



**KALIBRASI DAN VALIDASI MODEL IHACRES
(STUDI KASUS : DAS KLOPO SAWIT)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Ainiatus Sholicha
NIM : 001710201150

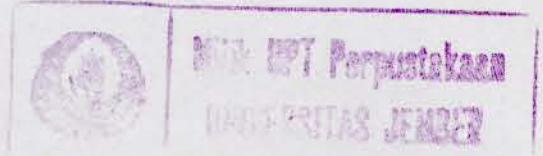
**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2005

Asal :	Hadiah	Klasa 621.372 JHO k
	Pembelian	
Umur :		
Peringkat :		
Pengkatalog :	<i>Pr</i>	

DOSEN PEMBIMBING :

- 1. DR. INDARTO, S.TP., DEA (DPU)**
- 2. SRI WAHYUNINGSIH, S.P.,MT (DPA I)**
- 3. IDAH ANDRIYANI, S.TP (DPA II)**



Diterima oleh Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember sebagai Karya Ilmiah Tulis (Skripsi)

Dipertahankan Pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 24 Juni 2005

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji
Ketua,

Dr. Indarto, S.TP., DEA.

NIP : 132 133 930

Anggota I

Anggota II

Sri Wahyuningsih, S.P., MT

NIP : 132 243 340

Idah Andriyani, STP

NIP : 132 300 175

Mengesahkan
Dekan,

Ir. A. Marzuki M. M. SIE

NIP : 130 531 986

Motto

*Ilmu dinilai bermanfaat bila disertai amal.
Yang paling bodoh adalah manusia bodoh yang tidak berusaha menambah
ilmunya. Yang paling pandai ialah manusia yang mengandalkan diri pada
ilmunya. Dan yang paling utama adalah manusia yang bertaqwa.*

*Terkadang kesabaran buahnya manis
(Anonim)*

Persembahan

Dengan penuh rasa syukur atas rahmat dan hidayah-Nya, karya yang sederhana ini dapat diselesaikan, semoga apa yang telah dilakukan dapat berguna bagi orang-orang yang membutuhkan, bermanfaat bagi dunia akhirat dan semoga kita selalu mendapat petunjuk, lindungan, ampunan-Nya. Amin.

Karya yang sederhana ini penulis dedikasikan kepada:
Ayahanda dan ibunda yang sudah banyak berkorban, berjuang untuk
kesuksesan studiku,

Bapakku Nur Husnul Huda

Dan

Ibuku Nur Chofifah

Serta ade-q dan keluargaku yang sudah banyak menolong dengan do'a, semoga apa yang telah dilakukannya mendapat balasan dari
Yang Maha Kuasa, Amin.



Seseorang yang telah melabuhkan cintanya dihati-Q (NAN AP)
Semoga impian dan cita2 Q-ta mendapat Ridho dari-Nya.
Amin.

Persembahan

Dengan penuh rasa syukur atas rahmat dan hidayah-Nya, karya yang sederhana ini dapat diselesaikan, semoga apa yang telah dilakukan dapat berguna bagi orang-orang yang membutuhkan, bermanfaat bagi dunia akhirat dan semoga kita selalu mendapat petunjuk, lindungan, ampunan-Nya. Amin.

*Karya yang sederhana ini penulis dedikasikan kepada:
Ayahanda dan ibunda yang sudah banyak berkorban, berjuang untuk
kesuksesan studiku,*

Bapakku Nur Husnul Huda

Dan

Ibuku Nur Chofifah

*Serta ade-q dan keluargaku yang sudah banyak menolong dengan do'a, semoga
apa yang telah dilakukannya mendapat balasan dari
Yang Maha Kuasa, Amin.*



*Seseorang yang telah melabuhkan cintanya dihati-Q (NAN_AQ)
Semoga impian dan cita2 Q-ta mendapat Ridho dari-Nya.
Amin.*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah dan segala puji penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat, Taufiq, Hidayahnya dan Ijin-Nya sehingga penulisan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul “ **KALIBRASI DAN VALIDASI MODEL IHACRES (Studi Kasus: DAS Klopo Sawit)** ”, dapat terselesaikan.

Sholawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, manusia teladan karena perjuangan beliau, keluarga beserta para sahabat kita dapat menikmati indahnya islam, semoga tertanam selamanya.

Karya Ilmiah Tertulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pada kesempatan yang baik ini, dengan penuh rasa hormat dan rendah hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Marzuki, M M.SIE, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian ;
2. Dr. IB Suryaningrat, S.TP, MM, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian;
3. Dr. Indarto, STP, DEA , selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) atas segala bimbingan, saran, petunjuk dan kesabarannya selama penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini;
4. Sri Wahyuningsih, SP, M.T, selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) atas segala petunjuk dan bimbingannya;
5. Idah Andriyani, S.TP selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA II);
6. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng , selaku Dosen Wali;
7. Kedua orangtuaku dan Adik - adikku yang senantiasa mendoakanku dan menghiburku;
8. Team Lemlit (Rania, Husnul, Uli, Fitri, Fenty, Bu-Mei, Atin n Wahab) yang banyak membantu, beri masukan dan kekompakannya.
Dang Lulus Rekk.
9. Aldy Perdana (hatur nuwun sanget ingkang perhatiannya selalu). Sobat Jucky (jo pern tOk Le, elelng skrpsimu), Nanik dan Eni. Thank for everything da!!.. Semoga amalmu diterima.
10. Jet Matic. Trarsport oke

11. Kaldusong group thanks berat prend plus bpk_bu Kost.
12. Semua teman-teman TEP angkatan 2001 Universitas Jember;
13. Segenap karyawan dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu memperlancar studiku;
14. Segenap karyawan dan karyawan Lembaga Penelitian Universitas Jember yang telah membantu memperlancar penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis;
15. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kelancaran penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan ini. Penulis berharap semoga karya ini dapat memperkaya dan memberikan sumbangan yang berharga bagi khasanah keilmuan Teknik Pertanian, khususnya dalam bidang pengembangan Sumber Daya Air dan Irigasi dan bisa digunakan oleh pihak yang membutuhkannya.

Jember, Juni 2004



Penulis

DAFTAR ISI

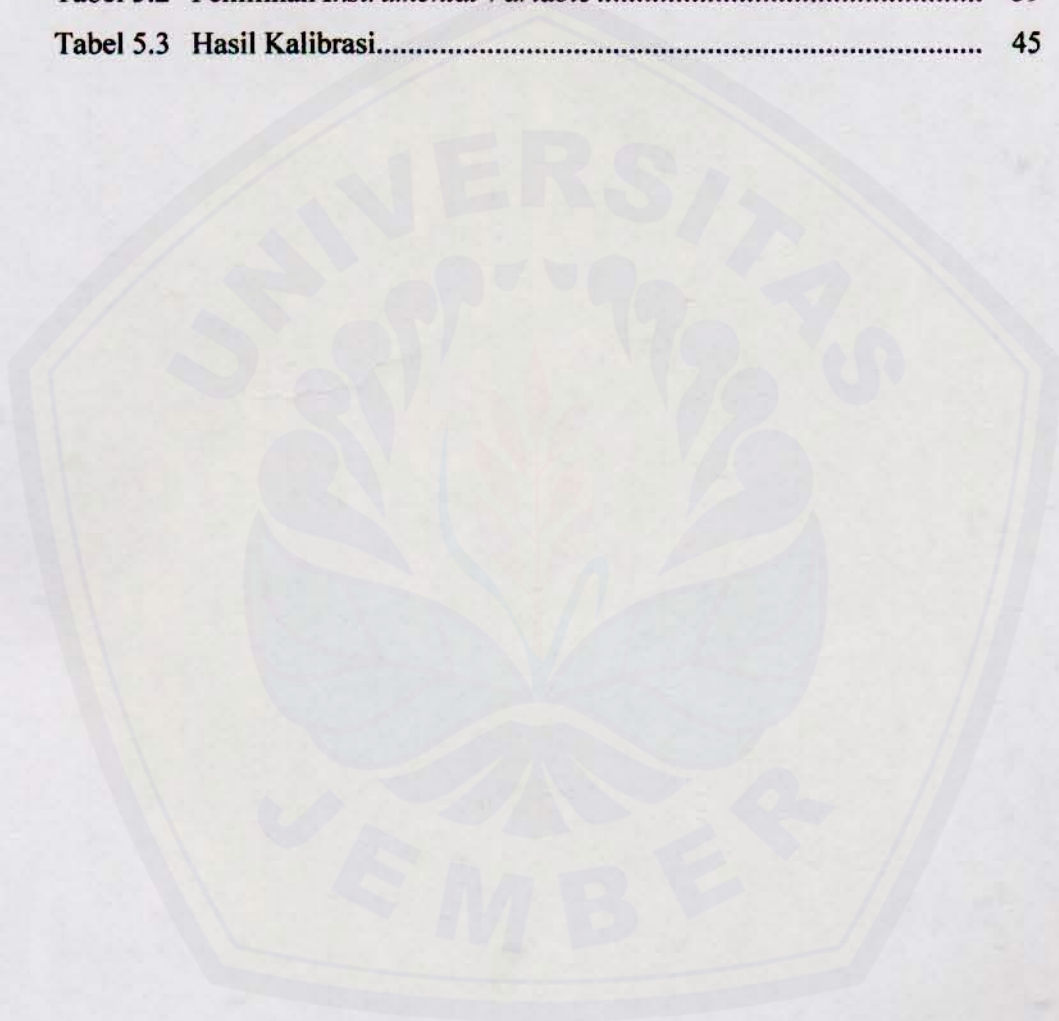
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
RINGKASAN	xv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep Kalibrasi dan Validasi	4
2.1.1 Penentuan Konsep Pemodelan	4
2.1.2 Sumber Ketidakpastian (<i>Uncertainty</i>).....	5
2.1.3 Kesesuaian Terhadap Keakuratan kriteria	6
2.1.4 Metode Kalibrasi	7
2.1.5 Metode Validasi	9
2.2 Model IHACRES	11
2.2.1 Sejarah Perkembangan IHACRES	11
2.2.2 Manfaat Model IHACRES.....	11
2.2.3 Aplikasi IHACRES di Dunia	12

2.2.4 Data Masukan IHACRES	12
2.2.5 Proses Kerja Model IHACRES	13
2.2.6 Kriteria Statistik Model IHACRES	16
2.3 Konsep Hidrologi Dalam DAS	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	20
3.2.1 Bahan Penelitian.....	20
3.2.2 Alat Penelitian.....	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.3.1 Metode Penentuan Lokasi.....	21
3.3.2 Metode Pemilihan Model.....	21
3.3.3 Metode Penentuan Data.....	21
3.4 Tahap Penelitian.....	22
3.4.1 Inventarisasi data.....	23
3.4.2 Studi Awal Terhadap Data Hujan	23
3.4.3 Kalibrasi dan validasi model.....	25
3.4.4 Optimalisasi nilai parameter	28
IV. KARAKTERISTIK DAS KLOPO SAWIT DAN LOKASI PENELITIAN	
4.1 Kondisi Geografis dan Administratif.....	29
4.2 Kondisi Tanah.....	30
4.3 Kondisi Tata Guna Lahan.....	30
4.4 Lokasi Stasiun Pengamat Hujan dan Debit	32
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Hasil Pra Analisa Data	33
5.2 Hasil Kalibrasi	34
5.2.1 Metode <i>Trial and Errors</i>	34
5.2.2. Pemilihan Periode Kalibrasi	35
5.2.3 Penentuan <i>Linear Module</i>	37
5.2.4. Penentuan <i>Non Linear Module</i>	39

5.2.5 Pembagian Periode Kalibrasi yang Paling Optimal	42
5.3 Hasil Validasi	48
5.3.1 Evaluasi Hasil Validasi Setiap Tahun	50
5.3.2 Pola Debit Hasil Pemodelan Dibanding Debit Terukur	53
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	56
6.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
GLOSSERY	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Variasi Jumlah Stasiun Hujan.....	23
Tabel 5.1 Penentuan <i>Warm Up</i> Model IHACRES	35
Tabel 5.2 Pemilihan <i>Instrumental Variable</i>	39
Tabel 5.3 Hasil Kalibrasi.....	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Konsep Pemodelan Matematis (Fleeming, 1975)	5
Gambar 2.2 Proses Kerja Model IHACRES	13
Gambar 2.3 Proses Hidrograf Satuan	15
Gambar 2.4 Parameter – Parameter IHACRES	16
Gambar 2.5 Siklus Hidrologi	19
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	20
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.3 Proses Kalibrasi dan Validasi Model	27
Gambar 4.1 Peta Administratif DAS Klopo Sawit Hasil Digitalisasi Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25000	29
Gambar 4.2 Peta Jenis Tanah DAS Klopo Sawit (<i>Sumber : Peta Tinjau Lemlit Tanah Bogor Edisi tahun 1966</i>)	30
Gambar 4.3. Peta Peruntukan Lahan Hasil Digitalisasi Peta Rupa Bumi Indonesia BAKOSURTANAL skala 1:25000	31
Gambar 4.4. Lokasi Stasiun Penakar Hujan dan Stasiun Pengukur Debit (<i>Sumber : Balai PSAWS Sampean, 2002</i>)	32
Gambar 5.1 Kurva Debit Tahun 1990 Sampai 2000	33
Gambar 5.2 Contoh Pemilihan Periode Kalibrasi (8 Agustus 1994 sampai 22 Juni 1995).....	36
Gambar 5.3 Contoh Pemilihan Periode Kalibrasi (12 Juli 1993 sampai 4 November 1994).....	36
Gambar 5.4. Delay Bernilai Nol.....	38
Gambar 5.5 Delay Tidak Bernilai Nol	38
Gambar 5.6 Pembagian Sub Periode Baseflow.....	42
Gambar 5.7 Pembagian Sub Periode Hujan.....	43
Gambar 5.8 Pembagian Sub Periode Debit Puncak	43
Gambar 5.9 Pembagian Sub Periode Panjang.....	44

Gambar 5.10 Hubungan Antara Debit Terhitung Dan <i>Slowflow</i>	52
Gambar 5.11 Pola <i>Slowflow</i>	53
Gambar 5.12 Kurva Hasil Validasi Periode Hujan	53
Gambar 5.13 Kurva Hasil Validasi Periode <i>Baseflow</i>	54



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data hujan, debit dan suhu harian
- Lampiran 2. Kriteria Statistik Hasil Validasi
- Lampiran 3. Hasil Validasi
- Lampiran 4. Hasil Kalibrasi Periode *Baseflow*
- Lampiran 5. Hasil Kalibrasi Periode Hujan
- Lampiran 6. Hasil Kalibrasi Periode Debit Puncak
- Lampiran 7. Hasil Kalibrasi Periode Panjang (Tahun 1994)
- Lampiran 8. Hasil Kalibrasi Periode Tahun 1990
- Lampiran 9. Hasil Kalibrasi Periode Tahun 1991
- Lampiran 10. Hasil Kalibrasi Periode Tahun 1992
- Lampiran 11. Hasil Kalibrasi Periode Tahun 1993

Ainiatus Sholicha, NIM 011710201150, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Judul Penelitian “ **KALIBRASI DAN VALIDASI MODEL IHACRES (STUDI KASUS : DAS KLOPO SAWIT)**”. Dosen Pembimbing Utama Dr. Indarto S.TP., DEA, Dosen Pembimbing Anggota Sri Wahyuningsih, S.P, M.T.

Ringkasan

IHACRES merupakan bentuk pemodelan yang masih belum banyak digunakan di Indonesia. Kendala yang dihadapi adalah belum adanya suatu kepastian ilmiah mengenai layak tidaknya pemodelan IHACRES diterapkan di DAS Klopo Sawit. Metodologi yang dilakukan antara lain inventarisasi data, pra pengolahan data, pengolahan data, kalibrasi, validasi dan optimalisasi parameter. Sedangkan data-data yang digunakan adalah data hujan dan debit harian periode tahun 1990 sampai tahun 2000, temperatur dan luas DAS Klopo Sawit. Luas DAS Klopo Sawit diperoleh dengan digitalisasi peta rupa bumi Indonesia menggunakan program ArcView dan MapInfo. Nilai parameter yang cukup baik ditandai oleh nilai R^2 yang mendekati satu dengan bias mendekati nol. Dari hasil kalibrasi didapatkan nilai R^2 sebesar 0.916 dengan bias 1.445 mm/year, sedangkan hasil validasi nilai R^2 diperoleh 0.69 dengan bias -49.94 mm/year. Hasil kalibrasi lebih bagus daripada hasil validasi karena karakteristik kurva debit kalibrasi berbeda dengan kurva pada periode validasi. Namun demikian model IHACRES dikatakan layak diterapkan pada DAS Klopo Sawit.

Kata kunci : IHACRES, Kalibrasi, Validasi, DAS Klopo Sawit, Data harian



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang paling esensial bagi seluruh makhluk hidup. Masalah yang mendominasi dalam upaya pengelolaan sumber daya air diantaranya adalah kuantitas air yang semakin terbatas yang menimbulkan kesulitan dalam memenuhi konsumsi masyarakat, industri maupun sistem irigasi.

Oleh karena itu diperlukan model yang dapat memecahkan berbagai permasalahan tentang sumber daya air. Model merupakan suatu upaya untuk menggambarkan suatu kejadian yang sebenarnya di alam ke dalam suatu persamaan tertentu (matematis). Melalui model, dapat dilakukan analisa dengan cepat dan lebih akurat terhadap suatu permasalahan yang terjadi. Setiap input data yang dimasukkan dalam model memiliki karakteristik tertentu, sehingga penyesuaian model dengan kondisi objek yang akan disimulasi perlu dilakukan sebelum suatu model diterapkan untuk analisa lebih lanjut.

Berbagai model hidrologi telah dikembangkan, model-model tersebut diaplikasikan sesuai dengan tujuan pembuatan model dan kemungkinan tersedianya data, salah satu contoh aplikasinya adalah model IHACRES. Model IHACRES adalah sebuah pemodelan yang mengidentifikasi hidrograf satuan dan komponen-komponen aliran yang meliputi curah hujan, evaporasi dan debit. Bentuk pemodelan ini tergolong baru di Indonesia, sehingga penelitian terhadap model ini masih sangat diperlukan.

Meskipun tergolong baru, tetapi perkembangannya di luar negeri sudah ditemukan aplikasi dari penggunaan model tersebut untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan karakteristik hidrograf satuan, seperti pemodelan debit air dari waktu ke waktu, mempelajari perubahan lingkungan hidrologi, pemodelan terjadinya aliran permukaan, pendugaan data debit aliran yang hilang dan beberapa aplikasi lainnya (Littlewood, 1997).

Setiap pemodelan masih belum dapat dikategorikan baik atau kurang sempurna sebelum dikaji dan diuji lebih lanjut. Untuk mengetahui apakah model yang dipakai telah mewakili atau hampir mendekati sistem yang sebenarnya

diperlukan pengujian. Tahapan pengujian yang umum digunakan adalah kalibrasi dan validasi. Kalibrasi adalah proses pemilihan kombinasi parameter dengan nilai parameter model ditentukan secara coba-coba. Validasi adalah penerimaan secara ilmiah dimana (1) model mencakup seluruh proses utama dan dominan, (2) proses diformulasikan dengan benar dan (3) model mengikuti fenomena yang telah diamati untuk penggunaan selanjutnya (Anonim, 2002).

Besarnya manfaat yang dapat diambil dengan adanya pemakaian model tersebut mendorong penulis untuk melakukan penelitian tentang pemodelan IHACRES. Sehingga penting untuk dilakukan proses kalibrasi dan validasi terhadap model tersebut agar dapat dipastikan standar kelayakan model dengan menghubungkan parameter-parameter apa saja yang berpengaruh khususnya jika diterapkan pada Daerah Aliran Sungai Klopo Sawit yang terletak di kabupaten Bondowoso.

1.2 Pemasalahan

Model merupakan suatu upaya untuk menggambarkan suatu kejadian yang sebenarnya di alam ke dalam suatu persamaan tertentu (matematis). Melalui model, dapat dilakukan analisa dengan cepat dan lebih akurat terhadap suatu permasalahan yang terjadi. Setiap input data yang dimasukkan dalam model memiliki karakteristik tertentu, sehingga penyesuaian model dengan kondisi objek yang akan disimulasi perlu dilakukan sebelum suatu model diterapkan untuk analisa lebih lanjut.

Model matematis yang telah berhasil diterapkan di suatu daerah belum tentu dapat dimanfaatkan di daerah lain. Hal ini juga berlaku bagi model IHACRES, karena karakteristik di setiap DAS tidak sama. Setiap DAS memiliki karakteristik tertentu yang dipengaruhi kondisi meteorologi dan kondisi fisik alam dari DAS tersebut, seperti jenis tanah, topografi, geologi sungai, tata guna lahan dan jenis tumbuhan.

Model IHACRES telah digunakan dan menghasilkan berbagai aplikasi seperti yang telah diterapkan di Cina dan Inggris (Littlewood, 1997). Oleh karena itu sebelum diaplikasikan di DAS Klopo Sawit yang memiliki karakteristik

berbeda dengan Cina dan Inggris, model IHACRES perlu diuji terlebih dahulu keandalannya. Salah satu cara untuk menguji keandalan suatu model adalah dengan melakukan upaya kalibrasi terhadap model yang diharapkan dapat memecahkan permasalahan di bidang karakteristik hidrolika.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya menggunakan data masukan 9 stasiun hujan saja. Pengurangan stasiun yang semula berjumlah 16 dilakukan dengan tujuan mencari data-data yang terbaik. Pengurangan tersebut menggunakan metode aritmatik dengan menentukan variasi penggunaan stasiun yang dapat mewakili penyebaran hujan. Dengan demikian kita tidak perlu menggunakan semua stasiun tetapi cukup 9 stasiun saja.

1.4 Tujuan

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi parameter model IHACRES.
2. Kalibrasi dan validasi model IHACRES di DAS Klopo Sawit.
3. Optimalisasi nilai parameter pada siklus neraca air harian.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah pengetahuan bagi mahasiswa khususnya peneliti tentang proses kalibrasi dan validasi model.
2. Sebagai referensi bagi mahasiswa lain.
3. Sebagai bahan masukan bagi pengelola DAS Klopo Sawit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

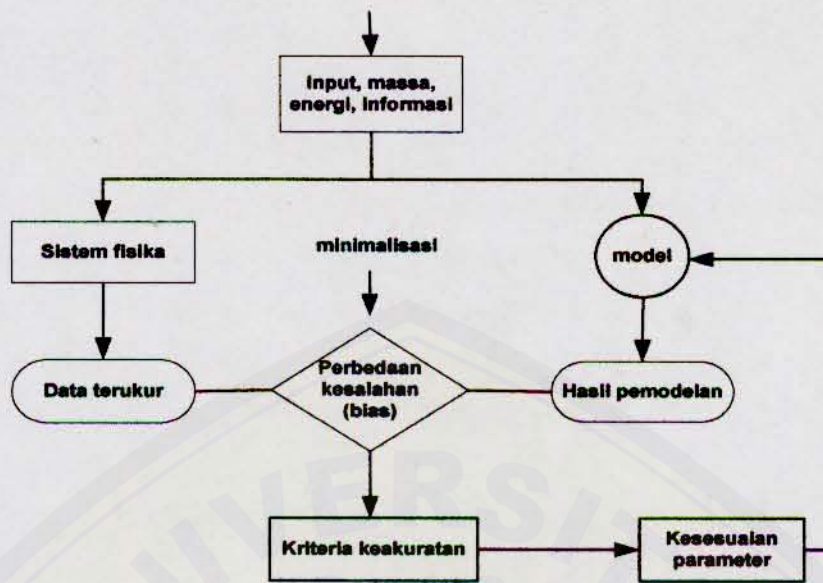
2.1 Konsep Kalibrasi dan Validasi

2.1.1 Penentuan Konsep Pemodelan

Penentuan konsep pemodelan secara sistematis dapat ditunjukkan pada gambar 2.1, dimana sistem fisik di sebelah kiri dan pemodelan matematis di sebelah kanan. Keduanya dapat berpeluang sebagai sumber kesalahan dalam sistem pemodelan. Variasi dari *inflow*, *outflow* dan kondisi internal diukur pada lokasi yang berbeda. Pengukuran tersebut memberikan gambaran yang kompleks terhadap kondisi DAS dan memberikan pengertian tentang massa, energi dan perubahan antara DAS dengan lingkungan sekitarnya. Hal itu dikarenakan oleh beberapa faktor diantaranya adalah.

- 1) Tidak dimungkinkannya melakukan pengukuran terhadap semua variabel sementara dan tetap.
- 2) Dalam pengukuran terdapat beberapa kesalahan yang tidak mungkin dapat dihindari. Sehingga pemodelan akan menggunakan pendekatan pengesetan data yang mempunyai *sampling errors*. Maka dapat dikatakan bahwa antara data lapang dengan data yang dimasukkan ke dalam model seringkali mengandung unsur ketidakpastian.

Model hidrologi digunakan untuk mensimulasi karakteristik sistem fisik agar didapatkan keluaran model dengan memperkirakan data masukan. Pemodelan tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan output yang diperoleh, dimana keakuratan didapat dengan mengubah nilai parameter yang digunakan dalam model sampai dicapai kepastian antara variabel simulasi dan hasil pengukuran lapang (Refgaard dan Storm, 1997). Proses pencocokan parameter dalam kalibrasi dapat ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Konsep Pemodelan Matematis (Fleeming, 1975)

2.1.2 Sumber Ketidakpastian (*Uncertainty*)

Perbedaan antara hasil pengukuran lapang dengan hasil pemodelan dikarenakan empat faktor yaitu.

1. Kesalahan acak (random) atau tersistem dari input data seperti hujan, suhu dan evapotranspirasi yang digunakan untuk mewakili kondisi data masukan dalam suatu DAS.
2. Kesalahan acak (random) atau tersistem dari data pengukuran seperti ALWR, air bawah tanah, perubahan data atau penggunaan data lain untuk membandingkan dengan keluaran model.
3. Kesalahan dalam penentuan nilai parameter.
4. Ketidaklengkapan data atau bias dalam struktur model.

Meskipun ketidaksesuaian antara hasil pemodelan dan pengukuran disebabkan oleh kombinasi empat ketidakpastian diatas, namun kesalahan ketiga dapat diminimalisasi selama proses kalibrasi. Sumber ketidakpastian pertama dan kedua memegang peranan yang paling dominan dan menentukan terhadap penerimaan suatu model. Proses kalibrasi yang objektif bertujuan untuk

mengurangi ketidakpastian ketiga sehingga tercapai perbandingan kesalahan yang tidak begitu besar.

Selama proses kalibrasi, penting untuk diketahui faktor ketidakpastian mana yang paling berpengaruh sehingga tidak ada penggantian antara sumber ketidakpastian satu yang dicocokkan terhadap ketidakpastian lainnya, misalnya mengganti data yang salah dengan mencocokkan parameter. Meski demikian, kalibrasi akan menghasilkan kurva kecocokan antara data terukur dan terhitung menurut periode kalibrasi walaupun terkadang memberikan prediksi yang tidak sesuai. Penting juga bagi para pemodel untuk melakukan pendekatan dalam menentukan model dan tidak menyandarkan konsep utama yang mewakili sistem fisik karena telah sesuai dengan formula matematis dalam pengaplikasian model yang telah digunakan sebelumnya (Refgaard dan Storm, 1997).

2.1.3 Kesesuaian terhadap keakuratan kriteria

Selama kalibrasi dilakukan, terdapat perbedaan keakuratan kriteria yang digunakan untuk membandingkan antara hasil pemodelan dan pengukuran. Hal itu menunjukkan tingkat keberhasilan dari model yang digunakan dengan memperkirakan nilai parameter yang mewakili secara keseluruhan. Bagaimanapun pemilihan kriteria parameter yang layak merupakan proses yang rumit, dimana hal itu bergantung pada keobjektifan kalibrasi dan validasi model serta jenis informasi yang sesuai untuk mengecek variabel keluaran model.

Tidak ada kriteria tunggal yang sesuai untuk semua variabel, dan meskipun hanya sebuah variabel tunggal, sangat sulit untuk menetapkan kriteria yang memuaskan. Sehingga variasi-variasi kriteria perlu dikembangkan. Menurut Green dan Stephenson (1986), dalam menentukan kriteria perlu mendaftar semua kemungkinan yang dapat digunakan, keobjektifan simulasi, *range* dari kondisi simulasi dan faktor lainnya.

Namun masih ada kemungkinan untuk mengkalibrasi model dengan mengoptimalkan satu kriteria. Bagaimanapun sebuah kalibrasi merupakan proses optimalisasi terhadap nilai parameter yang belum diketahui tingkat keoptimalannya. Apabila diterapkan pada periode tertentu terkadang memberikan

hasil simulasi yang kurang memuaskan. Menurut Green dan Stephenson (1986), tidak ada kriteria tunggal yang cukup untuk menaksir semua pengukuran yang optimal antara data terukur dengan terhitung. Dimana keobjektifan didapat bukan karena penguatan model tetapi menggunakan kriteria numerik sebagai petunjuk kalibrasi. Akhirnya keuntungan penggunaan grafik antara hasil simulasi dan terukur memberikan indikasi terhadap kemampuan model sebagai informasi yang lebih praktis daripada fungsi-fungsi statistik sehingga analisa menjadi lebih subjektif.

2.1.4 Metode Kalibrasi

Kalibrasi (*calibration/calage*) terhadap suatu model adalah proses pemilihan kombinasi parameter. Dengan kata lain, proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi DAS yang teramati dan tersimulasi (Bloschl et Grayson, 2000). Koherensi ini (ketepatan antara yang terukur dan terhitung) dapat teramati secara kualitatif, misalnya dengan membandingkan hidrograf debit terukur dan terhitung. Umumnya koherensi ini dinilai secara kuantitatif (Refsgaard dan Storm, 1997).

Dalam melakukan kalibrasi terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi, dimana parameter tersebut tidak dapat secara langsung diambil dari data lapang. Pada prinsipnya terdapat tiga metode dalam melakukan kalibrasi yaitu.

1) *Trial and Error*, pencocokan parameter secara manual

Metode ini diaplikasikan untuk penaksiran parameter secara manual dalam menjalankan model. Metode ini paling banyak digunakan dan direkomendasikan, khususnya untuk model yang kompleks. Dimana sebuah grafik yang bagus sudah dianggap mewakili hasil simulasi.

2) *Automatic*, optimalisasi parameter numerik

Metode ini menggunakan algoritma untuk menentukan nilai fungsi objektif dan digunakan untuk mencari kombinasi dan permutasi level parameter sebanyak mungkin untuk menentukan tingkat keakuratan yang optimum. Beberapa kelebihan dan kekurangan metode ini diantaranya adalah.

Kelebihan:

- a. prosesnya lebih cepat karena dilakukan dengan komputer
- b. penentuan secara subjektif lebih sedikit daripada metode *trial and error* karena terdapat visualisasi hidrograf.

Kekurangan:

- a. kriteria yang optimal harus menjadi kriteria tunggal yang didasarkan pada variabel tunggal.
- b. jika model tersusun dari sedikit parameter, maka hasil optimalisasi tidak dapat mewakili kalibrasi secara umum.
- c. optimalisasi algoritma secara otomatis mungkin dapat mengganti kekurangan yang terjadi, sebagai contoh data yang salah karena pencocokan parameter menjadi tidak realistis dan memberi hasil yang kurang bagus bila diaplikasikan untuk kalibrasi pada periode yang lain.

Pada teknik ini mungkin dapat dipertimbangkan dengan menambahkan parameter secara umum (Todini, 1988). Kalibrasi parameter model dengan mengoptimalkan fungsi objektif berarti menganut teknik statistik (linier atau regresi non linier) yang didasarkan pada analisis sisa, sementara itu karakteristik model diabaikan. Dengan kata lain, prosedur kalibrasi secara otomatis serupa dengan mengetahui struktur model sebelumnya dan faktor ketidakpastian dalam analisis statistik.

3) Kombinasi Keduanya

Kombinasi tersebut dapat dilakukan dengan pencocokan identitas nilai parameter dengan metode *automatic*, parameter yang telah diperoleh selanjutnya digunakan untuk melakukan kalibrasi dengan metode *trial and error*. Kombinasi metode tersebut sangat berguna meskipun terkadang dalam prakteknya terdapat beberapa kesulitan.

Metode kalibrasi yang banyak digunakan untuk pemodelan hujan-*runoff* adalah *trial and error*. Hal itu disebabkan karena proses penggunaannya cukup sederhana, cepat dan membutuhkan pengalaman operator. Pengalaman tersebut biasanya didapat dari 5 sampai 15 kali percobaan. Selama ini penelitian tentang metode kalibrasi lebih banyak ditujukan pada metode *automatic* (optimalisasi

parameter numerik) yang didasarkan pada perhitungan algoritma. Salah satu metode yang populer di tahun 1970 adalah Rosenbork (Rosenbork dalam Buras, 1997).

Perbedaan cara kalibrasi yang dimaksud terletak pada pemakaian teknologi yang digunakan, dalam hal ini adalah menggunakan komputer yang dapat melakukan perhitungan algoritma dengan cepat dan akurat. Dengan metode *trial and error*, operator akan belajar sendiri mencari parameter dan menentukan hasil kalibrasi yang optimum melalui komputer sehingga metode *automatic* sudah mulai ditinggalkan.

2.1.5 Metode Validasi

Validasi (*validation*) adalah proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidakpastian oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Umumnya validasi dilakukan dengan menggunakan data di luar periode yang digunakan untuk kalibrasi. Suatu fungsi objektif biasanya digunakan untuk mengukur secara kuantitatif tingkat kesalahan antara yang terhitung dan terukur. Minimalisasi nilai fungsi objektif dilakukan dengan optimalisasi parameter. Pemilihan fungsi objektif mana yang digunakan, akan menentukan bagian mana dari suatu model yang akan di tes (Anonim, 2002).

Jika suatu model terdapat banyak parameter, maka sangat dimungkinkan untuk ditentukannya sebuah kombinasi nilai parameter yang dapat diterima secara matematis antara data terukur dan terhitung pada periode pendek dari suatu simulasi. Hal itu tetap dapat dilakukan meskipun struktur model belum tepat dan pengertian tentang konsep hidrologi kurang tepat. Hasil perolehan pemodelan yang bagus belum dapat menjamin bahwa nilai parameter telah ditemukan, karena mungkin kalibrasi telah didapat dengan pemplotan grafik tanpa memperhitungkan nilai parameter yang didapat. Karena biasanya kalibrasi dilakukan oleh orang yang berbeda, tetapi dapat memberikan hasil yang sama, sehingga dapat dikatakan kalibrasi tersebut dapat diterima meskipun kombinasi nilai parameternya berbeda.

Model yang telah dikalibrasi dapat ditentukan tingkat kevalidannya dengan melakukan validasi dengan data yang berbeda diluar periode kalibrasi



(stephenson dan Freeze, 1974). Senada dengan hal itu Kiemas (1986), menyatakan bahwa sebuah simulasi model seharusnya dites dulu untuk menunjukkan seberapa bagus model tersebut dapat diterapkan pada data lain atau sesuai dengan hasil yang diharapkan. Dimana validasi model secara tidak langsung membenarkan bahwa model yang spesifik dapat memberikan hasil simulasi dengan tingkat keakuratan tertentu dalam suatu percobaan.

Beberapa cara atau metode yang digunakan dalam melakukan validasi antara lain.

1) *Simple – Sample Test*

Metode ini merupakan pengujian yang klasik dan dilakukan pada DAS yang kondisinya relatif konstan dengan data yang tersedia mencukupi untuk melakukan kalibrasi dan validasi. Data tersebut dibagi menjadi dua bagian, misalnya tersedia data tahun 1990 sampai 1995. Maka data tahun 1990 sampai 1992 digunakan sebagai kalibrasi sedangkan validasi dilakukan diluar periode kalibrasi, yakni tahun 1993 sampai 1995. Permasalahan yang umum dihadapi adalah tidak semua periode layak dikalibrasi, terkadang ada data yang kurang lengkap. Sehingga sebaiknya dipilih data yang cukup lengkap. Jika telah didapatkan hasil yang baik (dapat diterima), maka hasil tersebut digunakan untuk mengkalibrasi data dalam periode yang lebih panjang.

2) *Different Split – Sample Test*

Pengujian ini dilakukan ketika tidak terdapat data yang cukup untuk melakukan kalibrasi. Misalnya akan memprediksi pemodelan debit di DAS Z, maka dipilih DAS X dan Y yang dianggap mewakili keadaan DAS Z, sehingga kalibrasi dilakukan di DAS X dan Validasi di DAS Y, dapat pula sebaliknya. Maka hasil yang diperoleh merupakan nilai kalibrasi dan validasi DAS Z.

3) *Proxy – Basin Test*

Pengujian ini dilakukan meskipun model yang digunakan sebenarnya untuk mengaplikasikan yang berbeda dengan ketersediaan data. Misalnya simulasi dilakukan untuk menguji efek dari perubahan iklim, dimana tersedia dua data yaitu data hujan rata-rata berintensitas tinggi dan hujan rata-rata berintensitas rendah. Jika akan melakukan pemodelan debit yang dipengaruhi oleh iklim,

maka kalibrasi dilakukan pada periode kering dan validasi di periode basah. Keuntungan yang dapat diperoleh dari metode ini adalah banyak kemungkinan pengaplikasian yang sesuai dengan tujuan pemodelan yang dilakukan.

4) *Proxy – Basin Differential Split – Sample Test*

Pengujian ini dilakukan apabila tidak terdapat data yang memadai untuk dilakukannya kalibrasi. Dan pemodelan tersebut bertujuan untuk memprediksi kondisi DAS yang cenderung berubah-ubah.

Selama ini kita menganggap bahwa validasi merupakan tingkat kepercayaan dalam sistem pemodelan. Hal itu terlihat dalam jumlah keberhasilan yang dapat dicapai oleh model apabila diterapkan di semua data pada periode panjang. Tetapi bagus tidaknya hasil pemodelan juga bergantung pada metode yang digunakan, oleh karena itu evolusi dan pembaharuan mengenai metode atau cara kalibrasi dan validasi semakin dikembangkan (Floyd, 1987).

2.2 Model IHACRES

2.2.1 Sejarah Perkembangan IHACRES

IHACRES adalah suatu model yang dihasilkan melalui kerjasama antara Institute Hidrology (IH) Inggris dengan the Centre for Resource and Environmental Studies, Australian National University (CRES at ANU), Canberra. Kolaborasi yang dilakukan oleh IH dan CRES ini dimulai pada tahun 1988 ketika Tony Jakeman dari CRES mengunjungi ilmuwan-ilmuwan yang berada di IH. Sedangkan saat itu di IH, proyek IHACRES telah dikoordinasi oleh Ian Littlewood. Kemudian keduanya sepakat untuk membuat suatu kontribusi terhadap hasil kerjasama tersebut kedalam bentuk PC IHACRES berupa paket pemodelan Curah Hujan-Aliran. Dan seiring dengan perkembangannya, pemodelan ini telah dijadikan sebagai salah satu literatur ilmiah yang banyak digunakan (Littlewood, et al, 1997).

2.2.2 Manfaat Model IHACRES

Pada awalnya model ini bertujuan untuk membantu para ahli hidrologi atau insinyur pengairan untuk mengetahui karakteristik hubungan dinamis antara

curah hujan dengan debit air pada suatu DAS. Beberapa bentuk aplikasi model IHACRES antara lain.

- a. Pengidentifikasian unit hidrograf
- b. Pemodelan debit air dari waktu ke waktu
- c. Mempelajari perubahan lingkungan hidrologi
- d. Pemodelan terjadinya aliran permukaan
- e. Pemisahan hidrograf (contohnya membantu dalam penelitian kualitas air)
- f. Perolehan *Slow Flow Index* (SFI)
- g. Perolehan *Dynamic Response Characteristics* (DRCs)
- h. Mempelajari tentang teori unit hidrograf serta pengaplikasiannya
- i. Pengontrolan kualitas data hidrometri
- j. Pendugaan data debit aliran yang hilang (Littlewood, et al, 1997).

2.2.3 Aplikasi IHACRES di Dunia

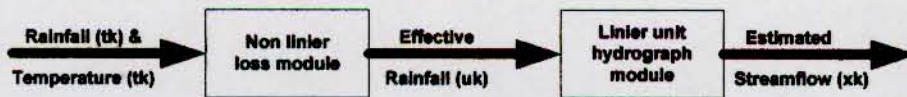
Bentuk pemodelan ini masih tergolong baru di Indonesia tetapi sudah cukup berkembang di luar negeri. Dengan hanya menggunakan data curah hujan, debit dan temperatur saja, pemodelan sudah dapat dijalankan. Bahkan data ketiga yang berupa temperatur dari pengukuran hidrometeorologi dapat diabaikan apabila tidak tersedia data tersebut. Sehingga pengaruh suhu tidak diikutsertakan dalam mengetahui hubungan antara curah hujan dan debit. Seperti yang telah berhasil diterapkan di Cina dengan cakupan area sekitar 490 m². Sedangkan di Inggris cakupan areanya lebih luas lagi, yakni sampai 10.000 Km² (Littlewood, et al, 1997).

2.2.4 Data Masukan IHACRES

Untuk melakukan proses kalibrasi dan validasi model diperlukan beberapa data masukan sebagai berikut.

- a. Data debit
- b. Data curah hujan
- c. Data temperatur
- d. Luas DAS (Littlewood, et al, 1997).

2.2.5 Proses Kerja Model IHACRES



Gambar 2.2 Proses Kerja Model IHACRES

Proses kerja model IHACRES diatas melukiskan siklus hidrologi yang terdiri dari dua bagian, yaitu proses vertikal (*Non linear loss module*) dan horisontal (*Linear unit hidrograph module*). Pada proses *non linear loss module* terdapat *input* berupa hujan dan temperatur yang selanjutnya akan dikonversi menjadi hujan efektif. Kemudian hujan efektif tersebut digunakan sebagai *input* dalam proses *linear unit hidrograph module* yang berperan mengubah hujan efektif menjadi debit. Baik tahap *linear* maupun *non linear loss module* terdapat beberapa persamaan matematis yang dapat mewakili proses yang terjadi didalamnya.

Pada konsep IHACRES terdapat *catchment wetness* yang menggambarkan tingkat kejenuhan suatu DAS setelah terjadi hujan dan pengurangan jumlah air akibat proses evaporasi. Nilai *catchment wetness* (s_k) tersebut setiap waktu dapat berubah-ubah sesuai keadaan yang terjadi dalam DAS tersebut. Kisaran nilainya antara nol sampai satu ($0 < s_k < 1$) dengan persentase hujan yang berpeluang menjadi hujan efektif adalah 0% sampai 100%. Beberapa persamaan yang terdapat dalam IHACRES baik *linear unit hidrograph module* maupun *non linear loss module* antara lain.

a. *Non Linear (loss) Module*

Proses utama yang berlangsung dalam tahapan ini adalah hujan yang berpeluang sebagai hujan efektif. Proses tersebut akan mempengaruhi nilai *catchment wetness index* (s_k) yang merupakan tingkat kejenuhan suatu DAS. Hubungan tersebut dapat ditulis menjadi sebuah persamaan berikut:

$$u_k = r_k s_k \quad (1)$$

Dari persamaan diatas dapat diketahui bahwa besarnya nilai hujan efektif akan berbanding lurus dengan besarnya hujan dan *catchment wetness index*. Semakin besar nilai s_k , maka semakin besar peluang hujan yang menjadi hujan efektif. Hal itu disebabkan kondisi DAS yang sudah basah (jenuh) sehingga air yang masuk kedalam tanah menjadi semakin kecil. Demikian pula sebaliknya, jika nilai s_k kecil, maka hujan yang menjadi hujan efektif sedikit karena air akan masuk kedalam tanah menjadi air infiltrasi.

Nilai s_k juga dipengaruhi oleh τ_w , f dan t_{ref} , dimana *drying rate at reference temperature* (τ_w) mengindikasikan jumlah hari kering selama periode tertentu. Semakin banyak jumlah hari kering, maka hujan efektif akan semakin kecil karena air akan banyak terserap kedalam tanah. Disamping itu selama periode kering tersebut, air akan banyak yang hilang (menguap) sehingga memperkecil nilai s_k seperti ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$s_k = Cr_k + \left(1 - \frac{1}{\tau_w(t_k)}\right) s_{k-1}, \quad s_0 = 0 \quad (2)$$

$$\tau_w(t_k) = \tau_w e^{0.062f(R-t_k)}, \quad \tau_w(t_k) > 1 \quad (3)$$

dimana: u_k = hujan efektif

r_k = hujan

s_k = *catchment wetness index* ($0 < s_k < 1$)

C = *volume forcing constant*

τ_w = *drying rate at reference temperature*

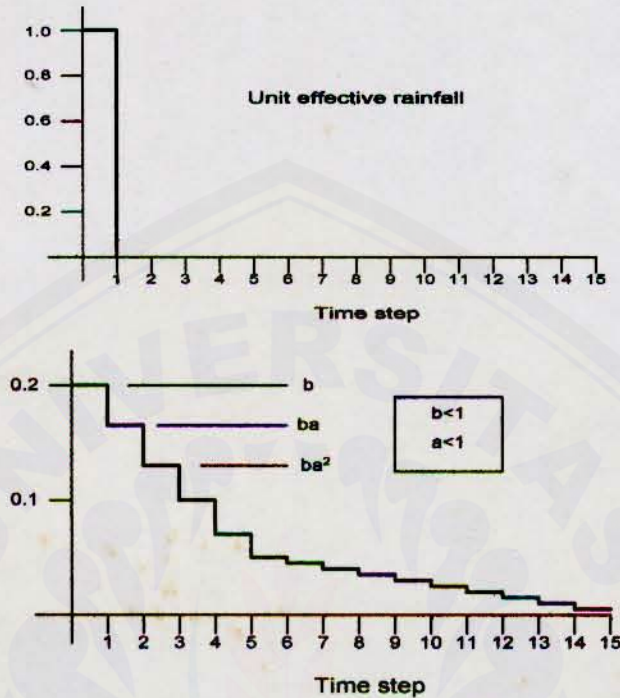
f = *temperature dependence of drying rate*

t_{ref} = *reference temperature*

b. Linear Unit Hydrograph Module

Proses utama yang berlangsung dalam *unit hydrograph* adalah hujan efektif dikonversi menjadi debit. Pada proses ini terdapat suatu periode awal dimana hujan tidak lagi berlangsung yang disebut sebagai periode kering (*baseflow*). Pada periode ini jumlah air dalam DAS tidak mengalami penambahan ($b < 1$), kemudian pada periode berikutnya terdapat penambahan air akibat limpasan dan rembesan air hujan yang masuk kedalam DAS sehingga jumlah air

menjadi ($a < 1$). Proses tersebut berlangsung terus menerus (tak terbatas) seperti gambar berikut.



Gambar 2.3 Proses Hidrograf Satuan

Sehingga dapat ditulis persamaan ($b+ab+a^2b+a^3b+\dots$) dengan asumsi bahwa antara a dan b merupakan sebuah kesatuan proses. Dengan ketentuan nilai $0 < a < 1$, maka penjumlahan deret merujuk $b/(1-a)$, sehingga menjadi persamaan seperti berikut ini.

$$b(1 + a + a^2 + a^3 + \dots) = \frac{b}{1 - a} \tag{4}$$

$$b = 1 - a \tag{5}$$

dimana: b = debit awal sebelum terjadi penambahan air

a = debit setelah terjadi penambahan air

Untuk memperkirakan besarnya debit ($\dots, X_{k-2}, X_{k-1}, X_k, X_{k+1}, X_{k+2}, \dots$), kita dapat memasukkan nilai dari hujan efektif ($\dots, u_{k-2}, u_{k-1}, u_k, u_{k+1}, u_{k+2}, \dots$) kedalam persamaan berikut ini :

$$x_k = ax_{k-1} + bu_k \tag{6}$$

Dalam kasus ini, nilai eksponensial untuk *two simple UHs* adalah *quick (q)* dan *slow (s)* dan jumlah *UHs* dapat menghasilkan debit total yang mempunyai 3 parameter yaitu $(a^{(q)})$, $(b^{(q)})$ dan $(a^{(s)})$ dan $(b^{(s)})$.

$$\frac{b^q}{1-a^q} + \frac{b^s}{1-a^s} = 1 \tag{7}$$

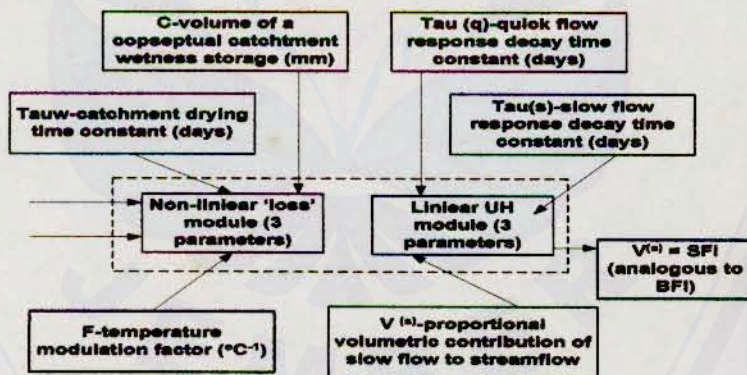
Perkiraan dari debit *quick* dan *slow* dapat ditunjukkan oleh persamaan (8) dan (9). Perkiraan debit total ditunjukkan pada persamaan (10).

$$x_k^{(q)} = a^{(q)}x_{k-1}^{(q)} + b^{(q)}u_k \tag{8}$$

$$x_k^{(s)} = a^{(s)}x_{k-1}^{(s)} + b^{(s)}u_k \tag{9}$$

$$x_k = x_k^{(q)} + x_k^{(s)} \tag{10}$$

Sehingga dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa terdapat enam parameter dalam konsep IHACRES, yakni masing-masing tiga parameter untuk *non linear loss module* dan *linear unit hidrograph module* (Littlewood, et al, 1997). Ke-enam parameter tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4. Parameter-Parameter IHACRES

2.2.6 Kriteria Statistik Model IHACRES

Kriteria statistik yang digunakan adalah R^2 (efisiensi) dan bias, dimana kalibrasi yang optimal akan menghasilkan nilai R^2 mendekati satu dan sebaliknya

bias akan mendekati nol. Beberapa perhitungan statistik yang dilakukan pada model IHACRES antara lain:

a. Bias

Bias menunjukkan tingkat kesalahan volume aliran secara umum (sisa model), yakni selisih antara debit terukur dan terhitung pertahun.

$$\frac{\sum(Q_O - Q_M)}{n} \quad (11)$$

b. Relatif bias

Relatif bias menggambarkan selisih dari perbedaan debit terukur dan terhitung dibandingkan dengan nilai debit terukur.

$$\frac{\sum(Q_O - Q_M)}{\sum Q_O} \quad (12)$$

c. R Squared

R Squared menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan terhitung.

$$1 - \frac{\sum(Q_O - Q_M)^2}{\sum(Q_O - Q_M)^2} \quad (13)$$

d. R² sqrt

R² sqrt menunjukkan variasi R² yang berlangsung pada debit puncak

$$1 - \frac{\sum(\sqrt{Q_O} - \sqrt{Q_M})^2}{\sum(\sqrt{Q_O} - \sqrt{Q_O})^2} \quad (14)$$

e. R² log

R² log merupakan variasi R² yang terjadi untuk semua debit

$$1 - \frac{\sum(\ln(Q_O + \varepsilon) - \ln(Q_M + \varepsilon))^2}{\sum(\ln(Q_O + \varepsilon) - \ln(Q_O + \varepsilon))^2} \quad (15)$$

f. R² inv

R² inv menunjukkan variasi R² pada periode debit yang rendah

$$1 - \frac{\sum \left[\frac{1}{Q_O + \varepsilon} - \frac{1}{Q_M + \varepsilon} \right]^2}{\sum \left[\frac{1}{Q_O + \varepsilon} - \frac{1}{Q_M + \varepsilon} \right]^2} \quad (16)$$



Keterangan:

Q_0 = Debit terukur (m^3/s)

Q_M = Debit terhitung (m^3/s)

ε = Tingkat kepercayaan 90%

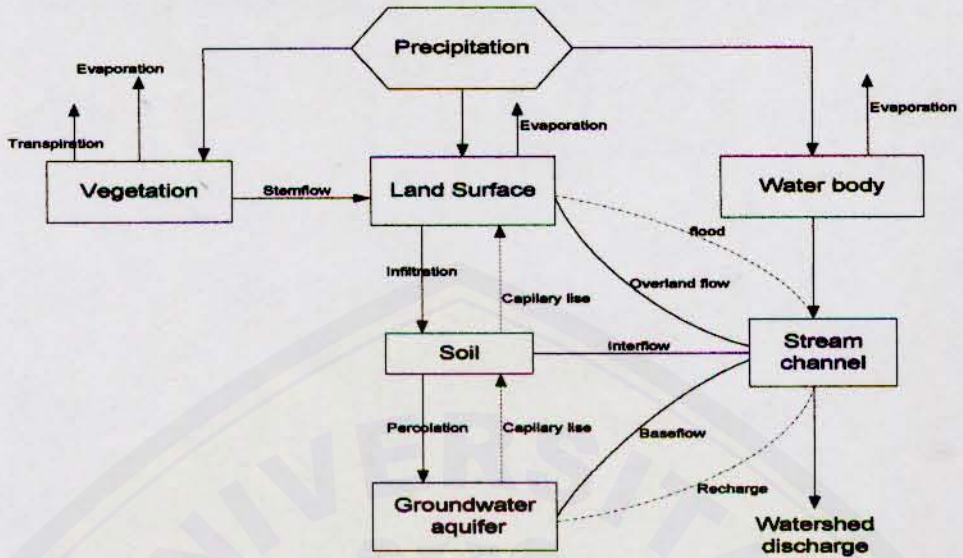
n = Jumlah tahun setiap periode kalibrasi

2.3 Konsep Hidrologi Dalam DAS

Konsep hidrologi dalam suatu DAS sama prinsipnya dengan proses hidrologi secara umum yaitu air hujan yang jatuh ke permukaan bumi sebagian akan tertahan oleh tanaman atau bangunan disebut *intersepsi* yang bergantung dari jenis tanaman dan tingkat pertumbuhan. Setelah air tersebut terkumpul maka air akan mengalir melalui dahan dan batang ke tanah dan disebut *stemflow*. Bagian hujan yang tidak tertahan oleh tanaman akan jatuh ke permukaan tanah. Sebagian akan mengalir di atas permukaan (*over land flow*) kemudian terkumpul pada saluran. Jika air melebihi kapasitas saluran, maka air tersebut akan ke permukaan tanah dan disebut *flood*. Bagian air yang tidak mengalir di atas permukaan tanah akan masuk atau merembes ke dalam tanah dan disebut *infiltrasi* dan akan menambah kelembaban tanah. Jika kelembaban tanah telah jenuh, sebagian air akan mengalir ke saluran disebut *Interflow*.

Sebagian air akan naik karena prinsip pipa kapiler dan sebagian lagi akan terus masuk ke dalam tanah yang lebih dalam lagi (perkolasi) dan menambah kandungan air bawah tanah. Sebagian air tersebut akan mengisi saluran jika air bawah tanah di bawah elevasi dasar saluran dan dinamakan (*baseflow*). Jika sebagian air di saluran akan mengisi air bawah tanah disebut *recharge* dan sebagian lagi akan mengalir ke laut disebut *surface runoff*.

Secara garis besar siklus hidrologi ini tertera pada gambar berikut.

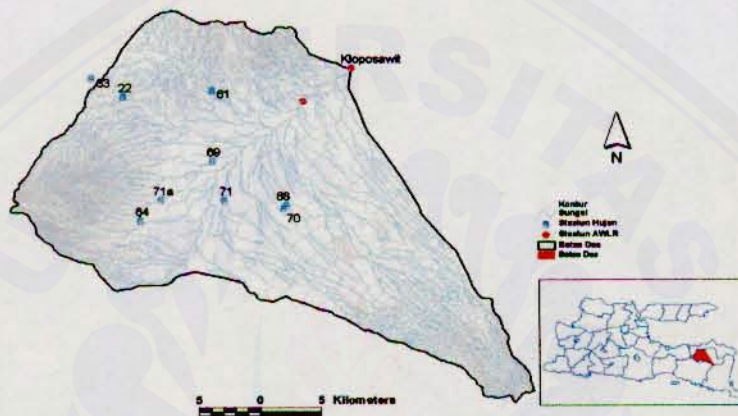


Gambar 2.5. Siklus Hidrologi

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan maret 2005 sampai bulan mei 2005, pada lokasi studi DAS Klopo Sawit. Pengolahan data dilakukan di Pusat Penelitian Pengembangan Sumber Daya Alam dan Irigasi (PUSLIT PSDA) Lembaga Penelitian Universitas Jember.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Peta rupa bumi Indonesia yang dikeluarkan oleh BAKOSURTANAL dengan skala 1: 25.000.
2. Data debit harian periode tahun 1990 sampai 2000.
3. Data curah hujan harian periode 1990 sampai 2000.
4. Data suhu harian periode tahun 1990 sampai 2000.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Komputer
2. Software IHACRES Versi Classic Plus 2.0
3. Software ArcView Versi 3.3 dan MapInfo Versi 7.0

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Metode Penentuan Lokasi

Metode penentuan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive methode*) di DAS Klopo Sawit. Hal ini dikarenakan kondisi fisik DAS Klopo Sawit yang sebagian besar jenis tanahnya bertekstur berat sehingga mampu menyumbangkan limpasan yang mempercepat terjadinya banjir. Oleh karena itu diperlukan suatu model yang dapat mengetahui pemodelan debit dari waktu ke waktu.

3.3.2 Metode Pemilihan Model

Model yang digunakan dalam penelitian adalah IHACRES, karena model ini masih relatif baru di Indonesia dan selama ini hanya berkembang di luar negeri. Untuk mengetahui layak tidaknya model diterapkan di Indonesia, maka diperlukan kalibrasi dan validasi. Pemilihan model IHACRES didasarkan karena proses penggunaannya sederhana dan mudah, disamping itu model tidak bergantung pada panjang dan pendeknya periode yang dimasukkan. Namun memiliki kekurangan dalam proses penentuan parameter yang tidak bisa mewakili seluruh kondisi dalam DAS tetapi hanya kondisi tertentu saja seperti pada saat *baseflow*.

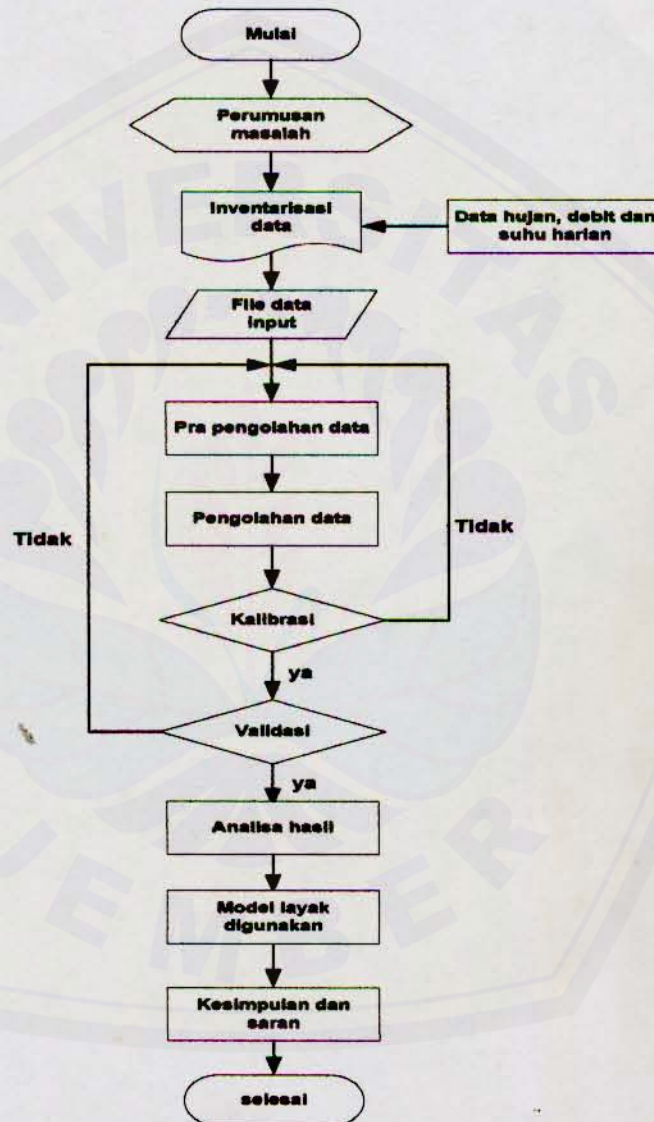
3.3.3 Metode Penentuan Data

Penentuan data untuk penelitian yaitu menggunakan data sekunder berupa data harian yang diperoleh dari DPU Pengairan Provinsi Jawa Timur. Hal ini dikarenakan data harian dapat mewakili keadaan perhari pada suatu periode. Disamping itu dengan data harian, kalibrasi dan

validasi dapat dilakukan dalam periode yang lebih panjang untuk mengetahui neraca air.

3.4 Tahap Penelitian

Diagram alir proses penelitian adalah sebagai berikut.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Inventarisasi data

Tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

a. Data debit harian

Data debit harian yang digunakan adalah data tahun 1990 sampai 2000.

b. Data curah hujan

Data hujan harian terukur di Klopo Sawit yang digunakan adalah data dari tahun 1990 sampai tahun 2000. Data tersebut diambil dari pengamatan 16 stasiun hujan yang mewakili DAS Klopo Sawit.

c. Data suhu

Data suhu yang diperoleh merupakan data suhu harian mulai periode tahun 1990 sampai tahun 2000.

d. Peta rupa bumi Indonesia yang dikeluarkan oleh BAKOSURTANAL dengan skala 1: 25.000. Peta ini merupakan peta asli untuk melakukan digitalisasi peta dalam membuat batas DAS agar luas DAS dapat diketahui.

3.4.2 Studi awal terhadap data curah hujan

Studi awal terhadap data ini dilakukan untuk mengetahui dan mencari data dari stasiun mana saja yang layak untuk dimodelkan. Metode yang digunakan adalah dengan menentukan variasi jumlah stasiun sebesar 16, 14, 12, 10 dan 9 stasiun seperti terlihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variasi Jumlah Stasiun

Bulan	Curah hujan				
	16 Stasiun	14 stasiun	12 Stasiun	10 Stasiun	9 Stasiun
Januari	294.5	294.6	294.2	299.8	299.2
Februari	275.0	282.6	274.2	279.3	282.4
Maret	260.8	256.9	245.0	236.8	228.0
April	178.4	167.9	164.9	162.7	158.3
Mei	50.9	49.5	46.5	47.3	46.6
Juni	28.9	29.0	28.9	27.8	26.9
Juli	11.7	11.6	11.1	11.6	11.9
Agustus	7.2	6.9	6.3	5.5	4.6
September	18.5	19.0	16.0	16.2	14.7
Oktober	60.5	62.1	61.6	60.0	58.7
November	140.1	139.1	139.9	128.2	118.5
Desember	237.3	231.7	231.6	229.0	224.4

Dari variasi tersebut didapatkan hasil bahwa dengan pemakaian jumlah stasiun sebanyak 16 ternyata dapat diwakili dengan penggunaan data hanya dari 9 stasiun saja. Masing-masing stasiun tersebut antara lain:

- (1) stasiun Sumber Dumpyong Kode PU 22
- (2) stasiun Blimbing Kode PU 33
- (3) stasiun Klabang/DamGu Kode PU 61
- (4) stasiun Wonosari II Kode PU 64
- (5) stasiun Kejayan Kode PU 68
- (6) sentral (kantor pengairan) Kode PU 69
- (7) stasiun Kesemek Kode PU 70
- (8) stasiun Grujugan Kode PU 71
- (9) stasiun Ancar Kode PU 71.a

Selanjutnya data-data yang diperoleh dari kesembilan stasiun hujan dan AWLR tersebut akan diolah seperti berikut.

a. Pengolahan data debit harian

Data debit yang telah diinventarisasi kemudian dimasukkan ke dalam program Excel dengan format debit dan tahun pada masing-masing kolom pertama dan kedua, sehingga terbentuk deretan kolom yang memanjang kebawah dari tahun 1990 sampai tahun 2000.

b. Pengolahan data curah hujan harian

Data curah hujan dari ke-9 stasiun hujan tersebut juga dimasukkan ke dalam program Excel dengan format hujan setiap stasiun dan rata-rata curah hujan dari ke-9 stasiun hujan pada kolom pertama dan kedua. Sedangkan kolom ketiga adalah data tahun. Sehingga ketiga kolom tersebut berderet memanjang kebawah mulai tahun 1990 sampai tahun 2000. Kolom curah hujan rata-rata tersebut digunakan sebagai input data pada saat menjalankan model IHACRES.

c. Pengolahan data suhu

Seperti data debit dan hujan, data suhu dimasukkan ke dalam program Excel dengan format suhu dan tahun pada kolom pertama dan kedua.

d. Pengolahan peta rupa Indonesia

Peta tersebut digunakan dalam melakukan digitalisasi untuk membuat batas DAS. Dengan menggunakan program MapInfo dan ArcView. Batas DAS tersebut dimulai dari stasiun AWLR Klopo Sawit sebagai *outletnya*. Dua komponen yang perlu diperhatikan dalam penentuan batas DAS adalah sungai dan kontur. Dalam membuat batas DAS tersebut tidak boleh memotong sungai dan memperhatikan letak kontur (kontur adalah titik-titik yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai ketinggian yang sama). Dengan asumsi bahwa lokasi *outlet* merupakan tempat yang lebih rendah dari wilayah sekitarnya sehingga air hujan maupun rembesan dapat terakumulasi ke *outlet*. Batas DAS tersebut masih dalam bentuk poligon sehingga perlu dikonversi kedalam bentuk region, sehingga luas DAS Klopo sawit dapat diketahui. Luas DAS tersebut merupakan data masukan dalam menjalankan model IHACRES.

e. Pengolahan data akhir

Setelah data curah hujan rata-rata dan debit telah tersusun, maka langkah akhir dalam pengolahan data adalah menyatukan ketiga data mentah tersebut dengan susunan kolom pertama, kedua dan ketiga adalah curah hujan rata-rata, debit dan suhu. Sedangkan kolom berikutnya dapat diisi dengan data tahun sebagai informasi bantu bagi operator dalam mengidentifikasi data. Data-data tersebut disimpan dalam format .dat agar dapat terbaca oleh model seperti ditunjukkan pada lampiran 1.

3.4.2 Kalibrasi dan validasi model

Kalibrasi dimulai data tahun 1990 sampai tahun 1995 dan terbagi dalam tiga tahapan periode. Hal itu dilakukan untuk mempermudah perolehan nilai *range* parameter agar mendapatkan hasil kalibrasi yang optimal. Pembagian periode dimulai dari periode pendek, sedang dan panjang.

a. Periode pendek (*baseflow*)

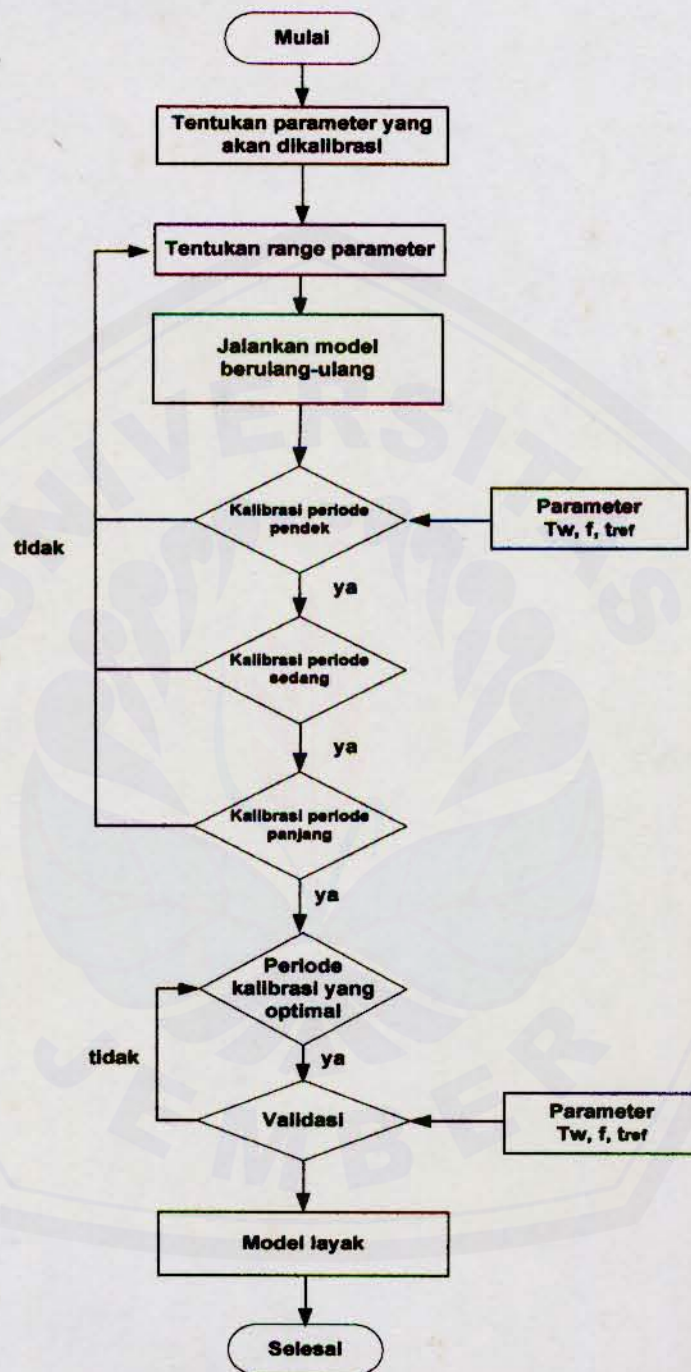
b. Periode sedang (periode dimana terjadi hujan)

c. Periode panjang (periode dimana terjadi puncak debit, hujan dan *baseflow*)

Tahapan kalibrasi dan validasi yang dilakukan antara lain:

1. metode kalibrasi yang digunakan adalah *trial and errors*.
2. menentukan parameter yang akan dikalibrasi, dalam hal ini adalah τ_w (*drying rate at reference temperature*), f (*temperature dependence of drying rate*) dan t_{ref} (*reference temperature*)
3. melakukan kalibrasi pada periode pendek
4. menentukan *range* parameter pada periode pendek
5. memasukkan *range* parameter yang telah diperoleh pada periode pendek kedalam periode sedang
6. melakukan analisa hasil kalibrasi pada periode sedang, bila hasil kalibrasi telah optimal maka *range* parameter tersebut dapat digunakan untuk periode panjang. Tetapi bila belum optimal maka penentuan *range* parameter dilakukan kembali pada periode pendek
7. melakukan kalibrasi pada periode panjang
8. melakukan kalibrasi periode yang menghasilkan R^2 paling bagus
9. jika hasil kalibrasi memuaskan atau dapat diterima, maka dilakukan validasi keabsahan model berdasarkan periode kalibrasi yang paling bagus
10. analisa hasil

Secara garis besar keseluruhan metode kerja dalam kalibrasi dan validasi ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 3.3 Proses Kalibrasi dan Validasi Model

3.4.4 Optimalisasi nilai parameter

Setelah proses kalibrasi dan validasi dilakukan akan diperoleh nilai range parameter yang dapat memberikan hasil kalibrasi yang optimal. Beberapa ketentuan tersebut antara lain.

1. Nilai parameter terkait dengan kalibrasi dan validasi

Parameter-parameter yang terdapat model IHACRES yaitu *drying rate at reference temperature* (τ_w), *temperature dependence of drying rate* (f), *reference temperature* (t_{ref}), *moisture threshold for produsing flow* (l) dan *power on soil moisture* (p). Sedangkan parameter yang akan dikalibrasi dan validasi adalah τ_w , f dan t_{ref} . Hal itu dikarenakan parameter l dan p merupakan parameter yang mengindikasikan kelembaban tanah dimana nilainya relatif konstan sehingga tidak diubah.

2. Grafik hasil kalibrasi dan validasi

Setelah menyelesaikan proses kalibrasi dan validasi maka grafik yang diharapkan dari pemodelan yaitu terdapat kecocokan antara debit terukur dan terhitung sehingga dapat menunjukkan tingkat kevalidan pemodelan dan ketepatan pengolahan data.

IV. KARAKTERISTIK DAS KLOPO SAWIT DAN LOKASI PENELITIAN

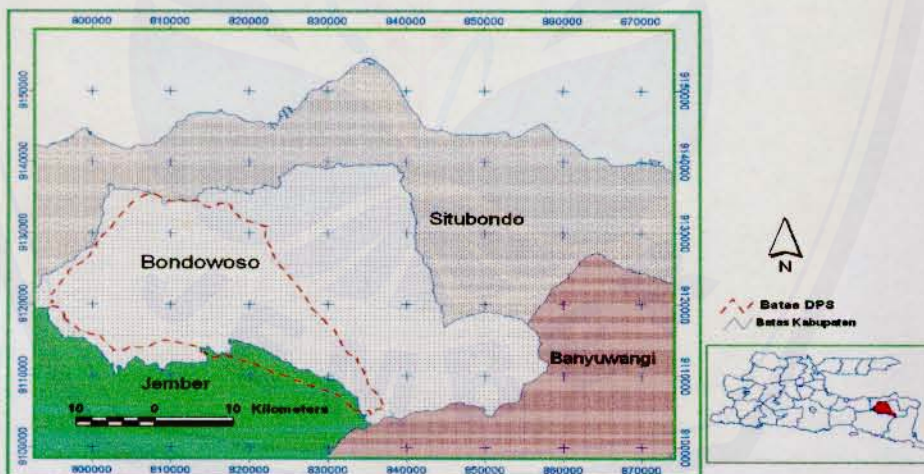
4.1 Kondisi Geografis dan Administratif

Secara geografis lokasi DAS Klopo Sawit terletak pada $7^{\circ}8' - 8^{\circ}12'$ Lintang Selatan dan $113^{\circ}67' - 114^{\circ}06'$ Bujur Timur dengan batas-batas sebagai berikut.

- Sebelah Utara : DAS Madjid, DAS Sabrang
- Sebelah Timur : DAS Nogo, DAS Kali Banyuputih dan Gunung Sungket
- Sebelah Selatan : DAS Duren dan DAS Pangbang
- Sebelah Barat : DAS Deluwang

Secara administratif DAS Klopo Sawit meliputi wilayah Kabupataen Bondowoso ($\pm 90\%$) dan Jember ($\pm 10\%$). Peta lokasi DAS Klopo Sawit disajikan pada gambar 4.1

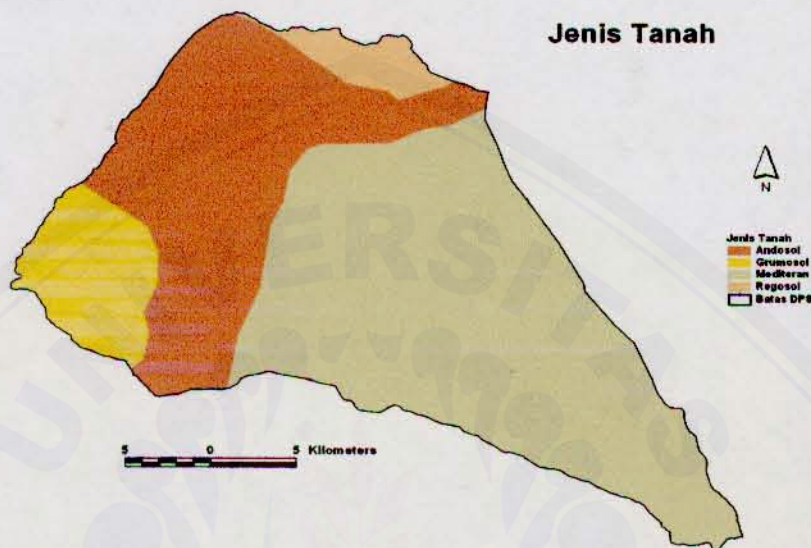
Wilayah Administrasi



Gambar 4.1 Peta Administratif DAS Klopo Sawit Hasil Digitalisasi Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25000

4.2 Kondisi Tanah

Menurut peta tanah Jawa dan Madura hasil survei Lembaga Penelitian Tanah Bogor (1966), DAS Klopo Sawit memiliki berbagai jenis tanah yaitu andosol, grumosol, mediteran dan regosol. Penyebaran jenis tanah DAS Klopo Sawit disajikan dalam gambar 4.2



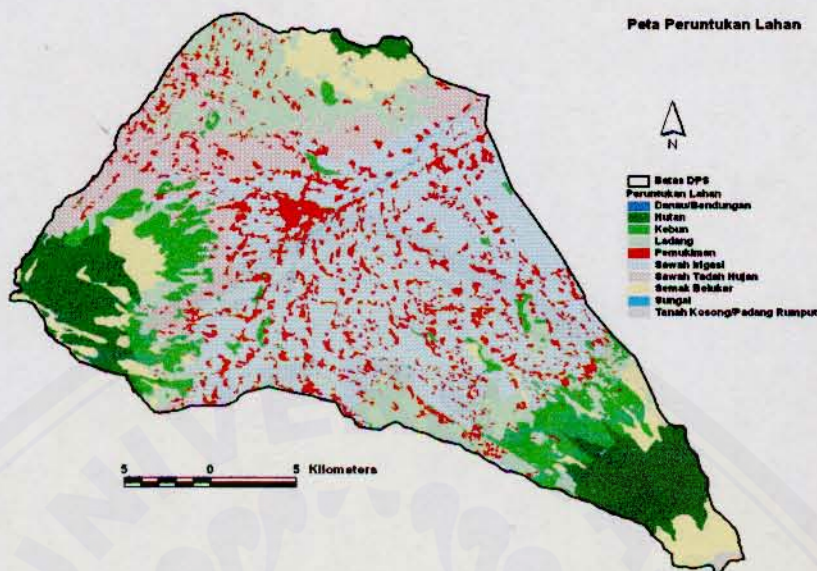
Gambar 4.2 Peta Jenis Tanah DAS Klopo Sawit (*Sumber : Peta Tinjau Lemlit Tanah Bogor edisi tahun 1966*)

Tanah di DAS Klopo Sawit sebagian besar adalah tanah jenis mediteran yaitu perpaduan antara tanah jenis andosol, grumosol serta regosol dengan tekstur tanah sangat berat. Kondisi tanah yang demikian berpengaruh terhadap besar kecilnya aliran permukaan, tanah yang memiliki tekstur sangat berat bersifat tidak permeabel sehingga pada musim hujan tanah ini dapat menyumbangkan aliran permukaan yang cukup besar terhadap penambahan debit banjir. Karena kemampuan air untuk berinfiltrasi sangat kecil yang menyebabkan aliran permukaan yang menuju sungai menjadi bertambah besar.

4.3 Kondisi Tata Guna Lahan

Kondisi tata guna lahan DAS Klopo Sawit mempunyai beragam jenis tumbuhan dan penggunaan tanah seperti sawah, perkebunan, pemukiman, hutan

dan lainnya. Penyebaran tata guna lahan DAS Klopo Sawit disajikan didalam gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta Peruntukan Lahan Hasil Digitalisasi Peta Rupa Bumi Indonesia BAKOSURTANAL Skala 1 : 25.000

Berdasarkan gambar tersebut diketahui luas masing-masing peruntukan lahan yang disajikan dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Persentase Tata Guna Lahan

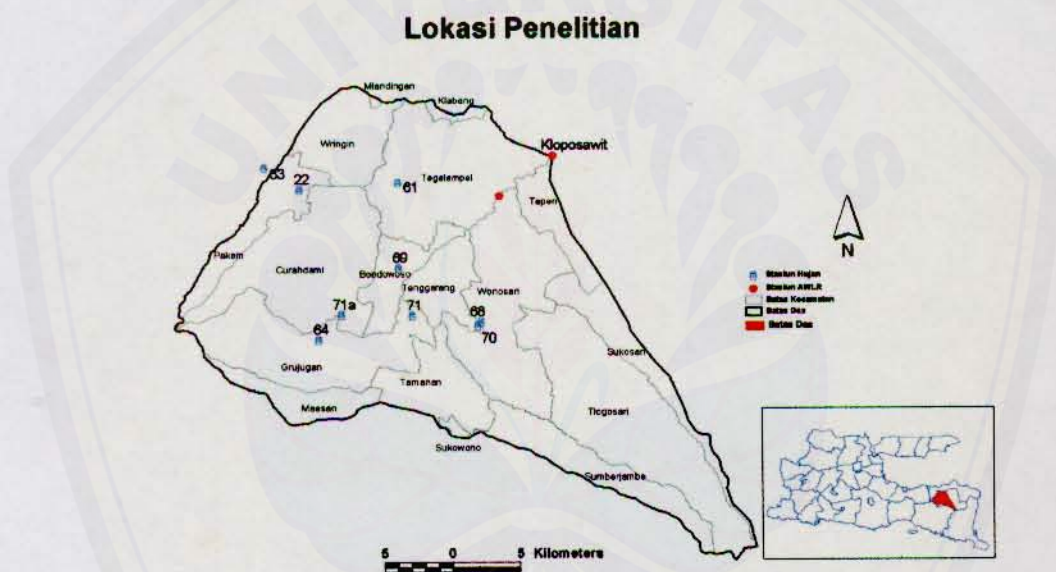
No.	Jenis Peruntukan Lahan	Luas (Ha)	Persentase
1	Pemukiman	3.670	10.40%
2	Sawah Irigasi	12.539	35.54%
3	Sawah Tadah Hujan	4.242	12.03%
4	Kebun	313,11	8.88%
5	Semak Belukar	291,55	8.26%
6	Tanah Kosong/Padang Rumpuk	96,02	0.27%
8	Sungai	35,96	0.10%
9	Hutan	3.809	10.80%
10	Ladang	4.838	13.71%
	Jumlah	35.279	

DAS Klopok Sawit memiliki hutan yang tidak luas, pada musim hujan kondisi hutan erat kaitannya terhadap banyaknya kehilangan air dan air yang tertahan, dengan kondisi hutan yang demikian menyebabkan penghambatan laju aliran

permukaan ke sungai berkurang, sehingga pada musim hujan kehilangan air akibat infiltrasi dan intersepsi pada tanaman lebih kecil dibandingkan besarnya aliran permukaan yang terjadi. Secara langsung proses ini dapat menambah besarnya kontribusi debit banjir yang terjadi di sungai.

4.4 Lokasi Stasiun Pengamat Hujan dan Debit

Jumlah stasiun pengamat hujan yang digunakan dalam pengambilan data di DAS Klopo Sawit adalah sebanyak 9 stasiun pengamat hujan dan sebuah stasiun pengamat debit (AWLR). Lokasi penyebaran stasiun pengamat hujan disajikan dalam gambar 4.5



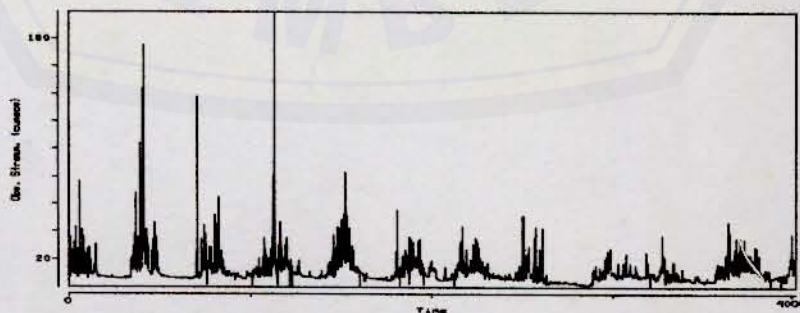
Gambar 4.4 Lokasi Stasiun Penakar Hujan dan Stasiun Pengukur Debit
(Sumber : Balai PSAWS Sampean, 2002)

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pra Analisa Data

Kalibrasi model IHACRES membutuhkan data masukan (*raw material*) berupa data hujan, debit, temperatur dan luas DAS. Informasi luas DAS diperlukan jika debit dalam satuan m^3/s maupun mm^3/s . Apabila satuan debit tersebut berupa per satuan waktu (*time step*) maka kita tidak perlu memasukkan berapa luas DAS yang dimaksud. Dari hasil penentuan variasi jumlah satuan menggunakan metode aritmatik didapatkan hasil bahwa penggunaan stasiun sejumlah 17 dapat diwakili dengan menggunakan data 9 stasiun saja.

Secara umum grafik hubungan debit dan hujan setiap tahunnya relatif sinkron sehingga dapat dimasukkan ke dalam model. Namun antar periode kalibrasi dan validasi terdapat perbedaan pola, dimana pada periode kalibrasi terdapat kecenderungan kurva *baseflow*. Sedangkan pada periode validasi yakni tahun 1995 sampai tahun 2000 terdapat hujan yang berlangsung secara kontinyu setiap tahunnya sehingga karakteristik kurva debit tidak didominasi dengan *baseflow*. *Baseflow* merupakan aliran dasar yang terbentuk dari air yang tersimpan dalam tanah. Air inilah yang menambah debit DAS saat musim kering sehingga debit DAS akan selalu ada walaupun hujan jarang terjadi. Dari gambar 5.1 dapat dilihat bahwa pada tahun 1990 sampai tahun 1994 mengalami masa kering yang panjang dengan ketersediaan air kurang dari $10 m^3/s$. Setelah tahun 1995, periode kering lebih pendek sehingga *baseflow* berkurang.



Gambar 5.1 Kurva debit tahun 1990 sampai 2000

5.2 Hasil Kalibrasi

Kalibrasi terhadap suatu model adalah proses pemilihan kombinasi parameter. Proses optimalisasi nilai parameter bertujuan untuk meningkatkan koherensi (ketepatan antara yang terukur dan terhitung) antara respon hidrologi DAS yang terukur dan terhitung. Koherensi ini dapat teramati secara kualitatif, misalnya dengan membandingkan hidrograf debit terukur dan terhitung. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses kalibrasi antara lain *trial and errors*, *automatic* serta kombinasi keduanya. Sedangkan metode kalibrasi yang banyak digunakan untuk pemodelan hujan-*runoff* adalah *trial and errors*. Hal itu disebabkan karena proses penggunaannya cukup sederhana, cepat dan membutuhkan pengalaman operator.

5.2.1 Metode *Trial and Errors*

Metode *trial and errors* tentunya tidak terlepas dari faktor coba-coba untuk melakukan langkah kalibrasi. Beberapa langkah dalam proses kalibrasi yaitu penentuan *Warm Up* model IHACRES. *Warm up* merupakan proses inisialisasi data oleh model yang jumlahnya bergantung pada nilai awal data yang dimasukkan dalam melakukan kalibrasi. Proses inisialisasi tersebut bertujuan untuk mengkondisikan bahwa data awal yang dimasukkan sama dengan kondisi di lapang dan dianggap tidak bernilai nol, tetapi dimodelkan sesuai dengan besarnya debit terukur yang dimasukkan. Sehingga dapat menghasilkan koherensi yang tinggi antara data terukur dan terhitung.

Pada penelitian ini digunakan variasi *warm up* sebesar 100, 200, 300 dan 400. Nilai tersebut diambil karena jumlah data yang digunakan cukup besar, yaitu 11 tahun atau sekitar 4017 data (hari). Penentuan variasi nilai *warm up* tersebut juga diperkuat oleh penelitian pendahuluan yang menggunakan *warm up* kurang dari 100 akan menghasilkan nilai R^2 yang lebih rendah dibanding *warm up* 100. Sehingga dilakukan pengujian terhadap nilai *warm up* minimal 100. Nilai tersebut berarti model akan melakukan 100 kali perhitungan untuk memodelkan input data awal. Dengan menggunakan parameter yang sama didapatkan nilai R^2 berturut turut mulai tahun 1990 sampai 1994 adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Penentuan Warm Up Model IHACRES

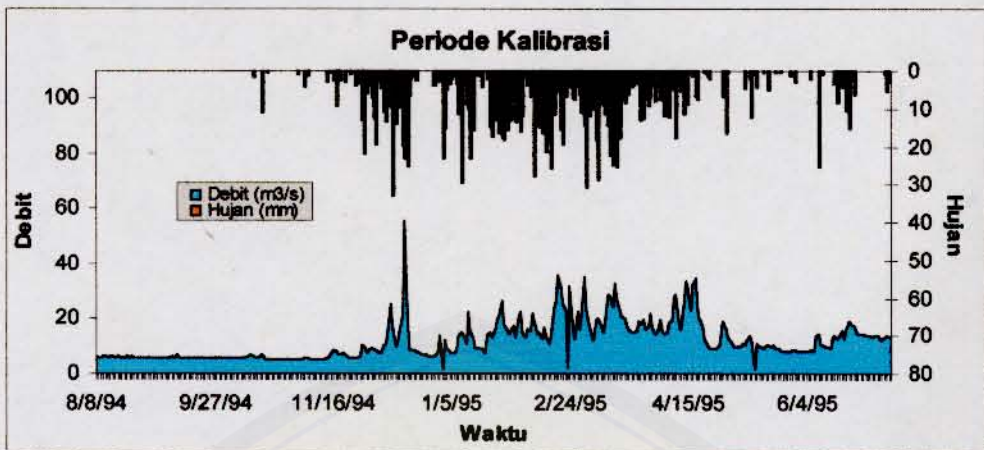
Warm up	R ²	R ² (sqrt)	R ² (log)	R ² (inv)	Bias
100	0.784	0.826	0.841	0.805	14.261
200	0.791	0.843	0.862	0.849	13.848
300	0.787	0.832	0.847	0.822	10.777
400	0.790	0.837	0.854	0.838	7.274

Dari tabel 5.1 di atas dapat diketahui bahwa *warm up* model yang dapat menghasilkan nilai kalibrasi yang paling optimal adalah sebesar 200 dengan nilai R² sebesar 0.791.

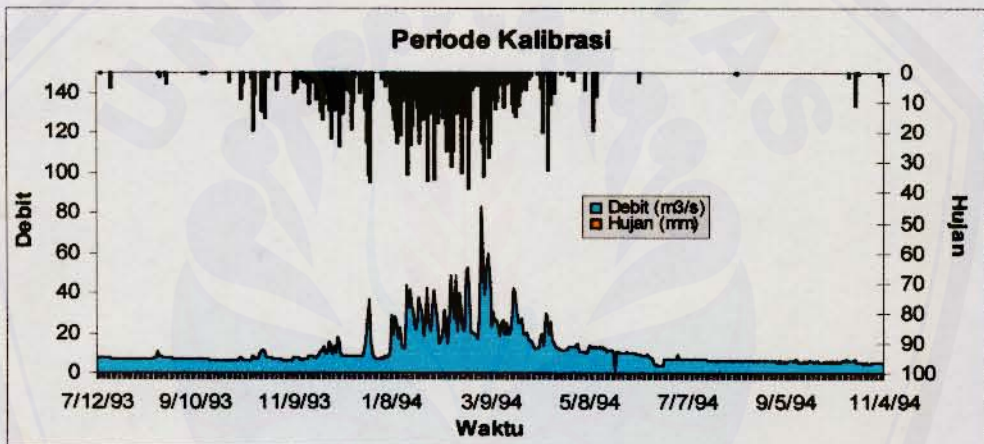
5.2.2. Pemilihan Periode Kalibrasi

Pemilihan periode merupakan langkah awal dalam melakukan kalibrasi model. Untuk itu kita harus mengetahui karakteristik kurva debit terlebih dahulu, bagaimana kecenderungan pola kurva tersebut. Data yang tersedia dalam penelitian cukup banyak sehingga pemilihan periode akan dibagi menjadi dua, yaitu lima tahun pertama adalah periode kalibrasi yakni tahun 1990 sampai tahun 1994. Dari kelima tahun tersebut kita harus jeli melihat bagaimana kecenderungan dari kurva debit terukur setiap tahunnya. DAS Klopo Sawit mempunyai pola *baseflow* yang cukup kuat dengan disertai kenaikan debit, tetapi puncak debatnya sedikit.

Agar didapatkan hasil kalibrasi yang optimal, diusahakan dalam pemilihan periode kalibrasi mempunyai pola yang hampir sama dan menghindari pemilihan periode yang berlawanan, misalnya periode pertama mempunyai pola *baseflow* sedangkan pada periode kedua didominasi puncak debit. Hal itu akan mengakibatkan sulitnya untuk menentukan parameter yang optimal karena model akan mengkalibrasi *input* yang kita masukkan. Jika karakteristik kurva debit tersebut berbeda maka *range* parameter akan menjadi lebih besar sehingga dapat mewakili semua kondisi (pola) kurva. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan nilai kalibrasi yang optimal. Berikut merupakan contoh pemilihan periode kalibrasi.



Gambar 5.2 Contoh pemilihan Periode Kalibrasi
(8 Agustus 1994 sampai 22 Juni 1995)



Gambar 5.3 Contoh Pemilihan Periode Kalibrasi
(12 Juli 1993 sampai 4 November 1994)

Kedua kurva di atas terdapat kesamaan pola yakni periode hujan disertai dengan periode *baseflow* sehingga kedua periode tersebut dapat memberikan nilai parameter yang hampir sama. Proses coba-coba tersebut dimulai dari tahun 1990. Sebagai langkah awal, kita tidak perlu mengubah parameter tetapi menjalankan metode berdasarkan parameter yang sudah ada dalam model sebagai perbandingan apakah hasil kalibrasi sudah optimal atau belum. Apabila masih belum optimal, maka dilakukan pengesetan parameter kembali. Langkah tersebut dilakukan untuk semua tahun periode kalibrasi.

5.2.3 Penentuan *Linear Module*

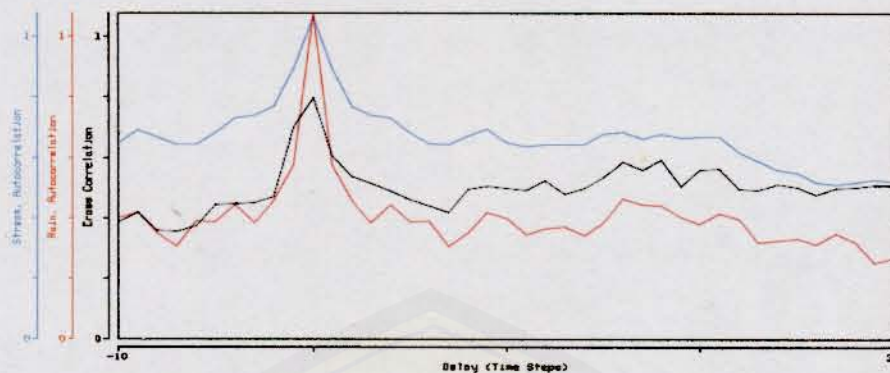
Terdapat dua penentuan dalam *linear module* yaitu *delay* dan *instrument variable*. Keduanya mempunyai peranan penting untuk menghasilkan nilai R^2 yang optimal.

a. *Delay*

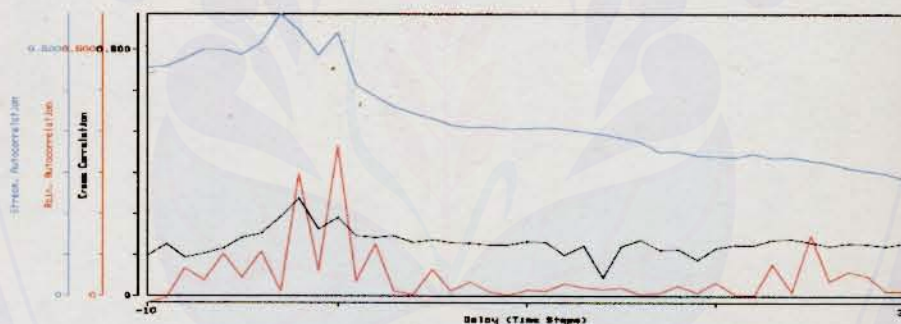
Hal lain yang perlu diperhatikan dalam melakukan kalibrasi adalah menentukan periode dengan nilai *delay* sama dengan nol. *Delay* yang bernilai nol berarti hujan yang terjadi pada hari ini akan menghasilkan perubahan debit di hari yang sama. Pada data harian, besar kemungkinan nilai *delay* yang terjadi akan bernilai nol. Misalnya hujan yang terjadi 4 jam sebelumnya dapat mengakibatkan kenaikan debit pada jam berikutnya tetapi tetap pada hari yang sama. Berbeda dengan apabila data yang digunakan adalah data jam-jam-an, contohnya bila hujan terjadi pada jam delapan pagi, debit baru naik 2 jam berikutnya. Sehingga *delay* yang terjadi tidak bernilai nol karena perhitungan model didasarkan analisa perjam.

Dalam melakukan pemilihan periode kalibrasi dicari periode yang nilai *delay*-nya adalah nol, sehingga debit terhitung akan cenderung mempunyai pola yang sama terhadap debit terukur. Apabila kondisi di alam konstan, maka debit terukur akan selalu mengikuti besarnya hujan yang terjadi dengan mengindahkan pengaruh masukan air dari *baseflow*. Namun pada kenyataannya hal itu sangat sulit terjadi. Sehingga antara debit terukur dan terhitung terdapat perbedaan. Perbedaan tersebut dapat dikarenakan adanya pembagian air ke saluran-saluran irigasi maupun kemungkinan lain yang dapat mengakibatkan perubahan debit terukur.

Apabila ditemui periode kalibrasi yang nilai *delay*-nya lebih kecil atau lebih besar dari nol maka dilakukan pengesetan *delay* menjadi nol, bila tidak maka model tidak dapat dijalankan. Oleh karena itu *delay* model diupayakan bernilai nol agar nilai R^2 yang dihasilkan dapat optimal.

Gambar 5.4 *Delay* bernilai nol

Dari gambar 5.4 dapat dilihat bahwa pada saat *delay* bernilai nol, maka antara debit terukur (garis biru) dan hujan (garis merah) mempunyai puncak yang sama. Sedangkan pada saat *delay* tidak bernilai nol maka debit terukur dan hujan tidak akan memiliki puncak yang sama seperti pada gambar 5.5 berikut.

Gambar 5.5 *Delay* tidak bernilai nol

b. *Instrumental Variable*

Selain pengesetan nilai *delay*, pemilihan *instrumental variable* juga mempunyai peran penting dalam menghasilkan nilai kalibrasi yang baik. *Instrumental variable* merupakan bentuk konfigurasi algoritma terhadap data yang mencerminkan kurva durasi aliran (*flow*). *Instrumental variable* tersebut antara lain:

1) *single exponential store* (1.0)

bentuk kurva ini lebih sesuai apabila diterapkan untuk *ephemeral catchment area* atau DAS yang tidak mempunyai pola *baseflow*.



2) 2 exponential stores in series (2.0)

3) 2 exponential stores and instantaneous store in parallel (2.2)

bentuk kurva ini sesuai pada *catchment area* yang mempunyai karakteristik *baseflow* dan puncak debit

4) exponential store and instantaneous store in parallel (1.1)

5) 2 exponential stores in parallel (2.1)

bentuk kurva ini sesuai untuk *catchment area* yang mempunyai karakteristik *baseflow* yang kuat yaitu periode kering berlangsung dalam waktu yang panjang dengan ketersediaan debit dalam DAS kurang dari $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Melalui proses coba-coba dapat diketahui hasil R^2 dengan menggunakan *instrumental variable* yang berbeda-beda. Misalnya pada pemilihan periode kalibrasi 13 Februari sampai 22 Desember 1994 menghasilkan nilai R^2 untuk masing-masing *instrumental variable* yaitu:

Tabel 5.2 Pemilihan Instrumental Variable

Instrumental variable	R^2
single exponential store	0.528
2 exponential stores in series	nan
2 exponential stores and instantaneous store in parallel	0.662
exponential store and instantaneous store in parallel	0.778
2 exponential stores in parallel	0.792

Dari tabel 5.2 dapat diketahui bahwa *instrumental variable* yang dapat menghasilkan kalibrasi yang paling optimal adalah 2 exponential stores in parallel. Hal itu membuktikan bahwa jenis *instrumental variable* tersebut memang sesuai digunakan pada DAS yang memiliki karakteristik *baseflow* yang kuat seperti di DAS Klopo Sawit. Sedangkan nilai nan menandakan bahwa data yang dimasukkan tidak dapat dimodelkan dengan menggunakan *instrumental variable* tersebut.

5.2.4. Penentuan Non Linear Module

Faktor yang berpengaruh terhadap kalibrasi pada *non linear module* adalah pemilihan parameter model yang tepat sehingga didapatkan nilai R^2 yang optimal,

yaitu R^2 mendekati satu dan bias yang mendekati nol. Beberapa parameter dalam *Non Linear Module* adalah sebagai berikut.

a. *Drying rate at reference temperature* (τ_w)

τ_w merupakan parameter yang menggambarkan periode kering selama masa kalibrasi. Semakin besar jumlah periode kering, maka hujan efektif akan semakin kecil karena air akan banyak terserap ke dalam tanah menjadi air infiltrasi. Selama periode kering tersebut, air akan banyak yang hilang (menguap) sehingga memperkecil nilai s_k (tingkat kebasahan atau kejenuhan tanah) seperti ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$s_k = Cr_k + \left(1 - \frac{1}{\tau_w(t_k)}\right) s_{k-1},$$

b. *Temperature dependence of drying rate* (f)

Parameter f merupakan temperatur yang nilainya bergantung pada besarnya τ_w . Semakin lama periode kering, maka temperatur f juga akan semakin besar mengikuti pertambahan periode kering.

c. *reference temperature* (t_{ref})

Temperatur t_{ref} ini berbeda dengan temperatur f, dimana t_{ref} merupakan suhu sebenarnya di lapang. Pada DAS Klopo Sawit suhu lapang berkisar antara 21.6° sampai 28.4° C.

d. *moisture threshold for producing flow* (l)

Parameter ini merupakan kelembaban untuk menghasilkan aliran.

e. *power on soil moisture* (p)

Parameter ini menggambarkan kelembaban tanah dalam suatu DAS. Parameter tersebut secara umum tidak berubah atau bernilai sama dari waktu ke waktu karena kondisi tanah dalam DAS selalu tergenang air sehingga kelembaban tanahnya tidak berubah. Parameter *moisture threshold for producing flow* dan *power on soil moisture* tidak akan diset ulang karena kedua kondisi tersebut relatif tidak berubah. Namun apabila diperlukan (belum menghasilkan nilai R^2 yang optimal) maka parameter tersebut akan diubah dalam proses coba-coba.

Proses kalibrasi dimulai dengan melakukan pengesetan terhadap *warm up*, pemilihan periode kalibrasi, menentukan periode dengan *delay* bernilai nol, pemilihan *instrumental variable* dan pengesetan *range* parameter. Semua langkah tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *trial and errors*. Dari hasil coba-coba tersebut didapatkan hasil bahwa *warm up* yang optimal adalah 200 dan periode kalibrasi yang menghasilkan nilai R^2 optimal adalah tahun 1994. Sehingga tahun tersebut digunakan sebagai tahun acuan untuk mendapatkan nilai kalibrasi yang paling optimal.

Di tahun 1994 tersebut akan dilakukan proses coba-coba yang lebih mendetail untuk mengetahui dan mendapatkan nilai R^2 yang paling bagus baik dari periode kering maupun basah. Dalam proses coba-coba sebelumnya didapatkan nilai R^2 sebesar 0,792 dengan parameter τ_w sebesar 50 sampai 60, parameter f sebesar 10 sampai 20, parameter t_{ref} sebesar 20 sampai 30, parameter l sebesar 0 sampai 0 dan parameter p sebesar 1 sampai 1. *Range* parameter tersebut masih terlalu besar oleh karena itu perlu dilakukan proses coba-coba sampai menghasilkan nilai *range* parameter yang kecil.

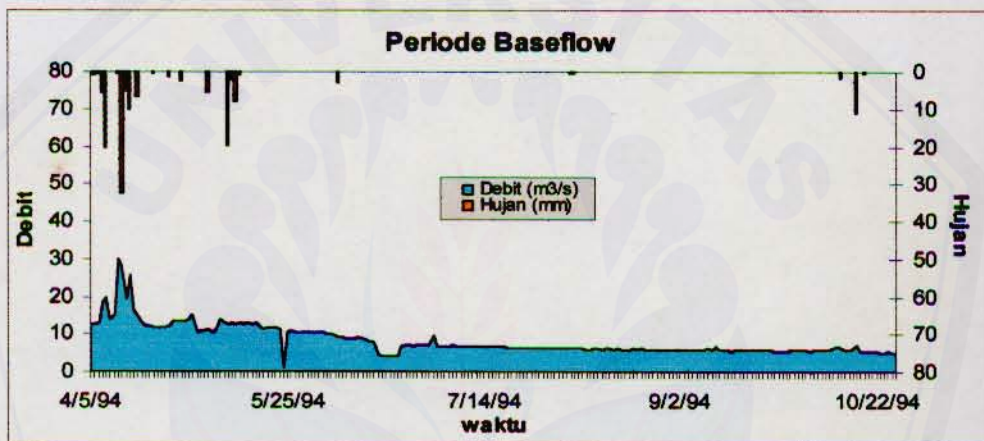
Dari hasil proses coba-coba didapatkan titik kritis dari parameter τ_w pada saat nilai minimum 51 dan maksimum 52. Untuk parameter τ_w dengan nilai 50 menghasilkan R^2 sebesar 0,791 sedangkan nilai maksimum di atas 52 masih menghasilkan R^2 sebesar 0,792. Hal itu menandakan bahwa nilai τ_w yang optimum dalam kalibrasi adalah berkisar 51 sampai 52. Untuk parameter yang kedua yaitu f diperoleh nilai yang optimum sebesar 15 sampai 16. Sedangkan parameter yang ketiga yaitu t_{ref} tidak mengalami perubahan karena parameter tersebut mewakili suhu di lapang dimana suhu di DAS Klopo Sawit berkisar antara 20 sampai 30°C. Yang perlu digarisbawahi dalam pemilihan periode kalibrasi adalah dicari periode dengan nilai *delay* nol agar didapatkan nilai R^2 yang optimal dan menghasilkan kurva debit terhitung yang berpola sama terhadap kurva debit terukur. Pemilihan parameter tersebut menggunakan *instrumental variable* berupa *2 exponential stores in parallel* karena memang kurva debit terukur di DAS Klopo Sawit mempunyai periode *baseflow* yang panjang.

5.2.5 Pembagian Periode Kalibrasi yang Paling Optimal

Dengan menggunakan parameter yang telah didapatkan tersebut, maka periode tahun 1994 dispesifikasi kembali untuk pemilihan periode yang menghasilkan nilai R^2 yang paling bagus. Spesifikasi periode tersebut dibagi menjadi 5 sub periode yaitu:

- a. 27 April sampai 27 Oktober 1994 menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,923.

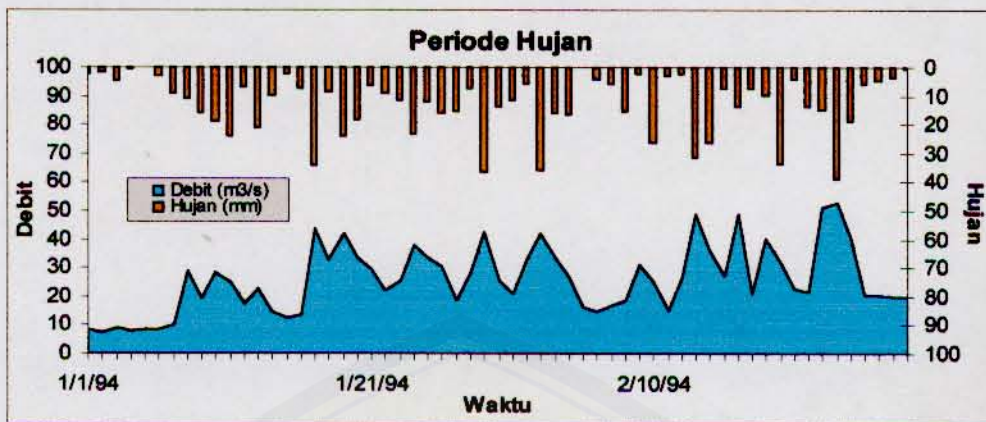
Sub periode ini memiliki *baseflow* yang lebih dominan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan model dalam melakukan kalibrasi terhadap data dengan pola *baseflow* dan membandingkan hasil kalibrasi terhadap periode dengan pola yang lain.



Gambar 5.6 Pembagian Sub Periode *Baseflow*

- b. 10 Maret sampai 31 Desember 1994 menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,817.

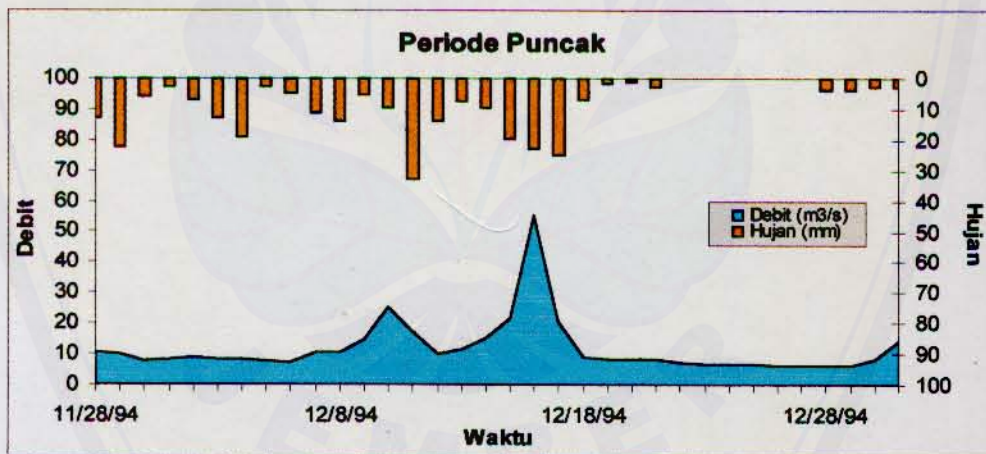
Sub periode ini merupakan gambaran selama periode basah dimana hujan sering terjadi.



Gambar 5.7 Pembagian Sub Periode Hujan

c. 22 Januari sampai 31 Desember 1994 menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,723.

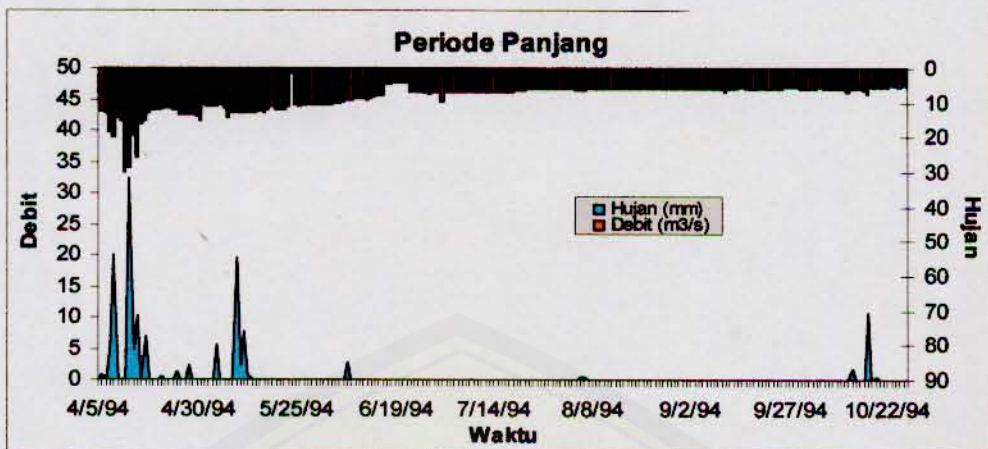
Pada sub periode ini debit puncak terjadi dengan hasil kalibrasi sebesar 0.723. Nilai R^2 pada periode puncak mempunyai nilai paling kecil dibandingkan sub periode baseflow, hujan maupun periode panjang. Sehingga dapat dikatakan parameter kurang optimal diaplikasikan pada periode debit puncak.



Gambar 5.8 Pembagian Sub Periode Debit Puncak

d. 1 Januari sampai 31 Desember 1994 menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,799.

Pada sub periode ini terdapat beberapa pola kurva debit yang meliputi *baseflow*, hujan dan debit puncak. Sub periode tersebut merupakan gambaran periode secara keseluruhan dalam satu tahun.



Gambar 5.9 Pembagian Sub Periode Panjang

Dari nilai R^2 di atas dapat diketahui bahwa periode 27 April sampai 27 Oktober 1994 yang merupakan periode *baseflow* menghasilkan nilai R^2 yang paling bagus sebesar 0.923 sehingga periode tersebut dipilih sebagai periode kalibrasi yang di *accepted*. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa IHACRES berhasil melakukan kalibrasi dengan parameter yang telah ditentukan. Model mempunyai sensitifitas memodelkan pola *baseflow* dari pada debit puncak yang dibuktikan dengan perolehan R^2 paling kecil dibandingkan dengan sub periode lain. Setelah periode tersebut diterima (dianggap telah menghasilkan nilai R^2 yang optimal) maka hasil tersebut dianalyse sehingga didapatkan nilai kalibrasi sebagai berikut:

Tabel 5.3 Hasil Kalibrasi

Parameter	Nilai
Mass balance term (C)	0.001817
Drying rate at reference temperature (τ_w)	51.00000
Temperature dependence of drying rate (f)	16.00000
Reference temperature (t_{ref})	27.00000
Moisture threshold for producing flow (l)	0.00000
Power on soil moisture (p)	1.00000
Recession rate 1 ($a^{(s)}$)	-0.995
Recession rate 2 ($a^{(q)}$)	-0.627
Peak respons 1 ($\beta^{(s)}$)	0.003
Peak respons 2 ($\beta^{(q)}$)	0.149
Time constant 1 ($\tau^{(s)}$)	182.347
Time constant 2 ($\tau^{(q)}$)	2.142
Volume proportion 1 ($v^{(s)}$)	0.602
Volume proportion 2 ($v^{(q)}$)	0.398

Dari tabel 5.3 dapat diketahui bahwa penentuan parameter yang menghasilkan kalibrasi optimal adalah menggunakan *range* parameter τ_w sebesar 51, parameter f sebesar 16, parameter t_{ref} sebesar 27, parameter l sebesar 0 dan parameter p sebesar 1. Dari penggunaan *range* parameter tersebut diperoleh nilai C yang mengindikasikan jumlah air yang selalu ada dalam tanah sebesar 0.001817. Sedangkan untuk kriteria statistik hasil kalibrasi dapat dilihat pada lampiran 4. Kriteria statistik tersebut antara lain.

a. *Mass balance term* (C)

Mass balance term merupakan jumlah air yang selalu ada dalam tanah meskipun pada kondisi yang sangat kering atau tidak terjadi hujan. Air ini akan selalu ada bahkan pada saat akar tumbuhan sudah tidak mampu untuk menyerap air tersebut, kondisi ini disebut sebagai titik layu permanen. Dari lampiran 1 dapat diketahui bahwa pada saat τ_w minimum (51), nilai C lebih besar daripada τ_w maksimum (52). Hal itu menandakan bahwa semakin lama periode kering yang terjadi akan mengakibatkan jumlah air konstan tersebut

semakin kecil meskipun air akan selalu tersedia. Hubungan tersebut sesuai dengan persamaan dibawah ini.

$$s_k = Cr_k + \left(1 - \frac{1}{\tau_w(t_k)}\right) s_{k-1},$$

Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa nilai C dengan τ_w adalah berbanding terbalik. Berdasarkan lampiran 1, pada saat τ_w bernilai 51 maka C sebesar 0.001817, sedangkan untuk τ_w yang bernilai 52 maka C sebesar 0.001783.

b. *Drying rate at reference temperature (τ_w)*

Parameter ini menandakan lamanya periode kering yang terjadi berdasarkan pemilihan periode yang dipilih. Pada saat periode kering dimana hujan jarang terjadi maka nilai τ_w akan semakin besar.

c. *Temperature dependence of drying rate (f)*

Temperatur ini nilainya bergantung pada besarnya τ_w , sehingga apabila τ_w semakin besar maka nilai f juga akan semakin besar pula. Dari lampiran 1 diketahui bahwa pada saat τ_w bernilai 52 maka f bernilai 15.9. Kebalikannya apabila nilai τ_w sebesar 51 maka f akan bernilai 15.6. Perlu diketahui pula bahwa satuan f bukan dalam satuan $^{\circ}\text{C}$ tetapi $1/^{\circ}\text{C}$.

d. *Reference temperature (t_{ref})*

Parameter ini merupakan suhu yang sesuai dengan kondisi di lapang. Berdasarkan lampiran 1 dapat diketahui bahwa nilai C akan semakin kecil seiring dengan kenaikan suhu lapang. Sehingga hal itu membuktikan bahwa faktor penguapan karena pemanasan juga berpengaruh terhadap jumlah air yang tersimpan dalam tanah.

e. *Moisture threshold for producing flow (l)*

f. *Power on soil moisture (p)*

Parameter l dan p relatif konstan nilainya sehingga tidak memerlukan pengesetan ulang meskipun tidak menutup kemungkinan nilai parameter tersebut akan diubah apabila belum mendapatkan nilai R^2 yang optimal.

g. Bias

Bias merupakan salah satu kriteria statistik yang menunjukkan tingkat kesalahan volume aliran secara umum (sisa model), yakni selisih antara debit terukur dan terhitung pertahun. Dimana semakin meningkatnya periode kering (τ_w), f dan suhu lapang akan mengakibatkan nilai bias semakin besar pula. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin kering kondisi DAS maka jumlah debit akan berkurang meskipun tidak terjadi secara drastis. Oleh karena itu hasil kalibrasi yang baik akan ditunjukkan dengan nilai bias yang semakin mendekati nol, sehingga selisih antara debit terukur dan terhitung semakin kecil.

h. *Relative bias*

Kalau bias menunjukkan perbedaan antara debit terukur dan terhitung pertahunnya, *relative bias* menggambarkan selisih dari perbedaan debit terukur dan terhitung dibandingkan dengan nilai debit terukur.

i. R Squared

Nilai R^2 merupakan kebalikan dari bias dan kriteria utama yang menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan terhitung. Semakin besar nilai R^2 maka semakin bagus hasil kalibrasi yaitu makin sesuai antara debit terukur dengan debit terhitung.

j. R^2 -sqrt

Nilai R^2 -sqrt menunjukkan variasi dari nilai R^2 terutama kurva debit puncak.

k. R^2 -log

Nilai R^2 -log menunjukkan variasi R^2 terutama untuk kurva pada semua aliran debit rata-rata. Dari lampiran 1 diketahui bahwa nilai R^2 -log lebih besar daripada R^2 -sqrt dan R^2 -inv. Hal itu berarti pada periode kalibrasi 1994 yang telah di *accepted* memiliki karakteristik *base flow* dan hujan.

l. R^2 -inv

Nilai R^2 -inv menunjukkan variasi R^2 terutama untuk kurva pada aliran rendah (*base flow*).

m. U1

Nilai U1 menunjukkan korelasi koefisien antara bias dengan hujan efektif yaitu semakin besar bias nilai U1 semakin kecil.

n. X1

Nilai X1 menunjukkan hubungan koefisien antara bias dengan debit terhitung. Semakin besar bias maka X1 akan semakin kecil.

o. ARPE

Nilai ARPE merupakan persentase tingkat kesalahan parameter yang digunakan.

p. Tau 1

q. Tau 2

r. Volume 1

s. Volume 2

Baik volume 1 dan 2 merupakan jumlah volume dari komponen *quick and slow flow*.

Dari hasil kalibrasi yang telah diperoleh tersebut dapat dianalisa bahwa pemilihan periode kalibrasi yang menghasilkan nilai R^2 yang optimal (0.923) dengan bias yang mendekati nol (1.525) adalah berpola *baseflow*. Dari nilai R^2 yang telah didapat tersebut, besar kemungkinan debit terukur dan terhitung mempunyai pola yang hampir sama. Apalagi suhu setiap tahunnya relatif sama sehingga penguapan yang terjadi mempunyai pengaruh yang tidak berbeda jauh setiap tahunnya.

5.3 Hasil Validasi

Validasi (*validation*) adalah proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidakpastian oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Umumnya validasi dilakukan dengan menggunakan data di luar periode yang digunakan untuk kalibrasi. Suatu fungsi objektif digunakan untuk mengukur secara kuantitatif tingkat kesalahan antara yang terhitung dan terukur. Minimalisasi nilai fungsi objektif dilakukan dengan optimalisasi parameter. Pemilihan fungsi objektif mana yang digunakan akan

menentukan bagian dari suatu model yang akan di tes. Dimana validasi model secara tidak langsung membenarkan bahwa model yang spesifik dapat memberikan hasil simulasi dengan tingkat keakuratan tertentu dalam suatu percobaan.

Penelitian yang dilakukan pada DAS Klopo Sawit, menggunakan validasi dengan metode *simple-sample test*. Metode ini merupakan pengujian yang klasik dan dilakukan pada DAS dengan kondisi relatif konstan dan data yang tersedia mencukupi untuk melakukan kalibrasi dan validasi. Data tersebut dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama digunakan sebagai periode kalibrasi dan periode lainnya sebagai validasi. Permasalahan yang umum dihadapi adalah tidak semua periode layak dikalibrasi, terkadang terdapat data yang kurang lengkap. Sehingga sebaiknya dipilih data yang cukup lengkap.

Pada proses kalibrasi telah didapatkan bahwa periode yang paling baik digunakan sebagai periode kalibrasi adalah data tahun 1994 (5 April sampai 27 Oktober 1994), dengan nilai R^2 sebesar 0,923 dan bias 1,525 mm/year. Hasil kalibrasi tersebut sudah cukup layak karena nilai R^2 mendekati nilai satu yang mengindikasikan bahwa kesesuaian antara debit terukur dan terhitung cukup baik. Sehingga kalibrasi dengan periode tersebut digunakan sebagai patokan untuk melakukan validasi semua data mulai tahun 1990 sampai tahun 2000.

Setelah kalibrasi di *accepted* (diterima), maka validasi dapat dilakukan. Dari validasi tersebut didapatkan nilai R^2 sebesar 0,65 dengan bias -25,34 mm/year. Sedangkan nilai *rest* sebesar 0,076 dengan bias -47,50 mm/year, nilai *rest* menunjukkan selisih atau jarak antara debit terukur terhadap debit hasil pemodelan apabila diplotkan pada kurva debit. Jadi pada kurva terdapat selisih waktu dimana debit terhitung akan memulai untuk mengikuti pola atau bentuk debit terukur. Hal itu terjadi karena masih terdapat bias yang merupakan selisih jumlah debit terukur dan terhitung per tahunnya sehingga debit terhitung tidak dapat mengikuti pola debit terukur secara presisi. Nilai *rest* tersebut otomatis akan berkurang apabila bias validasi semakin kecil.

5.3.1 Evaluasi Hasil Validasi Setiap Tahun

Hasil validasi dapat dilihat pada lampiran 2. Dari hasil lampiran 2 dapat diketahui nilai kevalidan hasil pemodelan setiap tahunnya, yaitu:

1. Year 1 (tahun 1990)

Nilai R^2 sebesar 0,14 dengan bias 197,99 mm/year. Hal itu menunjukkan bahwa di tahun tersebut parameter kalibrasi yang digunakan masih belum sesuai diterapkan. Dimana terlihat jelas dengan besarnya bias yang terjadi. Dengan nilai R^2 -inv (0,92) yang lebih besar dari R^2 -sqrt dan R^2 -log, berarti di tahun tersebut *baseflow* terjadi dengan periode yang panjang (periode kering).

2. Year 2 (tahun 1991)

Di tahun 1991 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,58 dengan bias 101,96 mm/year. Dengan nilai R^2 -inv yang masih lebih besar daripada R^2 -sqrt dan R^2 -log menunjukkan periode kering mendominasi kurva debit di tahun 1991. Sehingga dengan pengesetan parameter yang merefleksikan periode kering dan basah akan mengakibatkan nilai bias cenderung besar. Meskipun nilai R^2 yang didapat lebih memuaskan daripada tahun 1990. Hal tersebut sesuai dengan hasil kalibrasi pertahun dimana kalibrasi di tahun 1991 menghasilkan R^2 sebesar 0,616.

3. Year 3 (tahun 1992)

Pada tahun ini R^2 menurun yakni hanya sebesar 0,30 dengan bias 173,87 mm/year. Hal itu terjadi karena hasil kalibrasi per tahunnya menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,471. Di tahun tersebut antara periode kering maupun basah berlangsung cukup seragam yang ditunjukkan dari nilai R^2 -sqrt sebesar 0,12, R^2 -log sebesar 0,11 dan R^2 -inv sebesar 0,14. Dari ke-3 nilai tersebut terdapat selisih yang tidak jauh berbeda. Sehingga dikatakan pada tahun 1992 hujan cukup sering terjadi.

4. Year 4 (tahun 1993)

Pada tahun 1993, nilai R^2 diperoleh sebesar 0,5 dengan bias -27,75 mm/year. Nilai bias yang negatif menunjukkan bahwa debit hasil pemodelan lebih besar dari pada debit terukur.

5. Year 5 (tahun 1994)

Tahun 1994 merupakan periode yang dipilih sebagai periode kalibrasi karena nilai R^2 yang dihasilkan paling besar yakni 0,73 dengan bias sebesar $-28,77$ mm/year. Di tahun ini *baseflow* berlangsung cukup lama yang ditunjukkan dengan nilai R^2 -inv sebesar 0,83 meskipun hujan juga masih seringkali berlangsung, terbukti dengan nilai R^2 -sqrt sebesar 0,80 dan nilai R^2 -log sebesar 0,82.

6. Year 6 (tahun 1995)

Pada tahun 1995 nilai R^2 diperoleh sebesar 0,34 dengan bias 56,52 mm/year. Nilai sebesar itu menunjukkan bahwa debit terukur dan terhitung masih belum sesuai, hal itu didukung dengan nilai bias yang cukup besar sehingga perbedaan debit lebih terlihat.

7. Year 7 (tahun 1996)

Pada tahun 1996 nilai R^2 yang dihasilkan sebesar $-1,05$ dengan bias 168,09 mm/year. Di tahun ini puncak debit terjadi yang ditunjukkan R^2 -sqrt sebesar 0,41 lebih besar daripada R^2 -log maupun R^2 -inv. Hal itu tentu saja akan memperkecil nilai R^2 dimana parameter yang digunakan lebih ditunjukkan pada periode hujan dan *baseflow* agar *instrumental variabel* lebih mudah didapatkan.

8. Year 8 (tahun 1997)

Nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,11 dengan bias sangat besar yaitu 625,55 mm/year. Kedua nilai tersebut masih kurang memuaskan sehingga menandakan bahwa parameter dalam kalibrasi kurang sesuai bila diterapkan pada tahun 1997.

9. Year 9 (tahun 1998)

Nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,14 dengan bias 53,19 mm/year.

10. Year 10 (tahun 1999)

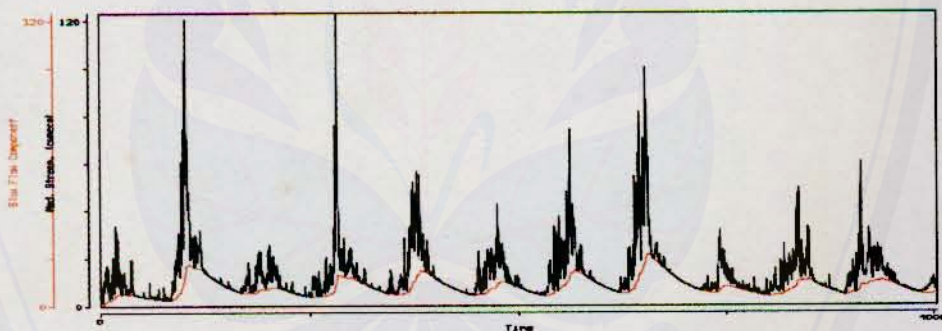
Sama halnya dengan tahun 1998, hasil R^2 yang diperoleh masih belum memuaskan yakni sebesar $-2,99$ dan bias 237,21 mm/year.

11. Year 11 (tahun 2000)

Tahun 2000 merupakan tahun yang menghasilkan nilai R^2 paling besar dibandingkan dengan tahun-tahun lainnya selama periode di luar periode kalibrasi (1990 sampai 1994) dimana R^2 yang dihasilkan sebesar 0,41 dengan bias sebesar 77,26 mm/year. Dan model juga dapat mengkondisikan kondisi *baseflow*, hujan, debit puncak dengan baik. Hal itu ditunjukkan dengan nilai R^2 -sqrt, R^2 -log dan R^2 -inv yang cenderung hampir sama yaitu berturut-turut sebesar 0,43; 0,44 dan 0,45.

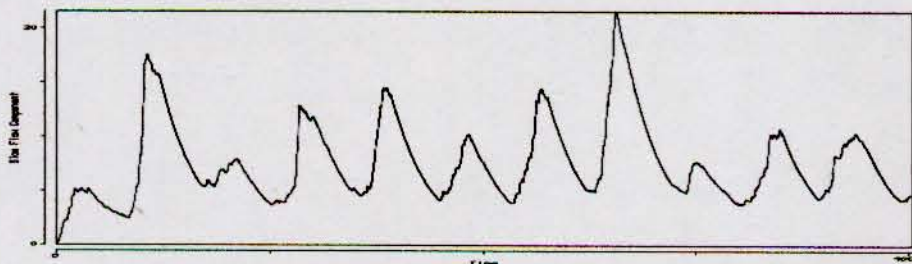
Apabila kita ingin melihat hasil pemodelan secara grafik, maka terdapat beberapa hubungan yang dapat kita plotkan, yaitu hujan, hujan efektif, debit terukur, debit terhitung, suhu dan *slowflow* (*slowflow* sama dengan *baseflow*). Kita dapat mengetahui hubungan antar ke-enam komponen tersebut dengan memilih hubungan yang dikehendaki misalnya:

1) Hubungan antara debit terhitung dan *slowflow*



Gambar 5.10 Hubungan antara debit terhitung dan *slowflow*

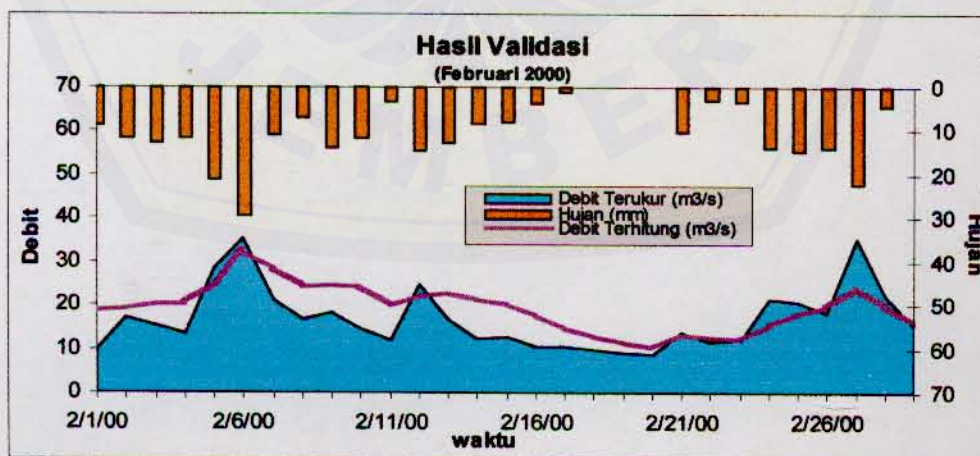
Dari gambar tersebut dapat diketahui pola dari debit terhitung yang mengikuti pola *slowflow*. Sedangkan pola *slowflow* secara tersendiri dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 5.11 Pola *Slowflow*

Sedangkan apabila kita ingin mencari korelasi antara debit terukur dan terhitung dapat dilihat dalam tabel *simulasi-summary* pada lampiran 3. Dari lampiran 3 dapat diketahui bahwa tidak semua hujan menjadi hujan efektif, terbukti dengan nilai hujan efektif yang selalu lebih kecil dari pada hujan yang terjadi di alam. Sedangkan debit terhitung ternyata banyak yang nilainya lebih besar daripada debit terukur (tahun 1994). Pada tahun 1994 hujan terjadi dengan intensitas tertinggi sebesar 35.8 mm/hari sehingga debit terhitung cenderung besar. Hal itu diperjelas dengan hasil validasi di tahun 1994 dimana R^2 yang dihasilkan sebesar 0,73 dengan bias $-28,77$ mm/year. Nilai bias yang negatif menandakan bahwa debit terhitung nilainya lebih besar dari pada debit terukur.

5.3.2 Pola Debit Hasil Pemodelan Dibanding Debit Terukur

Pola debit hasil pemodelan cenderung mengikuti pola debit terukur, hal itu dapat ditunjukkan dengan gambar berikut:

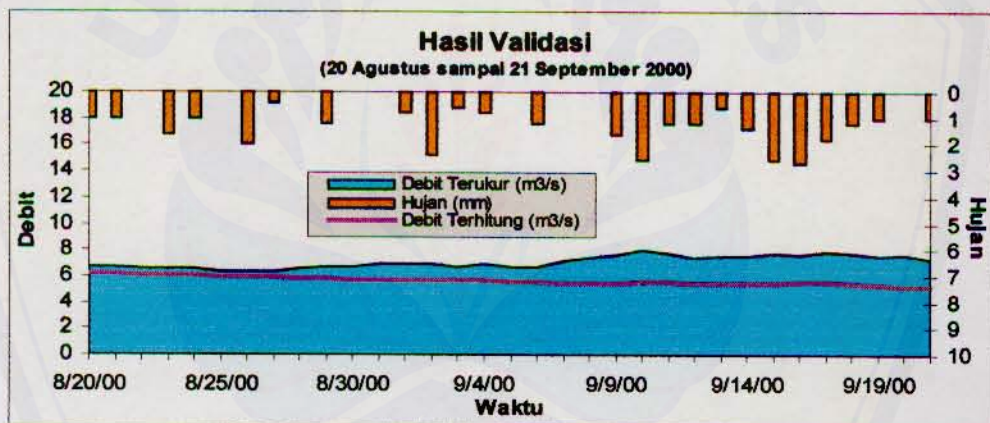


Gambar 5.12 Kurva Hasil Validasi Periode Hujan



Dari gambar tersebut dapat dianalisa bahwa pola debit terukur dan terhitung hampir sama. Namun masih terdapat selisih waktu debit terhitung untuk mengikuti debit terukur yang diindikasikan dengan adanya nilai *rest* sebesar 0.076. Debit terukur akan selalu melakukan pemodelan berdasarkan *input* hujan yang terjadi, sehingga apabila terjadi hujan maka debit terhitung akan semakin naik. Sebaliknya apabila tidak terjadi hujan maka debit terukur akan berkurang. Sehingga debit terhitung memiliki pola yang sama dengan pola hujan. Perbedaan debit terukur dan terhitung tersebut dikarenakan adanya faktor alam yang turut berperan dalam pembentukan nilai debit terukur. Pada kondisi lapang, jumlah debit terukur dapat mengalami defisit apabila terdapat air dalam DAS disalurkan menjadi air irigasi.

Sedangkan untuk periode dengan karakteristik *baseflow* dapat dilihat pada gambar 5.13 berikut.



Gambar 5.13 Kurva Hasil Pemodelan Periode *Baseflow*

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa hujan sedikit sekali terjadi yang mengakibatkan debit akan cenderung konstan atau tidak mengalami penambahan. Kurva debit terukur dan terhitung mempunyai pola yang sama. Dari hasil penelitian ternyata diperoleh nilai kalibrasi yang lebih besar daripada validasi. Hal itu menunjukkan bahwa penggunaan parameter lebih sesuai untuk periode kalibrasi di tahun 1994 yang mempunyai karakteristik *baseflow* kuat yakni periode *baseflow* (kering) terjadi dalam waktu yang panjang. Hasil validasi yang lebih rendah disebabkan karena terdapat perbedaan karakteristik kurva debit,

dimana pada periode validasi hujan lebih sering terjadi sehingga karakteristik debitnya bukan periode *baseflow* tetapi periode hujan. Perbedaan tersebut akan membuat *range* parameter yang digunakan juga akan berbeda. Oleh karena itu bila ingin menghasilkan nilai kalibrasi dan validasi yang baik, maka diupayakan menggunakan data yang memiliki pola kurva debit yang sama.

Baseflow yang terdapat di DAS Klopo Sawit memiliki periode yang cukup panjang yakni berkisar antara 4 sampai 8 bulan dengan debit dibawah $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Dengan demikian penggunaan model IHACRES sangat diperlukan di DAS Klopo Sawit yang memiliki kecenderungan *baseflow* yang kuat, sehingga pendugaan debit pada waktu yang akan datang dapat diketahui.

Berdasarkan hasil kalibrasi dan validasi yang telah dilakukan maka pemodelan sistem hidrologi menggunakan IHACRES dengan *input* data hujan, debit dan temperatur harian dapat dinyatakan layak diterapkan di DAS Klopo Sawit. DAS Klopo sawit berbentuk radial, dimana setiap terjadi hujan akan berpotensi menaikkan debit. Hal itu ditunjang dengan jenis tanah di DAS Klopo Sawit yang sebagian besar adalah mediteran, yaitu perpaduan antara tanah jenis andosol, grumosol serta regosol dengan tekstur tanah sangat berat. Kondisi tanah yang demikian berpengaruh terhadap besar kecilnya aliran permukaan, tanah yang memiliki tekstur sangat berat bersifat tidak permiabel sehingga pada musim hujan tanah ini dapat menyumbangkan aliran permukaan yang cukup besar terhadap penambahan debit banjir. Karena kemampuan air untuk berinfiltrasi sangat kecil akan menyebabkan aliran permukaan yang menuju sungai menjadi bertambah besar.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan tersebut dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Parameter yang dikalibrasi dan validasi dalam model IHACRES adalah τ_w (*drying rate at reference temperature*), f (*temperature dependence of drying rate*) dan t_{ref} (*reference temperature*).
2. Kalibrasi terhadap suatu model adalah proses pemilihan kombinasi parameter. Proses optimalisasi nilai parameter bertujuan meningkatkan koherensi antara respon hidrologi DAS yang terukur dan terhitung.
3. *Warm up* model yang paling optimal adalah 200 dengan nilai R^2 sebesar 0.791, nilai tersebut lebih baik dibandingkan menggunakan *warm up* 100, 300 maupun 400.
4. Pemilihan periode kalibrasi diupayakan dengan memilih periode yang menghasilkan nilai *delay* nol yaitu tahun 1994.
5. *Instrumental variable* yang sesuai dengan DAS Klopo Sawit adalah 2 *Exponential Stores in Parallel* dengan nilai R^2 sebesar 0.792, dimana pola *baseflow* lebih dominan.
6. Parameter kalibrasi yang telah didapat adalah sebagai berikut:
 - a. $\tau_w = 51.0$ sampai 52.0 Time step = 1.0
 - b. $f = 15.0$ sampai 16.0 Time step = 0.1
 - c. $t_{ref} = 20.0$ sampai 30.0 Time step = 1.0
 - d. $l = 0.0$ sampai 0.0 Time step = 1.0
 - e. $p = 1.0$ sampai 1.0 Time step = 0.1
7. Nilai R^2 hasil kalibrasi sebesar 0.923 dengan bias 1.525 mm/year
8. Nilai R^2 hasil validasi sebesar 0.65 dengan bias sebesar -25.34 mm/year
9. Apabila DAS Klopo Sawit di tahun yang akan datang tidak memiliki kecenderungan *baseflow* yang kuat maka pemodelan tidak akan sesuai menggunakan *instrumental variable 2 Exponential Stores in Parallel*.

6.2 Saran

1. Data jam-jam-an mempunyai kecenderungan *delay* bernilai bukan nol, sehingga perlu pengesetan nilai *delay* menjadi nol.
2. Bila nilai parameter yang telah didapat masih belum menghasilkan nilai R^2 yang optimum, maka pengesetan parameter l (*moisture threshold for producing flow*) dan p (*power on soil moisture*) dapat dilakukan.



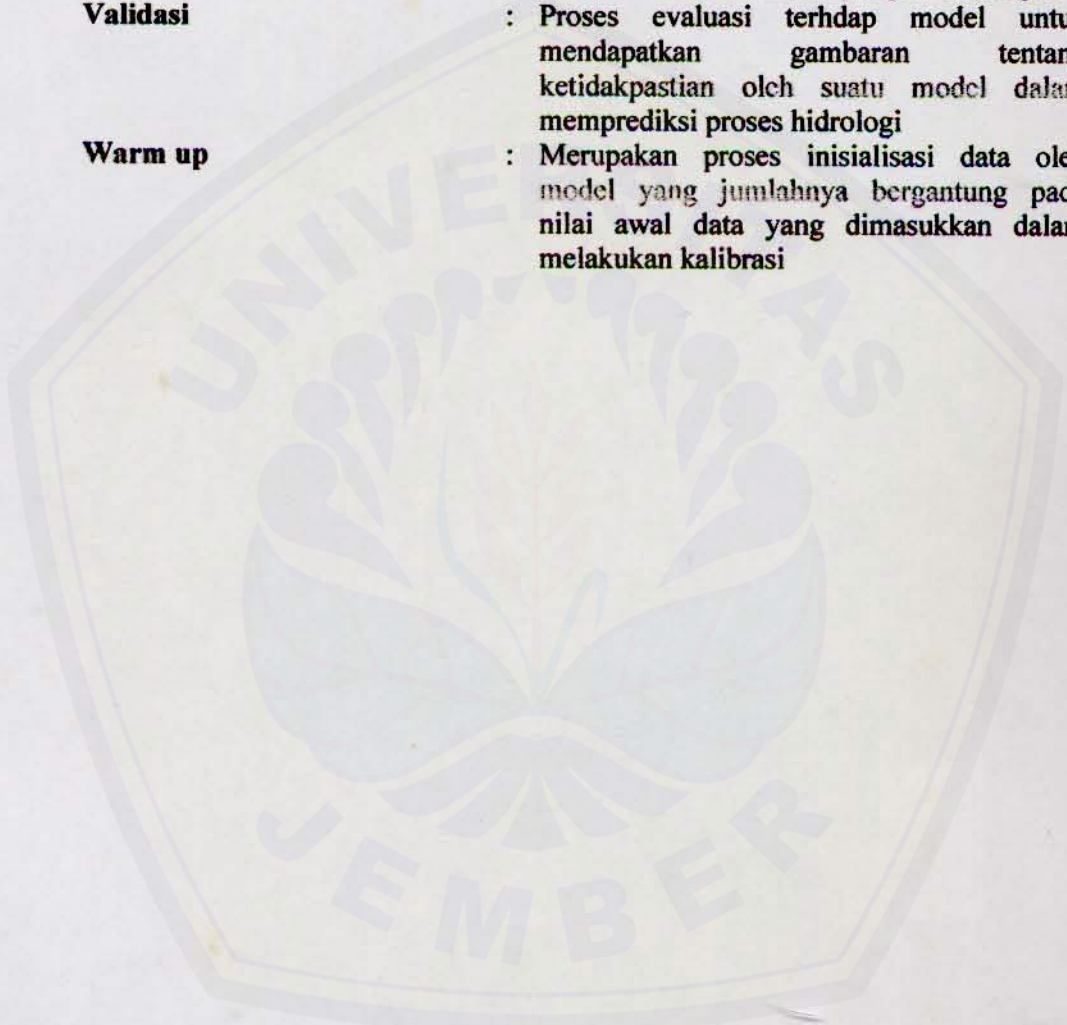
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Evaluasi Pengelolaan Sumberdaya Air Satuan Wilayah Sungai (SWS) Brantas*. Laporan Akhir. Jember: Lembaga Penelitian Universitas Jember
- Buras, N (Eds). 1997. *Reflections on Hydrology Science and Practise*. American Geophysical Union.
- Fleeming, G. 1975. *Computer Simulation Techniques in Hydrology*. El Sevier.
- Floyd, C. 1987. *Outline of a Paradigma Change in Software Engineering*. In Bjerknnes, G., Eha, P. and Kyng, M (Eds) *Computers and Democracy*. Avebury, Aldershort, UK, and Brookfield, USA
- Green, I.R.A and Stephenson, D. 1986. *Criteria for comparison of single Event Models Hydrological Sciences Journal*, 31 (3). 395-411
- Kiemas, V. 1987. *Operational Testing of Hydrological Simulation Models. Hydrological Science Journal*, 31, 13-24
- Littlewood, I.G, K. Down, J.R. Parker and D.A Post. 1997. *IHACRES Catchment Scale Raifall-Streamflow Modelling (PC Version)*. The Australian National University, Canberra, 99p.
- Todini, E. 1998. *Rainfall-Runoff Modelling Post, Present and Future Journal of Hydrology*. 100,141-352

GLOSSERY

ArcView	: Salah satu software GIS yang dikeluarkan oleh The Environmental System Research Institute (ESRI)
Andosol	: Jenis tanah yang dibentuk oleh abu vulkanik yang banyak terdapat di lereng gunung api
Baseflow	: Aliran dasar yang terbentuk dari air yang tersimpan dalam tanah
Bias	: Kriteria statistik yang menunjukkan tingkat kesalahan volume aliran secara umum
DAS	: Bagian dari permukaan bumi yang menjadi tempa berkumpulnya aliran air dan mengalirkannya ke daerah bawah melalui sungai dan menuju ke suatu titik pengeluaran biasanya danau dan laut
Debit	: Laju aliran dalam volume persatuan waktu yang dinyatakan dalam m^3/s
Delay	: Selisih waktu antara hujan yang terjadi dengan perubahan debit
Drainase	: Proses penyaluran kelebihan air hujan menuju sungai
Grumosol	: Jenis tanah lempung yang berwarna kelam dan bertekstur berat
Hidrologi	: Ilmu yang mempelajari tentang seluk beluk air, peredaran dan distribusinya, sifat fisik dan kimianya serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungan dengan kehidupan manusia
Infiltrasi	: Air hujan yang masuk ke dalam tanah
Interflow	: Air yang masuk ke dalam tanah kemudian mengalir ke sungai
Instrumental variable	: Bentuk konfigurasi algoritma terhadap data dan mencerminkan kurva durasi aliran
Intersepsi	: Air hujan yang tertahan oleh bagian tanaman atau bangunan
Kalibrasi	: Proses pemilihan kombinasi parameter
Overland flow	: Bagian hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau dan laut. Biasanya terjadi setelah kapasitas infiltrasi telah terpenuhi
R-Squared	: Kriteria statistik yang menunjukkan ketepatan debit terhitung mengikuti pola debit terukur

- Stasiun hujan** : Tempat alat pengukur curah hujan yang merupakan tempat pengamatan curah hujan
- Tekstur tanah** : perbandingan relatif dari berbagai golongan partikel tanah dalam suatu massa tanah terutama perbandingan antara fraksi tanah yang terdiri dari pasir, debu dan liat
- Topografi** : Istilah yang digunakan untuk menggambarkan kondisi dan bentuk dari permukaan bumi daerah pengaliran sungai
- Validasi** : Proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang ketidakpastian oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi
- Warm up** : Merupakan proses inialisasi data oleh model yang jumlahnya bergantung pada nilai awal data yang dimasukkan dalam melakukan kalibrasi



Digital Repository Universitas Jember

0	7.6	28.7	5/27/91
0	7.6	28.7	5/28/91
0	7.6	28.3	5/29/91
0	7.6	28.3	5/30/91
0	7.6	28.3	5/31/91
0	7.6	28.3	6/1/91
0	7.6	28.3	6/2/91
0	7.8	28.3	6/3/91
0	7.8	28.3	6/4/91
0	7.6	28.3	6/5/91
0	7.8	28.3	6/6/91
0	7.8	28.3	6/7/91
0	7.6	28.3	6/8/91
0	7.8	28.3	6/9/91
0	8.2	28.3	6/10/91
0	7.8	28.3	6/11/91
0	7.6	28.3	6/12/91
0	7.6	28.3	6/13/91
0	7.8	28.3	6/14/91
0	7.6	28.3	6/15/91
0	7.2	28.3	6/16/91
0	7.2	28.3	6/17/91
0	7.2	28.3	6/18/91
0	7.2	28.3	6/19/91
0	7.2	28.3	6/20/91
0	7.2	28.3	6/21/91
0	7.2	28.3	6/22/91
0	7.2	28.3	6/23/91
0	7.2	28.3	6/24/91
0	7.2	28.3	6/25/91
0	7	28.3	6/26/91
0	7	28.3	6/27/91
0	7	28.3	6/28/91
0	7	27.2	6/29/91
0	7.2	27.2	6/30/91
0	6.9	27.2	7/1/91
0	6.8	27.2	7/2/91
0	6.8	27.2	7/3/91
0	6.8	27.2	7/4/91
0	6.8	27.2	7/5/91
0	6.8	27.2	7/6/91
0	6.8	27.2	7/7/91
0	6.8	27.2	7/8/91
0	6.8	27.2	7/9/91
0	6.8	27.2	7/10/91
0	6.8	27.2	7/11/91
0	6.7	27.2	7/12/91
0	7	27.2	7/13/91
0	7	27.2	7/14/91
0	6.8	27.2	7/15/91
0	6.8	27.2	7/16/91
0	6.8	27.2	7/17/91
0	6.8	27.2	7/18/91
0	6.8	27.2	7/19/91
0	6.7	27.2	7/20/91
0	6.6	27.2	7/21/91
0	6.7	27.2	7/22/91
0	6.8	27.2	7/23/91
0	6.7	27.2	7/24/91
0	6.7	27.2	7/25/91
0	6.8	27.2	7/26/91
0	6.8	27.2	7/27/91
0	6.8	27.2	7/28/91
10.4	6.7	27.2	7/29/91

0.7	6.7	27.9	7/30/91
0.5	6.7	27.9	7/31/91
0	6.8	27.9	8/1/91
0	6.8	27.9	8/2/91
0	6.8	27.9	8/3/91
0	6.8	27.9	8/4/91
0	6.8	27.9	8/5/91
0	6.7	27.9	8/6/91
0	6.6	27.9	8/7/91
0	6.6	27.9	8/8/91
0	6.5	27.9	8/9/91
0	6.5	27.9	8/10/91
0	6.6	27.9	8/11/91
0	6.6	27.9	8/12/91
0	6.5	27.9	8/13/91
0	6.5	27.9	8/14/91
0	6.5	27.9	8/15/91
0	6.5	27.9	8/16/91
0	6.5	27.9	8/17/91
0	6.5	27.9	8/18/91
0	6.5	27.9	8/19/91
0	6.5	27.9	8/20/91
0	6.5	27.9	8/21/91
0	6.5	27.9	8/22/91
0	6.5	27.9	8/23/91
0	6.5	27.9	8/24/91
0	6.5	27.9	8/25/91
0	6.5	27.9	8/26/91
0	6.5	27.8	8/27/91
0	6.5	27.8	8/28/91
0	6.5	27.8	8/29/91
0	6.6	27.8	8/30/91
0	6.7	27.8	8/31/91
0	6.7	27.8	9/1/91
0	6.8	27.8	9/2/91
11.5	6.8	27.8	9/3/91
0	6.7	27.8	9/4/91
0	6.6	27.8	9/5/91
1.3	6.6	27.8	9/6/91
0	6.6	27.8	9/7/91
0	6.6	27.8	9/8/91
0	6.6	27.8	9/9/91
0	6.6	27.8	9/10/91
0	6.6	27.8	9/11/91
0	6.6	27.8	9/12/91
0	6.5	27.8	9/13/91
0	6.5	27.8	9/14/91
0	6.5	27.8	9/15/91
0	6.5	27.8	9/16/91
0	6.5	27.8	9/17/91
0	6.5	27.8	9/18/91
0	6.5	27.8	9/19/91
0	6.5	27.8	9/20/91
0	6.6	27.8	9/21/91
0	6.6	27.8	9/22/91
0	6.5	27.8	9/23/91
0.9	6.5	27.8	9/24/91
0	6.5	27.8	9/25/91
0	6.5	27.8	9/26/91
0	6.5	27.9	9/27/91
0	6.5	27.9	9/28/91
0	6.5	27.9	9/29/91
0	6.5	27.9	9/30/91
0	6.5	27.9	10/1/91

0	6.5	27.9	10/2/91
0	6.5	27.9	10/3/91
0	6.6	27.9	10/4/91
0	6.6	27.9	10/5/91
0	6.7	27.9	10/6/91
0	6.5	27.9	10/7/91
0	6.5	27.9	10/8/91
0	6.5	27.9	10/9/91
0	6.5	27.9	10/10/91
0	6.5	27.9	10/11/91
0	6.5	27.9	10/12/91
0	6.5	27.9	10/13/91
0	6.5	27.9	10/14/91
0	6.5	27.9	10/15/91
0	6.5	27.9	10/16/91
0	6.5	27.9	10/17/91
0	6.5	27.9	10/18/91
0	6.5	27.9	10/19/91
0.3	6.5	27.9	10/20/91
0	6.5	27.9	10/21/91
0	6.5	27.9	10/22/91
0	6.5	27.9	10/23/91
0	6	27.9	10/24/91
0	5.8	27.9	10/25/91
0	5.8	27.9	10/26/91
0	5.8	26.6	10/27/91
1.5	5.8	26.6	10/28/91
0	5.8	26.6	10/29/91
0	5.8	26.6	10/30/91
0	5.8	26.6	10/31/91
0.4	6	26.6	11/1/91
7.3	6	26.6	11/2/91
0	6	26.6	11/3/91
12.9	6	26.6	11/4/91
4.8	6	26.6	11/5/91
0.3	6.1	26.6	11/6/91
0	6.1	26.6	11/7/91
0	6.2	26.6	11/8/91
0.6	6.2	26.6	11/9/91
0	6	26.6	11/10/91
9.9	6.2	26.6	11/11/91
2.5	6.2	26.6	11/12/91
6.5	6.4	26.6	11/13/91
19.7	6.4	26.6	11/14/91
7	6.6	26.6	11/15/91
10	6.7	26.6	11/16/91
1.8	6.6	26.6	11/17/91
5.4	6.7	26.6	11/18/91
5	7	26.6	11/19/91
4.8	6.9	26.6	11/20/91
1	6.8	26.6	11/21/91
8.7	7	26.6	11/22/91
2.8	7.3	26.6	11/23/91
9.8	7.6	26.6	11/24/91
24.6	7.2	26.6	11/25/91
11.8	7.2	26.6	11/26/91
14.5	7	21.8	11/27/91
4.2	7.4	21.8	11/28/91
6.3	7	21.8	11/29/91
6	7.4	21.8	11/30/91
11.2	7.6	21.8	12/1/91
11.3	8	21.8	12/2/91
12.8	8	21.8	12/3/91
14.1	14.2	21.8	12/4/91

23.9	37.5	21.8	12/5/91
11	28.4	21.8	12/6/91
20.5	138	21.8	12/7/91
14.3	11.7	21.8	12/8/91
16	10.4	21.8	12/9/91
11.5	10.4	21.8	12/10/91
6.3	8.4	21.8	12/11/91
6.2	6.9	21.8	12/12/91
0	6.9	21.8	12/13/91
0	7.2	21.8	12/14/91
0	6.9	21.8	12/15/91
0	6.7	21.8	12/16/91
0	6.6	21.8	12/17/91
0	6.5	21.8	12/18/91
0	6.6	21.8	12/19/91
0	6.5	21.8	12/20/91
0	6.5	21.8	12/21/91
4.8	6.5	21.8	12/22/91
0	6.5	21.8	12/23/91
0	6.5	21.8	12/24/91
1	6.5	21.8	12/25/91
2.6	10.7	21.8	12/26/91
7.2	9	25.4	12/27/91
14.9	11.5	25.4	12/28/91
8.6	35	25.4	12/29/91
8	10.5	25.4	12/30/91
8.1	8.4	25.4	12/31/91
0.2	11.9	25.4	1/1/92
3	13.1	25.4	1/2/92
2.5	11.9	25.4	1/3/92
6.5	21	25.4	1/4/92
1.8	19	25.4	1/5/92
0.5	17.5	25.4	1/6/92
2.1	24.6	25.4	1/7/92
3.3	19	25.4	1/8/92
0.8	12.2	25.4	1/9/92
4.9	19.2	25.4	1/10/92
19.5	21	25.4	1/11/92
7.3	44.4	25.4	1/12/92
17.9	27	25.4	1/13/92
19.7	27.1	25.4	1/14/92
6.9	27.1	25.4	1/15/92
2.5	21	25.4	1/16/92
6	16.6	25.4	1/17/92
1.8	11.6	25.4	1/18/92
8.2	12.8	25.4	1/19/92
7.5	11.6	25.4	1/20/92
21.4	29.1	25.4	1/21/92
12.8	38	25.4	1/22/92
11.3	26.5	25.4	1/23/92
14.1	23.9	25.4	1/24/92
8.3	14.8	25.4	1/25/92
17	13.8	25.4	1/26/92
5.1	12.5	25.3	1/27/92
13.6	11.6	25.3	1/28/92
7.4	12.5	25.3	1/29/92
16.7	1.9	25.3	1/30/92
0.5	11.6	25.3	1/31/92
0.5	17	25.3	2/1/92
15.3	18.5	25.3	2/2/92
16.4	16.3	25.3	2/3/92
7.1	15.2	25.3	2/4/92
6	16.3	25.3	2/5/92
8.9	18	25.3	2/6/92

3	13.4	25.3	2/7/92
13	14.1	25.3	2/8/92
2	14.5	25.3	2/9/92
7.9	28.4	25.3	2/10/92
2.4	28.4	25.3	2/11/92
1	14.5	25.3	2/12/92
2.2	13.8	25.3	2/13/92
14.2	28.4	25.3	2/14/92
0.5	28.4	25.3	2/15/92
6.5	28.4	25.3	2/16/92
3.1	13.4	25.3	2/17/92
3.8	12.2	25.3	2/18/92
8.4	13.4	25.3	2/19/92
2.5	15.6	25.3	2/20/92
4.3	22	25.3	2/21/92
3.2	28.4	25.3	2/22/92
4.7	12.5	25.3	2/23/92
1.1	11.6	25.3	2/24/92
1.9	11.3	25.3	2/25/92
0.4	9.92	25.3	2/26/92
1.6	11.6	25.3	2/27/92
1.4	10.7	25.3	2/28/92
1.7	9.44	25.3	2/29/92
0.2	9.2	25.3	3/1/92
1	10.2	25.3	3/2/92
5.6	11.3	25.3	3/3/92
2.7	16.6	25.3	3/4/92
21.8	13.8	25.3	3/5/92
6.7	13.4	25.3	3/6/92
7	14.1	25.3	3/7/92
1.4	12.5	25.3	3/8/92
1.3	14.8	25.3	3/9/92
11.3	26.6	25.3	3/10/92
21.7	34.9	25.3	3/11/92
23.7	51.9	25.3	3/12/92
19.6	29.8	25.3	3/13/92
7.6	21	25.3	3/14/92
6.4	20	25.3	3/15/92
12.8	34.2	25.3	3/16/92
22.8	44.4	25.3	3/17/92
17.3	23.9	25.3	3/18/92
0	14.1	25.3	3/19/92
0	13.4	25.3	3/20/92
3.5	13.4	25.3	3/21/92
0.4	9.92	25.3	3/22/92
2.2	12.8	25.3	3/23/92
3.2	13.4	25.3	3/24/92
17.8	11.3	25.3	3/25/92
2	12.2	25.3	3/26/92
1.5	12.2	25.3	3/27/92
8.8	23.3	27	3/28/92
2.6	45.3	27	3/29/92
0.5	44.4	27	3/30/92
7.3	24.6	27	3/31/92
0.6	13.4	27	4/1/92
6.6	29.8	27	4/2/92
28.4	65	27	4/3/92
13	61.5	27	4/4/92
2.6	52.9	27	4/5/92
11.3	19.5	27	4/6/92
4.6	29.8	27	4/7/92
12.2	19.5	27	4/8/92
3.6	21	27	4/9/92
10.2	14.3	27	4/10/92

7.5	20	27	4/11/92
4.4	13.4	27	4/12/92
3.2	15.9	27	4/13/92
15.7	22.6	27	4/14/92
9.6	25.8	27	4/15/92
8.6	17	27	4/16/92
6	15.9	27	4/17/92
1.8	21.5	27	4/18/92
4.4	14.8	27	4/19/92
0.6	12.8	27	4/20/92
7.3	11.9	27	4/21/92
3.8	12.5	27	4/22/92
12.2	20	27	4/23/92
13.7	20	27	4/24/92
7.1	18	27	4/25/92
0.3	11.9	27	4/26/92
0	10.2	27	4/27/92
0	9.98	28.7	4/28/92
0.7	9.44	28.7	4/29/92
0.9	9.2	28.7	4/30/92
0	11.9	28.7	5/1/92
0	11.6	28.7	5/2/92
0	10.2	28.7	5/3/92
17	13.4	28.7	5/4/92
0	10.7	28.7	5/5/92
0	9.98	28.7	5/6/92
0	9.98	28.7	5/7/92
0	8.96	28.7	5/8/92
0	8.96	28.7	5/9/92
0	8.72	28.7	5/10/92
0	8.48	28.7	5/11/92
0	8.24	28.7	5/12/92
0	8.24	28.7	5/13/92
2	8.72	28.7	5/14/92
2.5	11	28.7	5/15/92
0	8.48	28.7	5/16/92
0	8.24	28.7	5/17/92
0	8.48	28.7	5/18/92
0	8.48	28.7	5/19/92
0	8.48	28.7	5/20/92
0	8.24	28.7	5/21/92
0	8.24	28.7	5/22/92
0	8.24	28.7	5/23/92
0	8.48	28.7	5/24/92
0.3	8.96	28.7	5/25/92
2.6	9.69	28.7	5/26/92
0.8	9.44	28.7	5/27/92
3	11	28.3	5/28/92
0.3	9.68	28.3	5/29/92
0.4	9.2	28.3	5/30/92
0	8.96	28.3	5/31/92
4	9.2	28.3	6/1/92
0	9.44	28.3	6/2/92
1.7	9.68	28.3	6/3/92
9.5	11.3	28.3	6/4/92
0	9.68	28.3	6/5/92
0.6	9.44	28.3	6/6/92
0.4	8.96	28.3	6/7/92
0	8.96	28.3	6/8/92
0	8.72	28.3	6/9/92
0	8.48	28.3	6/10/92
0	8.48	28.3	6/11/92
0	8.24	28.3	6/12/92
0	8	28.3	6/13/92

0	8.24	28.3	6/14/92
0	8.24	28.3	6/15/92
0	8.72	28.3	6/16/92
0	8.96	28.3	6/17/92
0	8.96	28.3	6/18/92
0	8.96	28.3	6/19/92
0	8.72	28.3	6/20/92
0	8.72	28.3	6/21/92
0	9.2	28.3	6/22/92
0	9.2	28.3	6/23/92
0	9.68	28.3	6/24/92
0	9.69	28.3	6/25/92
0	9.44	28.3	6/26/92
0	9.2	28.3	6/27/92
0	9.44	27.2	6/28/92
0	9.44	27.2	6/29/92
0	8.48	27.2	6/30/92
8.2	8.48	27.2	7/1/92
0	7.4	27.2	7/2/92
11.3	4.81	27.2	7/3/92
1.6	8.24	27.2	7/4/92
1.5	9.2	27.2	7/5/92
0	9.2	27.2	7/6/92
0	9.2	27.2	7/7/92
0	9.44	27.2	7/8/92
0.8	9.44	27.2	7/9/92
0	9.44	27.2	7/10/92
0	9.44	27.2	7/11/92
0	9.44	27.2	7/12/92
0	9.44	27.2	7/13/92
0	9.68	27.2	7/14/92
0	9.92	27.2	7/15/92
0	8.72	27.2	7/16/92
0	8	27.2	7/17/92
0	7.4	27.2	7/18/92
0	7.4	27.2	7/19/92
0	6.6	27.2	7/20/92
0	6.6	27.2	7/21/92
0	6.8	27.2	7/22/92
0	7	27.2	7/23/92
0	7	27.2	7/24/92
0	7	27.2	7/25/92
0	7	27.2	7/26/92
0	7	27.2	7/27/92
0	7	27.2	7/28/92
0	6.8	27.9	7/29/92
0.9	7.4	27.9	7/30/92
0	7	27.9	7/31/92
0	7	27.9	8/1/92
0	7.2	27.9	8/2/92
0	7.2	27.9	8/3/92
0	7.4	27.9	8/4/92
1.3	7.6	27.9	8/5/92
0	7	27.9	8/6/92
0	7	27.9	8/7/92
0	7	27.9	8/8/92
0	6.8	27.9	8/9/92
0	6.8	27.9	8/10/92
0	6.4	27.9	8/11/92
0	6.5	27.9	8/12/92
0	6.5	27.9	8/13/92
0	6.4	27.9	8/14/92
0	6.4	27.9	8/15/92
0	6.2	27.9	8/16/92

0	5.83	27.9	8/17/92
0	6	27.9	8/18/92
0	6	27.9	8/19/92
0	6	27.9	8/20/92
0	6	27.9	8/21/92
0	6.2	27.9	8/22/92
0	6.2	27.9	8/23/92
0	6.2	27.9	8/24/92
0	6.2	27.9	8/25/92
0.7	6.4	27.9	8/26/92
0	6.6	27.8	8/27/92
0	6	27.8	8/28/92
0	6	27.8	8/29/92
0	5.83	27.8	8/30/92
0	5.83	27.8	8/31/92
3	5.66	27.8	9/1/92
11.1	8	27.8	9/2/92
0	10.7	27.8	9/3/92
0	10.7	27.8	9/4/92
1.5	11	27.8	9/5/92
0	9.92	27.8	9/6/92
0	10.4	27.8	9/7/92
0	9.68	27.8	9/8/92
0	9.68	27.8	9/9/92
0	9.44	27.8	9/10/92
0	9.44	27.8	9/11/92
0	9.44	27.8	9/12/92
0	9.44	27.8	9/13/92
1.3	9.2	27.8	9/14/92
0.4	8.96	27.8	9/15/92
0	8.96	27.8	9/16/92
2.1	8.96	27.8	9/17/92
0	8.72	27.8	9/18/92
0.3	8	27.8	9/19/92
2	7.2	27.8	9/20/92
4.5	9.44	27.8	9/21/92
0	9.44	27.8	9/22/92
0.8	9.2	27.8	9/23/92
0.4	8.96	27.8	9/24/92
0.7	8.96	27.8	9/25/92
0	8.96	27.8	9/26/92
0	8.72	27.9	9/27/92
0	8.72	27.9	9/28/92
0	8.72	27.9	9/29/92
0	8.72	27.9	9/30/92
0.5	8.72	27.9	10/1/92
4.8	8.72	27.9	10/2/92
0	8.72	27.9	10/3/92
0	8.96	27.9	10/4/92
0.9	8.72	27.9	10/5/92
0	8.72	27.9	10/6/92
0	11.3	27.9	10/7/92
26.8	1.3	27.9	10/8/92
0	9.44	27.9	10/9/92
0	9.92	27.9	10/10/92
3.6	11.3	27.9	10/11/92
5.9	12.5	27.9	10/12/92
2.5	10.2	27.9	10/13/92
3.1	12.5	27.9	10/14/92
5.7	11.9	27.9	10/15/92
4.8	9.92	27.9	10/16/92
5.5	11.3	27.9	10/17/92
9.5	11.3	27.9	10/18/92
3.3	11.9	27.9	10/19/92

Digital Repository Universitas Jember

0	8.48	27.2	7/3/93	0	7	27.8	9/5/93	0	6.6	26.6	11/8/93	23.6	25.2	25.4	1/11/94	
0	8.48	27.2	7/4/93	0	7	27.8	9/6/93	0	6.7	26.6	11/9/93	6.8	17.5	25.4	1/12/94	
0	8.24	27.2	7/5/93	0	7	27.8	9/7/93	0	0.6	8	26.6	11/10/93	20.8	22.6	25.4	1/13/94
0	8	27.2	7/6/93	0	7	27.8	9/8/93	0	5.2	7.6	26.6	11/11/93	9.5	14.5	25.4	1/14/94
0	8	27.2	7/7/93	0	7	27.8	9/9/93	0	0.8	7.6	26.6	11/12/93	2.3	12.5	25.4	1/15/94
0	8	27.2	7/8/93	0	7	27.8	9/10/93	0	2.3	7.4	26.6	11/13/93	7.2	13.8	25.4	1/16/94
0	8	27.2	7/9/93	0	7	27.8	9/11/93	0	0	6.4	26.6	11/14/93	34.2	43.6	25.4	1/17/94
0	7.8	27.2	7/10/93	0	6.8	27.8	9/12/93	0	3.2	7.2	26.6	11/15/93	8.5	32.7	25.4	1/18/94
0	7.8	27.2	7/11/93	0	6.8	27.8	9/13/93	0	2.2	7.2	26.6	11/16/93	23.9	42	25.4	1/19/94
0	7.8	27.2	7/12/93	0.6	6.8	27.8	9/14/93	0	3.9	7.4	26.6	11/17/93	18	33.4	25.4	1/20/94
0	7.8	27.2	7/13/93	0	6.8	27.8	9/15/93	0	10.6	8.48	26.6	11/18/93	6.3	29.8	25.4	1/21/94
0.4	7.6	27.2	7/14/93	0.3	6.8	27.8	9/16/93	0	1.2	8.96	26.6	11/19/93	9	22	25.4	1/22/94
0	7.6	27.2	7/15/93	0	6.8	27.8	9/17/93	0	3	8.72	26.6	11/20/93	11.5	25.8	25.4	1/23/94
0	7.6	27.2	7/16/93	0	6.8	27.8	9/18/93	0	0	8	26.6	11/21/93	23.5	38	25.4	1/24/94
0	7.6	27.2	7/17/93	0	6.6	27.8	9/19/93	0	9.1	8	26.6	11/22/93	11.9	33.4	25.4	1/25/94
0	7.6	27.2	7/18/93	0	6.4	27.8	9/20/93	0	2.4	7.8	26.6	11/23/93	15.7	30.6	25.4	1/26/94
0	7.6	27.2	7/19/93	0	6.4	27.8	9/21/93	0	1.7	9.44	26.6	11/24/93	15.3	18.5	25.3	1/27/94
5.1	7.6	27.2	7/20/93	0	6.4	27.8	9/22/93	0	13	11.3	26.6	11/25/93	7.2	28.4	25.3	1/28/94
0	7.4	27.2	7/21/93	0	6.4	27.8	9/23/93	0	15.5	11.9	26.6	11/26/93	36.3	42.8	25.3	1/29/94
0	7.4	27.2	7/22/93	0	6.4	27.8	9/24/93	0	10.3	13.1	21.8	11/27/93	13.7	25.8	25.3	1/30/94
0	7.4	27.2	7/23/93	0	6.4	27.8	9/25/93	0	6.4	9.69	21.8	11/28/93	11.4	21	25.3	1/31/94
0	7.4	27.2	7/24/93	0	6.4	27.8	9/26/93	0	5.1	10.2	21.8	11/29/93	5.5	32.7	25.3	2/1/94
0	7.4	27.2	7/25/93	0	6.4	27.9	9/27/93	0	12.6	15.6	21.8	11/30/93	35.8	42	25.3	2/2/94
0	7.4	27.2	7/26/93	0	6.4	27.9	9/28/93	0	22.1	14.5	21.8	12/1/93	15.7	33.4	25.3	2/3/94
0	7.4	27.2	7/27/93	0	6.4	27.9	9/29/93	0	8.6	9.44	21.8	12/2/93	16.5	26.5	25.3	2/4/94
0	7.4	27.2	7/28/93	3	6.4	27.9	9/30/93	0	1.4	13.1	21.8	12/3/93	0	16.3	25.3	2/5/94
0	7.2	27.2	7/29/93	0	6.4	27.9	10/1/93	0	12.8	12.8	21.8	12/4/93	3.9	14.8	25.3	2/6/94
0	7.2	27.9	7/30/93	0	6.4	27.9	10/2/93	0	3	9.92	21.8	12/5/93	5.5	17	25.3	2/7/94
0	7.2	27.9	7/31/93	0	6.4	27.9	10/3/93	0	11.1	18	21.8	12/6/93	15.2	19	25.3	2/8/94
0	7.2	27.9	8/1/93	0	6.4	27.9	10/4/93	0	24.5	16.3	21.8	12/7/93	2.2	31.3	25.3	2/9/94
0	7.2	27.9	8/2/93	0	6.4	27.9	10/5/93	0	4.5	9.68	21.8	12/8/93	26.2	25.8	25.3	2/10/94
0	7.2	27.9	8/3/93	0	6.4	27.9	10/6/93	0	13.8	8.96	21.8	12/9/93	2.6	15.2	25.3	2/11/94
0	7.2	27.9	8/4/93	0	7	27.9	10/7/93	0	4.4	8.96	21.8	12/10/93	2	26.5	25.3	2/12/94
0	7.2	27.9	8/5/93	9	7.6	27.9	10/8/93	0	5.5	8.96	21.8	12/11/93	31.3	48.6	25.3	2/13/94
0	7.2	27.9	8/6/93	3.2	6.8	27.9	10/9/93	0	2.5	8.96	21.8	12/12/93	26.2	36.4	25.3	2/14/94
0	7.2	27.9	8/7/93	0	6.4	27.9	10/10/93	0	6.5	8.96	21.8	12/13/93	7.3	27.1	25.3	2/15/94
0	7.2	27.9	8/8/93	0	6.4	27.9	10/11/93	0	19	8.96	21.8	12/14/93	13.5	48.6	25.3	2/16/94
0	7.2	27.9	8/9/93	0	6.4	27.9	10/12/93	0	9.7	8.96	21.8	12/15/93	7.3	21	25.3	2/17/94
0	7.2	27.9	8/10/93	0	6.4	27.9	10/13/93	0	1.7	8.96	21.8	12/16/93	9.6	40.4	25.3	2/18/94
0	7.2	27.9	8/11/93	2.2	6.4	27.9	10/14/93	0	0	8.96	21.8	12/17/93	33.3	32	25.3	2/19/94
0	7.2	27.9	8/12/93	19.4	8.72	27.9	10/15/93	0	0	8.96	21.8	12/18/93	4.2	22.6	25.3	2/20/94
0.2	7.2	27.9	8/13/93	7.4	7.8	27.9	10/16/93	0	6.8	8.96	21.8	12/19/93	13.5	21.5	25.3	2/21/94
0	7.2	27.9	8/14/93	0	7	27.9	10/17/93	0	3.8	8.96	21.8	12/20/93	14.6	51.2	25.3	2/22/94
0	7.2	27.9	8/15/93	0	6.8	27.9	10/18/93	0	4.2	8.72	21.8	12/21/93	38.8	52.9	25.3	2/23/94
0	7.6	27.9	8/16/93	0	9.44	27.9	10/19/93	0	12.2	13.4	21.8	12/22/93	18.7	40.4	25.3	2/24/94
0	7.6	27.9	8/17/93	12.5	11.3	27.9	10/20/93	0	23.8	19.5	21.8	12/23/93	5.8	20.5	25.3	2/25/94
0.6	11.3	27.9	8/18/93	13.1	11.9	27.9	10/21/93	0	34.2	29.8	21.8	12/24/93	4.6	20.5	25.3	2/26/94
1.7	8.72	27.9	8/19/93	15	10.7	27.9	10/22/93	0	36.4	37.2	21.8	12/25/93	3.5	20	25.3	2/27/94
0	8.48	27.9	8/20/93	1.2	8.24	27.9	10/23/93	0	8.9	15.2	21.8	12/26/93	0.7	20	25.3	2/28/94
0	8.24	27.9	8/21/93	1.5	8.24	27.9	10/24/93	0	0	8.96	25.4	12/27/93	4.4	17.5	25.3	3/1/94
0.8	8	27.9	8/22/93	0	7.6	27.9	10/25/93	0	0	8	25.4	12/28/93	4.1	32	25.3	3/2/94
3.9	8	27.9	8/23/93	0	7.6	27.9	10/26/93	0	0	7.4	25.4	12/29/93	23.4	8.3	25.3	3/3/94
0	8	27.9	8/24/93	0	7.4	26.6	10/27/93	0	0	7.2	25.4	12/30/93	34.4	59.7	25.3	3/4/94
0	7.8	27.9	8/25/93	0	7.2	26.6	10/28/93	0	0	7.2	25.4	12/31/93	11.5	39.6	25.3	3/5/94
0	7.6	27.9	8/26/93	5.5	7.2	26.6	10/29/93	0	2	6.24	25.4	1/1/94	14.8	51.2	25.3	3/6/94
0	7.4	27.8	8/27/93	0.5	7.2	26.6	10/30/93	0	1.7	7.4	25.4	1/2/94	28.3	59.7	25.3	3/7/94
0	7.4	27.8	8/28/93	0	6.8	26.6	10/31/93	0	4.7	8.96	25.4	1/3/94	23.7	50.3	25.3	3/8/94
0	7.4	27.8	8/29/93	0	6.8	26.6	11/1/93	0	0.6	8	25.4	1/4/94	8.9	35.6	25.3	3/9/94
0	7.4	27.8	8/30/93	0	6.8	26.6	11/2/93	0	0	8.48	25.4	1/5/94	0.5	23.9	25.3	3/10/94
0	7.2	27.8	8/31/93	0	6.6	26.6	11/3/93	0	3	8.72	25.4	1/6/94	8	30.6	25.3	3/11/94
0	7	27.8	9/1/93	0	6.6	26.6	11/4/93	0	9.3	10.4	25.4	1/7/94	12.3	25.8	25.3	3/12/94
0	7	27.8	9/2/93	0	6.6	26.6	11/5/93	0	10.6	29.1	25.4	1/8/94	9.4	26.5	25.3	3/13/94
0	7	27.8	9/3/93	0	6.6	26.6	11/6/93	0	15.9	19.5	25.4	1/9/94	4.3	23.3	25.3	3/14/94
0	7	27.8	9/4/93	0	6.6	26.6	11/7/93	0	19	28.4	25.4	1/10/94	1.5	18.5	25.3	3/15/94

Lampiran 2. Hasil Kalibrasi Periode 27 April Sampai 27 Oktober 1994

©	(tw)	(f)	(tref)	(l)	(p)	Bias (mm/yr)	Rel. Bias	R Squared	R2_sqrt	R2_log	R2_inv	U1	X1	(U > R) steps	ARPE	Tau 1	Tau 2	Vol. 1	Vol. 2
0.0018	51	16	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.127	0	0.184	182.35	2.142	0.602	0.398
0.0018	51	16	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.127	0	0.184	182.38	2.144	0.602	0.398
0.0018	51	16	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.127	0	0.183	182.42	2.145	0.603	0.397
0.0018	52	16	27	0	1	1.444	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.182	182.40	2.150	0.604	0.396
0.0018	51	16	27	0	1	1.446	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.183	182.45	2.147	0.604	0.396
0.0018	52	16	27	0	1	1.444	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.182	182.43	2.152	0.604	0.396
0.0018	51	16	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.182	182.49	2.149	0.604	0.396
0.0018	52	16	27	0	1	1.444	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.181	182.47	2.154	0.605	0.395
0.0018	51	16	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.182	182.52	2.151	0.605	0.395
0.0018	52	16	27	0	1	1.444	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.180	182.50	2.156	0.606	0.394
0.0018	51	15	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.181	182.55	2.153	0.605	0.395
0.0017	52	16	27	0	1	1.444	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.180	182.53	2.158	0.606	0.394
0.0018	51	15	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.526	0.126	0	0.180	182.59	2.155	0.606	0.394
0.0017	52	16	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.179	182.57	2.160	0.607	0.393
0.0017	51	15	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.180	182.62	2.156	0.606	0.394
0.0017	52	15	27	0	1	1.444	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.179	182.60	2.161	0.607	0.393
0.0017	51	15	27	0	1	1.446	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.179	182.66	2.158	0.607	0.393
0.0017	52	15	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.178	182.63	2.163	0.608	0.392
0.0017	51	15	27	0	1	1.446	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.179	182.69	2.160	0.607	0.393
0.0017	52	15	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.178	182.67	2.165	0.608	0.392
0.0017	52	15	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.177	182.70	2.167	0.609	0.391
0.0017	52	15	27	0	1	1.445	0.0039	0.916	0.916	0.918	0.886	0.525	0.126	0	0.177	182.73	2.169	0.609	0.391
0.0007	51	15	28	0	1	1.527	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.40	2.508	0.678	0.322
0.0007	51	15	28	0	1	1.527	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.37	2.508	0.678	0.322
0.0007	51	15	28	0	1	1.527	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.34	2.509	0.678	0.322
0.0007	51	15	28	0	1	1.527	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.31	2.509	0.678	0.322
0.0007	51	15	28	0	1	1.527	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.28	2.510	0.678	0.322
0.0007	51	16	28	0	1	1.528	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.24	2.511	0.678	0.322
0.0007	51	16	28	0	1	1.528	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.21	2.511	0.678	0.322
0.0007	51	16	28	0	1	1.528	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.18	2.512	0.678	0.322
0.0007	51	16	28	0	1	1.528	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.15	2.512	0.679	0.321
0.0007	51	16	28	0	1	1.528	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.12	2.513	0.679	0.321
0.0007	51	16	28	0	1	1.529	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.09	2.514	0.679	0.321
0.0007	52	15	28	0	1	1.529	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.34	2.513	0.679	0.321

0.0007	52	15	28	0	1	1.529	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.31	2.514	0.679	0.321
0.0007	52	15	28	0	1	1.529	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.887	0.520	0.118	0	0.118	181.28	2.515	0.679	0.321
0.0007	52	15	28	0	1	1.530	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.25	2.515	0.679	0.321
0.0007	52	15	28	0	1	1.530	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.22	2.516	0.679	0.321
0.0007	52	16	28	0	1	1.530	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.18	2.516	0.679	0.321
0.0007	52	16	28	0	1	1.530	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.520	0.118	0	0.118	181.15	2.517	0.679	0.321
0.0007	52	16	28	0	1	1.531	0.0041	0.913	0.915	0.917	0.886	0.519	0.118	0	0.117	181.12	2.518	0.679	0.321
0.0007	52	16	28	0	1	1.531	0.0041	0.913	0.914	0.917	0.886	0.519	0.118	0	0.117	181.09	2.518	0.679	0.321
0.0007	52	16	28	0	1	1.531	0.0041	0.913	0.914	0.917	0.886	0.519	0.118	0	0.117	181.06	2.519	0.679	0.321
0.0007	52	16	28	0	1	1.531	0.0041	0.913	0.914	0.917	0.886	0.519	0.118	0	0.117	181.03	2.520	0.679	0.321
0.0003	51	15	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.19	2.709	0.689	0.311
0.0003	51	15	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.16	2.710	0.689	0.311
0.0003	52	15	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.16	2.712	0.689	0.311
0.0003	51	15	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.13	2.711	0.689	0.311
0.0003	52	15	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.13	2.713	0.689	0.311
0.0003	51	15	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	178.10	2.713	0.689	0.311
0.0003	52	15	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.10	2.714	0.689	0.311
0.0003	51	15	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.07	2.714	0.689	0.311
0.0003	52	15	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.07	2.715	0.689	0.311
0.0003	51	16	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.110	0	0.105	179.04	2.715	0.689	0.311
0.0003	52	15	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.105	179.05	2.716	0.689	0.311
0.0003	51	16	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.105	179.02	2.716	0.689	0.311
0.0003	52	16	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.104	179.02	2.717	0.689	0.311
0.0003	51	16	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.105	178.99	2.717	0.689	0.311
0.0003	52	16	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.104	178.99	2.718	0.689	0.311
0.0003	51	16	29	0	1	1.544	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.104	178.96	2.718	0.689	0.311
0.0003	52	16	29	0	1	1.542	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.104	178.96	2.719	0.689	0.311
0.0003	51	16	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.104	178.93	2.719	0.689	0.311
0.0003	52	16	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.104	178.93	2.720	0.689	0.311
0.0003	51	16	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.510	0.109	0	0.104	178.91	2.720	0.689	0.311
0.0003	52	16	29	0	1	1.543	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.509	0.109	0	0.104	178.91	2.721	0.689	0.311
0.0003	52	16	29	0	1	1.542	0.0041	0.911	0.913	0.916	0.885	0.509	0.109	0	0.104	178.88	2.722	0.689	0.311

Lampiran 3. Kriteria Statistik Validasi

Period Calibration	Number Valid Values	P (mm/yr)	Q (mm/yr)	Bias (mm/yr)	Rel. Bias	R Squared	R2_sqrt	R2_log	R2_inv	MonthlyR2	U 1	X 1	(U > R) steps
Period	206	245.885	424.241	-49.3387	-0.13195	0.690248	0.646389	0.640183	0.551618	0.800728	0.457217	-0.06733	0
Rest	3814	1752.562	573.4583	-57.4976	-0.11145	0.083069	0.036307	0.045225	0.064703	-0.01566	-0.02515	-0.39257	0
Year 1	365	1507.330	305.4838	197.9884	0.392647	0.139731	-0.09281	-0.14001	-0.92141	-0.33404	0.427522	0.237484	0
Year 2	365	1750.797	781.6136	-101.056	-0.14871	0.577401	0.632362	0.659688	0.723079	0.918384	0.451611	0.144325	0
Year 3	366	1461.600	401.2269	173.9677	0.302202	0.185568	0.124144	0.105144	-0.14266	0.306887	0.339097	0.226579	0
Year 4	365	1651.926	603.6747	-27.7481	-0.04825	0.502349	0.590034	0.635959	0.614996	0.863162	0.429363	0.028333	0
Year 5	365	1509.135	630.0726	-28.7698	-0.04793	0.726481	0.797045	0.822833	0.825475	0.914986	0.284378	-0.03952	0
Year 6	365	1751.569	506.8471	56.52046	0.100439	0.335583	0.432799	0.468104	0.510277	0.765485	0.023918	-0.24177	0
Year 7	366	1467.200	663.8572	-168.089	-0.33852	-1.04999	-0.41301	-0.21661	0.139937	-1.37451	-0.37542	-0.72261	0
Year 8	365	1519.463	870.7265	-625.548	-2.56917	-10.1147	-5.4344	-3.71916	-1.49737	-18.6878	-0.55024	-0.875	0
Year 9	365	1933.297	408.0302	53.19143	0.115203	0.136829	0.02612	0.000889	-0.23999	0.112443	-0.21025	-0.44702	0
Year 10	365	2088.422	563.8734	-237.213	-0.72263	-2.98982	-2.08339	-1.86987	-1.20044	-5.91964	-0.38349	-0.74052	0
Year 11	365	1767.442	490.412	77.25917	0.136174	0.40941	0.428052	0.437726	0.445943	0.583527	-0.03112	-0.24518	0



MAKIPPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

Lampiran 4. Hasil Kalibrasi Periode Baseflow

mass balat	drying rate	temperaturu	reference	moisture t	power on t	Bias (mm)	Rel. Bias	R Squared	R2_sqr	R2_log	R2_inv	MonthlyR2	U 1	X 1	(U > R) st	ARPE	Tau 1	Tau 2	Volume 1	Vc:ime 2
0.001817	51	16	27	0	1	1.525614	0.003865	0.92354	0.915618	0.918064	0.885964	0.983362	0.525883	0.126607	0	0.184406	182.347	2.141771	0.60191	0.39809
0.001808	51	15.9	27	0	1	1.525614	0.003865	0.92354	0.915615	0.918062	0.885969	0.983365	0.525832	0.12657	0	0.183826	182.3821	2.143625	0.602466	0.397534
0.001799	51	15.8	27	0	1	1.525614	0.003865	0.92354	0.915612	0.91806	0.885974	0.983368	0.52578	0.126534	0	0.183251	182.4171	2.145472	0.603022	0.396978
0.001783	52	16	27	0	1	1.444206	0.003862	0.92354	0.915631	0.918084	0.886023	0.983384	0.525703	0.126449	0	0.182148	182.3989	2.15039	0.60384	0.39616
0.00179	51	15.7	27	0	1	1.445537	0.003866	0.92354	0.915609	0.918058	0.885979	0.983371	0.525703	0.126449	0	0.182679	182.4516	2.147315	0.603577	0.396423
0.001774	52	15.9	27	0	1	1.443852	0.003862	0.915998	0.915628	0.918082	0.886027	0.983387	0.525654	0.126413	0	0.181581	182.4332	2.152229	0.604396	0.395604
0.001781	51	15.6	27	0	1	1.444695	0.003864	0.915992	0.915605	0.918056	0.885983	0.983374	0.525679	0.12646	0	0.182112	182.4863	2.149715	0.604133	0.395887
0.001765	52	15.8	27	0	1	1.443938	0.003862	0.915989	0.915624	0.91808	0.886032	0.98339	0.525605	0.126377	0	0.181018	182.4672	2.154064	0.604951	0.395049
0.001772	51	15.5	27	0	1	1.445261	0.003865	0.915982	0.915602	0.918054	0.885987	0.983377	0.525663	0.126425	0	0.181549	182.5205	2.15098	0.604688	0.395312
0.001756	52	15.7	27	0	1	1.444181	0.003862	0.915979	0.915621	0.918078	0.886036	0.983392	0.525557	0.126341	0	0.18046	182.5009	2.155892	0.605505	0.394495
0.001763	51	15.4	27	0	1	1.445454	0.003866	0.915972	0.915598	0.918051	0.885991	0.983379	0.52558	0.126389	0	0.180991	182.5545	2.152803	0.605243	0.394757
0.001747	52	15.6	27	0	1	1.444493	0.003863	0.915969	0.915617	0.918075	0.88604	0.983395	0.525509	0.126305	0	0.179905	182.5343	2.157714	0.606059	0.393941
0.001754	51	15.3	27	0	1	1.44509	0.003865	0.915962	0.915594	0.918049	0.885995	0.983382	0.525531	0.126353	0	0.180437	182.5886	2.154621	0.605798	0.394203
0.001738	52	15.5	27	0	1	1.444625	0.003864	0.915958	0.915613	0.918073	0.886044	0.983398	0.525462	0.12627	0	0.179355	182.5677	2.15953	0.606613	0.393387
0.001745	51	15.2	27	0	1	1.445474	0.003866	0.915952	0.91559	0.918046	0.885998	0.983385	0.525484	0.126318	0	0.179887	182.6223	2.156431	0.606351	0.393649
0.001729	52	15.4	27	0	1	1.444375	0.003863	0.915948	0.915609	0.91807	0.886047	0.9834	0.525415	0.126234	0	0.17881	182.6011	2.16134	0.607166	0.392834
0.001736	51	15.1	27	0	1	1.445891	0.003866	0.915942	0.915586	0.918043	0.886001	0.983387	0.525436	0.126282	0	0.179341	182.6556	2.158236	0.606905	0.393095
0.001721	52	15.3	27	0	1	1.444717	0.003864	0.915938	0.915605	0.918067	0.886051	0.983403	0.525368	0.126199	0	0.178268	182.6339	2.163144	0.607719	0.392281
0.001728	51	15	27	0	1	1.445613	0.003866	0.915931	0.915582	0.91804	0.886004	0.98339	0.525388	0.126246	0	0.178799	182.689	2.160036	0.607458	0.392542
0.001712	52	15.2	27	0	1	1.445161	0.003865	0.915927	0.915601	0.918064	0.886054	0.983405	0.525323	0.126163	0	0.177731	182.6666	2.164943	0.608271	0.391729
0.001703	52	15.1	27	0	1	1.444762	0.003864	0.915917	0.915597	0.918061	0.886057	0.983408	0.525277	0.126127	0	0.177198	182.6993	2.166735	0.608823	0.391177
0.001695	52	15	27	0	1	1.445343	0.003866	0.915906	0.915592	0.918058	0.886059	0.98341	0.525232	0.126093	0	0.176669	182.7317	2.16852	0.609374	0.390626
0.000741	51	15	28	0	1	1.526768	0.004083	0.913293	0.914577	0.917414	0.886637	0.98382	0.519813	0.118037	0	0.118435	181.4026	2.507503	0.677807	0.322193
0.000741	51	15.1	28	0	1	1.528859	0.004084	0.913287	0.914572	0.91741	0.886529	0.983619	0.519792	0.11801	0	0.11838	181.3706	2.508131	0.677895	0.322105
0.00074	51	15.2	28	0	1	1.527005	0.004084	0.913281	0.914567	0.917405	0.886521	0.983619	0.51977	0.117983	0	0.118325	181.3389	2.508759	0.677985	0.322015
0.00074	51	15.3	28	0	1	1.527342	0.004085	0.913275	0.914562	0.917401	0.886514	0.983618	0.519748	0.117956	0	0.118269	181.3072	2.509386	0.678075	0.321925
0.000739	51	15.4	28	0	1	1.527442	0.004085	0.913269	0.914556	0.917396	0.886506	0.983617	0.519726	0.117929	0	0.118214	181.2758	2.51001	0.678167	0.321833
0.000739	51	15.5	28	0	1	1.527727	0.004086	0.913263	0.914551	0.917391	0.886497	0.983616	0.519705	0.117902	0	0.118159	181.2444	2.510634	0.67826	0.32174
0.000738	51	15.6	28	0	1	1.527844	0.004086	0.913257	0.914546	0.917386	0.886489	0.983615	0.519683	0.117875	0	0.118105	181.2132	2.511257	0.678354	0.321646
0.000738	51	15.7	28	0	1	1.52817	0.004087	0.913251	0.914541	0.917381	0.886481	0.983614	0.519661	0.117849	0	0.11805	181.1823	2.511878	0.678449	0.321551
0.000737	51	15.8	28	0	1	1.528053	0.004087	0.913244	0.914535	0.917376	0.886472	0.983613	0.519639	0.117821	0	0.117995	181.1515	2.512499	0.678546	0.321454
0.000737	51	15.9	28	0	1	1.528259	0.004087	0.913238	0.914529	0.917371	0.886464	0.983612	0.519618	0.117795	0	0.117941	181.121	2.513117	0.678643	0.321357
0.000737	51	16	28	0	1	1.528771	0.004089	0.913232	0.914524	0.917365	0.886455	0.983611	0.519596	0.117768	0	0.117887	181.0903	2.513736	0.678742	0.321258
0.000729	52	15	28	0	1	1.529212	0.00409	0.913225	0.914538	0.917363	0.886516	0.983613	0.519648	0.117843	0	0.117855	181.3421	2.513396	0.678558	0.321442

0.000729	52	15.1	28	0	1	1.529004	0.004089	0.913219	0.914533	0.917378	0.886508	0.983612	0.519625	0.117814	0	0.117801	181.3103	2.514019	0.678646	0.321354
0.000728	52	15.2	28	0	1	1.529118	0.00409	0.913213	0.914528	0.917373	0.8865	0.983611	0.519603	0.117788	0	0.117748	181.2787	2.51464	0.678734	0.321286
0.000728	52	15.3	28	0	1	1.529548	0.004091	0.913207	0.914522	0.917368	0.886492	0.98361	0.519581	0.117761	0	0.117694	181.247	2.515259	0.678824	0.321176
0.000727	52	15.4	28	0	1	1.529565	0.004091	0.913201	0.914517	0.917363	0.886484	0.983609	0.519559	0.117734	0	0.117641	181.2158	2.515878	0.678915	0.321085
0.000727	52	15.5	28	0	1	1.530101	0.004092	0.913195	0.914512	0.917358	0.886475	0.983608	0.519537	0.117708	0	0.117587	181.1844	2.516495	0.679007	0.320992
0.000726	52	15.6	28	0	1	1.530188	0.004092	0.913189	0.914506	0.917353	0.886467	0.983608	0.519514	0.11768	0	0.117534	181.1533	2.517113	0.679101	0.320899
0.000726	52	15.7	28	0	1	1.530586	0.004093	0.913183	0.9145	0.917348	0.886458	0.983607	0.519492	0.117653	0	0.117481	181.1223	2.517727	0.679195	0.320805
0.000726	52	15.8	28	0	1	1.530974	0.004095	0.913176	0.914495	0.917343	0.886445	0.983606	0.51947	0.117627	0	0.117428	181.0915	2.518341	0.679291	0.320709
0.000725	52	15.9	28	0	1	1.530821	0.004094	0.91317	0.914489	0.917337	0.886441	0.983604	0.519448	0.117599	0	0.117375	181.0611	2.518954	0.679388	0.320612
0.000725	52	16	28	0	1	1.531172	0.004095	0.913163	0.914483	0.917332	0.886432	0.983603	0.519426	0.117572	0	0.117323	181.0305	2.519566	0.679486	0.320514
0.000336	51	15	29	0	1	1.544131	0.00413	0.910939	0.913125	0.916188	0.885489	0.983308	0.510401	0.109858	0	0.104746	179.1908	2.709117	0.688755	0.311245
0.000334	51	15.1	29	0	1	1.543594	0.004128	0.910925	0.913113	0.916176	0.885472	0.983305	0.510315	0.109794	0	0.104709	179.1608	2.710253	0.688769	0.311231
0.000331	52	15	29	0	1	1.543632	0.004128	0.910911	0.913107	0.916172	0.885471	0.983304	0.510215	0.109729	0	0.104654	179.162	2.711689	0.688652	0.311348
0.000332	51	15.2	29	0	1	1.544152	0.00413	0.910896	0.913101	0.916164	0.885455	0.983302	0.51023	0.109732	0	0.104673	179.1307	2.71138	0.688782	0.311218
0.000329	52	15.1	29	0	1	1.543008	0.004127	0.910896	0.913095	0.91616	0.885455	0.983301	0.51013	0.109666	0	0.104637	179.1013	2.712801	0.688663	0.311337
0.00033	51	15.3	29	0	1	1.543917	0.004129	0.910895	0.913089	0.916153	0.88544	0.983299	0.510145	0.109669	0	0.104637	179.1013	2.7125	0.688796	0.311204
0.000327	52	15.2	29	0	1	1.543338	0.004128	0.910882	0.913083	0.916149	0.88544	0.983298	0.510045	0.109605	0	0.104584	179.1029	2.713906	0.688674	0.311326
0.000328	51	15.4	29	0	1	1.543387	0.004128	0.910881	0.913077	0.916142	0.885424	0.983295	0.510061	0.109607	0	0.104602	179.0724	2.713611	0.68881	0.31119
0.000325	52	15.3	29	0	1	1.543387	0.004128	0.910868	0.913071	0.916138	0.885424	0.983295	0.509961	0.109543	0	0.10455	179.0739	2.715003	0.688885	0.311315
0.000327	51	15.5	29	0	1	1.543685	0.004129	0.910866	0.913065	0.91613	0.885409	0.983292	0.509978	0.109546	0	0.104568	179.0436	2.714715	0.688824	0.311176
0.000323	52	15.4	29	0	1	1.542949	0.004127	0.910854	0.913059	0.916126	0.885408	0.983292	0.509878	0.109482	0	0.104517	179.0455	2.716093	0.688697	0.311303
0.000325	51	15.6	29	0	1	1.543723	0.004129	0.910852	0.913053	0.916119	0.885393	0.983289	0.509895	0.109484	0	0.104535	179.0153	2.715811	0.688837	0.311163
0.000321	52	15.5	29	0	1	1.543453	0.004128	0.910839	0.913047	0.916115	0.885392	0.983289	0.509795	0.109422	0	0.104484	179.017	2.717174	0.688708	0.311292
0.000323	51	15.7	29	0	1	1.542815	0.004126	0.910838	0.913041	0.916108	0.885378	0.983286	0.509812	0.109423	0	0.104502	178.9877	2.7169	0.688652	0.311148
0.000319	52	15.6	29	0	1	1.543077	0.004127	0.910825	0.913035	0.916104	0.885377	0.983286	0.509713	0.109361	0	0.104453	178.9893	2.718249	0.68872	0.311128
0.000321	51	15.8	29	0	1	1.543359	0.004128	0.910824	0.913029	0.916097	0.885362	0.983283	0.509731	0.109363	0	0.10447	178.9597	2.717982	0.688965	0.311135
0.000317	52	15.7	29	0	1	1.542462	0.004125	0.910811	0.913023	0.916093	0.885362	0.983283	0.509632	0.109301	0	0.104422	178.9621	2.719315	0.688732	0.311268
0.000319	51	15.9	29	0	1	1.543192	0.004127	0.910809	0.913017	0.916086	0.885347	0.98328	0.509649	0.109303	0	0.104439	178.9327	2.719056	0.68868	0.311112
0.000316	52	15.8	29	0	1	1.542759	0.004126	0.910797	0.913012	0.916082	0.885346	0.98328	0.50955	0.109241	0	0.104391	178.9348	2.720376	0.688743	0.311257
0.000317	51	16	29	0	1	1.54334	0.004128	0.910795	0.913005	0.916075	0.885332	0.983277	0.509569	0.109243	0	0.104408	178.9057	2.720122	0.688694	0.311106
0.000314	52	15.9	29	0	1	1.542747	0.004126	0.910784	0.913	0.916071	0.885331	0.983277	0.50947	0.109182	0	0.104362	178.908	2.721428	0.688755	0.311245
0.000312	52	16	29	0	1	1.542376	0.004125	0.91077	0.912989	0.91606	0.885316	0.983274	0.50939	0.109124	0	0.104333	178.8818	2.722472	0.688767	0.311233

Lampiran 5. Hasil Kalibrasi Periode Hujan

mass balat	drying rate	temperatu	reference	moisture	power on	Bias (mm)	Rel. Bias	R Squared	R2_sqrt	R2_log	R2_inv	MonthlyR2	U1	X1	(U > R) st	ARPE	Tau 1	Tau 2	Volume 1	Volume 2
0.002064	51	16	27	0	1	2.813941	0.006361	0.817658	0.860219	0.873459	0.861767	0.975588	0.476974	0.228206	0	0.211112	212.5817	1.163633	0.588021	0.411979
0.002046	51	15.9	27	0	1	2.808304	0.006348	0.817658	0.860268	0.873529	0.861925	0.975617	0.476976	0.228148	0	0.210404	212.781	1.165781	0.588202	0.411798
0.002037	51	15.8	27	0	1	2.802511	0.006335	0.817658	0.860317	0.873598	0.862081	0.975646	0.476977	0.228089	0	0.2097	212.9813	1.167942	0.588383	0.411617
0.002028	51	15.7	27	0	1	2.796734	0.006322	0.817658	0.860365	0.873667	0.862237	0.975675	0.476979	0.228028	0	0.208999	213.1824	1.170115	0.588564	0.411436
0.002019	51	15.6	27	0	1	2.791138	0.006311	0.817658	0.860412	0.873735	0.862393	0.975703	0.476979	0.227967	0	0.208303	213.3843	1.172302	0.588743	0.411257
0.002002	51	15.4	27	0	1	2.787954	0.006284	0.817658	0.860505	0.87387	0.862703	0.975761	0.476979	0.22784	0	0.20761	213.5872	1.1745	0.588922	0.411078
0.001994	51	15.3	27	0	1	2.774003	0.006271	0.817658	0.860555	0.873936	0.862857	0.97579	0.476979	0.227774	0	0.206921	213.7909	1.176712	0.589101	0.410899
0.002024	52	16	27	0	1	2.771549	0.006265	0.817658	0.860375	0.873728	0.862515	0.975802	0.476804	0.22819	0	0.208869	214.1072	1.173344	0.588296	0.411704
0.001985	51	15.2	27	0	1	2.768447	0.006258	0.817658	0.860594	0.874002	0.863011	0.975818	0.476977	0.227708	0	0.205556	214.2009	1.181172	0.589456	0.410544
0.002016	52	15.9	27	0	1	2.766002	0.006253	0.817658	0.860422	0.873796	0.86287	0.975831	0.476804	0.228126	0	0.207994	214.3077	1.175538	0.588478	0.411522
0.001977	51	15.1	27	0	1	2.762811	0.006245	0.817658	0.860638	0.874067	0.863164	0.975847	0.476975	0.22764	0	0.204878	214.4072	1.18342	0.589633	0.410367
0.002007	52	15.8	27	0	1	2.760381	0.00624	0.817658	0.860468	0.873883	0.862824	0.97586	0.476803	0.22806	0	0.207303	214.509	1.17744	0.588659	0.411341
0.001968	51	15	27	0	1	2.757141	0.006233	0.817658	0.860681	0.874131	0.863316	0.975875	0.476973	0.227571	0	0.204205	214.6143	1.185681	0.589809	0.410191
0.001999	52	15.7	27	0	1	2.754867	0.006228	0.817658	0.860513	0.873929	0.862978	0.975889	0.476801	0.227993	0	0.206615	214.711	1.179663	0.58884	0.41116
0.00199	52	15.6	27	0	1	2.749311	0.006215	0.817658	0.860557	0.873995	0.863132	0.975917	0.476798	0.227924	0	0.205931	214.9139	1.182195	0.58902	0.41098
0.001981	52	15.5	27	0	1	2.743854	0.006203	0.81487	0.860601	0.87406	0.863285	0.975946	0.476797	0.227854	0	0.205251	215.1174	1.184439	0.5892	0.41108
0.001973	52	15.4	27	0	1	2.738352	0.00619	0.814925	0.860644	0.874125	0.863437	0.975974	0.476793	0.227783	0	0.204575	215.3218	1.186695	0.589379	0.410621
0.001965	52	15.3	27	0	1	2.732847	0.006178	0.814879	0.860687	0.874189	0.863589	0.976003	0.47679	0.227711	0	0.203903	215.527	1.188963	0.589557	0.410443
0.001956	52	15.2	27	0	1	2.727411	0.006165	0.814832	0.860728	0.874253	0.863741	0.976031	0.476785	0.227637	0	0.203234	215.7329	1.191244	0.589735	0.410265
0.001948	52	15.1	27	0	1	2.72192	0.006153	0.814784	0.860769	0.874316	0.863891	0.976059	0.47678	0.227562	0	0.20257	215.9396	1.193536	0.589912	0.410088
0.00194	52	15	27	0	1	2.716537	0.006141	0.814734	0.860809	0.874378	0.864041	0.976087	0.476774	0.227486	0	0.201909	216.147	1.195841	0.590089	0.409911
0.000937	51	15	28	0	1	2.036128	0.004601	0.794414	0.859636	0.87941	0.862955	0.982431	0.456994	0.19086	0	0.12767	241.7053	1.785871	0.603512	0.396488
0.000936	51	15.1	28	0	1	2.033288	0.004596	0.794334	0.859596	0.878381	0.862951	0.982446	0.456855	0.190776	0	0.127626	241.7908	1.787252	0.603353	0.396647
0.00092	52	15	28	0	1	2.04214	0.004616	0.794305	0.859696	0.878518	0.863163	0.982505	0.456744	0.1898	0	0.126461	240.598	1.798477	0.603346	0.396654
0.000936	51	15.2	28	0	1	2.031281	0.004592	0.794253	0.859554	0.878351	0.862947	0.98246	0.456755	0.190691	0	0.127584	241.8812	1.788641	0.603355	0.396645
0.00092	52	15.1	28	0	1	2.040288	0.004612	0.794227	0.859657	0.878949	0.863159	0.98252	0.456647	0.189716	0	0.126417	240.6783	1.799884	0.603362	0.396638
0.000936	51	15.3	28	0	1	2.029231	0.004587	0.79417	0.859511	0.87832	0.862941	0.982475	0.456653	0.190607	0	0.127542	241.9763	1.790036	0.603572	0.396428
0.00092	52	15.2	28	0	1	2.038467	0.004608	0.794147	0.859616	0.878461	0.863155	0.982535	0.456549	0.189632	0	0.126373	240.7634	1.801258	0.60338	0.39662
0.000935	51	15.4	28	0	1	2.027235	0.004583	0.794086	0.859468	0.878288	0.862936	0.982489	0.456551	0.190524	0	0.127501	242.0759	1.791438	0.603596	0.396404
0.000919	52	15.3	28	0	1	2.036487	0.004604	0.794056	0.859575	0.878431	0.863151	0.982549	0.45645	0.189549	0	0.126331	240.8533	1.802659	0.603401	0.396599
0.000935	51	15.5	28	0	1	2.025213	0.004578	0.794	0.859423	0.878256	0.86293	0.982503	0.456447	0.19044	0	0.127461	242.1803	1.792848	0.603621	0.396379
0.000919	52	15.4	28	0	1	2.03463	0.004599	0.793983	0.859532	0.878401	0.863146	0.982564	0.45635	0.189466	0	0.12629	240.9479	1.804067	0.603423	0.396577
0.000934	51	15.6	28	0	1	2.023296	0.004574	0.793913	0.859378	0.878223	0.862923	0.982516	0.456342	0.190357	0	0.127422	242.2892	1.794264	0.603649	0.396351

0.000919	52	15.5	28	0	1	2.032625	0.004595	0.7939	0.859489	0.878369	0.883141	0.982578	0.456249	0.189383	0	0.126249	241.0472	1.805483	0.603447	0.396553	
0.000934	51	15.7	28	0	1	2.021068	0.004599	0.793825	0.859332	0.878189	0.882916	0.982529	0.456237	0.190273	0	0.127384	242.4028	1.795687	0.603679	0.396321	
0.000918	52	15.6	28	0	1	2.030646	0.00469	0.793815	0.859445	0.878337	0.883135	0.982591	0.456147	0.1893	0	0.12621	241.1512	1.806906	0.603473	0.396527	
0.000934	51	15.8	28	0	1	2.019025	0.004584	0.793736	0.859285	0.878154	0.882908	0.982542	0.45613	0.190191	0	0.127348	242.5209	1.797118	0.60371	0.396229	
0.000918	52	15.7	28	0	1	2.028377	0.004585	0.793729	0.8594	0.878304	0.883128	0.982604	0.456044	0.189218	0	0.126171	241.26	1.808336	0.603501	0.396499	
0.000933	51	15.9	28	0	1	2.016875	0.004599	0.793646	0.859236	0.878119	0.882899	0.982554	0.456022	0.190108	0	0.127311	242.6437	1.798555	0.603744	0.396256	
0.000918	52	15.8	28	0	1	2.026501	0.004581	0.793641	0.859354	0.878271	0.883121	0.982617	0.45594	0.189135	0	0.126133	241.3732	1.809773	0.603779	0.396421	
0.000933	51	16	28	0	1	2.024371	0.004576	0.793552	0.859307	0.878082	0.88289	0.982567	0.455913	0.190025	0	0.127276	242.7709	1.799998	0.603779	0.396421	
0.000917	52	15.9	28	0	1	2.022142	0.004575	0.793462	0.85926	0.878201	0.883113	0.98263	0.455834	0.189054	0	0.126097	241.4912	1.811217	0.603562	0.396438	
0.00038	51	15	29	0	1	3.253808	0.007355	0.793157	0.853115	0.864803	0.864803	0.974728	0.436597	0.139152	0	0.126061	241.6137	1.812669	0.603596	0.396404	
0.000377	51	15.1	29	0	1	3.266067	0.007383	0.793087	0.852973	0.870349	0.864495	0.974612	0.436307	0.138784	0	0.101141	169.7938	2.068979	0.610113	0.398887	
0.000375	51	15.2	29	0	1	3.278284	0.007411	0.793018	0.85283	0.870189	0.864188	0.974495	0.436018	0.138419	0	0.101175	169.3943	2.069122	0.610359	0.398641	
0.000372	52	15	29	0	1	3.294588	0.007448	0.793005	0.852699	0.870027	0.863841	0.974337	0.43577	0.138138	0	0.10121	169.0001	2.069244	0.610605	0.398395	
0.000372	51	15.3	29	0	1	3.290338	0.007438	0.792947	0.852687	0.870028	0.863882	0.974378	0.43573	0.138058	0	0.101346	168.6083	2.068475	0.610902	0.398097	
0.00037	52	15.1	29	0	1	3.306908	0.007475	0.792834	0.852554	0.869864	0.863529	0.974219	0.43573	0.138058	0	0.101249	168.6111	2.069346	0.610853	0.398147	
0.00037	51	15.4	29	0	1	3.302504	0.007465	0.792876	0.852545	0.869868	0.863576	0.974261	0.435443	0.137699	0	0.101389	168.2167	2.066505	0.611156	0.398894	
0.000367	52	15.2	29	0	1	3.319222	0.007503	0.792863	0.85241	0.869701	0.863217	0.9741	0.435186	0.137412	0	0.101289	168.2272	2.069427	0.611102	0.398898	
0.000367	51	15.3	29	0	1	3.314505	0.007493	0.792805	0.852403	0.869708	0.863271	0.974145	0.435157	0.137342	0	0.101434	167.8303	2.066516	0.611141	0.398859	
0.000365	52	15.5	29	0	1	3.331501	0.007531	0.792791	0.852265	0.869539	0.862907	0.973982	0.434896	0.137054	0	0.101332	167.8483	2.069487	0.611352	0.398848	
0.000365	51	15.6	29	0	1	3.326548	0.00752	0.792734	0.852261	0.869549	0.862967	0.973982	0.434871	0.136989	0	0.101482	167.449	2.066508	0.611685	0.398335	
0.000363	52	15.4	29	0	1	3.343528	0.007558	0.792719	0.852121	0.86939	0.862598	0.973864	0.434606	0.136698	0	0.101377	167.474	2.069528	0.611602	0.398397	
0.000363	51	15.7	29	0	1	3.338518	0.007547	0.792662	0.852119	0.86939	0.862664	0.973912	0.434317	0.136345	0	0.101532	167.0728	2.06848	0.611921	0.398079	
0.00036	52	15.5	29	0	1	3.355949	0.007586	0.792646	0.851977	0.869215	0.862289	0.973746	0.434317	0.136345	0	0.101425	167.1053	2.069549	0.611854	0.398146	
0.00036	51	15.8	29	0	1	3.350531	0.007574	0.79259	0.851977	0.869231	0.862361	0.973796	0.434303	0.13629	0	0.101584	166.7015	2.068433	0.612178	0.397822	
0.000358	52	15.6	29	0	1	3.368062	0.007614	0.792573	0.851833	0.869054	0.861981	0.973628	0.43403	0.135995	0	0.101475	166.7409	2.069551	0.612106	0.397894	
0.000358	51	15.9	29	0	1	3.362458	0.007601	0.792517	0.851836	0.869072	0.862059	0.973668	0.434021	0.135945	0	0.101639	166.335	2.068367	0.612436	0.397564	
0.000356	52	15.7	29	0	1	3.380174	0.007641	0.7925	0.851689	0.868893	0.861674	0.97351	0.433743	0.135648	0	0.101527	166.3813	2.069534	0.612359	0.397641	
0.000356	51	16	29	0	1	3.374254	0.007628	0.792445	0.851694	0.868814	0.861759	0.973564	0.433739	0.135603	0	0.101695	165.9734	2.066283	0.612695	0.397305	
0.000353	52	15.8	29	0	1	3.392206	0.007668	0.792427	0.851546	0.868732	0.861546	0.973392	0.433458	0.135304	0	0.101581	166.0263	2.069498	0.612613	0.397387	
0.000351	52	15.9	29	0	1	3.404243	0.007695	0.792353	0.851403	0.868672	0.861403	0.973275	0.433173	0.134982	0	0.101754	165.6165	2.06618	0.612954	0.397046	
0.000349	52	16	29	0	1	3.416115	0.007722	0.792279	0.85126	0.868412	0.860759	0.973158	0.43289	0.134623	0	0.101815	165.2642	2.066061	0.613213	0.396787	
																0	0.101878	164.9164	2.065923	0.613474	0.396526

Lampiran 6. Hasil Kalibrasi Periode Debit Puncak

mass ball	drying rate	temperatur	reference	moisture	power on	Bias (mm)	Rel. Bias	R Squared	R2_sqrt	R2_log	R2_inv	MonthlyR2_U1	X1	(U > R) st	ARPE	Tau 1	Tau 2	Volume 1	Volume 2	
0.000382	51	15	29	0	1	10.41184	0.017986	0.723587	0.830937	0.846744	0.814907	0.975745	0.516742	0.264018	0	0.15081	133.4302	1.118787	0.598079	0.401921
0.00038	51	15.1	29	0	1	10.4307	0.017929	0.723587	0.830723	0.846467	0.814156	0.975629	0.516461	0.263682	0	0.15147	133.0927	1.117616	0.598175	0.401825
0.000375	52	15	29	0	1	10.46399	0.017986	0.723587	0.830346	0.845956	0.81266	0.97539	0.515902	0.263093	0	0.151857	132.4543	1.1145	0.598473	0.401527
0.000377	51	15.2	29	0	1	10.44851	0.017961	0.723587	0.830508	0.84619	0.813407	0.975513	0.51618	0.263346	0	0.151486	132.7593	1.11645	0.598273	0.401727
0.000373	52	15.1	29	0	1	10.48292	0.018019	0.723587	0.830129	0.845676	0.811899	0.975272	0.515617	0.262755	0	0.152203	132.1228	1.113309	0.598578	0.401422
0.000375	51	15.3	29	0	1	10.46829	0.017993	0.723587	0.830293	0.845913	0.812658	0.975396	0.515899	0.263012	0	0.151825	132.4298	1.115289	0.598373	0.401627
0.00037	52	15.2	29	0	1	10.50179	0.018051	0.723587	0.829911	0.845395	0.811138	0.975153	0.515331	0.262419	0	0.15255	131.7953	1.112124	0.598685	0.401315
0.000373	51	15.4	29	0	1	10.48702	0.018026	0.723587	0.830079	0.845637	0.811909	0.975279	0.515618	0.262678	0	0.152164	132.1042	1.114134	0.598475	0.401525
0.000368	52	15.3	29	0	1	10.52062	0.018083	0.723587	0.829694	0.845115	0.810379	0.975034	0.515045	0.262084	0	0.152897	131.4718	1.110945	0.598795	0.401205
0.00037	51	15.5	29	0	1	10.50569	0.018058	0.723587	0.829864	0.84536	0.811161	0.975161	0.515337	0.262346	0	0.152505	131.7825	1.112984	0.598578	0.401422
0.000366	52	15.4	29	0	1	10.5394	0.018116	0.723587	0.829476	0.844835	0.80962	0.974915	0.51476	0.261749	0	0.153246	131.1521	1.109771	0.598905	0.401095
0.000368	51	15.6	29	0	1	10.52432	0.01809	0.723587	0.829649	0.845084	0.810414	0.975044	0.515056	0.262015	0	0.152846	131.4645	1.11184	0.598683	0.401317
0.000364	52	15.5	29	0	1	10.55812	0.018148	0.723587	0.829259	0.844556	0.808862	0.974795	0.514475	0.261416	0	0.153594	130.8362	1.108603	0.599018	0.400982
0.000366	51	15.7	29	0	1	10.5429	0.018122	0.723587	0.829435	0.844808	0.809688	0.974926	0.514775	0.261685	0	0.153187	131.1503	1.110701	0.59879	0.40121
0.000361	52	15.6	29	0	1	10.57678	0.01818	0.723587	0.829041	0.844271	0.808106	0.974676	0.514189	0.261084	0	0.153943	130.5241	1.107442	0.599132	0.400868
0.000364	51	15.8	29	0	1	10.56143	0.018154	0.723587	0.82922	0.844533	0.808923	0.974808	0.514495	0.261356	0	0.153529	130.8398	1.109567	0.598699	0.401101
0.000359	52	15.7	29	0	1	10.5954	0.018212	0.723587	0.828824	0.843998	0.80735	0.974556	0.513904	0.260754	0	0.154293	130.2157	1.106286	0.599248	0.400752
0.000361	51	15.9	29	0	1	10.57991	0.018185	0.723587	0.829006	0.844258	0.808179	0.97469	0.514214	0.261029	0	0.153872	130.5329	1.108439	0.599009	0.400991
0.000357	52	15.8	29	0	1	10.61396	0.018244	0.723587	0.828607	0.84372	0.806596	0.974437	0.51362	0.260424	0	0.154643	129.911	1.105136	0.599365	0.400635
0.000359	51	16	29	0	1	10.59833	0.018217	0.78456	0.828791	0.843983	0.807436	0.974572	0.513934	0.260702	0	0.154215	130.2296	1.107316	0.599121	0.400879
0.000355	52	15.9	29	0	1	10.63246	0.018276	0.784503	0.82839	0.843442	0.805843	0.974317	0.513335	0.260096	0	0.154994	129.6098	1.103992	0.599463	0.400517
0.000353	52	16	29	0	1	10.65091	0.018307	0.784437	0.828174	0.843165	0.805091	0.974197	0.513051	0.259769	0	0.155345	129.3122	1.102854	0.599603	0.400396
0.00086	52	15	28	0	1	8.661246	0.014887	0.784395	0.841447	0.861939	0.862753	0.978572	0.531181	0.296435	0	0.133237	186.322	1.189355	0.617637	0.382363
0.000866	52	15.1	28	0	1	8.662716	0.014889	0.784345	0.841414	0.861917	0.862772	0.978573	0.531156	0.296382	0	0.133211	186.3628	1.189876	0.617592	0.382408
0.00088	51	15	28	0	1	8.64075	0.014852	0.784333	0.841315	0.861766	0.862454	0.978316	0.530975	0.296857	0	0.133522	186.9781	1.186672	0.618688	0.381312
0.000865	52	15.2	28	0	1	8.64214	0.014893	0.784294	0.841381	0.861893	0.862792	0.978574	0.53113	0.296333	0	0.133185	186.4068	1.190405	0.617547	0.382453
0.00088	51	15.1	28	0	1	8.642139	0.014855	0.784282	0.841282	0.861743	0.862474	0.978316	0.530949	0.296805	0	0.133496	187.0218	1.187396	0.618644	0.381356
0.000865	52	15.3	28	0	1	8.665727	0.014895	0.784241	0.841347	0.861869	0.862812	0.978574	0.531104	0.296277	0	0.133158	186.454	1.190944	0.617503	0.382497
0.000879	51	15.2	28	0	1	8.643544	0.014857	0.78423	0.841249	0.861719	0.862494	0.978316	0.530922	0.296753	0	0.133469	187.0687	1.187929	0.6186	0.3814
0.000865	52	15.4	28	0	1	8.667278	0.014898	0.784188	0.841313	0.861845	0.862832	0.978574	0.531078	0.296224	0	0.13313	186.5043	1.191492	0.61746	0.38254
0.000879	51	15.3	28	0	1	8.644993	0.014859	0.784177	0.841214	0.861695	0.862514	0.978316	0.530895	0.2967	0	0.133441	187.1188	1.188471	0.618557	0.381443
0.000864	52	15.5	28	0	1	8.668864	0.014901	0.784134	0.841278	0.861819	0.862852	0.978574	0.531052	0.296171	0	0.133102	186.5577	1.192048	0.617418	0.382582
0.000879	51	15.4	28	0	1	8.646472	0.014862	0.784124	0.841179	0.86167	0.862534	0.978316	0.530889	0.296648	0	0.133413	187.1719	1.189022	0.618515	0.381485
0.000864	52	15.6	28	0	1	8.670457	0.014903	0.78408	0.841242	0.861794	0.862872	0.978573	0.531026	0.296119	0	0.133073	186.6143	1.192614	0.617376	0.382624

0.000878	51	15.5	28	0	1	8.647977	0.014865	0.784069	0.841144	0.861644	0.862554	0.978315	0.530842	0.296595	0	0.133384	187.2281	1.189581	0.618474	0.381526
0.000864	52	15.7	28	0	1	8.672092	0.014906	0.784024	0.841205	0.861768	0.862892	0.978572	0.530999	0.296066	0	0.133044	186.6739	1.193188	0.617335	0.382665
0.000878	51	15.6	28	0	1	8.649495	0.014867	0.784014	0.841107	0.861618	0.862574	0.978314	0.530814	0.296543	0	0.133355	187.2874	1.190149	0.618433	0.381587
0.000864	52	15.8	28	0	1	8.673746	0.014909	0.783968	0.841168	0.861741	0.862912	0.978571	0.530972	0.296013	0	0.133014	186.7367	1.193771	0.617295	0.382705
0.000878	51	15.7	28	0	1	8.651053	0.01487	0.783958	0.84107	0.861591	0.862593	0.978312	0.530787	0.29649	0	0.133326	187.3497	1.190725	0.618394	0.381606
0.000863	52	15.9	28	0	1	8.675441	0.014912	0.783911	0.84113	0.861713	0.862931	0.978569	0.530945	0.29596	0	0.132984	186.8025	1.194363	0.617256	0.382744
0.000877	51	15.8	28	0	1	8.652844	0.014873	0.783901	0.841033	0.861564	0.862613	0.978311	0.530759	0.296437	0	0.133295	187.4151	1.191311	0.618355	0.381645
0.000863	52	16	28	0	1	8.677166	0.014915	0.783853	0.841092	0.861685	0.862951	0.978567	0.530918	0.295907	0	0.132983	186.8714	1.194963	0.617217	0.382783
0.000877	51	15.9	28	0	1	8.654248	0.014875	0.783843	0.840994	0.861536	0.862633	0.978308	0.530732	0.296384	0	0.133265	187.4635	1.191904	0.618316	0.381684
0.000877	51	16	28	0	1	8.655892	0.014878	0.783785	0.840955	0.861508	0.862652	0.978306	0.530704	0.296331	0	0.133234	187.5549	1.192506	0.618279	0.381721
0.001715	52	15	27	0	1	8.97912	0.015434	0.779502	0.828392	0.844183	0.81798	0.960556	0.502613	0.290834	0	0.184163	165.0455	0.952055	0.669086	0.330914
0.00172	52	15.1	27	0	1	8.992066	0.015456	0.779306	0.82817	0.84394	0.817526	0.960337	0.502125	0.290468	0	0.184849	164.8116	0.950594	0.669471	0.330529
0.001739	51	15	27	0	1	9.036446	0.015532	0.779174	0.827886	0.84357	0.816473	0.960064	0.501471	0.298851	0	0.186427	164.0124	0.946001	0.670266	0.329734
0.001728	52	15.2	27	0	1	9.005325	0.015479	0.779108	0.827945	0.843695	0.817088	0.960116	0.501633	0.290097	0	0.185542	164.5774	0.949173	0.669857	0.330143
0.001746	51	15.1	27	0	1	9.050309	0.015556	0.778971	0.827657	0.843321	0.81601	0.959841	0.500971	0.289469	0	0.187137	163.7777	0.944533	0.670656	0.329344
0.001734	52	15.3	27	0	1	9.018928	0.015502	0.778907	0.827717	0.843447	0.816606	0.959893	0.501136	0.28972	0	0.186244	164.3429	0.947663	0.670246	0.329754
0.001752	51	15.2	27	0	1	9.064522	0.015581	0.778766	0.827428	0.84307	0.815543	0.959616	0.500465	0.289082	0	0.187856	163.5427	0.943063	0.671047	0.328953
0.00174	52	15.4	27	0	1	9.032872	0.015526	0.778704	0.827488	0.843197	0.816141	0.959669	0.500634	0.289337	0	0.186953	164.1079	0.946194	0.670635	0.329365
0.001758	51	15.3	27	0	1	9.079087	0.015606	0.778558	0.827193	0.842816	0.815072	0.959388	0.499956	0.288689	0	0.188584	163.3074	0.94159	0.67144	0.32856
0.001747	52	15.5	27	0	1	9.047165	0.015551	0.778498	0.827255	0.842944	0.815672	0.959442	0.500128	0.288949	0	0.187672	163.8726	0.944722	0.671027	0.328973
0.001765	51	15.4	27	0	1	9.094004	0.015631	0.778348	0.826957	0.84256	0.814598	0.959159	0.499441	0.28829	0	0.18932	163.0719	0.940114	0.671834	0.328166
0.001753	52	15.6	27	0	1	9.061804	0.015576	0.778289	0.827021	0.842689	0.815199	0.959213	0.499617	0.288556	0	0.188398	163.637	0.943247	0.67142	0.32858
0.001772	51	15.5	27	0	1	9.109279	0.015658	0.778135	0.826718	0.842301	0.814119	0.958928	0.498921	0.287886	0	0.190064	162.8359	0.938636	0.67223	0.32777
0.00176	52	15.7	27	0	1	9.076799	0.015602	0.778078	0.826783	0.842431	0.814722	0.958983	0.499101	0.288157	0	0.189134	163.401	0.94177	0.671815	0.328185
0.001778	51	15.6	27	0	1	9.124922	0.015684	0.777919	0.826477	0.84204	0.813637	0.958695	0.498397	0.287476	0	0.190818	162.5997	0.937155	0.672628	0.327372
0.001766	52	15.8	27	0	1	9.092166	0.015628	0.777864	0.826543	0.842171	0.814242	0.958751	0.498581	0.287753	0	0.189878	163.1646	0.940289	0.672211	0.327789
0.001785	51	15.7	27	0	1	9.140936	0.015712	0.7777	0.826234	0.841776	0.813151	0.95846	0.497868	0.287061	0	0.19158	162.3631	0.935671	0.673027	0.326973
0.001773	52	15.9	27	0	1	9.107876	0.015655	0.777647	0.826301	0.841908	0.813758	0.958516	0.498055	0.287343	0	0.190631	162.9278	0.938806	0.672609	0.327391
0.001791	51	15.8	27	0	1	9.15732	0.01574	0.777479	0.825987	0.84151	0.812662	0.958223	0.497334	0.286654	0	0.192352	162.1262	0.934184	0.673428	0.326572
0.00178	52	16	27	0	1	9.123981	0.015683	0.777427	0.826056	0.841643	0.81327	0.95828	0.497525	0.286927	0	0.191392	162.6906	0.93732	0.673009	0.326991
0.001798	51	15.9	27	0	1	9.174078	0.015769	0.777255	0.825739	0.841241	0.812168	0.957985	0.496796	0.286213	0	0.193133	161.8889	0.932694	0.673831	0.326169
0.001805	51	16	27	0	1	9.191227	0.015798	0.777028	0.825487	0.84097	0.81167	0.957744	0.496252	0.28578	0	0.193923	161.0513	0.9312	0.674235	0.325765

Lampiran 7. Hasil Kalibrasi Periode Panjang

mass balai	drying rate	temperatur	reference	moisture t	power on	Bias (mm)	Rel. Bias	R Square	R2 sqrt	R2 log	R2 inv	Month/R2	U1	X1	(U > R) st	ARPE	Tau 1	Tau 2	Volume 1	Volume 2
0.000377	52	15	29	0	1	13.80948	0.023004	0.799846	0.82687	0.841693	0.806933	0.96321	0.484588	0.243234	0	0.139349	131.4989	1.085945	0.590012	0.40998
0.000375	52	15.1	29	0	1	13.80269	0.022993	0.799846	0.826702	0.841465	0.806234	0.963131	0.484337	0.243006	0	0.139617	131.1712	1.084898	0.590133	0.40986
0.000373	52	15.2	29	0	1	13.79608	0.022982	0.799846	0.826534	0.841236	0.805534	0.963051	0.484084	0.242779	0	0.139886	130.8477	1.083858	0.590255	0.40974
0.000384	51	15	29	0	1	13.8486	0.02307	0.799846	0.827277	0.842293	0.808964	0.963416	0.48532	0.243782	0	0.138583	132.4604	1.089676	0.589553	0.41044
0.00037	52	15.3	29	0	1	13.78963	0.022971	0.799846	0.826365	0.841007	0.804835	0.96297	0.483832	0.242551	0	0.140166	130.5281	1.082823	0.590378	0.40962
0.000382	51	15.1	29	0	1	13.8415	0.023058	0.799846	0.827113	0.842069	0.808277	0.963341	0.485074	0.243557	0	0.138844	132.1263	1.088646	0.589664	0.41033
0.000368	52	15.4	29	0	1	13.78336	0.022961	0.799846	0.826196	0.840777	0.804136	0.962888	0.483579	0.242324	0	0.140426	130.2126	1.087193	0.590503	0.40949
0.000379	51	15.2	29	0	1	13.83457	0.023046	0.799846	0.826948	0.841844	0.807589	0.963265	0.484828	0.243333	0	0.139106	131.7964	1.08762	0.589777	0.41022
0.000366	52	15.5	29	0	1	13.77725	0.022951	0.799846	0.826026	0.840548	0.803438	0.962805	0.483326	0.242097	0	0.140697	129.9009	1.080769	0.590629	0.40937
0.000377	51	15.3	29	0	1	13.82783	0.023035	0.799846	0.826783	0.841619	0.8069	0.963188	0.484581	0.243108	0	0.139369	131.4705	1.0886	0.589891	0.41010
0.000363	52	15.6	29	0	1	13.77131	0.022941	0.799846	0.825856	0.840318	0.80274	0.962722	0.483072	0.24187	0	0.140968	129.5931	1.079751	0.590757	0.40924
0.000375	51	15.4	29	0	1	13.82125	0.023024	0.799846	0.826618	0.841393	0.806212	0.963111	0.484333	0.242883	0	0.139632	131.1486	1.085585	0.590007	0.40999
0.000372	51	15.5	29	0	1	13.81484	0.023013	0.799846	0.826451	0.841168	0.805524	0.963032	0.484086	0.242659	0	0.139896	130.8307	1.084575	0.590125	0.40987
0.000361	52	15.7	29	0	1	13.76553	0.022931	0.799846	0.825885	0.840098	0.802042	0.962838	0.482819	0.241643	0	0.14124	129.2891	1.078738	0.590886	0.40911
0.00037	51	15.6	29	0	1	13.8086	0.023003	0.799846	0.826285	0.840942	0.804836	0.962952	0.483838	0.242434	0	0.140161	130.5166	1.08357	0.590245	0.40975
0.000359	52	15.8	29	0	1	13.7599	0.022922	0.799846	0.825515	0.839858	0.801345	0.962553	0.482365	0.241416	0	0.141512	128.9888	1.077731	0.591016	0.40898
0.000368	51	15.7	29	0	1	13.80251	0.022993	0.799846	0.826117	0.840715	0.804149	0.962872	0.483589	0.24221	0	0.140426	130.2065	1.082571	0.590365	0.40963
0.000357	52	15.9	29	0	1	13.75442	0.022913	0.799846	0.825344	0.839628	0.800649	0.962466	0.482311	0.241189	0	0.141785	128.6922	1.07673	0.591148	0.40885
0.000366	51	15.8	29	0	1	13.7966	0.022963	0.799846	0.82595	0.840489	0.803462	0.962791	0.483341	0.241985	0	0.140692	129.9	1.081577	0.590488	0.40951
0.000355	52	16	29	0	1	13.74908	0.022904	0.799846	0.825172	0.839399	0.799954	0.962382	0.482057	0.240963	0	0.142059	128.3992	1.075734	0.59128	0.4087
0.000364	51	15.9	29	0	1	13.79083	0.022973	0.799846	0.825782	0.840263	0.802775	0.962709	0.483092	0.241761	0	0.140959	129.5973	1.080588	0.590611	0.40938
0.000361	51	16	29	0	1	13.79522	0.022964	0.799846	0.825614	0.840036	0.802089	0.962627	0.482843	0.241537	0	0.141225	129.2963	1.079604	0.590736	0.40926
0.000876	52	15	28	0	1	16.86328	0.028125	0.772951	0.825959	0.845327	0.840336	0.952294	0.490745	0.252958	0	0.129478	187.8721	1.155478	0.806129	0.39387
0.000875	52	15.1	28	0	1	16.89732	0.028148	0.772855	0.825879	0.845256	0.840303	0.952237	0.490682	0.252848	0	0.129497	187.9113	1.15588	0.80608	0.3939
0.000875	52	15.2	28	0	1	16.9116	0.028172	0.772758	0.825798	0.845184	0.840269	0.95218	0.490619	0.252737	0	0.129515	187.9538	1.15629	0.806032	0.39396
0.00089	51	15	28	0	1	16.94682	0.028231	0.772676	0.825584	0.844897	0.839607	0.951726	0.490361	0.25292	0	0.129807	188.6628	1.153531	0.807149	0.39285
0.000874	52	15.3	28	0	1	16.92608	0.028196	0.772659	0.825715	0.845111	0.840233	0.952122	0.490555	0.252625	0	0.129534	187.9997	1.156708	0.806985	0.39401
0.000889	51	15.1	28	0	1	16.98101	0.028254	0.772578	0.825502	0.844824	0.839572	0.951669	0.490297	0.252809	0	0.129826	188.7053	1.153936	0.807101	0.39289
0.000874	52	15.4	28	0	1	16.94082	0.028221	0.772559	0.82563	0.845037	0.840196	0.952063	0.49049	0.252512	0	0.129552	188.0489	1.157133	0.806938	0.39406
0.000889	51	15.2	28	0	1	16.97542	0.028278	0.772479	0.825419	0.844751	0.839536	0.95161	0.490232	0.252697	0	0.129845	188.7511	1.154349	0.807054	0.39294
0.000874	52	15.5	28	0	1	16.95576	0.028246	0.772457	0.825545	0.844961	0.840158	0.952003	0.490425	0.252399	0	0.129571	188.1014	1.157566	0.806892	0.39410
0.000888	51	15.3	28	0	1	16.99006	0.028303	0.772379	0.825334	0.844676	0.839498	0.95155	0.490166	0.252584	0	0.129864	188.8002	1.154769	0.807008	0.39299
0.000873	52	15.6	28	0	1	16.97092	0.028271	0.772354	0.825458	0.844883	0.840118	0.951942	0.490359	0.252284	0	0.129589	188.1572	1.158007	0.806548	0.39415
0.000888	51	15.4	28	0	1	17.00491	0.028327	0.772271	0.825248	0.8446	0.839459	0.951489	0.4901	0.252471	0	0.129882	188.8526	1.155197	0.806963	0.39303

52	15.7	16.98631	0.028296	0.77225	0.825369	0.844805	0.840077	0.95188	0.490292	0.252169	0	0.129607	188.2163	1.158456	0.605804	0.39419
51	15.5	17.02	0.028353	0.772174	0.825161	0.844522	0.839419	0.951428	0.490033	0.252356	0	0.129901	188.9083	1.155632	0.606918	0.39308
52	15.8	17.00191	0.028322	0.772144	0.825279	0.844725	0.840035	0.951816	0.490225	0.252052	0	0.129625	188.2787	1.158912	0.60576	0.3942
51	15.6	17.03528	0.028378	0.77207	0.825072	0.844443	0.839377	0.951365	0.489966	0.252241	0	0.129919	188.9672	1.156075	0.606875	0.39312
52	15.9	17.01771	0.028349	0.772037	0.825188	0.844644	0.839991	0.951752	0.490157	0.251935	0	0.129643	188.3443	1.159375	0.605718	0.39428
51	15.7	17.0508	0.028404	0.771964	0.824982	0.844363	0.839334	0.951301	0.489898	0.252124	0	0.129937	189.0294	1.156525	0.606832	0.39316
52	16	17.03375	0.028376	0.771929	0.825096	0.844561	0.839946	0.951687	0.490089	0.251817	0	0.129661	188.4131	1.159846	0.605676	0.39432
51	15.8	17.06653	0.02843	0.771857	0.824891	0.844282	0.83929	0.951237	0.489829	0.252007	0	0.129956	189.0948	1.156983	0.60679	0.3932
51	15.9	17.08247	0.028457	0.771749	0.824798	0.844199	0.839244	0.951171	0.489759	0.251889	0	0.129974	189.1634	1.157448	0.606748	0.39325
51	16	17.09863	0.028484	0.771639	0.824704	0.844114	0.839197	0.951104	0.489689	0.25177	0	0.129992	189.2352	1.15792	0.606708	0.39329
52	15	18.54068	0.030886	0.765157	0.809392	0.823761	0.789081	0.93126	0.463047	0.241509	0	0.169822	169.6814	0.959572	0.655352	0.34464
52	15.1	18.5849	0.030926	0.764924	0.809121	0.823465	0.788565	0.931041	0.462595	0.241144	0	0.170384	169.4606	0.958325	0.655715	0.34428
51	15	18.57702	0.030946	0.764899	0.808969	0.823233	0.78778	0.930948	0.46212	0.240767	0	0.17147	168.6256	0.954475	0.656466	0.34353
52	15.2	18.56931	0.030967	0.764868	0.808848	0.823167	0.788046	0.93082	0.46214	0.240775	0	0.170952	169.2394	0.957076	0.656079	0.34392
51	15.1	18.60172	0.030987	0.764661	0.808693	0.822933	0.787258	0.930728	0.461659	0.240391	0	0.172049	168.4037	0.953223	0.656833	0.34316
52	15.3	18.61395	0.031008	0.76445	0.808572	0.822866	0.787523	0.930599	0.46168	0.240403	0	0.171526	169.0179	0.955625	0.656446	0.34355
51	15.2	18.62653	0.031029	0.764419	0.808415	0.82263	0.786732	0.930507	0.461193	0.240011	0	0.172635	168.1814	0.951968	0.657202	0.34279
52	15.4	18.63879	0.031049	0.76421	0.808294	0.822564	0.786997	0.930377	0.461217	0.240028	0	0.172106	168.7958	0.954572	0.656813	0.34318
51	15.3	18.65176	0.031071	0.764176	0.808135	0.822325	0.786204	0.930285	0.460724	0.239627	0	0.173228	167.9587	0.950712	0.657572	0.34242
52	15.5	18.66386	0.031091	0.763968	0.808015	0.822259	0.786468	0.930155	0.460751	0.239646	0	0.172892	168.5734	0.953317	0.657182	0.34281
51	15.4	18.67713	0.031113	0.76393	0.807853	0.822018	0.785672	0.930063	0.460251	0.239239	0	0.173824	167.7357	0.949454	0.657944	0.34205
52	15.6	18.68915	0.031133	0.763723	0.807732	0.821952	0.785935	0.929932	0.46028	0.239264	0	0.173284	168.3505	0.95206	0.657553	0.34244
51	15.5	18.70273	0.031156	0.763682	0.807568	0.821709	0.785137	0.92984	0.459774	0.238847	0	0.174428	167.5122	0.948194	0.658318	0.34168
52	15.7	18.71466	0.031176	0.763476	0.807448	0.821642	0.7854	0.929709	0.459806	0.238873	0	0.173882	168.1272	0.9508	0.657926	0.34207
51	15.6	18.72855	0.031199	0.763431	0.807281	0.821397	0.784598	0.929616	0.459293	0.238451	0	0.175039	167.2884	0.946931	0.658693	0.34130
52	15.8	18.7404	0.031219	0.763226	0.807161	0.821331	0.784861	0.929485	0.459328	0.23848	0	0.174487	167.9034	0.949538	0.6583	0.341
51	15.7	18.75461	0.031242	0.763178	0.806992	0.821083	0.784057	0.929392	0.459808	0.23805	0	0.175856	167.0641	0.945666	0.65907	0.3409
52	15.9	18.76638	0.031262	0.762975	0.806872	0.821017	0.784319	0.929226	0.459846	0.238084	0	0.175098	167.6791	0.948274	0.658675	0.34132
51	15.8	18.78092	0.031286	0.762823	0.8067	0.820767	0.783512	0.929167	0.45832	0.237646	0	0.176279	166.8395	0.944399	0.659448	0.34055
52	16	18.79258	0.031305	0.76272	0.806581	0.8207	0.783773	0.929035	0.458361	0.237683	0	0.175716	167.4545	0.947008	0.659052	0.34094
51	15.9	18.80747	0.03133	0.762665	0.806406	0.820448	0.782963	0.928942	0.457828	0.237238	0	0.176909	166.6144	0.943129	0.659828	0.34017
51	16	18.83428	0.031375	0.762405	0.80611	0.820128	0.782412	0.928716	0.457332	0.236825	0	0.177546	166.389	0.941857	0.66021	0.3397

Lampiran 9. Hasil Kalibrasi Periode Tahun 1991

mass balat	drying rate	temperatur	reference	moisture	power on	Bias (mm)	Rel. Bias	R Squared	R2_sqr	R2_log	R2_inv	MonthlyR2	U 1	X 1	(U > R)	st ARPE	Tau 1	Tau 2	Volume 1	Volume 2
0.002115	52	15	27	0	1	7.60402	0.01119	0.612067	0.709735	0.76026	0.85228	0.980374	0.463674	0.239505	0	0.252694	512.6116	1.791692	0.645892	0.35410
0.002132	51	15	27	0	1	7.52103	0.011068	0.611977	0.70983	0.760464	0.852506	0.980072	0.463873	0.239832	0	0.252306	504.4703	1.788317	0.64484	0.3551
0.002121	52	15.1	27	0	1	7.597891	0.011181	0.611954	0.709656	0.760218	0.852243	0.980226	0.463627	0.239456	0	0.252663	511.3119	1.791844	0.645977	0.35402
0.002139	51	15.1	27	0	1	7.514508	0.011058	0.611862	0.709748	0.760418	0.852462	0.979924	0.463826	0.23978	0	0.252283	503.2085	1.788527	0.644929	0.35507
0.002127	52	15.2	27	0	1	7.591715	0.011172	0.611841	0.709576	0.760175	0.852203	0.980077	0.46358	0.239405	0	0.252635	510.0213	1.792014	0.646063	0.35393
0.002145	51	15.2	27	0	1	7.507831	0.011049	0.611746	0.709665	0.76037	0.852416	0.979777	0.463779	0.239727	0	0.252262	501.9555	1.788754	0.64502	0.3549
0.002133	52	15.3	27	0	1	7.585447	0.011163	0.611726	0.709494	0.760129	0.852161	0.979928	0.463533	0.239354	0	0.25261	508.7396	1.792201	0.646151	0.35384
0.002151	51	15.3	27	0	1	7.501245	0.011039	0.611629	0.709579	0.76032	0.852367	0.97963	0.463732	0.239673	0	0.252245	500.7112	1.789	0.645112	0.35488
0.002139	52	15.4	27	0	1	7.5792	0.011154	0.61161	0.709411	0.760082	0.852117	0.97978	0.463485	0.239302	0	0.252588	507.4662	1.792407	0.64624	0.3537
0.002157	51	15.4	27	0	1	7.494473	0.011029	0.611511	0.709492	0.760269	0.852317	0.979483	0.463685	0.239619	0	0.252229	499.475	1.789263	0.645205	0.35479
0.002145	52	15.5	27	0	1	7.57284	0.011144	0.611493	0.709326	0.760032	0.85207	0.979632	0.463437	0.239249	0	0.252568	506.2009	1.79263	0.646331	0.35366
0.002164	51	15.5	27	0	1	7.487751	0.011019	0.611392	0.709404	0.760215	0.852263	0.979336	0.463637	0.239563	0	0.252217	498.2468	1.789545	0.645299	0.35470
0.002152	52	15.6	27	0	1	7.566398	0.011135	0.611376	0.709239	0.759981	0.85202	0.979484	0.463388	0.239194	0	0.252551	504.9437	1.792872	0.646423	0.35357
0.00217	51	15.6	27	0	1	7.48088	0.011009	0.611272	0.709314	0.760158	0.852208	0.979189	0.463589	0.239506	0	0.252207	497.0264	1.789845	0.645395	0.35460
0.002158	52	15.7	27	0	1	7.559979	0.011125	0.611257	0.709151	0.759927	0.851969	0.979336	0.46334	0.239139	0	0.252537	503.6939	1.793131	0.646516	0.35348
0.002176	51	15.7	27	0	1	7.473956	0.010999	0.611151	0.709222	0.760101	0.85215	0.979043	0.46354	0.239448	0	0.252526	502.4518	1.793408	0.64661	0.3533
0.002164	52	15.8	27	0	1	7.553322	0.011115	0.611137	0.709061	0.759872	0.851915	0.979189	0.463291	0.239083	0	0.252196	494.6074	1.790499	0.64559	0.3544
0.002183	51	15.8	27	0	1	7.467014	0.010988	0.611028	0.709129	0.760042	0.85209	0.978897	0.463491	0.23939	0	0.25217	501.2165	1.793703	0.646704	0.35329
0.00217	52	15.9	27	0	1	7.54677	0.011106	0.611016	0.70897	0.759815	0.851858	0.979041	0.463242	0.239026	0	0.252517	501.2165	1.793703	0.646704	0.35329
0.002189	51	15.9	27	0	1	7.459918	0.010978	0.610905	0.709034	0.75998	0.852028	0.978752	0.463442	0.23933	0	0.252194	493.4086	1.790854	0.645688	0.35431
0.002177	52	16	27	0	1	7.540045	0.011086	0.610894	0.708977	0.759755	0.8518	0.978895	0.463192	0.238967	0	0.252511	499.9883	1.794016	0.6468	0.353
0.002195	51	16	27	0	1	7.452825	0.010968	0.610781	0.708938	0.759917	0.851963	0.978607	0.463392	0.239289	0	0.252195	492.2164	1.791226	0.645788	0.35421
0.001211	51	15	28	0	1	8.943171	0.013161	0.608381	0.688394	0.725416	0.79447	0.988349	0.453349	0.22104	0	0.268127	727.1591	2.03014	0.621676	0.37832
0.001211	51	15.1	28	0	1	8.972682	0.013204	0.608316	0.688266	0.725254	0.794225	0.988289	0.453283	0.220836	0	0.268171	727.9531	2.030733	0.62179	0.3782
0.001211	51	15.2	28	0	1	9.002514	0.013248	0.60925	0.688139	0.725093	0.793981	0.988228	0.453217	0.220837	0	0.268225	728.8155	2.031327	0.621923	0.37807
0.001211	51	15.3	28	0	1	9.032302	0.013292	0.609184	0.688011	0.724932	0.79374	0.988167	0.453152	0.220736	0	0.268287	729.7479	2.031921	0.622075	0.37792
0.001182	52	15	28	0	1	8.945086	0.013164	0.60913	0.687439	0.723926	0.791716	0.988147	0.45274	0.220432	0	0.266539	714.6261	2.033012	0.616524	0.38347
0.001211	51	15.4	28	0	1	9.062514	0.013336	0.609118	0.687984	0.724772	0.793501	0.988107	0.453087	0.220635	0	0.268359	730.749	2.032516	0.622244	0.37775
0.001182	52	15.1	28	0	1	8.974396	0.013207	0.609065	0.687731	0.723762	0.791467	0.988086	0.452874	0.220331	0	0.266574	715.3238	2.03321	0.616617	0.38338
0.001211	51	15.5	28	0	1	9.092919	0.013381	0.609052	0.68757	0.724612	0.793264	0.988046	0.453023	0.220534	0	0.26844	731.8198	2.033113	0.622432	0.37756
0.001182	52	15.2	28	0	1	9.004038	0.01325	0.608999	0.687181	0.723598	0.791219	0.988025	0.452809	0.220203	0	0.26868	732.9603	2.03371	0.622638	0.37736
0.001211	51	15.6	28	0	1	9.123596	0.013426	0.608986	0.68763	0.724454	0.793029	0.987984	0.452959	0.220433	0	0.26853	732.9603	2.03371	0.622638	0.37736
0.001182	52	15.3	28	0	1	9.033901	0.013294	0.608934	0.687053	0.723436	0.790973	0.987964	0.452545	0.22013	0	0.266671	716.9221	2.034777	0.616856	0.38314
0.001212	51	15.7	28	0	1	9.15446	0.013472	0.608919	0.687504	0.724296	0.792786	0.987923	0.452895	0.220333	0	0.268663	734.1711	2.034307	0.622862	0.37713

0.001182	52	15.4	28	0	1	9.064022	0.013339	0.608868	0.686925	0.723274	0.79073	0.987902	0.45248	0.22003	0	0.266733	717.8231	2.035368	0.617003	0.3829
0.001212	51	15.8	28	0	1	9.185542	0.013517	0.608852	0.687378	0.724138	0.792565	0.987861	0.452831	0.220233	0	0.268739	735.4523	2.034905	0.623104	0.3768
0.001182	52	15.5	28	0	1	9.094291	0.013383	0.608802	0.686797	0.723113	0.790489	0.98784	0.452417	0.21993	0	0.266804	718.7925	2.035959	0.617169	0.3828
0.001212	51	15.9	28	0	1	9.216882	0.013564	0.608785	0.687252	0.723982	0.792336	0.987799	0.452768	0.220133	0	0.268857	736.804	2.035504	0.623365	0.3766
0.001182	52	15.6	28	0	1	9.124887	0.013428	0.608735	0.686657	0.722953	0.79025	0.987778	0.452353	0.21983	0	0.266884	719.8298	2.036551	0.617352	0.3826
0.001213	51	16	28	0	1	9.248411	0.01361	0.608717	0.687126	0.723826	0.792109	0.987737	0.452706	0.220034	0	0.268884	738.2274	2.036104	0.623844	0.3763
0.001182	52	15.7	28	0	1	9.15562	0.013473	0.608668	0.686543	0.722794	0.790014	0.987716	0.45229	0.21973	0	0.266973	720.9361	2.037143	0.617554	0.3824
0.001183	52	15.8	28	0	1	9.186626	0.013519	0.608601	0.686416	0.722635	0.789779	0.987654	0.452227	0.219631	0	0.267071	722.1109	2.037736	0.617774	0.3822
0.001183	52	15.9	28	0	1	9.217902	0.013565	0.608534	0.686289	0.722477	0.789547	0.987591	0.452165	0.219532	0	0.267178	723.355	2.03833	0.618013	0.3819
0.001183	52	16	28	0	1	9.249336	0.013611	0.608467	0.686163	0.72232	0.789317	0.987529	0.452102	0.219433	0	0.267295	724.6699	2.038925	0.61827	0.381
0.000429	51	15	29	0	1	8.570718	0.012613	0.58648	0.616694	0.61945	0.566048	0.957199	0.414141	0.190138	0	0.254601	233.842	2.123216	0.379222	0.6207
0.000428	51	15.1	29	0	1	8.585617	0.012635	0.586197	0.615932	0.618405	0.563601	0.956792	0.413761	0.189875	0	0.25518	232.2707	2.123734	0.378288	0.6217
0.000424	51	15.2	29	0	1	8.600507	0.012657	0.585913	0.615183	0.617364	0.561163	0.956385	0.413421	0.189614	0	0.25577	230.7288	2.124244	0.377372	0.6226
0.000422	51	15	29	0	1	8.561157	0.012589	0.585784	0.614817	0.616846	0.559828	0.956168	0.413177	0.18952	0	0.256335	229.5462	2.123812	0.376796	0.6232
0.000422	51	15.3	29	0	1	8.615365	0.012678	0.58563	0.614436	0.616328	0.558733	0.955978	0.413063	0.189354	0	0.256371	228.2155	2.124749	0.376473	0.6235
0.00042	52	15.1	29	0	1	8.575605	0.01262	0.585499	0.614065	0.615804	0.55738	0.955758	0.412817	0.189259	0	0.256946	228.0309	2.124306	0.375901	0.6240
0.00042	51	15.4	29	0	1	8.630233	0.0127	0.585347	0.613692	0.615296	0.556311	0.955571	0.412706	0.189095	0	0.256983	227.7302	2.125247	0.375581	0.6244
0.000418	52	15.2	29	0	1	8.590057	0.012641	0.585214	0.613316	0.614766	0.554941	0.955348	0.412457	0.189	0	0.257567	226.544	2.124794	0.375023	0.6249
0.000417	51	15.5	29	0	1	8.645081	0.012722	0.585064	0.612951	0.61427	0.553998	0.955164	0.412351	0.188837	0	0.257605	226.272	2.125739	0.374726	0.6252
0.000416	52	15.3	29	0	1	8.604489	0.012662	0.584929	0.61257	0.613733	0.552511	0.954937	0.412099	0.188742	0	0.258189	225.0846	2.125276	0.374162	0.6258
0.000415	51	15.6	29	0	1	8.659916	0.012744	0.584781	0.612212	0.613248	0.551494	0.954757	0.411996	0.188581	0	0.258238	224.8404	2.126225	0.373877	0.6261
0.000413	52	15.4	29	0	1	8.618921	0.012684	0.584644	0.611827	0.612705	0.55009	0.954527	0.411742	0.188485	0	0.258842	223.6521	2.125751	0.373317	0.6266
0.000413	51	15.7	29	0	1	8.674712	0.012766	0.584498	0.611477	0.612231	0.5491	0.95435	0.411643	0.188327	0	0.258881	223.4347	2.126705	0.373043	0.6269
0.000411	52	15.5	29	0	1	8.63333	0.012705	0.584359	0.611086	0.611682	0.547678	0.954117	0.411387	0.18823	0	0.259496	222.2457	2.126221	0.372488	0.6275
0.000411	51	15.8	29	0	1	8.689456	0.012787	0.584215	0.610743	0.611219	0.546714	0.953943	0.41129	0.188073	0	0.259535	222.0542	2.127178	0.372228	0.6277
0.000409	52	15.6	29	0	1	8.647689	0.012726	0.584074	0.610348	0.610664	0.545276	0.953707	0.411032	0.187976	0	0.26016	220.8649	2.126685	0.371675	0.6283
0.000409	51	15.3	29	0	1	8.704262	0.012809	0.583933	0.610013	0.610212	0.544338	0.953536	0.410939	0.187822	0	0.260199	220.6993	2.127646	0.371423	0.6285
0.000407	52	15.7	29	0	1	8.662071	0.012747	0.58379	0.609651	0.609651	0.542894	0.953297	0.410879	0.187724	0	0.260835	219.5089	2.127142	0.370878	0.6291
0.000407	51	16	29	0	1	8.718992	0.012831	0.58365	0.609286	0.60921	0.541971	0.953129	0.41059	0.187571	0	0.260873	219.3664	2.128108	0.370635	0.6293
0.000405	52	15.8	29	0	1	8.676445	0.012768	0.583506	0.608881	0.608643	0.540501	0.952887	0.410327	0.187473	0	0.26152	218.1771	2.127594	0.370095	0.6299
0.000403	52	15.9	29	0	1	8.690756	0.012789	0.583222	0.608152	0.60764	0.538128	0.952477	0.409977	0.187223	0	0.262216	216.8691	2.128039	0.369327	0.6306
0.000401	52	16	29	0	1	8.705046	0.01281	0.582938	0.607426	0.606643	0.535765	0.952068	0.409627	0.186975	0	0.262921	215.5841	2.128479	0.368574	0.6314

Lampiran 10. Hasil Kalibrasi Periode Tahun 1992

mass balai	drying rate	temperatu	reference	moisture	power on	Bias (mm)	Rel. Bias	R Squared	Rz_sqrt	R2_log	R2_inv	MonthlyR2	U1	X1	(U > R) st	ARPE	Tau 1	Tau 2	Volume 1	Volume 2
0.000468	52	15	29	0	1	17.29866	0.03005	0.467891	0.500713	0.517001	0.477445	0.866821	0.234102	0.037883	0	0.423942	103.6589	1.17832	0.707063	0.292337
0.000477	51	15	29	0	1	17.33967	0.030121	0.467849	0.500615	0.516893	0.477458	0.867195	0.234379	0.037887	0	0.429459	103.7236	1.179061	0.706608	0.293392
0.000465	52	15.1	29	0	1	17.28412	0.030025	0.467815	0.500653	0.516944	0.477279	0.866816	0.234202	0.037844	0	0.430298	103.5417	1.177592	0.707262	0.292738
0.000474	51	15.1	29	0	1	17.32388	0.030094	0.467779	0.500562	0.516844	0.477289	0.867101	0.234298	0.037854	0	0.429801	103.6056	1.178824	0.706807	0.293193
0.000462	52	15.2	29	0	1	17.27022	0.03	0.467738	0.500599	0.516885	0.477112	0.866707	0.233937	0.037802	0	0.430653	103.4261	1.177355	0.70746	0.29254
0.000471	51	15.2	29	0	1	17.30876	0.030067	0.467708	0.500506	0.516792	0.477139	0.867003	0.234218	0.037818	0	0.430141	103.4893	1.178592	0.707003	0.292996
0.000459	52	15.3	29	0	1	17.257	0.029977	0.467668	0.500525	0.516824	0.476943	0.866594	0.233854	0.037759	0	0.431008	103.312	1.177122	0.707656	0.292344
0.000468	51	15.3	29	0	1	17.29432	0.030042	0.467635	0.500448	0.516738	0.476977	0.866901	0.234137	0.037781	0	0.430482	103.3745	1.178364	0.707198	0.292802
0.000456	52	15.4	29	0	1	17.2442	0.029956	0.467581	0.500458	0.51676	0.476773	0.866479	0.233771	0.037713	0	0.430822	103.2612	1.178139	0.70739	0.292809
0.000465	51	15.4	29	0	1	17.28054	0.030018	0.467561	0.500388	0.516681	0.476814	0.866796	0.234058	0.037741	0	0.431717	103.0882	1.178667	0.70804	0.29196
0.000463	52	15.5	29	0	1	17.23248	0.029935	0.4675	0.500389	0.516694	0.476601	0.866359	0.233688	0.037666	0	0.431161	103.1494	1.177919	0.707581	0.292419
0.000462	51	15.5	29	0	1	17.26741	0.029995	0.467485	0.500326	0.516622	0.476649	0.866687	0.233975	0.037699	0	0.432071	102.9765	1.176445	0.708229	0.291771
0.00045	52	15.6	29	0	1	17.22117	0.029815	0.467418	0.500318	0.516625	0.476428	0.866236	0.233604	0.037616	0	0.431501	103.0391	1.177702	0.707769	0.292231
0.000459	51	15.6	29	0	1	17.25491	0.029974	0.467409	0.500261	0.516566	0.476482	0.866574	0.233894	0.037655	0	0.431601	103.0391	1.177702	0.707769	0.292231
0.000447	52	15.7	29	0	1	17.21047	0.029897	0.467335	0.500245	0.516554	0.476253	0.866109	0.233521	0.037584	0	0.432426	102.8701	1.176227	0.708416	0.291584
0.000456	51	15.7	29	0	1	17.24305	0.029863	0.467331	0.500195	0.516496	0.476314	0.866458	0.233813	0.037609	0	0.43184	102.9301	1.177488	0.708139	0.291861
0.000463	51	15.8	29	0	1	17.2316	0.029834	0.467252	0.500126	0.51643	0.476144	0.866338	0.233731	0.037561	0	0.432179	102.8226	1.177279	0.708139	0.291861
0.000445	52	15.8	29	0	1	17.20038	0.029879	0.467251	0.50017	0.516481	0.476076	0.865979	0.233437	0.03751	0	0.43278	102.7631	1.176012	0.708601	0.291399
0.00045	51	15.9	29	0	1	17.22116	0.029915	0.467171	0.500056	0.516361	0.475973	0.866215	0.23396	0.037511	0	0.432518	102.7164	1.177072	0.708321	0.291679
0.000442	52	15.9	29	0	1	17.19088	0.029863	0.467165	0.500082	0.516406	0.475898	0.865846	0.233354	0.037454	0	0.433134	102.6574	1.175801	0.708784	0.291216
0.000447	51	16	29	0	1	17.21111	0.029898	0.46709	0.499983	0.516291	0.4758	0.866089	0.233588	0.037458	0	0.432857	102.6114	1.176869	0.708501	0.291499
0.000439	52	16	29	0	1	17.18197	0.029947	0.467078	0.500013	0.516328	0.475719	0.86571	0.23327	0.037397	0	0.433488	102.5529	1.175593	0.708965	0.291035
0.001183	52	15	28	0	1	22.77359	0.03956	0.447704	0.473165	0.487787	0.455258	0.855435	0.241828	0.022346	0	0.440802	110.0422	1.23282	0.86671	0.31329
0.001181	52	15.1	28	0	1	22.7827	0.039576	0.447486	0.472924	0.487544	0.454908	0.855334	0.241823	0.022201	0	0.4408	109.8216	1.233506	0.86673	0.31327
0.00118	52	15.2	28	0	1	22.79242	0.039593	0.447265	0.472681	0.487298	0.454556	0.855229	0.241818	0.022053	0	0.440997	109.8039	1.234097	0.866748	0.313252
0.001205	51	15	28	0	1	22.9009	0.039782	0.447142	0.472421	0.487005	0.454715	0.855186	0.241909	0.022055	0	0.441595	110.434	1.233165	0.866447	0.313553
0.001179	52	15.3	28	0	1	22.80275	0.039611	0.447043	0.472435	0.487049	0.454203	0.855118	0.241811	0.021903	0	0.441192	109.3888	1.234683	0.866766	0.313234
0.001204	51	15.1	28	0	1	22.91061	0.039798	0.446919	0.472176	0.486756	0.45436	0.855082	0.241904	0.021905	0	0.44179	110.2104	1.233765	0.866464	0.313536
0.001178	52	15.4	28	0	1	22.81369	0.03963	0.446818	0.472187	0.486797	0.453848	0.855002	0.241804	0.02175	0	0.441388	109.1764	1.235295	0.866782	0.313218
0.001203	51	15.2	28	0	1	22.92983	0.039816	0.446695	0.471927	0.486504	0.454003	0.854972	0.241898	0.021754	0	0.441984	109.9897	1.23437	0.86648	0.31352
0.001177	52	15.5	28	0	1	22.82525	0.03965	0.446592	0.471935	0.486542	0.453491	0.854881	0.241795	0.021585	0	0.441578	108.9687	1.235903	0.866796	0.313204
0.001202	51	15.3	28	0	1	22.93188	0.039835	0.446468	0.471678	0.486249	0.453644	0.854857	0.241891	0.0216	0	0.442177	109.7717	1.23498	0.866494	0.313506
0.001176	52	15.6	28	0	1	22.8374	0.039871	0.446363	0.471682	0.486285	0.453132	0.854755	0.241785	0.021438	0	0.441769	108.7595	1.236515	0.866809	0.313191
0.0012	51	15.4	28	0	1	22.94341	0.039855	0.446239	0.471422	0.485992	0.453284	0.854737	0.241882	0.021443	0	0.442369	109.5565	1.235595	0.866508	0.313492

0.001175	52	15.7	28	0	1	22.85016	0.039693	0.446132	0.471425	0.466025	0.452771	0.854624	0.241774	0.021278	0	0.441988	108.5549	1.237133	0.868821	0.313179
0.001199	51	15.5	28	0	1	22.95555	0.039876	0.446008	0.471166	0.465732	0.452921	0.854611	0.241873	0.021285	0	0.442566	109.3439	1.236215	0.868652	0.313448
0.001174	52	15.8	28	0	1	22.86352	0.039717	0.445899	0.471166	0.465762	0.452409	0.854488	0.241762	0.021116	0	0.442146	108.3528	1.237756	0.868831	0.313169
0.001198	51	15.6	28	0	1	22.96831	0.039899	0.445776	0.470906	0.465469	0.452557	0.85448	0.241862	0.021123	0	0.442749	109.134	1.236684	0.868653	0.31347
0.001173	52	15.9	28	0	1	22.87747	0.039741	0.445665	0.470904	0.465496	0.452045	0.854347	0.241749	0.020962	0	0.442333	108.1532	1.238384	0.868684	0.31315
0.001197	51	15.7	28	0	1	22.98167	0.039922	0.44554	0.470644	0.465203	0.452191	0.854344	0.24185	0.02096	0	0.442937	108.9267	1.237471	0.868654	0.31346
0.001172	52	16	28	0	1	22.89204	0.039766	0.445428	0.47064	0.465228	0.45168	0.8542	0.241735	0.020785	0	0.442518	107.9561	1.239017	0.868848	0.313152
0.001196	51	15.8	28	0	1	22.95563	0.039946	0.445303	0.47038	0.464934	0.451823	0.854203	0.241837	0.020794	0	0.443123	108.722	1.238106	0.868548	0.313452
0.001195	51	15.9	28	0	1	23.01019	0.039971	0.445064	0.470112	0.464663	0.451453	0.854057	0.241823	0.020625	0	0.443309	108.5198	1.238746	0.868554	0.313446
0.001194	51	16	28	0	1	23.02535	0.039998	0.444823	0.469842	0.464389	0.451082	0.853905	0.241807	0.020455	0	0.443483	108.3202	1.239391	0.868656	0.313441
0.001572	52	15.8	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001584	52	16	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001566	52	15.7	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.00156	52	15.6	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001578	52	15.9	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001578	51	15.5	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001584	51	15.6	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001572	51	15.4	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001595	51	15.8	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.00159	51	15.7	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001554	51	15.1	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001548	51	15	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001566	51	15.3	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.00156	51	15.2	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001543	52	15.5	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001537	52	15.2	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001554	52	15.5	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001548	52	15.4	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001607	51	16	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001601	51	15.9	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001531	52	15.1	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0
0.001525	52	15	27	0	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0	0	0	0