

PENERAPAN MODEL TANGKI DENGAN TIGA TANGKI SUSUNAN PARALEL UNTUK TRANSFORMASI DATA HUJAN MENJADI DATA DEBIT (STUDI KASUS PADA INFLOW WADUK SELOREJO DAN WADUK LAHOR)

Rahman

PT. Smart. Tbk (Sinar Mas Group)

ABSTRACT

An inspiring factor in making a hydrology model especially rain water transformation data model to become debit data is debit accumulation handicap. Sugawara cube model is one of conceptual models which has concept rain water stream process become a river stream is analogized as a stream through the parallel cube. The approach of cube model can be done in seri, parallel, or the mixed.

Modeling simulation processes will produce parameters or coefficients of cube model make the cube model and its parameters can show the condition of river stream area.

Three parallel cubes have 14 chosen parameters. The solution is optimizing it to get optimal parameter that can represent a DAS modeled. Algoritma Genetik can be used in the optimization process; it shows the effectiveness and the capacity to determine parameter. The result of the analysis of 2 DAS shows that the cube model with 3parallel cube represents the correlation of climate data and water debit with good process., model gives good trend in fluctuate debit of water. This optimizing technique is covered in Mantlab programming language which is ready to be developed in another DAS.

Key word : Hydrology model, 3 Parallel cube model, Parameter, Optimize, Algoritma Genetik

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang menjadi inspirasi untuk membuat model hidrologi khususnya model transformasi data hujan menjadi data debit adalah adanya keterbatasan data pengukuran debit. Dalam situasi ideal seharusnya tersedia data jangka panjang yang mencakup beberapa dasa warsa pada sejumlah pos pencatat sepanjang sungai induk maupun anak-anak sungainya. Metode-metode statistik dapat diterapkan dalam menganalisis data tersebut. Namun biasanya hanya tersedia data yang terbatas, sehingga diperlukan cara-cara untuk merentang periode pencatatnya (Soemarto, 1995 : 51).

Model Tangki Sugawara merupakan salah satu model konseptual dengan konsep bahwa proses aliran air hujan menjadi aliran sungai dianalogikan sebagai suatu aliran melalui rangkaian tangki-tangki. Kelemahan mendasar penerapan model tangki tersebut adalah banyaknya parameter yang harus ditentukan

terlebih dulu secara simultan sebelum model tersebut diimplementasikan.

Algoritma Genetik (AG) merupakan salah satu metode yang cukup handal untuk pencarian parameter-parameter optimal. Keuntungan utama penggunaan AG adalah kemudahannya implementasinya dan kemampuannya untuk menemukan solusi secara cepat terutama untuk masalah-masalah yang berdimensi tinggi. Dengan memanfaatkan kelebihan pada AG diharapkan dapat mempermudah aplikasi Model Tangki, sehingga secara efektif dapat membantu memecahkan masalah keterbatasan data aliran sungai.

METODELOGI PENELITIAN

Teknik optimasi dengan algoritma genetik diujicobakan untuk menentukan parameter model tangki yang optimal pada dua DAS, yaitu DAS Konto dan DAS Lahor masing-masing mewakili debit inflow

pada waduk Selorejo dan waduk Lahor yang secara kedinasan termasuk dalam wilayah kerja Dinas Pengairan Umum (DPU) Kabupaten Malang, Propinsi Jawa Timur.

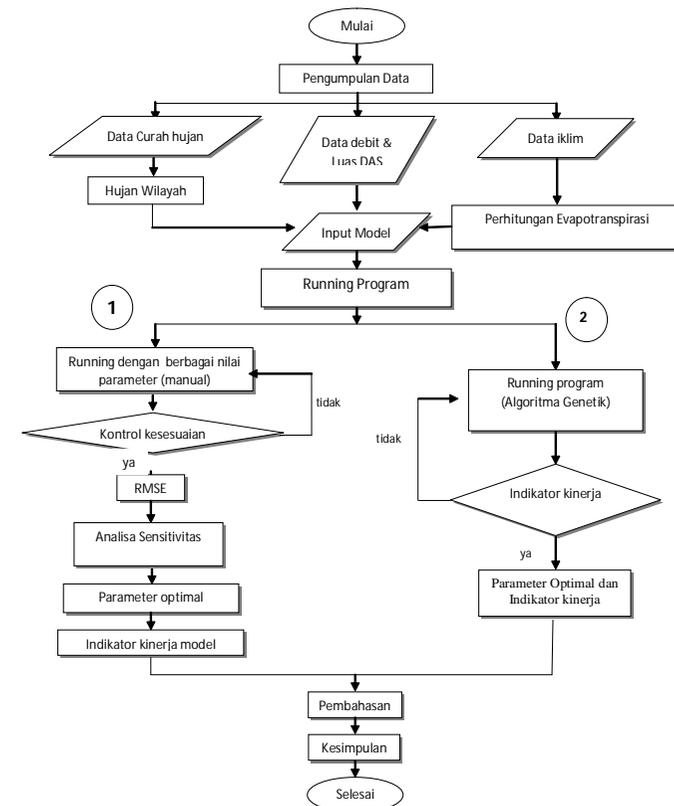
Pada masing-masing DAS dikumpulkan data curah hujan, data iklim dan debit inflow waduk dalam periode 3 tahun yaitu tahun 2005 sampai dengan 2007. Untuk memulai proses optimasi terlebih dahulu telah dihitung curah hujan wilayah dan evapotranspirasi pada masing-masing DAS. Tahap kegiatan penelitian disajikan pada gambar 2 berikut ini.

Teknik optimasi ini tidaklah perlu mengetahui informasi detail dalam setiap Model Tangki tetapi cukup mendapatkan informasi mengenai hasil perhitungan dan komparasinya serta berapa banyak parameter yang ada dalam suatu struktur Model

Tangki. Model Tangki diasumsikan sebagai suatu *Black-Box* saja yang diamati tingkah lakunya bila mendapatkan perubahan parameter. Pengamatan ini dilakukan oleh suatu sistem optimasi yang di sini menggunakan algoritma genetik.

Dengan Model Tangki yang mempunyai 3 (tiga) reservoir, di sini dibuat suatu algoritma genetik dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Mempunyai input argument untuk menerima curah hujan
2. Mempunyai input argument untuk menerima evapotranspirasi
3. Mempunyai input argument untuk menerima data debit amatan
4. Mempunyai output argument untuk mengeluarkan hasil perhitungan model tangki



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Kegiatan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Tangki paralel dianggap mempunyai daerah tampungan yang lebih luas, sehingga dimungkinkan akan terjadi hujan yang berbeda antara hulu, tengah dan hilir sungai. Dalam Model 3 Tangki Susunan Paralel penentuan parameter koefisien hujan $\acute{a}A$, $\acute{a}B$ dan $\acute{a}C$ dilakukan dengan cara coba-coba dimana akumulasi dari ke tiga koefisien akan bernilai 1 ($\acute{a}A + \acute{a}B + \acute{a}C = 1$). Setiap kombinasi nilai koefisien hujan (\acute{a}) yang diberikan akan memberikan tingkatan parameter yang berbeda berikut dengan indikator tingkat kerjanya berupa *Root Mean Squared Error* (RMSE).

Hasil running dilakukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai koefisien hujan yang sesuai untuk masing-masing DAS sehingga dapat diketahui kombinasi-kombinasi koefisien hujan yang dipakai untuk masing-masing DAS:

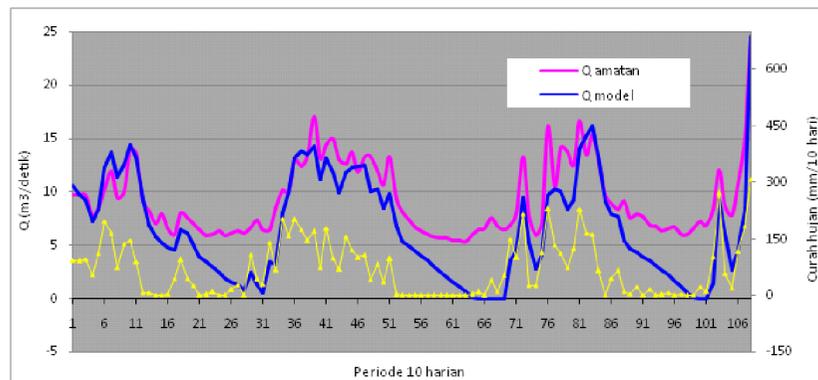
- DAS Konto : $\acute{a}A=0,1$; $\acute{a}B=0,3$ dan $\acute{a}C=0,6$
- DAS Lahor : $\acute{a}A=0,2$; $\acute{a}B=0,2$ dan $\acute{a}C=0,6$

Tabel. 1 Parameter dan Indikator Kinerja Model tahun 2005 s.d 2007

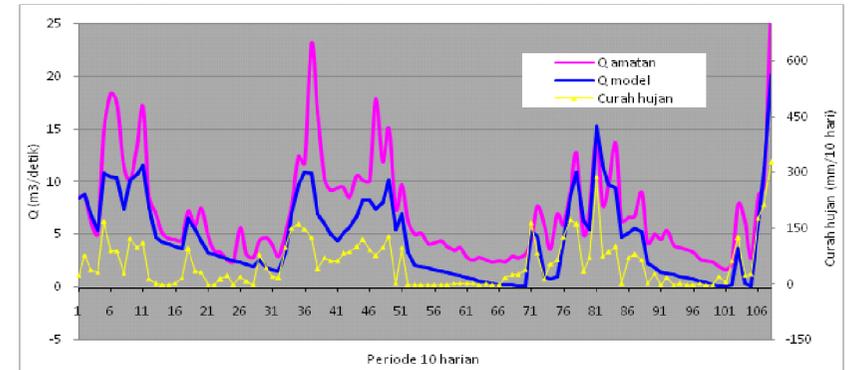
Parameter	Konto	Lahor
HA1 (mm)	283.862	0.010
HA2 (mm)	334.164	498.027
CA1	26.778	0.023
CA2	402.118	186.096
HB (mm)	0.006	0.031
CB	0.044	0.041
HC (mm)	130.691	291.000
CC	0.366	0.397
SA0 (mm)	96.527	497.910
SB0 (mm)	499.511	498.950
SC0 (mm)	45.375	34.664
RMSE (m ³ /dtk)	0.351	0.325
MAE (m ³ /dtk)	3.056	2.656
X (m ³ /dtk)	1.090	1.026
X ² (m ³ /dtk)	1.768	1.386
RE	0.397	0.443
RR	0.250	0.275

Secara grafis hasil debit model yang diperoleh dari parameter dengan input data 3 tahun sekaligus yang ditunjukkan pada gambar 3 dan 4.

Pada gambar dapat dilihat bahwa secara keseluruhan fluktuasi debit model sudah memiliki trend yang baik dalam mengikuti debit amannya, pada DAS Lahor terlihat dispersi debit tinggi pada awal-awal tahun 2005 dan 2006.



Gambar 2. Perbandingan Debit Amatan, Debit Model dan Curah Hujan pada Waduk Selorejo th. 2005 s.d 2007



Gambar 3. Perbandingan Debit Amatan, Debit Model dan Curah Hujan pada Waduk Lahor th. 2005 s.d 2007

Dispersi ini hampir tidak terlihat lagi pada tahun 2007 seiring dengan terjadinya penurunan RMSE. Untuk ke dua DAS juga terlihat dispersi debit rendah tiap tahunnya terutama pada DAS Konto (Gambar 3) yang menunjukkan bahwa ada kecenderungan debit model selalu dibawah debit amannya. Hal ini disebabkan karena model dengan susunan paralel belum cukup baik dalam mempresentasikan *base flow* (aliran bawah tanah) pada masing-masing DAS.

Tabel 2 dan 3 diperlihatkan perbandingan nilai RMSE dan RR (*Squared Relatif Error*) input data 1 tahun dan input data 3 tahun sekaligus. Ditinjau dari nilai indikator RMSE didapatkan bahwa RMSE dengan input data 3 tahun sekaligus memberikan performa model yang lebih baik dibandingkan dengan data input 1 tahun.

Tabel 2.Rekapitulasi RMSE (m³/detik)

RMSE	Selorejo	Lahor
2005	0.32	0.46
2006	0.53	0.37
2007	0.55	0.33
rata-rata	0.467	0.387
2005 - 2007	0.351	0.325

Tabel 3. Rekapitulasi RR (%)

RMSE	Selorejo	Lahor
2005	6.65	14.42
2006	19.11	20.93
2007	15.2	11.23
rata-rata	13.652	15.527
2005 - 2007	25.00	27.47

Dari tabel 2 juga dapat disimpulkan bahwa simpangan yang diberikan model pada debit inflow waduk Lahor lebih baik dari pada model yang diberikan pada debit inflow waduk Selerjo yaitu sebesar 0,325 m³/detik. Hal ini menunjukkan bahwa performance model tangki susunan paralel lebih tepat digunakan pada DAS Lahor. Hal ini membuktikan bahwa model tangki dengan susunan paralel tidak bisa memperkirakan *base flow* pada suatu DAS.

Untuk mengetahui sampai berapa jauh ketetapan atau kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi, maka perlu dilihat sampai seberapa jauh model yang terbentuk dapat menerangkan kondisi yang sebenarnya. Dalam mempresentasikan suatu karakteristik suatu DAS, hasil model berupa debit model akan dilihat hubungannya dengan debit amatan yang telah terukur sebelumnya. Korelasi ini ditunjukkan dalam lampiran.

Dari grafik tersebut terlihat adanya korelasi yang diberikan sudah cukup tinggi pada ke dua model, yaitu 79,2% untuk model pada inflow waduk Selorejo dan 76,4% pada inflow waduk Lahor.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Model 3 tangki susunan paralel dapat mempresentasikan hubungan antara data iklim dengan data aliran inflow di waduk Selorejo dan Waduk Lahor dengan baik. Besarnya *Root Mean Square Error (RMSE)* diperoleh antara **0,32sd 0,35m/dtk**.
2. Algoritma Genetik dapat digunakan untuk mencari parameter model tangki dengan nilai simpangan yang relatif kecil (Tabel 4.11 hingga 4.13 halaman 69 dan tabel 4.20 halaman 74). Nilai RMSE input data 1 tahun model pada waduk Selorejo sebesar 0,47 m³/dtk dengan simpangan sebesar 13,65 % dari data amatannya, untuk waduk Lahor sebesar 0,38 m³/dtk dengan simpangan sebesar 15,65% dari data amatannya. Sedangkan nilai RMSE input data 3 tahun sekaligus pada waduk Selorejo sebesar 0,35 m³/dtk dengan simpangan sebesar 25,05 % dari data amatannya, untuk waduk Lahor sebesar 0,33 m³/dtk dengan simpangan sebesar 27,47 % dari data amatannya.
3. Hasil model input data 3 tahun sekaligus memberikan performance model yang baik dibandingkan dengan model input data 1 tahun. Hal ini dibuktikan dengan nilai RMSE yang lebih kecil pada input model 3 tahun sekaligus. Dalam mempresentasikan suatu DAS, Model tangki susunan paralel ternyata lebih tepat digunakan pada DAS Lahor ini juga dibuktikan dengan nilai RMSE yang diperoleh lebih kecil dari pada nilai RMSE pada DAS Konto.
4. Korelasi antara debit amatan dan debit model dalam mempresentasikan suatu DAS sudah cukup baik, ditinjau dari koefisien determinasinya debit model pada inflow waduk selorejo memberikan nilai korelasi sebesar 79,2% dan untuk waduk Lahor sebesar 76,4%.

Saran

1. Penerapan model tangki secara sederhana sebaiknya dihindari, penentuan parameter sebaiknya dilakukan melalui optimasi.
2. Untuk mencapai parameter optimal dengan banyak iterasi, penerapan optimasi berbasis algoritma genetik cukup rumit dilakukan maka algoritma genetik akan mudah dilakukan jika kita sudah mengimplementasikan dalam bahasa pemrograman.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pemisahan base flow agar penerapan model tangki susunan paralel dapat menghasilkan out put debit yang optimal. Hal ini dikarenakan model tangki paralel tidak bisa memperkirakan base flow dengan baik.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam analisis perubahan penggunaan lahan secara dinamis agar pemodelan dapat benar-benar akurat dengan keadaan lapang saat ini dan masa yang akan datang. Sebagai pembandingan perlu dilakuka penelitian tambahan pada DAS lain dengan karakter DAS yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Chay Asdak. 1995, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM PRESS, Yogyakarta.
- Hoong, Chong Chew. 2007. *Development of Flood Forecasting Model for Sungai Kelantan*. www.efka.utm.my/thesis/.../chongchewhoongaa020072d07thp.pdf. Diakses Tanggal 13 Juni 2009 pukul 10.23 WIB.
- Kustamar. 2008, *Konsep, Strategi, dan Contoh Pemodelan Hidrologi Daerah Aliran Sungai*. UM PRESS, Malang.
- Linsley, Franzini dan Sasongko. 1985, *Teknik Sumber Daya Air Jilid 1*, edisi ke tiga, Erlangga, Jakarta.
- Rayk Linsley, Jr, Max A Kohler, Joseph L H Paulhus, Edisi 3, 1996, *Hidrologi Untuk Insinyur*, Penerbit Erlangga.

Setiawan, B.I., T. Fakuda, dan Nakano. 2003, *Developing Procedures for Optimization of Tank Model Parameter*. Agriculture Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, Manuscript LW 01 006. June, 2003.

Soemarto, C.D. 1995, *Hidrologi Teknik*. Erlangga, Jakarta.

Sri Harto, B.R. 1993, *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta,

Sukmadi, Tedjo. 2006. *Estimasi parameter adaptif motor DC Dengan metode algoritma genetic*. www.elektro.undip.ac.id/transmisi/jun06/6_tejo.pdf. Diakses tanggal 4 Juni 2009 pukul 20.03 WIB.

Sulianto, 2009, *Pengembangan Prosedur Optimasi Parameter Untuk Meningkatkan Kinerja Model Konseptual-Deterministik Sebagai Upaya Mengatasi Masalah Keterbatasan Data Aliran Sungai*, Laporan Hasil Penelitian.

Suyanto. 2005, *Algoritma Genetik dalam MATLAB*. ANDI, Yogyakarta.

Syahbuddin, H. dan Wihendar, N. 2007. *Anomali Curah Hujan Periode 2010- 2040 di Indonesia*.

http://balitklimat.libbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=129&Itemid=9. Diakses tanggal 14 Juni 2009 pukul 13.14 WIB.

SITUS:

Hoong, Chong Chew. 2007. *Development of Flood Forecasting Model for Sungai Kelantan*. www.efka.utm.my/thesis/.../chongchewhoongaa020072d07thp.pdf. Diakses Tanggal 13 Juni 2009 pukul 10.23 WIB.

Syahbuddin, H. dan Wihendar, N. 2007. *Anomali Curah Hujan Periode 2010-*

2040 di Indonesia. http://balitklimat.libbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=129&Itemid=9. Diakses tanggal 14 Juni 2009 pukul 13.14 WIB.

Sukmadi, Tedjo. 2006. *Estimasi parameter adaptif motor DC Dengan metode algoritma genetic*. www.elektro.undip.ac.id/transmisi/jun06/6_tejo.pdf. Diakses tanggal 4 Juni 2009 pukul 20.03 WIB.