

THESIS

**PERANAN *PEAK RATE FACTOR* DALAM ANALISIS
PERHITUNGAN KEJADIAN BANJIR MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK HEC-HMS**



**CHRISTIAN CAHYONO
NPM : 2017831024**

PEMBIMBING: Dr. Ir. Wanny K. Adidarma Dipl. H., M.Sc.

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
AGUSTUS 2019**

THESIS

**PERANAN *PEAK RATE FACTOR* DALAM ANALISIS
PERHITUNGAN KEJADIAN BANJIR MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK HEC-HMS**



**CHRISTIAN CAHYONO
NPM : 2017831024**

PEMBIMBING: Dr. Ir. Wanny K. Adidarma Dipl. H., M.Sc.

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
AGUSTUS 2019**

THESIS

**PERANAN *PEAK RATE FACTOR* DALAM ANALISIS
PERHITUNGAN KEJADIAN BANJIR MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK HEC-HMS**



**CHRISTIAN CAHYONO
NPM : 2017831024**

BANDUNG, 7 AGUSTUS 2019

PEMBIMBING:


**Dr. Ir. Wanny K. Adidarma Dipl. H.,
M.Sc.**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
AGUSTUS 2019**

Pernyataan

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Christian Cahyono
Nomor Pokok Mahasiswa : 2017831024
Program Studi : Teknik Sipil (Teknik Sumber Daya Air)
Program Pascasarjana
Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa Tesis / Disertasi *) dengan judul: PERANAN *PEAK RATE FACTOR* DALAM ANALISIS PERHITUNGAN KEJADIAN BANJIR MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK HEC-HMS

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan Pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan : di Bandung

Tanggal : 5 Agustus 2019



Christian Cahyono

PERANAN *PEAK RATE FACTOR* DALAM ANALISIS PERHITUNGAN KEJADIAN BANJIR MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK HEC-HMS

Christian Cahyono
NPM: 2017831024

Pembimbing: Dr. Ir. Wanny K. Adidarma Dipl. H., M.Sc.

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
AGUSTUS 2019**

ABSTRAK

Dalam perencanaan bangunan air, diperlukan besaran banjir rencana (*Design Flood*) yang dalam proses penentuannya memerlukan kalibrasi parameter model banjir. Salah satu metode untuk melakukan proses kalibrasi banjir dapat menggunakan perangkat lunak HEC-HMS. Dalam HEC-HMS terdapat tiga sub-model yaitu *Losses*, *Transform*, dan *Baseflow*. Dalam perkembangan penggunaan model HEC-HMS masih memanfaatkan sub-model Transform dimana nilai *Peak Rate Factor* (PRF) bersifat konstan sebesar 484 dalam pemodelan. Nilai PRF sangat bergantung kepada kondisi fisik wilayah yang dikaji yaitu kemiringan lahan. Berdasarkan fenomena dimana seharusnya nilai PRF bervariasi dalam pemodelan sedangkan kenyataan masih konstan, dilakukanlah penelitian ini. Tujuan utama dilakukan penelitian ini adalah melihat peranan PRF dalam proses kalibrasi banjir. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, variasi nilai PRF menghasilkan hasil simulasi yang cukup baik seperti yang ditunjukkan nilai fungsi objektif pada 2 wilayah studi. Berikut perbandingan nilai fungsi objektif DAS Selorejo pada kejadian banjir Maret 2007 antara PRF konstan 484 dengan variasi nilai PRF, RMSE atau Root Mean Square Error (0,63 m ;0,59 m), Koefisien Korelasi (0,977; 0,976), dan Perbedaan Puncak Banjir (43,04 %; 41,46 %). Sedangkan pada DAS PDA Cipasang, kriteria model evaluasi dari Nash-Sutcliffe (0,818 ;0,820), RMSE atau Root Mean Square Error (66,20 m³/s ;65,91 m³/s), Koefisien Korelasi (0,916; 0,917), dan Perbedaan Puncak Banjir (32,75 %; 32,50 %). Pengaruh PRF dalam model banjir, dilakukan menggunakan pilihan sub-model adalah *SCS Curve Number* untuk *Losses*, *SCS Unit Hydrograph* untuk *Transform* dan *Recession Constant* untuk *Baseflow*. Hasil Studi ini mengindikasikan pengaruh variasi nilai PRF tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan PRF konstan.

Kata Kunci: Kalibrasi Banjir, Peak Rate Factor, Kemiringan Lahan, Fungsi Objektif

THE ROLE OF PEAK RATE FACTOR IN ANALYSIS OF CALCULATION OF FLOOD EVENT USING HEC-HMS SOFTWARE

**Christian Cahyono
NPM: 2017831024**

Advisor: Dr. Ir. Wanny K. Adidarma Dipl. H., M.Sc.

**CIVIL ENGINEERING MASTER PROGRAM
POST GRADUATE PROGRAM
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
BANDUNG
AUGUST 2019**

ABSTRACT

In flood management, Calibrating are crucial. One method for calibrating flood events can use HEC-HMS software. In HEC-HMS there are three submodels, namely Losses, Transform, and Baseflow. In the development of the use of the HEC-HMS model it still utilizes submodel Transform where the Peak Rate Factor (PRF) value is constant at 484 in modeling. The value of PRF is very dependent on the slope of the land where the value of this parameter is very varied depending on the physical condition of the area under study. Because of the fact where the value of PRF should be varied depends on the slope in modeling stage while the reality is still constant, this research is done. Main goal for this research is to determine the role of PRF in calibration process. The research result show that role of PRF makes the modeling carried out using HEC-HMS produce comparable results as indicated by the objective function values in 2 study areas. The following is the comparison of the objective function of the Selorejo watershed in the March 2007 flood event between constant PRF 484 with variations in the values of PRF, RMSE (0.63 m; 0.59 m), CORREL (0.977; 0.976), and DELTAPEAK (43.04%; 41.46%). Whereas in the PDA Cipasang watershed, Nash-Sutcliffe (0.818; 0.820), RMSE (66.20 m³ / s; 65.91 m³ / s), CORREL (0.916; 0.917), and DELTAPEAK (15.55%; 15.35 %). To utilize the variation of PRF into the model, based on the results of this study the submodel used is SCS Curve Number for Losses, SCS Units Hydrograph for Transform and Recession Constant for Baseflow. It can be concluded that by including the influence of variations in PRF values resulting not a better model but only a slight improvement which is insignificant and a more complete model.

Keywords: Flood Calibration, Peak Rate Factor, Basin Slope, Objective Function

PRAKATA

Pertama ucapan syukur saya panjatkan untuk Tuhan Yesus yang sudah memberikan segala berkat-Nya sehingga memungkinkan saya untuk menyelesaikan Thesis yang berjudul “PERANAN PEAK RATE FACTOR DALAM ANALISIS PERHITUNGAN KEJADIAN BANJIR MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK HEC-HMS” dengan baik. Thesis ini dibuat sebagai pemenuhan syarat akademik yang wajib ditempuh untuk menyelesaikan program S-2 di Program Pascasarjana Bidang Konsentrasi Teknik Sumber Daya Air, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penyusunan thesis ini seringkali dialami hambatan dan tantangan, namun berkat dorongan dan motivasi yang diberikan dari berbagai macam pihak skripsi ini mampu untuk diselesaikan. Penulis ingin mengucapkan terima kasih terkhusus untuk Dr. Ir. Wanny K. Adidarma Dipl. H., M.Sc.M.Sc. atas kerendahan hatinya untuk membimbing penulis dalam proses penyusunan skripsi ini serta motivasi yang telah diberikan.

Penulis juga ingin berterima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D., dan Bapak Salahudin Gozali, Ph.D., Sebagai dosen penguji dalam proses pembuatan Thesis ini atas masukan dan kritikan yang diberikan
2. Bapak Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng., dan Bapak Doddi Yudianto, Ph.D. atas masukan saran penelitian yang dilakukan
3. Mama ,adik, dan teman-teman yang sudah memberikan dukungan berupa moral dan doa yang tak henti kepada penulis

Bandung, 7 Agustus 2019

Christian Cahyono

2017831024

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ISTILAH	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Pendahuluan	1-1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	1-2
1.3 Inti Permasalahan	1-4
1.4 Tujuan Studi	1-5
1.5 Pembatasan Masalah.....	1-6
BAB 2 METODOLOGI PENELITIAN DAN DASAR TEORI.....	2-1
2.1 Metodologi Penelitian.....	2-1
2.2 Pemodelan HEC-HMS	2-5
2.3 Kehilangan Air	2-6
2.3.1. Metode SCS/NRCS	2-6
2.3.2. Metode Deficit Constant	2-7
2.4 Hidrograf Satuan Sintetik SCS	2-9
2.5 Aliran Dasar/Baseflow Recession Constant.....	2-12

2.6	Penelusuran Banjir	2-11
2.6.1.	Penelusuran Banjir Tampungan	2-12
2.6.2.	Penelusuran Banjir Saluran	2-14
2.7	Fungsi Objektif	2-16
2.7.1.	Nash-Sutcliffe (NS).....	2-16
2.7.2.	Root Mean Square Error (RMSE)	2-17
2.7.3.	Beda Puncak	2-17
2.7.4.	Nilai Korelasi	2-18
2.8	Kalibrasi Banjir.....	2-18
BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI DAN KETERSEDIAAN DATA		3-1
3.1	Daerah Studi	3-1
3.2	Daerah Aliran Sungai (DAS) Selorejo.....	3-1
3.2.1.	Kondisi Topografi.....	3-2
3.2.2.	Kondisi Tutupan Lahan (Land Use) dan Limpasan.....	3-2
3.2.3.	Ketersediaan Data Kejadian Hujan dan Lokasi Pos Hujan.....	3-6
3.2.4.	Ketersediaan Data Operasi Waduk Selorejo	3-9
3.3	Daerah Aliran Sungai (DAS) PDA Cipasang.....	3-11
3.3.1.	Kondisi Topografi.....	3-12
3.3.2.	Kondisi Tutupan Lahan (Land Use) dan Limpasan.....	3-12
3.3.3.	Ketersediaan Data Kejadian Hujan dan Lokasi Pos Hujan.....	3-15
BAB 4 ANALISIS DATA		4-1
4.1	Penentuan Nilai PRF.....	4-1
4.2	Analisis DAS Selorejo	4-2
4.3	Analisis DAS PDA Cipasang	4-6

4.4	Analisis Fenomena Uji Peranan PRF	4-11
4.5	Verifikasi Hasil Uji Peranan PRF.....	4-15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA		xiv

DAFTAR NOTASI

A	:	Luas wilayah DAS/subDAS (Mile ²)
A _i	:	Luas pada sub-DAS i
B _p	:	Beda puncak debit
B _{Ep}	:	Beda puncak muka air waduk
C ₀	:	Parameter Metode Muskingum-Cunge
C ₁	:	Parameter Metode Muskingum-Cunge
C ₂	:	Parameter Metode Muskingum-Cunge
CN	:	Curve Number
CN _i	:	Nilai CN pada sub-DAS i
c	:	Kecepatan rambat gelombang
DO	:	Data observasi
F	:	Hasil simulasi
f _c	:	Potensi laju kehilangan curah hujan maksimum (mm)
I	:	<i>Inflow</i> (Air Masuk)
I _a	:	Kehilangan awal air (mm)
I ₁	:	<i>Inflow</i> (Air Masuk) ke waduk pada saat T
I ₂	:	<i>Inflow</i> (Air Masuk) ke waduk pada saat T+1
k	:	Parameter Metode Muskingum-Cunge
MAX E _F	:	Maksimum hidrograf muka air hasil simulasi
MAX E _∅	:	Maksimum hidrograf muka air hasil pengamatan
MAX Q _F	:	Maksimum hidrograf debit simulasi
MAX Q _∅	:	Maksimum hidrograf debit pengamatan
N	:	Jumlah data
NS	:	<i>Nash-Sutcliffe Efficiency</i>
n	:	Jumlah sub-DAS
O	:	<i>Outflow</i> (Air Keluar)
O ₁	:	<i>Outflow</i> (Air Keluar) pada saat T
O ₂	:	<i>Outflow</i> (Air Keluar) ke waduk pada saat T+1
P	:	Hujan kumulatif (mm)

P_e	:	Kelebihan hujan kumulatif (mm)
PRF	:	Peak Rate Factor
p_t	:	Curah hujan pada waktu t (mm)
pe_t	:	Curah hujan efektif pada waktu t (mm)
Q	:	Debit (m^3/s)
Q_{obs}	:	Debit Pencatatan (m^3/s)
Q_p	:	Debit puncak pengamatan (CFS)
Q_{sim}	:	Debit simulasi (m^3/s)
RQ_{obs}	:	Rata-rata debit pencatatan (m^3/s)
S	:	Potensi tampungan di dalam DAS (mm)
S	:	<i>Storage</i> (Tampungan)
S_1	:	<i>Storage</i> (Tampungan) di waduk pada saat T
S_2	:	<i>Storage</i> (Tampungan) di waduk pada saat $T+1$
Slope	:	Kemiringan saluran
T	:	Waktu pengamatan
T_c	:	Waktu konsentrasi
$T_{channel}$:	Waktu di saluran (Menit)
T_{lag}	:	Waktu keterlambatan/Lag Time
$T_{shallow}$:	Waktu di atas lahan (Menit)
T_{sheet}	:	Waktu di aliran dangkal (Menit)
T_p	:	T_c waktu konsentrasi
top width	:	Lebar atas penampang saluran
X	:	Parameter Metode Muskingum-Cunge
ΔE	:	Selisih muka air terendah dan tertinggi pengamatan
ΔS	:	Perubahan volume tampungan (m^3)
Δt	:	Interval waktu (detik)
Δx	:	Jarak antara <i>step</i> proses perhitungan penelusuran banjir saluran
λ	:	Koefisien

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian.....	2-4
Gambar 2.2 Ilustrasi Proses Pemodelan yang Dilakukan.....	2-5
Gambar 2.3 Diskritasi persamaan penelusuran banjir tampungan pada bidang $x-t$	2-13
Gambar 3.1 Peta topografi Daerah Aliran Sungai Selorejo.....	3-2
Gambar 3.2 Peta tata guna lahan Daerah Aliran Sungai Selorejo.....	3-3
Gambar 3.3 Peta Hydrologic Soil Group (HSG) untuk DAS Selorejo	3-4
Gambar 3.4 Peta Curve Number DAS Selorejo.....	3-6
Gambar 3.5 Lokasi Pos Hujan DAS Selorejo	3-7
Gambar 3.6 Hujan Jam-jaman 23-30 Desember 2007 di 2 Pos Hujan otomatis terkonsentrasi di 25-26 Desember 2007.....	3-7
Gambar 3.7 Hujan Jam-jaman 10-31 Maret 2007 di 2 Pos Hujan otomatis	3-8
Gambar 3.8 Poligon Thiessen DAS Selorejo.....	3-9
Gambar 3.9 Grafik Elevasi Tampungan	3-10
Gambar 3.10 Rating Curve melalui Pintu Pelimpah	3-10
Gambar 3.11 Debit Keluar Waduk menuju Turbin.....	3-11
Gambar 3.12 Peta Topografi Daerah Aliran Sungai PDA Cipasang	3-12
Gambar 3.13 Peta Tata Guna Lahan DAS PDA Cipasang	3-13
Gambar 3.14 Peta Jenis Tanah HSG DAS PDA Cipasang.....	3-14
Gambar 3.15 Peta Curve Number DAS PDA Cipasang.....	3-14
Gambar 3.16 Lokasi Pos Hujan DAS PDA Cipasang.....	3-16
Gambar 3.17 Hujan Jam-jaman 20-21 April 2010 di Pos Hujan Otomatik Darmaraja	3-17
Gambar 3.18 Hujan Jam-jaman 19-22 Mei 2010 di Pos Hujan Otomatik Darmaraja ..	3-17
Gambar 3.19 Hujan Jam-jaman 20-22 September 2016 di Dua Pos Hujan Otomatik ..	3-18
Gambar 3.20 Poligon Thiessen DAS PDA Cipasang.....	3-18

Gambar 3.21 Rating Curve Pengamatan Aliran DAS PDA Cipasang	3-20
Gambar 4.1 Hasil Kalibrasi Pemodelan Kejadian Banjir DAS Selorejo.....	4-3
Gambar 4.2 Hasil Analisis Pengaruh Variasi Nilai PRF DAS Selorejo.....	4-4
Gambar 4.3 Hasil Analisis Pengaruh Variasi Nilai PRF Menggunakan Metode Kehilangan Deficit Constant DAS Selorejo	4-5
Gambar 4.4 Hasil Analisis Pengaruh Nilai PRF Pada Single Basin DAS Selorejo.	4-6
Gambar 4.5 Hasil Kalibrasi Pemodelan Kejadian Banjir DAS PDA Cipasang	4-8
Gambar 4.6 Hasil Analisis Pengaruh Variasi Nilai PRF DAS PDA Cipasang	4-10
Gambar 4.7 Hasil Analisis Pengaruh Variasi Nilai PRF Menggunakan Metode Kehilangan Deficit Constant DAS PDA Cipasang.....	4-10
Gambar 4.8 Hasil Analisis Pengaruh Nilai PRF Pada Single Basin DAS PDA Cipasang	4-11
Gambar 4.9 Grafik Distribusi Frekuensi PRF Pada Masing-Masing DAS Berdasarkan Tabel 4.1	4-13
Gambar 4.10 Grafik Distribusi Frekuensi PRF Pada Masing-Masing DAS Berdasarkan Tabel 4.2.....	4-13
Gambar 4.11 Hasil Pemodelan DAS Selorejo Maret 2007	4-18
Gambar 4.12 Hasil Pemodelan DAS PDA Cipasang Mei 2010	4-18

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dasar Penentuan Parameter Laju Infiltrasi Konstan (Constant Rate) (Sumber: SCS, 2007)	2-9
Tabel 2.2 Tabel Penentuan Nilai PRF (Sumber: Wanielista, et.al, 1997)	2-11
Tabel 2.3 Pengelompokan Jenis Kemiringan Lahan (Sumber: USDA Natural Resources Conservation Service)	2-12
Tabel 3.1 HSG untuk Kelas Tekstur Tanah USDA (Sumber: SCS,1986)	3-4
Tabel 3.2 HSG Wilayah DAS Selorejo	3-5
Tabel 3.3 Tabel Curve Number DAS Waduk Selorejo	3-5
Tabel 3.4 Nilai CN rata-rata dan Luas subDAS	3-6
Tabel 3.5 Bobot Pos Hujan masing masing subDAS Selorejo	3-9
Tabel 3.6 Penjabaran tata guna lahan di DAS PDA Cipasang	3-13
Tabel 3.7 Nilai Curve Number Setiap subDAS PDA Cipasang	3-15
Tabel 3.8 Skema Data Hujan pada Keempat Stasiun Hujan	3-16
Tabel 3.9 Bobot Pos Hujan masing masing subDAS PDA Cipasang	3-19
Tabel 4.1 Tabel Penentuan Nilai PRF	4-1
Tabel 4.2 Tabel Modifikasi Penentuan Nilai PRF	4-2
Tabel 4.3 Parameter Pemodelan DAS Selorejo	4-2
Tabel 4.4 Nilai PRF Masing-Masing subDAS pada DAS Selorejo	4-4
Tabel 4.5 Nilai Parameter Deficit Constant	4-5
Tabel 4.6 Nilai PRF Single Basin DAS Selorejo	4-6
Tabel 4.7 Parameter Pemodelan DAS PDA Cipasang	4-7
Tabel 4.8 Nilai PRF Masing-Masing subDAS pada DAS PDA Cipasang	4-8
Tabel 4.9 Nilai PRF Single Basin DAS PDA Cipasang	4-11
Tabel 4.10 Nilai Fungsi Objektif Pada DAS Selorejo	4-12
Tabel 4.11 Nilai Fungsi Objektif Pada DAS PDA Cipasang	4-12
Tabel 4.12 Parameter Verifikasi Uji Peranan PRF DAS Selorejo	4-16
Tabel 4.13 Parameter Verifikasi Uji Peranan PRF DAS PDA Cipasang	4-17
Tabel 4.14 Nilai Fungsi Objektif Hasil Verifikasi	4-19

DAFTAR ISTILAH

Curve Number : Parameter dalam metode SCS yang melambangkan kededapan suatu lahan dimana nilai curve number bervariasi 0-100, dengan nilai 100 kedap air atau tidak menyerap air ke dalam tanah

Fungsi Objektif : Fungsi tujuan yang nilainya dicoba untuk dimaksimalkan/dioptimalkan guna mencapai tujuan hasil yang diinginkan

Kemiringan rata-rata DAS/Slope (S) : perbandingan selisih antara ketinggian titik tertinggi dan ketinggian titik keluaran (outlet) pada sungai utama, dengan panjang sungai utama yang terletak pada kedua titik tersebut

Lag Time : Waktu keterlamabatan dari suatu durasi hujan efektif

Peak Rate Factor : Parameter tidak berdimensi yang menentukan bentuk dari Hidrograf Satuan Sintetik SCS

Single Basin : Metode pemodelan dimana suatu DAS dimodelkan sebagai satu kesatuan yang tidak terpisah dan homogen

Unit Hydrograph : Hidrograf yang dihasilkan oleh hujan 1 satuan dalam satu satuan waktu tertentu biasanya dalam 1 jam

Waktu Konsentrasi : Waktu atau durasi dari hujan mulai jatuh sampai puncak banjir akibat hujan tersebut

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Parameter *Lag Time* DAS PDA Cipasang

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Banjir merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi di Indonesia. Bencana banjir membawa banyak kerugian baik berupa korban jiwa maupun kerugian harta. Oleh karena itu diperlukan kajian untuk menyelesaikan permasalahan banjir ini. Kajian yang dilakukan perlu dilengkapi sebuah analisis perhitungan agar pengambilan keputusan dapat didasarkan pada analisis ini. Untuk melakukan analisis ini, diperlukan data pendukung untuk melakukan analisis berupa data hidrologis maupun data fisik lapangan. Namun permasalahan yang terjadi sekarang adalah kelengkapan data tersebut kurang oleh karena itu untuk melakukan analisis hanya mampu memanfaatkan data fisik lapangan yang ada. Dengan adanya data fisik ini, analisis masih dapat dilakukan. Salah satu metode untuk melakukan analisis kejadian banjir yang memanfaatkan data fisik adalah Metode SCS.

Dalam Metode SCS ini terdiri dari beberapa komponen untuk melakukan analisis kejadian banjir yaitu analisis kehilangan menggunakan SCS *Curve number* dan analisis transformasi menggunakan SCS *Unit Hydrograph*. Masing masing komponen ini mengandalkan komponen fisik yang ada di lapangan sebagai contoh nilai *Curve Number* sangat bergantung kepada tata guna lahan yang ada di lapangan. Begitu pula SCS *Unit Hydrograph* sangat dipengaruhi oleh kemiringan lahan/DAS. Selama ini analisis banjir yang dilakukan untuk SCS *Unit Hydrograph* masih menggunakan nilai *Peak Rate Factor* yang sama dalam satu DAS. Namun kenyataan yang ada dalam satu DAS itu sendiri terdiri dari beberapa wilayah yang memiliki kemiringan yang berbeda dimana variasi hanya terakomodasi dalam perhitungan *Lag time* yang merupakan salah satu parameter dari SCS *Unit Hydrograph*. Fungsi dari PRF sendiri adalah mengubah bentuk dari *Hydrograph* baik nilai puncak maupun durasi dari *Unit Hydrograph* tersebut. Dengan adanya faktor ini salah satu proses analisis kejadian banjir yaitu proses kalibrasi banjir diharapkan akan lebih sesuai dengan hasil pengamatannya.

1.2 Tinjauan Pustaka

Permasalahan banjir sudah menjadi permasalahan yang sering terjadi dalam pengelolaan kuantitas air terutama di negara berkembang. Dalam menghadapi permasalahan tersebut dikembangkan berbagai cara untuk mengatasi permasalahan banjir ini baik berupa struktural maupun non-struktural. Bagaimanapun metode dalam mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan adanya sebuah analisis perhitungan untuk mendukung pengambilan keputusan yang ada. Analisis perhitungan ini berkembang dari cara yang konvensional sampai analisis yang kompleks.

Pada awal perkembangannya analisis kejadian banjir dilakukan secara kualitatif dengan menilai tingkat kerawanan berbagai yang mempengaruhi kejadian banjir. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Paimin dkk. bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sebuah kejadian banjir yaitu hujan harian maksimum tahunan, bentuk DAS, tata guna lahan dan beberapa faktor lainnya (Paimin et.al, 2009). Metode ini dimanfaatkan karena data historis yang masih kurang panjang untuk melakukan analisis banjir selain itu juga metode pemodelan kejadian banjir masih sulit untuk dilakukan karena kompleksitasnya sehingga diperlukan sebuah bantuan model yang pada waktu itu belum berkembang seperti sekarang. Seiring bertambahnya waktu dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, analisis perhitungan banjir pun berkembang.

Analisis ini terbagi menjadi dua metode. Metode pertama adalah dengan analisis secara statistik. Metode ini hanya dapat dilakukan apabila data banjir historis pada wilayah yang ditinjau lengkap dan cukup panjang. Terdapat penelitian yang melakukan analisis dengan metode ini pada beberapa sungai di Indonesia dimana pada penelitian ini dapat diperoleh hasil debit kala ulang tertentu pada beberapa sungai di Indonesia sebagai contoh Debit kala ulang 100 Tahun pada DAS Citarum sebesar 377 m³/s. (Pawitan, 2014). Karena adanya permasalahan data historis yang kurang lengkap, dikembangkan metode ini untuk melakukan analisis banjir. Metode ini dikenal dengan Metode Transformasi Hujan-Debit.

Metode Transformasi Hujan-Debit lebih sering diterapkan karena ketersediaan data yang lebih mudah didapatkan. Data tersebut adalah data hujan baik berupa hujan

durasi pendek maupun durasi panjang dan kondisi fisik DAS yang ada. Untuk menghasilkan hidrograf banjir menggunakan metode ini, diperlukan 3 sub-model untuk mendukung analisis yang ada yaitu metode kehilangan, metode transformasi, dan metode aliran dasar. Model kehilangan adalah metode untuk menentukan nilai hujan efektif yang akan menjadi limpasan. Model ini memperhitungkan nilai hujan yang hilang akibat adanya beberapa proses siklus hidrologi yaitu adanya evaporasi di atmosfer, intersepsi tumbuhan serta infiltrasi ke dalam tanah. Model transformasi adalah model untuk mengubah hujan efektif yang ada menjadi hidrograf limpasan. Model aliran dasar adalah untuk menentukan aliran bawah tanah yang mengalir menuju sungai sebagai aliran dasar atau aliran yang selalu ada pada sebuah sungai. Dengan adanya tiga sub-model ini Metode Transformasi Hujan-Debit dapat dilakukan. Dalam aplikasinya terdapat beberapa model komputer yang memanfaatkan metode ini untuk melakukan analisis banjir beberapa salah satunya adalah HEC-HMS.

Dalam model HEC-HMS, tiga sub-model terdiri dari beberapa metode untuk melakukan perhitungan sebagai contoh sub-model kehilangan terdiri dari metode *SCS Curve Number*, *Deficit Constant*, dll begitu pula sub-model lainnya memiliki beberapa metode perhitungan yang dapat dipilih. Beberapa analisis di Indonesia telah memanfaatkan metode ini seperti analisis DAS Citarum Hulu (Pratiwi, 2011), Kanal Duri (Sitanggang et.al., 2014), dan DAS Wuryantoro di Wonogiri (Munajad dan Suprayogi, 2015). Selain di Indonesia, metode ini diterapkan pula di lokasi luar Indonesia seperti di Morocco, lebih tepatnya pada DAS Boukhalef (Khador, 2017). Keempat analisis ini memanfaatkan Model HEC-HMS untuk melakukan analisis kejadian banjir di lokasi penelitian masing-masing. Walaupun lokasi dan jenis DAS yang berbeda, keempat penelitian ini memiliki kesamaan dalam pemodelan yaitu dengan menggunakan metode SCS untuk analisis banjir, baik menggunakan metode *SCS Curve Number* untuk model kehilangan dan metode *SCS Unit Hydrograph* untuk model transformasi. Metode SCS sendiri sangat bergantung kepada kondisi fisik lapangan yang ada dimana Metode *SCS Curve Number* sendiri sangat dipengaruhi oleh tata guna lahan pada wilayah penelitian dan Metode *SCS Unit Hydrograph* sangat dipengaruhi oleh kemiringan lahan DAS atau *Basin* yang diteliti.

Dalam Metode SCS Unit Hydrograph terdapat dua parameter utama yaitu *Lag Time* dan *Peak Rate Factor*. Dalam implementasi SCS *Unit Hydrograph* pada keempat penelitian diatas kemiringan lahan DAS atau *Basin* hanya mempengaruhi parameter *Lag Time* saja sedangkan nilai *Peak Rate Factor* nya tidak berubah sama sekali hanya menggunakan nilai 484 yang merupakan nilai standard SCS. Oleh karena itu, perlu adanya cara pemodelan baru dimana analisis tidak mengabaikan nilai PRF yang ada melainkan perlu disesuaikan dengan kemiringan lahan DAS atau *Basin* yang diteliti. Berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan, nilai PRF berpengaruh pada model banjir yang dibuat sehingga perlu untuk mengubah nilai PRF berdasarkan kemiringan lahan wilayah penelitian (Sheridan et. al., 2002; Fang et. al., 2005). Dalam menentukan nilai PRF terdapat beberapa cara. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat dua cara untuk menentukan nilai tersebut yaitu dengan rumus (Fang et. al., 2005) dan Tabel. Bagian yang dimaksud dengan tabel ini adalah tabel yang mengelompokkan jenis kemiringan lahan dan nilai PRF nya. Sehingga dengan adanya dua metode ini perlu dilakukan penelitian untuk menentukan metode mana yang cocok untuk menentukan nilai PRF. Dengan adanya implementasi nilai PRF diharapkan hasil pemodelan akan semakin akurat untuk proses kalibrasi kejadian banjir dimana parameter tersebut digunakan untuk menentukan nilai debit kala ulang guna pengambilan keputusan untuk menanggulangi kejadian banjir.

1.3 Inti Permasalahan

Permasalahan utama yang dihadapi adalah kurangnya kualitas dan kuantitas pengumpulan data kejadian banjir yang ada di Indonesia. Sebagai contoh data hujan yang tersedia tidak kontinu atau berkesinambungan (ada data kosong), selain itu pengukuran debit pengamatan yang ada pun tidak ada ataupun tidak lengkap. Oleh karena itu, proses analisis menjadi sulit dan hanya dapat mengandalkan data kondisi fisik yang ada di lapangan untuk proses kalibrasi banjir.

Dengan ketidaklengkapan data kejadian banjir yang ada, mengandalkan data kondisi fisik lapangan menjadi penting. Disinilah peranan metode SCS menjadi penting dimana hidrograf satuan yang dihasilkan metode SCS didasarkan pada kondisi fisik

lapangan. Menurut Petunjuk Teknis Perhitungan Debit Banjir pada Bendungan, untuk proses kalibrasi banjir dengan data yang tidak lengkap, metode SCS cocok untuk digunakan.

Aplikasi metode SCS pada HEC-HMS pada versi lama (sebelum versi 4.2.1) menggunakan *Peak Rate Factor* (PRF) standard yaitu 484. Namun kenyataannya setiap bagian dari DAS yang ditinjau memiliki kemiringan yang berbeda sehingga PRF dari masing-masing bagian pun berbeda. Nilai PRF sendiri sangat bergantung pada kondisi fisik dari DAS yaitu kemiringan atau slope dari DAS itu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wanielista pada tahun 1997 menunjukkan bahwa semakin curam kemiringannya semakin besar pula nilai PRF nya dan dapat meningkatkan puncak banjir. Dengan adanya variasi PRF diharapkan proses kalibrasi menjadi lebih presisi dan dapat memberikan dasar pemodelan hidrologi yang lebih baik. Sebagian besar pemodelan hidrologi di Indonesia tidak mempertimbangkan nilai PRF ini. Dalam pemodelan menggunakan HEC-HMS sebagian besar jenis Hidrograf yang digunakan akan dianggap sama semua yaitu Standard SCS dengan asumsi kemiringan lahan sudah terakomodasi dari nilai parameter *Lag Time* yang ada. Asumsi ini belum benar dikarenakan kemiringan lahan sendiri bukan hanya mempengaruhi nilai *Lag Time* namun juga mempengaruhi nilai PRF. Apabila nilai PRF tidak diganti, diasumsikan bahwa kemiringan lahan dianggap sama padahal kemiringan dalam satu DAS bervariasi. Sehingga dengan alasan di atas, pemodelan dengan mempertimbangkan nilai PRF dapat membantu memodelkan kejadian banjir yang ada guna pengambilan keputusan. Pada HEC-HMS versi 4.2.1 sudah dilengkapi dengan nilai PRF yang beragam untuk mengakomodasi kondisi fisik lapangan yang ada. Oleh karena itu pada penelitian ini dicoba untuk membandingkan pengaruh dari PRF yang berbeda sesuai dengan kondisi lapangan dengan nilai standart apakah proses kalibrasi menjadi lebih akurat atau tidak.

1.4 Tujuan Studi

Secara umum studi ini bertujuan untuk melihat peranan *Peak Rate Factor* dalam proses kalibrasi banjir dan menentukan cara terbaik dalam menentukan nilai PRF. Untuk

mencapai tujuan tersebut dilakukan beberapa tahap analisis untuk menentukan pengaruh tersebut yaitu:

- Analisis dengan adanya variasi sub-model *Transform* dengan mengubah metode penentuan nilai PRF
- Analisis dengan adanya variasi sub-model *Transform* dengan mengubah metode penentuan nilai PRF dilengkapi dengan variasi terhadap sub-model *Losses* berupa *SCS Curve Number* dan *Deficit Constant*
- Analisis dengan adanya variasi metode pemodelan antara sejumlah sub-*Basin* dan Single Basin. Analisis juga dilengkapi variasi variasi sub-model *Transform* dengan mengubah metode penentuan nilai PRF

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada studi ini adalah:

1. Lokasi analisis kejadian banjir dilakukan di DAS PDA Cipasang dan DAS Selorejo
2. *Loss Method* yang digunakan hanya *Deficit Constant* dan *SCS Curve Number*
3. Kalibrasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak HEC-HMS versi 4.2.1
4. Parameter kecocokan proses kalibrasi ditentukan oleh fungsi objektif koefisien korelasi, *Nash-Sutcliffe* (apabila data pengamatan berupa debit), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Delta Peak*
5. *Baseflow Method* yang digunakan hanya *Recession Constant*