

PEMODELAN DEBIT ALIRAN DAS BOMPON MENGGUNAKAN METODE RASIONAL MODIFIKASI

Mega Yulisetya Widasmara
megayulisetyawidasmara@gmail.com

M. Pramono Hadi
mphadi@gmail.com

Abstract

Water availability's fluctuation between dry and rainy season could inflict hydrological problems such as flood and drought. Many communities are lacking of clean water. Identification of hydrological conditions is required, one of which is identify the characteristic of the discharge. It can be done by modelling method. One of the method that used in this research is modified rational method applied in Bompon watershed that has an area of 279,61 Ha.

The aim of this study to determine the rating curve and describe its hydrological the characteristics based on modified rational method. The technique of analysis adopted in study is descriptive based on the discharge hydrograph and comparative techniques between modeling results and observation. Rating curve is reconstructed based on the dimension of the short crested weir and records of water level.

Validation were carried out based on three flood events, in 21nd January, 22nd January and 10nd February. Each of these events has various characteristics of rain. Another parameter could be taken from characteristic of land (soil texture, coefficient manning, and coefficient of saturation). Rate of discharge calculation of each pixel, is routed using the kinematic wave. The results of this modeling are hydrograph DRO and rate of dischare simulation. Separation of the DRO and baseflow of hydrograph observation using the data modeling results, showed that the flow through the SPAS when discharge resesion is baseflow. The results of modeling are calibrated using the results of observations (hydrograph rating curve). All of the calculation process are accomplished using application called PC-Raster. Good accuracy measurement is about 10-20%.

From the results of the study, it can be concluded that the rating curve Bompon Watershed can be used to define the value of discharge based on recorded water lever. Modeling results showed a different response between runoff and base flow. The time of peak is more fast than the time for its resesion. The flow of water coming out of the watershed is dominated by base flow.

Keyword: modified, rational, rating curve, DRO, baseflow, hidrograph

Abstrak

Fluktuasi ketersediaan air yang cukup besar antara musim kemarau dan penghujan menimbulkan permasalahan hidrologis seperti banjir dan kekeringan. Hampir setiap penduduk selalu kekurangan air, khususnya air bersih. Identifikasi kondisi hidrologis DAS perlu dilakukan, salah satunya adalah mengetahui karakteristik debit aliran. Karakteristik debit aliran dapat ditentukan dengan pemodelan. Salah satunya adalah dengan aplikasi metode rasional modifikasi. Model ini diterapkan di DAS yang mempunyai luas 279,61 Ha.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui lengkung aliran dan mendeskripsikan karakteristik hidrologis. Teknik analisis yang digunakan merupakan teknik analisis deskriptif berdasarkan hidrograf aliran dan teknik komparatif antara DRO hasil pemodelan dan observasi. Lengkung aliran direkonstruksi berdasarkan dimensi bangunan air yang ada dan pencatatan tinggi muka air. Bangunan air memiliki tipe short crested weir.

Validasi dilakukan berdasarkan tiga kejadian banjir, yaitu tanggal 21 Januari, 22 Januari, dan 10 Februari 2016. Setiap kejadian tersebut mempunyai karakteristik hujan yang berbeda. Parameter yang lain adalah karakteristik lahan (tekstur tanah, koefisien manning, dan koefisien saturasi). Perhitungan debit aliran pada setiap piksel, kemudian dilakukan penelusuran menggunakan kinematic wave. Hasil dari pemodelan ini berupa hidrograf DRO dan simulasi debit aliran. Pemisahan DRO dan baseflow pada hidrograf observasi menggunakan data hasil pemodelan, menunjukkan bahwa aliran yang melalui SPAS pada saat debit turun berupa aliran dasar. Hasil pemodelan dikalibrasi menggunakan hasil observasi (hidrograf rating curve). Semua proses perhitungan dilakukan pemrograman dengan menggunakan PC-Raster. Nilai akurasi yang cukup baik, yaitu 10-20%.

Dari hasil kajian dapat disimpulkan bahwa lengkung aliran DAS Bompon dapat digunakan untuk merumuskan nilai debit aliran berdasarkan data TMA. Berdasarkan hasil pemodelan menunjukkan adanya tanggapan yang berbeda antara aliran permukaan dan aliran dasar, dengan waktu mencapai puncak lebih cepat daripada waktu untuk surut. Aliran air yang keluar dari DAS didominasi oleh aliran dasar.

Kata kunci: *modified*, rasional, *rating curve*, DRO, *baseflow*, hidrograf

PENDAHULUAN

Air sebagai sumberdaya alam yang penting bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Air dibutuhkan oleh lingkungan sebagai media transportasi, sumber energi, dan bahan baku untuk kebutuhan domestik maupun industri. Secara tidak langsung, keberadaan sumberdaya air juga sebagai sarana rekreasi, lalu lintas, dan pengurangi polusi (Moreno dkk., 2015).

Air juga sebagai salah satu penyebab terjadinya bencana hidrologis seperti banjir, kekeringan, dan longsor (Arsyad, 1989). Kekeringan dan banjir sebagai permasalahan utama dalam kajian hidrologi. Kondisi ini dapat memberikan dampak negatif terhadap kehidupan manusia, salah satunya sebagai faktor penghambat pertanian di suatu daerah, khususnya untuk daerah dengan mata pencaharian utama adalah pertanian. Pertanian sebagai sektor perekonomian kecil yang rentan terhadap kekeringan (Melkoyan, 2015). Secara tidak langsung, kondisi ini dapat berdampak terhadap berbagai sektor seperti ekonomi, sosial, dan lingkungan, khususnya dalam hal ketersediaan air (Khamraev, 1995).

Permasalahan hidrologis tersebut sebagai bentuk respon hidrologis hujan terhadap DAS. Karakteristik DAS maupun hujan setiap daerah yang berbeda akan memberikan respon hidrologis yang berbeda pula (Soewarno, 1991). Hal ini direpresentasikan dalam bentuk debit aliran dan hidrograf aliran. Pemodelan debit aliran atau aliran permukaan menjadi kajian yang penting untuk analisis masalah lingkungan (Wanielista, 1990). Terdapat beberapa

pendekatan yang dikembangkan untuk perhitungan debit aliran, yaitu pendekatan empiris dan fisik. Metode rasional merupakan salah satu pendekatan empiris. Metode rasional cocok digunakan untuk luas area yang relatif sempit dengan luas kurang dari 81 Ha (Dumairy, 1992). Keterbatasan dari metode ini hanya cocok untuk digunakan pada area yang sempit. Metode ini telah lama dikembangkan, yaitu sejak 1850-an (Bedient & Huber, 1988). Perlu dilakukan modifikasi untuk menyesuaikan dengan kondisi geografis daerah kajian serta ketersediaan data.

DAS Bompon mempunyai permasalahan utama berupa ketersediaan sumberdaya air. Kekeringan sebagai permasalahan utama. Kekeringan yang terjadi di DAS Bompon akibat cadangan air yang tersedia tidak mampu mencukupi kebutuhan air penduduk (Hardiyatmo, 2012). Kebutuhan air tersebut tidak hanya digunakan untuk kebutuhan domestik tetapi untuk pertanian. Terdapat beberapa aliran sungai Bompon yang dibendung secara konvensional untuk kebutuhan irigasi pertanian. Ketika musim kemarau DAS Bompon mengalami kekeringan sedangkan ketika musim penghujan cadangan air permukaan sangat banyak. Kondisi tersebut menunjukkan kemampuan DAS dalam menyimpan yang relatif rendah serta jumlah air yang sangat fluktuatif terhadap musim.

Metode rasional termodifikasi merupakan pengembangan dari metode rasional. Pengembangan tersebut dengan cara menambahkan prinsip keseimbangan hidrologi permukaan atau gelombang kinematik (Hua, Liang, & Yu, 2003).

Hasil dari metode tersebut dapat digunakan untuk menganalisis permasalahan hidrologis yang kompleks. Metode ini mampu memodelkan aliran secara spasial dan dinamis. Dinamis artinya proses yang terdapat pada DAS dapat dimodelkan sejalan dengan waktu. Proses tersebut dapat berupa pergerakan air, sedimen, dan perubahan bentanglahan. Kelebihan dari metode ini dapat digunakan untuk mensimulasikan kondisi fisik DAS dalam ruang dan waktu yang cukup detail. Berdasarkan uraian tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *rating curve* DAS Bompon dan mengkaji karakteristik hidrologis DAS Bompon berdasarkan metode rasional modifikasi.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi GPS, *soil test kit*, bangunan hidrologis, data perekaman *logger*, data curah hujan, data karakteristik lahan, ArcGIS, dan PC Raster. Secara garis besar metode penelitian ini berupa perhitungan debit aliran observasi dan perhitungan debit aliran menggunakan metode rasional modifikasi. Berdasarkan uraian tersebut metode penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

Distribusi Hujan Wilayah

Hujan yang digunakan dalam pemodelan debit aliran merupakan hujan wilayah. Perhitungan hujan wilayah menggunakan metode aritmatika.

$$R = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

keterangan:

R = hujan wilayah (mm/jam)

R1 = curah hujan dari stasiun Wonogiri (mm/jam)

R2 = curah hujan dari stasiun Kwaderan (mm/jam)

Karakteristik Lahan

Karakteristik lahan direpresentasikan dalam bentuk koefisien kekasaran dan koefisien saturasi. Koefisien kekasaran lahan berdasarkan kondisi setiap penggunaan lahan dengan memperhatikan kondisi tekstur tanah (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai Koefisien Kekasaran

Penggunaan Lahan	N (Chow)		
	N min	N	N max
Kebun Campuran	0,11	0,15	0,2
Lahan Kosong	0,03	0,035	0,5
Rumah	0,02	0,025	0,03
Sawah Irigasi	0,02	0,03	0,04
Tegalan	0,025	0,035	0,045

Sumber : Chow, 1959 dan Bina Marga, 1990 dengan modifikasi

Tabel 1. Nilai Koefisien Kekasaran (Lanjutan)

Penggunaan Lahan	Bina Marga	DAS Bompon
	N	N
Kebun Campuran	0,8	0,9
Lahan Kosong	0,4	0,6
Rumah	0,02	0,53
Sawah Irigasi	0,06	0,56
Tegalan	-	0,545

Sumber : Chow, 1959 dan Bina Marga, 1990 dengan modifikasi

Koefisien saturasi (*ksat*) merupakan perbandingan antara volume air dan pori-pori dalam tanah. Nilai koefisien aliran DAS Bompon dideskripsikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Koefisien Saturasi DAS Bompon

Bentuklahan	Ksat (Hasil Lab)	Ksat (Pemodelan)	Ksat(DAS Bompon)
Puncak Bukit	53,13	54,6	53,13
Lereng Atas	56,78	55,9	56,78
Lereng Tengah	52,71	55,5	57,84
Lereng Bawah	67,06	54,8	67,06
Dataran Kaki	48,31	54,1	80,00
Dataran Aluvial	83,32	53,3	83,32

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium, 2015

Debit Aliran Menggunakan Metode Rasional Modifikasi

Perhitungan debit aliran (Q) menggunakan *modified rational method*. Modifikasi dari metode ini pada parameter koefisien aliran dan luas area. Kalkulasi debit aliran setiap pikselnya dirumuskan sebagai berikut:

Intensitas Hujan Wilayah (mm/jam) . (1)

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n}$$

Rata-rata Infiltrasi. (2)

$$\text{Inf} = |P - K_s|$$

Debit (3)

$$Q = (P - \text{Inf}) \times A$$

Keterangan:

- P : Hujan wilayah
- P₁ : Hujan pada stasiun 1
- P_n : Hujan pada stasiun n
- Inf : Rata- rata infiltrasi
- A : Luas piksel
- K_s : Koefisien saturasi

Prinsip dasar perhitungan debit aliran dengan menggunakan *modified rational method* menggunakan rumus atau formula rasional. Nilai C diganti

dengan nilai N dan K_{sat} yang dihitung setiap piksel atau grid. Titik kontrol dari perhitungan aliran ini adalah outlet DAS sehingga dengan fitur *ldd (local drain direction)* pada program GIS aliran akan diarahkan pada satu titik kontrol. Perhitungan debit aliran permukaan menggunakan metode rasional modifikasi ini diimplementasikan berdasarkan bahasa pemrograman PC Raster (Asch, Tang, Alkema, Zhu, & Zhou, 2013).

Hidrograf Aliran Rasional

Metode yang digunakan untuk membuat hidrograf aliran rasional adalah *kinematic wave*. Metode ini berdasarkan kemiringan saluran. Prinsipnya debit aliran pada suatu piksel diarahkan pada suatu saluran sesuai dengan kemiringan lerengnya. Arah aliran saluran serta penentuan titik kumpul (*outlet*) menggunakan LDD. Persamaan perhitungan debit aliran pada saluran menggunakan parameter berupa N (koefisien kekasaran *manning*), S (kemiringan saluran), W (lebar saluran), α (kecepatan aliran), β (koefisien dari *kinematic wave*), A (luas penampang basah) t (waktu satu *time step*), x (panjang piksel) dan Q_c (Debit akumulasi). Parameter-parameter dikalkulasikan sebagai berikut:

Perhitungan kecepatan aliran (1)

$$\alpha = \frac{1}{N \times W^{\frac{2}{3}}} \text{ (Arthur dan DeVries, 1993)}$$

Perhitungan Debit akumulasi (2)

$$Q_c = \alpha x A^\beta \text{ (Arthur dan DeVries, 1993)}$$

Perhitungan debit *routing* (q). (3)

$$q = \frac{\partial A_c}{\partial t} + \beta_c Q_{piksel} \frac{\partial A_c}{\partial x} \text{ (Arthur dan}$$

DeVries, 1993)

Rumus tersebut disederhakan menggunakan *script* pada progam PC Raster sebagai berikut:

$$Q = \text{kinematic(LDD, } Q_c, q, \alpha, \beta, 1, \partial t, \partial x)$$

Debit Aliran Observasi (Bangunan Weir)

Perhitungan debit aliran menggunakan dua koefisien, yaitu koefisien debit (Cd) dan koefisien aliran (Cv). Nilai tersebut berdasarkan grafik penentuan nilai Cd dan Cv. Nilai Cd berdasarkan nilai rasion p/h dan b/B, sedangkan nilai Cv berdasarkan rasion A*/A. Rumus perhitungan debit aliran menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = C_d C_v \frac{2}{3} \left[\frac{2}{3} g \right]^{0.50} b_c h_1^{1.50}$$

Rating Curve

Rating Curve diperoleh dari pasangan data debit aliran dan TMA. Metode yang digunakan dalam pembuatan kurva lengkung aliran adalah metode aritmatika. Penentuan nilai Q₂ berdasarkan perhitungan aritmatika. Nilai Q₂ dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_2 = (Q_1 \times Q_3)^{0.5}$$

Nilai Q₂ tersebut diplotkan pada grafik hubungan antara Q dan TMA sehingga diperoleh nilai Hz. Nilai Hz digunakan untuk menghitung nilai Ho sehingga

diperoleh grafik lengkung aliran. Nilai H₀ dirumuskan sebagai berikut:

$$H_0 = \frac{H_1 \times H_3 - H_2 \times H_2}{H_1 + H_3 - 2H_2}$$

Uji chi Kuadrat sebagai uji kecocokan antara hasil perhitungan *rating curve* dan observasi. Parameter yang digunakan untuk uji chi berupa t_{hit}, SE, Sd, Pm, dan Pi. Nilai tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$t_{hit} = \frac{Pm}{SE} \quad SE = \left(\frac{1}{N}\right)^{1/2} \times Sd$$

$$Sd = \left[\frac{\sum(P_i + P_m)^2}{N-1} \right]^{1/2} \quad Pm = \left[\frac{\sum(+P_i) - \sum(-+P_i)}{N} \right] \quad Pi = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} \times$$

100%

Keterangan :

- t_{hit} : harga distribusi t terhitung,
- SE : kesalahan perkiraan baku (%)
- Sd : simpangan baku (%)
- Pi : persentase perbedaan (%)
- Pm : rata-rata perbedaan
- Q₂ : harga debit lengkung debit (m³/s)
- Q₁ : debit pengukuran (m³/s)
- N : jumlah data

Hidrograf Aliran Observasi

Hidrograf aliran ini menggambarkan hubungan antara debit aliran dan waktu. Persamaan kurva lengkung aliran tersebut sebagai berikut:

$$Q = a(H - H_0)^b$$

Pembagian komponen hidrograf menggunakan hasil dari pemodelan debit aliran menggunakan *modified rasional*. Hidrograf rasional merupakan hubungan antara besarnya debit DRO terhadap waktu. Nilai *baseflow* dari hidrograf

observasi diperoleh berdasarkan perhitungan nilai $Q_{\text{observasi}} - Q_{\text{model}}$. Perhitungan nilai tersebut dijelaskan pada Lampiran 6. Volume DRO observasi berdasarkan jumlah DRO x waktu hidrograf (45000).

Kalibrasi dan Validasi

Tingkat kesesuaian model diidentifikasi berdasarkan persentasi (%) kesalahan. Model dianggap sesuai dengan persentase kesalahan 10-20%. Grafik hubungan antara hasil pemodelan dengan observasi digunakan untuk mengetahui hasil pemodelan, apakah *overestimated* atau *underestimated*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

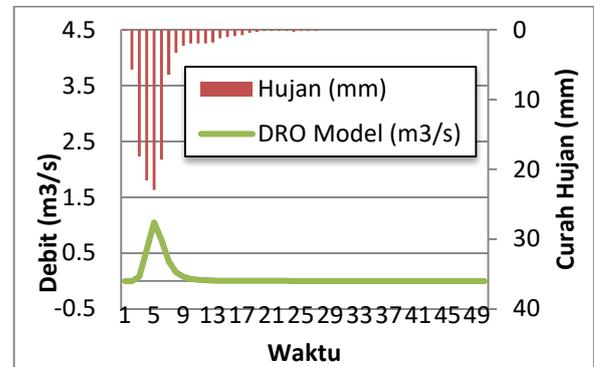
Karakteristik Limpasan Daerah Penelitian

Karakteristik limpasan direpresentasikan dalam bentuk hidrograf aliran serta simulasi debit aliran menggunakan program PC Raster. Terdapat dua jenis hidrograf aliran yang dibentuk, yaitu hidrograf aliran menggunakan *modified rasional method* dan hasil observasi. Hidrograf tersebut dideskripsikan sebagai berikut.

Limpasan Prediksi *Modified Rasional Method*

Kejadian banjir pada tanggal 21 Januari 2016 direpresentasikan dalam bentuk hidrograf aliran (Gambar 1). Hidrograf aliran tersebut menjelaskan hubungan antara debit aliran permukaan terhadap waktu. Debit puncak (Q_p) hasil pemodelan sebesar $1,049 \text{ m}^3/\text{s}$. Waktu untuk mencapai puncak (T_p) selama 5 *time step* atau 75 menit. T_p banjir terhadap puncak hujan cenderung sama.

Hal ini menunjukkan bahwa waktu untuk mencapai kondisi puncak (Q_p) relatif cepat. Volume aliran permukaan yang dihasilkan dari kejadian banjir ini sebesar $140123,2 \text{ m}^3$ dengan tebal DRO 5,01 cm.

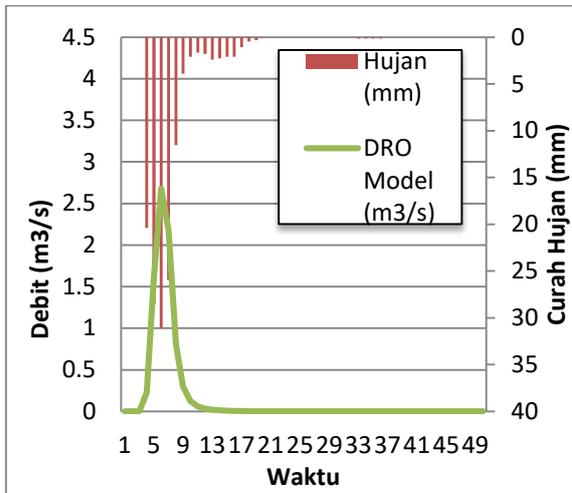


Gambar 1. Hidrograf Aliran Rasional Tanggal 21 Januari 2016 (Hasil Analisis, 2016)

Curah hujan sebesar 22,95 mm pada waktu ke 5 mampu menghasilkan debit aliran permukaan sebesar $1,049 \text{ m}^3/\text{s}$. Aliran permukaan pada lokasi penelitian hanya dapat terbentuk dengan curah hujan yang cukup besar. Hal ini karena DAS Bompon mempunyai tanah yang cukup tebal (3,2-48) meter. Selain itu, pada bagian hulu juga banyak ditemukan adanya *water retention*, sehingga air hujan yang jatuh ke permukaan akan tertahan pada kolam-kolam tersebut.

Kejadian banjir pada tanggal 22 Januari 2016 digambarkan dalam bentuk hidrograf aliran (Gambar 2). Q_p dari hasil pemodelan sebesar $2,68 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan *time to peak* selama 6 *time step* (90 menit). Sesuai dengan kejadian banjir sebelumnya, waktu untuk mencapai puncak banjir sama dengan waktu puncak hujan. Kondisi ini juga mempengaruhi karakteris DRO pada suatu DAS. Asumsi yang digunakan bahwa tebal DRO dianggap merata pada

DAS, diperoleh tebal DRO pada kejadian hujan 22 Januari sebesar 13,04 cm.



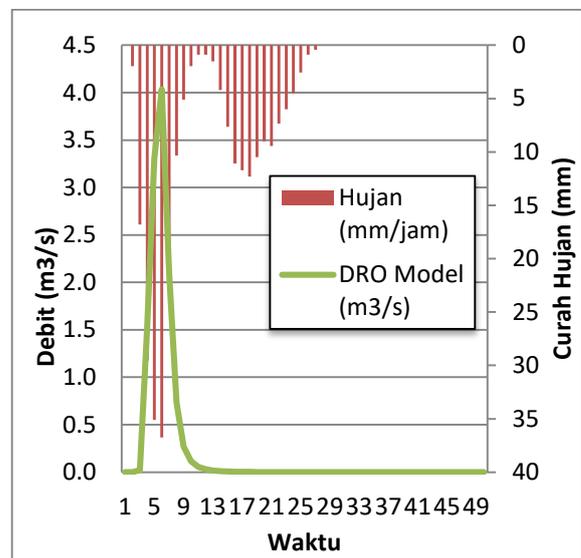
Gambar 2. Hidrograf Aliran Permukaan Tanggal 22 Januari 2016 (Hasil Analisis, 2016)

Tebal DRO pada kejadian banjir 22 Januari cukup tebal. Hal ini dapat dipengaruhi oleh besarnya intensitas hujan yang cukup ekstrim, yaitu 124,2 mm/jam atau 31,05 mm. Asumsi yang digunakan untuk perhitungan DRO cenderung cocok untuk kondisi data yang relatif datar. Kondisi ini tidak sesuai untuk DAS Bompon. Hal ini karena topografi DAS yang cukup bervariasi, maka air permukaan akan mengalir menuju bagian hilir. Selain itu, banyaknya tampungan-tampungan air dapat mengurangi tebal DRO.

Kejadian banjir pada tanggal 10 Februari 2016 digambarkan dalam bentuk hidrograf aliran (Gambar 3). Hidrograf aliran pada kejadian banjir ini merupakan gambaran banjir yang terjadi pada dua puncak hujan. Berbeda dengan kejadian hujan yang lainnya. Hal ini yang menjadi salah satu kekurangan dari pemodelan ini. Kejadian banjir yang kedua tidak diperhitungkan sebagai DRO, apabila

nilai banjirnya kurang dari kejadian banjir yang pertama. Nilai tersebut akan dianggap sebagai aliran dasar.

Kejadian banjir pada tanggal 10 Februari mempunyai intensitas curah hujan yang lebih besar daripada intensitas hujan pada kejadian banjir sebelumnya. Intensitas hujan terbesar pada waktu ke 6 sebesar 147 mm/jam, dengan tebal hujan 36,75 mm. Semakin besar intensitas curah hujan, maka debit aliran permukaan yang dihasilkan juga akan semakin besar. Hal ini juga didukung dengan kondisi lahan yang berada pada lokasi penelitian. Tekstur tanah dengan kadar lempung yang tinggi (>50%) serta koefisien saturasi yang tinggi pula, mengakibatkan kondisi jenuh tanah akan bertahan dalam waktu yang lebih lama. Air hujan yang jatuh pada lahan yang jenuh, sebagian besar air atau seluruhnya akan menjadi aliran permukaan.



Gambar 3. Hidrograf Aliran Permukaan Tanggal 10 Februari 2016 (Hasil Analisis, 2016)

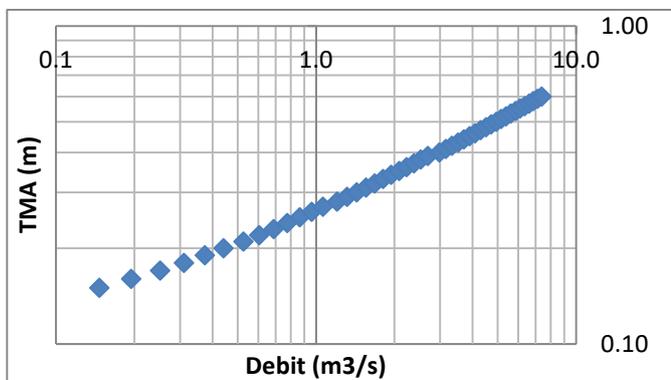
Limpasan Observasi

Hubungan antara debit aliran dan TMA diwujudkan dalam bentuk *rating curve* (Gambar 4). Kurva lengkung aliran dapat digunakan selama kondisi sungai tidak berubah. Perubahan tersebut dapat diakibatkan oleh erosi maupun sedimentasi. Adanya bangunan *weir* dapat memperlambat perubahan akibat proses erosi maupun sedimentasi.

Persamaan dari kurva lengkung aliran tersebut adalah sebagai berikut:

$$Q = 19,054(H - 0.124)^{1.43}$$

Uji statistik dari *rating curve* adalah uji-t. Uji statistik tersebut digunakan untuk mengetahui nilai perbedaan antara hasil prediksi dengan hasil observasi. Dari beberapa data yang diperoleh dari hasil pengukuran, terdapat 46 pasangan data debit dan TMA. Data tersebut yang digunakan untuk membuat kurva lengkung aliran.



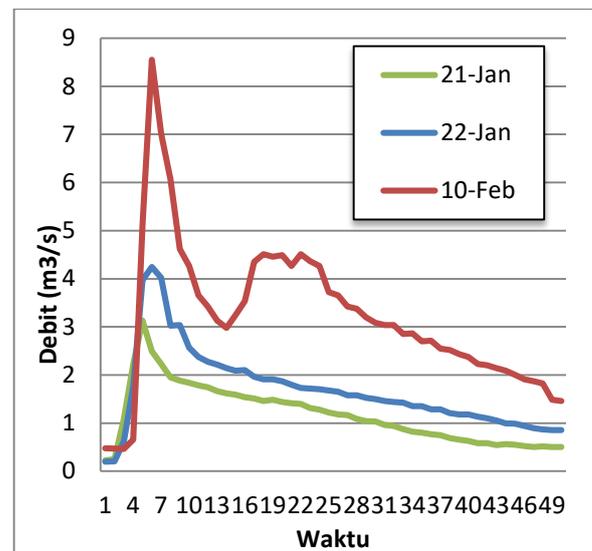
Gambar 4. Grafik *Rating Curve* DAS Bompon (Hasil Analisis, 2016)

Berdasarkan hasil perhitungan uji t menunjukkan nilai t hitung kurang dari t tabel, artinya tidak ada perbedaan yang nyata antara debit prediksi dengan debit hasil pengukuran atau debit observasi. Tingkat signifikansi yang digunakan pada perhitungan tersebut sebesar 5%, dengan kemungkinan kesalahan yang digunakan

sebesar 5%. *Rating curve* tersebut dapat digunakan untuk memprediksi besarnya debit aliran pada DAS Bompon.

Hidrograf Aliran DAS Bompon

Bentuk hidrograf aliran (Gambar 5) dengan waktu resesi yang lebih lama daripada waktu puncak menunjukkan karakteristik DAS. Kondisi ini menunjukkan adanya tanggapan yang berbeda antara aliran permukaan, aliran antara, dan aliran dasar. Aliran antara atau aliran yang mengalir di bawah permukaan tanah cenderung lebih lambat beberapa jam dari aliran permukaan sehingga waktu untuk surut relatif lama.



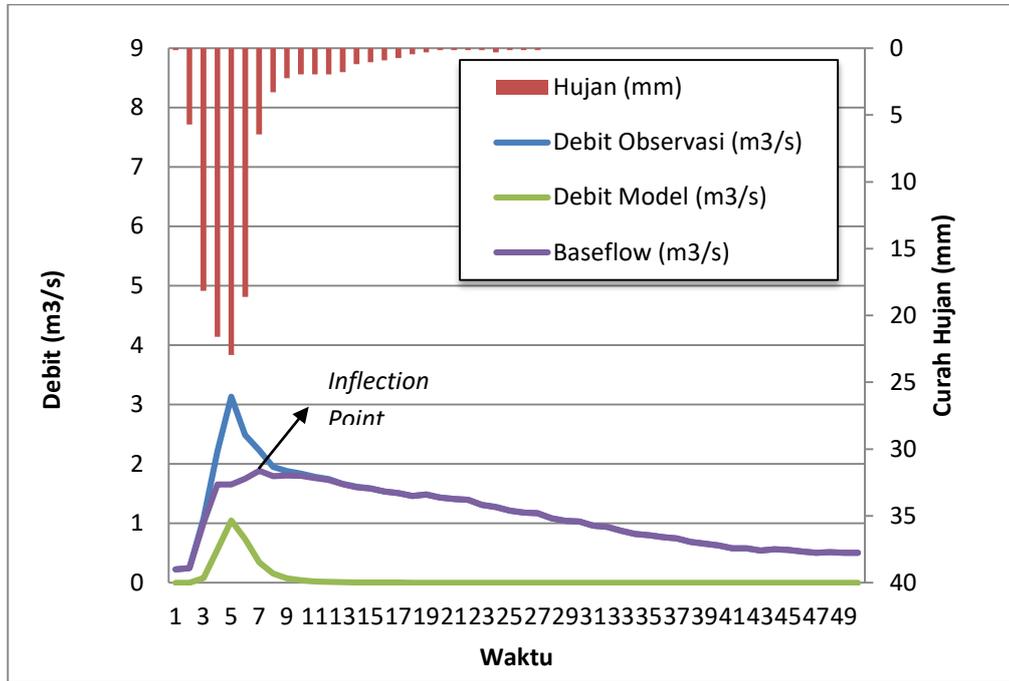
Gambar 5. Grafik Hidrograf Aliran Observasi DAS Bompon (Hasil Analisis, 2016)

Pemisahan *Baseflow*

Hasil pemodelan debit aliran berupa nilai DRO dari setiap kejadian banjir. Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan volume aliran permukaan cenderung lebih kecil daripada *baseflow*. Tebal hujan maksimal sebesar 22,95 mm mampu membentuk aliran permukaan sebesar 0,050 m atau 50 mm.

Pemisahan *baseflow* pada kejadian banjir 22 Januari ditunjukkan pada Gambar 7. Sesuai dengan kejadian banjir sebelumnya, aliran yang bersumber dari

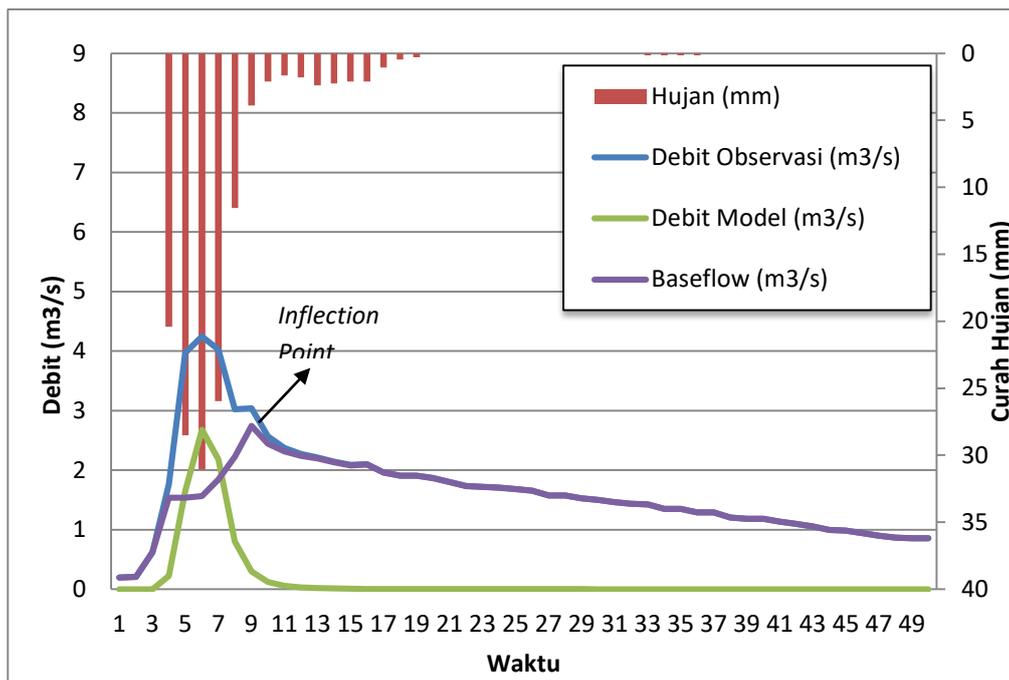
baseflow lebih dominan daripada aliran permukaan. Aliran air yang bersumber dari *runoff* sebesar 9,67%. Kondisi ini



Gambar 6. Grafik Hidrograf DAS Bompon Kejadian Banjir 21 Januari (Hasil Analisis, 2016)

menunjukkan saat terjadi hujan, aliran air akan meresap kedalam tanah serta mengisi cekungan-cekungan terlebih dahulu. Semakin lama air tertahan, maka

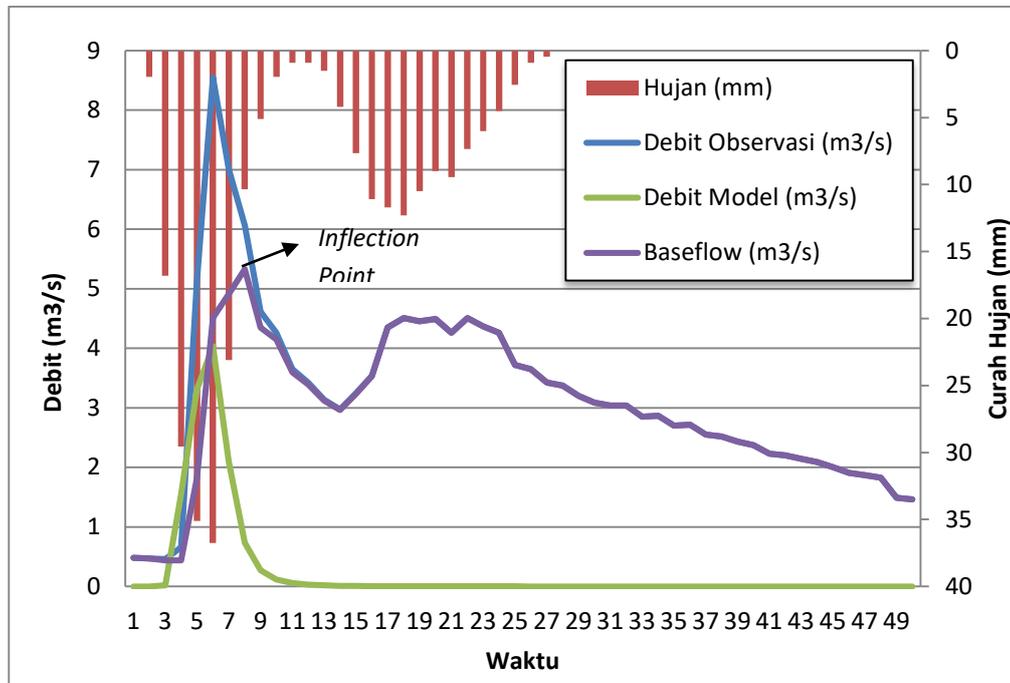
potensi untuk terjadi infiltrasi juga akan semakin besar. Hal ini yang menjadi salah satu penyebab besarnya kontribusi *baseflow* pada aliran.



Gambar 7. Grafik Hidrograf DAS Bompon Kejadian Banjir 22 Januari (Hasil Analisis, 2016)

Kejadian banjir 10 Februari (Gambar 8) terdiri dari 2 kali kejadian banjir. Kejadian banjir pertama pada waktu ke 6, sedangkan kejadian banjir kedua pada waktu ke 20. Kejadian banjir

pertama lebih besar daripada kejadian banjir ke dua, sehingga hasil pemodelan DRO nilai *runoff* kejadian banjir kedua diabaikan. Hal ini menjadi salah satu kelemahan dari pemodelan tersebut.



Gambar 8. Grafik Hidrograf DAS Bompon Kejadian Banjir 10 Februari (Hasil Analisis, 2016)

Kalibrasi dan Validasi

Perhitungan nilai penyimpangan menggunakan metode perbandingan antara hasil pemodelan dan observasi. Parameter yang dibandingkan dalam hal ini adalah volume dan nilai dari debit puncak (Tabel 3). Perbandingan nilai volume antara hasil pemodelan dan observasi menunjukkan perbedaan yang masih bisa ditoleransi. Hasil DRO pemodelan pada kejadian banjir tersebut cenderung *underestimated*, sehingga menghasilkan *baseflow* yang besar. Identifikasi perbedaan nilai debit puncak antara hasil model dan observasi

menunjukkan perbedaan pada kejadian hujan 21 Januari. Nilai perbedaan tersebut cukup besar, yaitu 29,11% dengan kategori hasil model cenderung *underestimated*.

Tabel 3. Perhitungan Nilai Penyimpangan Menggunakan Metode Perbandingan

Kejadian Hujan	Volume DRO (m ³)		
	Model	Observasi	Perbedaan (%)
21 Januari	140123,20	159501,38	12,15
22 Januari	364745,97	400148,32	8,85

10 februari	552307,60	492422,51	12,16
----------------	-----------	-----------	-------

Tabel 3. Perhitungan Nilai Penyimpangan Menggunakan Metode Perbandingan (Lanjutan)

Kejadian Hujan	Debit Puncak DRO (m ³ /s)		
	Model	Observasi	Perbedaan (%)
21 Januari	1,05	1,48	29,11
22 Januari	2,68	2,68	0,00
10 februari	4,04	4,04	0,00

KESIMPULAN

Pernyataan yang dapat disimpulkan dari uraian dan pembahasan penelitian diantaranya:

- 1) *rating curve* dibuat berdasarkan pasangan data debit dan TMA. Hasil data *rating curve* merupakan rumus untuk mengetahui nilai debit aliran berdasarkan hasil pengukuran data TMA pada SPAS. Berdasarkan hasil uji kecocokan dengan tingkat kesalahan 5% menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara hasil debit observasi bangunan *weir* dan hasil analisis *rating curve*. *Rating curve* tersebut dapat digunakan untuk merumuskan besarnya debit aliran berdasarkan data TMA.

- 2) Hasil dari pemodelan debit aliran menggunakan *modified rasional method* berupa hidrograf debit aliran permukaan. Aliran yang mengalir melalui *outlet* DAS didominasi oleh aliran dasar. Tanggapan yang berbeda antara aliran permukaan dan aliran dasar yang mengakibatkan surutnya debit turun DAS Bompon cenderung lama. Hal ini juga dipengaruhi oleh kondisi lahan, dengan tekstur dominan lempung, koefisien saturasi, tingkat kekasaran lahan yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Asch, V., Tang, C., Alkema, D., Zhu, J., & Zhou, W. (2013). An Integrated Model to Assess Critical Rainfall Thresholds for Run-out Distances of Debris Flows. *Springer Science*, 299-311.
- Bedient, P. B., & W. C. Huber. (1988). Hydrology and Floodplain Analysis. *Addison-Wesley Publishing Company*, 360-364.
- Bina-Marga. (1990). *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta: PT Bina Marga.
- Dumairy. (1992). *Ekonomika Sumberdaya Air Pengantar ke Hidrolika*. Yogyakarta: BPFE Offset.

- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan Penanganan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hua, J., Liang, Z., & Yu, Z. (2003). A Modified Rational Formula for Flood Design in Small Basin. *Journal of the American Water Resources Association* , 1017-1025.
- Khamraev, N. (1995). Water Resources and Socio Economic Development in the State of the Aral Sea Basin. *Hidrological research and Water Management Strategies in Arid and Semi Arid Zone* (pp. 65-68). Uzbekistan: Technical Document in Hidrology.
- Melkoyan, A. (2015). Climate Change Impact on Water Resources and Crop Production in Armenia. *Agricultural Water Management* , 86-101.
- Moreno, C. R., Pérez-Sánchez, J., Aparicio, J. S., & Asenjo, M. d. (2015). The Economic Value of Conjoint Local Management in Water Resources Results from a Contingent Valuation in the Boquerón Aquifer. *Science of The Environment* , 255–264.
- Soewarno. (1991). *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*. Bandung: Nova.
- Wanielista, M. (1990). *Hydrologi and Water Quantity Control*. New York: John Wiley and.