

EKSTRAKSI MORFOMETRI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) DI WILAYAH KOTA PEKANBARU UNTUK ANALISIS HIDROGRAF SATUAN SINTETIK

Fatiha Nadia¹⁾, Manyuk Fauzi²⁾, dan Ari Sandhyavitri²⁾

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

^{2 dan 3} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

fatihanadia.fn@gmail.com

ABSTRAK

Kajian karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) di wilayah Provinsi Riau belum banyak diteliti. Kebutuhan akan informasi karakteristik DAS sangat penting guna analisis pengalihragaman hidrograf menjadi debit. Khusus untuk Sungai Siak yang mengalir di wilayah Kota Pekanbaru, memiliki beberapa sub DAS diantaranya sub DAS Sibam, sub DAS Air Hitam, sub DAS Senapelan, sub DAS Sail, sub DAS Tenayan, sub DAS Pendanau. Salah satu cara untuk menganalisis karakteristik sungai menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM). Data DEM dapat diolah menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG). Ketersediaan data DEM dan Sistem Informasi Geografis digunakan untuk ekstraksi morfometri DAS yang cepat, otomatis dan terintegrasi dengan data DAS lainnya. Data karakteristik DAS dapat digunakan untuk menghitung debit banjir dengan metode hidrograf satuan sintetik. Metode hidrograf satuan sintetik yang sering digunakan di Indonesia yaitu Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I dan Nakayasu. Konsep unit hidrograf satuan dengan nilai kontrol volume/limpasan langsung (H_{DRO}) 1 mm digunakan untuk mengetahui metode HSS mana yang sesuai diterapkan pada suatu sub DAS. Pada studi kasus dapat dilihat metode HSS yang bisa diterapkan pada sub DAS Sibam 1,041, sub DAS Air Hitam 1,034, sub DAS Senapelan 1,045, sub DAS Sail 1,011, sub DAS Tenayan 1,019, sub DAS pendanau 1,032 dengan menggunakan metode Nakayasu dengan nilai volume *error* dibawah 5 % dan nilai H_{DRO} 1 mm

Keywords: *Morfometri DAS, Gama I, Nakayasu,*

1. PENDAHULUAN

Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sifat fisik yang ada pada sungai dan merupakan suatu ciri khas dari sungai yang digambarkan dengan parameter. Karakteristik atau sifat-sifat fisik DAS seperti panjang sungai utama, orde sungai, luas sungai, dan kemiringan sungai merupakan faktor yang dapat dianalisis pengaruhnya terhadap debit puncak yang dihitung dengan analisis hidrograf satuan. Kejadian banjir banyak terjadi akhir-akhir ini, salah satu aspek kerap kali dilupakan berkaitan dengan terjadinya banjir di suatu kota adalah banjir itu sangat berkaitan dengan DAS.

Diperlukan suatu metode dalam penentuan karakteristik suatu DAS dengan cepat, dan otomatis. Dengan ketersediaan *Digital Elevation Model (DEM)* dan Sistem Informasi Geografis (SIG) maka batas DAS dan data morfometri DAS dapat dengan cepat, otomatis dan terintegrasi dengan data DAS lainnya. Data DEM memiliki kegunaan untuk menentukan jaringan drainase dan batas DAS, sehingga dari data DEM didapatkan pemetaan jaringan sungai dengan menggunakan teknologi SIG. Pemetaan jaringan sungai pada DAS Siak dapat digunakan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik morfometri DAS. Kajian karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) di wilayah Provinsi Riau belum banyak diteliti. Khusus untuk Sungai Siak yang mengalir di wilayah Kota Pekanbaru, memiliki beberapa sub DAS. Karakteristik DAS sangat penting guna pengalihragaman hidrograf menjadi debit.

Pengkajian secara teknis terhadap pemetaan jaringan sungai menggunakan data DEM memiliki kegunaan untuk mengetahui morfometri DAS. Sejauh ini kebanyakan sungai tidak memiliki alat ukur debit. Kalaupun ada, data tersebut tidak lengkap dan memiliki durasi yang pendek. Sehingga dengan mengetahui morfometri DAS maka didapatkan debit puncak dan waktu puncak pada daerah aliran sungai yang tidak terukur, yaitu dengan metoda hidrograf satuan sintetik. Hidrograf satuan sintetik yang cukup populer penggunaannya yaitu HSS Gama I dan Nakayasu.

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Permen PU 2013). Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS) merupakan bagian dari DAS dimana air hujan diterima dan dialirkan melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis menjadi wilayah yang lebih kecil yaitu Sub DAS-Sub DAS, dan apabila diperlukan maka dapat dipisahkan lagi menjadi sub-sub DAS, demikian untuk seterusnya (Sudarmadji, 2007). Morfometri DAS merupakan nilai kuantitatif dari parameter-parameter yang ada pada daerah aliran sungai. Bagian-bagian morfometri DAS yaitu: Luas DAS, panjang sungai utama, kerapatan sungai, kemiringan sungai, orde sungai, tingkat percabangan sungai, dan bentuk sungai.

DEM (*Digital Elevation Model*)

Digital Elevation Model (DEM) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi yang divisualisasikan ke dalam bentuk tampilan 3D (tiga Dimensi). SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) merupakan misi untuk membuat data topografi dengan menggunakan sistem radar dari wahana pesawat antariksa. Citra DEM yang digunakan sudah tersedia untuk seluruh dunia dengan resolusi spasial 90×90 meter, sedangkan untuk resolusi 30×30 meter hanya tersedia di wilayah Amerika saja.

Hidrograf Satuan Sintetik

Hidrograf Satuan Sintetis ini digunakan karena hidrograf ini sangat cocok untuk daerah yang tak mempunyai pengukur, dan metode ini sangat sederhana karena hanya menggunakan data-data karakteristik DAS seperti luas, panjang, kemiringan dan orde sungai. Data karakteristik DAS ini bisa kita dapatkan dari hasil pemetaan yang digambarkan menggunakan program SIG. Menurut Sri Harto (2005) karakteristik atau sifat-sifat fisik 30 DAS di pulau Jawa dapat diidentifikasi dengan menggunakan hidrograf satuan sintetik Gama I. Hidrograf satuan sintetik Gama I merupakan hasil dari pengkajian hidrograf satuan yang terdapat di pulau Jawa untuk perkiraan banjir. Hidrograf Nakayasu telah banyak digunakan di Jepang. Metode ini merupakan metode yang menggunakan dua parameter karakteristik DAS. Dari kedua metode ini maka hasil yang didapatkan diperoleh nilai waktu puncak, debit puncak, waktu dasar.

Kontrol Volume Hidrograf dan nilai HDRO

Volume limpasan dapat diperoleh dengan penjumlahan dari perkalian antara ordinat hidrograf satuan dengan interval waktu hidrograf. Dimana volume hidrograf dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$V = (Q_t + Q_{t+1}) \times (T_t - T_{t-1}) \times 0,5 \times 3600 \quad (1)$$

Untuk DAS yang tidak memiliki hidrograf natural/hidrograf observasi, metoda yang paling sering dan sederhana digunakan untuk mengetahui keandalan dari hasil analisis dengan metoda Hidrograf Satuan Sintetik adalah metode kontrol Volume. Tinggi hujan aliran pada kontrol volume tersebut sesuai dengan konsep hidrograf satuan, yaitu hujan aliran tersebar merata setinggi 1 mm dalam satu satuan waktu. Sehingga kontrol hidrograf satuan untuk mendapatkan hujan aliran setinggi 1 mm dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H_{DRO} = \frac{V}{A} \quad (2)$$

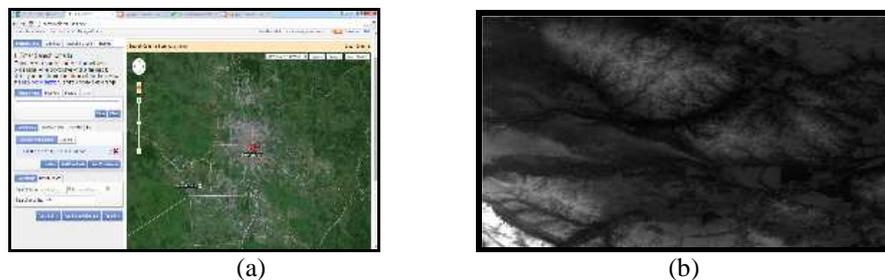
Dari persamaan diatas, maka nilai H_{DRO} (*hight direct run off*) atau yang biasa disebut dengan rasio volume, harus bernilai 1 mm. Indarto (2010) bahwa selisih volume (VE) aliran adalah nilai yang menunjukkan perbedaan volume perhitungan dan volume terukur selama proses simulasi. Jika selisih volume aliran kecil, maka jumlah volume nilai simulasi dan observasi hampir sama. Selisih volume (VE) aliran dikatakan baik apabila dapat menunjukkan angka tidak lebih dari [5%]. Perhitungan selisih volume (VE) dirumuskan seperti rumus seperti di bawah ini:

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N V_{obs_i} - \sum_{i=1}^N V_{cal_i}}{\sum_{i=1}^N V_{obs_i}} \right| \cdot 100\% \quad (3)$$

2. METODOLOGI

Lokasi penelitian dilakukan pada DAS Siak yang mengalir di wilayah Kota Pekanbaru bagian Selatan yang terdiri dari 6 anak sungai yaitu Sub DAS Sibam, Sub DAS Air Hitam, Sub DAS Senapelan, Sub DAS Sail, Sub DAS Tenayan, dan Sub DAS Pendanau.

Pada penelitian ini, digunakan peta administrasi dari Peta administrasi jaringan sungai Kota Pekanbaru, Peta *database* (2013) dan peta *Bing Map* untuk Wilayah Kota Pekanbaru. Data untuk penelitian ini meliputi data primer yang merupakan hasil mengunduh data secara gratis dari internet yaitu data ASTER GDEM (Gambar 8). Hasil dari pemetaan jaringan sungai menggunakan data DEM dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat dilihat pada Gambar 1.

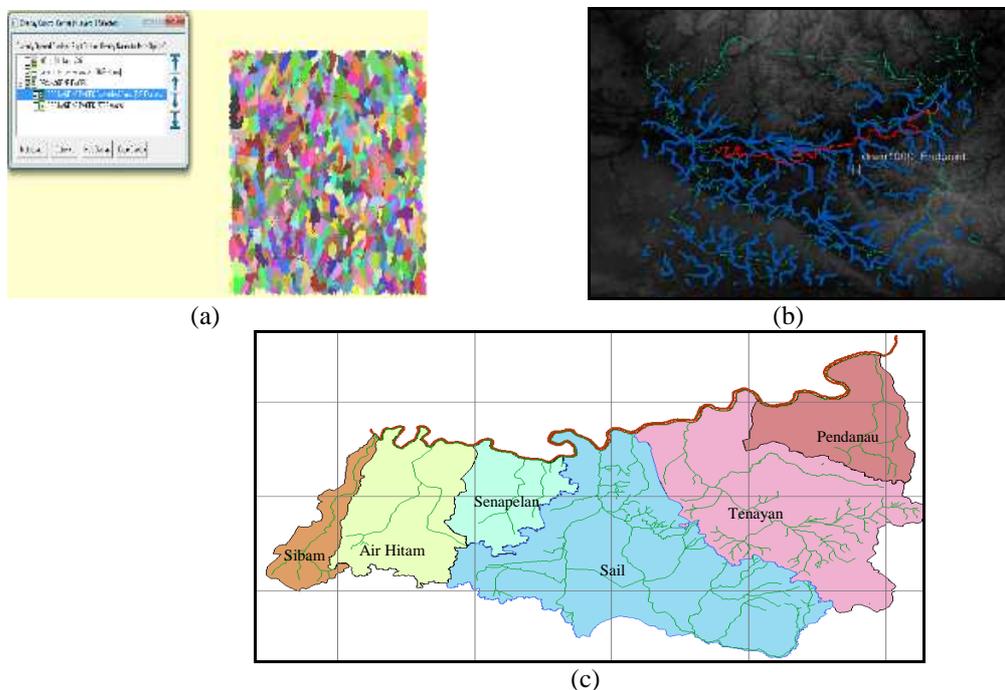


Gambar 1. (a) Wilayah Kota Pekanbaru, (b) ASTER GDEM

Setelah mengumpulkan data peta dan mengunduh data DEM, dilakukan analisis jaringan sungai dan bentuk DAS dengan bantuan *software* Sistem Informasi Geografis (SIG). Pengolahan data merupakan suatu proses yang dilakukan pada data sehingga data dapat dianalisis lebih lanjut, proses-proses tersebut meliputi:

1. Proses penentuan sub DAS dan batas DAS dengan cara ekstraksi jaringan sungai menggunakan data DEM.
2. Penentuan morfometri DAS dari hasil pemetaan jaringan sungai menggunakan data DEM.
3. Menentukan debit banjir rancangan dari data karakteristik DAS menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I dan Nakayasu

Dengan menggunakan teknologi SIG maka dapat ditentukan batas DAS dan jaringan sungai pada DAS Siak yang mengalir di Wilayah Kota Pekanbaru bagian Selatan (Gambar 2).



Gambar 2. (a) Analisis bentuk DAS, (b) analisis jaringan sungai (c) Hasil pemetaan DAS Siak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari pemetaan jaringan sungai di Wilayah Kota Pekanbaru yang ditampilkan pada sub-bagian berikutnya mencakup karakteristik DAS, Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Nakayasu, dan perbandingan nilai Kontrol Volume.

Karakteristik DAS

Hasil analisis pemetaan jaringan sungai yaitu berupa karakteristik DAS yang ditampilkan pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa sub DAS Sail menghasilkan luas yang paling besar dibandingkan dengan 5 sub DAS lainnya di Wilayah Kota Pekanbaru. Menurut Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial (2013) dilihat dari masing-masing luas sub DAS, sub DAS Sail diklsifikasikan dengan DAS kecil dan kelima sub DAS lainnya diklasifikasikan kedalam DAS sangat kecil. Berdasarkan tingkat percabangan sungainya dapat dianalisis bahwa pada wilayah Pekanbaru memiliki sub DAS yang kritis yaitu pada sub DAS Sail yang memiliki bentuk hidrograf banjir dengan alur sungai kenaikan muka air banjir dengan cepat dan penurunannya akan berjalan dengan cepat.

Tabel 1. Karakteristik sub DAS di Wilayah Kota Pekanbaru

Karakteristik DAS	Nama DAS					
	Sibam	Air Hitam	Senapelan	Sail	Tenayan	Pendanau
Luas DAS (Ha)	14,986	40,823	23,024	109,011	83,776	33,450
Panjang Sungai Utama (Km)	11,637	8,496	5,624	24,799	17,212	9,913
Panjang seluruh anak sungai	19,714	15,796	12,120	120,443	88,662	16,857
Panjang anak sungai tingkat 1 (Km)	5,130	8,140	8,093	53,938	47,916	7,206
Kemiringan Sungai	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,005
Kerapatan Jaringan Kuras (D)	1,315	0,387	0,526	1,105	1,058	0,504
Luas DAS Sebelah hulu (RUA) (Ha)	0,602	0,504	0,387	0,533	0,504	0,481
Faktor Lebar (WF)	2,385	1,167	0,845	0,159	0,803	2,745
Faktor SIM	1,436	0,588	0,327	0,085	0,405	1,319
Faktor Sumber (SF)	0,260	0,515	0,668	0,448	0,540	0,427
Frekuensi Sumber (SN)	0,667	0,714	0,833	0,727	0,750	0,636
Jumlah Pertemuan Sungai (JN)	5,000	4,000	4,000	63,000	77,000	6,000

Hidrograf Satuan Sintetik

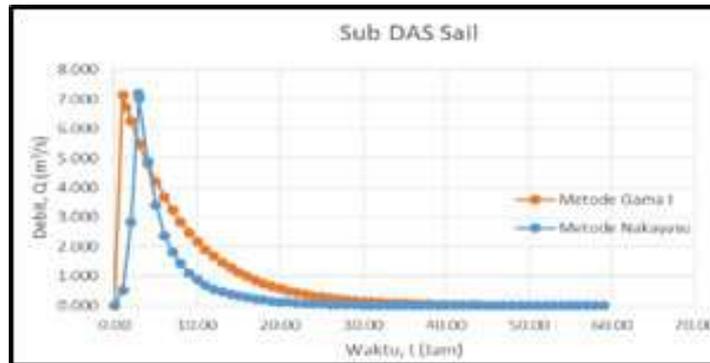
Hasil analisis hidrograf satuan sintetik Gama I dan Nakayasu akan diberikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Nilai Nilai analisis tersebut berupa waktu puncak, waktu dasar dan debit puncak dari masing-masing sub DAS. Terlihat pada Tabel 2 dengan menggunakan HSS Gama I nilai debit puncak terbesar terdapat pada sub DAS Sail dan dengan nilai waktu puncak paling cepat di sub DAS Sail. Dengan menggunakan HSS Nakayasu (Tabel 3) debit puncak yang diperoleh juga sub DAS Sail tetapi memiliki nilai waktu puncak paling lambat dibandingkan dengan sub DAS lainnya. Nilai debit puncak dengan metode HSS Nakayasu menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan HSS Gama I dan dari kedua metode yang mempunyai debit puncak terbesar adalah sub DAS Sail (Gambar 3). Dengan demikian dapat dilihat bahwa semakin besar luas DAS akan menghasilkan debit puncak yang lebih besar.

Tabel 2. Hasil analisis HSS Gama I

Nama Sungai	Tp (jam)	QP (m ³ /s)	TB (jam)	K
Sibam	2.811	0.876	38.334	3.533
Air Hitam	1.906	1.750	34.698	4.946
Senapelan	1.627	1.331	37.266	3.665
Sail	1.441	6.729	35.464	7.589
Tenayan	1.723	5.627	36.312	5.793
Pendanau	2.690	1.493	31.699	5.553

Tabel 3. Hasil analisis HSS Nakayasu

Nama Sungai	Tr (jam)	QP (m ³ /s)	Tp (jam)	T _{0.3} (jam)
Sibam	0.878	1.584	1.873	2.066
Air Hitam	0.704	3.940	1.502	2.428
Senapelan	0.528	2.737	1.126	1.999
Sail	1.379	7.181	2.941	3.334
Tenayan	1.049	6.505	2.237	2.906
Pendanau	0.785	3.215	1.674	2.388



Gambar 3. Grafik Perbandingan debit Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I dengan Nakayasu pada sub DAS Sail di Wilayah Kota Pekanbaru

Kontrol Volume dan Nilai H_{DRO}

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan nilai volume kontrol dengan metode HSS Nakayasu lebih kecil dibandingkan dengan metode HSS Gama I. Pada metode HSS Gama I yang besar nilai toleransi kesalahannya <5% itu hanya ada 2 sub DAS yaitu sub DAS Air Hitam dan Sub DAS Senapelan, apabila dibandingkan dengan menggunakan metode HSS Nakayasu hasil untuk nilai toleransi kesalahan <5%, semua sub DAS masuk dalam kriteria tersebut dimana artinya nilai volume perhitungan sama dengan observasi. Dapat ditarik kesimpulan bahwa menggunakan metode HSS Nakayasu lebih akurat dan teliti dibandingkan dengan metode HSS Gama I.

Apabila dilihat dari nilai H_{DRO} yang mendekati nilai 1 mm adalah dengan metode Nakayasu. Dilihat dari Tabel 4, nilai H_{DRO} yang didapat dengan metode HSS Nakayasu lebih mendekati nilai 1 mm, sehingga apabila dilihat dari penilaian hidrograf satuan berarti perhitungan dengan metode HSS Nakayasu lebih akurat dibandingkan dengan metode HSS Gama I.

Tabel 4. Perbandingan Volume Kontrol dan nilai H_{DRO} metode HSS Gama I dengan HSS Nakayasu

No	Nama DAS	Volume Kontrol error (%)		Nilai H _{DRO} (mm)	
		Gama I	Nakayasu	Gama I	Nakayasu
1	Sibam	42,453	4,111	1,425	1,041
2	Air Hitam	1,141	3,387	1,011	1,034
3	Senapelan	3,318	4,538	1,033	1,045
4	Sail	90,738	1,130	1,907	1,011
5	Tenayan	72,414	1,897	1,724	1,019
6	Pendanau	31,646	3,204	1,316	1,032

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan nilai volume kontrol dengan metode HSS Nakayasu lebih kecil dibandingkan dengan metode HSS Gama I. Pada metode HSS Gama I yang besar nilai toleransi kesalahannya <5% itu hanya ada 2 sub DAS yaitu sub DAS Air Hitam dan Sub DAS Senapelan, sedangkan untuk sub DAS Sibam, Sail, Tenayan dan Pandanau menghasilkan nilai volume kontrol *error* yang besar sehingga metode Gama I belum bisa diterapkan ke 4 (empat) sub DAS ini, dan 2 (dua) sub DAS seperti sub DAS Air Hitam dan sub DAS Senapelan pada metode HSS Gama I bisa diterapkan. Apabila dibandingkan menggunakan

metode HSS Nakayasu hasil untuk nilai toleransi kesalahan <5%, semua sub DAS masuk dalam kriteria tersebut dimana artinya nilai volume perhitungan sama dengan observasi. Dapat ditarik kesimpulan bahwa menggunakan metode HSS Nakayasu memiliki nilai volume *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode HSS Gama I.

Apabila dilihat dari nilai H_{DRO} yang mendekati nilai 1 mm adalah dengan metode Nakayasu (Tabel 4.14) nilai H_{DRO} yang didapat dengan metode HSS Nakayasu lebih mendekati nilai 1 mm, sehingga apabila dilihat dari penilaian hidrograf satuan berarti perhitungan dengan metode HSS Nakayasu lebih mendekati 1 mm dibandingkan dengan metode HSS Gama I.

Dari hasil analisis nampak bahwa pola distribusi aliran sungai merupakan proyeksi dari respon hidrologi terhadap faktor geomorfologi sungai. Bentuk hidrograf yang dimiliki oleh suatu DAS relatif berbeda-beda sebab suatu daerah pengaliran pada suatu sungai yang mendapatkan masukan curah hujan tertentu akan menghasilkan suatu hidrograf aliran yang bentuk dan ukuran tertentu pula menurut ruang dan waktu. Hal ini terjadi akibat adanya variasi curah hujan dan kondisi DAS saat terjadinya hujan tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Karakteristik fisik enam sub DAS Siak di Wilayah Kota Pekanbaru berpengaruh terhadap bentuk hidrograf. Pada penelitian ini, Pengaruh bentuk hidrograf adalah kemiringan sungai, faktor lebar (WF), faktor Sumber (SF), Frekuensi Sumber (SN), dan RUA (Luas DAS bagian hulu), Luas DAS dan panjang sungai utama.
- Waktu puncak banjir yang paling kritis dihasilkan menggunakan metode HSS Gama 1 adalah pada sub DAS Sail, sedangkan pada metode HSS Nakayasu waktu puncak yang paling kritis pada sub DAS Senapelan.
- Berdasarkan metode hidrograf satuan sintetik HSS Gama I diperoleh nilai kontrol volume dan nilai *error* diatas 5%, yang relatif belum sesuai diterapkan pada sub DAS Siak Wilayah Kota Pekanbaru bagian selatan, namun berdasarkan metode HSS Nakayasu hasil volume *error* yang dihasilkan HSS dibawah 5% dan nilai H_{DRO} mendekati 1 mm yang berarti metode ini dinilai dapat diterapkan di sub DAS Siak ini.
- Kecocokan menggunakan metode HSS Gama I dilihat dari nilai kontrol volume dan nilai H_{DRO} hanya bisa dilakukan pada 2 sub DAS yaitu sub DAS Air Hitam dan sub DAS Senapelan, sedangkan untuk sub DAS Sibam, Sail, Tenayan dan Pendantau belum bisa diterapkan pada metode HSS Gama I. Sedangkan kecocokan menggunakan metode HSS Nakayasu dilihat dari nilai kontrol volume dan nilai H_{DRO} bisa dilakukan untuk ke-enam sub DAS yang ada di wilayah Kota Pekanbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2007). *Karakteristik DAS Tuntang dan Jragung*. BPDAS Pemali Jratun, Semarang.
- Indarto (2010). *Hidrologi, Dasar Teori dan contoh aplikasi model hidrologi*. Jakarta 13220, PT Bumi Aksara.
- Soedarsono, & Takeda. (2003). *Hidrologi untuk pengairan*, Jakarta.
- Soewarno. (1991). *Hidrologi: Pengukuran dan Pengelolaan DAS (Hidrometri)*. Bandung.
- Sosial, B. P. D. A. S. d. P. (2013). *Pedoman identifikasi karakteristik daerah aliran sungai*.
- Sri Harto, Br (1993). *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sri Harto, Br (1995). *Analisis Hidrologi*, PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Strahler, A. N. (1957). *Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology*. Transactions American Geophysical Union. 38(913-920).
- Sudarmadji. (2007). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Watershed Management)*.
- Sudarmanto, A., & Buchori, I. (2013). *Analisis Kemampuan Infiltrasi Lahan Berdasarkan Kondisi*.