



**PEMODELAN HUJAN ALIRAN MENGGUNAKAN
METODE NRECA DI SUBDAS PACAL-SENGATEN
BOJONEGORO**

SKRIPSI

Oleh

**Meilda Kurniawati
NIM 081910301034**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PEMODELAN HUJAN ALIRAN MENGGUNAKAN
METODE NRECA DI SUBDAS PACAL-SENGATEN
BOJONEGORO**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Meilda Kurniawati
NIM 081910301034**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

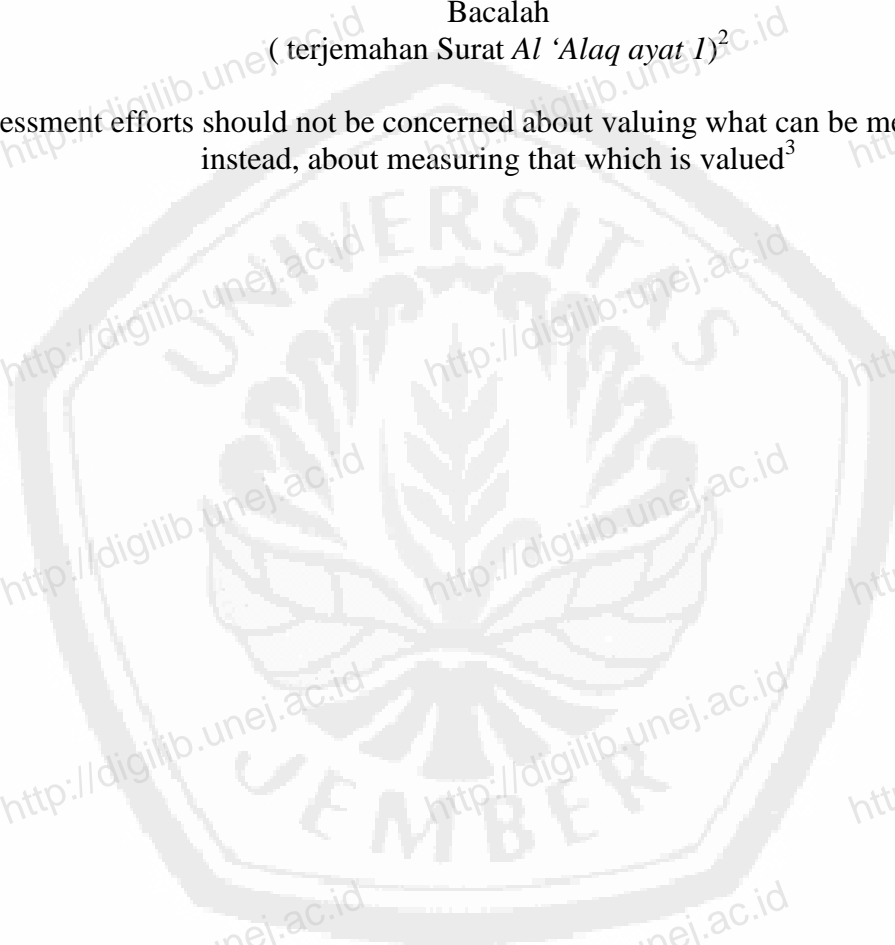
1. Kedua Orangtuaku Ayahanda Jumali dan Bunda Sudarmi yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanannya selama ini,
2. Kedua kakakku, Pele Tardele dan Dhina Normalia Pravita terimakasih atas semangat dan do'anya,
3. Segenap keluarga besarku yang selalu mendukung dan memberikan semangat serta do'a-do'anya demi kesuksesanku,
4. Pembimbingku Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D. dan Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM terimakasih telah menasehati banyak hal, saran, waktu, serta ilmu yang diberikan padaku,
5. Fajar Yudha Pamungkas tersayang, terimakasih atas do'a, dukungan, dan telah menemaniku selama ini baik suka maupun duka,
6. Sahabat dekatku Viprilya, Opsi, Tanti, Vanny, Adin terimakasih tak menjadi autis saat aku membutuhkan semangat dari kalian,
7. Sahabat jauhku Martha Murry Marita terimakasih atas doamu,
8. Daniel, Putra, dan Handoko *partner* berjuang dalam dunia air yang tak berujung serta Mbolay Lover's kawan suka dan duka,
9. Mbak Evi dan Mbak Rury terimakasih atas ilmu yang kalian berikan padaku,
10. Indra, Zhandy, dan Rony terimakasih telah memberi ijin untuk menempati kontrakan,
11. Keluarga Puri Asri terimakasih telah menjadi keluargaku di Jember,
12. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran ; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya
(terjemahan Surat *Al Mu'minuun ayat 18*)¹

Bacalah
(terjemahan Surat *Al 'Alaq ayat 1*)²

Assessment efforts should not be concerned about valuing what can be measured but, instead, about measuring that which is valued³



¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

²Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

³Banta *et al* .1996. *Assessment in practice: Putting principles to work on college campuses*. San Francisco: Jossey-Bass. p. 5. (Swat book sample for website).

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Meilda Kurniawati

NIM : 081 910 301 034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "*Pemodelan Hujan Aliran Menggunakan Metode NRECA di Sub DAS Pacal-Sengaten Bojonegoro*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 Juni 2012

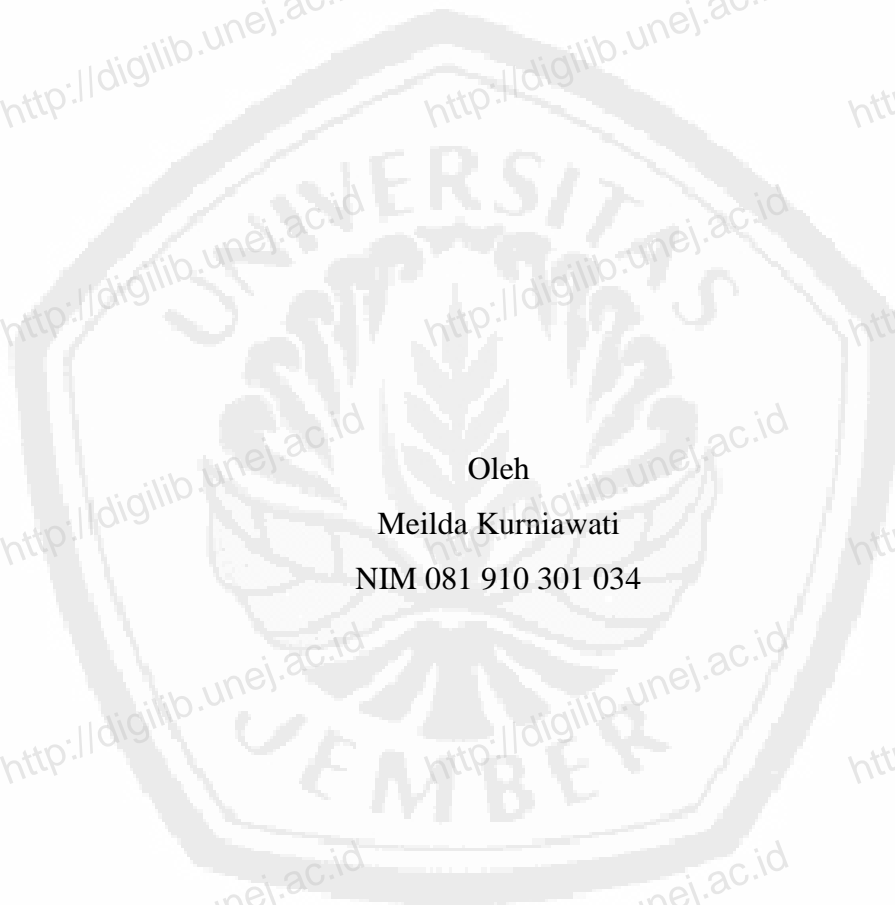
Yang menyatakan

Meilda Kurniawati

NIM : 081 910 301 034

SKRIPSI

**PEMODELAN HUJAN ALIRAN MENGGUNAKAN
METODE NRECA DI SUBDAS PACAL-SENGATEN
BOJONEGORO**



Oleh

Meilda Kurniawati

NIM 081 910 301 034

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Pemodelan Hujan Aliran Menggunakan Metode NRECA di Sub DAS Pacal-Sengaten Bojonegoro*” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Kamis, 21 Juni 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (Penguji I)

Sekretaris (DPU)

Wiwik Yunarni W, ST., MT.
NIP 19700613 199802 2 001

Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D
NIP 19711209 199803 2 001

Anggota I (DPA)

Anggota II (Penguji II)

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19721223 199803 1 002

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pemodelan Hujan Aliran Menggunakan Metode NRECA di Sub DAS Pacal-Sengaten Bojonegoro; Meilda Kurniawati, 081910301034; 2012: 61 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Besarnya ketersediaan air pada suatu daerah aliran sungai biasanya ditentukan berdasarkan data debit pada suatu pos duga air secara berkesinambungan dan panjang. Umumnya di Indonesia, data yang berkesinambungan dan panjang adalah data hujan. Maka, dibutuhkan suatu model yang dapat mensimulasikan data hujan menjadi debit. Salah satu model yang dapat digunakan adalah model NRECA (*Non Record Catchment Area*). Hasil dari suatu pemodelan ini akan bisa diterima apabila terdapat Pos Duga Air (PDA) yaitu debit pengamatan dilapangan sebagai pembandingan. Semakin debit simulasi suatu metode mendekati debit pengamatan di lapangan, maka semakin tinggi pula tingkat keandalan suatu metode. Oleh karena itu, diperlukan proses kalibrasi pada parameter-parameter yang berpengaruh dalam perhitungan debit simulasi.

Agar dapat dijadikan bahan kajian yang lebih terarah, maka DAS yang teliti pada skripsi ini adalah Sub DAS Pacal-Sengaten. Selain untuk menentukan tingkat keandalan model NRECA dalam memodelkan debit/aliran di Sub DAS tersebut, diharapkan parameter yang telah dikalibrasi bisa digunakan pada sistem pengelolaan DAS lainnya khususnya untuk tipe dan karakteristik yang menyerupai Sub DAS Pacal-Sengaten dengan model NRECA.

Pada penelitian ini menggunakan metode NRECA, dimana pemodelan hujan aliran dibuat berdasarkan konsep yang mencerminkan proses fisik dari aliran permukaan dan bawah permukaan. Konsep kesetimbangan air pada model NRECA dapat diilustrasikan dengan tinggi hujan yang jatuh di atas permukaan tanah dan tumbuhan (penutup lahan) sebagian akan menguap, sebagian akan menjadi aliran permukaan dan sebagian lainnya akan meresap masuk ke dalam tanah. Langkah awal

dalam analisa perhitungan dilakukan pengecekan ada atau tidaknya data hujan hilang/kosong. Apabila terdapat data hujan yang hilang/kosong, digunakan metode *Normal Ratio*. Setelah dilakukan pengecekan, pada data hujan penelitian ini tidak terdapat data yang hilang/kosong. Selanjutnya dilakukan proses uji konsistensi data hujan dengan metode Kurva Massa Ganda. Hasil analisa menunjukkan data hujan telah konsisten. Untuk mengetahui nilai presipitasi digunakan metode Thiessen, sedangkan untuk nilai evapotranspirasi digunakan metode Penmann Modifikasi. Perhitungan debit sendiri menggunakan metode NRECA. Pada proses kalibrasi dan validasi menggunakan metode *Root Mean Square Error (RMSE)*, *Mean Error (ME)*, dan Koefisien Determinasi (R^2). Beberapa parameter yang dikalibrasi untuk mendapat hasil debit simulasi model yang mendekati debit terukur antara lain : persentase *runoff* yang mengalir pada jalur *subsurface* (PSUB) serta persentase air yang masuk menjadi aliran air tanah (GWF).

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode NRECA cukup akurat dalam menduga debit pada Sub-DAS Pacal-Sengaten. Dapat dilihat dari hasil kalibrasi dan validasi yang telah memenuhi kriteria yakni $RMSE \approx 0$, $ME \approx 0$ dan $R^2 > 0,5$. Rerata hasil kalibrasi model selama empat tahun data perhitungan (2006–2009), didapat RMSE sebesar 0,276, ME sebesar -0,235, dan R^2 sebesar 0,630. Dan rerata hasil validasi model selama dua tahun data perhitungan (2010–2011), didapat RMSE sebesar 0,167, ME sebesar -0,143, R^2 sebesar 0,565. Nilai optimal parameter dalam kalibrasi model adalah persentase *runoff* yang mengalir pada jalur *subsurface* (PSUB) sebesar 0,6 dari selang 0,3-0,9 serta persentase air yang masuk menjadi aliran air tanah (GWF) sebesar 0,6 dari selang 0,2-0,8.

SUMMARY

Rainfall Runoff Modeling Using NRECA Method in Pacal Sengaten Sub-Watershed Bojonegoro; Meilda Kurniawati, 081910301034; 2012: 61 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Water availability in a stream is usually determined based on continuous and long term discharge data observation through Automatic Water Level Record (AWLR). Generally, in Indonesia data which continuously and long term observation is rainfall data. Therefore, it needed a model that can simulate from rainfall data into discharge. One of the models that can be used is NRECA (Non Record Catchment Area) model. Result of a model would be acceptable if the observed discharge are available for comparing with simulation one. If the simulation discharge has similarity amount with observed discharge, then the reliability of model is high. Therefore, the calibration process of parameters input is required.

Pacal-Sengaten Sub-watershed was selected as research location in this study. The objectives of this study are to estimate the reliability level of NRECA for rainfall-runoff modeling in Pacal-Sengaten Sub-watershed and the calibrated parameters are expected to be used in the other watershed especially for water management system whereas the characteristic of new watershed should has similarity condition with Pacal-Sengaten Sub-watershed.

This research used NRECA method, where rainfall-runoff modeling based on concept which reflected physical process of surface runoff and sub-surface runoff. The concept of equilibrium water at NRECA models can be illustrated by the rain that falls on the surface of the soil and vegetation (land cover), where some of raindrop will be evaporate, the others part will be as runoff and another part will be infiltrate into the soil. The first step in the calculation is to check whether there are missing/empty rainfall data or not. If there are some missing/empty rainfall data, then Normal Ratio method is used to complete it. After checked the rainfall data that used

for this research, there are not any missed/empty rainfall data. Next step is double mass curve method used for checking the consistency of rainfall data. The other calculations are evapotranspiration (by Penman Modified FAO method) and precipitation (through Thiessen method). The main calculation is discharge simulation by NRECA method. And the last calculations are calibration and validation which used Root Mean Square Error (RMSE), Mean Error (ME), and Coefficient Determination (R^2). The input parameters on NRECA method that needs to be calibrated in order to get similarity volume of discharge between simulation and observation are: percentage of runoff that overflowing on subsurface part and percentage of discharge that infiltrate into the groundwater flow (GWF).

Based on the result, it concluded that NRECA method is quite accurate in assuming discharge on Pacal-Sengaten Sub-watershed. It can be seen from calibration and validation result that meets of the criteria of $RMSE \approx 0$, $ME \approx 0$ and $R^2 > 0.5$. The average results of the calibration model for four years data (2006-2009), as follows; RMSE value is 0.276, -0.235 is for ME value, and R^2 value is 0.630. Meanwhile, the average results of validation model for two years data (2010-2011) as follows; value of RMSE is 0.167, value of ME is -0.143, and value of R^2 is 0.565. The optimum parameter value in calibration model are; percentage of runoff that overflowing on subsurface part (PSUB) is 0.6 from interval 0.3-0.9, and percentage of discharge that infiltrate into the groundwater flow (GWF) is 0.6 from interval 0.2-0.8.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pemodelan Hujan Aliran Menggunakan Metode NRECA di Sub DAS Pacal-Sengaten Bojonegoro*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,
2. Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I, Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Dosen Pembimbing II, Wiwik Yunarni W., ST.,MT, selaku Dosen Penguji I, M. Farid Ma’ruf, ST., MT., Ph.D, selaku Dosen Penguji II,
3. Jajok Widodo, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingannya kepada penulis.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 21 Juni 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN.	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisis Hidrologi	4
2.1.1 Daur Hidrologi	4
2.1.2 Pengisian Data Kosong.....	6
2.1.3 Uji Konsistensi Data	6
2.1.4 Perhitungan Curah Hujan Rerata	7
2.2 Model NRECA	8
2.3 Evapotranspirasi	11

2.4 Kalibrasi dan Validasi	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Lokasi Studi	15
3.2 Tahap Penelitian	16
3.2.1 Tahap Persiapan.....	16
3.2.2 Tahap Pengumpulan Data.....	16
3.2.3 Tahap Pengolahan Data.....	16
3.3 Diagram Alir Penelitian	18
3.4 Diagram Alir Perhitungan Evapotranspirasi	19
3.3 Diagram Alir Perhitungan NRECA	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil Penyiapan Data	21
4.1.1 Hasil Pengecekan Data Hujan Kosong.....	21
4.1.2 Hasil Pengecekan Kualitas Data Hujan.....	21
4.2 Hasil Penyiapan <i>Input</i> Metode NRECA	23
4.2.1 Hasil Pengolahan Data dengan ArcMap GIS.....	23
4.2.2 Hasil Analisa Data Hujan.....	25
4.2.3 Hasil Analisa Evapotranspirasi.....	39
4.3 Hasil NRECA	48
4.4 Hasil Debit Model	52
4.4.1 Kalibrasi Model.....	52
4.4.2 Validasi Model.....	58
BAB 5. PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Koefisien Reduksi Penguapan Peluh.....	9
4.1 Uji konsistensi data hujan Stasiun Gondang Tahun 2006.....	21
4.2 Uji konsistensi data hujan Stasiun Sukun Tahun 2006	22
4.3 Contoh perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Januari Tahun 2006	26
4.4 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Januari Tahun 2006.....	28
4.5 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Februari Tahun 2006.....	29
4.6 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Maret Tahun 2006.....	29
4.7 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan April Tahun 2006.....	30
4.8 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Mei Tahun 2006.....	31
4.9 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Juni Tahun 2006.....	32
4.10 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Juli Tahun 2006.....	33
4.11 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Agustus Tahun 2006.....	34
4.12 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan September Tahun 2006.....	34
4.13 Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Oktober Tahun 2006.....	35

4.14	Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan November Tahun 2006.....	36
4.15	Perhitungan curah hujan total Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Desember Tahun 2006	37
4.16	Contoh perhitungan evapotranspirasi Metode PENMANN, Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Januari Tahun 2006.....	40
4.17	Besaran nilai Angot (R_a) dalam evaporasi Ekuivalen dalam hubungannya dengan Letak Lintang.....	41
4.18	Hubungan Suhu (t) dengan e_a (mbar), w , $(1-w)$ dan $f(t)$	41
4.19	Besar angka koreksi bulanan (c)	44
4.20	Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penmann Bulan Januari Tahun 2006 Hari 1-16	46
4.21	Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penmann Bulan Januari Tahun 2006 Hari 17-31	47
4.22	Contoh perhitungan Metode NRECA Sub DAS Pacal-Sengaten Bulan Januari Tahun 2006	49
4.23	Hasil Rekapitulasi Debit Simulasi dengan Parameter Awal	52
4.24	Parameter kalibrasi Metode NRECA	54
4.25	Parameter Optimal Kalibrasi Metode NRECA	55
4.26	Hasil Rekapitulasi Debit Simulasi dengan Parameter Optimum	55
4.27	Hasil Rekapitulasi Parameter Kalibrasi Metode NRECA.....	57
4.28	Hasil Rekapitulasi Debit Validasi	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Daur Hidrologi	5
2.2 Grafik perbandingan penguapan nyata dan potensial (AET/PET Ratio)	9
2.3 Grafik Ratio Tampungan Kelengasan Tanah	10
3.1 Lokasi DAS Pacal	15
4.1 Grafik uji konsistensi data hujan Stasiun Gondang Tahun 2006	22
4.2 Grafik uji konsistensi data hujan Stasiun Sukun Tahun 2006.....	23
4.3 Peta wilayah Sub DAS Pacal-Sengaten	24
4.4 Poligon Thiessen pada Sub DAS Pacal-Sengaten.....	25
4.5 Grafik Rekapitulasi Fluktuasi Curah Hujan Metode Thiessen.....	39
4.6 Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Simulasi dengan parameter awal	54
4.7 Grafik Perbandingan Debit observasi dan Debit Model Simulasi NRECA Sub DAS Pacal-Sengaten dengan parameter optimum	57
4.8 Grafik perbandingan Debit Obsevasi dan Debit Simulasi NRECA Sub DAS Pacal-Sengaten	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Data Parameter Metode PENMANN	62
2 Uji Konsistensi Data Hujan Tahun 2006-2011.....	64
3 Rekapitulasi Curah Hujan Total Sub DAS Pacal-Sengaten Tahun 2006- 2011	76
4 Rekapitulasi Evapotranspirasi Metode PENMANN Tahun 2006-2011	82
5 Tabel Perhitungan Metode NRECA Tahun 2006-2011.....	88
6 Tabel Perhitungan Rekapitulasi Metode NRECA Tahun 2006-2009 (Kalibrasi).....	94
7 Tabel Perhitungan Rekapitulasi metode NRECA Tahun 2010-2011 (Validasi).....	96