masing-masing stasiun pengukuran hujan, dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 *Polygon Thiessen*

Alternating Block Method (ABM)

ABM merupakan metode yang digunakan untuk mengalihragamkan data kedalam curah hujan rata-rata kawasan yang masih berupa data harian menjadi data jam-jaman.

Aliran Dasar (*Baseflow*)

Nilai debit aliran dasar (*baseflow*) didapat dengan menarik garis lurus dari nilai debit aliran sungai saat mulai terjadi hujan hingga nilai debit aliran saat hujan berhenti.

Indeks kesesuaian

Analisis nilai kesesuaian (R^2) dilakukan dengan menampilkan debit hasil permodelan hidrograf banjir metode *Snyder* ataupun GAMA dan debit limpasan langsung AWLR dalam waktu yang sama kedalam 1 grafik dan menampilkan garis regresi (*trendline*) pada grafik.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis dalam penelitian ini merupakan perbandingan hidrograf antara data hasil modifikasi hidrograf banjir menggunakan metode *Snyder* dan metode GAMA dengan data debit limpasan di Sub DAS Progo hulu dengan titik *outlet* di stasiun AWLR Borobudur. Data debit sungai yang digunakan merupakan data konversi muka air yang tercatat di stasiun AWLR Borobudur pada bulan Januari 2012.

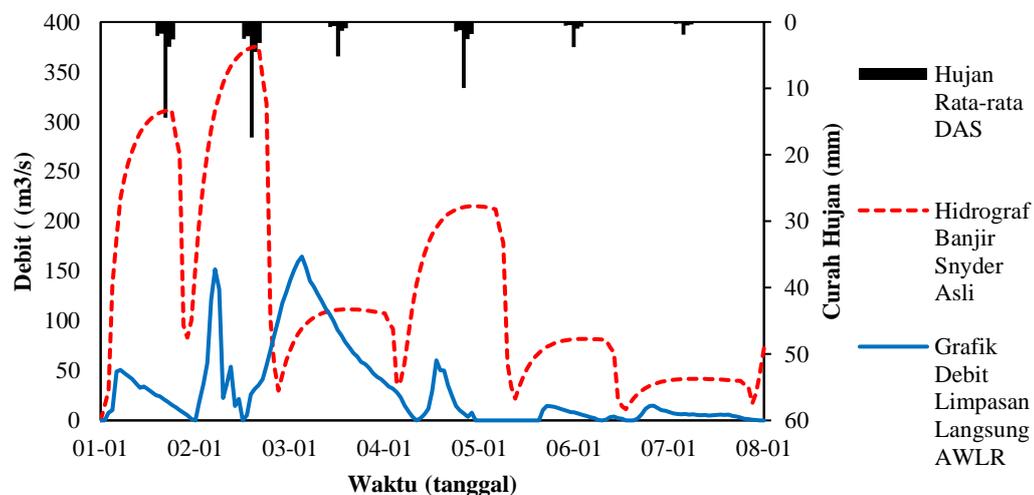
Data tersebut di bagi menjadi tiga kondisi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Keterangan kondisi data muka air sungai pada bulan Januari 2012

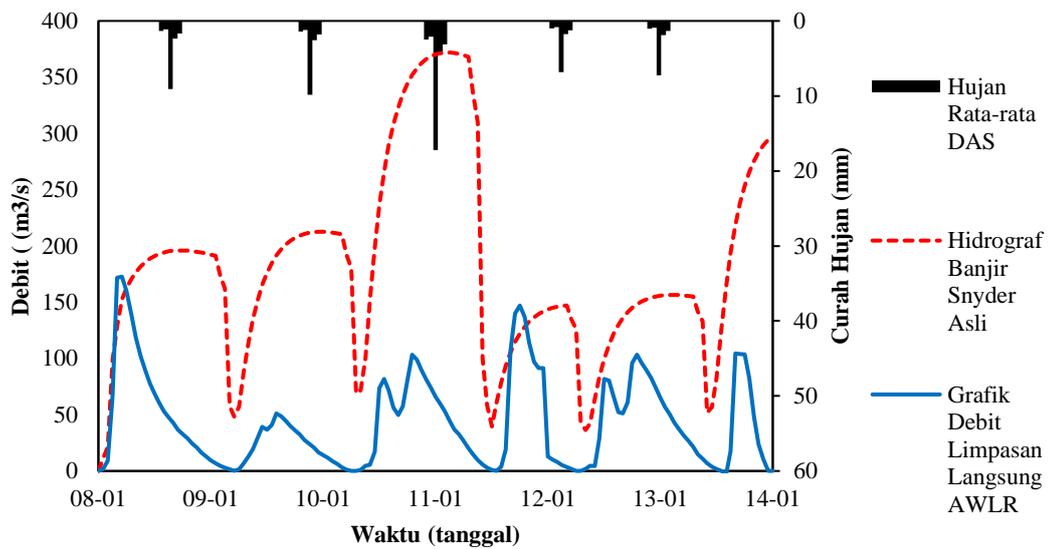
Kondisi	Keterangan
Kondisi 1	Data muka air pada tanggal 1-7 Januari 2012
Kondisi 2	Data muka air pada tanggal 8-13 Januari 2012
Kondisi 3	Data muka air pada tanggal 20-26 Januari 2012

Hasil analisis hidrograf banjir metode *Snyder* asli

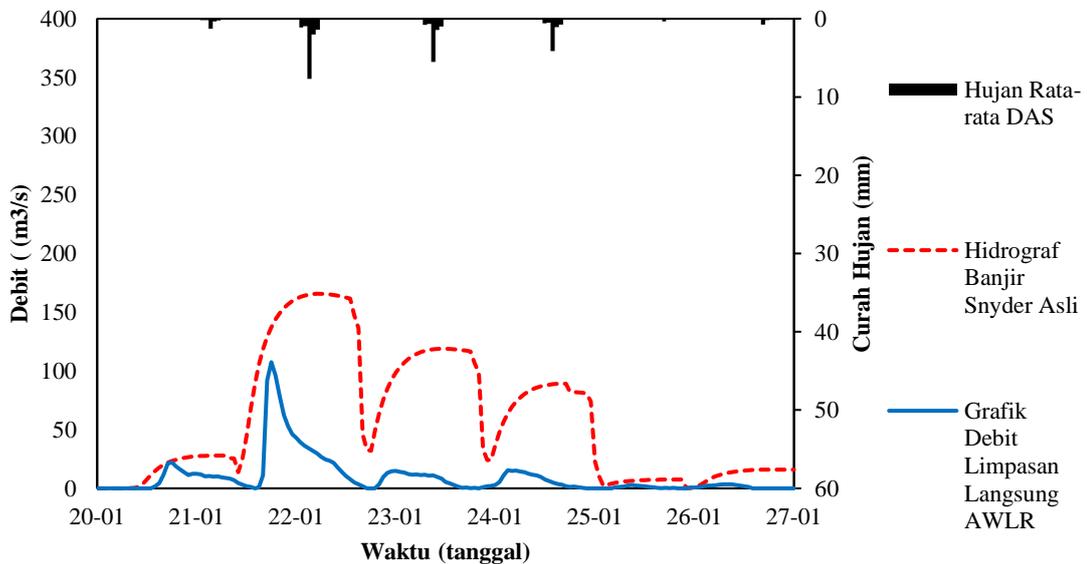
Dari hasil analisis yang diperoleh bahwa nilai debit hasil permodelan hidrograf lebih besar dari data pengamatan/pengukuran. Nilai kesesuaian (R^2) yang diperoleh, Dapat dilihat pada Gambar 7, 8, 9 dan Table 2.



Gambar 7 Perbedaan antara nilai debit banjir Metode *Snyder* Asli dengan nilai debit limpasan langsung AWLR pada Kondisi 1



Gambar 8 Perbedaan antara nilai debit banjir Metode *Snyder* Asli dengan nilai debit limpasan langsung *AWLR* pada Kondisi 2



Gambar 9 Perbedaan antara nilai debit banjir Metode *Snyder* Asli dengan nilai debit limpasan langsung *AWLR* pada Kondisi 3

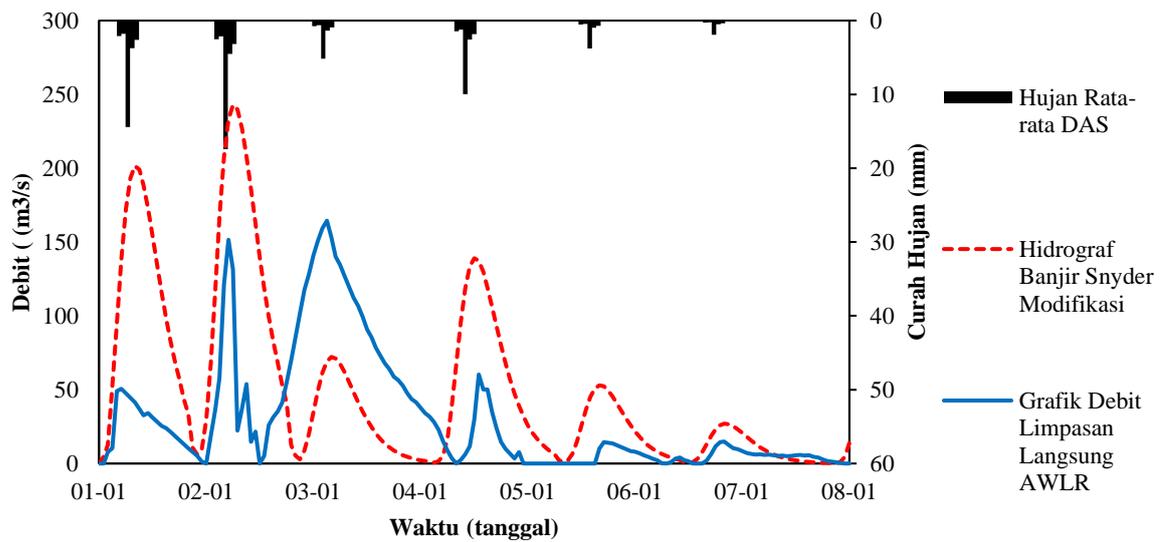
Table 2 Nilai R^2 metode *Snyder* asli

Kondisi	R^2
1	0.0181
2	0.0418
3	0.3159

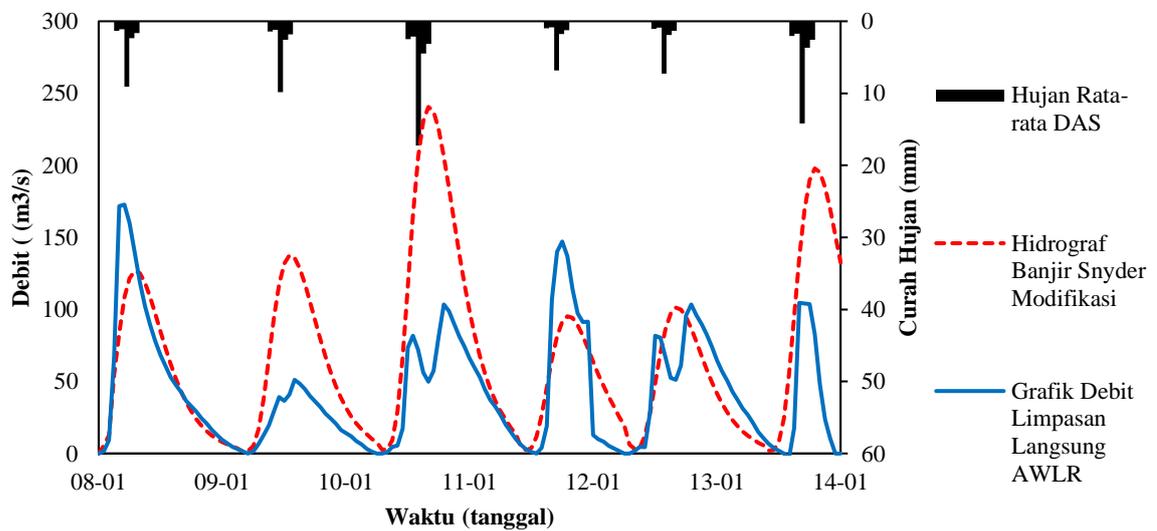
hidrograf telah serupa dengan data debit pengukuran. Nilai kesesuaian (R^2) yang diperoleh, Dapat dilihat pada Gambar 10, 11, 12 dan Table 3.

Hasil analisis hidrograf banjir metode *Snyder* modifikasi

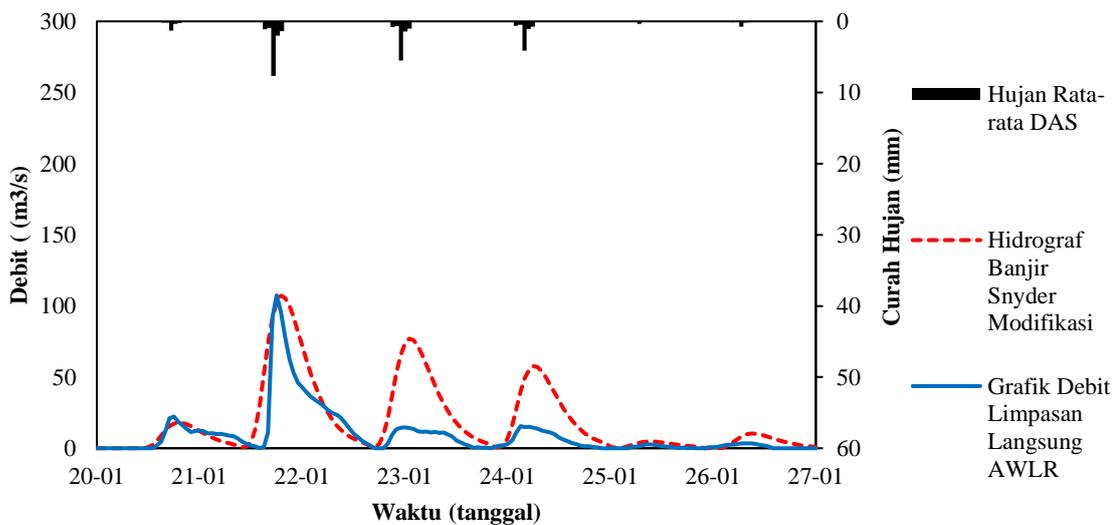
Dari hasil analisis yang diperoleh bahwa beberapa nilai debit hasil permodelan



Gambar 10 Hidrograf modifikasi Metode *Snyder* dan pengamatan tanggal 1-7 Januari 2012



Gambar 11 Hidrograf modifikasi Metode *Snyder* dan pengamatan tanggal 8-13 Januari 2012



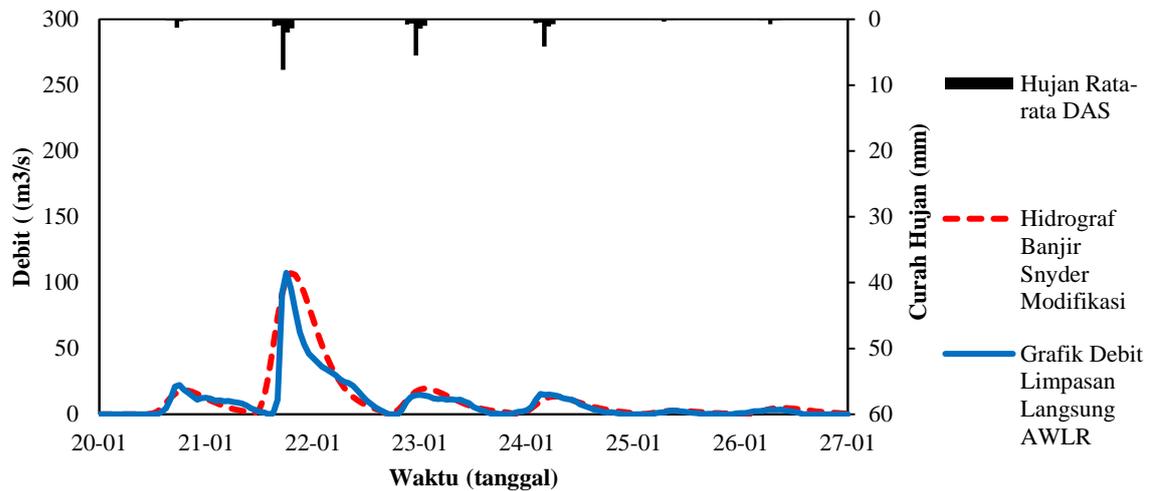
Gambar 12 Hidrograf modifikasi Metode *Snyder* dan pengamatan tanggal 20-26 Januari 2012

Tabel 3 Nilai R^2 metode *Snyder* modifikasi

Kondisi	R^2
1	0.0897
2	0.3279
3	0.6129

debit pengukuran, sehingga dilakukan analisis terpisah untuk masing-masing tanggal pada kondisi 3. Kondisi 3 dipilih karena nilai R^2 lebih besar dari 0,5 sehingga mempermudah proses analisis. Hasil analisis menunjukkan peningkatan nilai R^2 pada kondisi 3 menjadi 0.919. Hidrograf hasil analisis dan nilai R^2 untuk masing-masing tanggal yang ditunjukkan pada Gambar 13 dan Table 4 secara berurutan.

Namun hasil tersebut secara keseluruhan belum terlihat sesuai dengan data

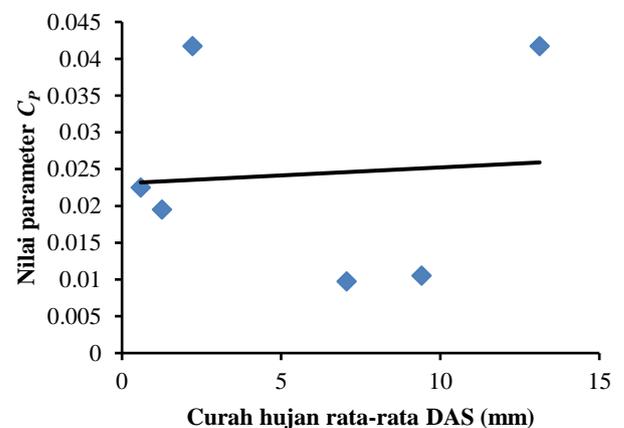


Gambar 13 Hidrograf modifikasi Metode *Snyder* dan pengamatan tanggal 20-26 Januari 2012

Table 4 Nilai R^2 metode *Snyder* modifikasi pada kondisi 3

Tanggal	R^2
20	0.919
21	0.7606
22	0.8598
23	0.895
24	0.9065
25	0.7111
26	0.332

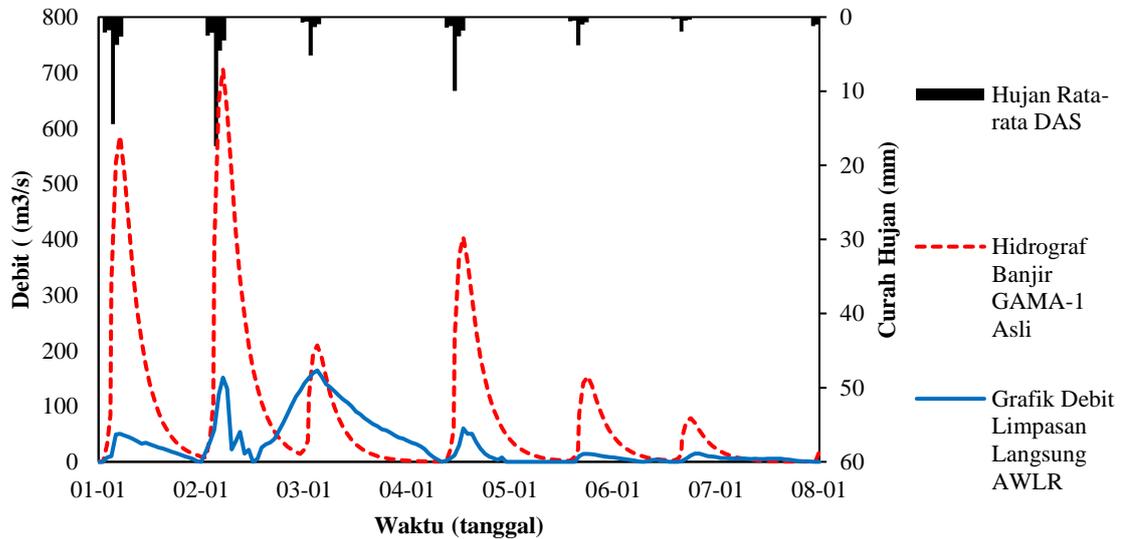
Dari hasil analisis ini didapatkan grafik parameter yang digunakan untuk kalibrasi parameter persamaan HSS *Snyder* dalam analisis hidrograf banjir di Sub DAS Progo hulu berdasarkan nilai hujan rata-rata DAS, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



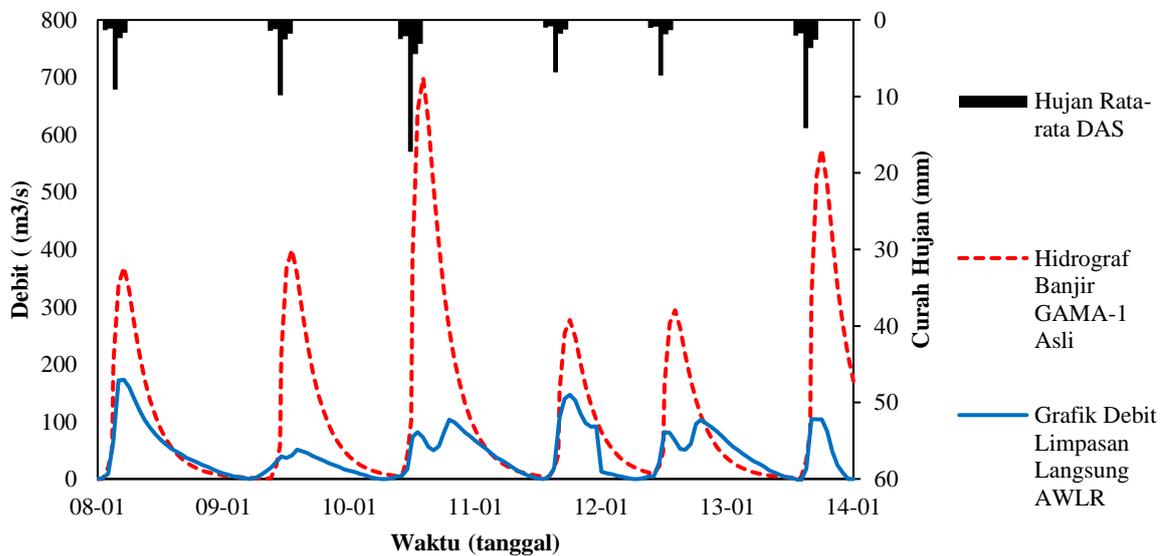
Gambar 14 Grafik hubungan antara C_p & hujan

Hasil analisis hidrograf banjir metode GAMA asli

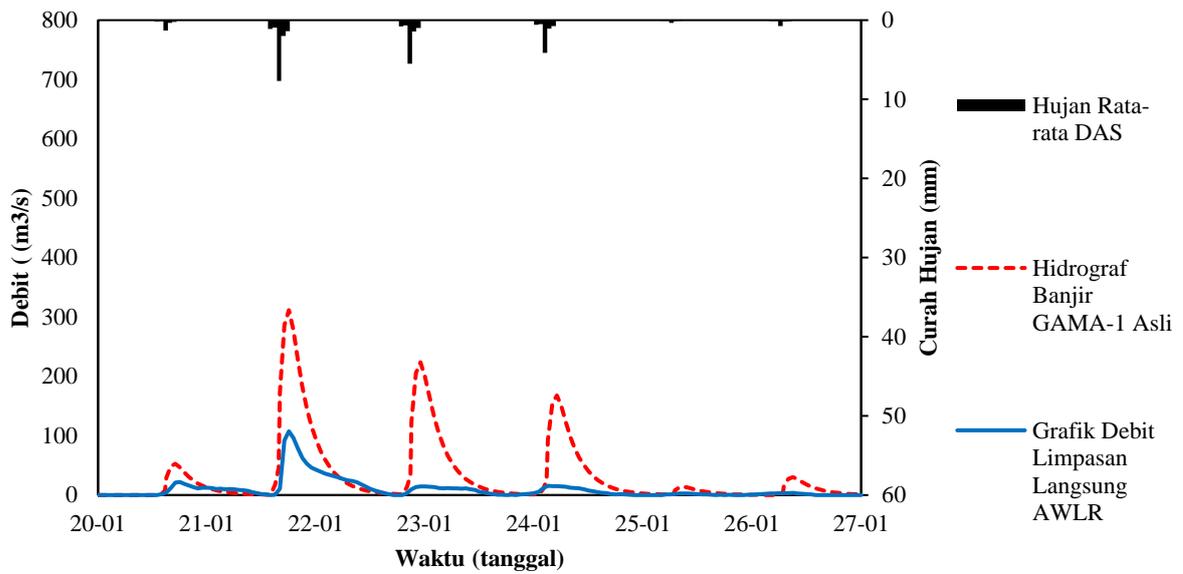
Dari hasil analisis yang diperoleh bahwa nilai debit hasil permodelan hidrograf lebih besar dari data pengamatan/pengukuran. Nilai kesesuaian (R^2) yang diperoleh, Dapat dilihat pada Gambar 15, 16, 17 dan Table 5.



Gambar 15 Perbedaan antara nilai debit banjir Metode GAMA Asli dengan nilai debit limpasan langsung AWLR pada Kondisi 1



Gambar 16 Perbedaan antara nilai debit banjir Metode GAMA Asli dengan nilai debit limpasan langsung AWLR pada Kondisi 2



Gambar 17 Perbedaan antara nilai debit banjir Metode GAMA Asli dengan nilai debit limpasan langsung AWLR pada Kondisi 3

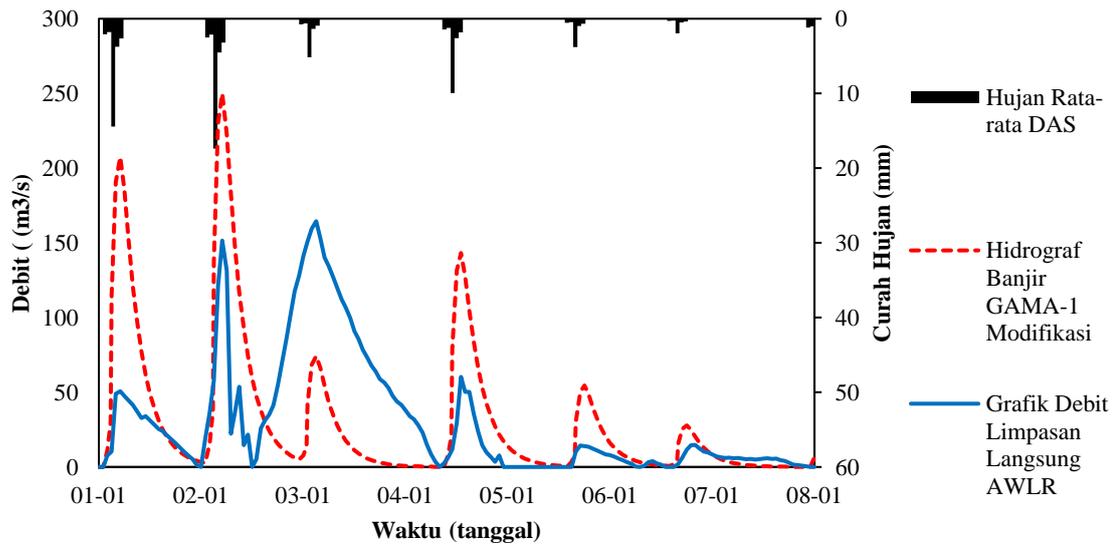
Tabel 5 Nilai R^2 metode GAMA asli

Kondisi	R^2
1	0.1482
2	0.3446
3	0.6089

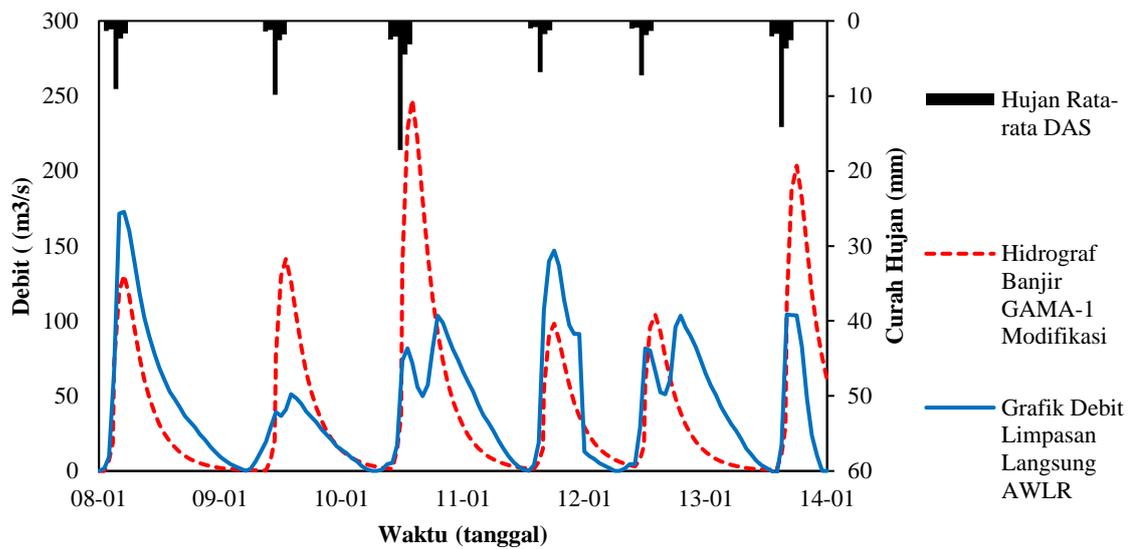
hidrograf telah serupa dengan data debit pengukuran. Nilai kesesuaian (R^2) yang diperoleh, Dapat dilihat pada Gambar 18, 19, 20 dan Table 6.

Hasil analisis hidrograf banjir metode GAMA modifikasi

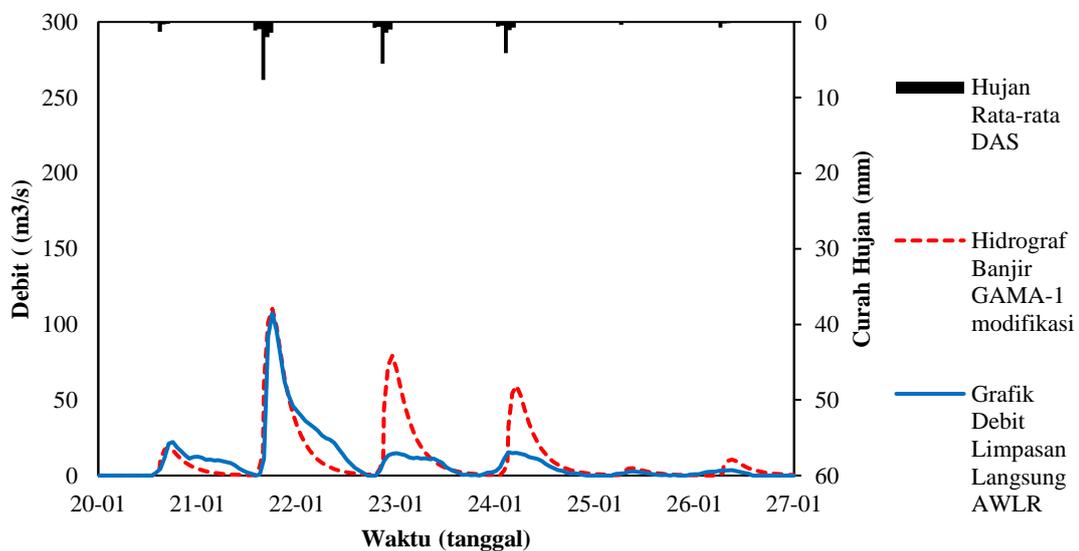
Dari hasil analisis yang diperoleh bahwa beberapa nilai debit hasil permodelan



Gambar 18 Hidrograf modifikasi Metode GAMA dan pengamatan tanggal 1-7 Januari 2012



Gambar 19 Hidrograf modifikasi Metode GAMA dan pengamatan tanggal 8-13 Januari 2012



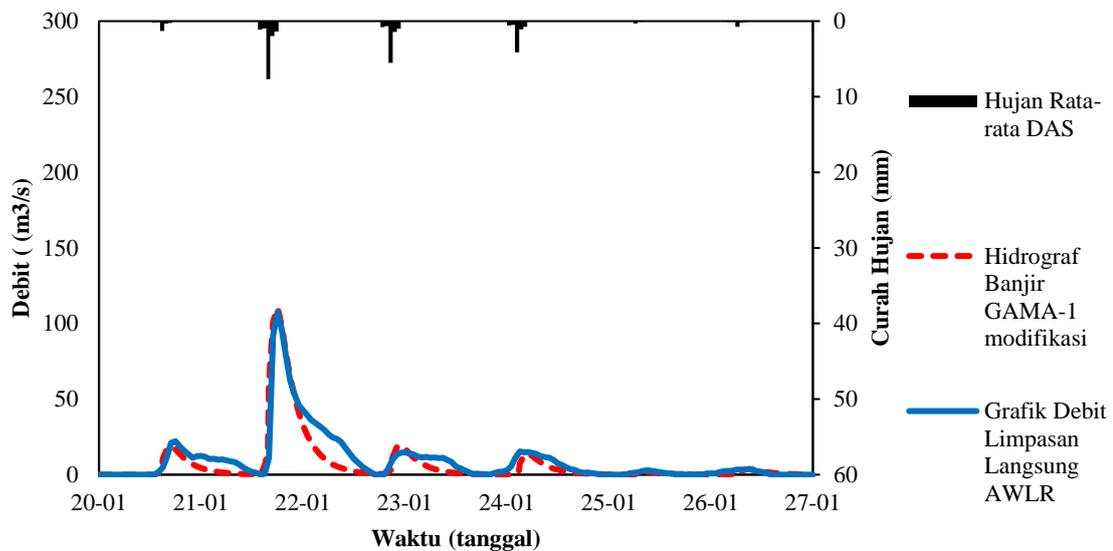
Gambar 20 Hidrograf modifikasi Metode GAMA dan pengamatan tanggal 20-26 Januari 2012

Tabel 6 Nilai R^2 metode GAMA modifikasi

Kondisi	R^2
1	0.1482
2	0.3446
3	0.6089

untuk masing-masing tanggal yang ditunjukkan pada Gambar 21 dan Table 7 secara berurutan.

Namun hasil tersebut secara keseluruhan belum terlihat sesuai dengan data debit pengukuran, sehingga dilakukan analisis terpisah untuk masing-masing tanggal pada kondisi 3. Kondisi 3 dipilih karena nilai R^2 lebih besar dari 0,5 sehingga mempermudah proses analisis. Hasil analisis menunjukkan peningkatan nilai R^2 pada kondisi 3 menjadi 0.9037. Hidrograf hasil analisis dan nilai R^2

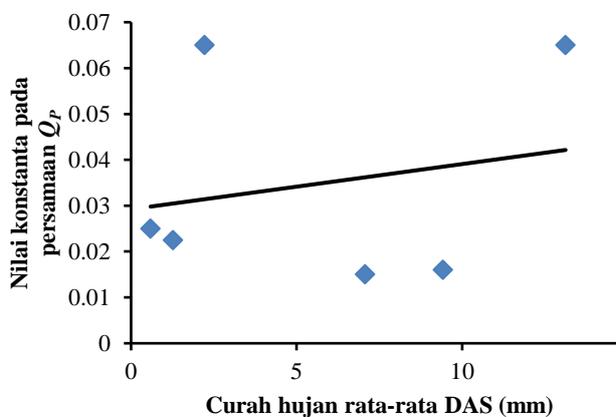


Gambar 21 Hidrograf modifikasi Metode GAMA dan pengamatan tanggal 20-26 Januari 2012

Table 7 Nilai R^2 metode GAMA modifikasi pada kondisi 3

Tanggal	R^2
20	0.8279
21	0.9037
22	0.0371
23	0.6512
24	0.770
25	0.8066
26	0.2912

Dari hasil analisis ini didapatkan grafik parameter yang digunakan untuk nilai konstanta pada parameter Q_p persamaan HSS GAMA dalam analisis hidrograf banjir di Sub DAS Progo hulu berdasarkan nilai hujan rata-rata DAS, seperti ditunjukkan pada Gambar 22.



Gambar 22 Grafik nilai parameter Q_p

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, disimpulkan bahwa perlu dilakukan kalibrasi parameter dan modifikasi persamaan analisis metode *Snyder* dan GAMA untuk menghasilkan hidrograf yang menyerupai data AWLR Borobudur bulan Januari 2012. Dari proses modifikasi, nilai parameter C_p *Snyder* sama dengan 0,0417, serta nilai parameter dari metode GAMA, nilai parameter $Q_p = 0,065$.

Dari parameter diatas, bentuk hidrograf untuk metode *Snyder* dan GAMA pada kondisi 3 telah menyerupai data limpasan langsung AWLR dengan nilai R^2 lebih besar dari 0,5, namun tidak demikian pada kondisi 1 dan kondisi 2 dengan nilai R^2 lebih kecil dari 0,5. Dan untuk analisis indeks kesesuaian, metode yang paling sesuai untuk digunakan dalam

analisis hidrograf banjir di Sub DAS Progo hulu adalah metode *Snyder* modifikasi.

Perbedaan nilai debit banjir dan bentuk hidrograf metode *Snyder* dan GAMA dengan nilai debit dan bentuk grafik limpasan langsung *AWLR* besar kemungkinan disebabkan oleh jenis penutupan lahan, jenis tanah, dan tingkat permeabilitas tanah pada Sub DAS Progo.

5. Daftar Pustaka

- Hoffmeister, G. dan Weisman, R.N., 1977, Accuracy of Synthetic Hydrographs Derived from Representative Basins, *Hydrological Sciences Bulletin*, 22(2), 297-312.
- Rapar, S. M. E., Mananoma, T., Wuisan, E. M., dan Binilang, A., 2014, Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS GAMA I dan HSS Limantara, *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 13-21.
- Robot, J. A., Mananoma, T., Wuisin, E. dan Tangkudung, H., 2014, Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS GAMA-I Dan HSS Limantara, *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 1-12.
- Safarani, A.B., Salim, H.T., Hadihardaja, I.K dan Kusuma, M.S.B., 2011, Clusterization of Synthetic Unit Hydrograph Methods Based on Watershed Characteristics, *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS*, 11(6), 76-85.
- Salami, A. W., Solomon., Bilewu, O., Ayanshola, A. M., dan Oritola, S.F, 2009, Evaluation of synthetic unit hydrograph methods for the development of design storm hydrographs for Rivers in South-West, Nigeria, *Journal of American Science*, 5(4), 23-32.
- Sarju, Widyasari, T., dan Acmad, N., 2015, Pemantauan Tinggi Genangan Sungai Code Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I dan Program HEC RAS, *Jurnal Teknik*, 5(1), 30-39.
- Sarminingsih, A., 2018, Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan, *Jurnal Presipitasi*, 15(1), 53-61.
- Siby, E.P., Kawet, L., dan Halim, F., 2013, Studi Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Pada Daerah Aliran Sungai Ranoyapo, *Jurnal Sipil Statik*, 1(4), 259-269.
- Sharma, S. B., Singh, A. K., dan Jain, A. O., 2015, Snyder Unit Hydrograph and GIS for Estimation of Flood for Un-Gauged Catchments in Lower Tapi Basin, India, *Hydrology : Current Research*, 6(1), 1-10.
- Tunas, I. G., Anwar, N. dan Lasminto, U., 2015, Kinerja HSS Snyder, Nakaysu dan GAMA I Pada DAS Terukur di Sulawesi Tengah, *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 1(2), 105-114.