

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Hoffmeister dan Weisman (1977) melakukan penelitian untuk menguji metode-metode yang dapat digunakan untuk mengembangkan sebuah hidrograf satuan sintetik pada DAS yang tak terukur. Metode HSS yang diuji dalam penelitian ini adalah Metode hidrograf *Snyder* termodifikasi, Metode hidrograf tak berdimensi *Commons* dan Metode hidrograf *SCS* tak berdimensi. Hidrograf hasil analisis dibandingkan dengan hidrograf yang berasal dari data pengukuran hujan aktual pada 2 DAS. Hasil yang didapatkan yaitu hidrograf Metode *Snyder* cukup akurat dengan data pengukuran untuk hidrograf hujan tunggal.

Safarina ddk. (2011) melakukan penelitian untuk menentukan metode hidrograf satuan sintetik yang tepat untuk berbagai karakteristik DAS. Masing-masing metode ditentukan dalam rentang validitas berdasarkan parameter karakteristik dan akan disajikan dalam bentuk pengelompokan metode-metode hidrograf satuan sintetik. Penelitian ini menggunakan data dari 32 DAS di Pulau Jawa. Karakteristik DAS yang digunakan sebagai parameter adalah luas DAS, panjang sungai utama dan kemiringan DAS. Metode HSS yang diuji dalam penelitian ini adalah Metode *Snyder*, *SCS*, *Nakayasu* dan *GAMA-1*. Hasil penelitian menunjukkan masing-masing metode sintesis memiliki rentang validitas luas DAS, panjang sungai utama dan kemiringan DAS berbeda.

Tunas dkk. (2015), melakukan penelitian ini untuk membandingkan beberapa metode diantaranya HSS *Snyder*, *Nakayasu* dan *GAMA 1* di dua DAS yang berbeda di Sulawesi Tengah. Hasil analisis yang di dapat untuk nilai waktu puncak (*TP*) yang terkecil adalah HSS *Snyder*, dan debit puncak (*QP*) terkecil adalah HSS *GAMA* dan untuk waktu dasar (*TB*) terkecil adalah HSS *Nakayasu*, oleh karena itu ketiga metode memiliki kinerja relatif kurang baik pada kedua DAS tersebut.

Rapar dkk. (2014) melakukan penelitian ini untuk membandingkan analisis debit banjir rencana sungai Tondano menggunakan metode HSS *GAMA*

Dan HSS Limantara. Untuk hasil yang didapat analisis debit banjir HSS GAMA lebih besar dari debit banjir HSS Limantara.

Robot dkk. (2014) melakukan penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan debit banjir rencana menggunakan metode HSS Gama I, HSS Limantara, dan analisis frekuensi. Dari hasil penelitian ini di dapat nilai debit banjir rencana dan memberikan hasil yang beragam. Untuk HSS Gama sendiri mendapat hasil debit banjir rencana yang cukup besar. Dalam perbandingan nilai debit banjir rencana antara HSS dan analisis frekuensi, maka HSS Limanatarata paling mendekati nilai debit banjir analisis frekuensi.

Sarju dkk. (2015) dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui daerah terjadinya banjir atau genangan di sungai Code dengan menggunakan metode GAMA kala ulang 20-100 tahun dan juga menggunakan softwer *HEC-RAS*. Hasil dari penelitian ini dan juga simulasi adalah debit banjir kala ulang 20-100 tahun tidak terjadi banjir di sungai. Hasil ini berbeda dari pengamatan dan juga penelitian, sungai mengalami banjir karena masih adanya sedimen lava pada tahun 2010, sedangkan pada penelitian telah terjadi degradasi di dasar sungai.

Siby dkk. (2013) melakukan penelitian ini di Sungai Ranoyapo untuk perbandingan metode GAMA, *Snyder*, dan *Nakayasu*, kemudian di bandingkan untuk di gunakan dalam analisis debit banjir. Penelitian ini dibuat berdasarkan data yang diambil dari 2 stasiun. Dari hasil analisis HSS yang cocok untuk digunakan kepentingan perhitungan dan perancangan bangunan air di Daerah Aliran Sungai Ranoyapo adalah metode HSS GAMA.

Sarminingsih (2018) melakukan penelitian ini untuk pemilihan debit banjir rencana Embung Coyo, metode yang di pakai adalah HSS *Snyder* dan HSS *Nakayasu* dengan debit rencana kala ulang 2-5 tahun. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa metode HSS *Nakaysu* lebih sesuai di bandingkan HSS *Snyder*.

Sharma dkk. (2015) Penelitian ini untuk mempertimbangkan *Snyder Unit Hydrograph* (SUH) dengan basis data spasial *GIS* untuk menghitung debit di *Lower Tapi Basin* (LTB). Perbandingan antara terukur dan model *SUH* debit menunjukkan kecocokan yang baik dalam rentang variabilitas rata-rata 5-7%. Kemampuan metode *SUH* untuk memperkirakan parameter hidrologi termasuk

debit aliran puncak menunjukkan replikasi yang lebih luas untuk tangkapan yang tidak terukur.

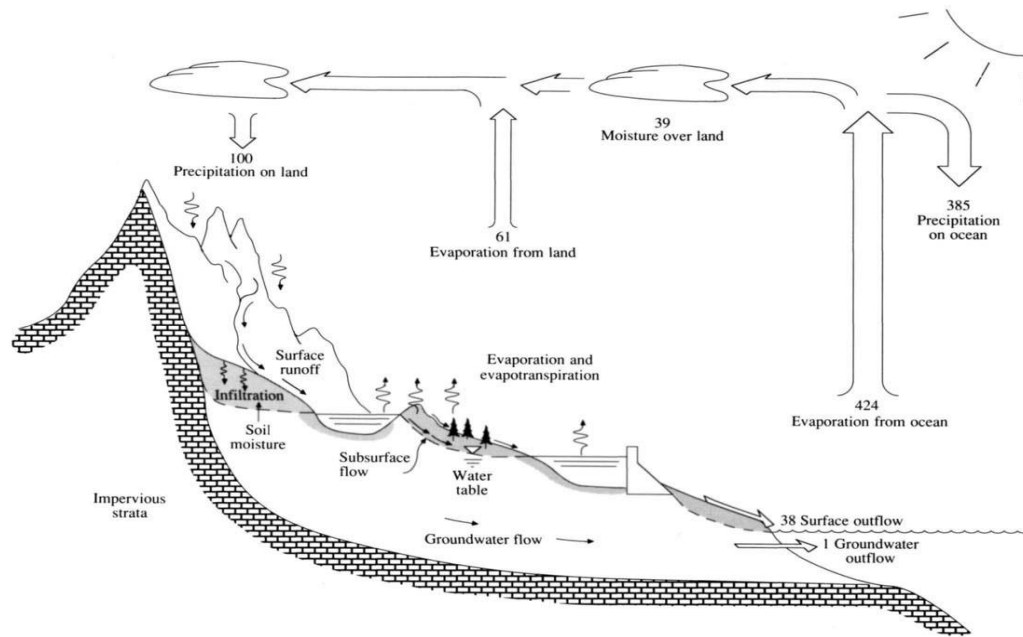
Salami dkk. (2009) mengkaji HSS yang tepat untuk menghasilkan ordinat untuk pengembangan hidrograf banjir, metode yang di pakai adalah HSS *SCS*, HSS *Snyder* dan metode *Gray*. Analisis menunjukkan bahwa nilai arus puncak yang diperoleh dengan metode *Gray* dan *SCS* untuk lima DAS relatif dekat, sedangkan nilai arus dengan metode *Gray* dan *Snyder* untuk dua DAS relatif dekat dan nilai-nilai arus puncak diperoleh oleh metode *Snyder* dan *SCS* hanya untuk satu DAS relatif dekat. Disimpulkan bahwa metode *SCS* dapat di digunakan untuk memperkirakan ordinat yang diperlukan untuk pengembangan hidrograf banjir.

2.2 Dasar Teori

Penelitian ini membahas tentang menganalisis perbandingan antara hidrograf banjir hasil analisis data curah hujan di Sub DAS Progo hulu menggunakan Metoda *Snyder* dan Metode GAMA dengan grafik debit limpasan langsung dari hasil pengukuran di stasiun *AWLR* Borobudur.

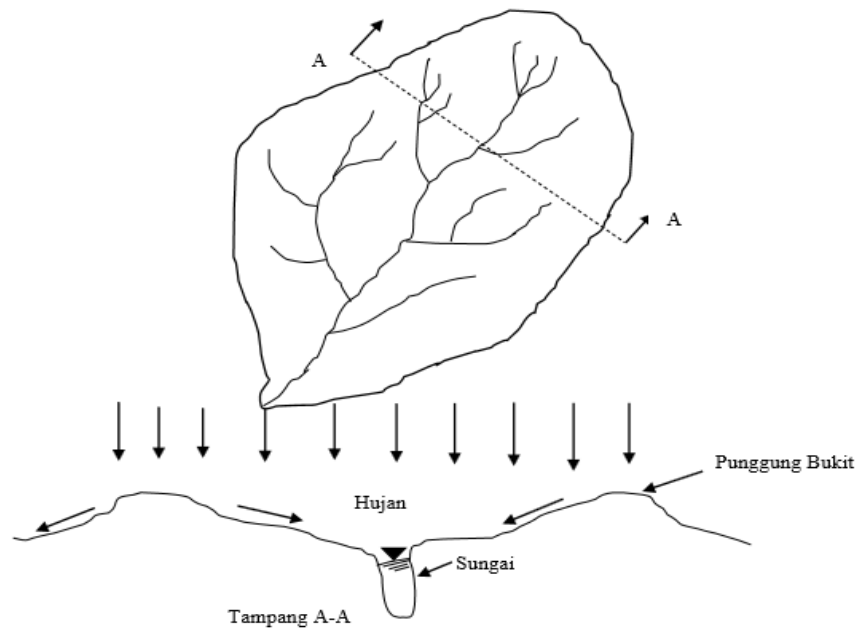
2.2.1. Siklus hidrologi

Pengertian siklus hidrologi menurut Asdak (2014) adalah gerakan air dari permukaan bumi. Selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau/waduk, dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup lainnya. Siklus hidrologi secara alamiah dapat dilihat pada Gambar 2.1



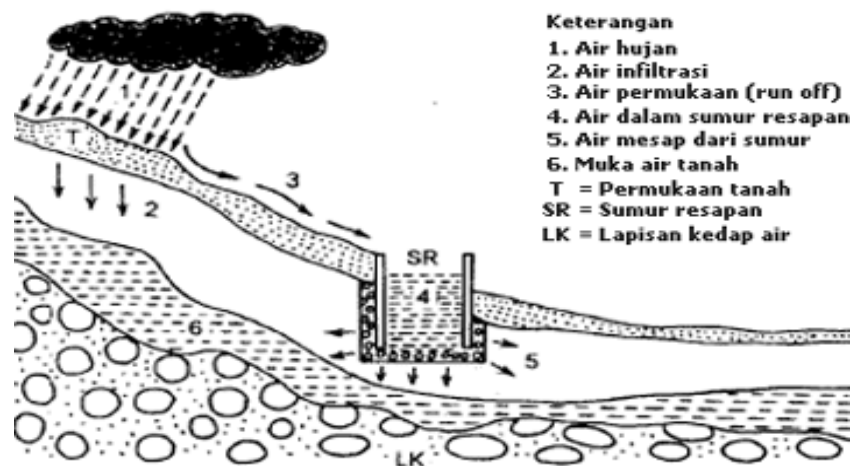
Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Chow, 1988)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2008). Dalam pemodelan hidrologi data wilayah DAS dianggap perlu untuk mengetahui batas-batas wilayah DAS yang akan di tinjau. Daerah Aliran Sungai (DAS) ditentukan dengan menggunakan peta topografi dilengkapi dengan garis-garis kontur yang digunakan untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak ke titik yang lebih rendah dalam garis kontur. Garis yang mengelilingi DAS tersebut merupakan titik tertinggi. Air hujan yang jatuh didalam DAS akan mengalir menuju sungai utama dan yang jatuh di luar DAS akan mengalir ke sungai lain dari luar DAS. Dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Daerah Aliran Sungai (Triatmodjo, 2008)

Air hujan yang sampai ke permukaan tanah sebagian terserap ke dalam tanah (infiltrasi), sedangkan yang tidak terserap akan tertampung sementara dalam cekung-cekungan permukaan tanah (*surface detention*) kemudian mengalir di atas permukaan tanah dan selanjutnya mengalir ke sungai. Air hujan yang jatuh pada permukaan tanah yang telah mencapai kondisi kelembapan air tanah jenuh, akan mengalir di permukaan tanah yang selanjutnya menjadikan aliran limpasan (*overland flow*) dan menjadi limpasan (*run-off*). Komponen limpasan terdiri dari tiga sumber yaitu aliran permukaan, aliran antara, dan aliran dasar (*baseflow*) dapat dilihat dalam Gambar 2.3



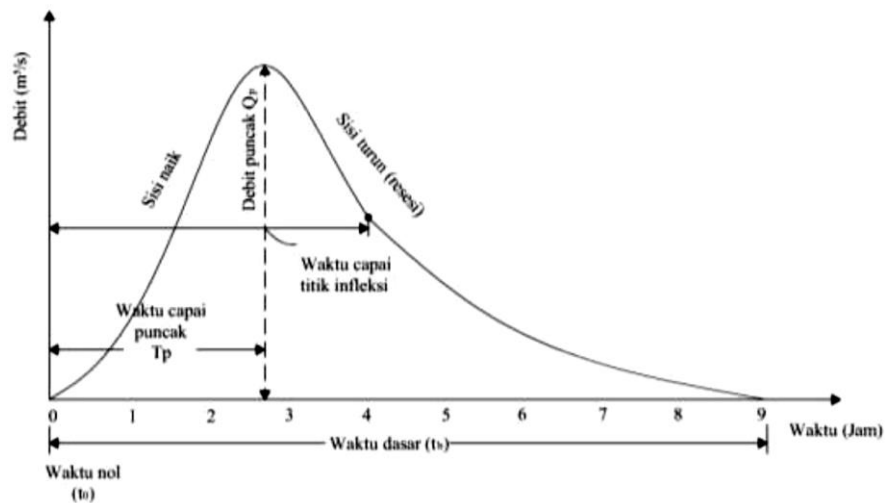
Gambar 2.3 Komponen limpasan

2.2.2. Hidrograf Debit Sungai

Hidrograf menurut Triatmodjo (2008) adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran atau debit aliran, sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan menjadi hidrograf debit menggunakan *rating curve*.

Komponen hidrograf mempunyai tiga komponen pembentuk yaitu 1) aliran permukaan, 2) aliran antara, dan 3) aliran air tanah. Waktu nol (*zero time*) menunjukkan awal hidrograf. Puncak hidrograf adalah bagian dari hidrograf yang menggambarkan debit maksimum. Waktu capai puncak (*time to peak*) adalah waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu terjadinya debit puncak. Sisi naik (*rising limb*) adalah antara waktu nol dan waktu capai puncak. Sisi turun (*recession limb*) adalah yang menurun antara waktu capai puncak dan waktu dasar. Waktu dasar (*timebase*) adalah diukur dari waktu nol sampai waktu dimana sisi turun berakhir. Hujan dengan tebal, intensitas, dan lama hujan tertentu akan berpengaruh pada sisi naik. Puncak hidrograf menunjukkan adanya debit maksimum untuk suatu kejadian hujan sedangkan sisi resesi menunjukkan adanya aliran dasar (*baseflow*) yang mengalir ke sungai setelah hujan berhenti. Waktu capai titik infleksi yaitu titik belok atau adanya suatu patahan bentuk lengkung hidrograf aliran bergantung pada karakteristik hujan. Semakin tinggi intensitas

hujan, maka semakin tinggi pula puncak hidrografinya. Komponen hidrograf dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Komponen hidrograf (Triatmodjo, 2008)

a) Pemisahan Hidrograf

Aliran air tanah (*baseflow*) menurut Brotowiryatmo (1985) adalah aliran sungai yang terjadi selama tidak terjadi hujan. Triatmodjo (2008) mengemukakan aliran air tanah adalah aliran di bawah permukaan air tanah dan bergerak ke elevasi yang lebih rendah dan akhirnya menuju sungai. Aliran air tanah adalah aliran yang terjadi di bawah permukaan tanah ke elevasi yang lebih rendah yang akhirnya menuju sungai langsung ke laut. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memisahkan kedua tipe aliran tersebut menurut (Triatmodjo, 2008). Seperti yang diberikan pada Gambar 2. 5.

a. Cara paling sederhana adalah dengan menarik garis lurus dari titik di mana aliran langsung mulai terjadi (titik A) sampai akhir dari limpasan langsung (titik B). Apabila titik B tidak diketahui, maka Tarik garis horizontal dari titik A.

b. Cara kedua adalah membuat garis yang merupakan perpanjangan / kelanjutan dari aliran dasar sampai titik C yang berada di bawah puncak hidrograf. Dari titik C kemudian ditarik garis lurus menuju titik D yang berada pada sisi turun yang berjarak N hari sesudah puncak. Nilai N dihitung dengan rumus berikut :

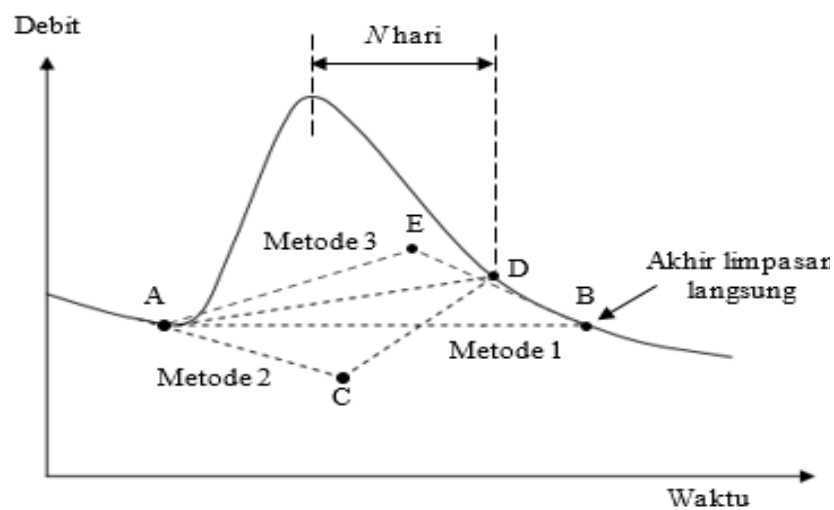
$$N = 0,8A^{0,2} \quad (2.1)$$

Dengan:

N : waktu (*hari*)

A : luas DAS (km^2)

c. Cara ketiga adalah dengan menarik kurva resesi ke belakang yang berawal dari titik akhir aliran langsung (B) sampai titik E di bawah titik balik. Hubungan titik A dengan garis lurus atau kurva sembarang.



Gambar 2.5 Pemisah aliran dasar (Triatmodjo, 2008)

b) Hidrograf satuan

Tujuan dari hidrograf satuan adalah untuk digunakan mencari hubungan antara limpasan permukaan dan hujan sebagai penyebabnya. Dengan hidrograf satuan dapat dilakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran dan seberapa besar pengaruh hujan efektif terhadap limpasan langsung. Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan. Metode ini cukup sederhana, mudah penerapannya, dan tidak memerlukan data yang kompleks untuk memberikan data rancangan yang cukup teliti.

2.2.3 Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Metode *snyder* pada dasarnya adalah untuk menentukan hidrograf satuan sintetik yang dihitung berdasarkan rumus empiris dan koefisien empiris yang

menghubungkan komponen hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Parameter yang menentukan bentuk hidrograf satuan adalah luas DAS, panjang sungai, dan panjang sungai utama yang diukur dari tempat pengamatan sampai dengan titik pada sungai utama yang berjarak paling dekat dengan titik berat DAS.

Ada empat parameter yaitu waktu kelambatan, aliran puncak, waktu dasar, dan durasi standar dari hujan efektif untuk hidrograf satuan dikaitkan dengan geometri fisik dari DAS dengan hubungan berikut ini

$$tp = Ct(LLc)^{0,3} \quad (2.2)$$

$$Qp = \frac{CpA}{tp} \quad (2.3)$$

$$T = 3 + \frac{tp}{8} \quad (2.4)$$

$$tp = \frac{tp}{5,5} \quad (2.5)$$

Apabila durasi hujan efektif tr tidak sama dengan durasi standar tD , maka:

$$tpR = tp + 0,25(tr - tD) \quad (2.6)$$

$$QpR = Qp \frac{tp}{tpR} \quad (2.7)$$

Dengan:

tp : durasi standar dari hujan efektif (jam)

tr : durasi hujan efektif (jam)

tp : waktu dari titik berat durasi hujan efektif tp ke puncak hidrograf satuan (jam)

tpR : waktu dari titik berat durasi hujan tr ke puncak hidrograf satuan (jam)

T : waktu dasar hidrograf satuan (hari)

Qp : debit puncak untk durasi tp

QpR : debit puncak durasi tr

L : panjang sungai utama terhadap titik kotrol yang di tinjau (km)

Lc : jarak antar titik control ke titik yang terdekat dengan titik berat DAS (km)

A : luas DAS (km^2)

Ct : koefisien yang tergantung kemiringan DAS. Yang koefisien 1,4 sampai 1.7

Cp : koefisien yang tergantung padang yankemiringan DAS, yang bervariasi antar 0,15 samapai 0.19

Dengan menggunakan rumus-rumus di atas dapat di gambarkan hidrograf satuan. Untuk memudahkan penggambaran, berikut ini diberikan beberapa rumus:

$$W50 = \frac{0,23A^{1,08}}{QpR^{1,08}} \quad (2.8)$$

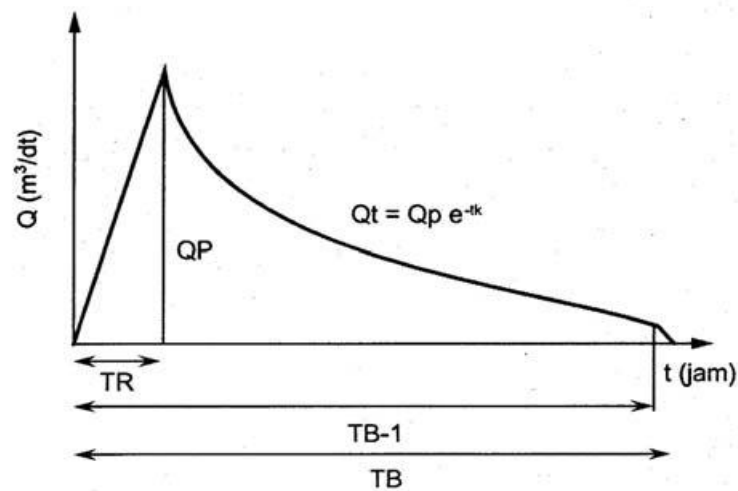
$$W75 = \frac{0,13A^{1,08}}{QpR^{1,08}} \quad (2.9)$$

Dimana $W50$ dan $W75$ adalah lebar unit hidrograf pada debit 50% dan 75% dari debit puncak, yang dinyatakan dalam jam. Sebagai acuan, lebar, $W50$ dan $W75$ dibuat dengan perbandingan 1:2: dengan isi pendek di sebelah kiri dari hidrograf satuan.

2.2.4 Hidrograf Satuan Sintetis GAMA

HSS GAMA dikembangkan dengan suatu keinginan agar dimanapun di setiap lokasi suatu sungai, tanpa data debit, hidrograf satuan pada lokasi tersebut dapat diketahui dengan ketelitian yang cukup tinggi. Berdasarkan analisis yang di lakukan, belakangan metode ini terbukti berfungsi baik pula untuk berbagai daerah lain di Indonesia (Brotowiryatmo, 1985).

HSS GAMA terdiri dari tiga bagian pokok yaitu sisi naik (*rising limb*), puncak (*crest*) dan sisi turun/resesi (*recession limb*). Gambar 2.6. menunjukkan HSS GAMA. Dalam gambar tersebut tampak ada patahan dalam sesi resesi. Hal ini disebabkan sisi resesi mengikuti persamaan eksponensial yang tidak memungkinkan debit sama dengan nol. Meskipun pengaruhnya sangat kecil namun harus diperhitungkan mengingat bahwa volume hidrograf satuan harus tetap satu.



Gambar 2.6 Hidrograf satuan sintetik GAMA (Triatmodjo, 2008)

HSS GAMA terdiri dari empat variable pokok, yaitu waktu naik (*time of rise* – TR), debit puncak (Qp), waktu dasar (TB), dan sisi resesi yang ditentukan oleh nilai koefisien tampungan (K) yang mengikuti persamaan berikut:

$$Q_t = Q_p e^{-t/K} \quad (2.10)$$

Dengan:

Q_t : debit pada jam ke t (m^3/d)

Q_p : data debit (m^3/d)

t : waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)

K : koefisien tampungan (jam)

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam HSS GAMA adalah:

1. Waktu puncak HSS GAMA (TR)

$$TR = 0,43 \left(\frac{L}{100 SF} \right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775 \quad (2.11)$$

2. Debit puncak banjir (Qp)

$$QP = 0,1836 A^{0,5886} TR^{-0,4008} JN^{0,2381} \quad (2.12)$$

3. Waktu dasar (TB)

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} S^{-0,0986} SN^{0,7344} RUA^{0,2574} \quad (2.13)$$

4. Koefisien resesi (K)

$$K = 0,5617 A^{0,1798} S^{-0,1446} SF^{-1,0897} D^{0,0452} \quad (2.14)$$

5. Aliran dasar (QB)

$$QB = 0,4715 A^{0,6444} D^{0,9430} \quad (2.15)$$

Dengan:

A : luas DAS (km^2)

L : panjang sungai utama (km)

S : kemiringan dasar sungai

SF : factor sumber, perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai semua tingkat

SN : frekuensi sumber, perbandingan antara jumlah pangsa sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat

WF : factor lebar, perbandingan antara lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0,75 L dengan lebar DAS yang diukur di sungai yang berjarak 0,25 L dari stasiun hidrometri.

JN : jumlah pertemuan sungai

SIM : factor simetri, hasil kali antara factor lebar (WF) dengan luas DAS sebelah hulu (RUA)

RUA : luas DAS sebelah hulu, perbandingan antara luas DAS yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antara stasiun hidrometri dengan titik yang paling dekat dengan titik berat DAS, melalui titik tersebut.

D : kerapatan jaringan kurus, jumlah panjang sungai semua tingkat tiap satuan luas DAS

Persamaan tambahan yang terkait HSS GAMA adalah indeks infiltrasi atau ∞ indeks. Besarnya ∞ indeks dapatdihitung dengan persamaan berikut:

$$\infty = 10,4903 - 3,859 E - 6A^2 + 1,6985 - 13\left(\frac{A}{SN}\right)^4 \quad (2.16)$$

dengan;

∞ indeks : indeks infiltrasi (mm/jam)

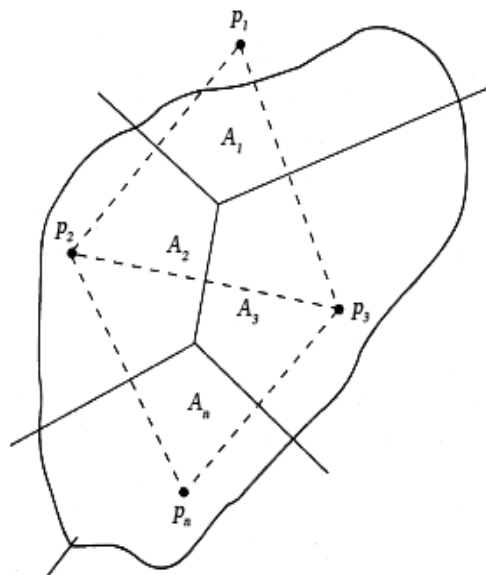
A : luas DAS (km^2)

SN : frekuensi sumber

2.2.5 Curah Hujan Rata-rata

Menurut Triatmodjo (2008) menyebutkan bahwa hujan adalah sumber dari semua air yang mengalir di sungai dan di dalam tampungan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Hujan biasanya diukur menggunakan alat pengukur hujan, biasanya diletakkan di stasiun *AWLR*. Data diperoleh dari alat pengukuran hujan hanyalah berupa data hujan pada satu titik saja (*point rainfall*) dan dalam hal ini diperlukan data kedalaman curah hujan rata-rata kawasan yang didapat dari data kedalaman curah hujan beberapa stasiun pengukuran hujan yang berada di sekitar kawasan tersebut.

Dalam penelitian ini digunakan metode poligon *Thiessen*. Contoh gambar poligon *Thiessen* ditunjukkan pada Gambar 2.7, dan perhitungan hujan kawasan sebagai berikut:



Gambar 2.7. Poligon *Thiessen*

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + A_3 p_3 + A_n p_n}{A_1 + A_2 + A_3 + A_n} \quad (2.17)$$

Dengan :

\bar{p} : kedalaman hujan rata-rata kawasan (mm)

p_1, p_2, p_3, p_n : kedalaman hujan pada stasiun 1, 2, ... n (mm)

A_1, A_2, A_3, A_n : luas area yang mewakili stasiun 1, 2, ... n (m^2)

2.2.6 Distribusi hujan jam-jaman

Dalam perhitungan banjir rancangan, diperlukan data masukan berupa hujan rancangan yang didistribusikan ke dalam data curah hujan jam-jaman atau hyetograf (Triatmodjo, 2008). Data kedalaman curah hujan dicatat dalam data harian dan jam-jaman, namun yang tersedia umumnya data komulatif harian. Data komulatif harian tersebut adalah total hujan yang terjadi dalam 1 hari dan tidak terdapat distribusi waktu dalam jam-jaman sehingga intensitas hujan diabaikan.

Pada kondisi data hujan yang tersedia berupa data hujan harian, untuk memperoleh data kedalaman curah hujan dalam satuan jam dari hujan rancangan dengan mengalihragamkan data yang tersedia dapat digunakan model distribusi hujan jam-jaman. Salah satu model distribusi hujan jam-jaman tersebut adalah *Alternating Block Method (ABM)*. Kedalaman hujan rencana yang dihasilkan oleh model ini adalah hujan yang terjadi dalam n rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi Δt selama waktu $T_d = n \times \Delta t$. Intensitas hujan dalam periode ulang tertentu dapat dicari dengan kurva IDF selama durasi 24 jam.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.18)$$

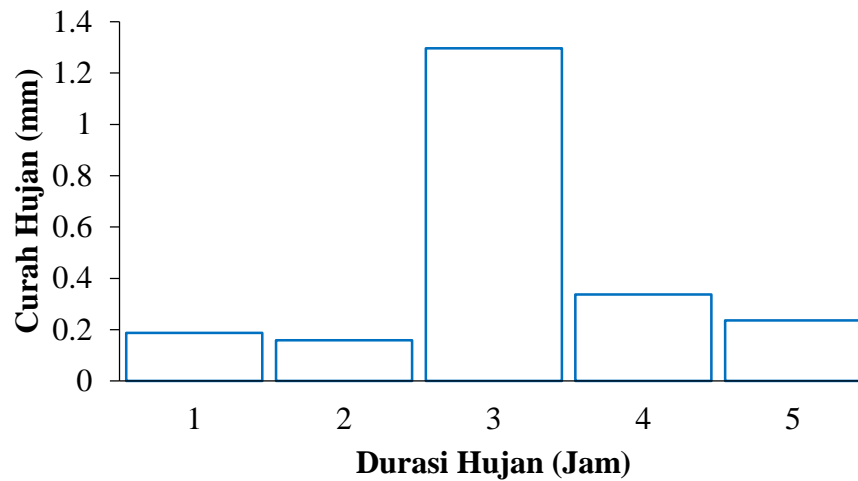
dengan:

I_t : Intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

R_{24} : Curah hujan selama 24 jam (mm/hari)

t : Lama hujan (jam)

Kedalaman curah hujan didapat dengan mengalikan durasi waktu (T_d) dengan intensitas hujan (I_t). Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu Δp . Pertambahan hujan tersebut (blok-blok), diurutkan kembali ke dalam rangkaian waktu dengan intensitas hujam maksimum berada pada tengah-tengah durasi hujan T_d dan blok-blok sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak-balik pada kanan dan kiri dari blok tengah. Dengan demikian telah terbentuk hyetograp rencana, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Contoh hyetograf distribusi hujan jam-jaman model *ABM*

2.2.7 Faktor Kesesuaian

Menurut Harsanto (2007) faktor kesesuaian antara hasil simulasi dan kejadian yang sebenarnya dinyatakan dengan indeks kesesuaian (*goodness of fit*). Penelitian ini menggunakan koefisien penentu (R^2) sebagai indeks kesesuaian. Koefisien penentu merupakan indeks yang menyatakan seberapa dekat garis hasil regresi linier dengan data masukan (Harsanto, 2007). Nilai R^2 memiliki interval antar 0 dan 1. Debit limpasan langsung hasil pemodelan hidrograf banjir dinyatakan mendekati debit limpasan langsung *AWLR* apabila nilai $R^2 \approx 1$. Nilai R^2 dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$R^2 = 1 - \frac{SS\ Error}{SS\ Total} = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (2.19)$$

dengan:

- R^2 : Koefisien kesesuaian
- $SS\ Error$: Jumlah error kuadrat
- $SS\ Total$: Jumlah total kuadrat
- y_i : debit pengamatan ke -i
- \hat{y}_i : debit analisis ke -i
- \bar{y}_i : debit rata-rata