

ANALISA PENENTUAN DEBIT ANDAL DENGAN METODE HYDROLOGISKA BYRANS VATTENBALANSA VDELNING DI BENDUNG PATURMAN

*Nur Arsy Eerlinna Amalia¹, Anri Noor Annisa Ramadhan¹, Novi Asniar¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Perjuangan, Tasikmalaya, Indonesia

*)Penulis korespondensi: Nama Nur Arsy Eerlinna Amalia (nurarsyerlinnaa@gmail.com)

Abstract— Simulation of hydrological models have been developed in many countries, which is basically designed to simplify hydrological system with simpler data input parameters, easily measured, and quickly obtained data. Hydrological that frequently used in Indonesia was NRECA method and FJ. Mock apart from them is HBV method. The use of HBV method was mostly used in subtropical areas, therefore in tropical area this was a test of renewal of hydrological model. HBV method have simply hydrological model concept and software with a display that was easy to understand and use on a PC computer system in this research will be examined regarding the suitability of HBV hydrological model, then related to the availability of water. The model suitability test was carried out at Pataruman Weir. The purpose of this research is to analyze the magnitude of reliable discharge of Pataruman Weir, and to analyze suitability of the HBV method with dependable observation in Pataruman Weir by using model efficiency parameters and NSE. The result of simulation show the average efficiency value of the model around 0.5295 that means >0.51 model could be used, whereas the magnitude 0.8816 of the average value of NSE around 0.8816 according the data, that model was categorized very well. The average value of 80% reliable discharge in Pataruman Weir based on observations is 3,049 m³/s while based on simulation results of 1,899 m³/s.

Keywords — Reliable discharge, HBV

Abstrak— Simulasi model hidrologi telah dikembangkan diberbagai negara, yang pada dasarnya dirancang untuk menyederhanakan sistem hidrologi dengan parameter input data yang lebih sederhana, mudah diukur dan cepat diperoleh hasil keluaranya. Model hidrologi yang sering digunakan di Indonesia yaitu metode NRECA dan FJ. Mock, selain dari itu ada model hidrologi yang bisa digunakan salah satunya yaitu metode HBV. Penggunaan metode hidrologi HBV kebanyakan digunakan didaerah subtropis, sehingga pada daerah tropis ini merupakan uji keterbaruan terhadap model hidrologi. Metode HBV mempunyai konsep model hidrologi yang sederhana, dan softwarenya pun memiliki tampilan yang mudah dipahami juga mudah digunakan pada PC sistem komputer. Pada penelitian ini akan dikaji mengenai kesesuaian model hidrologi HBV, kemudian dihubungkan dengan ketersediaan air yang merupakan debit andal. Uji kesesuaian model dilakukan pada Bendung Pataruman. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini untuk menganalisis besarnya debit andal Bendung Pataruman, dan menganalisis kesesuaian model HBV dengan debit pengamatan di Bendung Pataruman menggunakan parameter efisiensi model dan NSE. Hasil simulasi menunjukkan rata-rata nilai efisiensi model sekitar 0.5295 artinya >0.51 model bisa digunakan, sedangkan besarnya rata-rata nilai NSE sekitar 0.8816 maka model tersebut dikategorikan sangat baik. Besarnya nilai rata-rata debit andal 80% di Bendung Pataruman berdasarkan observasi adalah 3.049 m³/s sedangkan berdasarkan hasil simulasi sebesar 1.899 m³/s.

Kata kunci — Debit andal, HBV

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemahaman dan pengenalan tentang karakteristik komponen-komponen yang ada didalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat diperlukan di dalam praktik pengelolaan DAS. Interdependensi dan interaksi komponen-komponen DAS merupakan perubah yang berperan mempengaruhi karakteristik umum dari sistem DAS, dan terjadi dalam suatu kesetimbangan dinamis sehingga pola dan sifat interaksi dan interdependensinya juga

selalu berubah. Oleh karena itu ilmu pengetahuan selalu mencoba mengembangkan dan menggunakan sistem modeling dalam pendekatan pengelolaan DAS untuk membantu memahami sifat dan perubahan sifat dari komponen-komponen tersebut (Sudiar, N.Y., 2016).

Berbagai model simulasi hidrologi telah banyak dikembangkan di negara maju. Parameter yang diperlukan sebagai data masukannya pun lebih sederhana, mudah diukur dan cepat diperoleh hasil keluarannya. (Harsoyo, B., 2010). Melalui model hidrologi dapat dipelajari kejadian-kejadian hidrologi yang pada gilirannya dapat digunakan untuk memprediksi kejadian hidrologi yang akan terjadi. Persamaan dasar yang menjadi landasan bagi semua analisis hidrologi adalah persamaan neraca air (water balanced equation). (Senaen, Y. M., 2019).

Banyak model hidrologi untuk perhitungan neraca air yang sudah dikembangkan diantaranya; NRECA, FJ MOCK, HBV, dan lain-lain. Setiap model hidrologi mempunyai parameter berbeda, kegunaan model, dan kecocokan model pada kondisi dilapangan. Di Indonesia metode simulasi hujan-aliran yang sering digunakan adalah metode NRECA (Natural Rural Electrical Cooperation Agency) dan FJ. Mock (Alby, L., 2018).

Selain itu terdapat model lain dalam simulasi hidrologi yaitu model hidrologi HBV (Hydrologiska Byrans Vattenbalansavdelning) yang dikembangkan oleh Institusi Meteorologi dan Hidrologi Swedia. HBV merupakan model distribusi rainfall-runoff yang bersifat semi konseptual dari suatu daerah tangkapan air. Perkembangan dari model ini dapat digunakan untuk simulasi runoff dan proyeksi hidrologi (Bengstrom dan Forsman 1973). Komponen utama dalam model ini yaitu pencairan salju dan akumulasinya, kelembaban tanah, presipitasi efektif, evaporasi serta respon aliran permukaan. Penggunaan model ini kebanyakan diaplikasikan di daerah subtrois diantaranya oleh (Kobold et al., 2006; Grillakis et al., 2010) dan beberapa model HBV telah diaplikasikan di daerah tropis (Ilhamsyah. Y, 2012). Software HBV-Light merupakan perangkat lunak hasil pengembangan model HBV yang dibuat oleh Jan Seibert dari Stockhloim University, software ini memiliki tampilan yang mudah difahami dan mudah digunakan pada PC dengan sistem Windows (Lestari, I.Y., 2018) dan mempunyai model hidrologi yang sederhana (Azis, 2015).

Penelitian dengan menggunakan HBV pada daerah subtropis dan tropis merupakan uji keterbaruan terhadap model hidrologi sehingga dalam penelitian ini akan dikaji mengenai kesesuaian model hidrologi, kemudian dihubungkan dengan ketersediaan air yang merupakan debit andal menggunakan model hidrologi HBV. Uji kesesuaian model tersebut dilakukan disalah satu daerah aliran sungai yaitu DAS Citanduy, tepatnya pada Bendung Pataruman, Jawa Barat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa debit andal di Bendung Pataruman?
2. Bagaimana mensimulasikan model hidrologi dengan menggunakan model HBV?

1.3 Tujuan Penelitian

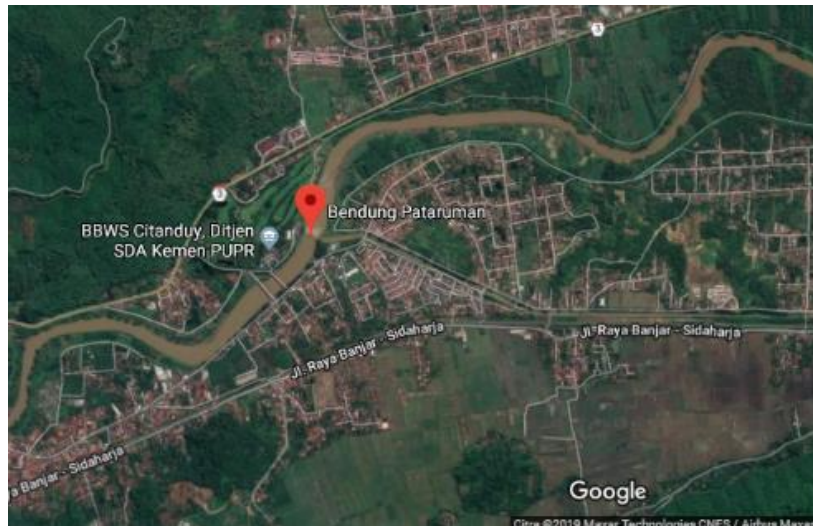
Adapun tujuan penelitian yaitu:

1. Mengidentifikasi hidrograf hasil dari debit simulasi menggunakan model HBV.
2. Menganalisis kesesuaian model HB dan debit pengamatan di Bendung Paturaman dengan parameter NSE
3. Menganalisis besarnya debit andal Bendung Paturaman dengan hasil simulasi HBV

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

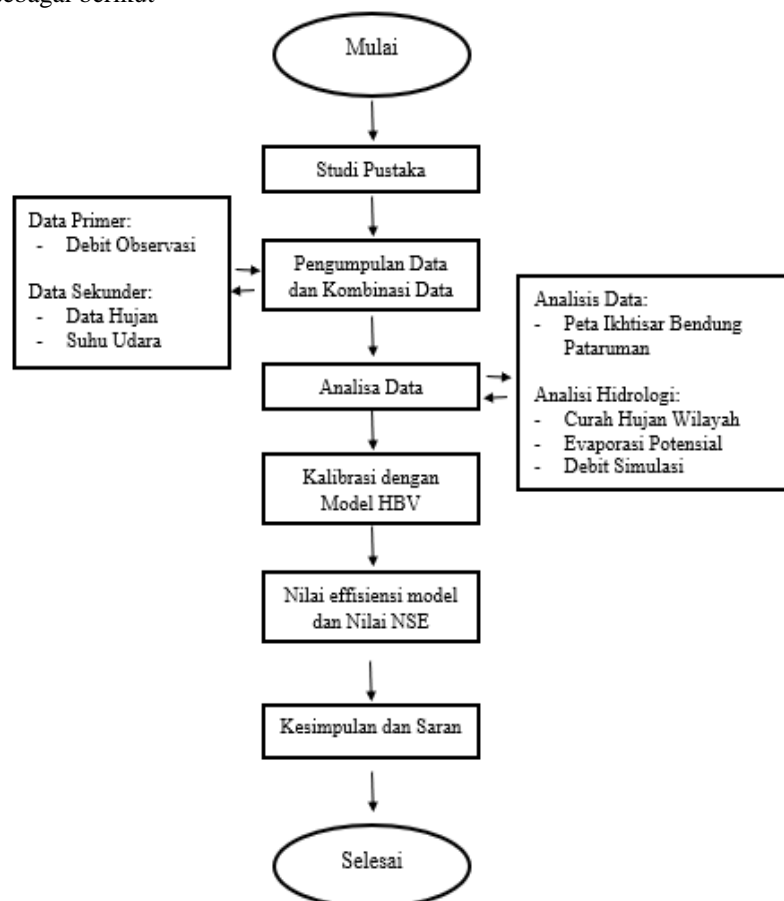
Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citanduy, Banjar, Jawa Barat. Tepatnya penelitian ini dilaksanakan di Sungai Citanduy keluaran Bendung Paturaman, Sub-DAS Paturaman Jawa Barat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Metode Penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikannya, dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 2) sebagai berikut



Gambar 2. Diagram Alir Penyusunan Penelitian

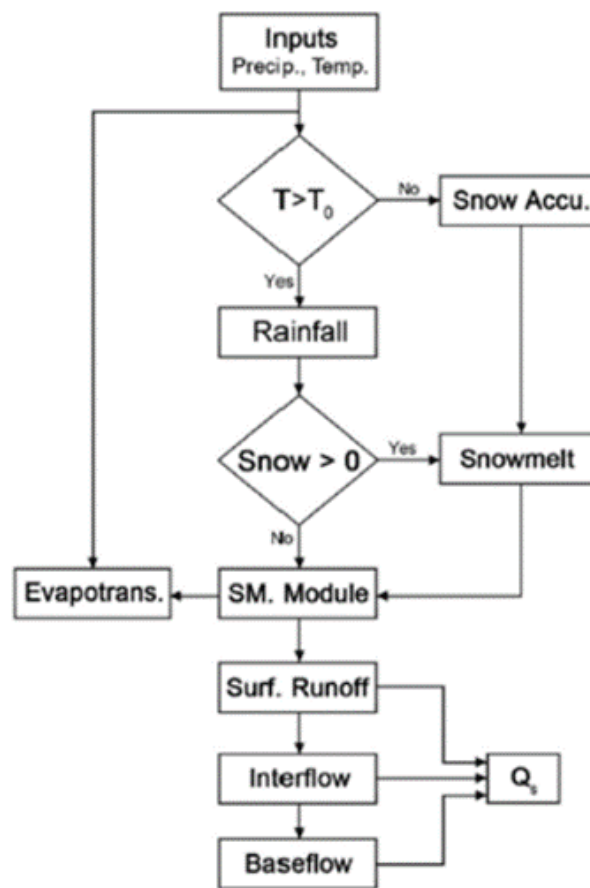
2.3 Langkah-Langkah Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data, dilakukan survei lapangan terlebih dahulu untuk mengetahui lokasi studi dan permasalahannya. Lalu pengumpulan data berupa dokumen atau arsip-arsip dan hasil pengukuran di lapangan yaitu:

1. Data hidrologi yang berupa curah hujan, curah hujan yang dicatat dari tahun 2013 sampai tahun 2018. Sumber Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy BBWS.
2. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Citanduy dan peta tataguna lahan didapatkan dari peta RBI. Sumber data ini diambil dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP)
3. Data debit dan limpasan aktual dari Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy (BBWS).
4. Data kebutuhan air irigasi daerah Lakbok Utara dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citanduy.
5. Data klimatologi dari Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy (BBWS), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Komando Operasi TNI Angkatan Udara I Pangkalan TNI AU Wiriadinata Tasikmalaya.

2.4 Analisis Kalibrasi Data

Model ini memiliki sejumlah parameter, yang nilainya ditemukan oleh kalibrasi. Proses umum dari model HBV yaitu:



Gambar 3. Diagram Alir Model HBV (Ilhamsyah, 2012)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengumpulan Data

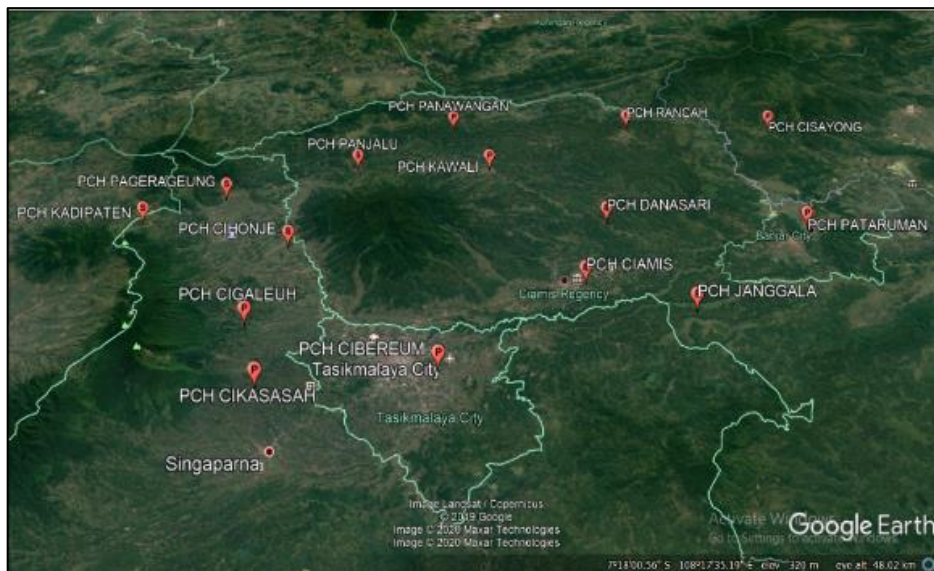
Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi; peta topografi, data hujan harian, data klimatologi dan debit harian Bendung Pataruman.

Peta topografi yang digunakan yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS) Citanduy, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Topografi DAS Citanduy

Data hujan yang digunakan dari Pos Curah Hujan (PCH) disekitar Daerah Tangkapan Air (DTA) Pataruman, ada 15 PCH yang diambil data hujan harian yaitu Panawangan, Kawali, Danasar, Kadipaten, Pager Ageung, Cihonje, Panjalu, Ciamis, Cigeuleuh, Rancah, Cikasasah, Janggala, Gn.Putri, Cibeureum, Pataruman.



Gambar 5. Titik PCH DAS Pataruman

Penggunaan sumber daya air Bendung Pataruman yaitu untuk mengairi daerah irigasi Lakkok Utara seluas 6219 ha, dengan nilai kebutuhan air sebesar 9017,55 lt/dt.

3.2 Analisa Data

Data yang digunakan dalam menganalisis penelitian ini yaitu; presipitasi, temperatur, evaporasi potensial, dan debit. Data tersebut digunakan sebagai input simulasi model HBV.

Adapun data yang diolah sebelum melakukan simulasi model HBV pada Bendung Pataruman yaitu nilai input presipitasi adalah nilai curah hujan harian dari 15 PCH yang berada di DAS Citanduy diolah menjadi data curah hujan wilayah dari tahun 2013-2018 dengan menggunakan metode polygon thiessen. Kemudian nilai evaporasi potensial menggunakan metode *Thornwaite*.

3.3 Simulasi Model HBV

Kalibrasi dalam model HBV dilakukan menggunakan salah satu tools yang ada pada software HBV yaitu Monte Carlo Simulation. Simulasi monte carlo merupakan analisis statistik yang prosesnya berupa pengulangan dan pengacakan (random) variabel. Simulasi ini akan menentukan satu angka random dari data sampel atau rentang nilai yang diberikan dimana nilai terpilih merupakan nilai yang mendekati nilai optimum dalam kalibrasi parameter model.

Saat ini simulasi ini banyak digunakan dalam bidang teknik maupun non teknik. Model HBV menggunakan simulasi untuk mempermudah proses kalibrasi. Prosedur ini digunakan untuk menilai ketidakpastian estimasi parameter dan untuk menggambarkan perbedaan dalam ketidakpastian dari berbagai parameter (Saibert, 1997).

Model HBV memiliki beberapa parameter yang membangun model dalam penentuan debitnya. Parameter tersebut terbagi atas parameter untuk membangun sub model snow routine, soil moisture routine, response routine, routing routine dan parameter pendukung model. Semua parameter dikalibrasi kecuali parameter yang membangun sub model snow routine. Parameter ini tidak dimasukan karena parameter tersebut hanya digunakan pada wilayah dengan musim dingin yang outputnya snow pack dan snow melt.

DAS Pataruman memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Perhitungan yang dihasilkan hanya jumlah lelehan salju yang hasilnya digunakan untuk sub model berikutnya, sehingga saat perhitungan submodel snow routine akan diberi nilai 0. Parameter yang dikalibrasi diberikan rentang nilai yang beragam. Parameter yang dikalibrasi adalah FC, LP, BETA, PERC, UZL, K0, K1, K2, MAXBAS, dan Cet.

Kalibrasi dilakukan dua kali percobaan. Pertama menggunakan rentang menurut Saibert (1997) dan kedua menggunakan perubahan rentang parameternya. Kalibrasi yang dilakukan dianggap berhasil apabila nilai efisiensi model (Reff) bernilai $>0,51$ karena dianggap telah memenuhi model.

Tabel harus ada garis vertikal dan horisntal. Setiap tabel harus diberi judul tabel (Table Caption) dan bernomor urut angka di sebelah atas tabel tersebut diikuti dengan judul tabel. Judul dan tabel ditempatkan rata kiri tulisan.

Tabel 1. Rentang nilai parameter untuk simulasi Monte Carlo (Saibert, 1997) dan perubahannya untuk model di DAS Pataruman

Parameter	Min	Maks	Perubahan Rentang
PERC	0	6	0-10
UZL	0	100	-
K0	0.05	0.5	0-0.5
K1	0.01	0.3	0-0.3
K2	0.001	0.1	0-0.1
MAXBAS	1	5	-
FC	50	500	-
LP	0.3	1	-
BETA	1	6	0.1-6
Cet	0	0.3	0

Kalibrasi yang pertama menggunakan nilai parameter berdasarkan Tabel.3 sehingga didapatkan nilai efisiensi model 0.45, yang mana model ini tidak baik. Kemudian dilakukan pengulangan kalibrasi dengan mencoba cara kalibrasi kedua, yaitu dengan merubah rentang nilai setiap parameternya. Perubahan rentang untuk kalibrasi wilayah kajian dilakukan pada parameter PERC, K0, K1, K2 dan BETA. Kelima parameter ditambah rentang nilainya saat kalibrasi sehingga nilai effisiensinya menjadi bagus. Nilai parameter yang ditambah atau diturunkan nilai minimumnya atau menaikkan nilai maksimumnya didasarkan pada sensitivitas parameter.

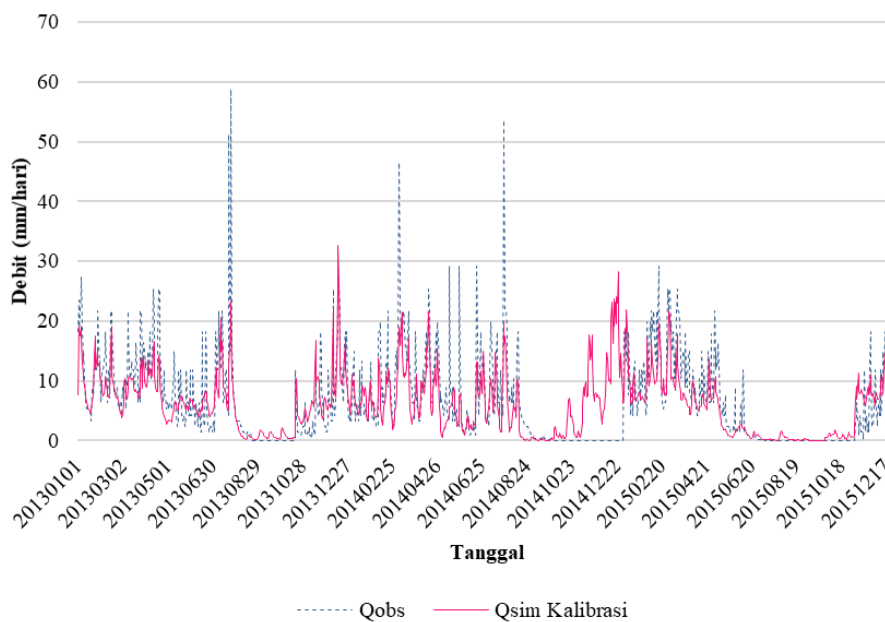
Sensitivitas setiap parameter dilakukan dengan uji parameterisasi yang dilakukan sebelum kalibrasi. Secara sederhana, uji parameterisasi dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan nilai setiap parameternya satu persatu. Saat salah satu parameter diubah nilainya menjadi hasil simulasi debit berubah secara drastis maka parameter tersebut sensitif, dan saat hasil simulasinya tidak ada perubahan maka parameter tersebut tidak

sensitif. Parameter PERC dilakukan penambahan nilai maksimum, sedangkan parameter K0, K1, K2, dan BETA diturunkan nilai minimumnya.

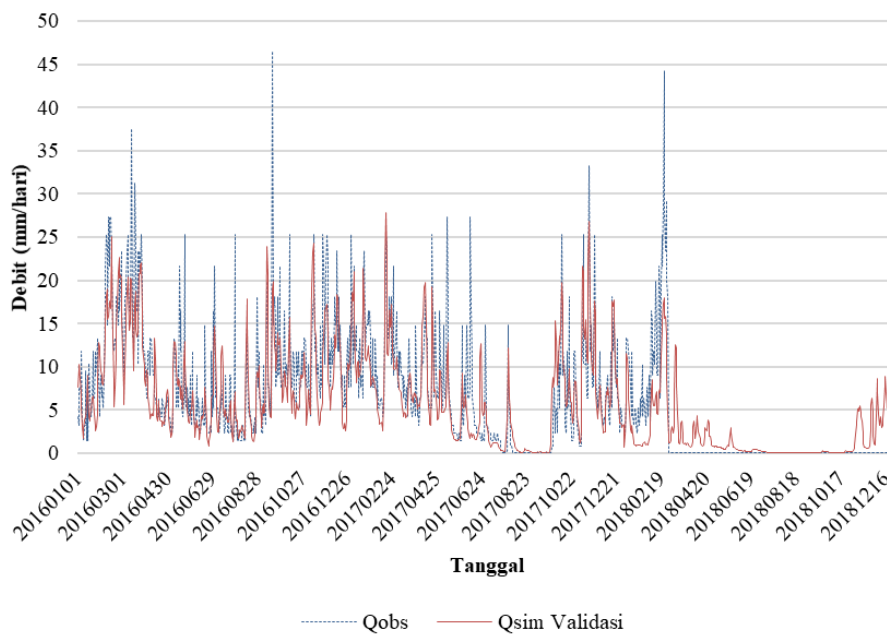
Gambar 6. merupakan hasil simulasi model HBV yaitu grafik debit observasi dan debit simulasi sebagai proses kalibrasi, hasilnya adalah bentuk grafik debit observasi dengan debit simulasi hampir menyerupai. Akan tetapi grafik debit simulasi yang berada diatas garis debit observasi terjadi pada Oktober 2014 sampai dengan Desember 2014. Sedangkan Gambar 9. menunjukkan hasil simulasi model HBV yaitu grafik debit observasi dan debit simulasi sebagai proses validasi, hasilnya adalah bentuk grafik debit observasi dengan debit simulasi menyerupai kecuali bentuk grafik yang berbeda yaitu terjadi pada bulan Maret 2018 sampai dengan Desember 2018, hal ini dikarenakan input data debit observasi yang tersedia hanya sampai dengan tanggal 28 Februari 2018, akan tetapi data curah hujan, temperatur, dan evaporasi potensial kumulit. Hubungan setiap parameter antara temperatur, curah hujan, evaporasi potensial dan debit yaitu ketika temperatur rendah maka evaporasi (penguapan) rendah sehingga curah hujan tinggi jadi didapatkan debit yang tinggi. Sebaliknya apabila temperatur tinggi maka evaporasi (penguapan) tinggi sehingga curah hujan rendah yang berdampak pada debit menjadi rendah.

Hidrograf dapat terbentuk seperti itu merupakan hasil simulasi, karena adanya hubungan antar parameter. Sensitivitas tiap parameter akan berpengaruh terhadap nilai *goodness of fit* salah satunya yaitu model efisiensi, sehingga dapat diketahui apakah model ini bisa digunakan atau tidak. Selain dari itu akan berpengaruh terhadap naik dan turunnya garis hidrograf debit observasi-simulasi, apakah garis debit simulasi mengikuti atau menyerupai garis observasi atau tidak dan ketika ada perubahan terhadap hasil simulasi debit berubah secara drastis maka parameter tersebut sangat sensitif.

Output yang dihasilkan dari pemodelan HBV yang telah dilakukan yaitu dapat dilihat dalam folder “Result”.



Gambar 6. Hasil simulasi debit untuk kalibrasi



Gambar 7. Hasil simulasi debit untuk validasi

3.4 Kalibrasi Validasi Model HBV

Kalibrasi dan validasi model merupakan langkah penting yang harus dilakukan sebelum model digunakan. Kalibrasi merupakan proses pengoptimalan nilai parameter dalam suatu model sehingga memberikan hasil simulasi yang sesuai dengan data lapangan. Biasanya, nilai parameter dalam model akan diubah dan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Setelah dilakukan proses kalibrasi maka validasi dilakukan untuk mengetahui kecocokan antara data hasil model dengan data observasi.

Data untuk kalibrasi harus berbeda waktunya dengan data untuk validasi. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan data untuk kalibrasi tahun 2013-2015 sedangkan untuk validasi menggunakan data tahun 2016-2018. Indikator statistic yang dapat digunakan untuk mengkalibrasi model hidrologi adalah NSE (Nash-Sutcliffe Coefficient).

Nilai uji kalibrasi berdasarkan indikator NSE yaitu pada tahun 2013 sebesar 0.77, tahun 2014 sebesar 0.88 dan tahun 2015 sebesar 0.86. Sehingga dapat diketahui nilai rata-rata uji kalibrasi (tahun 2013-2015) menggunakan indikator NSE adalah 0.83, artinya adalah model sangat baik. Sedangkan Nilai NSE validasi didapatkan hasil nilai NSE yaitu pada tahun 2016 sebesar 0.87, tahun 2017 sebesar 0.92 dan tahun 2018 sebesar 0.99. Maka dapat diketahui rata-rata nilai validasi berdasarkan NSE yaitu sebesar 0.93, artinya model bisa digunakan.

Setiap persamaan ditulis rata margin kiri kolom dan diberi nomor yang ditulis di dalam kurung dan ditempatkan di bagian akhir margin kanan. Persamaan harus dituliskan menggunakan *Equation Editor* dalam MS Word atau Open Office (Primack, 1983).

$$LCI = \sum_{i=1}^n LUI_i \quad (1)$$

3.5 Debit Andar

Debit andal adalah debit yang berhubungan dengan probabilitas atau nilai kemungkinan terjadinya sama atau melampaui dari yang diharapkan. Nilai probabilitas debit yang diandalkan pada kebutuhan irigasi yaitu antara 70% sampai dengan 85%. Pada analisis debit andal Bendung Pataruman digunakan nilai probabilitas sebesar 80%, karena pada umumnya untuk probabilitas kebutuhan irigasi menggunakan nilai probabilitas sebesar 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%).

Kebutuhan air untuk daerah irigasi Lakbok Utara adalah 9017.55 lt/dt. Maka dapat dilihat dari hasil pengolahan perhitungan pada Tabel 2. dapat diketahui besarnya nilai ketersediaan air lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan air. Sehingga kebutuhan air akan terpenuhi.

Tabel 2. Ketersediaan Air Bendung Paturaman

Tahun	Debit Andal 80% (m ³ /dt)	
	Observasi	Simulasi
2013	3168	2095
2014	2267	1967
2015	2267	465
2016	4160	4609
2017	2267	2243
2018	4165	12

4. KESIMPULAN

Hasil dari simulasi hidrograf menggunakan HBV mendekati hasil dari observasi. Korelasi antara simulasi dengan observasi didapatkan nilai yaitu pada tahun 2013 sebesar 0,806; tahun 2014 0,468; tahun 2015 0,868; tahun 2016 0,787; tahun 2017 0,801; tahun 2018 0,750. Hasil dari keseluruhan nilai korelasi mendekati 1.

Hasil analisis kalibrasi validasi dengan menggunakan model HBV didapatkan nilai efisiensi model yaitu pada tahun 2013 sebesar 0,5422; tahun 2014 sebesar 0,2029; tahun 2015 sebesar 0,7029; tahun 2016 sebesar 0,5839; tahun 2017 sebesar 0,6315 dan tahun 2018 sebesar 0,5141; artinya apabila nilai efisiensi model >0,51 telah memenuhi model. Sedangkan berdasarkan nilai NSE yang merupakan indikator statistik didapatkan hasil yaitu pada tahun 2013 sebesar 0,77; tahun 2014 sebesar 0,88; tahun 2015 sebesar 0,86; tahun 2016 sebesar 0,87; tahun 2017 sebesar 0,92 dan tahun 2018 sebesar 0,99 dengan kriteria penilaian sangat baik.

Debit andal pada Bendung Pataruman ditetapkan dengan nilai probabilitas kebutuhan irigasi yaitu 80% rata-rata debit andal observasi sebesar 3.049 m³/s dan simulasi sebesar 1.899 m³/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghakouchack, A. dan Habib, E. (2010). "Application of a Conceptual Hydrologic Model in Teaching Hydrologic Processes". Int. J. Eng Ed. 26(4): 963-973.
- Alby, L. (2018). "Perbandingan Metode Alih Ragam Hujan Menjadi Debit Dengan FJ. MOCK dan NRECA di DAS Kemuning Kabupaten Sampang". Teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya.
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM Press Cetak ke-5.
- Azis, S.M. (2015). "Analisis Perhitungan Neraca Air Menggunakan Model Hidrologi HBV Di DAS Pamukkulu Takalar". Program Studi Geofisika Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin.
- Bengsrton, S dan Forsman, A. (1973). "Development and application of a conceptual deterministic rainfall-rainoff model". Nordic Hidrology. 4: 147-170.
- Fadhli, R. dkk. (2017). *Analisis Perubahan Debit Puncak dan Debit Andalan Selama Dua Dekade Di DAS Krueng Meureude Provinsi Aceh*. SEMDI UNAYA-2017. 1-10 November 2017.
- Grillakis, M. G., dkk. (2010). *Application of the HBV hydrological model in a flash flood case in Slovenia*, Natural Hazards and Earth System Sciences, 10: 2713–2725.
- Harsoyo, B. (2010). "Review Modeling Hidrologi DAS di Indonesia". Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol. 11, No. 1, 2010: 41-47.



- Ilhamsyah, Y. dkk. (2012). “Aplikasi Model Hidrologi HBV di DAS Peusangan Aceh Sebagai Studi Pengantar Pengembangan Konsep Ekohidrologi Berkelanjutan.” Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Syiah Kuala: Banda Aceh. Depik, 1(2): 86-92.
- Kobold, M. & Brilly, M. 2006. *The Use of HBV model for flash flood forecasting*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 6: 407–417.
- Lestari, I.Y. dan Dasanto, B.D. (2018). “Penentuan Indeks Ekstrem Hidrologi menggunakan Hasil Simulasi Model HBV (Studi Kasus : DAS Ciliwung Hulu)”. Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, IPB. Jurnal Agromet 33 (1): 20-29, 2019.
- Lindstrom, G, dkk. (1997). *Development and Test of the Distributed HBV-96 Hydrological Model*. Journal of Hydrology. 201(1): 272-288.
- Republik Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. 01 Maret 2012. Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 62. Jakarta.
- Senaen, Y.M. (2019). “Analisis Neraca Air Sungai Molinow Di Titik Bendung Molinow Kabupaten Minahasa Selatan”. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.8. Agustus. (945-954).
- Sipayung, S.B dan Cholianawati, N. (2012).”Aplikasi Model HBV (Hydrologiska Byrans Vattenbalansavdelning) Berbasis Satelit di DAS Musi (Sumatera Selatan)”. Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional LAPAN, 48-61.
- Sudiar, N.Y. (2016). “Simulasi Model HBV Pada Daerah Aliran Sungai Batang Arau Padang”. Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang, 86-94.
- Sutapa, I Wayan. (2009). *Studi Potensi Pengembangan Sumber Daya Air di Kota Ampan Sulawesi Tengah*. Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Bera Offset.
- Tunas, I Gede. (2007). *Optimalisasi Parameter Model Mock Untuk Menghitung Debit Andalan Sungai Miu*. Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu.
- Wen, L, dkk. (2013). *Impact of Rain Snow Threshold Temperature on Snow Depth Simulation in Land Surface and Regional Atmospheric Model*. Advance in Atmospheric Sciences. 30(5): 1449-1460.