



**UJI KELAYAKAN METODE INFILTRASI HORTON
SEBAGAI ALTERNATIF
PERHITUNGAN LIMPASAN HUJAN METODE SCS
(STUDI KASUS SUB-DAS SUGUTAMU,
KOTA DEPOK, JAWA BARAT)**

TESIS

Oleh

DWINANTI RIKA MARTHANTY

06 06 00 25 21



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA AIR
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
GASAL 2007/2008**

**UJI KELAYAKAN METODE INFILTRASI HORTON
SEBAGAI ALTERNATIF
PERHITUNGAN LIMPASAN HUJAN METODE SCS
(STUDI KASUS SUB-DAS SUGUTAMU,
KOTA DEPOK, JAWA BARAT)**

TESIS

Oleh

DWINANTI RIKA MARTHANTY

06 06 00 25 21



**TESIS INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN
MENJADI MAGISTER TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA AIR
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
GASAL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

**UJI KELAYAKAN METODE INFILTRASI HORTON SEBAGAI
ALTERNATIF PERHITUNGAN LIMPASAN HUJAN METODE SCS
(STUDI KASUS SUB-DAS SUGUTAMU, KOTA DEPOK, JAWA BARAT)**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Manajemen Sumberdaya Air Program Studi Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 7 Januari 2008

Dwinanti Rika Marthanty

NPM 06 06 00 25 21

STATEMENT OF AUTENTICITY

Herewith I declare with honesty that the thesis with the name of:

**EVALUATION OF FEASIBILITY Uji KELAYAKAN METODE
INFILTRASI HORTON SEBAGAI ALTERNATIF PERHITUNGAN
LIMPASAN HUJAN METODE SCS (CASE STUDY SUB-WATERSHED
SUGUTAMU, KOTA DEPOK, JAWA BARAT)**

Which is made to complete one requirement to graduate from Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Indonesia, as far as I concerned is not a copy or duplication of other published thesis or has been used in order to get a master degree in University of Indonesia, other universities or any institution, except for some information resources which is noted as they should be.

Depok, 7 Januari 2008

Dwinanti Rika Marthanty

NPM 06 06 00 25 21

PENGESAHAN

Tesis dengan judul :

**UJI KELAYAKAN METODE INFILTRASI HORTON SEBAGAI
ALTERNATIF PERHITUNGAN LIMPASAN HUJAN METODE SCS
(STUDI KASUS SUB-DAS SUGUTAMU, KOTA DEPOK, JAWA BARAT)**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Manajemen Sumberdaya Air Program Studi Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang ujian tesis pada tanggal 03 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 7 Januari 2008

Dosen Pembimbing I,

Dr-Ing. Ir. Dwita Sutjiningsih, Dipl-HE

NIP 130 703 509

Dosen Pembimbing II,

Ir. Herr Soeryantono, MSc., PhD.

NIP 137 473 810

RATIFICATION

Thesis entitled:

**STUDY ON THE USE OF HORTON INFILTRATION METHOD TO
PREDICT CN VALUE. CASE STUDY: SUB-DAS SUGUTAMU, KOTA
DEPOK, JAWA BARAT.**

Is submitted as part of requirements to fulfill Master of Science degree in Civil Engineering, Civil Engineering Departement, Faculty of Engineering, University of Indonesia and pass the examination on 3 January 2008.

Depok, 7 January 2008

1st Thesis Advisor,

Dr-Ing. Ir. Dwita Sutjiningsih

NIP 130 703 509

2nd Thesis Advisor,

Ir. Herr Soeryantono, MSc., PhD.

NIP 137 473 810

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

ALLAH SWT

Yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran.

Ibunda Tercinta Ir Tintin Komariah Djayusman,

Yang telah memberikan dukungan tak kenal lelah.

Dr-Ing. Ir. Dwita Sutjiningsih dan Ir. Herr Soeryantono, MSc, PhD.

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan kesempatan diskusi serta persetujuan sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ir. Siti Murniningisih, MS., Ir. Ruswan Rasul, MT, dan Ir. Toha Saleh, MSc

Selaku dosen senior, penguji dan supervisor.

**Teman-teman, Mba Amida, Wiwit, Pak Bagyo, Evi, dan Nia serta lainnya
yang tidak tersebut satu per satu.**

Yang telah memberikan semangat.

Dwinanti Rika Marthanty
NPM 06 06 00 25 21
Departemen Teknik Sipil

Dosen Pembimbing:
I. Dr-Ing. Ir. Dwita Sutjiningsih, Dipl-
HE
II. Ir. Herr Soeryantono, MSc., PhD.

**UJI KELAYAKAN METODE INFILTRASI HORTON SEBAGAI
ALTERNATIF PERHITUNGAN LIMPASAN HUJAN METODE SCS
(STUDI KASUS SUB-DAS SUGUTAMU,
KOTA DEPOK, JAWA BARAT)**

ABSTRAK

Konsep *Low Impact Development* (LID, 1999) menggunakan *Curve Number* (CN) dari metode SCS di dalam proses analisis dan pendekatan desain untuk menghitung potensi limpasan. Metode CN merupakan pendekatan empirik untuk mengestimasi limpasan permukaan (*direct runoff*) dari hubungan antara hujan, tata guna lahan, kelompok hidrologis tanah (*hydrologic soil groups*), dan kondisi kelembaban awal (*antecedent moisture condition*) (USDA – SCS, 1955, 1986). Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kelayakan metode Infiltrasi Horton sebagai alternatif pemanfaatan metode SCS untuk menghitung limpasan hujan. Manfaatnya untuk membuat suatu panduan prosedur penentuan nilai CN cara Infiltrasi Horton sebagai alternatif metode SCS untuk karakteristik wilayah di Indonesia, yang dapat digunakan untuk mendesain debit banjir suatu kawasan secara lebih akurat. Untuk mencapai tujuan penelitian tersebut di atas maka dilakukan percobaan infiltrometer di lapangan untuk membuat persamaan infiltrasi Horton di lokasi yang ditentukan berdasarkan variasi kombinasi parameter; jenis tanah, potensi air tanah, tata guna lahan, dan posisi di sub-DAS. Data sebaran hujan digunakan untuk menghitung rasio limpasan langsung (ekses hujan) terhadap total hujan. Hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik dan diperbandingkan dengan nomogram SCS. Percobaan dilakukan di Sub-DAS Sugutamu, sebagai bagian dari Penelitian Infrastruktur Hijau, Departemen Teknik Sipil, tahun 2007 – 2009. Batasan-batasan di dalam penelitian ini adalah jumlah titik pengamatan ada 10 (sepuluh), waktu pengukuran dilakukan sekali antara Oktober – November 2007, data sebaran hujan antara Januari 2003 – Desember 2007 stasiun hujan FTUI. Penelitian menunjukkan bahwa ada ketidakkonsistenan nomogram SCS untuk lokasi 4, 7, 8, 9 dan 10. Kondisi tanah di titik-titik pengamatan mengindikasikan potensi rendah limpasan langsung karena laju infiltrasi tanah yang tinggi ($> 1,147$ cm/jam) yaitu rata-rata 2,306 cm/jam, tetapi ini tidak menggambarkan kondisi wilayah di lokasi pengamatan, mengingat CN yang didapat dari percobaan masih terbatas pada lokasi titik pengamatan. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah meneliti nilai CN wilayah. Hubungan antara hasil perhitungan dengan nilai aktual perlu dilakukan sehingga rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah mengamati debit limpasan langsung di lapangan untuk dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis, serta karakteristik waktu konsentrasi untuk memprediksi volume banjir hasil perhitungan.

Kata kunci: ekses hujan, hujan, infiltrasi, limpasan langsung, CN, SCS, Horton, LID

Dwinanti Rika Marthanty
NPM 06 06 00 25 21
Departemen Teknik Sipil

Dosen Pembimbing:
I. Dr-Ing. Ir. Dwita Sutjiningsih, Dipl-
HE
II. Ir. Herr Soeryantono, MSc., PhD.

**STUDY ON THE USE OF HORTON INFILTRATION METHOD TO
PREDICT CN VALUE.**

(CASE STUDY: SUB-DAS SUGUTAMU, KOTA DEPOK, JAWA BARAT)

ABSTRACT

Analysis in Low Impact Development approach uses Curve Number (CN) of SCS methods (LID Manual, 1999). CN is an empirical estimation of direct runoff from rainfall, land use, hydrologic soil group, and antecedent moisture condition data (USDA – SCS, 1955, 1986) which might not available in Indonesia. This study is to evaluate feasibility of using Horton method as substitution. Infiltrometers were set on selected sites to measure infiltration spatial distribution of each of the soil types, groundwater potentials, and land-use on watershed. Based on these measurements, rainfall excess were determined. Subsequently, the excess rainfall with its pertaining total rainfall were plotted superimposing CN line in the nomogram. Such a plot of Sugutamu sub-watershed case shows that 5 out of 10 samples consistently indicate that Horton method gave lower value of CN, while the rest were agree well. It is observed that the discrepancies are for cases of open field areas, while the two methods are agree for the cases of more urbanized area. Whether this tendency is the real characteristics of the two methods, however, requires further study to collect more evidences.

Keywords: rainfall excess, rainfall, infiltration, direct runoff, curve number, SCS, Horton, Low Impact Development

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
PENGESAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I. PENDAHULUAN	I 1
I.1. LATAR BELAKANG	I 1
I.2. TUJUAN PENELITIAN	I 3
I.3. METODOLOGI DAN MANFAAT PENELITIAN	I 4
BAB II. PENGELOLAAN LIMPASAN AIR HUJAN	II 1
II.1. TEORI HUBUNGAN HUJAN – LIMPASAN (<i>RAINFALL – RUNOFF PROCESS</i>)	II 1
II.2. MODEL EKSES HUJAN (<i>RAINFALL EXCESS MODEL</i>)	II 4
II.3. PROSEDUR PENENTUAN NILAI CN OLEH USDA	II 7
II.4. ESTIMASI PARAMETER LAJU INFILTRASI TITIK PENGAMATAN	II 8
II.5. INFILTROMETER	II 9
II.6. PENGELOLAAN LIMPASAN HUJAN	II 10
II.7. PENGELOLAAN AIR HUJAN (<i>RAINWATER MANAGEMENT</i>)	II 11
II.8. PENDEKATAN <i>LOW IMPACT DEVVELOPMENT</i>	II 16

BAB III. STRATEGI PENELITIAN	III	1
III.1.METODE UJI KELAYAKAN	III	1
III.1.1.Infiltrasi Horton dan Infiltrometer	III	5
III.1.2.Pengolahan Data Hujan	III	10
III.1.3.Penentuan Nilai CN	III	14
III.2.RENCANA PERCOBAAN INFILTROMETER	III	17
III.2.1.Penentuan Lokasi Percobaan	III	17
III.2.2.Rencana Pengukuran DataInfiltrasi	III	19
BAB IV. ANALISA GRAFIK INFILTRASI HORTON & NILAI CN METODE SCS PADA LOKASI PENGAMATAN	IV	1
IV.1.PROSES PENGAMATAN DAN PENGUKURAN DATA INFILTRASI	IV	1
IV.2.HASIL PENGUKURAN INFILTROMETER	IV	2
IV.3.PERHITUNGAN INFILTRASI HORTON	IV	6
IV.4.PENGOLAHAN DATA HUJAN STASION FTUI	IV	10
IV.5.KARAKTERISTIK SUB-DAS SUGUTAMU	IV	12
IV.5.1.Geologis dan Hidrogeologis	IV	12
IV.5.2.Klimatologis	IV	14
IV.6.PERHITUNGAN NILAI CN DI LOKASI PERCOBAAN	IV	16
IV.7.UJI KELAYAKAN PERHITUNGAN MODEL INFILTRASI HORTON TERHADAP METODE SCS	IV	18
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	V	1
V.1. KESIMPULAN	V	1
V.2. SARAN	V	2

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar	2.1. DAS sebagai sistem hidrologis	II 1
Gambar	2.2. Penggambaran skematik sistem operasi	II 1
Gambar	2.3. Model kehilangan hujan untuk mengestimasi ekses hujan	II 6
Gambar	2.4. Infiltrasi (eksponensial)	II 8
Gambar	2.5. Strategi integral pengelolaan semua spektrum peristiwa hujan	II 15
Gambar	2.6. Perbandingan antara cara konvensional dengan LID untuk perhitungan koefisien aliran (CN)	II 20
Gambar	2.7. Hidrograf LID untuk mengurangi koefisien aliran/CN dan mempertahankan waktu konsentrasi, tanpa menggunakan BMP limpasan hujan	II 23
Gambar	2.8. Hidrograf LID akibat pengaruh penambahan tampung detensi pada penerapan retensi lid	II 25
Gambar	2.9. Hidrograf sintetik segitiga model scs	II 28
Gambar	3.1. Grafik hubungan cn dengan curah hujan	III 2
Gambar	3.2. Variasi Ia/P untuk P dan CN	III 4
Gambar	3.3. Ilustrasi model fisik pengukuran laju infiltrasi	III 6
Gambar	3.4. Model infiltrometer	III 6
Gambar	3.5. Grafik volume yang masuk terhadap waktu	III 7
Gambar	3.6. Grafik volume infiltrasi terhadap waktu	III 8
Gambar	3.7. Infiltrasi	III 8
Gambar	3.8. Metode <i>least square error</i>	III 10
Gambar	3.9. Salah satu grafik hasil pengukuran sta. FTUI	III 11
Gambar	3.10. Kurva-s hujan sangat lebat sta. FTUI	III 12

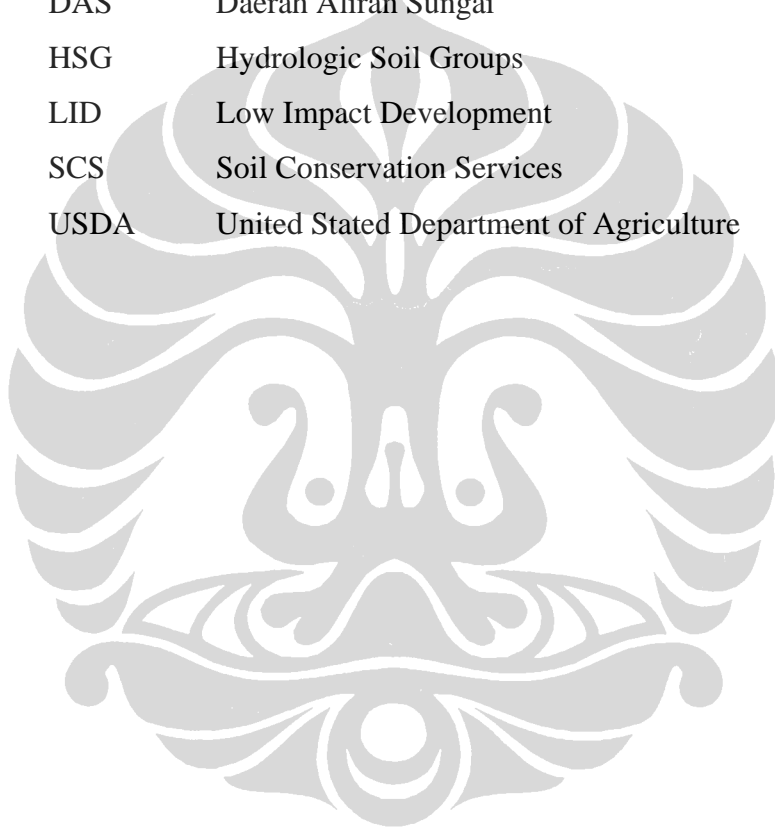
Gambar	3.11. Kurva-s hujan lebat sta. FTUI	III	12
Gambar	3.12. Kurva-s hujan sedang sta. FTUI	III	13
Gambar	3.13. Kurva-s hujan ringan sta. FTUI	III	13
Gambar	3.14. Kurva-s hujan sangat ringan sta. FTUI	III	14
Gambar	3.15. Bagan alur penentuan infiltrasi dan waktu penggenangan (<i>ponding</i>) untuk berbagai intensitas hujan	III	15
Gambar	3.16. Program MathCAD untuk perhitungan eksese hujan dari grafik infiltrasi Horton dan grafik intensitas hujan	III	16
Gambar	3.17. Grafik konseptual hubungan antara limpasan langsung dengan infiltrasi	III	16
Gambar	3.18. Peta tata guna lahan Sub-DAS Sugutamu dan sebaran lokasi pengamatan	III	18
Gambar	3.19. Peta lokasi 10 titik pengamatan	III	22
Gambar	4.1. Pemasangan infiltrometer	IV	1
Gambar	4.2. Pengamatan dan pengukuran data infiltrasi tanah	IV	1
Gambar	4.3. Contoh data hasil pengukuran di lapangan	IV	2
Gambar	4.4. Pemilihan data di titik 1	IV	6
Gambar	4.5. Pemilihan data di titik 10	IV	7
Gambar	4.6. Sebaran hujan dari tabel 4.3	IV	11
Gambar	4.7. grafik infiltrasi – hujan – limpasan	IV	17
Gambar	4.8. Distribusi nilai CN titik 1	IV	19
Gambar	4.9. Distribusi nilai CN titik 2	IV	20
Gambar	4.10. Distribusi nilai CN titik 3	IV	21
Gambar	4.11. Distribusi nilai CN titik 4	IV	22
Gambar	4.12. Distribusi nilai CN titik 5	IV	23
Gambar	4.13. Distribusi nilai CN titik 6	IV	24
Gambar	4.14. Distribusi nilai CN titik 7	IV	25
Gambar	4.15. Distribusi nilai CN titik 8	IV	26
Gambar	4.16. Distribusi nilai CN titik 9	IV	27
Gambar	4.17. Distribusi nilai CN titik 10	IV	28

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel	2.1. Penerapan pengelolaan air hujan terkini di berbagai negara	II 11
Tabel	2.2. Perbandingan antara pengelolaan limpasan hujan cara konvensional dengan cara LID	II 18
Tabel	2.3. Teknik perencanaan LID untuk mengurangi aliran limpasan (<i>runoff</i>) pasca-pembangunan	II 21
Tabel	2.4. Teknik untuk mempertahankan waktu konsentrasi dengan metode LID	II 22
Tabel	2.5. Analisis dan desain komponen hidrologis dan teknik LID	II 25
Tabel	3.1. Klasifikasi jenis tanah	III 1
Tabel	3.2. Estimasi nilai CN untuk berbagai kondisi kelembapan tanah	III 3
Tabel	3.3. Nilai Ia untuk CN	III 5
Tabel	3.4. Metode Estimasi Parameter	III 9
Tabel	3.5. Persentasi spektrum hujan Sta. FTUI	III 11
Tabel	4.1. Hasil pengukuran data infiltrasi	IV 3
Tabel	4.2. Laju infiltrasi di titik-titik pengamatan	IV 7
Tabel	4.3. Parameter persamaan infiltrasi Horton di lokasi percobaan	IV 10
Tabel	4.4. Peristiwa hujan pilihan dari Sta. FTUI	IV 11
Tabel	4.5. Curah hujan rata-rata DAS Ciliwung untuk periode tahun 1987 – 1996	IV 15
Tabel	4.6. Nilai CN rerata untuk tiap lokasi titik percobaan	IV 18
Tabel	5.1. Ringkasan hasil percobaan dan perhitungan Nilai CN di Sugutamu	V 5-2

DAFTAR SINGKATAN

BMG	Badan Meteorologi & Geofisika
CN	Curve Number
DAS	Daerah Aliran Sungai
HSG	Hydrologic Soil Groups
LID	Low Impact Development
SCS	Soil Conservation Services
USDA	United Stated Department of Agriculture



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
CN	Koefisien limpasan langsung	
f_0	Laju infiltrasi inisial	cm/jam
f_c	Laju infiltrasi tanah	cm/jam
F	Volume infiltrasi	cm ³ /jam
Ia	Abstraksi inisial	cm
P	Presipitasi hujan	Mm
Q	Debit aliran ((per satuan luas)	cm
S	Kapasitas tampungan tanah	cm
Ω	Operator omega	