

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pemodelan dampak perubahan iklim terhadap debit aliran rendah yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan hidrologi DAS Tajum menggunakan *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) dilakukan melalui tahapan kalibrasi dan validasi model. Kalibrasi dilakukan pada periode tahun 2010–2012 dengan dua tahun *warm-up* (2008–2009), sedangkan validasi dilakukan pada periode 2013–2014. Hasil kalibrasi menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,717, nilai *Nash–Sutcliffe Efficiency* (NSE) sebesar 0,26, nilai *Kling–Gupta Efficiency* (KGE) sebesar 0,65, nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 9,43 m³/s, serta nilai *Percent Bias* (PBIAS) sebesar +4,6%. Pada tahap validasi, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,887, dengan nilai *Nash–Sutcliffe Efficiency* (NSE) sebesar 0,18, nilai *Kling–Gupta Efficiency* (KGE) sebesar 0,55, nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 9,30 m³/s, dan nilai *Percent Bias* (PBIAS) sebesar –7,38%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model SWAT mampu merepresentasikan pola debit aliran sungai di DAS Tajum dengan tingkat kesesuaian yang baik pada kedua periode.
2. Hasil simulasi debit masa depan menggunakan model SWAT berdasarkan proyeksi iklim IPCC AR-6 menunjukkan bahwa debit maksimum terjadi pada waktu yang berbeda untuk setiap skenario perubahan iklim. Pada skenario SSP1-2.6, debit maksimum tercatat sebesar 402 m³/s pada bulan November 2079. Pada skenario SSP2-4.5, debit maksimum tercatat sebesar 420 m³/s pada bulan November 2093. Sementara itu, pada skenario SSP3-7.0, debit maksimum tercatat sebesar 410 m³/s pada bulan Oktober 2084, dan pada skenario SSP5-8.5 sebesar 377 m³/s pada bulan November 2079.
3. Dampak perubahan iklim terhadap proyeksi debit aliran rendah di DAS Tajum menunjukkan adanya variasi debit aliran rendah pada masing-masing skenario perubahan iklim. Berdasarkan analisis frekuensi menggunakan debit rerata bulanan, nilai debit aliran rendah Q95 pada skenario SSP1-2.6 tercatat sebesar 1,21 m³/s,

pada skenario SSP2-4.5 sebesar 0,954 m³/s, pada skenario SSP3-7.0 sebesar 1,07 m³/s, dan pada skenario SSP5-8.5 sebesar 1,08 m³/s.

4. Variasi nilai debit aliran rendah antar skenario menunjukkan bahwa perbedaan tingkat emisi gas rumah kaca berpengaruh terhadap kondisi debit aliran rendah di DAS Tajum. Skenario dengan tingkat emisi yang lebih terkendali cenderung menghasilkan debit aliran rendah yang lebih tinggi dibandingkan skenario dengan tingkat emisi yang lebih besar. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perubahan iklim berpotensi memengaruhi ketersediaan air pada periode aliran rendah di masa mendatang, sehingga diperlukan perhatian dalam pengelolaan sumber daya air di DAS Tajum.

5.2 Saran

Berdasarkan proses dan pengalaman selama pelaksanaan penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pemahaman struktur input SWAT perlu diperkuat secara mendalam

Model SWAT, khususnya SWAT+, menggunakan berbagai file input dengan format yang sangat sensitif, terutama pada data iklim seperti curah hujan (pcp) dan temperatur. Dalam praktiknya, keterbatasan contoh file input yang siap digunakan pada SWAT+ dapat menimbulkan kebingungan, sehingga kesalahan format berpotensi menyebabkan data tidak terbaca dan menghasilkan keluaran simulasi yang tidak realistis, seperti nilai curah hujan dan debit bernilai nol.

2. Verifikasi format input

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan simulasi uji (*trial run*) secara bertahap. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa data iklim dan parameter model telah terbaca dengan benar oleh SWAT sebelum dilakukan simulasi dalam periode yang lebih panjang mengingat tidak tersedianya contoh data bawaan yang lengkap sebagai acuan langsung.

3. Penggunaan SWAT+ Editor

Pemeriksaan awal terhadap *output* model, seperti nilai presipitasi dan debit hasil simulasi, perlu dilakukan segera setelah model dijalankan. Langkah ini penting untuk mendeteksi kesalahan input sejak dini, khususnya pada file iklim, sehingga kesalahan format dapat diperbaiki sebelum tahap kalibrasi dan validasi.

4. Peningkatan dokumentasi teknis selama proses pemodelan

Mengingat SWAT tidak selalu diajarkan secara formal dalam perkuliahan dan memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi, pencatatan langkah-langkah pemodelan, struktur input, serta perbaikan kesalahan format menjadi hal yang sangat penting. Dokumentasi ini dapat membantu penelitian lanjutan serta memudahkan replikasi dan pengembangan model di masa depan.

5. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan pendekatan pendukung atau model pembanding.

Untuk memperkuat hasil analisis, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan model hidrologi lain atau pendekatan statistik tambahan sebagai pembanding hasil simulasi SWAT, khususnya dalam kajian debit aliran rendah dan dampak perubahan iklim.

