

KAJIAN KARAKTERISTIK DAS (Studi Kasus DAS Tempe Sungai Bila Kota Makassar)

Angelica Mega Nanda¹, Eko Prasetyo Nugroho², Budi Santosa³

¹Mahasiswi Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Segijapranata Semarang

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Segijapranata, Semarang

³Tenaga Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Segijapranata,
Semarang

ABSTRAK

Kota Makassar menjadi salah satu kota dengan tingkat pembangunan infrastruktur yang tinggi dan menyebabkan perubahan lahan yang sangat signifikan. Fenomena tersebut berdampak pada pola aliran di permukaan (*surface flow*) dan wilayah resapan air. Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui karakteristik hidrologi DAS Tempe Sungai Bila di Kota Makassar.

Penelitian ini menggunakan model hidrologi dengan bantuan *software Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)*. Hidrograf yang dihasilkan HEC-HMS berupa *outflow* diolah untuk mengetahui karakteristik DAS Tempe Sungai Bila.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang digunakan pada simulasi tersebut sesuai dengan parameter yang ada. Dari analisis *outflow* didapatkan karakteristik hidrologi DAS Tempe selama tahun 2003 sampai dengan tahun 2013 antara lain debit maksimum rata-rata sebesar 81,46 mm; debit minimum rata-rata sebesar 1,05 mm; koefisien *regime* rata-rata sebesar 170,48 mm dan koefisien *storage* sebesar 0,06 mm.

Kata kunci: Karakteristik hidrologi, DAS, Curah hujan rancangan, HEC-HMS

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu sumber air, sungai memegang fungsi yang sangat penting bagi kehidupan dan penghidupan masyarakat. Indonesia merupakan salah satu negara besar yang memiliki masalah banjir hingga saat ini masih terus dipelajari cara penyelesaiannya. Kota Makassar menjadi salah satu kota dengan tingkat pembangunan infrastruktur yang tinggi dan menyebabkan perubahan lahan yang sangat signifikan. Kawasan yang digunakan untuk menampung genangan air kini dialih fungsikan untuk keperluan pembangunan fisik seperti misalnya pembangunan

pemukiman dan sebagainya yang berdampak pada perubahan pola aliran dipermukaan. Aliran ini selain dipengaruhi oleh karakteristik DAS dan juga sangat tergantung pada karakteristik hujan yang jatuh.

Laporan penelitian ini dibuat untuk menganalisa debit banjir pada salah satu DAS pada Sungai Bila, Makassar yaitu DAS Tempe. Data yang didapatkan kemudian akan diolah dengan menggunakan model hidrologi menggunakan *software Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)*. Dari hasil yang didapatkan maka diharapkan debit banjir dapat mendekati kondisi

dilapangan dan dapat digunakan untuk kepentingan penelitian selanjutnya.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai parameter model yang menggambarkan nilai karakteristik DAS Tempe di Sungai Bila dengan menggunakan *software* HEC-HMS.
2. Mengetahui karakteristik hidrologi DAS Tempe di Sungai Bila.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrograf

Menurut Hermawan (1984), hidrograf adalah suatu grafik yang menggambarkan antara tinggi muka air dengan debit. Untuk dapat merencanakan banjir rancangan, hidrograf satuan dapat diubah dari hidrograf hujan menjadi hidrograf aliran. Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan hidrograf tergantung pada tujuan penggunaan grafik hidrograf. Untuk analisa yang lebih terperinci, hidrograf debit diplot dengan menghitung nilai-nilai debit langsung dari grafik catatan tinggi muka air.

Hidrograf terdiri atas tiga bagian yaitu sisi naik (*rising limb*), puncak (*crest*) dan sisi resesi (*recession limb*). Bentuk hidrograf dapat ditandai dengan tiga sifat pokok yaitu waktu naik (*time of rise*), debit puncak (*peak discharge*) dan waktu dasar (*base time*).

Bentuk hidrograf pada umumnya dipengaruhi oleh sifat hujan yang terjadi dan sifat DAS. Menurut Kennedy dan Watt (1967) dalam buku analisis hidrologi, sifat hujan yang sangat mempengaruhi hidrograf adalah intensitas hujan, lama hujan dan arah gerak hujan. Semakin tinggi

intensitas hujan maka hidrograf akan naik dengan cepat, begitu pula sebaliknya.

2.2 HEC-HMS

Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modelling System (HEC-HMS) adalah sebuah *software* yang digunakan untuk mensimulasikan proses hujan-aliran pada suatu daerah aliran sungai (DAS). Model ini dirancang untuk penggunaan DAS berukuran besar.

Model ini merupakan pengembangan dari model sebelumnya yaitu HEC-1. Salah satu keunggulan dari HEC-HMS adalah telah digunakannya konsep GIS dalam penyelesaian modelnya. HEC-HMS dirancang untuk mensimulasikan proses hujan-limpasan terutama untuk DAS dengan pola dendritik. Model ini dirancang untuk penggunaan DAS berukuran besar. Data hidrograf yang dihasilkan dapat digunakan secara langsung atau dikaitkan dengan *software* lain untuk mengulangi berbagai masalah hidrologi seperti ketersediaan air, drainase kota dan peramalan aliran (Dasanto, 2006).

HEC-HMS dapat digunakan untuk menghitung limpasan pada permukaan penelusuran banjir pada DAS, perhitungan *baseflow*, presipitasi air hujan dan evaluasi bangunan pengendali air kemudian dapat digunakan untuk merepretasikan proses hidrologi. Fasilitas kompositasi dan model dalam HEC-HMS dapat dilihat pada tabel diatas.

Input data pada HEC-HMS dapat dimasukkan secara manual maupun dengan DSS (*Data Storage System*) karena program tersebut diintegrasikan dengan sistem database. Untuk mempermudah pengoperasian sistem maka DSS dapat digunakan sebagai *interface* antara berbagai model yang sudah terintegrasikan dan komponen yang ada dalam HEC-HMS.

Tabel 2.1 Fasilitas komputasi dan model pada HEC-HMS

| Komputasi | Model | |
|---|--|---|
| Precipitation | User hytograph User gage weighting Inverse distance gage weights | Gridded precipitation Frequency storm Standard project storm |
| Volume runoff | Initial and constant rate SCS curve number (CN) Gridded SCS CN | Green and ampt Deficit and constant rate Soil moisture accounting (SMA) Grindded SMA |
| Direct runoff (overland flow and interflow) | Constant monthly Exponential recession Linier reservoir | SCS UH Modclark Kinematic wave |
| Baseflow | Kinematic wave Lag Modified puls Muskingum | |
| Channel flow | Muskingum- cunge standart section Muskingium- cunge 8-point section | |

Sumber : *Technical Reence Manual HEC-HMS (2000)*

2.3 Kalibrasi dan Parameter Model pada HEC-HMS

Proses kalibrasi bertujuan untuk menentukan parameter-parameter dari karakteristik DAS seperti CN Number), luasan daerah kedap air (*imperviousness*), resapan awal (*initial abstraction*) atau nilai *baseflow* untuk mendapatkan hasil yang paling mendekati kondisi di lapangan.

Debit banjir hidrograf yang dihasilkan oleh HEC-HMS dalam proses kalibrasi digunakan sebagai parameter. Berikut ini adalah nilai parameter yang diijinkan dalam permodelan HEC-HMS (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Nilai parameter kalibrasi model HEC-HMS

| Model | Parameter | Min | Max |
|----------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|
| SCS Loss | Initial Abstraction | 0 mm | 500 mm |
| | Curve number | 1 | 100 |
| SCS UH | Lag | 0,1 min | 30000 min |
| Baseflow | Initial baseflow | 0 m ³ /s | 100000 m ³ /s |
| | Recession factor | 0,000011 | - |
| | Flow-to- peak ratio | 0 | 1 |
| Muskingum Routing | K | 0,1 hr | 150 hr |
| | x | 0 | 0,5 |
| | Number of steps | 1 | 100 |

Sumber: Panduan HEC-HMS (Suhartanto, 2008)

2.4 Parameter Dalam HEC-HMS

Dalam HEC-HMS diperlukan beberapa parameter sebagai pengontrol hubungan dari sistem Input ke sistem *output*. Tabel 2.3 merupakan parameter-parameter yang digunakan dalam HEC-HMS.

Tabel 2.3 Parameter HEC-HMS

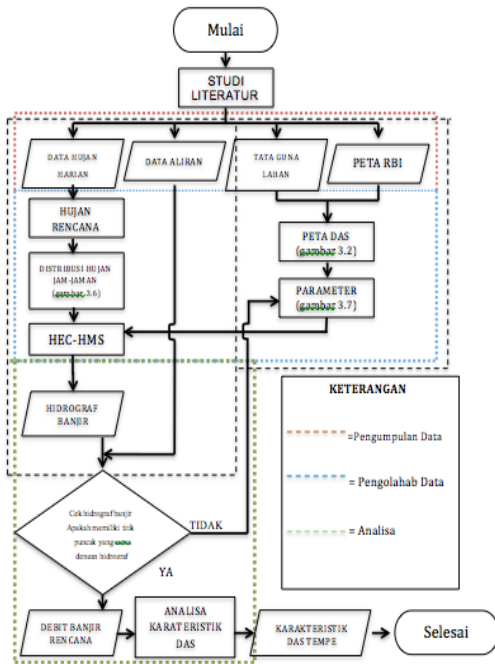
Sumber :USACE-HEC (2000)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Studi

Lokasi yang diambil menjadi studi kasus pada penelitian ini adalah salah satu DAS yang berada di Kota Makassar, yaitu DAS Tempe, Sungai Bila. DAS Tempe dalam penelitian ini memiliki titik kontrol pada Tanru Tedong.

3.2 Diagram Alir Umum



Gambar 3.1 Bagan Alir Umum

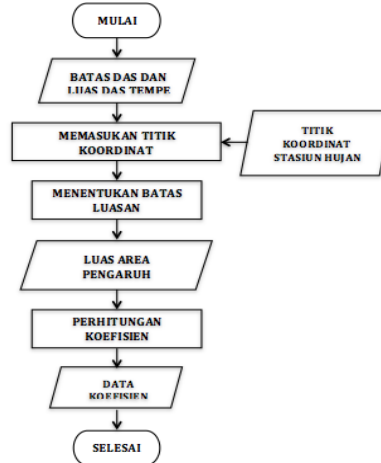
3.2.1 Bagan Alir Penentuan Batas Das Tempe



| Metode | Parameter |
|--------------------------------|-------------------------|
| Initial and Constant Rate Loss | Initial loss |
| | Constant Rate |
| SCS Loss | Initial Abstraction |
| | Curve Number |
| Green and Ampt Loss | Moisture deficit |
| | Hydraulic conductivity |
| | Wetting front suction |
| Deficit and Constant Rate Loss | Initial deficit |
| | Maximum deficit |
| | Deficit recovery factor |
| Clark's UH | Time of concentration |
| Snyder's UH | Storage coefficient |
| | Lag |
| SCS UH | Lag |
| Kinematic Wave | Manning's n |
| Baseflow | Initial Baseflow |
| | Recession factor |
| | Flow-to-peak Ratio |
| Muskingum Routing | K |
| | X |
| Kinematic Wave Routing | Number of Steps |
| | N-Value Factor |
| Lag Routing | Lag |

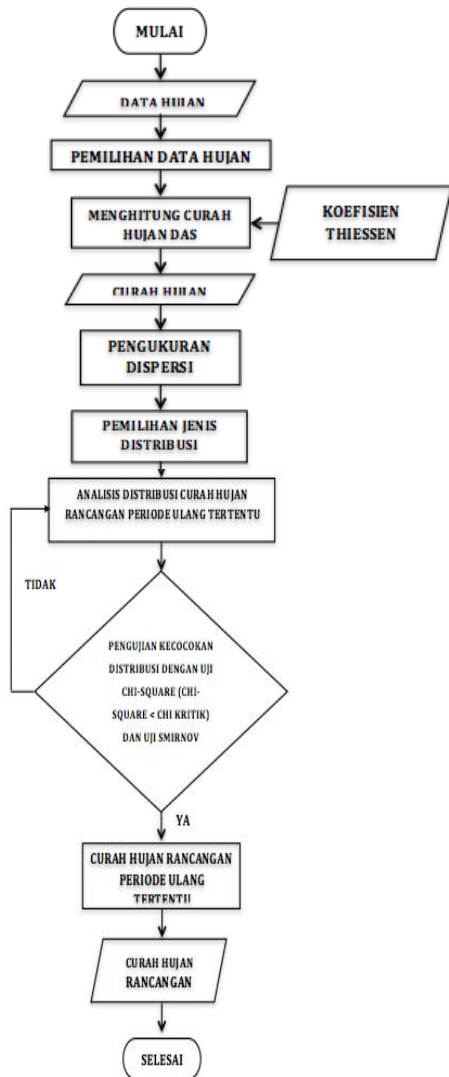
Gambar 3.2 Bagan Alir Penentuan Batas Das

3.2.2 Bagan Alir Poligon Thiessen



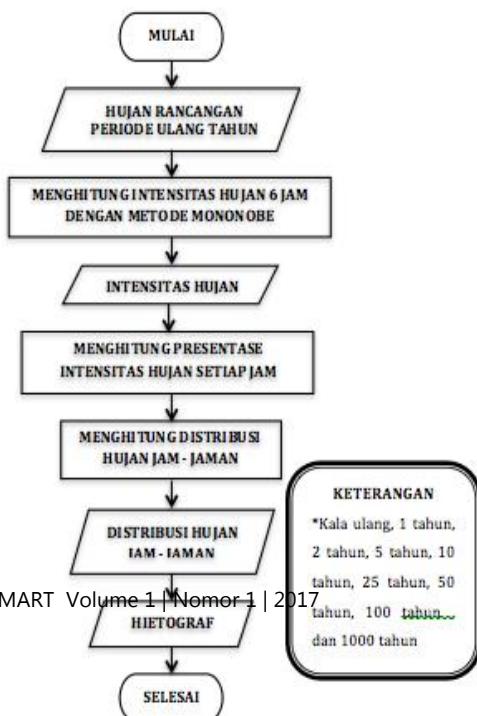
Gambar 3.3 Bagan Alir Poligon Thiessen

3.2.3 Bagan Alir Perkiraan Curah Hujan Rancangan



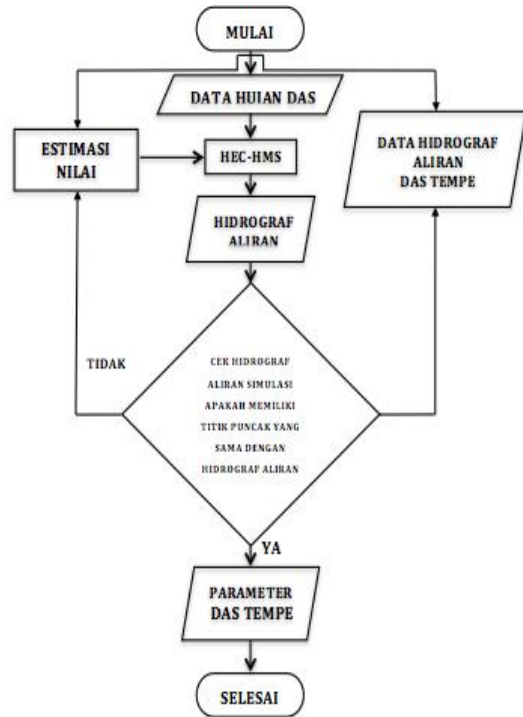
Gambar 3.4 Bagan Alir Penentuan Curah Hujan Rancangan

3.2.4 Bagan Alir Distribusi Hujan Jam-jaman



Gambar 3.5 Bagan Alir Distribusi Hujan Jam-Jaman

3.2.5 Bagan Alir Kalibrasi



Gambar 3.6 Bagan Alir Kalibrasi

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Model DAS Tempe

Pada proses menentukan parameter model, perlu dilakukan proses kalibrasi. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengatur nilai estimasi pada parameter setiap metode sehingga data yang akan dihasilkan berupa *outflow* simulasi menjadi hampir sama dengan data yang ada dilapangan.

Data curah hujan yang telah diolah kemudian di *input* kedalam *gace* untuk mendapatkan hidrograf simulasi yang akan dibandingkan dengan hidrograf yang ada dilapangan. Data yang digunakan adalah data curah hujan bulan 1 April 2013 sampai dengan

tanggal 31 Juli 2013 dengan interval waktu 1 hari. Berdasarkan uji parameter model yang telah dilakukan, didapatkan hasil *outflow* yang hampir sesuai dengan parameter yang ada di lapangan. Hasil nilai parameter model yang digunakan dalam model simulasi penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Nilai Parameter *Baseflow*

| SubDAS | <i>Base flow</i> | |
|-----------|---|---------------------------|
| | <i>Initial Discharge (m³/s/km²)</i> | <i>Recession Constant</i> |
| SubDAS 1 | 0 | 0.14 |
| SubDAS 2 | 0 | 0.13 |
| SubDAS 3 | 0 | 0.12 |
| SubDAS 4 | 0 | 0.11 |
| SubDAS 5 | 0 | 0.15 |
| SubDAS 6 | 0 | 0.14 |
| SubDAS 7 | 0 | 0.13 |
| SubDAS 8 | 0 | 0.12 |
| SubDAS 9 | 0 | 0.11 |
| SubDAS 10 | 0 | 0.15 |
| SubDAS 11 | 0 | 0.14 |
| SubDAS 12 | 0 | 0.13 |
| SubDAS 13 | 0 | 0.12 |
| SubDAS 14 | 0 | 0.11 |
| SubDAS 15 | 0 | 0.15 |
| SubDAS 16 | 0 | 0.14 |
| SubDAS 17 | 0.1 | 0.13 |
| SubDAS 18 | 0.1 | 0.12 |
| SubDAS 19 | 0.1 | 0.12 |

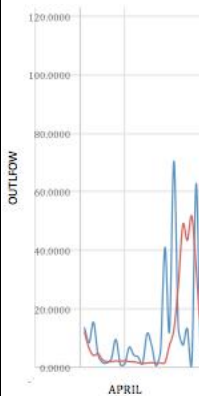
Tabel 4.2 Nilai Parameter *Snyder's UH*

| SubDAS | <i>Transform</i> | |
|-----------|----------------------|----------------------|
| | <i>Lag Time (Hr)</i> | <i>Peaking Coef.</i> |
| SubDAS 1 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 2 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 3 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 4 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 5 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 6 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 7 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 8 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 9 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 10 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 11 | 0.1 | 1 |

| | | |
|-----------|-----|---|
| SubDAS 12 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 13 | 1 | 1 |
| SubDAS 14 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 15 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 16 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 17 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 18 | 0.1 | 1 |
| SubDAS 19 | 0.1 | 1 |

Tabel 4.3 Nilai Parameter *Initial Loss and Constnt Rate*

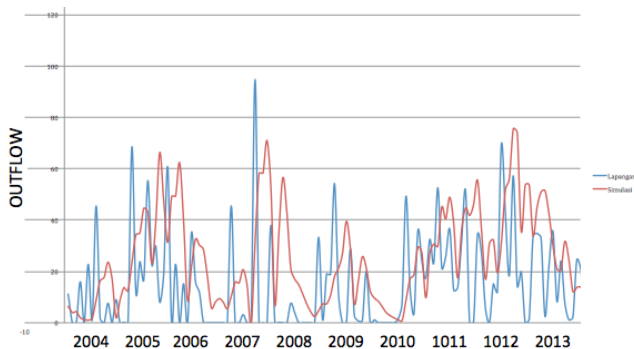
| SubDAS | <i>Loss</i> | | |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | <i>Initial Loss (mm)</i> | <i>Constan Rate (mm/hr)</i> | <i>Impervious (%)</i> |
| SubDAS 1 | 16 | 1 | 3 |
| SubDAS 2 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 3 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 4 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 5 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 6 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 7 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 8 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 9 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 10 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 11 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 12 | 16 | 5 | 3 |
| SubDAS 13 | 16 | 1 | 3 |
| SubDAS 14 | 16 | 1 | 3 |
| SubDAS 15 | 16 | 1 | 3 |
| SubDAS 16 | 16 | 1 | 3 |
| SubDAS 17 | 16 | 1 | 3 |
| SubDAS 18 | 16 | 1 | 3 |
| SubDAS 19 | 16 | 1 | 3 |



Tabel 4.4 Nilai Parameter *Recession*

Dari nilai parameter yang digunakan didapatkan hasil *outflow* berupa grafik hidrograf yang dibandingkan dengan data aliran selama 4 bulan bulan 1 April 2013 sampai dengan tanggal 31 Juli 2013 (Gambar 4.1) dan grafik hidrograf selama 10 tahun dari 1 januari 2003 sampai dengan 31 desember 2013 (gambar 4.2).

Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan dan Outflow Simulasi HEC-HMS 4 Bulan



Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan dan Outflow Simulasi HEC-HMS 10 Tahun

4.2 Karakteristi Hidrologi DAS Tempe

Setelah *outflow* dari simulasi HEC-HMS diketahui maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai-nilai karakteristik dari DAS Tempe berupa debit maksimum, debit minimum, debit rerata, koefisien regime dan koefisien storage. Berikut ini adalah tabel perhitungan Karakteristik DAS Tempe dengan menggunakan *outflow* dari simulasi HEC-HMS.

Tabel 4.36 Tabel Karakteristik DAS Tempe

| Tahun | Debit Maksimum | Debit Minimum | Debit Rerata | Koef. Regime | Koef. Storage |
|-----------|----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| | Qmax | Qmin | Qav | Qmax/Qmin | Qmin/Qav |
| 2003 | 122.9 | 10.7 | 22.25 | 11.48 | 0.48 |
| 2004 | 122.9 | 0 | 22.24 | - | 0 |
| 2005 | 238.6 | 0 | 11.12 | - | 0 |
| 2006 | 34.6 | 0 | 1.69 | - | 0 |
| 2007 | 23.9 | 0.3 | 3.08 | 79.7 | 0.09 |
| 2008 | 81.1 | 0.4 | 5.56 | 202.75 | 0.07 |
| 2009 | 24 | 0 | 2.63 | - | 0 |
| 2010 | 38.2 | 0 | 5.77 | - | 0 |
| 2011 | 37.2 | 0 | 3.07 | - | 0 |
| 2012 | 77.6 | 0.2 | 6.91 | 388 | 0.02 |
| 2013 | 95.1 | 0 | 12.7 | - | 0 |
| Rata-rata | 81.46 | 1.05 | 8.82 | 170.48 | 0.06 |

| SubDAS | Maskingum | |
|-----------|-----------|-----|
| | K | X |
| SubDAS 1 | 50 | 0.5 |
| SubDAS 2 | 50 | 0.5 |
| SubDAS 3 | 30 | 0.5 |
| SubDAS 4 | 30 | 0.5 |
| SubDAS 5 | 30 | 0.5 |
| SubDAS 6 | 50 | 0.5 |
| SubDAS 7 | 30 | 0.5 |
| SubDAS 8 | 35 | 0.5 |
| SubDAS 9 | 60 | 0.5 |
| SubDAS 10 | 30 | 0.5 |
| SubDAS 11 | 35 | 0.5 |
| SubDAS 12 | 40 | 0.5 |
| SubDAS 13 | 34 | 0.5 |
| SubDAS 14 | 38 | 0.5 |
| SubDAS 15 | 23 | 0.5 |
| SubDAS 16 | 25 | 0.5 |
| SubDAS 17 | 25 | 0.5 |
| SubDAS 18 | 25 | 0.5 |
| SubDAS 19 | 25 | 0.5 |

Dari tabel diatas diketahui bahwa karakteristik DAS Tempe selama tahun 2003 sampai dengan tahun 2013 antara lain debit maksimum rata-rata sebesar 81,46 mm dan debit minimum rata-rata sebesar 1,05 mm; koefisien *regime* rata-rata sebesar 170,48 mm dan koefisien *storage* sebesar 0,06 mm.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Nilai parameter yang sesuai dengan kondisi DAS Tempe yaitu adalah sebagai berikut:
 - a. *Initial Loss* : 1 mm
 - b. *Constant Rate*: 1-5 mm/hr
 - c. *Impervious* : 3 %
 - d. *Lag Time* : 0,1 – 1 hr

- e. *Peaking Coefficient*: 1
- f. *Initial Discharge* : 0 – 0,1
m³/s/km²
- g. *Recession Constant*: 0,1 –
0,15
- h. *Maskingum K*: 25 – 60 hr
- i. *Maskingum X*: 0,5

2. Karakteristik hidrologi DAS Tempe selama tahun 2003 sampai dengan tahun 2013 adalah sebagai berikut:
 - a. Debit maksimum rata-rata adalah sebesar 81,46 mm.
 - b. Debit minimum rata-rata adalah sebesar 1,05 mm.
 - c. Koefisien regime rata-rata adalah sebesar 170,48 mm.
 - d. Koefisien storage adalah sebesar 0,06 mm.

5.2 Saran

Sesuai dengan hasil akhir analisis karakteristik debit banjir DAS Tempe, maka saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Pada setiap model hidrologi yang akan diaplikasikan perlu untuk dilakukan kalibrasi agar hasil simulasi model dapat sesuai dengan parameter yang ada dilapangan.
2. Untuk pengujian DAS lain yang ada di Makassar dapat menggunakan permodelan hidrologi dengan HEC-HMS.
3. Pemerintah Kota Makassar diharapkan untuk lebih memperhatikan kelengkapan data yang ada, sehingga dalam penelitian selanjutnya dalam proses pengolahan data dan analisa dapat lebih mudah untuk dikaji khususnya untuk DAS yang berpengaruh pada Kota Makassar.