

MONOGRAF

# METODE SPASIAL

PADA PERKIRAAN  
DEBIT LIMPASAN LANGSUNG DAS

Puji Harsanto, Ph.D.



LEMBAGA PENELITIAN, PUBLIKASI,  
DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LP3M)  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Gedung D2, Kampus Terpadu UMY  
Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto,  
Kasihan, Bantul, D.I. Yogyakarta 55183  
Tel. +62-274-387656 ext. 166  
Fax. +62-274-387646

[www.umy.ac.id](http://www.umy.ac.id)

ISBN 978-602-5450-63-1



# METODE SPASIAL PADA PERKIRAAN DEBIT LIMPASAN LANGSUNG DAS

MONOGRAF

PUJI HARSANTO

Dosen Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

2018



# **METODE SPASIAL PADA PERKIRAAN DEBIT LIMPASAN LANGSUNG DAS**

@ PUJI HARSANTO

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Perpustakaan Nasional Republik Indonesia (PNRI)

**ISBN** :

Halaman :

**Penulis** : Puji Harsanto

**Layout & Desain Cover** : Aji Irawan

Cetakan Pertama 2018

## **Diterbitkan Oleh :**

Lembaga Penelitian Publikasi dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (LP3M UMY)

Dilarang mengcopy, memperbanyak tanpa seijin penerbit.

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang.

# PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas terselesaikannya buku monograf yang berjudul **“METODE SPASIAL PADA PERKIRAAN DEBIT LIMPASAN LANGSUNG DAS”**.

Buku ini berisikan tentang penggunaan model hujan terdistribusi dalam suatu analisa atau perhitungan perkiraan debit limpasan langsung pada suatu DAS. Dalam perencanaan suatu bangunan keairan, perkiraan debit rencana merupakan suatu hal sangat penting. Selama ini, dalam perencanaan, metode hujan rata-rata DAS selalu digunakan untuk menyederhanakan perhitungan. Pada kenyataan di lapangan, hujan bersifat terdistribusi spasial. Dengan bantuan ArcGIS, analisa model hujan terdistribusi dapat dilakukan dengan lebih mudah dan cepat, sehingga hasil yang didapat mendekati kondisi riil di lapangan.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, khususnya Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil untuk segala dorongan, masukan, dan bantuan yang diberikan. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada istri dan anak tercinta atas dukungannya. Penulis menyadari, bahwa buku ini masih memiliki kelemahan dan kekurangan. Kritik dan saran yang membangun kami harapkan dari pembaca, demi kesempurnaan buku ini. Akhir kata, penulis berharap agar buku ini dapat menjadi referensi bagi para engineer, sehingga infrastruktur di Indonesia selalu berkembang dan lebih baik dari tahun-tahun sebelumnya.

Penulis,

Puji Harsanto

# DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Prakata	ii
Daftar Isi	iii
Lambang dan Singkatan	v
<b>1. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
<b>2. METODE SCS</b>	<b>4</b>
2.1. Model Distribusi dan Komposit	5
2.2. Metode SCS	5
2.3. Penggunaan Sistem Informasi Geografis	6
2.4. Aliran Dasar	9
2.5. Model Hidrologi	12
2.6. Hujan Area	13
2.7. Pengelompokan Jenis Tanah	15
2.8. Analisa Limpasan Langsung	16
2.9. Penentuan Nilai CN	19
<b>3. LANGKAH PERHITUNGAN DAN KEBUTUHAN DATA</b>	<b>21</b>
3.1. Langkah Perhitungan	21
3.2. Pengumpulan Data	25
3.3. Data Hujan	26
3.4. Data Debit	26
3.5. Data Tataguna Lahan dan Jenis Tanah	27

<b>4. APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS</b>	<b>28</b>
4.1. Pembentukan DAS Code	29
4.2. Pembentukan Poligon Thiessen	31
4.3. Hujan Area DAS Code	31
4.4. Aliran Dasar Sungai Code	32
4.5. Pendekatan Jenis Tanah DAS Code	33
4.6. Penentuan Nilai CN DAS Code	34
4.7. Model Distribusi dan Komposit	36
4.8. Evaluasi Pemilihan Data Simulasi	37
<b>5. SIMULASI DAN KALIBRASI MODEL</b>	<b>39</b>
5.1. Faktor Kesesuaian	41
5.2. Metode Rerata Kesalahan	41
5.3. Metode Koefisien Penentu R2	42
5.4. Metode Faktor Korelasi	43
5.5. Hasil Simulasi Limpasan Langsung	45
5.6. Perbandingan terhadap Model Mock	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>vii</b>

# LAMBANG DAN SINGKATAN

NRCS	: <i>Natural Resources Conservation Service</i>
SCS	: <i>Soil Conservation Services (SCS)</i>
DAS	: Daerah Aliran Sungai
SIG	: Sistem Informasi Geografis
$CN$	: <i>curve number</i>
$q_{b,i}$	: debit aliran dasar pada saat $i$
$q_{b,i}$	: debit aliran dasar pada saat $i-1$
$Q_{b,i-d-1}$	: debit aliran pada saat $i-d-1$
$q_{b,i-d-1}$	: debit aliran pada saat $i-d-1$
$d$	: waktu <i>delay</i>
$c_1$	: koefisien <i>overland flow</i>
$c_3$	: koefisien <i>groundwater recharge</i>
$I-\gamma$	: konstanta resesi
$\bar{R}$	: hujan rerata DAS
$R_i$	: kedalaman di stasiun $i$
$W_i$	: bobot stasiun $i$
$A_i$	: luas sub area ke $i$
$A$	: luas DAS total



$n$	: jumlah stasiun hujan
$I_a$	: <i>Initial abstraction</i>
$S$	: parameter retensi
$\lambda$	: rasio <i>intial abstraction</i>
$P_d$	: kedalaman hujan harian
$Q_{di}$	: kedalaman limpasan langsung model distribusi di $A_i$
$Q_D$	: debit model distribusi
$Q_K$	: debit model komposit
$Q_{dk}$	: kedalaman limpasan langsung komposit
$CN(I)$	: nilai $CN$ untuk kondisi AMC I
$CN(II)$	: nilai $CN$ untuk kondisi AMC II
$CN(III)$	: nilai $CN$ untuk kondisi AMC III
AMC	: <i>antecedent moisture conditions</i>

# PENDAHULUAN

Debit yang melewati suatu pias sungai terkait langsung dengan volume limpasan langsung yang terjadi di dalam DAS. Limpasan langsung yang terjadi dalam DAS sangat dipengaruhi antara lain oleh curah hujan dan elemen daerah pengaliran yang menyatakan sifat-sifat fisik daerah pengaliran tersebut. Sifat-sifat fisik DAS tersebut yang penting antara lain bentuk dan ukuran, topografi, geologi, serta tataguna lahan. Dari beberapa karakteristik DAS tersebut yang sifatnya dinamis adalah tataguna lahan. Perubahan tataguna lahan tersebut disebabkan campur tangan manusia. Dalam perkembangannya bahwa tataguna lahan berubah dari lahan sawah, hutan atau tegalan menjadi area pemukiman. Dengan kata lain, kecenderungan perubahan tersebut adalah dari lahan tidak kedap air menjadi lahan yang kedap air. Perubahan yang demikian akan meningkatkan volume limpasan langsung yang terjadi dalam DAS.

Peningkatan volume limpasan langsung tersebut dapat bersifat merusak dan membahayakan terhadap kehidupan makhluk hidup. Peningkatan volume limpasan langsung dalam waktu yang singkat dapat menyebabkan banjir pada suatu wilayah. Dengan melihat bahwa perubahan penutupan lahan di Indonesia yang cenderung menjadi buruk (secara hidrologi) dari waktu ke waktu maka pengembangan model hidrologi yang mengkaitkan penutupan lahan sebagai parameter input

perlu dilakukan. Penutupan lahan atau tataguna lahan bersifat spasial atau terdistribusi secara ruang. Sehingga analisa atau pendekatan perhitungan terkait dengan tataguna lahan akan lebih baik jika model hitungan bersifat spasial juga. Salah satu parameter dalam perhitungan limpasan langsung adalah hujan itu sendiri. Dalam analisa perkiraan debit limpasan, parameter utamanya adalah data hujan. Data hujan dapat diperoleh dari pengukuran di lapangan yang biasa dilakukan oleh instansi pemerintah atau swasta. Hujan juga merupakan data lapangan yang bersifat terdistribusi secara spasial dan waktu. Perhitungan dengan menggunakan metode hujan rata-rata seluruh DAS sering dilakukan untuk menyederhanakan perhitungan.

Salah satu metode untuk menghitung volume limpasan langsung yang mengkaitkan kondisi tataguna lahan adalah metode yang dikembangkan U.S. SoilConcervation Service (sekarang Natural Resources Conservation Service, NRCS). Metode SCS memperhitungkan kondisi fisik dari DAS sebagai masukan dalam analisa hidrologi. Kondisi fisik DAS yang dipakai dalam metode ini adalah penutupan lahan dan jenis tanah. Kondisi penutupan lahan dan jenis tanah tersebut kemudian diterjemahkan dalam suatu indek yang mencerminkan potensi limpasan langsung. Indek tersebut selanjutnya dinamakan *curve number*.

Pada awalnya, metode SCS digunakan untuk memperkirakan volume limpasan langsung pada DAS yang relatif kecil. Namun pada perkembangannya sekarang sudah banyak studi yang menggunakan metode tersebut untuk DAS yang besar. Karena hujan, penutupan lahan dan jenis tanah sifatnya bervariasi terhadap ruang (spasial) maka analisa hidrologi yang terbaik adalah dengan model terdistribusi. Analisa hidrologi dengan model distribusi memerlukan hitungan yang banyak dan kompleks. Sehingga untuk mempermudah hitungan dalam analisis hidrologi biasanya beberapa parameter yang sifatnya spasial dijadikan komposit atau dengan kata lain dirata-ratakan di seluruh DAS. Dengan kemajuan teknologi, hitungan dan pengolahan data yang banyak dan kompleks (bersifat spasial) dapat diatasi dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Pengolahan data yang berbasis keruangan

akan lebih mudah dilakukan dengan perangkat lunak SIG. Dengan pendekatan SIG ini diharapkan hasil yang diperoleh lebih akurat dan mendekati kondisi riil di lapangan.

# METODE SCS

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu hamparan wilayah yang dibatasi pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak sungai dan keluar pada suatu titik *outlet*. Menurut Asdak (2004), DAS adalah suatu wilayah di daratan berdasarkan topografi dibatasi oleh punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan dan kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama.

Keseimbangan air dalam sistem DAS ditentukan oleh dua faktor, yaitu a). faktor lahan, meliputi : topografi, geologi, geomorfologi yang berfungsi sebagai kontrol terhadap infiltrasi, kapasitas menahan air dan aliran air tanah b). faktor vegetasi dan penggunaan lahan yang berfungsi sebagai penghambat, penyimpanan dan pengaturan aliran permukaan serta infiltrasi.

Keberlangsungan suatu DAS juga dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor alami dan non alami. Faktor alami dalam suatu DAS hampir tidak pernah berubah sedangkan faktor non alami berubah dengan cepat. Faktor non alami berupa campur tangan manusia yang biasa disebut dengan *anthropogenic factor*. Contoh *anthropogenic factor* adalah tataguna lahan. Perubahan tataguna lahan disebabkan oleh tekanan pembangunan dan perkembangan jumlah penduduk yang akhirnya juga akan merusak sumberdaya air (Sri Harto, 2000).

## 2.1. Model Distribusi dan Komposit

Menurut Smadi (1998) model hidrologi yang menyertakan parameter kondisi fisik DAS dalam perhitungannya dapat memberikan perkiraan realistis, sebab model tersebut dapat mewakili keadaan yang sebenarnya. Untuk mendapatkan suatu nilai parameter hidrologi yang baik dan akurat pada suatu DAS maka diperlukan suatu langkah hitungan atau model hidrologi yang menggambarkan kondisi hidrologi yang sebenarnya.

Model distribusi adalah model yang memperhitungkan variabilitas terhadap ruang dari parameter dan proses hidrologi. Menurut Smadi (1998) model jenis ini mempunyai potensi memberi hasil yang lebih akurat tetapi mempunyai langkah hitungan yang lebih kompleks dan sulit. Suatu model yang mempertimbangkan parameter hidrologi secara spasial maka akan menghasilkan *output* yang lebih akurat (Smadi, 1998). Data masukan dan analisis model distribusi dapat diselesaikan dengan suatu sistem basis data. Dengan kemajuan perangkat keras dan lunak hal ini dapat diselesaikan dengan lebih mudah.

Model komposit adalah model yang mengabaikan variabilitas terhadap ruang dari parameter dan proses hidrologi. Pada model komposit parameter hidrologi yang mempunyai sifat spasial (misalnya hujan) dalam analisis dibuat rerata dalam seluruh DAS atau area yang ditinjau. Model jenis ini mempunyai langkah hitungan yang lebih mudah dibandingkan dengan model distribusi.

## 2.2. Metode SCS

Wilson (1983) menggambarkan dua macam faktor yang mempengaruhi hubungan hujan dan limpasan langsung. Yang pertama adalah faktor iklim seperti intensitas dan jangka waktu curah hujan, dan temperatur. Yang kedua adalah faktor *physiographic* seperti area DAS, kemiringan dan arah kemiringan DAS, kelembaban tanah, dan penutup lahan. Analisa limpasan langsung yang mengkaitkan faktor *physiographic* sebagai parameter masukan adalah metode SCS *curve number*. Metode

tersebut dikembangkan oleh U.S. SCS atau dikenal metode SCS *curve number* paling banyak dimanfaatkan (Asdak, 2004). Pada awalnya bahwa penggunaan metode SCS *curve number* yang dikembangkan oleh USDA digunakan untuk ukuran DAS yang kecil kurang dari 13 km<sup>2</sup>. Menurut Johnson (1998) bahwa penggunaan metode SCS *curve number* untuk DAS yang luas bukan merupakan suatu halangan dengan catatan bahwa analisa hidrologi secara spasial harus diutamakan.

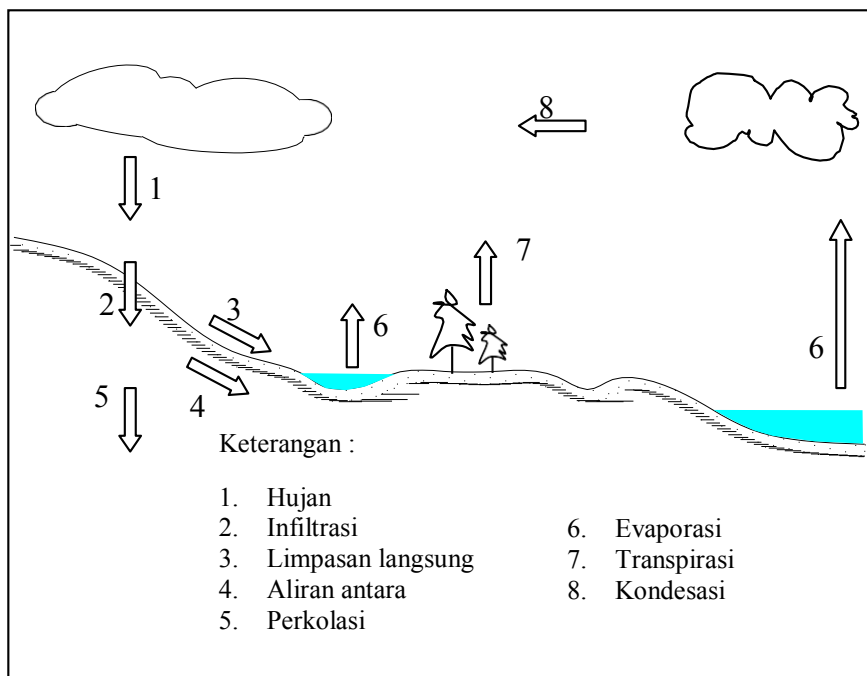
Metode SCS *curve number* berusaha mengkaitkan karakteristik DAS seperti tanah, vegetasi, dan tataguna lahan dengan bilangan tertentu (*curve number*). Persamaan metode SCS *curve number* didasarkan pada parameter retensi,  $S$ , *initial abstractions*,  $I_a$  dan hujan harian,  $R$  (hujan harian). Secara umum *initial abstractions*,  $I_a$  adalah parameter yang berhubungan dengan jenis tanah dan kondisi penutupan lahan. Rasio *initial abstraction*,  $A$  dalam metode SCS *curve number* yang disarankan adalah 0,20 (USDA SCS, 1985). Menurut Hawkins *et al.* (2002) berpendapat bahwa rasio *initial abstraction* sebesar 0,2 tersebut akan menghasilkan nilai yang tinggi.

### **2.3. Penggunaan Sistem Informasi Geografis**

Analisis hidrologi spasial selalu berhubungan dengan proses kombinasi data yang banyak dan kompleks. Jenis tanah dan kondisi penutupan lahan suatu DAS sangat bervariasi terhadap ruang. Secara tipikal untuk menghitung limpasan langsung harus membagi DAS menjadi area yang lebih kecil karena adanya variabilitas ruang dari curah hujan, tataguna lahan dan jenis tanah (Ajward *et al.*, 2000). Proses kombinasi data yang mempunyai tipe atau jenis yang kompleks dapat dipermudah dengan adanya Sistem Informasi Geografi (Pandey *et al.*, 2003). Dengan menggunakan SIG maka dapat dengan mudah mengolah data yang berbasis ruang (Pandey *et al.*, 2003).

Sampai saat ini sudah banyak dikembangkan tentang pemanfaatan SIG dalam model hidrologi. *Software* atau *tool* untuk mempermudah analisa, dengan SIG juga sudah banyak beredar di media internet.

DAS merupakan suatu sistem hidrologi yang mentransformasikan hukum keseimbangan air di dalam sistemnya. Keseimbangan air dalam sistem DAS ditentukan oleh dua faktor, yaitu a). faktor lahan, meliputi : topografi, geologi, geomorfologi yang berfungsi sebagai kontrol terhadap infiltrasi, kapasitas menahan air dan aliran air tanah b). faktor vegetasi dan penggunaan lahan yang berfungsi sebagai penghambat, penyimpanan dan pengaturan aliran permukaan serta infiltrasi Siklus hidrologi secara alamiah dapat ditunjukkan seperti terlihat pada Gambar 2.1 yaitu gerakan air di permukaan bumi.



Gambar 2.1. Siklus hidrologi

Selama berlangsung siklus hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali



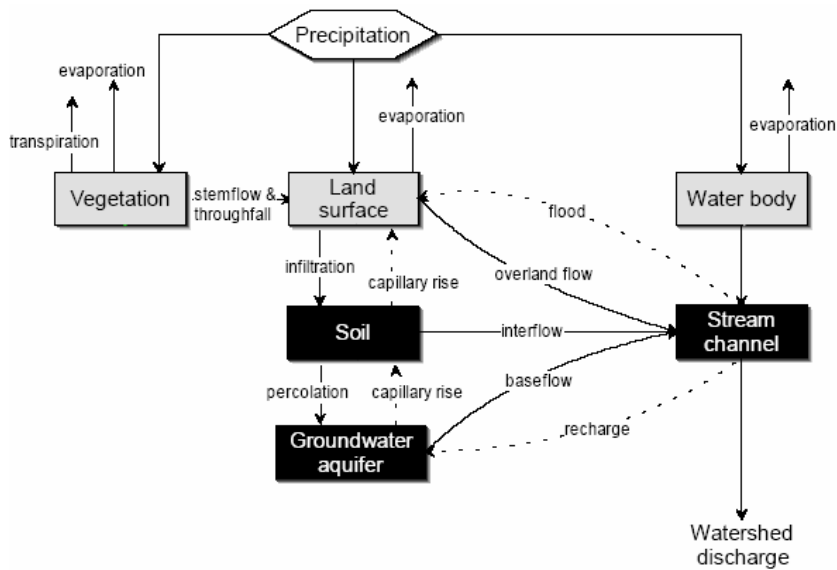
lagi ke laut, air tersebut akan tertahan sementara di sungai, waduk, danau dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup. Dalam sistem siklus hidrologi alam, air yang jatuh sebagai hujan akan kembali lagi ke atmosfer melalui evaporasi dari tumbuh-tumbuhan, permukaan tanah dan permukaan air serta melalui transpirasi tumbuh-tumbuhan.

Selama hujan berlangsung proses evaporasi dan transpirasi sangat terbatas. Sebagian dari hujan juga akan sampai ke permukaan tanah yang mungkin akan tertampung sementara pada permukaan tanah yang tergantung pada jenis tanah, penutupan lahan dan karakteristik DAS yang lainnya, kemudian air akan terinfiltrasi ke dalam tanah. Jika hujan yang terjadi berlebih maka air hujan akan menjadi limpasan langsung atau *overland flow* yang secara perlahan akan sampai ke sungai. Air yang terinfiltrasi akan menjadi aliran antara dan sebagian akan mengalami perkolasi yang nantinya akan mengisi akifer tanah dan jika sampai ke sungai akan menjadi *baseflow*.

Kombinasi limpasan langsung yang sampai ke sungai dan *baseflow* merupakan debit aliran yang terjadi pada suatu sungai. Gambar 2.2 adalah diagram proses terjadinya aliran pada sungai. Dari diagram dapat dilihat bahwa kejadian aliran di sungai sangat tergantung pada tiga proses yaitu *overland flow*, *interflow* dan *baseflow*. Ketiga proses tersebut sangat tergantung pada jenis tanah dan penutupan lahan pada DAS. Dengan demikian maka jika ada perubahan pada jenis tanah dan penutupan lahan maka secara otomatis aliran yang terjadi pada sungai juga akan mengalami perubahan.

Sri Harto (2000) menyatakan bahwa perubahan penutupan lahan akan mempengaruhi karakteristik limpasan dan infiltrasi dari suatu DAS yang selanjutnya akan mengubah sifat aliran sungai. Perubahan pola aliran sungai akan menimbulkan dua kemungkinan yaitu banjir dan kekeringan. Perubahan penutupan lahan akan berpengaruh terhadap pola hidrologi dalam DAS secara menyeluruh. Besar kecilnya perubahan sifat

hidrologis yang terjadi akan sangat tergantung pada seberapa besar tingkat perubahan penutupan lahan.



Gambar 2.2 Diagram sistem proses limpasan langsung  
(Sumber : Hydrologic Modeling System  
HEC-HMS Technical Reference Manual,  
hal-11)

## 2.4. Aliran Dasar

Aliran dasar adalah bagian dari aliran di sungai yang merupakan pengatusan dari air tanah. Pengatusan ini akan terjadi jika elevasi dasar sungaiberada di bawah elevasi muka air tanah. Seri aliran dasar diperlukan untuk memahami variabilitas terhadap waktu dan ruang dari proses limpasan langsung dalam suatu DAS (Furey, 2001).

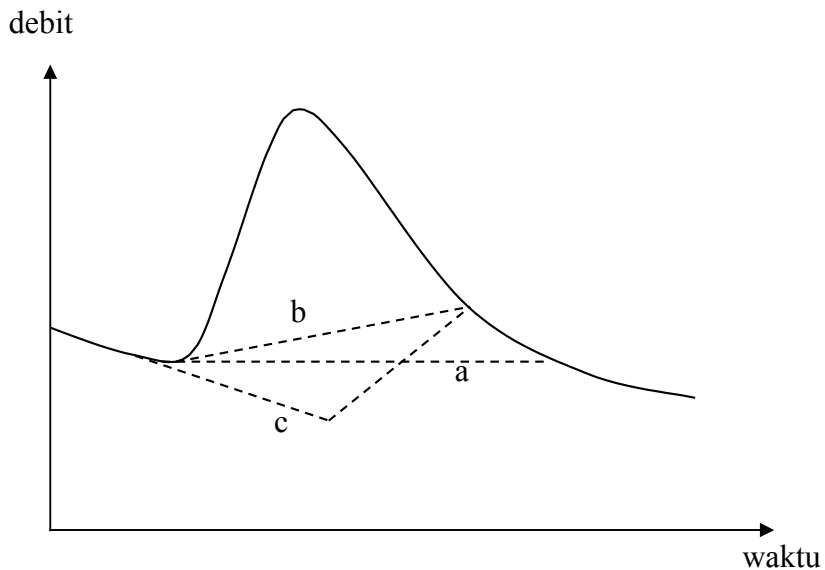
Bagaimanapun sampai saat ini belum ada cara secara langsung untuk mengukur secara kontinyu dari aliran dasar yang terjadi dalam suatu DAS. Konsekuensinya adalah dengan beberapa metode pendekatan yang telah dikembangkan untuk memperkirakan atau memisahkan aliran dasar

dari hidrograf aliran pada sungai. Metode yang umum digunakan untuk memisahkan aliran dasar adalah metode grafik (*graphical method*) dan metode filter (*filtering method*).

#### a. Metode Grafis

Pada metode digunakan untuk menentukan titik pertemuan aliran dasar dengan hidrograf banjir pada saat mulai banjir (sisi naik) dan saat turun (sisi resesi). Metode ini cenderung digunakan untuk memisah aliran dasar terhadap hidrograf banjir atau tanggapan sungai terhadap kejadian hujan sesaat. Metode penentuan titik awal dan infleksi diantaranya adalah *constant discharge method*, *constant slope methods* dan *concave methods* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.

Pendekatan ini akan menjadi masalah jika terjadi *overlap* kejadian hujan dan metode ini tidak cocok untuk memisahkan aliran dasar dari hidrograf aliran untuk waktu yang lama (Furey, 2001).



Gambar 2.3 Metode pemisahan aliran dasar dengan cara grafis yang meliputi (a) *constant discharge method*, (b) *constant slope methods* dan (c) *concave methods*.

### *b. Metode Filtering*

Komponen hidrograf aliran sungai yang berupa runtut waktu yang panjang dapat dipisah dengan prosedur *filtering*. Umumnya digunakan untuk analisis tanggapan DAS terhadap kejadian hujan dalam waktu yang panjang (Furey 2001).

Furey (2001) mengembangkan metode filter untuk daerah di lereng bukit atau area dengan kemiringan relatif besar. Metode ini dengan membuat asumsi bahwa hujan  $P$  dibagi dalam tiga komponen yaitu  $c_1P$  mencerminkan *overland flow*,  $c_2P$  mencerminkan evapotranspirasi dan  $c_3P$  mencerminkan *groundwater recharge*. Selanjutnya  $c_1$ ,  $c_2$ , dan  $c_3$  disebut dengan koefisien *overland flow*, evapotranspirasi, dan *groundwater recharge coefficients*. *Overland flow* dan *groundwater recharge* secara langsung berkaitan atau memberi kontribusi terhadap debit yang terjadi di sungai dan evapotranspirasi tidak memberikontribusi langsung dengan debit yang terjadi di sungai. Persamaan yang dikembangkan adalah sebagai berikut :

$$q_{b,i} = (1-\gamma)q_{b,i-1} + \gamma(c_3/c_1)(Q_{b,i-d-1} - q_{b,i-d-1}) \quad (2.1)$$

dengan

$q_{b,i}$  = debit aliran dasar pada saat  $i$

$q_{b,i}$  = debit aliran dasar pada saat  $i-1$

$Q_{b,i-d-1}$  = debit aliran pada saat  $i-d-1$

$q_{b,i-d-1}$  = debit aliran pada saat  $i-d-1$

$d$  = waktu *delay*

$c_1$  = koefisien *overland flow*

$c_3$  = koefisien *groundwater recharge*

$1-\gamma$  = konstanta resesi

Furey (2001), melakukan penelitian untuk menentukan parameter filter dengan menggunakan data selama pengukuran selama 9 tahun dan luas DAS 44.5 km<sup>2</sup> dan menghasilkan nilai konstanta resesi  $I-\gamma$  sama dengan 0.97 dan  $c_3/c_1$  sama dengan 1,1.

## 2.5. Model Hidrologi

Suatu model yang kompleks mungkin menghasilkan data perkiraan yang akurat dan representatif. Pada sisi lain model seperti itu memerlukan kalibrasi dan data masukan yang panjang. Dan sebaliknya, suatu model yang sangat disederhanakan boleh jadi dicukupi dengan data minimum, tetapi penyajian dan hasil akan paling mungkin tidak akurat. Model hidrologi dapat digolongkan ke dalam tiga kategori yaitu :

- model empiris
- model fisik
- model konseptual.

Dalam model empiris, variasi di dalam karakteristik DAS tidak diperhitungkan secara langsung. Akan tetapi rumusan matematik yang digunakan secara implisit menghadirkan karakteristik fisik dari DAS.

Model fisik adalah didasarkan pada teori dan hukum fisik yang kompleks. Model mempunyai struktur logis yang serupa dengan proses hidrologi yang riil di DAS. Karena model ini menguraikan proses yang secara hidrologi lebih detail maka data yang dibutuhkan juga lebih kompleks dari pada model empiris.

Model konseptual adalah suatu kategori model antara model fisik dan model empiris. Pada umumnya menghadirkan rumusan fisik di dalam suatu formula yang disederhanakan. Menurut Singh (1988) dalam Smadi (1998) bahwa model ini bisa menyediakan hasil bermanfaat yang secara efisien dan secara ekonomis untuk beberapa permasalahan. Model ini mampu untuk mencerminkan perubahan di dalam karakteristik DAS jika parameter fisik DAS digunakan. Jika karakteristik DAS seperti

kemiringan, luas area, dan bentuk adalah tetap maka diharapkan bahwa respon DAS terhadap hujan mempunyai karakteristik yang tetap pula.

Model hidrologi juga dapat digolongkan menjadi *lumped* dan *distributed*. Model *lumped* mengabaikan variabilitas terhadap ruang dari hujan dan parameter hidrologi yang lain. Masukan, keluaran, dan nilai-nilai parameter dari model *lumped* adalah dirata-ratakan.

Model distribusi adalah model yang memperhitungkan variabilitas terhadap ruang dari parameter hidrologi dan proses hidrologi yang ada. Model jenis ini mempunyai potensi memberi hasil yang lebih akurat tetapi mempunyai langkah hitungan yang lebih kompleks dan sulit. Akan tetapi dengan kemajuan perangkat keras dan lunak saat ini perhitungan yang banyak dan kompleks dapat diselesaikan dengan lebih mudah.

## **2.6. Hujan Area**

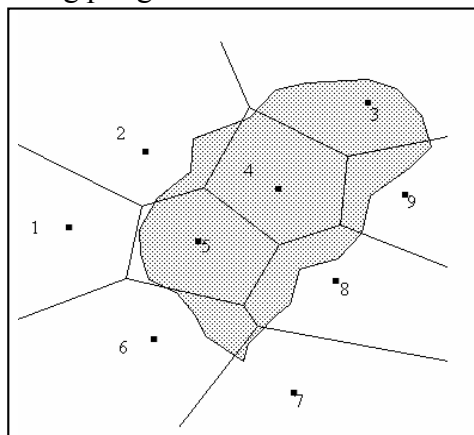
Hujan adalah uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi. Jumlah hujan selalu dinyatakan dalam kedalaman hujan, diukur dalam mm atau cm dengan kurun waktu tertentu seperti jam, hari, bulan, dan tahun. Hujan dapat diukur otomatis yang dapat memberikan informasi kapan hujan mulai dan kapan hujan berakhir. Selain itu hujan dapat diukur secara manual yang dapat memberikan informasi kedalaman hujan total dalam sehari. Data curah hujan secara umum yang tersedia di Indonesia data pengukuran kumulatif harian. Data tersebut merupakan total hujan yang terjadi selama satu hari dan tidak ada distribusi waktu dalam jam-jam-an ini berarti juga intensitas hujan diabaikan.

Pengukuran hujan di stasiun pengamatan hujan merupakan hujan yang terjadi di satu tempat atau titik saja. Curah hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi adalah data curah hujan yang terjadi di seluruh das atau hujan rerata DAS. Data curah hujan umumnya merupakan data pencatatan di lapangan yang merupakan curah hujan titik. Sehingga

perlu dilakukan transformasi dari curah hujan titik menjadi curah hujan wilayah. Metode yang digunakan untuk transformasi yang biasa digunakan tersebut adalah metode poligon Thiessen. Metode ini sudah umum digunakan dan memberikan hasil yang baik. Cara poligon Thiessen ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan cara rata-rata aljabar (Sosrodarsono, 2006). Metode ini berusaha untuk mengimbangi tidak meratanya distribusi alat ukur dengan menyediakan suatu faktor pembobot (*weighting factor*) bagi masing-masing stasiun.

Metode poligon Thiessen merupakan cara yang paling banyak digunakan dalam analisis hidrologi (Sri Harto, 1993) karena pada umumnya stasiun hujan tidak tersebar merata dalam DAS. Cara ini mempunyai kelemahan jika salah satu stasiun hujan hilang maka poligon Thiessen akan berubah, dengan demikian luasan dan faktor koreksi akan berubah pula. Poligon Thiessen diperoleh dengan cara sebagai berikut :

- a) Semua stasiun yang ada di dalam DAS atau yang berdekatan dengan DAS dihubungkan dengan garis sehingga terbentuk jaringan segitiga dan dihindari terbentuknya segetiga tumpul,
- b) Pada setiap sisi segitiga ditarik garis sumbunya,
- c) Pertemuan garis sumbu akan membentuk poligon (Gambar 2.4),
- d) Luas daerah pengaruh hujan adalah daerah yang dibatasi oleh garis poligon dan atau dengan batas DAS,
- e) Hujan yang mewakili adalah curah hujan yang ada di dalam masing- masing poligon tersebut.



Gambar 2.4 Poligon Thiessen

Dengan metode poligon Thiessen maka setiap titik hujan atau setiap setasiun hujan mewakili luasan daerah poligon dan batas DAS tersebut. Jika dilihat secara keseluruhan DAS maka dapat dikatakan bahwa hujan yang terjadi terdistribusi secara poligon Thiessen. Dengan demikian dapat dihitung volume limpasan langsung yang terdistribusi pada masing-masing poligon Thiessen tersebut. Jika diinginkan menghitung hujan rerata DAS maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\overline{R} = \sum_{i=1}^n R_i W_i \quad (2.2)$$

dengan :

- $\overline{R}$  : hujan rerata DAS,
- $R_i$  : curah hujan di tiap stasiun,
- $W_i$  : Bobot stasiun  $i = A_i/A$ ,
- $A$  : Luas DAS total,
- $n$  : Jumlah stasiun hujan.

## 2.7. Pengelompokan Jenis Tanah

Jenis tanah mempengaruhi proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung dan harus dipertimbangkan dalam menghitung limpasan langsung yang terjadi. Menurut Sorrell (2003) jenis tanah yang mempengaruhi terjadinya limpasan langsung dapat direpresentasikan oleh suatu parameter hidrologi yang mencerminkan laju infiltrasi dan permeabilitas tanah. SCS (1985) mengelompokan jenis tanah tersebut dalam *hydrology soil groups* (HSG) yang terdiri dari 4 (empat) kelompok. Berikut adalah pengelompokan dari jenis tanah menurut SCS (1985) :

1. Kelompok A adalah tanah dengan potensi total limpasan langsung permukaan yang rendah sebab tanah kelompok ini mempunyai permeabilitas tinggi. Kelompok ini terdiri dari tanah sebagian besar terdiri kerikil dan pasir pantai,
2. Kelompok B adalah tanah dengan potensi limpasan langsung



permukaan lebih besar dari kelompok A. Karena kelompok tanah ini tingkat tarip rembesan yang sedang termasuk dalam kelompok ini adalah tanah dengan tekstur koarsa,

3. Kelompok C adalah tanah dengan potensi limpasan langsung permukaan besar karena kelompok tanah ini tingkat tarip rembesan yang sedang termasuk dalam kelompok ini adalah tanah dengan tekstur tanah lembut,
4. Kelompok D adalah tanah dengan potensi limpasan langsung permukaan paling besar karena kelompok tanah ini tingkat tarip rembesan yang kecil, termasuk dalam kelompok ini adalah tanah dengan tekstur tanah liat.

## 2.8. Analisa Limpasan Langsung

Suatu metoda yang mentransformasikan volume curah hujan ke dalam volume limpasan langsung adalah metode limpasan langsung *curve number*. Metode ini dikembangkan oleh Departemen Pertanian AS, *Soil Conservation Services* (SCS) limpasan langsung *curve number*, *CN* (SCS, 1985), SCS sekarang telah berganti nama dengan NRCS (*Natural Resources Conservation Service*). Persamaan yang dikembangkan metode ini termasuk metode konseptual karena memasukan parameter karakteristik DAS sebagai parameter hitungan. Karakteristik DAS yang digunakan adalah penutupan lahan dan jenis tanah.

Parameter tersebut ditransformasikan dalam bentuk indeks yang disebut *curve number*, *CN*. *CN* adalah suatu indek berdasar pada parameter fisik DAS. Ini dapat diberlakukan bagi DAS yang *gaged* dan *ungaged*. Metoda ini bisa mencerminkan efek perubahan *landuse* pada limpasan langsung. *CN* ditentukan dari suatu kombinasi *landuse* dan jenis tanah (dikelompokkan pada *hydrologic soil groups*). *CN* mempunyai nilai cakupan antar nol sampai dengan 100. Jika nilai 100 menunjukkan bahwa semua curah hujan diubah ke dalam limpasan langsung tidak ada abstraksi, sedang untuk *CN* bernilai nol maka tidak ada limpasan langsung yang langsung dihasilkan.

Prediksi dari limpasan langsung harian dengan cara ini didasarkan pada parameter retensi,  $S$ , *initial abstractions*,  $I_a$  dan hujan harian,  $R$  (hujan harian). Secara umum  $I_a$  adalah parameter yang berhubungan dengan jenis tanah dan kondisi penutupan lahan. Telah banyak studi yang dilakukan pada DAS kecil untuk mengkaji nilai  $I_a$  tersebut.

Parameter retensi,  $S$ , adalah variabel yang tergantung pada jenis tanah, tataguna lahan dan kelembaban tanah. Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai  $S$  adalah sebagai berikut :

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (2.3)$$

dengan,

$S$  : parameter retensi,  
 $CN$  : *curve number*

Persamaan empiris hubungan antara *initial abstraction*,  $I_a$  dan *potential retention*,  $S$ , yang dikembangkan SCS seperti ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$I_a = 0.2 S \quad (2.4)$$

Ponce and Hawkins (1996) menyarankan bahwa parameter retensi 0.2 bisa berubah-ubah sesuai dengan area dan kondisi yang ditinjau. Untuk memperkirakan nilai dari *initial abstraction*,  $I_a$ , suatu hubungan linier antara  $I_a$  dan  $S$  disarankan oleh SCS (1985) dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_a = \lambda S \quad (2.5)$$

Di mana nilai  $\lambda$  adalah rasio abstraksi awal, nilai ini berkisar antara 0 sampai dengan 0,3.

Hubungan  $Q_d$  (kedalaman limpasan langsung) dengan hujan yang terjadi, SCS (1985) mengembangkan persamaan sebagai berikut :

$$Q_d = \frac{(P_d - I_a)^2}{(P_d - I_a + S)} \quad (2.6)$$

dengan,

- $Q_d$  : limpasan langsung,
- $P_d$  : hujan harian,
- $I_a$  : *initial abstraction*,
- $S$  : *potential retention*.

Dengan persamaan di atas maka limpasan langsung akan terjadi jika  $P_d$  lebih besar dari  $I_a$  (Neitsch *et al.*, 2001). Persamaan 2.6 *initial abstraction* ( $I_a$ ) adalah semua air yang hilang sebelum terjadi limpasan langsung. Air yang hilang tersebut meliputi air yang tertahan oleh cekungan permukaan, air yang terintersepsi oleh tumbuh-tumbuhan, evaporasi dan infiltrasi. Dengan dasar tersebut maka hujan akan menjadi limpasan langsung jika  $I_a$  lebih besar tinggi hujan,  $P_d$ , yang terjadi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung debit dengan model distribusi adalah sebagai berikut :

$$QD = \sum_{i=1}^n Q_{di} \times A_i \quad (2.7)$$

dengan,

- $Q_D$  : debit model distribusi,
- $Q_{di}$  : kedalaman limpasan langsung di  $A_i$ ,
- $A_i$  : luas daerah pengaruh stasiun  $i$ ,
- $i$  : stasiun hujan ke  $i$ ,
- $n$  : jumlah stasiun hujan.

Sedangkan untuk menghitung debit dengan model komposit terlebih dahulu menghitung nilai  $CN$  komposit dengan persamaan 2.7. Setelah diperoleh  $CN$  komposit maka dengan persamaan 2.3 akan diperoleh nilai  $S$  komposit. Dengan  $S$  komposit maka dengan persamaan 2.4 diperoleh nilai  $Ia$  komposit. Hujan komposit diperoleh dengan menghitung hujan rerata DAS dengan polygon Thiessen. Persamaan untuk menghitung debit dengan model komposit adalah sebagai berikut :

$$Q_K = Q_{dk} \times A \quad (2.8)$$

dengan,

- $Q_K$  : debit model komposit,
- $Q_{dk}$  : kedalaman limpasan langsung komposit,
- $A$  : luas total DAS.

## 2.9. Penentuan Nilai CN

Curah hujan pada suatu DAS sangat bervariasi terhadap ruang. Begitu pula dengan penutupan lahan, dan jenis tanah. Secara tipikal tersebut maka untuk menghitung limpasan langsung harus membagi DAS menjadi area yang lebih kecil ( Ajward *et al*, 2000). Dengan menggabungkan (*overlay*) peta tataguna lahan dan tekstur tanah yang ada maka dapat ditentukan nilai  $CN$  untuk setiap luasan pada seluruh DAS. Dengan demikian dapat diperoleh nilai  $CN$  yang terdistribusi diseluh DAS. Jika diinginkan nilai komposit *curve number* ( $CN$ ) pada suatu DAS ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$CN = \frac{CN_i A_i + C_{n_{i+1}} A_{i+1} + \dots + CN_n A_n}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2.9)$$

dengan,

$CN_i$  : *curve number* dari sub-area  $i$  ( $At_i$ ),

$At_i$  : luas area ke  $i$   $CN_i$ ,

$n$  : jumlah dari sub-area

Dalam menentukan nilai CN juga harus memperhatikan kondisi kelembaban tanah sebelumnya atau biasa disebut *antecedent moisture conditions* (AMC). Karena limpasan langsung yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban tanah. Tanah dengan kondisi jenuh air akan memberikan potensi limpasan langsung yang besar dan tanah dengan kondisi kering akan memberikan potensi limpasan langsung yang kecil.

Menurut SCS kondisi AMC dibagi menjadi tiga yaitu AMC I, AMC II dan AMC III. AMC I mewakili kondisi tanah kering sehingga potensi terjadi limpasan langsung kecil. Kondisi ini terjadi pada saat musim kering atau kemarau. AMC II adalah kondisi tanah normal. AMC III adalah kondisi tanah basah yang memungkinkan potensial limpasan langsung besar. Kondisi ini terjadi pada saat musim penghujan. Tabel nilai CN yang diberikan oleh SCS adalah pada kondisi normal. Untuk mencari nilai AMC I dan AMC III US *Soil Conservation Service* (SCS), membuat suatu persamaan sebagai berikut :

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)} \quad (2.10)$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)} \quad (2.11)$$

dengan :

$CN(I)$  = nilai CN untuk kondisi AMC I

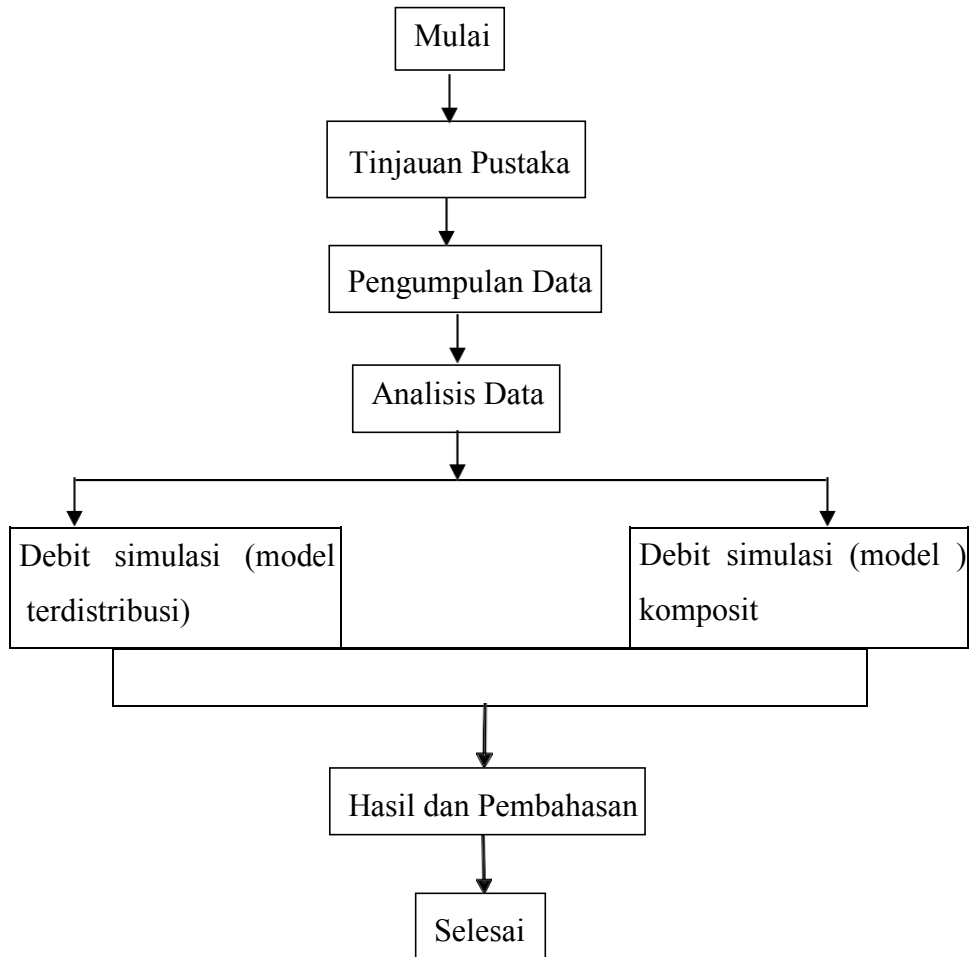
$CN(II)$  = nilai CN untuk kondisi AMC II

$CN(III)$  = nilai CN untuk kondisi AMC III

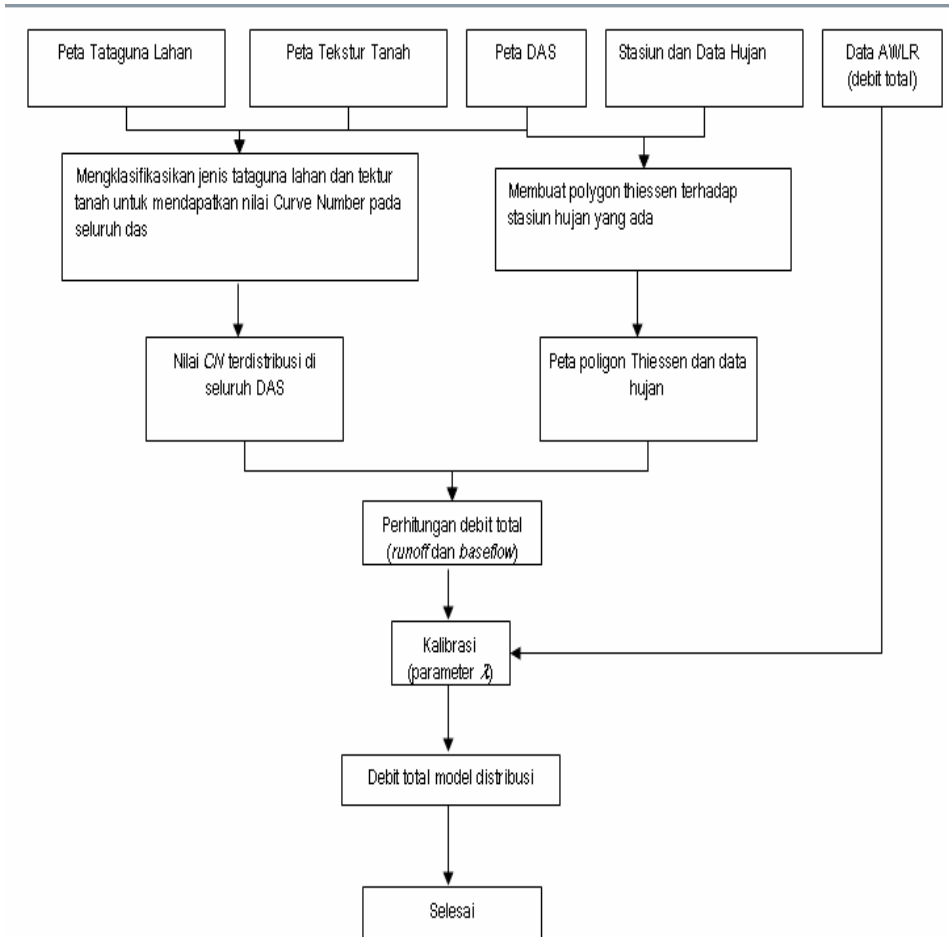
# LANGKAH PERHITUNGAN DAN KEBUTUHAN DATA

## 3.1. Langkah Perhitungan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan membandingkan model hujan aliran dengan model terdistribusi dan yang tidak terdistribusi (komposit). Langkah penelitian secara umum ditunjukkan pada Gambar 3.1. Sedangkan detail langkah perhitungan volume limpasan langsung pada DAS baik dengan cara distribusi dan cara komposit yang dilakukan pada analisis ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.

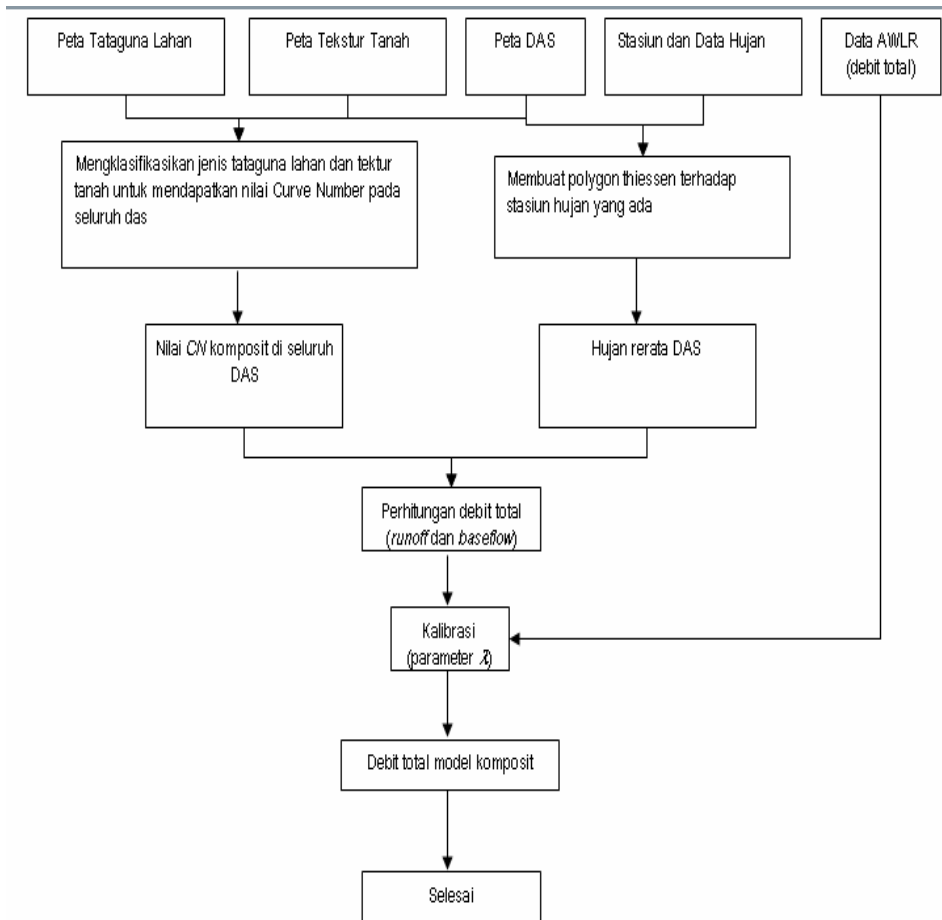


Gambar 3.1. Bagan alir penelitian



Gambar 3.2. Bagan alir perhitungan volume limpasan langsung model distribusi





Gambar 3.3. Bagan alir perhitungan volume limpasan langsung model komposit

### 3.2. Pengumpulan Data

Sebagai langkah awal dalam melakukan penelitian adalah pemilihan lokasi DAS yang digunakan sebagai sampel untuk dianalisa. Pada penelitian ini dipilih lokasi DAS Code dengan pertimbangan ketersediaan data dan kemudahan memperoleh data. Setelah lokasi penelitian ditetapkan maka selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang terkait dengan tujuan penelitian dan lokasi penelitian.

Data-data lain adalah data hujan, data klimatologi, data pengukuran debit, data tataguna lahan, dan data jenis tanah. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data yang terjadi dalam rangkaian waktu atau seri waktu yang bersamaan. Dari analisa data awal data yang terpilih adalah data seri tahun 1997. Ketersediaan data tersebut meliputi data hujan, data debit, dan data tataguna lahan.

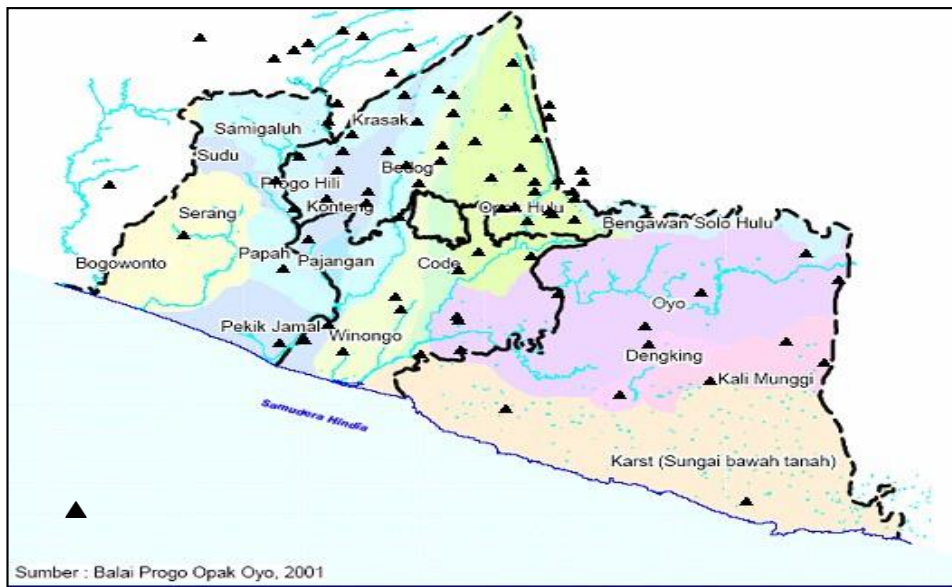
Pada penelitian ini mengambil studi kasus di DAS Code dengan lokasi AWLR adalah di Kaloran. Lokasi DAS Code terletak di wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Letak geografis Daerah Istimewa Yogyakarta terletak antara  $7^{\circ}33'$ - $8^{\circ}15'$  Lintang Selatan dan  $110^{\circ}5'$ - $110^{\circ}50'$  Bujur Timur. Sungai Code berhulu di Gunung Merapi dan di hilir bertemu dengan Sungai Opak. Batas hilir DAS Code berlokasi di AWLR Kaloran. Batas DAS Code dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 3.4. Lokasi DAS Sungai Code

### 3.3. Data Hujan

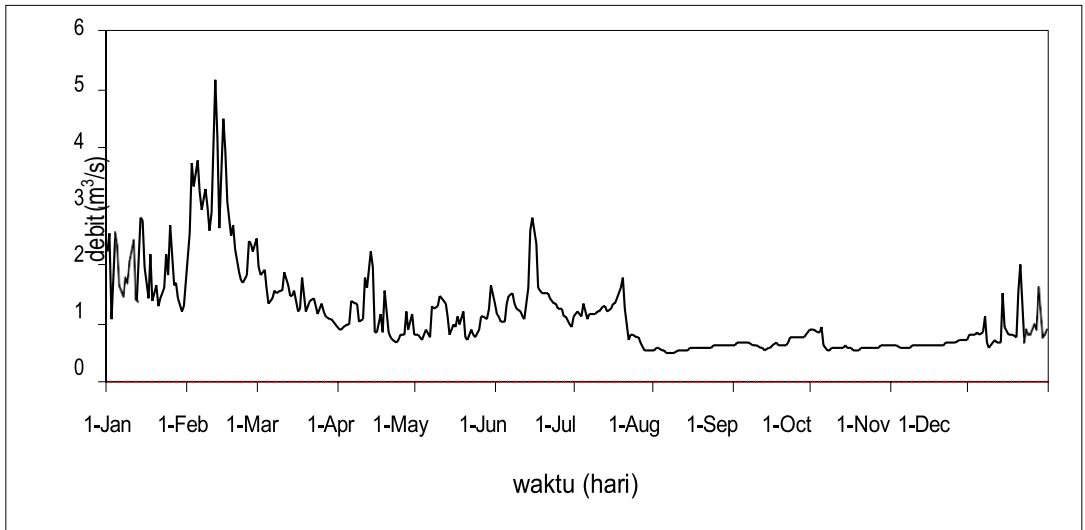
Lokasi stasiun hujan di sekitar lokasi studi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5. Dari stasiun hujan yang ada tidak semua digunakan untuk analisa. Stasiun hujan yang dipilih adalah stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Code secara poligon Thiessen. Data hujan yang digunakan adalah data hujan seri waktu tahun 1997 dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 3.5 Peta sebaran lokasi stasiun hujan di DIY

### 3.4. Data Debit

Dalam penelitian ini data pengukuran debit diambil pada AWLR Kaloran yang terletak pada daerah hilir DAS Code. Lokasi AWLR Kaloran ini sebagai ujung hilir DAS Code atau *outlet* DAS Code. Data debit yang tersedia adalah data debit rata-rata harian. Ketersediaan data debit pada AWLR Kaloran pada tahun 1997 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.6 dan Lampiran 2 menunjukkan debit rerata harian yang terjadi pada tahun 1997.



Gambar 3.6 Grafik debit rata-rata harian pengamatan tahun 1997

### 3.5. Data Tataguna Lahan dan Jenis Tanah

Tataguna lahan diperoleh dari peta Rupabumi Bakosurtanal edisi tahun 1997 skala 1:25000 dengan komposisi penutupan lahan adalah sungai, semak-semak, perkebunan, permukiman, padang rumput, sawah, dan tegalan. Data jenis tanah didekati dengan data tekstur tanah yang dikeluarkan oleh PUSPIK FT Geografi UGM.

# APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Sistem Informasi Geografis dapat digambarkan sebagai program komputer mendasarkan pada tampilan, penyimpanan, analisis, dan menghasilkan data yang mempunyai variasi terhadap ruang. SIG semakin banyak dilibatkan ilmu hidrologi serta sumber daya air dan menunjukkan hasil yang menjanjikan. Dengan SIG dapat dilakukan serangkain proses untuk membantu analisa data yang berhubungan dengan peta dan database. Salah satu proses misalnya proses *intersect*, yaitu proses membuat suatu irisan atau gabungan dua peta menjadi satu peta. Peta keluaran tersebut mempunyai database baru yang merupakan irisan atau gabungan dua peta. Proses ini sangat membantu dalam menganalisa data atau parameter hidrologi yang berhubungan dengan ruang dan peta. Kekurangan dari SIG adalah beberapa format atau prosedur hitungant prosedur yang sederhana. Meskipun demikian, ada beberapa analisa yang dapat dilakukan menggunakan SIG untuk membantu analisa hidrologi.

SIG yang digunakan untuk membantu dalam menganalisa data adalah ArcView dan beberapa *extension* tambahan. ArcView untuk membantu pengolahan data dan mendapatkan karakteristik DAS. Beberapa proses penting yang dilakukan dalam penelitian ini yang menggunakan ArcView adalah sebagai berikut :

1) Proses membuat peta batas DAS dalam studi

Untuk mendapatkan peta batas daerah aliran sungai yang diinginkan maka diperlukan :

- Peta kontur,
- Peta jaringan sungai,
- Peta lokasi stasiun pengamatan debit
- Pada penelitian ini digunakan *extension* HEC-GeoHMS

2) Proses membuat poligon Thiessen

Data dan peta yang diperlukan adalah peta lokasi stasiun hujan, dan peta batas DAS. Pada pembuatan peta poligon Thiessen ini menggunakan *extension* dalam Arcview yaitu *CRWR vector dan xtool*. Dengan *extension* ini poligon Thiessen dan luasan poligon dapat dengan mudah dibuat.

3) Proses menentukan nilai *curve number, CN*

Proses yang dilakukan dalam penentuan nilai *curve number* adalah proses *intersection* dua peta yaitu peta tataguna lahan dan peta jenis tanah. Dengan proses ini akan diperoleh peta baru. Masing-masing poligon akan mempunyai data tataguna lahan dan jenis tanah.

#### 4.1. Pembentukan DAS Code

Data yang dibutuhkan dalam pembuatan batas DAS Code adalah data lokasi *outlet*, kontur lokasi penelitian dan jaringan sungai. Proses pembuatan batas DAS dibantu dengan perangkat lunak HEC-GeoHMS. Dari hasil HEC-GeoHMS batas DAS dicek ulang secara manual untuk memastikan tidak ada batas DAS yang memotong sungai. Batas DAS Code dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari hasil tersebut diperoleh bahwa luas DAS Code adalah 41.85 km<sup>2</sup>.

Dari data DAS Code kemudian dilakukan proses *intersection* antara batas DAS dengan peta tataguna lahan dan peta jenis tanah. Hasil peta tataguna lahan dan jenis tanah untuk wilayah DAS Code dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Lampiran 7. Komposisi tataguna lahan DAS Code seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komposisi tataguna lahan DAS Code

No.	Tataguna Lahan	Luas		Presentase (%)
		(m <sup>2</sup> )	(ha)	
1	Hutan	3960757.00	396.08	9.47
2	Padang rumput	1433428.19	143.34	3.43
3	Perkebunan	1763441.30	176.34	4.21
4	Permukiman	14454004.83	1445.40	34.54
5	Sawah	17677184.88	1767.72	42.24
6	Tanah kosong	168176.43	16.82	0.40
7	Tegalan	2388987.92	238.90	5.71
Jumlah		41845980.56	4184.60	100

Dari tabel komposisi tataguna lahan DAS Code dapat dilihat bahwa lokasi penelitian didominasi oleh sawah dan permukiman yang mencapai 75%. Dari jenis tanah yang ada di DAS Code, hampir seluruh DAS didominasi oleh jenis tanah regosol pasir vulkanik sebesar 40.64 km<sup>2</sup> (97,12 %), kemudian sebagian kecil regosol pasir geluh seluas 1.18 km<sup>2</sup>, (2.84 %) dan sebagian kecil sekali oleh jenis tanah regosol coklat seluas 0.0147 km<sup>2</sup>, (0.04 %). Data jenis tanah yang ada di DAS Code seperti ditunjukkan pada Lampiran 7. Komposisi jenis tanah seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Komposisi jenis tanah DAS Code

No.	Jenis Tanah	Luas	Persentase
		(m <sup>2</sup> )	(%)
1	Regosol berpasir geluh	1187429.15	2.84
2	Regosol pasir vulkanic	40648329.97	97.13
3	Regosol coklat	14757.37	0.04
Jumlah		41850516.49	100.00

## 4.2. Pembentukan Poligon Thiessen

Data yang digunakan untuk membuat poligon Thiessen adalah data lokasi stasiun hujan dan data batas DAS Code. Untuk mempermudah dan mempercepat proses dalam membuat poligon Thiessen dibantu dengan extension Arc View yaitu *CRWR vector*. Lampiran 4 menunjukkan poligon Thiessen DAS Code dan stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Code. Tabel 4.3 adalah stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Code.

Tabel 4.3 Stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Code

No.	Stasiun hujan	Koordinat		Luas (m <sup>2</sup> )	Faktor Pembobot
		X	y		
1	Babadan	434842	9168016	900855	0.0215
2	Ngipiksari	436665	9158314	10827779	0.2588
3	Dadapan	430582	9154099	358882	0.0086
4	Pakem	435967	9152386	8256200	0.1973
5	Angin-Angin	430585	9151734	648445	0.0155
6	Prumpung	432918	9148052	5962034	0.1425
7	Beran	429216	9145436	1430929	0.0342
8	Kolombo	434667	9143325	3007680	0.0719
9	Jambon	427224	9142608	2854615	0.0682
10	Santan	435654	9139242	1459042	0.0349
11	Patukan	425059	9138151	83379	0.0020
12	Mrican	433181	9133710	5179249	0.1238
13	Gandok	431167	9131251	866671	0.0207
Jumlah				41835759	1.000

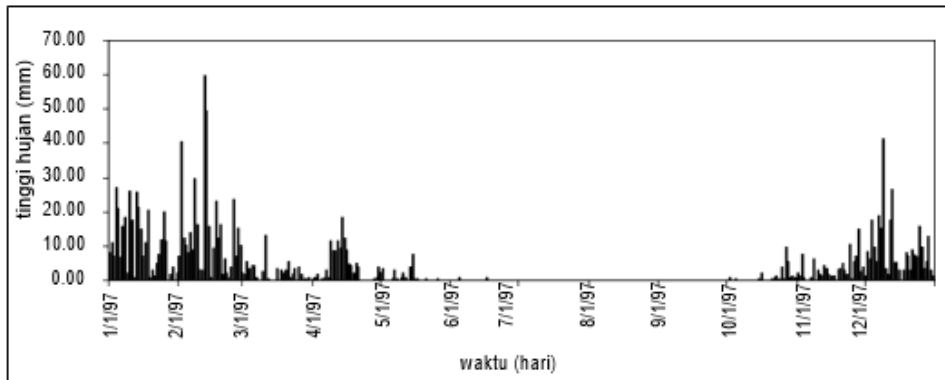
## 4.3. Hujan Area DAS Code

Data hujan yang diperoleh adalah merupakan data hujan titik, sedangkan yang diperlukan adalah hujan area. Sehingga perlu mengubah hujan titik menjadi hujan area. Pada analisa data hujan dilakukan dua jenis perlakuan yaitu analisis data hujan untuk model hidrologi terdistribusi dan untuk model yang tidak terdistribusi. Dalam model terdistribusi data



hujan diasumsikan mempunyai tinggi hujan yang sama pada luasan poligon Thiessen yang dipengaruhi. Dengan kata lain hujan yang terjadi pada satu titik stasiun hujan dianggap merata sama pada satu poligon. Data hujan harian dari masing masing stasiun hujan dapat dilihat pada Lampiran 1.

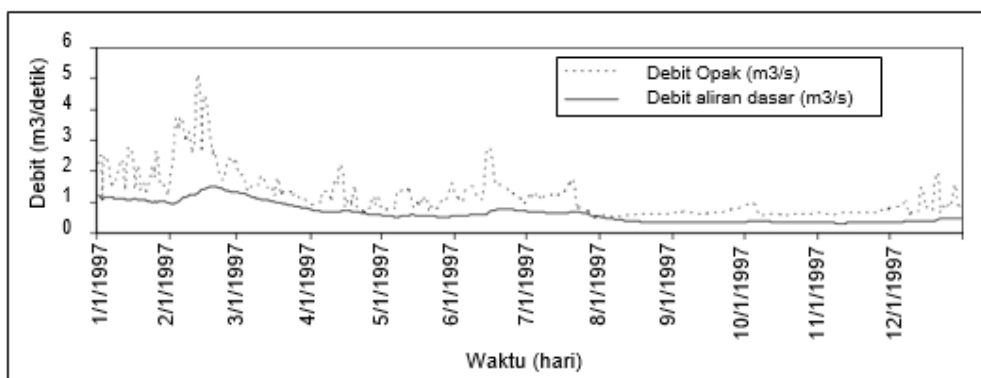
Perlakuan yang kedua adalah merubah hujan titik menjadi hujan area untuk model tidak terdistribusi. Untuk merubah hujan titik menjadi hujan area menggunakan metode poligon Thiessen dan persamaan 2.2. Hujan rerata DASCode yang terjadi pada tahun 1997 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Lampiran 5.



Gambar 4.1 Hujan area DAS Code

#### 4.4. Aliran DAS Sungai Code

Proses pemisahan debit aliran dasar dengan debit pengukuran AWLR digunakan metode *filtering*. Karena metode ini lebih cocok untuk runtut waktu harian yang panjang dan lebih mudah untuk dilakukan. Dengan menggunakan persamaan 2.1 dan parameter  $I-A$  dan  $c_3/c_1$  dari hasil penelitian Furey (2001) maka diperoleh debit aliran dasar untuk seri waktu tahun 1997, seperti ditunjukkan pada Lampiran 2.b dan Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Debit aliran dasar DAS Code tahun 1997

Debit aliran dasar ini selanjutnya digunakan untuk mencari debit total simulasi limpasan langsung model distribusi dan model komposit.

#### 4.5. Pendekatan Jenis Tanah DAS Code

Dari data tekstur tanah untuk DAS Code *hydrology soil groups* dapat dikelompokkan dalam satu jenis yaitu regosol dengan tekstur pasir, kesuburan sedang, berasal dari bahan induk material vulkanis dikelompokkan dalam kelompok A yaitu tanah dengan potensi total limpasan langsung permukaan yang rendah sebab tanah kelompok ini mempunyai permeabilitas tinggi.

Untuk mendapatkan kombinasi penutupan lahan dan jenis tanah maka diperlukan *intersection* antara peta penutupan lahan dan peta jenis tanah. Tabel 4.4 menunjukkan data penutupan lahan dan *hydrology soil groups* (HSG) dari DAS Code.

Tabel 4.4 Komposisi penutupan lahan DAS Code

No.	Tataguna lahan	Luas		Persentase	HSG
		(m <sup>2</sup> )	(ha)	(%)	
1	Hutan	3960757.00	396.08	9.47	A
2	padang rumput	1433428.19	143.34	3.43	A
3	Perkebunan	1763441.30	176.34	4.21	A
4	Permukiman	14454004.83	1445.40	34.54	A
5	Sawah	17677184.88	1767.72	42.24	A
6	tanah kosong	168176.43	16.82	0.40	A
7	Tegalan	2388987.92	238.90	5.71	A
	Jumlah	41845980.56	4184.60	100	

#### 4.6. Penentuan Nilai CN DAS Code

Penentuan nilai *CN* terdistribusi berdasarkan pada peta tataguna lahan, peta tekstur tanah dan peta DAS. Dengan menggunakan perangkat lunak ArcView 3.2a dan dilakukan proses *intersect* antara peta tataguna lahan, peta tekstur tanah dan peta DAS. Pada saat proses ini dipilih database yang akan digabungkan. Database yang digabungkan adalah jenis penutupan lahan (dari peta tataguna lahan) dan *hydrology soil groups* (dari peta tekstur tanah). Setelah dilakukan *intersection* maka diperoleh tabel database baru yang merupakan irisan antara peta tataguna lahan dan jenis tanah.

Database baru tersebut memperlihatkan suatu luasan tertentu dalam DAS yang mempunyai penutupan lahan dan jenis HSG tertentu. Dari data peta jenis tanah diperoleh bahwa jenis tanah untuk seluruh area DAS Code termasuk dalam kelompok A dalam *hydrology soil groups*. Karena jenis tanah sama pada seluruh area DAS maka luasan dan nilai *CN* identik dengan tataguna lahan saja. Penentuan nilai *CN (II)* dengan menggunakan yang dikeluarkan oleh USDA NRCS (Lampiran 8) dan diuraikan sebagai berikut :

- Penutupan lahan hutan, dengan menggunakan Lampiran 8.e tataguna lahan hutan didekati dengan jenis tataguna lahan “tegakan hutan tidak rapat” dengan kondisi hidrologi cukup sehingga nilai *CN (II)* adalah 38,

- Penutupan lahan padang rumput, dengan menggunakan Tabel Lampiran 8.c tataguna lahan padang rumput didekati dengan tataguna lahan *Pasture, rassland or range continous forage for grazing* dengan kondisi hidrologi sedang sehingga nilai *CN (II)* adalah 49,
- Penutupan lahan perkebunan, dengan menggunakan Tabel Lampiran 8.c tataguna lahan perkebunan didekati dengan tataguna lahan *Woods- grass combination (orchard or tree farm)* sehingga nilai *CN (II)* adalah 43,
- Penutupan lahan permukiman, dengan menggunakan Tabel Lampiran 8.a tataguna lahan permukiman didekati dengan tataguna lahan *Residential districts* sehingga nilai *CN (II)* adalah 77,
- Penutupan lahan sawah, dengan menggunakan Tabel Lampiran 8.e penutupan lahan berupa sawah didekati dengan tataguna lahan padi, gandum dengan cara bercocok tanam sistem kontur dan kondisi hidrologi baik sehingga nilai *CN (II)* adalah 61
- Penutupan lahan tanah kosong, dengan menggunakan Tabel Lampiran 8.b penutupan lahan tanah kosong didekati dengan *Fallow* sehingga nilai *CN (II)* adalah 77,
- Penutupan lahan tegalan, dengan asumsi bahwa tanah tegalan di DIY umumnya berupa tanah kosong yang berupa semak-semak. Dengan menggunakan Tabel Lampiran 8.c penutupan lahan tegalan didekati dengan *Brush-brush-weed-grass mixture with brush major element* sehingga nilai *CN (II)* adalah 48.

Indonesia mengenal musim menjadi dua yaitu musim kering dan musim basah yang terjadi dalam satu tahun. Karena simulasi dilakukan dalam periode satu tahun maka simulasi dibedakan menjadi dua yaitu simulasi pada musim kering dan simulasi pada musim basah. Perbedaan simulasi tersebut diimplementasikan dalam penggunaan nilai *curve number* yang berbeda untuk masing-masing musim, yaitu *CN (I)* untuk musim kering dan *CN (III)* untuk musim basah. Perhitungan nilai *CN (I)* dan *CN (III)* dengan menggunakan persamaan 2.9 dan persamaan 2.10. Hasil nilai *curve number* untuk masing-masing bulan seperti ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai curve number untuk simulasi pada musim kering dan musim basah.

No. Tataguna lahan	Luas (m <sup>2</sup> )	Persentase (%)	Faktor pembobot	CN (II)	CN (I)	CN (I) Komposit	CN (III)	CN (III) Komposit
1 Hutan	3960757.00	9.47	0.09	38	20	1.94	59	5.54
2 Padang rumput	1433428.19	3.43	0.03	49	29	0.98	69	2.36
3 Perkebunan	1763441.30	4.21	0.04	43	24	1.01	63	2.67
4 Permukiman	14454004.83	34.54	0.35	77	58	20.19	89	30.57
5 Sawah	17677184.88	42.24	0.42	61	40	16.75	78	33.05
6 Tanah kosong	168176.43	0.40	0.00	77	58	0.23	89	0.36
7 Tegalan	2388987.92	5.71	0.06	48	28	1.59	68	3.88
Jumlah	41845980.56	100	1			43		78

Keterangan : *CN(I)* adalah *CN* untuk musim kering, *CN(II)* adalah nilai *CN* kondisi normal (Tabel USDA) dan *CN(III)* adalah nilai *CN* untuk musim basah.

Dari peta *CN* yang diperoleh kemudian digabungkan dengan peta poligon Thiessen. Dari proses ini akan diperoleh sebaran nilai *CN* untuk tiap-tiap poligon Thiessen. Hasil sebaran nilai *CN* untuk masing-masing poligon identik dengan sebaran tataguna lahan. Dengan hasil peta ini dapat dihitung volume limpasan langsung terdistribusi yang terjadi untuk masing-masing poligon. Untuk mendapatkan volume limpasan langsung dengan metode *CN* komposit maka nilai *CN* di hitung berdasarkan persamaan 2.9. Dengan hasil nilai *CN* komposit dan hujan rerata DAS maka dapat dihitung volume limpasan langsung dengan metode komposit (tidak terdistribusi).

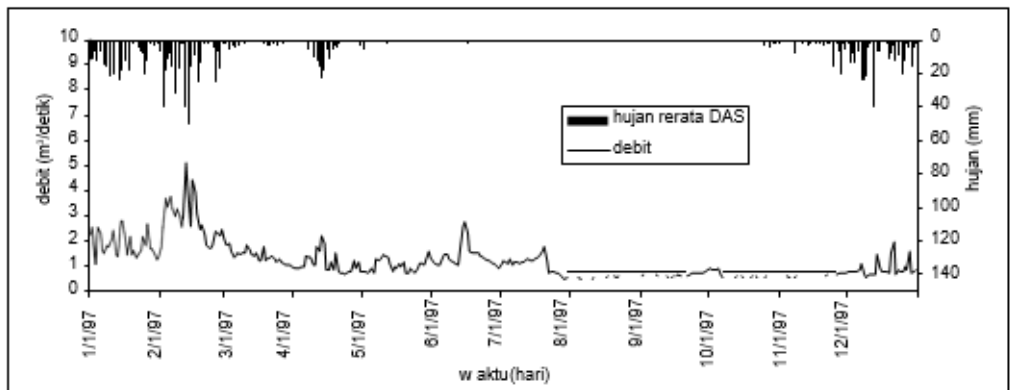
#### 4.7. Model Distribusi dan Komposit

Analisa volume limpasan langsung dalam penelitian ini ada dua jenis yaitu limpasan langsung model terdistribusi dan limpasan langsung model komposit. Model terdistribusi adalah perhitungan volume limpasan langsung dengan parameter DAS yaitu *curve number*, *CN* dan hujan terdistribusi di seluruh DAS. Nilai *CN* terdistribusi berdasarkan

sebaran penutupan lahan dan jenis tanah yang ada. Sedangkan hujan terdistribusi ke seluruh DAS berdasarkan sebaran poligon Thiessen yang diperoleh. Sedangkan model komposit adalah perhitungan limpasan langsung dengan data parameter *CN* dikompositkan dengan persamaan 2.9 dan hujan dari model terdistribusi dibuat hujan rerata DAS dengan persamaan 2.2.

#### 4.8. Evaluasi Pemilihan Data Simulasi

Sebelum dilakukan simulasi maka perlu dilakukan evaluasi terhadap pasangan data. Pasangan data tersebut adalah data hujan dengan data debit yang tersedia. Evaluasi dilakukan pada respon DAS yang berupa debit aliran terhadap hujan yang terjadi dalam waktu yang bersamaan. Hal ini dilakukan untuk memperkirakan validitas data dan memilih pasangan data yang digunakan untuk simulasi. Evaluasi dilakukan secara visual dengan terlebih dahulu membuat plotting pasangan data hujan dengan data debit seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Ploting pasangan data hujan dengan data debit

Dari Gambar diatas dapat diambil beberapa kesimpulan tentang evaluasi data awal sebagai berikut :

- Dilihat bahwa fluktuasi hujan yang terjadi pada bulan Januari sampai dengan bulan April identik dengan fluktuasi debit yang terjadi. Sedangkan pada bulan Mei dan Juni dari data debit terjadi

fluktuasi debit yang cukup signifikan akan tetapi dari data hujan tidak terjadi fluktuasi hujan yang signifikan. Hal ini mungkin disebabkan oleh ada hujan yang terjadi tidak pada area stasiun hujan sehingga data hujan tidak tercatat.

- Pada bulan Juli sampai dengan September frekuensi hujan sangat kecil demikian pula debit yang terjadi relatif kecil dan tidak menunjukkan adanya fluktuasi debit yang signifikan. Dikarenakan penelitian difokuskan pada simulasi limpasan langsung maka data pada bulan ini tidak digunakan.
- Pada bulan Oktober sampai dengan bulan Desember dapat dilihat bahwa fluktuasi hujan yang terjadi adalah besar, akan tetapi melihat data debit yang ada tidak menunjukkan adanya fluktuasi debit yang signifikan. Hal ini menunjukkan adanya kemungkinan kesalahan yang terjadi pada pencatatan data. Dengan pertimbangan tersebut maka data bulan ini tidak digunakan untuk simulasi.

Setelah dilakukan evaluasi data dengan cara visual, evaluasi data dibuat dengan cara menghitung angka korelasi hubungan antara data debit dan data hujan seperti ditunjukkan pada Tabel 4.6. Evaluasi ini diperlukan untuk melihat hubungan atau korelasi antara kejadian hujan dan debit yang terjadi.

Tabel 4.6 Angka korelasi data hujan dan data debit

No.	Bulan	Angka korelasi	Keterangan
1	Januari s/d April	0.66	Cukup (Bisa dipakai)
2	Mei s/d Juni	-0.11	Buruk (Tidak bisa dipakai)
3	Juli s/d September	0.07	Buruk (Tidak bisa dipakai)
4	Oktober s/d Desember	0.16	Buruk (Tidak bisa dipakai)

Dari uraian evaluasi awal terhadap data yang tersedia maka simulasi limpasan langsung hanya dilakukan pada bulan Januari sampai dengan bulan April.

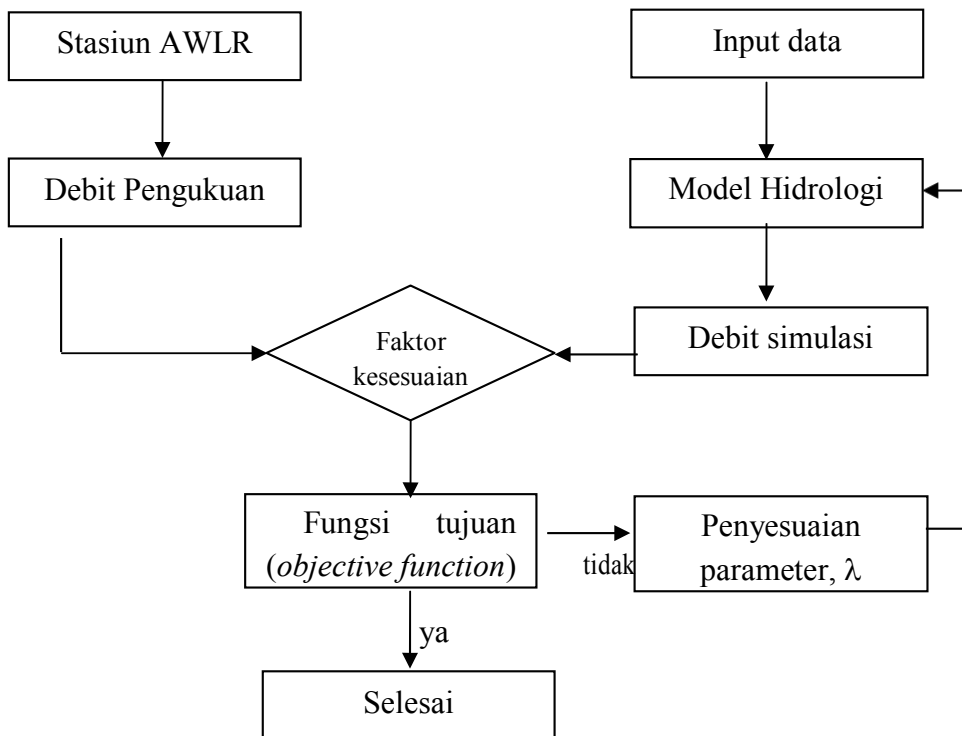
# SIMULASI DAN KALIBRASI MODEL

Model hidrologi dikembangkan dalam penelitian ini adalah untuk menghitung volume limpasan langsung yang terjadi pada suatu DAS tertentu. Oleh karenanya simulasi limpasan langsung hanya difokuskan pada runtut waktu di mana pada saat tersebut terjadi hujan untuk kurun waktu yang relatif lama. Debit simulasi yang dihitung dengan model distribusi dan komposit adalah debit harian rata-rata. Aliran dasar yang digunakan adalah sama, baik untuk model distribusi maupun komposit.

Hasil keluaran dari model diharapkan mampu mendekati dengan debit yang terjadi sebenarnya. Namun demikian suatu model sangat sulit untuk menghasilkan yang tepat sesuai dengan kejadian alam yang sebenarnya. Hal ini disebabkan karena banyak parameter hidrologi yang sangat sulit untuk ditentukan atau diukur secara langsung. Selain itu persamaan yang dipakai biasanya berupa persamaan empiris dimana parameter-parameternya merupakan hasil dari studi di tempat yang berbeda.



Untuk mengetahui ketepatan hasil dari model maka dilakukan kalibrasi terhadap parameter tertentu yang tidak bisa diukur secara langsung. Pada prinsipnya kalibrasi model adalah membandingkan nilai keluaran simulasi dengan kejadian yang sesungguhnya pada waktu dan tempat yang sama. Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan parameter rasio *initial abstraction*,  $\lambda$  model distribusi dan komposit. Model kalibrasi yang dipakai dalam penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Bagan alir kalibrasi

Nilai rasio *initial abstraction*,  $\lambda$  merupakan konstanta yang besarnya berubah-ubah dari waktu ke waktu. Hal ini disebabkan *ratio initial abstraction* merupakan perbandingan antara *initial astrcation*,  $I_a$  dan parameter retensi,  $S$ . *Intial abstraction*,  $I_a$  selalu berubah sesuai kondisi

kelembaban tanah. Pada penelitian ini dilakukan penyederhanaan tentang kondisi *ratio initial abstraction*,  $\lambda$  yang selalu berubah terhadap waktu. Perubahan nilai rasio *initial abstraction* pada penelitian ini diasumsikan sama dalam satu bulan.

### 5.1. Faktor Kesesuaian

Kesesuaian antara hasil simulasi dengan kejadian yang sebenarnya dinyatakan dengan indek kesesuaian (*goodness-of-fit*). Faktor kesesuaian ini harus sekecil mungkin atau mendekati angka 1 (satu) atau nol tergantung metode yang digunakan. Dalam melakukan mencari indeks kesesuaian yang terbaik dari simulasi digunakan persamaan-persamaan yang disebut sebagai *objective function*. *Objective function* yang digunakan dalam penelitian adalah rerata kesalahan,  $R^2$  dan faktor korelasi.

### 5.2. Metode Rerata Kesalahan

Metode ini digunakan sebagai dasar mengetahui kesalahan absolut yang terjadi dari hasil simulasi. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\Delta V = \frac{|V_p - V_s|}{V_p} \times 100\% \quad (5.1)$$

dengan

$\Delta V$  : beda volume aliran yang terjadi dengan simulasi (%),

$V_p$  : debit pengamatan,

$V_s$  : debit hasil simulasi.

Simulasi yang baik jika persentase rerata kesalahan nilainya mendekati nol. Jadi nilai semakin baik jika semakin mendekati angka nol.

### 5.3. Metode Koefisien Penentu $R^2$

Koefisien penentu atau dalam statistik biasa disebut *coefficient of determination* adalah indek yang menyatakan seberapa dekat garis hasil regresi linier dengan data. Untuk mendapatkan regresi linier maka diperlukan plotting pasangan data antara data pengamatan dan data hasil simulasi dalam koordinat kartesian. Data pengamatan digunakan sebagai koordinat x dan hasil simulasi digunakan sebagai koordinat y. Indek *coefficient of determination*,  $R^2$  dihitung berdasar persamaan sebagai berikut :

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (5.2)$$

$$SSE = \sum (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (5.3)$$

$$SST = \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{N} \quad (5.4)$$

dengan :

$R^2$  = *coefficient of determination*,

$SSE$  = *total of sum squares*,

$SST$  = *residual sum of squares*,

$Y_i$  = data ke i,

$r$  = *koefisien korelasi*,

Jika hasil simulasi tepat sama dengan data pengamatan maka garis regresi akan tepat pada posisi plotting data dan nilai  $R^2$  sama dengan 1

#### 5.4. Metode Faktor Korelasi

Faktor korelasi ini digunakan sebagai indek dari kemiripan grafik debit pengukuran dan debit hasil simulasi. Faktor korelasi mempunyai nilai antara -1 sampai dengan 1. Jika faktor korelasi bernilai positif dan mendekati angka 1 maka grafik debit hasil simulasi sama dengan debit grafik pengamatan. Sebaliknya jika nilainya negatif dan mendekati angka -1 maka grafik debit hasil simulasi mempunyai sifat kebalikan dengan grafik debit hasil pengamatan. Faktor korelasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\rho_{xy} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (5.5)$$

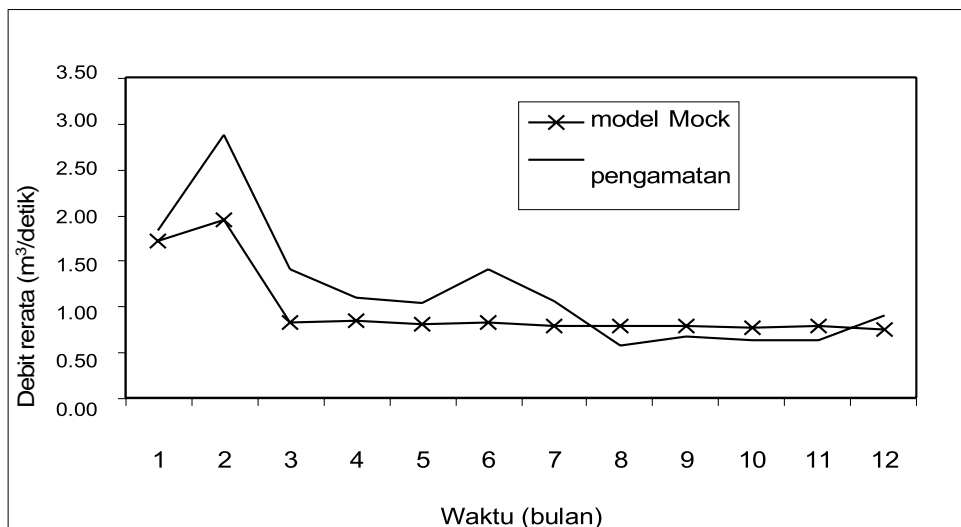
$$Cov(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) \quad (5.6)$$

dengan :

- $\rho_{xy}$  : korelasi x dan y,
- $Cov(X,Y)$  : kovarian x dan y,
- $\sigma_x, \sigma_y$  : varian x dan varian y,
- $\mu_x, \mu_y$  : distribusi normal x dan y,
- $x_i, y_i$  : pasangan data x dan y,
- $n$  : jumlah data.

Untuk melihat kualitas hasil simulasi pada penelitian ini, maka perlu dilakukan perbandingan dengan model lain. Sebagai pembanding digunakan model Mock. Model Mock adalah model hidrologi yang biasa digunakan untuk mencari ketersediaan air. Prinsip dasar dari model ini adalah keseimbangan air yang terjadi dalam siklus hidrologi. Keluaran dari model ini berupa data debit bulanan atau setengah bulanan. Data model Mock yang digunakan sebagai pembanding adalah hasil simulasi yang dilakukan oleh Balai PSDA POO DIY pada tahun 2001.

Hasil simulasi debit rerata bulanan model Mock pada tahun 1997 dengan AWLR Kaloran ditunjukkan pada Gambar 5.2.

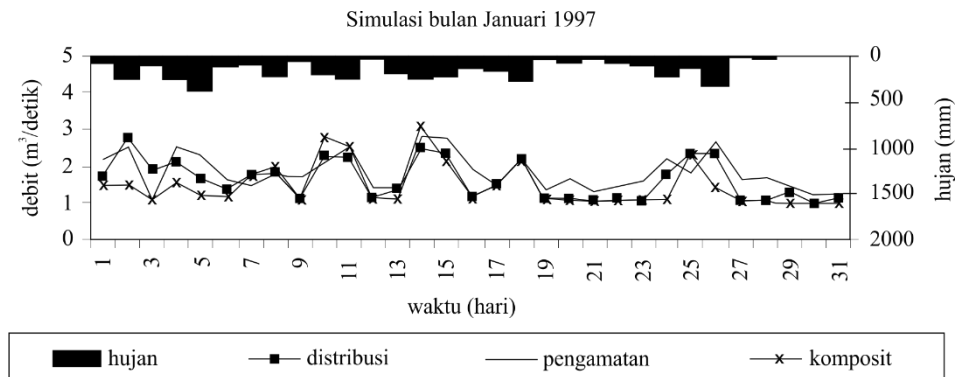


Sumber : Balai PSDA POO DIY 2001

Gambar 5.2 Hasil simulasi AWLR Kaloran dengan model Mock

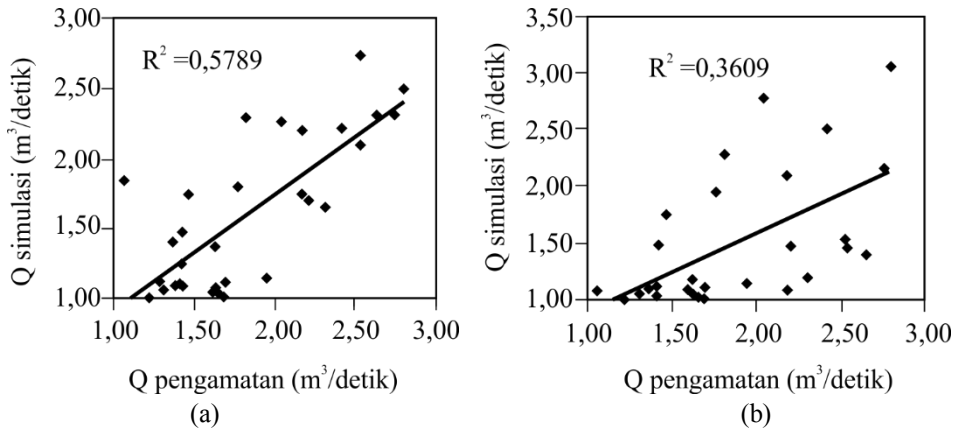
## 5.5. Hasil Simulasi Limpasan Langsung

Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini ada dua jenis yaitu yang pertama simulasi limpasan langsung dengan parameter *CN* dan hujan terdistribusi dan yang ke dua simulasi limpasan langsung dengan parameter *CN* yang dikompositkan dan hujan dibuat rerata DAS. Pada simulasi jenis ke dua ini juga dilakukan lagi proses kalibrasi nilai rasion *initial abstraction*,  $\lambda$ . Pada kedua jenis simulasi terdapat kesamaan yaitu pada aliran dasar. Dari hasil simulasi bulan Januari diperoleh parameter rasio *initial abstraction* untuk model distribusi adalah sebesar 0,26, sedangkan untuk model komposit diperoleh 0,06. Gambar 5.3 adalah grafik debit hasil simulasi model distribusi dengan model komposit yang dibandingkan dengan data pengamatan.



Gambar 5.3 Debit hasil simulasi bulan Januari

Pada model distribusi rerata kesalahan adalah sebesar 20,95 %, setelah dibuat komposit maka rerata kesalahan menjadi 26,72 % sehingga terjadi kenaikan kesalahan 5,76 %. Kedekatan hasil simulasi dengan pengamatan dapat dilihat *ploting* data hasil simulasi model distribusi dan komposit dengan data pengamatan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.4 a dan b.

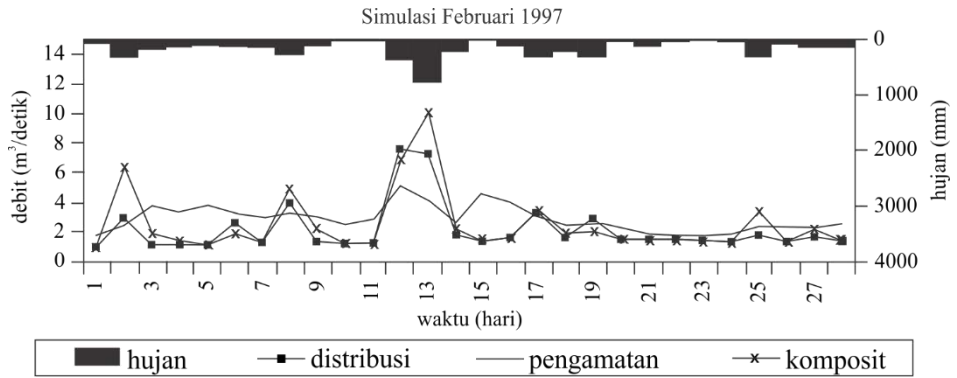


Gambar 5.4 *Coefficient of determination* simulasi bulan Januari

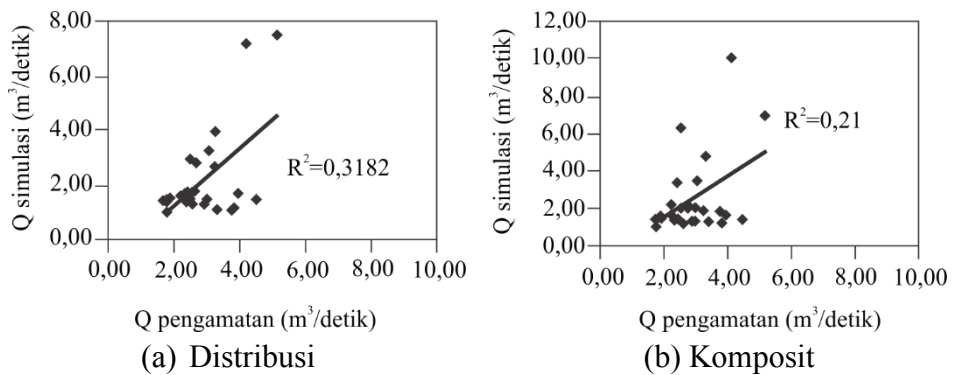
Dengan melihat grafik *coefficient of determination* maka model distribusi menghasilkan keluaran yang lebih baik dibandingkan dengan model komposit dikarenakan model distribusi menghasilkan nilai  $R^2$  yang lebih mendekati angka 1 yaitu sebesar 0,58, sedangkan setelah dibuat komposit nilai  $R^2$  menjadi lebih kecil yaitu sebesar 0,36.

Kualitas model juga dapat dilihat dari pola atau fluktuasi debit hasil simulasi, yang biasa dinyatakan oleh indeks korelasi. Indeks korelasi ini dibuat untuk pasangan data hasil simulasi model distribusi dengan data pengamatan dan pasangan data hasil simulasi model komposit dengan data pengamatan. Pada bulan Januari diperoleh bahwa indeks korelasi model distribusi dengan data pengamatan adalah sebesar 0,76 dan indeks korelasi model komposit dengan data pengamatan adalah sebesar 0,60. Dengan melihat indeks korelasi tersebut bisa dikatakan bahwa model distribusi lebih baik dengan model komposit.

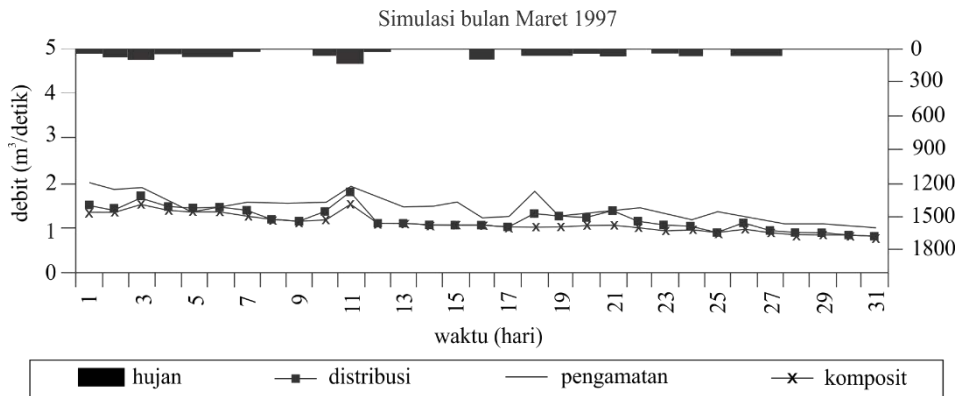
Secara keseluruhan hasil simulasi model distribusi dan model komposit ditunjukkan pada Gambar 5.5 sampai dengan Gambar 5.10 dan Lampiran 9.a. sampai dengan Lampiran 9.d.



Gambar 5.5 Debit hasil simulasi bulan Februari

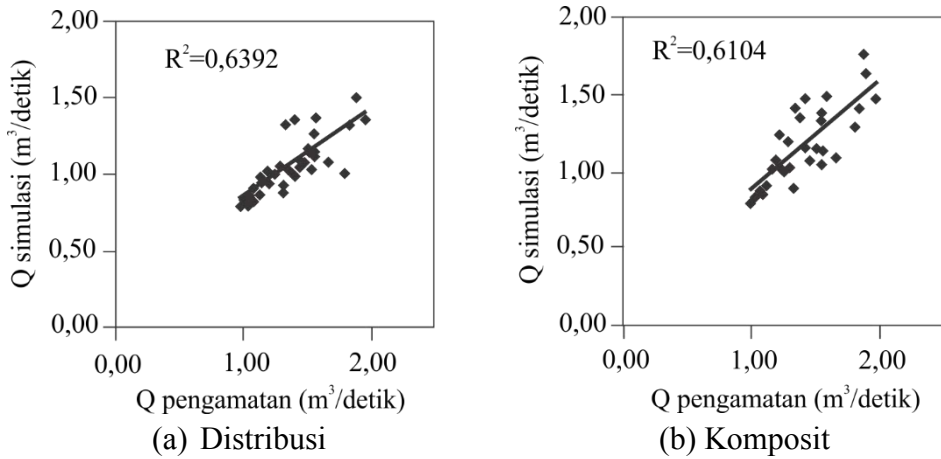


Gambar 5.6 Coefficient of determination simulasi bulan Februari

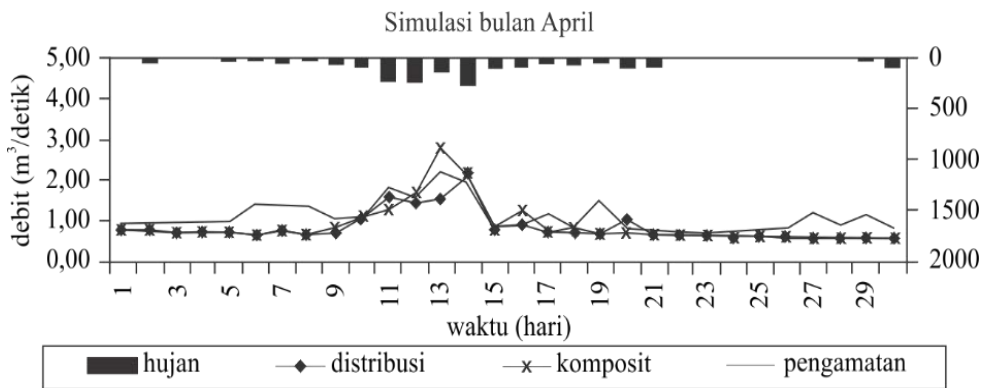


Gambar 5.7 Debit hasil simulasi bulan Maret

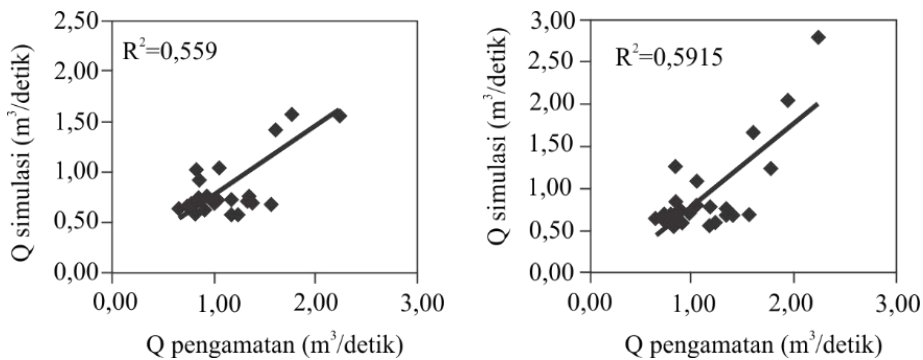




Gambar 5.8 *Coefficient of determination* simulasi bulan Maret



Gambar 5.9 Debit hasil simulasi bulan April



Gambar 5.10 *Coefficient of determination*

Rekapitulasi secara keseluruhan hasil simulasi model distribusi dan model komposit dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil simulasi model distribusi dan komposit

No.	Bulan	Rasio				Parameter kesesuaian			
		<i>initial abstraction, λ</i>		Rerata kesalahan		<i>Coefficient of determination, R<sup>2</sup></i>		Faktor korelasi, $\sigma_{xy}$	
		Distribusi	Komposit	Distribusi	Komposit	Distribusi	Komposit	Distribusi	Komposit
1	Januari	0,26	0,06	20,95	26,72	0,58	0,36	0,76	0,60
2	Februari	0,60	0,07	39,16	45,61	0,32	0,21	0,56	0,46
3	Maret	0,01	0,00	17,90	23,27	0,66	0,61	0,78	0,80
4	April	0,53	0,03	24,80	25,00	0,56	0,59	0,75	0,77
	Rata-rata	0,35	0,04	25,70	30,15	0,53	0,44	0,71	0,66

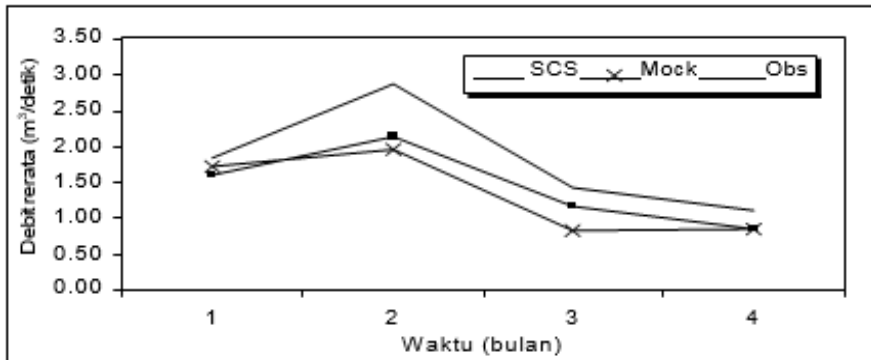
Dari hasil simulasi secara keseluruhan diperoleh dengan membuat komposit model distribusi akan menaikkan rerata kesalahan sebesar 4,45 %, menurunkan *coefficient of determination, R<sup>2</sup>* rata-rata sebesar 0,08 dan menurunkan faktor korelasi rata-rata sebesar 0,06. Nilai rata-rata parameter rasio *initial abstraction, λ* untuk model distribusi adalah 0,35 dan untuk model komposit adalah 0,04.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa model distribusi menghasilkan data keluaran yang lebih baik dibandingkan dengan model komposit. Hal ini disebabkan perhitungan pada model distribusi secara konseptual mendekati kondisi nyata. Nilai rasio *initial abstraction, λ* dari model distribusi cenderung lebih besar dibandingkan dengan model komposit.

## 5.6. Perbandingan Terhadap Model Mock

Untuk melihat kualitas model maka perlu juga dilakukan perbandingan hasil simulasi dengan model yang lainnya. Model penelitian yang dibandingkan adalah model SCS distribusi, hal ini dengan pertimbangan bahwa hasil model distribusi lebih baik daripada model komposit. Pada penelitian ini model sebagai pembanding adalah model Mock. Data

model Mock menggunakan data hasil studi yang telah dilakukan oleh Balai PSDA POO Daerah Istimewa Yogyakarta. Data hasil simulasi model Mock dari Balai PSDA POO adalah debit bulanan, sehingga hasil simulasi pada penelitian ini terlebih dahulu dijadikan bulanan. Runtut waktu yang digunakan untuk perbandingan adalah bulan Januari sampai dengan April. Perbandingan hasil simulasi model distribusi dengan model Mock seperti ditunjukkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Perbandingan model distribusi dengan model Mock

Dari grafik di atas secara kualitatif dapat dilihat bahwa model SCS (SCS terdistribusi) lebih mendekati ke grafik debit pengamatan. Debit hasil simulasi model distribusi dan model Mock cenderung lebih kecil dibanding dengan data pengamatan.

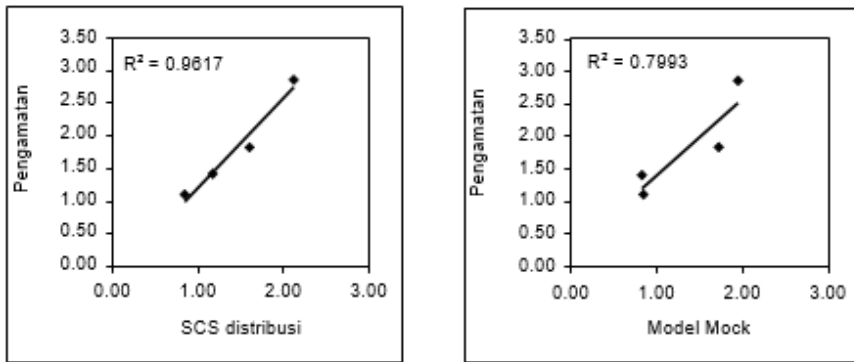
Angka korelasi untuk model SCS distribusi adalah sebesar 0.98 sedang untuk model Mock adalah sebesar 0.89. Kesalahan masing masing model ditunjukkan pada Tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.2 Perbandingan hasil model SCS Distribusi dengan model Mock

No.	Bulan	Debit model		Debit Pengamatan m <sup>3</sup> /detik	Persen kesalahan	
		SCS	Mock		SCS	Mock
		Distribusi			Distribusi	
		m <sup>3</sup> /detik	m <sup>3</sup> /detik	m <sup>3</sup> /detik	%	%
1	Januari	1.60	1.72	1.83	12.54	6.32
2	Februari	2.13	1.95	2.87	25.97	32.15
3	Maret	1.17	0.83	1.42	17.50	41.74
4	April	0.84	0.85	1.10	23.69	23.38
Rerata					19.93	25.90

Dari tabel di atas diperoleh bahwa rerata kesalahan model SCS distribusi lebih kecil dibanding dengan model Mock. Kesalahan pada model SCS distribusi berkisar 19.93 % sedangkan kesalahan pada model Mock sebesar 25.90 %. Dilihat dari kesalahan tersebut maka model SCS distribusi lebih baik di bandingkan dengan model Mock.

Perbandingan model juga dinilai dari *coefficient of determination*,  $R^2$  seperti ditunjukkan pada Gambar 5.12 a dan b.



(a) SCS distribusi

(b) Mock

Gambar 5.12 Perbandingan nilai *coefficient of determination*,  $R^2$  model SCS distribusi dengan model Mock

Nilai *coefficient of determination*,  $R^2$  model SCS distribusi adalah sebesar 0,96 sedangkan untuk model Mock sebesar 0,80. Dengan demikian hasil simulasi model SCS distribusi lebih mendekati dengan data pengamatan di lapangan dibanding dengan model Mock.



# DAFTAR PUSTAKA

- Ajward M.H dan Muzik I, 2000, *A Spatially Varied Unit Hydrograph Model*, Journal of Environmental Hydrology Vol 8 Mei 2000, UKM Selangor Malaysia
- Asdak C., 2004, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press.
- Balai PSDA WS POO, 2001, *Data Base Pengairan Propinsi DIY*, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Charter D. dan Agrisari I., 2002, *Desain dan Aplikasi Geographics Information System*, Jakarta, Elexmedia Komputindo.
- Furey PR dan Gupta VK., 2001, *A Physically Based Filter For Separating Base Flow From Streamflow Time Series*, Water Resources Research, Vol. 37, No. 11, Hal. 2709–2722, November 2001, University of Colorado, USA
- Pandey A, dan Chowdary V.M., Mal B.C. dan Dabral P.P., 2003, *Estimation of limpasan langsung for agricultural watershed using SCS Curve Number and Geographic Information System*, MAP India Conference, Department of Agricultural Engineering India.
- Smadi M., 1998, *Incorporating Spatial and Temporal Variation of Watershed Response in a Gis-Based Hydrologic Model*, Tesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Sorrell R.C., 2003, *Computing Flood Discharges For Small Ungaged Watersheds*, Michigan Department of Environmental Quality Geological and Land Management Division.
- Sosrodarsono S., 2005, *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta, Pradyna Paramita.

Sri Harto, Br., 2000, *Hidrologi, Teori, Masalah, Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta

United States Department of Agriculture, 1986, *Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55*, Washington.

US ARMY Corps, 2001, *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual*, USA

USDA Soil Conservation Service, 1985, *National Engineering Handbook Section 4: Hydrology*, Washington, DC, U.S.A