

**ANALISIS KOMPARATIF KALIBRASI MODEL HUJAN-LIMPASAN  
MENGUNAKAN DATA DEBIT TERBATAS DI SUB-DAS PINOH DAN SUB-  
DAS LANDAK**

**SKRIPSI**

Program Studi Sarjana Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

**ENRICO TEOFANO**

**NIM. D1011211036**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TANJUNGPURA  
PONTIANAK**

**2025**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Enrico Teofano

NIM : D1011211036

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “Analisis Komparatif Kalibrasi Model Hujan-Limpasan Menggunakan Data Debit Terbatas di Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 21 April 2025

Enrico Teofano



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TANJUNGPURA  
FAKULTAS TEKNIK

Jl.Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124

Telepon (0561) 740186 Email : [ft@untan.ac.id](mailto:ft@untan.ac.id) Website: <http://teknik.untan.ac.id>

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KOMPARATIF KALIBRASI MODEL HUJAN-LIMPASAN  
MENGUNAKAN DATA DEBIT TERBATAS DI SUB-DAS PINOH DAN SUB-  
DAS LANDAK**

Jurusan Teknik Sipil  
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

**ENRICO TEOFANO**

NIM. D1011211036

Telah dipertahankan didepan Penguji Skripsi pada tanggal 19 Mei 2025 dalam sidang akhir dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM.  
(NIP. 197212262000031001)

Dosen Pembimbing Kedua : Ir. Danang Gunarto, S.T., M.T., IPM.  
(NIP. 197506182000121001)

Dosen Penguji Utama : Dr. Ir. Nurhayati, S.T., M.T., IPM.  
(NIP. 197101041998022001)

Dosen Penguji Kedua : Umar, S.T., M.T., IPM.  
(NIP. 197101031996011001)

Pontianak, 19 Mei 2025  
Dekan

Pembimbing Utama

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM.  
NIP. 196712231992031002

Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM.  
NIP. 197212262000031001

## PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan nikmat karunia dan pertolongan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi ini saya persembahkan sebagai tanda bukti sayang dan cinta yang tiada terhingga kepada orang-orang terkasih. Mama saya dan Kakak-Kakak saya, yang telah membimbing, mencurahkan segala kasih sayang dan cintanya, senantiasa mendoakan, berharap kesuksesan dan memberikan dukungan baik dari segi moral dan moril, dan terkhusus Kepada Bapak saya yang selalu senantiasa mendoakan saya dari “Atas”. Skripsi ini dapat selesai dikarenakan berkat dan doa-doa dari orang-orang terkasih yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

***“Mat 6:34”***

## PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penelitian dan penulisan Skripsi yang berjudul “**Analisis Komparatif Kalibrasi Model Hujan-Limpasan Menggunakan Data Debit Terbatas di Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak**” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tujuan penulisan penelitian ini adalah sebagai salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Dr. Ir. Elsa Tri Mukti, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Ibu Ir. S. Nurlaily Kadarini, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dan memberikan saran serta masukan yang bermanfaat kepada penulis.
6. Bapak Ir. Danang Gunarto, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing dan memberikan saran serta masukan yang bermanfaat kepada penulis.
7. Ibu Dr. Ir. Nurhayati, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat kepada penulis.
8. Bapak Umar, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat kepada penulis.
9. Kedua Orang Tua yang selalu memberi doa, dukungan baik dari segi materi dan moril, dan terkhususnya kepada (Alm. Bapak) yang selalu mendoakan saya dari atas.

10. Kedua kakak saya yang selalu mendukung selama kegiatan perkuliahan baik dari segi material, dukungan dan motivasi kepada penulis.
11. Keluarga Besar yang selalu mendukung dalam kegiatan perkuliahan.
12. Bapak/Ibu Dosen Jurusan dan Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
13. Seluruh *staff* Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu semua proses administrasi selama masa perkuliahan.
14. Teman-teman Ngikut Jak, yang selalu kebersamai penulis selama kegiatan perkuliahan baik dari menyelesaikan tugas terstruktur, mengambil kelas bersama-sama, mencari judul bersama-sama, mengerjakan skripsi bersama-sama hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
15. Teman-teman Pentong, yang memberikan semangat, pengalaman, dan canda tawa.
16. Teman-teman Wacana Ngab, yang selalu memberikan dukungan, kebersamai ketika penulisan skripsi, canda tawa, pengalaman, hingga dapat menyelesaikan skripsinya masing-masing.
17. Teman-teman sesama Bimbingan Skripsi Pak Ben'21, yang selalu kebersamai dalam pengurusan berkas-berkas skripsi, penulisan skripsi, dan tukar pikiran ketika penulisan skripsi.
18. Teman-teman Alumni Pasifikus, yang selalu memberikan dukungan selama kegiatan penulisan skripsi.
19. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Periode 2023/2024 yang memberikan banyak pengalaman baru bagi penulis.
20. Teman-teman lomba dan kegiatan mahasiswa (PKM, PHP2D) yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman kepada penulis untuk dapat mengembangkan potensi diri selama masa perkuliahan.
21. Rekan-rekan Teknik Sipil Angkatan 2021 yang selalu kebersamai dalam perkuliahan baik dari kegiatan praktikum, kegiatan belajar, dan penulisan skripsi.
22. Semua pihak yang tidak tercantum namanya yang telah membantu penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

23. Kepada diri saya sendiri yang selalu terus berusaha dan memberikan yang terbaik untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Semoga penulisan Skripsi penelitian ini bermanfaat untuk ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pontianak, April 2025

Enrico Teofano

## ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis debit bulanan di Sub-DAS Landak dan Sub-DAS Pinoh yang terdapat keterbatasan data pada data debit. Studi ini membandingkan kinerja model hujan-aliran MOCK, NRECA, dan Sacramento. Hasil penelitian pada kedua daerah aliran sungai menunjukkan bahwa metode NRECA memiliki nilai RSR yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai RSR pada metode lainnya. Proses kalibrasi dan validasi menunjukkan bahwa model NRECA memiliki nilai RSR (RSR = 13,02 pada tahap kalibrasi, RSR = 7,29 pada tahap validasi di Sub-DAS Landak dan RSR = 3,23 pada tahap kalibrasi, RSR = 3,88 pada Sub-DAS Pinoh) dengan debit observasi dibandingkan dengan model MOCK (RSR = 11,03 pada tahap kalibrasi, RSR = 12,81 pada tahap validasi di Sub-DAS Landak dan RSR = 3,11 pada tahap kalibrasi, RSR = 4,06 pada tahap validasi di Sub-DAS Pinoh) serta model Sacramento (RSR = 16,68 pada tahap kalibrasi, RSR = 12,81 pada tahap validasi di Sub-DAS Landak dan RSR = 3,20 pada tahap kalibrasi, RSR = 4,11 pada tahap validasi di Sub-DAS Pinoh). Meskipun ketiga model mampu mendekati pola debit observasi yang ditunjukkan pada hubungan koefisien korelasi yang kuat pada beberapa metode, namun variabilitas yang signifikan antara debit teramati dan data curah hujan, terutama pada nilai-nilai minimum. Hal ini mengimplikasikan adanya keterbatasan dalam mereplikasi debit teramati secara akurat. Meskipun demikian, metode NRECA memperlihatkan kinerja yang lebih unggul dalam memperkirakan pola debit di Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak. Hal ini mengindikasikan kemampuan metode NRECA untuk analisis debit di area minim data, meskipun evaluasi variabilitas jangka panjang terbatas akibat ketersediaan data yang terbatas.

Kata kunci : pemodelan hujan-limpasan, data debit terbatas, MOCK, NRECA, Sacramento

## ABSTRACT

This study analyzes monthly discharge in the Landak and Pinoh sub-watersheds, which are characterized by limited discharge data availability. The study compares the performance of three rainfall-runoff models: MOCK, NRECA, and Sacramento. The results from both watersheds show that the NRECA method has a lower RSR value compared to the other methods, indicating better model performance. The calibration and validation processes show that the NRECA model has RSR values of 13.02 during calibration and 7.29 during validation in the Landak Sub-watershed, and 3.23 during calibration and 3.88 during validation in the Pinoh Sub-watershed. These are compared with the MOCK model (RSR = 11.03 during calibration and RSR = 12.81 during validation in Landak, and RSR = 3.11 during calibration and RSR = 4.06 during validation in Pinoh) and the Sacramento model (RSR = 16.68 during calibration and RSR = 12.81 during validation in Landak, and RSR = 3.20 during calibration and RSR = 4.11 during validation in Pinoh). Although all three models are able to approximate the pattern of observed discharge—as shown by the strong correlation coefficients in some methods—there is significant variability between observed discharge and rainfall data, especially in the minimum values. This indicates limitations in accurately replicating observed discharge. Nevertheless, the NRECA method demonstrates superior performance in estimating discharge patterns in both the Pinoh and Landak sub-watersheds. This suggests that the NRECA method is capable of conducting discharge analysis in data-scarce areas, although long-term variability evaluation remains limited due to restricted data availability.

Keywords: rainfall-runoff modeling, limited discharge data, MOCK, NRECA, Sacramento

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran dan Manfaat .....	3
1.4.1 Luaran .....	3
1.4.2 Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Kerangka Teoritis .....	5
2.2 Daerah Aliran Sungai .....	5
2.3 Siklus Hidrologi .....	5
2.3.1 Curah Hujan.....	7
2.3.2 Perhitungan Hujan Wilayah.....	8
2.3.3 Limpasan.....	11
2.3.4 Infiltrasi.....	11
2.3.5 Evapotranspirasi Metode Penman .....	12
2.4 Debit.....	13
2.5 Analisis Data .....	14
2.6 Model Transformasi Hujan-Aliran .....	17
2.6.1 Metode Mock.....	18
2.6.2 Metode NRECA.....	21
2.6.3 Metode Sacramento .....	25

2.7 Kalibrasi dan Validasi Model .....	30
2.8 Penelitian Terdahulu.....	34
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>45</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	45
3.2 Alur penelitian .....	48
3.3 Metode Penilitan .....	49
3.3.1 Pengumpulan Data Sekunder.....	49
3.3.2 Analisis dan pembahasan.....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>62</b>
4.1 Analisis Data .....	62
4.2 Analisis Kualitas Data Curah Hujan .....	62
4.2.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan.....	62
4.2.2 Uji Stasioner Data Curah Hujan (Uji F) .....	75
4.2.3 Uji Stasioner Data Curah Hujan (Uji T) .....	77
4.3 Analisis Kualitas Data Debit Observasi.....	80
4.4 Analisis Curah Hujan .....	86
4.5 Analisis Evapotranspirasi.....	92
4.6 Kalibrasi Parameter Model Transformasi Hujan-Aliran.....	102
4.6.1 Kalibrasi Parameter Model Mock.....	102
4.6.2 Kalibrasi Parameter Model NRECA.....	116
4.6.3 Kalibrasi Parameter Model Sacramento .....	127
4.7 Validasi Parameter Model Transformasi Hujan-Aliran.....	144
4.7.1 Validasi Parameter Model Mock.....	144
4.7.2 Validasi Parameter Model NRECA .....	155
4.7.3 Validasi Parameter Model Sacramento .....	165
4.8 Analisis Sensitivitas Parameter Model Transformasi Hujan-Aliran	176
4.9 Pembahasan.....	181
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>197</b>
5.1 Kesimpulan.....	197
5.2 Saran.....	199
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>200</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Siklus Hidrologi (Syarifudin, 2017). .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Contoh Metode Aritmatika (Ginting, 2016) .....	9
<b>Gambar 2.3</b> Contoh Poligon Thiessen (Ginting, 2016) .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Sketsa Analisis Kurva Masa Ganda (Soewarno, 1995) .....	14
<b>Gambar 2.5</b> Siklus Hidrologi Model Mock .....	18
<b>Gambar 2.6</b> Siklus Hidrologi Model NRECA (Ginting, 2016). .....	21
<b>Gambar 2.7</b> Perbandingan Evapotranspirasi Aktual dengan Evapotranspirasi Potensial (AET/PET) (Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01,2013) .....	23
<b>Gambar 2.8</b> Grafik Ratio Tampungn Kelengasan Tanah (Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01,2013).....	23
<b>Gambar 2.9</b> Siklus Hidrologi Model Sacramento (Ginting, 2016).....	25
<b>Gambar 2.10</b> Konsep Kalibrasi Model (Ginting, 2016) .....	30
<b>Gambar 3.1</b> Lokasi Penelitian Sub-DAS Landak.....	46
<b>Gambar 3.2</b> Lokasi Penelitian Sub-DAS Pinoh .....	47
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Penelitian .....	48
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Kurva Massa Ganda PTK-03 sebelum Terkoreksi .....	64
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Kurva Massa Ganda PTK-03 setelah Terkoreksi .....	66
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Debit Observasi Landak Tahun 2022 (sumber : BWSK I)...	85
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Debit Observasi Landak Tahun 2023 (sumber : BWSK I)...	85
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Debit Observasi Pinoh Tahun 2022 (sumber : BWSK I) .....	86
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Debit Observasi Pinoh Tahun 2023 (sumber : BWSK I) .....	86
<b>Gambar 4.7</b> Poligon Thiessen Sub-DAS Landak .....	89
<b>Gambar 4.8</b> Poligon Thiessen Sub-DAS Pinoh.....	91
<b>Gambar 4.9</b> Peta Permukaan Lahan Sub-DAS Landak .....	103
<b>Gambar 4.10</b> Peta Permukaan Lahan Sub-DAS Pinoh.....	104
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hasil Perhitungan Model Mock pada Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	112
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hasil Perhitungan Model Mock pada Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	116
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hasil Perhitungan Model NRECA pada Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	123

<b>Gambar 4.14</b> Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hasil Perhitungan Model NRECA pada Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	127
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hasil Perhitungan Model Sacramento pada Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	139
<b>Gambar 4.16</b> Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hasil Perhitungan Model Sacramento pada Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	144
<b>Gambar 4.17</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Kalibrasi Model Mock Sub-DAS Landak Tahun 2022.....	149
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Kalibrasi Model Mock Sub-DAS Landak Tahun 2023.....	149
<b>Gambar 4.19</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Kalibrasi Model Mock Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	154
<b>Gambar 4.20</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Validasi Model Mock Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	154
<b>Gambar 4.21</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Kalibrasi Model NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2022.....	159
<b>Gambar 4.22</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Validasi Model NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2023.....	159
<b>Gambar 4.23</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Kalibrasi Model NRECA Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	164
<b>Gambar 4.24</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Validasi Model NRECA Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	164
<b>Gambar 4.25</b> Grafik bandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Kalibrasi Model Sacramento Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	170
<b>Gambar 4.26</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Validasi Model Sacramento Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	170
<b>Gambar 4.27</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Kalibrasi Model Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	175
<b>Gambar 4.28</b> Grafik Perbandingan Debit Observasi dan Debit Hasil Validasi Model Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.....	175
<b>Gambar 4.29</b> Grafik Analisis Sensitivitas Model Mock (NSE).....	178
<b>Gambar 4.30</b> Grafik Analisis Sensitivitas Model NRECA (RVE) .....	178

<b>Gambar 4.31</b> Grafik Analisis Sensitivitas Model NRECA (NSE).....	179
<b>Gambar 4.32</b> Grafik Analisis Sensitivitas Model NRECA (RVE) .....	179
<b>Gambar 4.33</b> Grafik Analisis Sensitivitas Model Sacramento (NSE).....	180
<b>Gambar 4.34</b> Grafik Analisis Sensitivitas Model Sacramento (RVE).....	181
<b>Gambar 4.35</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	185
<b>Gambar 4.36</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	186
<b>Gambar 4.37</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Sacramento Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	187
<b>Gambar 4.38</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	188
<b>Gambar 4.39</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	189
<b>Gambar 4.40</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi SACRAMENTO Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	190
<b>Gambar 4.41</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	191
<b>Gambar 4.42</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi Mock vs Debit Observasi Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	192
<b>Gambar 4.43</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	193
<b>Gambar 4.44</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.....	194
<b>Gambar 4.45</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi NRECA Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	195
<b>Gambar 4.46</b> Grafik Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	196

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Curah Hujan berdasarkan Intensitas Curah Hujan.....	8
<b>Tabel 2.2</b> Nilai Kritis $F_c$ (Soewarno, 1995) .....	15
<b>Tabel 2.3</b> Nilai Kritis $t_c$ (Soewarno, 1995).....	16
<b>Tabel 2.4</b> Nilai Kritis Q dan R (Soewarno, 1995) .....	17
<b>Tabel 2.5</b> Parameter pada Model Mock (Gampo dkk., 2023) .....	17
<b>Tabel 2.6</b> Parameter pada Model NRECA (Gampo dkk., 2023) .....	17
<b>Tabel 2.7</b> Parameter pada Model Sacramento (Anderson dkk., 2006).....	17
<b>Tabel 2.8</b> Keterangan dan Batas Parameter Model Sacramento (Anderson dkk., 2006) .....	26
<b>Tabel 2.9</b> Parameter Kinerja Model <i>Nash-Sutcliffe Efficiency</i> (NSE) (D. N. Moriasi dkk., 2007) .....	31
<b>Tabel 2.10</b> Parameter Kinerja Model RMSE-Standard Deviation of Observations (RSR) (D. N. Moriasi dkk., 2007).....	32
<b>Tabel 2.11</b> Parameter Koefisien Korelasi (r) (Gampo, dkk., 2023).....	33
<b>Tabel 2.12</b> Penelitian Terdahulu .....	34
<b>Tabel 3.1</b> Lokasi Stasiun Curah Hujan Sub-DAS Landak.....	45
<b>Tabel 3.2</b> Lokasi Stasiun Curah Hujan Sub-DAS Pinoh .....	45
<b>Tabel 4.1</b> Data Curah Hujan Tahunan Sub-DAS Landak .....	63
<b>Tabel 4.2</b> Data Curah Hujan Tahunan Maksimum Sub-DAS Pinoh .....	63
<b>Tabel 4.3</b> Stasiun PTK-03 sebelum terkoreksi .....	63
<b>Tabel 4.4</b> Nilai <i>Slope</i> dan Sudut pada PTK-03 .....	64
<b>Tabel 4.5</b> Nilai Faktor Koreksi PTK-03 .....	65
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Perhitungan PTK-03 Terkoreksi.....	65
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Perhitungan PTK-03 Terkoreksi.....	65
<b>Tabel 4.8</b> Nilai <i>Slope</i> dan Sudut pada PTK-03 .....	66
<b>Tabel 4.9</b> Rekapitulasi Curah Hujan Tahunan Terkoreksi Sub-DAS Landak.....	66
<b>Tabel 4.10</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-03 Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	67
<b>Tabel 4.11</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-04 Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	67

<b>Tabel 4.12</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-05 Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	68
<b>Tabel 4.13</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-07 Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	68
<b>Tabel 4.14</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-10 Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	69
<b>Tabel 4.15</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-03 Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	69
<b>Tabel 4.16</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-04 Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	70
<b>Tabel 4.17</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-05 Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	70
<b>Tabel 4.18</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-07 Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	71
<b>Tabel 4.19</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun PTK-10 Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	71
<b>Tabel 4.20</b> Rekapitulasi Curah Hujan Tahunan Terkoreksi Sub-DAS Pinoh .....	72
<b>Tabel 4.21</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun Batu Buil Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	72
<b>Tabel 4.22</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun Nanga Ella Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	73
<b>Tabel 4.23</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun Nanga Pinoh Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	73
<b>Tabel 4.24</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun Batu Buil Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.....	74
<b>Tabel 4.25</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun Nanga Ella Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.....	74
<b>Tabel 4. 26</b> Rekapitulasi Curah Hujan Harian Terkoreksi Stasiun Nanga Pinoh Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.....	75
<b>Tabel 4.27</b> Pembagian Kelompok untuk Uji F Bulanan Stasiun PTK-03 .....	75
<b>Tabel 4.28</b> Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) pada Sub-DAS Landak .....	77

<b>Tabel 4.29</b> Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji F) pada Sub-DAS Pinoh .....	77
<b>Tabel 4.30</b> Pembagian Kelompok untuk Uji F Bulanan Stasiun PTK-03 .....	78
<b>Tabel 4.31</b> Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji T) pada DAS Landak	79
<b>Tabel 4.32</b> Rekapitulasi Hasil Uji Kestabilan Varian (Uji T) pada Sub-DAS Pinoh .....	79
<b>Tabel 4.33</b> Perhitungan Uji RAPS Data Debit Observasi Sub-DAS Landak .....	80
<b>Tabel 4.34</b> Rekapitulasi Hasil Uji RAPS Data Debit Observasi Sub-DAS Landak .....	82
<b>Tabel 4.35</b> Rekapitulasi Hasil Uji RAPS Data Debit Observasi Sub-DAS Pinoh	82
<b>Tabel 4.36</b> Rekapitulasi Data Debit Observasi Sub-DAS Landak (sumber : BWSK I) .....	83
<b>Tabel 4.37</b> Rekapitulasi Data Debit Observasi Sub-DAS Pinoh (sumber : BWSK I) .....	84
<b>Tabel 4.38</b> Koefisien Luas Pengaruh Sub-DAS Landak .....	87
<b>Tabel 4.39</b> Curah Hujan Bulanan Sub-DAS Landak sebelum diperhitungkan dengan Koefisien Luas Pengaruh .....	87
<b>Tabel 4.40</b> Curah Hujan Bulana Poligon Thiessen Sub-DAS Landak .....	88
<b>Tabel 4.41</b> Koefisien Luas Pengaruh Sub-DAS Pinoh .....	89
<b>Tabel 4.42</b> Curah Hujan Bulanan Sub-DAS Pinoh sebelum diperhitungkan dengan Koefisien Luas Pengaruh .....	90
<b>Tabel 4.43</b> Curah Hujan Bulana Poligon Thiessen Sub-DAS Pinoh .....	90
<b>Tabel 4.44</b> Data Klimatologi Sub-DAS Landak Tahun 2022 (sumber : BMKG)	92
<b>Tabel 4.45</b> Data Klimatologi Sub-DAS Landak Tahun 2022 (sumber : BMKG)	92
<b>Tabel 4.46</b> Data Klimatologi Sub-DAS Landak Tahun 2023 (sumber : BMKG)	93
<b>Tabel 4.47</b> Data Klimatologi Sub-DAS Landak Tahun 2023 (sumber : BMKG)	93
<b>Tabel 4.48</b> Data Klimatologi Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 (sumber : BMKG) ...	93
<b>Tabel 4.49</b> Data Klimatologi Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 (sumber : BMKG) ...	94
<b>Tabel 4.50</b> Data Klimatologi Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 (sumber : BMKG) ...	94
<b>Tabel 4.51</b> Data Klimatologi Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 (sumber : BMKG) ...	94
<b>Tabel 4.52</b> Radiasi Matahari (Ra) pada Berbagai Garis Lintang (sumber : fao.org) .....	95

<b>Tabel 4.53</b> Perhitungan Evapotranspirasi Sub-DAS Landak Tahun 2022.....	98
<b>Tabel 4.54</b> Perhitungan Evapotranspirasi Sub-DAS Landak Tahun 2023.....	99
<b>Tabel 4.55</b> Perhitungan Evapotranspirasi Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	100
<b>Tabel 4.56</b> Perhitungan Evapotranspirasi Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	101
<b>Tabel 4.57</b> Rekapitulasi Evapotranspirasi Sub-DAS Landak.....	102
<b>Tabel 4.58</b> Rekapitulasi Evapotranspirasi Sub-DAS Pinoh.....	102
<b>Tabel 4.59</b> Nilai Permukaan Lahan Sub-DAS Landak.....	103
<b>Tabel 4.60</b> Nilai Permukaan Lahan Sub-DAS Pinoh .....	104
<b>Tabel 4.61</b> Perhitungan Kalibrasi Model Mock Sub-DAS Landak Tahun 2022	109
<b>Tabel 4.62</b> Perhitungan Kalibrasi Model MOCK Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.	113
<b>Tabel 4.63</b> Perhitungan Kalibrasi Model NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	120
<b>Tabel 4.64</b> Perhitungan Kalibrasi Model NRECA Sub-DAS Pinoh Tahun 2022	124
<b>Tabel 4.65</b> Perhitungan Kalibrasi Model Sacramento Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	135
<b>Tabel 4.66</b> Perhitungan Kalibrasi Model Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	140
<b>Tabel 4.67</b> Parameter Hasil Kalibrasi Mock Sub-DAS Landak .....	145
<b>Tabel 4.68</b> Parameter Hasil Kalibrasi Mock Sub-DAS Pinoh.....	145
<b>Tabel 4.69</b> Perhitungan Validasi Model Mock Sub-DAS Landak Tahun 2023..	146
<b>Tabel 4.70</b> Nilai Koefisien Korelasi (r) dan RSR Sub-DAS Landak Model Mock .....	149
<b>Tabel 4.71</b> Perhitungan Validasi Model Mock Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.....	151
<b>Tabel 4.72</b> Nilai Koefisien Korelasi (r) dan RSR Sub-DAS Pinoh Model Mock .....	154
<b>Tabel 4.73</b> Parameter Hasil Kalibrasi NRECA Sub-DAS Landak .....	155
<b>Tabel 4.74</b> Parameter Hasil Kalibrasi NRECA Sub-DAS Pinoh.....	155
<b>Tabel 4.75</b> Perhitungan Validasi Model NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	156
<b>Tabel 4.76</b> Nilai Koefisien Korelasi (r) dan RSR Sub-DAS Landak Model NRECA .....	159
<b>Tabel 4.77</b> Perhitungan Validasi Model NRECA Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.	161

<b>Tabel 4.78</b> Nilai Koefisien Korelasi (r) dan RSR Sub-DAS Pinoh Model NRECA .....	164
<b>Tabel 4.79</b> Parameter Hasil Kalibrasi Sacramento Sub-DAS Landak.....	165
<b>Tabel 4.80</b> Parameter Hasil Kalibrasi Sacramento Sub-DAS Pinoh .....	166
<b>Tabel 4.81</b> Perhitungan Validasi Model Sacramento Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	167
<b>Tabel 4.82</b> Nilai Koefisien Korelasi (r) dan RSR Sub-DAS Landak Model Sacramento .....	170
<b>Tabel 4.83</b> Perhitungan Validasi Model Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	172
<b>Tabel 4.84</b> Nilai Koefisien Korelasi (r) dan RSR Sub-DAS Pinoh Model Sacramento .....	175
<b>Tabel 4.85</b> Nilai Tengah Model Mock.....	176
<b>Tabel 4.86</b> Nilai Tengah Model NRECA.....	176
<b>Tabel 4.87</b> Nilai Tengah Model Sacramento .....	177
<b>Tabel 4.88</b> Nilai Maksimum dan Minimum NSE dan RVE Model Mock.....	178
<b>Tabel 4.89</b> Nilai Maksimum dan Minimum NSE dan RVE Model NRECA .....	179
<b>Tabel 4.90</b> Nilai Maksimum dan Minimum NSE dan RVE Model Sacramento .....	180
<b>Tabel 4.91</b> Hasil Analisa Kesesuaian Metode Dengan Debit Pengamatan Sub-DAS Landak.....	182
<b>Tabel 4.92</b> Hasil Analisa Kesesuaian Metode Dengan Debit Pengamatan Sub-DAS Pinoh .....	183
<b>Tabel 4.93</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	185
<b>Tabel 4.94</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	186
<b>Tabel 4.95</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Sacramento Sub-DAS Landak Tahun 2022 .....	187
<b>Tabel 4.96</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	188
<b>Tabel 4.97</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi NRECA Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	189

<b>Tabel 4.98</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Sacramento Sub-DAS Landak Tahun 2023 .....	190
<b>Tabel 4.99</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	191
<b>Tabel 4.100</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi NRECA Sub-DAS Pinoh Tahun 2022.....	192
<b>Tabel 4.101</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2022 .....	193
<b>Tabel 4.102</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Mock Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	194
<b>Tabel 4.103</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi NRECA Sub-DAS Pinoh Tahun 2023.....	195
<b>Tabel 4.104</b> Rekapitulasi Curah Hujan vs Debit Simulasi vs Debit Observasi Sacramento Sub-DAS Pinoh Tahun 2023 .....	196

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Hidrologi merupakan salah satu faktor yang diperlukan untuk penyelesaian suatu permasalahan sumber daya air dan secara konsep dapat diselesaikan dalam model matematik (Fowler dkk., 2018; Ginting, 2016; Jaiswal dkk., 2020; Oktoprianica dkk., 2020). Analisis hidrologi dapat digunakan untuk prediksi atau peramalan debit dengan mengubah data curah hujan menjadi debit (Riady dkk., 2017) ; Oktoprianica dkk., 2020). Salah satu teknik yang sering digunakan dalam analisis hidrologi adalah pemodelan hujan-limpasan (Mohammadi, 2021; Nagure & Shahapure, 2021; Yin dkk., 2022). Namun, data debit sungai biasanya sangat sulit diperoleh dikarenakan tidak adanya stasiun pencatatan atau alat pengukur debit sungai yang baru beroperasi (Waasiu Widyaningsih dkk., 2021a; Wibowo dkk., 2022). Maka dari itu, diperlukan pemodelan hujan-limpasan yang paling efektif untuk memprediksi proses hidrologi yang terjadi pada DAS tersebut.

Kalibrasi parameter model hujan-limpasan merupakan langkah penting untuk meningkatkan akurasi prediksi debit (Coustau dkk., 2013; Sun dkk., 2010). Studi oleh (Jin & Jin, 2020; Lakshmi & Sudheer, 2021) menunjukkan bahwa kesalahan dalam kalibrasi parameter dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam memprediksi debit bulanan, yang berimplikasi pada kesalahan dalam perencanaan sumber daya air. Model hidrologi seperti HEC-HMS dan SWAT telah banyak digunakan, tetapi keakuratannya sangat bergantung pada parameterisasi yang tepat (Belayneh dkk., 2020; Sahu dkk., 2020). Dalam penelitian ini, data debit yang tersedia terbatas pada periode Januari 2022 hingga Desember 2023, sehingga proses kalibrasi dan validasi model harus dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan data tersebut.

Meskipun data yang tersedia terbatas, beberapa studi menunjukkan bahwa kalibrasi dan validasi model hidrologi masih dapat dilakukan dengan langkah-langkah yang hati-hati. Penelitian oleh (Lakshmi & Sudheer, 2021) menyatakan bahwa teknik optimasi multi-objektif dan analisis sensitivitas dapat meningkatkan keandalan hasil kalibrasi meskipun data yang tersedia sedikit. Selain itu, (Belayneh dkk., 2020) menekankan pentingnya analisis sensitivitas untuk mengidentifikasi parameter yang paling berpengaruh, sehingga proses kalibrasi dapat dilakukan lebih

efisien. Penelitian oleh (Rizal dkk., 2023) mendapatkan hasil bahwa menggunakan data dua tahun untuk kalibrasi dan satu tahun untuk kalibrasi menunjukkan hasil bahwa model hidrologi dapat secara efektif menggambarkan kondisi daerah aliran sungai. Pola pada debit observasi dan debit simulasi yang didapatkan juga identik.

Perubahan penggunaan lahan dan variabilitas iklim juga memengaruhi pola hujan dan limpasan di berbagai wilayah, termasuk di Kalimantan Barat. Penelitian oleh (Basuki dkk., 2021; Sujarwo dkk., 2022) menyebutkan bahwa konversi hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan telah mengubah karakteristik hidrologi di Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak. Hal ini menimbulkan tantangan baru dalam memprediksi debit sungai, terutama dalam menghadapi perubahan iklim yang semakin tidak menentu. Dengan data debit yang terbatas, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil kalibrasi parameter model hujan-limpasan pada Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak guna menghasilkan analisis debit bulanan yang lebih akurat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pengelolaan sumber daya air di Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak memerlukan pemahaman yang mendalam tentang hubungan antara hujan dan limpasan, yang dapat diperoleh melalui pemodelan hidrologi. Namun, proses kalibrasi parameter model hujan-limpasan sering kali menghadapi tantangan, terutama ketika data yang tersedia terbatas. Dalam penelitian ini, data debit yang digunakan hanya mencakup periode dua tahun (Januari 2022 hingga Desember 2023), sehingga diperlukan pendekatan yang hati-hati untuk memastikan keakuratan hasil kalibrasi dan validasi model.

Perbedaan karakteristik hidrologi antara Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak juga menjadi faktor penting yang perlu dipertimbangkan. Sub-DAS Pinoh didominasi oleh topografi berbukit, sedangkan Sub-DAS Landak memiliki wilayah yang lebih datar dengan penggunaan lahan yang berbeda. Perbedaan ini dapat memengaruhi respons hidrologi terhadap hujan, sehingga hasil kalibrasi parameter model hujan-limpasan di kedua Sub-DAS perlu dibandingkan untuk memahami dinamika yang terjadi.

Selain itu, keterbatasan data yang tersedia menimbulkan pertanyaan tentang sejauh mana hasil kalibrasi dan validasi model dapat diandalkan. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa data terbatas dapat meningkatkan ketidakpastian dalam prediksi debit, terutama jika model yang digunakan kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini perlu mengevaluasi pengaruh keterbatasan data terhadap akurasi prediksi debit bulanan di kedua Sub-DAS, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan keandalan hasil kalibrasi.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperoleh tiga pertanyaan yang harus dijawab oleh penelitian ini, yaitu;

- 1) Bagaimana hasil kalibrasi parameter model hujan-limpasan pada Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak menggunakan data terbatas periode Januari 2022 hingga Desember 2023?
- 2) Apa perbedaan hasil kalibrasi parameter model hujan-limpasan antara Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak?
- 3) Bagaimana pengaruh keterbatasan data terhadap akurasi prediksi debit bulanan di kedua Sub-DAS tersebut?

### **1.3 Tujuan**

Studi ini bertujuan untuk :

- 1) Melakukan kalibrasi parameter model hujan-limpasan untuk Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak menggunakan data terbatas periode Januari 2022 hingga Desember 2023.
- 2) Membandingkan hasil kalibrasi parameter model hujan-limpasan antara Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak.
- 3) Menganalisis pengaruh keterbatasan data terhadap akurasi prediksi debit bulanan di kedua Sub-DAS.

### **1.4 Luaran dan Manfaat**

#### **1.4.1 Luaran**

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- 1) Hasil kalibrasi parameter model hujan-limpasan untuk Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak berdasarkan data terbatas.

- 2) Rekomendasi parameter model hujan-limpasan yang optimal untuk prediksi debit bulanan di kedua Sub-DAS.

#### **1.4.2 Manfaat**

Adapun manfaat dari studi ini adalah:

- (1) Membantu dalam meningkatkan akurasi prediksi debit bulanan di Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak. Akurasi yang lebih baik dalam prediksi debit dapat mengurangi risiko banjir dan kekeringan serta memfasilitasi perencanaan pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif.
- (2) Memberikan panduan praktis tentang model-model hidrologi yang paling efektif untuk digunakan dalam konteks Sub-DAS Pinoh dan Sub-DAS Landak. Ini akan bermanfaat bagi praktisi dan peneliti di bidang hidrologi dan pengelolaan sumber daya air dalam memilih model yang sesuai dengan karakteristik DAS lokal.
- (3) Temuan dari studi ini akan memberikan dasar yang kuat untuk penelitian lanjutan di bidang pemodelan hujan-limpasan dan kalibrasi model. Hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk mengeksplorasi metode kalibrasi yang lebih baik atau untuk studi yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi model di daerah lain.