

**KAJIAN RESPON HIDROLOGI DAERAH ALIRAN SUNGAI  
DENGAN POLA RADIAL MENGGUNAKAN HEC-HMS**  
(Study Kasus Sungai Gubrih Bondowoso)

**ABRORI**

Jl. Karimata 49 Jember - JATIM  
Tel : Fax : (0331) 336728 – 337957  
Email : Abrori138@gmail.com

*Abstract -HEC-HMS is one of the hydrological models that can be used to analyze the watershed system in determining the rainfall-flow process. HEC-HMS can show the large flow of river flow as the output of the watershed system. The rain-flow method of the HEC-HMS model can be used to determine the hydrological hydrograph models approaching the hydrological values of the actual basin system. However, each watershed (DAS) has different streaming characteristics, so that some of the available methods are not always suitable to be used to calculate the flood discharge plan. Next will be developed a hydrograph flood plan model for DAS Gubrih with HEC-HMS Method approach. By comparing the results of flood discharge measurements in the field with the results of hydrograph flood calculations in the Gubrih watershed area, then further calibrate the program approach with the "Optimization Trial Manager" menu as a continuation of the HEC-HMS program and the statistical approach to adjust the model parameter values until the model results according to historical data. The parameter values are adjusted by the search method and the hydrograph and objective functions for the target element are recalculated.*

*Keywords: HEC-HMS, Model, Hidrograf, Correlation Coefficient, Relatif Error.*

## **I. PENDAHULUAN**

Daerah Aliran Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisah topografis yang berfungsi untuk menampung menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya menuju ke sistem sungai terdekat dan pada akhirnya bermuara ke waduk, danau atau ke laut (Seyhan, 1990). DAS juga merupakan suatu sistem hidrologi yang di dalamnya terdapat parameter-parameter biotik (vegetasi dan manusia) dan abiotik (karakteristik fisik) yang saling berkaitan.

Proses hidrologi DAS secara sederhana digambarkan dengan hubungan antara masukan berupa hujan, proses dan keluaran berupa aliran. Aliran air di sungai merupakan hasil dari beberapa proses hujan-aliran dalam DAS dan dikenal sebagai hasil siklus hidrologi DAS. Respon hidrologi DAS dengan hujan sebagai masukan menyangkut hasil air dalam siklus hidrologi DAS. Hujan yang jatuh pada permukaan tanah akan terdistribusi menjadi air infiltrasi dan aliran permukaan. Hasil aliran sungai dipengaruhi oleh kondisi iklim, morfometri dan karakteristik tutupan vegetasi DAS.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Tipe melebar dikatakan juga dengan pola radial, sungai ini terdapat fungsi utama/besar, dengan beberapa anak sungai, hanya anak-anak sungai tersebut melingkar dan akan bertemu dengan sungai utamanya pada suatu titik (daerah), sehingga kalau digambarkan akan berbentuk bagaikan kipas. Terkumpulnya curah hujan di daerah aliran sungai ini, dengan sebagian mengalir dan sebagian ke sungai utama dan terbagi lagi ke anak-anak sungainya, yang kemudian bertemu pada suatu titik atau suatu daerah, akan mengakibatkan banjir besar di daerah pertemuan tersebut, maka dikatakan sangat penting pengadaan AWLR karena curah hujan yang tak menentu di sebagian daerah stasiun hujan sehingga tidak bisa dijadikan sebuah pantuman pengolahan data.

Debit banjir rancangan adalah debit banjir maksimum yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Untuk menaksir banjir rancangan digunakan cara hidrograf banjir yang didasarkan oleh parameter dan karakteristik daerah pengalirannya. Teori hidrograf banjir merupakan suatu cara perhitungan yang relatif sederhana dan cukup teliti. Hidrograf adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara debit dan waktu kejadian banjir. Perencanaan bangunan air diperlukan bahan masukan berupa perkiraan besarnya debit banjir. Estimasi tersebut harusnya didasarkan pada metode yang tepat sehingga dapat menghasilkan perkiraan banjir yang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Setiap daerah aliran sungai (DAS) memiliki karakteristik pengaliran yang sangat berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya bentuk topografi daerah aliran sungai, tata guna lahan, tipologi sungai (panjang, jumlah dan kemiringan), tinggi dan durasi curah hujan daerah. Beberapa metode perhitungan hidrograf banjir rencana yang ada diantaranya Metode Nakayasu, Snyder dan Gama I tidak selalu cocok digunakan pada setiap daerah aliran sungai (DAS). Maka dalam menentukan metode yang akan dipilih dan digunakan dalam perhitungan hidrograf banjir rencana pada suatu daerah aliran sungai (DAS) perlu dilakukan perbandingan antara hasil

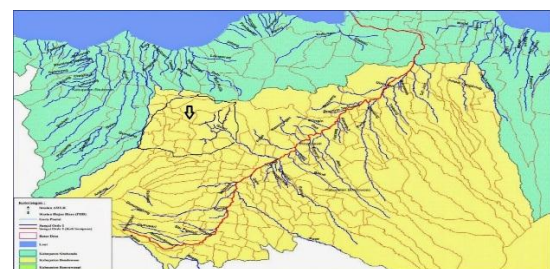
pengukuran debit lapangan dengan hasil perhitungan hidrograf banjir dari metode-metode yang ada, selanjutnya dengan menggunakan parameter statistik berupa koefisien korelasi (R) dapat diperoleh hasil metode manakah yang memiliki hubungan paling dekat dengan hasil pengukuran debit lapangan.

Untuk mendapatkan nilai akurasi yang cukup baik dan mendekati kondisi lapangan, selanjutnya pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Gubrih Kabupaten Bondowoso dengan tipe DAS melebar dilakukan perhitungan model hidrograf banjir rencana dengan pendekatan Metode HEC-HMS. Beberapa parameter dalam Metode HEC-HMS dibuat sebagai variabel terikat dan variabel bebas.

Model HEC-HMS merupakan model hidrologi yang menerangkan proses alih ragam hujan menjadi aliran dalam suatu DAS. HEC-HMS dirancang untuk mensimulasikan aliran sebagai keluaran DAS dari hujan dan karakteristik DAS sebagai komponen masukannya. HEC-HMS dapat menunjukkan besar debit aliran berupa hidrograf model pada outlet DAS dalam kurun waktu tertentu.

## II. METODE

Penelitian ini dilakukan pada DAS Gubrih yang berada di Kecamatan Wringin Kabupaten Bondowoso, Provinsi Jawa Timur. AWLR Gubrih merupakan alat pencatat debit otomatis yang berada di DAS Gubrih. Secara geografis lokasi DAS Gubrih terletak pada 07 22' 14" Lintang Selatan dan 111 27' 47" Bujur Timur. Secara *administrative* DAS Gubrih meliputi wilayah Kabupaten Bondowoso dengan luas 1.560,10 km<sup>2</sup> sebelah utara kota Jember sebelah barat kota Banyuwangi dan sebelah selatan kota Situbondo. Peta Daerah Aliran Sungai Gubrih dan lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Detail DAS Gubrih

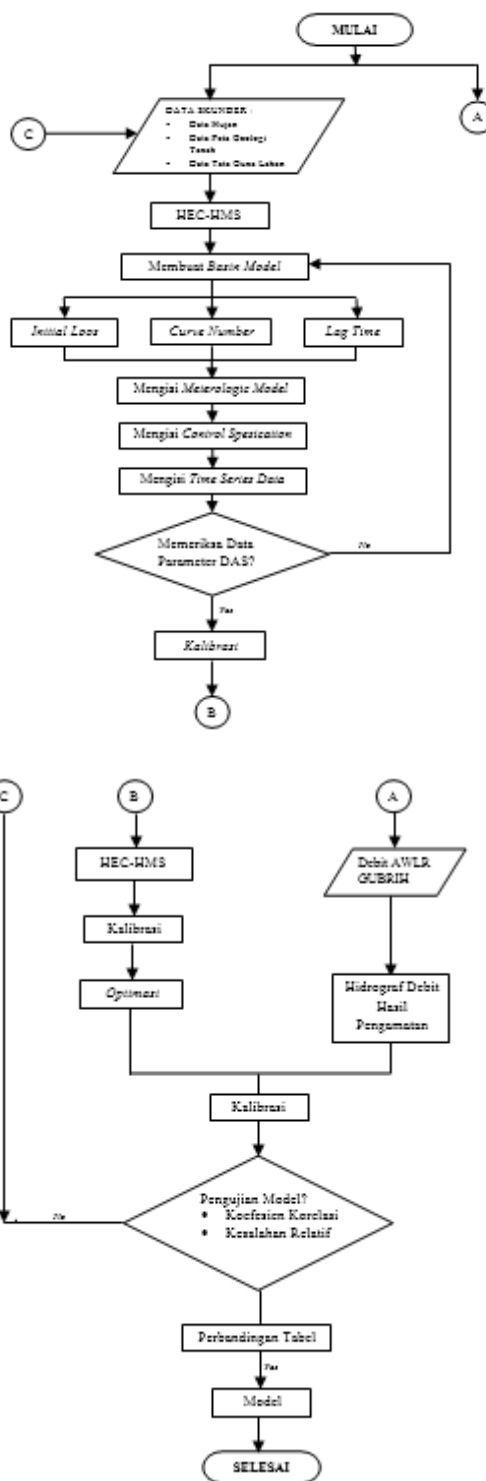
Adapun data – data yang diperlukan dalam kajian ini adalah:

1. Peta Geologi tanah dan tata guna lahan di DAS AWLR Gubrih
2. Data curah harian pada stasiun hujan yang terletak di sekitar DAS AWLR Gubrih
3. Data Debit AWLR Gubrih.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan curah hujan rerata daerah dengan Metode Polygon Thiesen
2. Hitung nilai *curve number* menggunakan pendekatan peta geologi tanah dan peta tata guna lahan
3. Hitung Limpasan SCS *Curve Number* (CN) berdasarkan nilai dari *curve number*
4. Hitung Hidrograf Satuan SCS atau juga biasa di sebut sebagai waktu konsentrasi
5. Membuat HMS Component Models
6. Membuat *Time Series Data*
7. Membuat *Basin Models*, berisi elemen-elemen DAS, hubungan antar elemen dan parameter aliran
8. Memilih dan mengisi *Basin Models*
9. Mengisi *Meteorologic Model*
10. Mengisi *Control Specification*, berisi waktu mulai dan berakhirnya proses perhitungan
11. Mengisi *Time-series Data*
12. Memeriksa Data DAS
13. Melakukan *Simulation*
14. Melakukan Kalibrasi pendekatan optimasi “*Optimization Trial Manager*”.
15. Melakukan Kalibrasi Pendekatan Statistik.

Untuk memperjelas tahapan penelitian, disajikan diagram alur penelitian pada gambar 2.2



**Gambar 2.2** Diagram Alur Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pendekatan pengukuran melalui peta topografi skala 1 : 100.000, untuk daerah aliran sungai (DAS) AWLR Gubrih diperoleh luasan sebesar 94.47 km<sup>2</sup>. Untuk keperluan perhitungan hidrograf banjir rencana digunakan data hujan dari 3 stasiun hujan, yaitu : Stasiun DAM Wringin, Sbr.Dumpyong dan Stasiun DAM Blimbing. Data yang ada ini merupakan hasil pencatatan mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2016.

Dalam perhitungan curah hujan rerata harian maksimum digunakan Metode Polygon Thiessen, karena posisi stasiun menyebar secara merata dan setiap titik stasiun dapat dihubungkan membentuk sebuah polygon. Metode ini dibuat dengan cara memberikan nilai koefisien luasan tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan disuatu daerah dengan luas tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan di stasiun yang bersangkutan. Hasil perhitungan curah hujan harian maksimum di DAS Gubrih disajikan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Hasil perhitungan Curah hujan harian maksimum dengan menggunakan metode Polygon Thiessenn

No	Bulan	Hujan harian maksimum bulanan (mm)
1	January	46.68
2	Februari	83.33
3	Maret	59.54
4	April	34.49
5	Mei	55.66
6	Juni	45.63
7	Juli	36.82
8	Agustus	9.75
9	September	66.92
10	Oktober	77.20
11	November	57.15
12	Desember	96.56

Nilai CN dipengaruhi oleh klasifikasi tanah pada Daerah Aliran Sungai, karena dalam penelitian ini tidak dilakukan penelitian tentang klasifikasi tanah. Maka klasifikasi tanah di Daerah ALiran Sungai AWLR Gubrih di tentukan berdasarkan peta geologi Kabupaten Bondowoso. Berdasarkan peta geologi DAS AWLR Gubrih terdiri dari tiga jenis tanah yaitu :

1. Latosol yaitu tanah yg terbentuk dari pelapukan batuan sendimen dan metamorf di area pegunungan kec.Wringin.

2. Regosol yaitu taanah ini berasal dari material gunung api (Erupsi Gunung Berapi), jenis tanah berupa abu vulkan dan pasir vulkan.

3. Mediteran yaitu tanah yang bahan induknya berupa batuan beku yang berkapur dan ba nyak mengandung karbonat, alumunium, besi, air dan bahan organik termasuk tanah subur cocok untuk areal persawahan.

Jadi dapat di ambil kesimpulan bahwa sebagian besar DAS AWLR Gubrih mempunya kondisi fisik tanah yang terdiri dari sisa letusan gunung api dengan sebagian besar berupa pasir dan batuan berkapur. Oleh karena itu dapat di simpulkan bahwa kalsifikasi tanah DAS AWLR Gubrih tergolong pada kategori A yaitu : Karakteristik tanah dengan tekstur pasir & profil dalam, dengan laju infiltrasi > 0.75 cm/jam

**Tabel 3.2.** Hasil perhitungan nilai *Curve Number (CN)*

No	Penggunaan Lahan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Nilai CN
1	Pemukiman	21,101	77
2	Tegalan & Hutan	7,331	25
3	Semak Belukar	7,671	68
4	Sawah Irigasi	30,337	63
5	Lahan Kosong	28,030	64

Nilai CN Komposit =

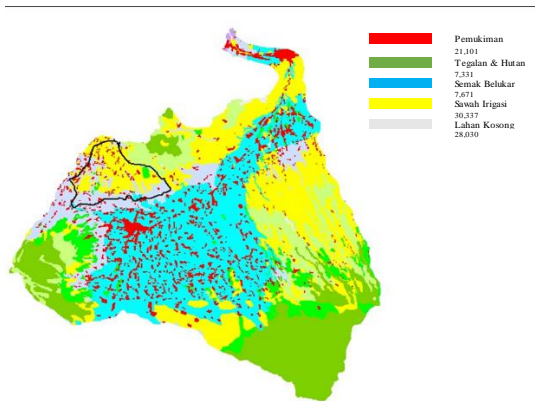
$$= (21.101 \times 77) + (7.331 \times 25) + (7.671 \times 68) + (30.337 \times 63) + (28.030 \times 64)$$

$$21.101+7.331+7.671+30.337+28.030$$

$$= \frac{5893,731}{}$$

$$94.47$$

$$= 62.4$$



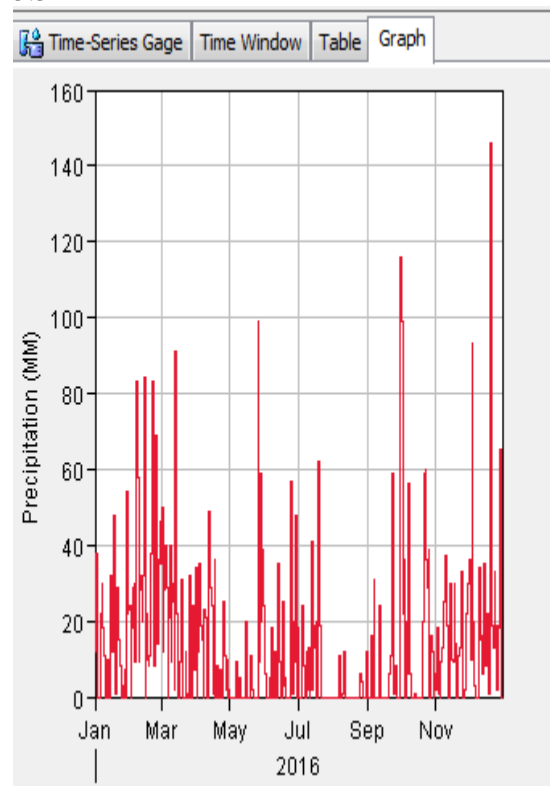
**Gambar 3.1** Peta tata guna lahan Daerah Aliran Sungai Gubrih

Metode perhitungan dari *Soil Conservation Service (SCS) curve number (CN)* beranggapan bahwa hujan yang menghasilkan limpasan merupakan fungsi dari hujan kumulatif, tata guna lahan, jenis tanah serta kelembaban. Hasil perhitungan untuk nilai dari *Initial Abstraction (Ia) = 1.2 mm*, dan untuk waktu konsentrasi (*Time Lag*) adalah sebesar 132.48 menit.

Model HEC-HMS mengemas berbagai macam metode yang digunakan dalam analisa hidrologi. Dalam pengoperasiannya menggunakan basis sistem windows, sehingga model ini menjadi mudah dipelajari dan mudah untuk digunakan, tetapi tetap dilakukan dengan pendalaman dan pemahaman dengan model yang digunakan. Di dalam model ini, terdapat beberapa macam metode hidrograf satuan sintetik. Sedangkan untuk menyelesaikan analisis hidrologi ini digunakan hidrograf satuan sintetik dari SCS (*soil conservation service*) dengan menganalisa beberapa parameternya, maka hidrograf ini dapat disesuaikan dengan kondisi di Daerah Aliran Sungai Gubrih. Sebagai pembanding, dicantumkan data debit dari alat pengukur debit otomatis AWLR (*Automatic water level recorder*) yang berada di Gubrih Kecamatan Wringin Kabupaten Bondowoso.

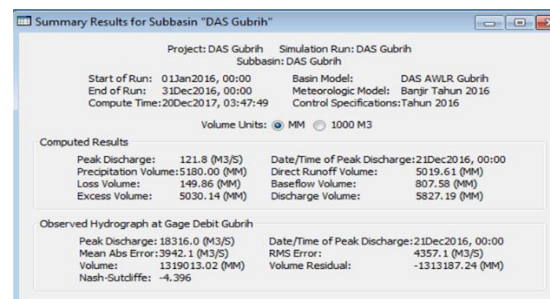
Desain hyetograph harus didasarkan pencatatan kejadian hujan nyata. Masukan data presipitasi atau curah hujan efektif saat banjir, dapat berupa 5 menitan, jam-jaman ataupun harian. Perlu diperhatikan curah hujan kawasan diperoleh dari hujan merata

metode *thiessen* dengan memperhatikan pengaruh stasiun-stasiun curah hujan pada kawasan tersebut. Data curah hujan dalam program HEC-HMS disajikan pada gambar 3.3

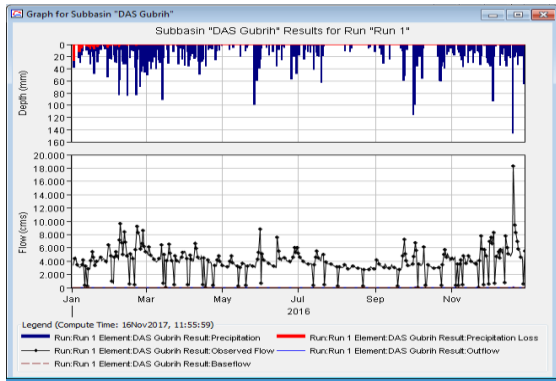


**Gambar 3.3** Nilai *Meteorologic model* (Model data curah hujan)

Setelah semua variabel dimasukkan, untuk mengeksekusi pemodelan agar dapat berjalan maka *basin model* dan *meteorologic model* harus disatukan. Hasil eksekusi metode ini dapat dilihat dalam grafik dan nilai output dibawah ini. Hasil keluaran pada gambar 3.4 dan 3.5 merupakan debit banjir rencana untuk periode ulang 1 tahunan.



**Gambar 3.4** Hasil proses simulasi waktu puncak dan debit puncak



**Gambar 3.5** Hidrograf Aliran DAS Gubrih

Adapun hasil dari Simulasi model HEC-HMS untuk tahun 2016 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4 dan 3.5 di atas. Didapatkan debit puncak hasil simulasi model sebesar 121.8 m<sup>3</sup>/dt dengan waktu debit puncak terjadi pada tanggal 21 Desember 2016.

Untuk tahapan selanjutnya, dilakukan kalibrasi model yaitu dengan pendekatan program optimasi yang terdapat dalam program HEC-HMS “Optimization Trial Manajer” dan pendekatan secara statistik berdasarkan data hujan dan data debit terukur pada tahun 2016.

- Kalibrasi optimasi (pendekatan program)  
Setelah semua variable *optimization trial* di isi maka pengujian kalibrasi siap, dan klik results, maka results akan menghasilkan beberapa tabel dan grafik dari hasil simulasi. Hasil metode ini dapat dilihat pada grafik dan nilai output dibawah.

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	5797.15	1313733.63	-1307936.48	-99.56
Peak Flow (M3/S)	121.8	18316.0	-18194.2	-99.3
Time of Peak	21Dec2016, 00:00	21Dec2016, 00:00		
Time of Center of Mass	30Jun2016, 12:58	30Jun2016, 19:17		

**Gambar 3.6** Hasil proses kalibrasi optimasi waktu puncak dan debit puncak

Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Func... Sensitivity
DAS Gubrih	SCS Curve Number...	MM	1.2	1.1068	0.00
DAS Gubrih	SCS Unit Hydrogra...	MIN	132.48	132.48	0.00
DAS Gubrih	SCS Curve Number...		62.4	63.298	0.00

**Gambar 3.7** Hasil nilai hidrograf optimasi

Adapun hasil dari grafik hidrograf kalibrasi model HEC-HMS untuk tahun 2016 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17 di atas. Kalibrasi yang didapat adalah nilai CN 63.4 dan Ia 1.1 mm, dari hasil optimasi didapat nilai koefisien korelasi dan kesalahan relatif. Adapaun hasilnya ditunjukkan dalam tabel berikut ini :

**Tabel 3.3.** Hasil perhitungan kalibrasi optimasi

No	Optimization Trial Manager	
1	CN	63.3
2	ia	1.1
3	Koefesien Korelasi	0.48290
4	Kesalahan Relatif	0.34181

- Pendekatan Statistik  
Untuk tahapan awal pengujian dengan menggunakan pendekatan statistik. Kalibrasi yang dilakukan berdasarkan parameter yang terdapat pada *basin model* yaitu nilai *initial abtraction*, *curve number*, dan *time lag*. Dalam pendekatan statistik ini untuk variabel bebasnya adalah nilai *curve number* dan *initian abstraction* sedangkan variable terikatnya adalah *time lag*.

**Tabel 3.4.** Hasil kalibrasi pendekatan statistik pada alternative dari 1-8



No	CN	Ia	Koefisien Korelasi	Kesalahan Relatif	Selisih
1	40	3.00	0.45114	0.3696	0.082
2	45	2.44	0.45723	0.3630	0.094
3	50	2.00	0.46107	0.3574	0.104
4	55	1.64	0.46406	0.3531	0.111
5	60	1.33	0.46696	0.3504	0.117
6	65	1.08	0.48269	0.3442	0.138
7	70	0.86	0.48088	0.3393	0.142
8	75	0.67	0.48027	0.3362	0.144
9	80	0.50	0.48114	0.3371	0.144
10	85	0.35	0.48143	0.3358	0.146
11	90	0.22	0.48103	0.3344	0.147
12	95	0.11	0.47950	0.3295	0.150

Setelah dilakukan perbandingan dari 1-8 alternatif yang disajikan dalam pendekatan statistik bentuk tabel diatas yaitu diperoleh pada alternatif-2 yang mempunyai koefisien korelasi yang tinggi (0.4827) dan kesalahan relatif yang paling kecil (0.3342).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh kesimpulan bahwa perhitungan kalibrasi model pendekatan program optimasi (*optimazation tryal manager*) dan pendekatan statistik tidak jauh beda hasilnya, jadi untuk keperluan perencanaan debit banjir rencana di wilayah DAS Gubrih disarankan menggunakan metode HEC-HMS pendekatan optimasi sebagai lanjutan karna lebih cepat dan efisien, berikut tabel hasil parameter pendekatan program dan statistik :

**Tabel 3.4.** Parameter hasil pendekatan program dan pendekatan statistik

No	Variabel	Optimization Trial Manager	Pendekatan Statistik
1	CN	63.3	65
2	ia	1.1	1.08
3	Debit Puncak (m3/dt)	121.8	121.8
4	Volume (mm)	5797.15	5844.88
5	Tanggal debit puncak	21/12/2016	22/12/2016
6	Koefisien Korelasi	0.48290	0.48270
7	Kesalahan Relatif	0.34181	0.33420

##### Saran

1. Untuk memperoleh nilai-nilai akurasi yang lebih baik, maka perlu verifikasi data seperti data hujan dan data debit.
2. Untuk mendapatkan debit puncak yang mendekati debit sebenarnya di lapangan perlu di perhatikan dalam penentuan luas DAS.
3. Sebagai pembandingan dalam perhitungan debit banjir rencana perlu dilakukan kalibrasi menggunakan metode yang lain seperti Nakayasu ataupun bantuan program bantu yang lain. Sehingga pada suatu wilayah tertentu dapat ditentukan metode yang lebih cocok dalam perhiungan debit banjir rencana.
4. Sebenarnya program HEC-HMS dapat melakukan kalibrasi sendiri yang terdapat pada toolbar *optimization trial* hanya saja nilai kalibrasi yang ditentukan bukanlah nilai koefisien korelasi tetapi nilai *percent different* dari perbandingan nilai debit puncak dan volume hujan model HEC-HMS dengan debit puncak dan volume hujan pada kondisi sebenarnya di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Saiful Rizal, Nanang, 2014, Aplikasi Perencanaan Sintem Irigasi Dan Bangunan Air, Jember : LPPM Universitas Muhammadiyah Jember.
- Azizah Affandy, Nur dkk, 2008, Pemodelan Hujan Debit Menggunakan Model HEC-HMS di DAS Sampeyan Baru, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November
- Syahputra, Ichsan, 2015, Kajian Hidrologi dan Analisa Kapasitas Tampang Sungai Kreung Langsa Berbasis HEC-HMS dan HEC-RAS, Aceh Besar : Universitas Abulyatama.
- Bedient, P.B., and Huber, W.C. 1992. "Hydrology and Floodplain Analysis". Addison Wesley, New York.
- Sri Harto Br. 2000. "Hidrologi : Teori, Masalah dan Penyelesaian". Nafiri Offset, Yogyakarta
- Harto, S., 1993 Analisis Hidrologi, Jakarta: P.T. Gramedia Pustaka Utama.
- USACE. 2000. Hydrologic Modelling System HEC HMS Technical Reference

Manual. March 2000.  
<http://www.hec.usace.army.mil>.  
USACE. 2002. Hydrologic Modelling  
System HEC HMS Applications Guide.  
December 2002.  
<http://www.hec.usace.army.mil>.

USACE. 2000. Geospatial Hydrologic  
Modelling Extension HEC GeoHMS Users  
Manual. July 2000.  
<http://www.hec.usace.army.mil>.