

MAKALAH PENELITIAN

PREDIKSI DEBIT ALIRAN MUSIMAN BERDASARKAN PENDEKATAN HIDROLOGI STOKASTIK

Stochastic hydrological approach for predicting seasonal river flow discharge

Darmadi*)

ABSTRACTS

Objective of the research is to predict seasonal river flow discharge from the several years previous data. Stochastic statistical theory of Markov's lag-1 was used to analyze the data. Modification has been needed for changing the number of total seasonal river flow from 2 to 24 in one year serial observation. The total 24 rivers flow observations based on a half-month time interval observation per year. Those interval based on the assumption irrigation interval has been practicing at the tertiary level. River flow discharge data from 1993 to 2003 of Cikunten and Cimulu river in Tasikmalaya (West Java) were used during the research. The model prediction shows that there is similarity between real flow and synthetic flow of the river from time to time observation. Therefore, application of modified Markov's lag-1 is valid for stochastic hydrological analysis in term of maintaining

Key words : Stochastic model, river flow, predicting

PENDAHULUAN

Keberhasilan usaha peningkatan produksi tanaman padi hubungannya dengan ketersediaan air dan rencana tata tanam global (RTTG) pada suatu daerah irigasi sangat bergantung pada keberhasilan dalam menginterpretasi dan meramal watak hidrologi wilayah dengan tingkat ketelitian yang tinggi (Chow, 1988, Tjasjono, 1999). Kajian watak hidrologi wilayah dalam hubungannya dengan pengelolaan sumberdaya air dan usaha tani padi sawah merupakan tugas yang cukup berat, akan tetapi sangat menantang dan menarik bagi para ahli hidrologi dan ahli irigasi dalam usaha untuk mempertahankan dan meningkatkan produksi tanaman padi.

Kepastian ketersediaan air di daerah irigasi dari waktu ke waktu digunakan oleh ahli irigasi sebagai dasar dalam pembuatan rencana tata tanam global (RTTG). Rekaman data debit aliran sungai yang tersedia dipergunakan oleh ahli hidrologi sebagai dasar dalam analisis hitungan kepastian ketersediaan air pada suatu daerah irigasi dari waktu ke waktu. Berbagai metode telah dikenalkan dan dikembangkan oleh para ahli hidrologi terdahulu untuk prediksi ketersediaan air di masa yang akan datang dari waktu ke waktu berdasarkan rekaman data hidrologi yang tersedia.

Prediksi debit aliran sungai di masa yang akan datang dari waktu ke waktu dapat dilaksanakan dengan cara pemodelan aliran berdasarkan proses hidrologi stokastik (Linsley, 1982). Dalam analisis hidrologi stokastik ditetapkan bahwa proses yang terjadi adalah tetap tidak bergantung waktu yang dilakukan dengan cara mempertahankan sifat-sifat statistik kejadian hidrologi agar tetap tidak berubah dari waktu ke waktu selama berlangsungnya analisis (Haan, 1977).

Para ahli hidrologi terdahulu telah mengembangkan model hidrologi stokastik untuk prediksi aliran tahunan dan musiman dari waktu ke waktu (Supangat, 1988). Metode yang dinilai paling efektif untuk prediksi aliran dari waktu ke waktu berdasarkan analisis hidrologi stokastik adalah dengan menganggap sebaran aliran yang terjadi menyebar mengikuti sebaran normal (Fiering and Jackson, 1971, Linsley, 1982).

Tujuan penelitian ini adalah memprediksi debit aliran sungai musiman untuk tahun-tahun yang akan datang berdasarkan pendekatan hidrologi stokastik dengan menggunakan data debit aliran sungai pada tahun-tahun sebelumnya.

Metode penelitian didasarkan pada model Markov lag-1 dengan memodifikasi konstruksi model. Konstruksi model dimodifikasi dengan cara mengganti jumlah aliran musiman menjadi 24 aliran musiman dalam satu tahun. Satuan musim ditetapkan sama dengan 15 hari yang disesuaikan dengan satuan periode pembagian pemberian air di daerah irigasi.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model yang digabungkan ke system informasi irigasi, khususnya dalam operasi dan pengelolaan (OP) jaringan irigasi. Hasil penelitian diharapkan menjadi panduan dalam operasi pembagian pemberian air ke daerah irigasi untuk setiap 15 harian khususnya dalam rangka penetapan rencana tata tanam global (RTTG). Penerapan model hidrologi stokastik ke dalam system operasi dan pengelolaan jaringan irigasi diharapkan merupakan sumbangan baru dan bermanfaat untuk pengembangan system informasi irigasi di suatu daerah irigasi.

Lokasi terpilih untuk penelitian adalah daerah irigasi Cimulu dan Cikunten Tasikmalaya Jawa Barat.

DASAR TEORI

Aliran sungai dari waktu ke waktu merupakan rangkaian deret berkala yang memiliki sifat statistik yang khas (Linsley, 1982). Dalam pengelolaan sumberdaya air di suatu wilayah, seorang ahli hidrologi dipaksa harus mengkaji dan mampu memahami watak aliran sungai dari waktu ke waktu. Pemahaman tentang watak aliran sungai dari waktu ke waktu dapat dipergunakan untuk menduga aliran sintetik yang mungkin terjadi dari waktu ke waktu pada masa yang akan datang. Salah satu metode untuk pendugaan aliran sintetik adalah dengan pendekatan analisis hidrologi stokastik

Pada prinsipnya proses yang berlangsung dalam pendekatan analisis hidrologi stokastik adalah tetap dari waktu ke waktu, yang dicerminkan dengan penampilan sifat-sifat statistik yang tetap dari waktu ke waktu selama berlangsungnya analisis (Haan, 1977). Sifat-sifat statistik yang paling sederhana untuk dipertahankan tetap dari waktu ke waktu adalah nilai rata-rata, standar deviasi dan korelasi berturut-turut (runtun) lag-1 (Chow, 1988).

*) Staf Pengajar FTP. UGM

Dalam analisis hidrologi stokastik ditentukan bahwa besarnya nilai debit aliran pada waktu tertentu (titik tinjauan) merupakan gabungan antara komponen deterministik dan komponen acak (random). Komponen deterministik merupakan nilai yang pasti (tetap) dari waktu ke waktu, sedangkan komponen acak merupakan nilai yang selalu berubah dari waktu ke waktu.

Komponen deterministik merupakan angka yang diperoleh oleh suatu fungsi yang pasti, yang dibentuk oleh beberapa parameter dan nilai debit aliran sebelumnya dari suatu proses hidrologi. Komponen deterministik dapat berupa nilai sifat statistik dari suatu proses hidrologi terdahulu, misalnya nilai rata-rata dan standar deviasi atau nilai variasi. Komponen acak merupakan angka acak yang diambil dari contoh himpunan angka acak dengan distribusi tertentu atau probabilitas tertentu. Nilai komponen acak diperoleh dari gabungan antara nilai sifat statistik proses hidrologi terdahulu dengan suatu angka acak tertentu yang ditetapkan.

Himpunan angka acak yang dipergunakan tergantung asumsi yang dipergunakan dalam penelitian, yaitu apakah sebaran aliran sebelumnya diasumsikan mengikuti distribusi Normal atau distribusi Gamma. Dari hasil kajian para ahli hidrologi statistik terdahulu telah dapat disusun himpunan angka acak berdistribusi normal dan berdistribusi gamma (Fiering dan Jackson, 1971).

Penelitian dilaksanakan berdasarkan pendekatan analisis hidrologi stokastik menurut metode Markov lag-1., yang telah sukses diterapkan pada pemodelan aliran tahunan dan aliran musiman. Persamaan matematik model bangkitan data aliran tahunan dan aliran musiman ditunjukkan pada persamaan (1) dan (2) (Fiering, 1967, dan Linsley, 1982)

Pada penelitian ditetapkan jumlah musim dalam satu tahun adalah 24 musim. Satu satuan musim ditetapkan sama dengan periode pemberian debit aliran air ke daerah irigasi yang dilakukan oleh Dinas Pengairan setempat yaitu setiap 15 hari dalam satu bulan. Satuan musim tersebut ditetapkan oleh dinas pengairan untuk hitungan kepastian ketersediaan air di suatu daerah irigasi.

Persamaan matematik model bangkitan data debit aliran tahunan, yaitu :

$$Q_i = \bar{Q}_{i-1} + \rho_i (Q_{i-1} - \bar{Q}_{i-1}) + t_i \sigma_{i-1} \sqrt{1 - \rho_i^2} \quad (1)$$

Persamaan matematik model bangkitan debit aliran musiman dalam satu tahun yaitu :

$$Q_{i,j} = \bar{Q}_{j-1} + \rho_j \frac{\sigma_j}{\sigma_{j-1}} (Q_{i,j-1} - \bar{Q}_{j-1}) + t_{i,j} \sigma_{j-1} \sqrt{1 - \rho_j^2} \quad (2)$$

Keterangan :

1. Subskrip (i,j) menunjukkan periode tahun dan musim (tengah bulanan). Periode tahun (i) harus dipergunakan secara urut, yaitu dari 1 sampai n. Periode musim (j) sebanyak = 12 bulan x 2 musim (tengah bulanan) = 24 musim.
2. Debit aliran rata-rata (\bar{Q}) dihitung berdasarkan persamaan (3) dan (4)

$$\bar{Q}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{i,j} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\bar{Q}_{j-1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{i,j-1} \quad \dots \dots \dots (4)$$

3. Koefisien korelasi berturut-turut (runtun) lag-1 (ρ_1) antara Q_j dan Q_{j-1} , dihitung berdasarkan persamaan (5)

$$\rho_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} Q_{i,j} \cdot Q_{i,j+1} - \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^{n-1} Q_{i,j} \right) \left(\sum_{i=2}^n Q_{i,j} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} Q_{i,j}^2 - \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^{n-1} Q_{i,j} \right)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=2}^n Q_{i,j}^2 - \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=2}^n Q_{i,j} \right)^2}} \quad (5)$$

4. Standar deviasi (σ) dihitung berdasarkan persamaan (6) dan (7)

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{i,j} - \bar{Q}_j)^2} \quad \dots \dots \dots (6)$$

$$\sigma_{j-1} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{i,j-1} - \bar{Q}_{j-1})^2} \quad \dots \dots \dots (7)$$

5. Nilai acak (t) dari himpunan angka acak berdistribusi normal, yang dapat dicari berdasarkan table yang tersedia (Fiering and Jackson, 1971).

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di Daerah Irigasi (DI) Cikunten dan Cimulu yang terletak di kota dan kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat. Waktu penelitian mulai dari bulan April sampai September 2004. Rekaman data hidrologi dikumpulkan dari Balai Pengelolaan Sumberdaya Air (PSDA) kabupaten Tasikmalaya.

Cara Analisis Data

Rekaman data debit aliran sungai Cikunten dan Cimulu dikumpulkan dari stasiun pengukur aliran sungai (SPAS) yang masuk ke bendung DI Cikunten dan Cimulu. Rekaman data hujan dikumpulkan dari stasiun hujan yang berada di sekitar DI Cikunten dan Cimulu.

Dalam analisis data dibuat asumsi bahwa semua data yang terkumpul merupakan data yang benar dan syah.

Secara ringkas iterasi cara analisis data terdiri atas:

1. Pembuatan matrik data untuk debit aliran sungai dan hujan.
2. Baris matrik untuk jumlah tahun pengamatan, dan kolom matrik untuk jumlah musim (24 kolom)
3. Perhitungan untuk pembuatan kurva massa ganda dari hujan tahunan kumulatif dan debit aliran sungai tahunan kumulatif. Kurva massa ganda diperlukan untuk analisis konsistensi data hujan dan debit aliran sungai.

- Perhitungan nilai sifat-sifat statistik debit aliran sungai sebenarnya untuk tiap musim
- Perhitungan debit aliran sungai sintetik untuk tiap musim untuk 10 tahun ke depan.
- Perhitungan nilai sifat-sifat statistik debit aliran sungai sintetik untuk tiap musim untuk 10 tahun ke depan.
- Uji keberlakuan model bangkitan data aliran berdasarkan kesamaan nilai sifat statistik antara aliran sebenarnya dengan aliran sintetik untuk tiap-tiap musim.

Untuk mempercepat hitungan analisis model bangkitan data dibantu dengan pembuatan program komputer yang ditulis dengan bahasa Visual Basic Versi 5.

HASIL PENELITIAN

Konsistensi Data Hidrologi Wilayah

Analisis konsistensi data hidrologi bertujuan untuk mengetahui apakah data hidrologi yang dipergunakan memadai untuk keperluan analisis penelitian. Metode analisis konsistensi data menggunakan metode kurva massa ganda (double mass curve). Hasil analisis konsistensi data terhadap data hujan tahunan dan data debit tahunan di dua daerah irigasi ditunjukkan pada Gambar 1 (Figure 1).

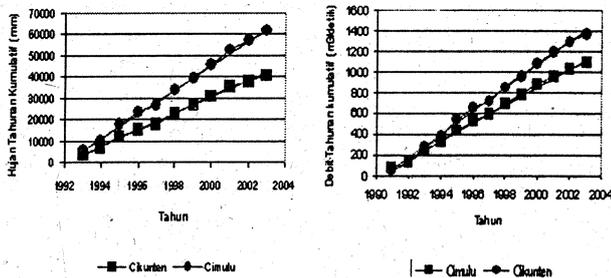


Figure 1. Double mass curve annual rainfall and river discharge

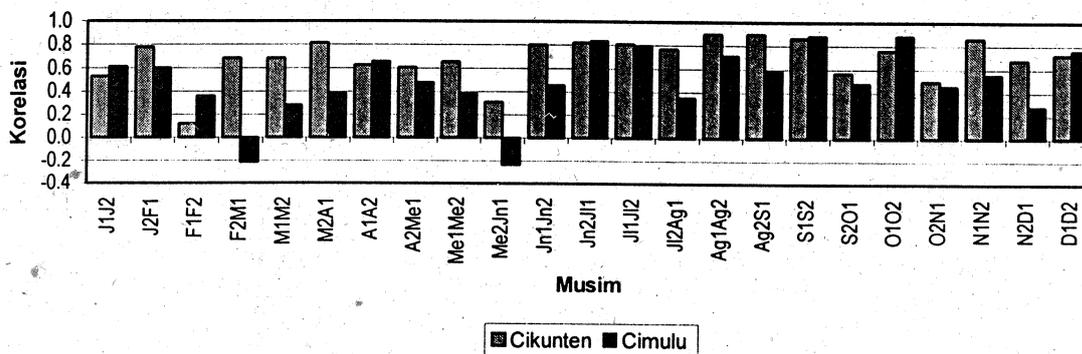


Figure 2. Correlation of river discharge within adjacent season of Cikunten and Cimulu rivers

Memperhatikan Gambar 2 nampak bahwa nilai korelasi di kedua daerah irigasi cukup besar yaitu berkisar antara 0,6 sampai 0,8 dengan bentuk pola sebaran yang hampir sama dari musim ke musim, hal ini mencerminkan terjadinya hubungan yang kuat antar musim yang berdekatan. Debit aliran sungai yang terjadi di tiap-tiap

Memperhatikan Gambar 1 nampak bahwa kurva hujan tahunan kumulatif dan kurva debit aliran sungai kumulatif berbentuk linier yang mencerminkan bahwa nilai kecenderungan (trend) dari kurva selalu sama untuk setiap tahunnya, yang berarti bahwa tebal hujan tahunan dan debit aliran tahunan hampir mendekati kesamaan untuk setiap tahunnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data hujan tahunan dan data debit tahunan yang terekam dari tahun 1992 sampai 2003 tidak mengalami gangguan sehingga cukup memadai untuk dipergunakan dalam penelitian. Hal ini berarti bahwa di daerah irigasi (DI) Cikunten dan Cimulu tidak mengalami perubahan lingkungan yang dapat menyebabkan perubahan terhadap data hidrologi wilayah.

Korelasi debit aliran antar musim yang berdekatan

Berdasarkan modifikasi konstruksi model Markov lag-1 maka jumlah aliran musiman dalam satu tahun menjadi 24, sehingga diduga terjadi hubungan yang khas antar aliran musiman yang berdekatan. Untuk itu perlu dilakukan analisis korelasi antar aliran musiman yang berdekatan. Simbol aliran musiman dibuat sesuai dengan nama bulan yang bersangkutan yaitu Januari 1 sampai Desember 2 (Jan 1 s/d Des 2).

Hasil analisis korelasi debit aliran sungai antar musim yang berdekatan di dua daerah irigasi ditunjukkan pada Gambar 2 (Figure 2).

musim tidak berdiri bebas dan saling mempengaruhi. Kejadian debit aliran pada musim sekarang dipengaruhi oleh kejadian debit aliran pada musim sebelumnya dan mempengaruhi kejadian debit aliran pada musim yang akan datang.

Variabilitas waktu dan kondisi fisik daerah irigasi diduga berpengaruh nyata terhadap nilai korelasi debit aliran antar musim yang berdekatan. Nilai korelasi yang kecil dan negative pada bulan-bulan tertentu (Februari, Maret, Juni dan Juli) diduga karena pengaruh pergantian dari musim hujan ke musim kemarau sehingga mempengaruhi variasi ketersediaan air yang berasal dari hujan.

Jika variabilitas waktu diperhatikan dengan saksama maka diduga bahwa panjang rekaman data dan selisih waktu antar musim merupakan penyebab utama munculnya nilai korelasi yang cukup tinggi. Panjang rekaman data debit aliran sungai yang hanya 10 tahun dianggap kurang mewakili kondisi kejadian hidrologi yang sebenarnya terjadi di alam, sehingga nilai korelasi dapat dianggap kurang mewakili keadaan yang sebenarnya. Meskipun disadari bahwa belum ada ketentuan yang paling memuaskan tentang panjang rekaman data hidrologi yang dapat dianggap mewakili keadaan sebenarnya. Beberapa peneliti hidrologi terdahulu menganjurkan untuk menggunakan panjang rekaman data selama 30 tahun yang dianggap lebih mewakili keadaan sebenarnya.

Jumlah 24 musim dalam satu tahun yang ditetapkan dalam konstruksi model dianggap terlalu banyak sehingga menyebabkan selisih waktu antar musim menjadi sangat pendek yaitu hanya 15 hari. Dengan demikian mudah dipahami mengapa muncul nilai korelasi antar musim yang berdekatan menjadi tinggi.

Jika variabilitas kondisi fisik daerah irigasi diperhatikan dengan saksama dengan cara penelusuran jaringan sungai melalui peta atau melalui penelusuran langsung terhadap kondisi jaringan sungai di lapangan, maka nampak bahwa aktivitas manusia hubungannya dengan sungai di sebelah hulu dari titik pengukuran debit cukup tinggi intensitasnya dari waktu ke waktu dan dari lokasi ke lokasi. Hal tersebut menyebabkan munculnya

hubungan yang erat antar musim dan antar lokasi yang berdekatan, sehingga mudah dipahami mengapa nilai korelasi antar musim yang berdekatan menjadi tinggi.

Jika bentuk konstruksi persamaan matematik dari model diperhatikan secara saksama, nampak bahwa nilai korelasi dalam persamaan model berperan terhadap nilai komponen acak dari nilai debit aliran yang akan dihasilkan model. Dengan demikian mudah dipahami jika nilai korelasi cukup tinggi, maka akan diperoleh hasil debit aliran sintetik yang lebih didominasi oleh komponen acak. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa korelasi yang berkisar dari 0 sampai 0,1 akan memberikan hasil yang memuaskan, sedangkan jika korelasi lebih besar dari 0,10 akan memberikan hasil yang tidak memuaskan (Fiering, 1967, Hoshi, 1978).

Debit Aliran Sintetik Hasil Model Bangkitan Data

Proses hitungan iterasi debit aliran sungai sintetik dari waktu ke waktu dalam penelitian dilakukan dengan bantuan program komputer.

Nilai beberapa parameter model untuk dasar masukan ke dalam model bangkitan data dihitung dengan menggunakan persamaan (3) sampai persamaan (7), berdasarkan data rekaman debit aliran sungai selama 10 tahun (1993-2003).

Berdasarkan nilai parameter model yang diperoleh dari hitungan (persamaan (3) sampai (7)), dan angka acak untuk contoh yang berurutan dari 1 sampai 10 (untuk dugaan tahun ke 1 sampai ke 10) yang diperoleh dari himpunan angka acak berdistribusi normal (Fiering, 1971), maka dapat dihitung debit aliran sintetik dari tahun ke 1 (2004) sampai tahun ke 10 (2013) untuk 24 musim (persamaan 2). Contoh hasil hitungan debit aliran sintetik ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Actual and synthetic average discharge

PROGRAM BANGKITAN DATA ALIRAN															
DATA ALIRAN SUNGAI SEBENARNYA															
Tahun	Jan II	Jan II	Feb II	Feb II	Mar I	Mar II	Apr I	Apr II	Me I	Me II	Jun I	Jun II	Jul I	Jul II	Ag
1993	007	8.193	6.316	6.22	9.211	8.303	6.38	5.88	4.08	5.63	5.648	5.92	3.458	4.347	
1994	007	2.279	2.296	9.353	9.33	6.075	4.699	8.432	5.494	6.177	3.663	3.84	1.528	3.499	
1995	007	6.646	6.884	3.526	6.899	9.994	8.33	8.265	6.857	7.227	7.182	6.872	7.668	5.85	
1996	008	6.907	4.684	6.59	6.83	5.691	7.057	6.59	3.396	3.396	5.037	4.942	2.469	2.459	
1997	005	5.474	5.48	5.34	5.28	5.263	5.752	5.194	5.282	5.274	1.749	1.169	0.994	0.731	
1998	002	4.543	5.384	5.393	6.606	6.73	6.006	5.28	5.99	4.949	5.434	5.234	4.246	4.859	
1999	006	5.74	7.788	6.431	4.809	7.213	5.69	5	5.629	5.486	5.727	3.933	3.32	1.538	
2000	007	4.713	5.373	7.009	6.875	6.469	4.496	6.18	6.98	5.999	4.801	4.995	2.767	3.761	
2001	006	5.44	5.53	3.86	7.077	6.541	7.208	5.614	5.379	5.978	4.462	5.331	5.41	5.524	
2002	005	6.448	5.497	5.47	9.306	5.795	4.94	5.533	5.264	1.921	5.17	2.431	1.514	2.816	
2003	005	3.803	6.366	5.777	6.77	3.548	5.653	5.518	5.512	5.156	3.326	2.497	1.626	1.992	
DATA ALIRAN SUNGAI SINTETIK															
Tahun	Jan I	Jan II	Feb I	Feb II	Mar I	Mar II	Apr I	Apr II	Me I	Me II	Jun I	Jun II	Jul I	Jul II	Ag
2004	4.55	4.21	4.29	4.31	5.24	4.62	4.86	4.91	4.42	4.16	3.87	3.26	2.18	2.52	2.
2005	5.64	5.23	5.33	5.54	6.6	6	5.74	5.74	5.21	5.09	4.73	4.26	3.26	3.46	3.
2006	5	4.63	4.72	4.82	5.8	5.19	5.22	5.25	4.75	4.54	4.22	3.67	2.62	2.91	2.
2007	4.3	3.98	4.05	4.03	4.93	4.3	4.64	4.72	4.24	3.94	3.67	3.03	1.93	2.3	
2008	4.45	4.12	4.2	4.2	5.11	4.49	4.77	4.83	4.36	4.07	3.79	3.17	2.08	2.43	2.
2009	2.81	2.57	2.61	2.34	3.04	2.38	3.41	3.58	3.15	2.66	2.47	1.64	0.43	0.99	0.
2010	2.76	2.52	2.56	2.28	2.98	2.32	3.37	3.54	3.12	2.62	2.43	1.6	0.38	0.95	0.
2011	4.17	3.85	3.92	3.88	4.76	4.13	4.53	4.62	4.14	3.83	3.56	2.9	1.79	2.18	1.
2012	7.13	6.64	6.77	7.23	8.47	7.91	6.97	6.88	6.3	6.37	5.93	5.64	4.75	4.77	4.
2013	9.03	8.43	8.61	9.38	10.86	10.35	8.53	8.33	7.69	8.01	7.45	7.41	6.65	6.43	5.

Memperhatikan Tabel 1 nampak bahwa model bangkitan data yang dapat dipergunakan untuk menghitung debit aliran sintetik untuk 24 musim dalam satu tahun dari waktu ke waktu (2004 – 2013). Untuk uji keberlakuan model dilakukan secara grafik, yaitu dengan cara membandingkan nilai sifat-sifat statistik yang melekat pada aliran sebenarnya dan aliran sintetik.

Komponen Diterministik dan Acak Debit Aliran Sintetik

Memperhatikan konstruksi persamaan matematik model bangkitan data aliran musiman nampak bahwa beberapa nilai parameter model mempunyai peran dominan terhadap nilai komponen deterministik dan komponen acak dari debit aliran sintetik yang dihasilkan. Nilai rata-rata,

standar deviasi dan korelas debit aliran sebenarnya berperan kuat terhadap komponen deterministik pada nilai debit aliran sintetik dari waktu ke waktu. Komponen acak pada nilai debit aliran sintetik dipengaruhi oleh nilai korelasi dan standar deviasi dari debit aliran sebenarnya. Dengan demikian mudah dipahami bahwa standar deviasi dan korelasi debit aliran sebenarnya (sebelumnya) berperan kuat terhadap dinamika nilai debit aliran sintetik (sesudahnya) dari waktu ke waktu.

Penggambaran nilai rata-rata debit aliran sebenarnya dan aliran sintetik untuk tiap-tiap musim di dua daerah irigasi ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4 (Fig. 3 dan 4).

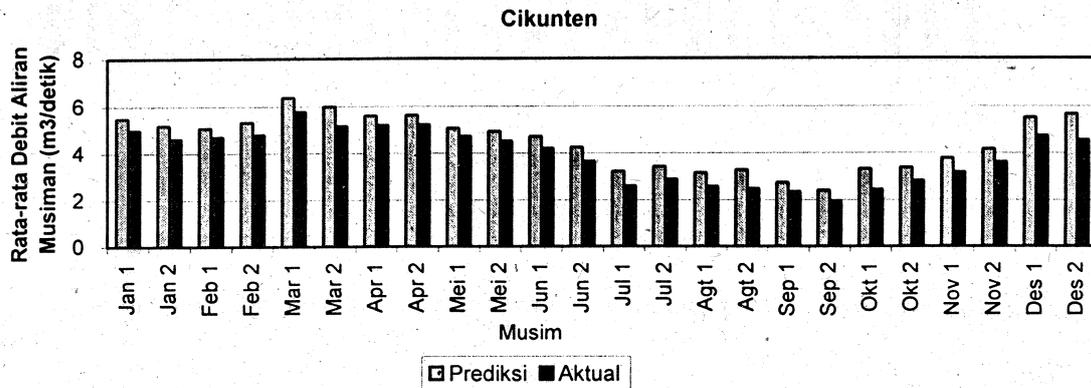


Figure 3. Actual and synthetic average discharge of Cikunten river

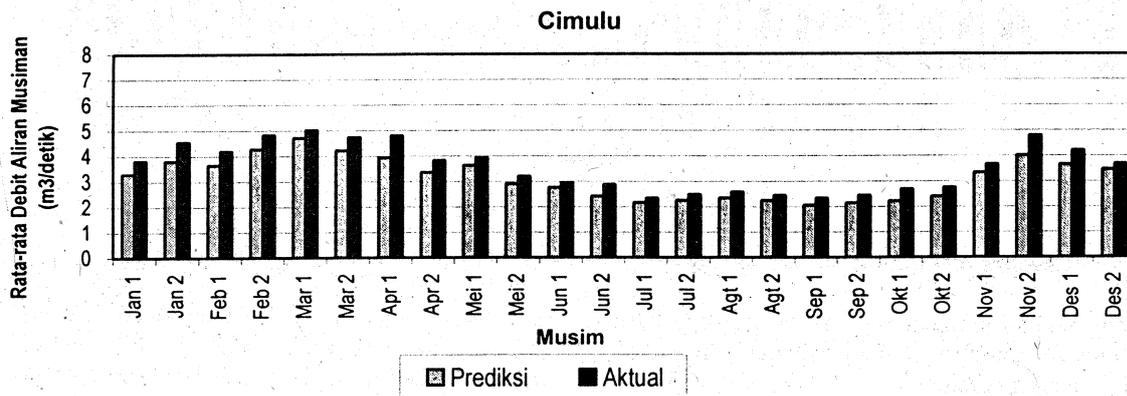


Figure 4. Actual and synthetic average discharge of Cimulun river

Memperhatikan Gambar 3 dan 4 nampak bahwa nilai rata-rata untuk debit aliran sebenarnya dan sintetik di daerah penelitian mendekati kesamaan pada masing-masing musim, hal ini mencerminkan bahwa proses yang berlangsung di dalam model adalah tetap tidak berubah dari waktu ke waktu atau pada saat sebelum dilakukan analisis model dan pada saat sesudah analisis model.

Fenomena perubahan proses hidrologi pada saat sebelum dan sesudah analisis hitungan model dapat mencerminkan bahwa model yang dikembangkan memenuhi prinsip dasar dalam pendekatan analisis

hidrologi stokastik dikarenakan model terbukti mampu mempertahankan nilai sifat statistik kejadian hidrologi.

Mengingat bahwa nilai rata-rata debit aliran merupakan bagian yang dominan dari nilai komponen deterministik, maka mudah dipahami bahwa komponen deterministik dari debit aliran selalu dapat dipertahankan dari waktu ke waktu.

Jika Gambar 3 dan 4 diperhatikan dengan saksama maka nampak terdapat perbedaan dinamika nilai rata-rata debit aliran musiman yang nyata di dua daerah irigasi. Nilai rata-rata debit aliran sintetik di semua musim di DI

Cikunten selalu lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai rata-rata debit aliran sebenarnya. Untuk kejadian di DI Cimulu justru terjadi sebaliknya, yaitu nilai rata-rata debit aliran sintetik di semua musim selalu lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai rata-rata debit aliran sebenarnya.

Fenomena perbedaan nilai rata-rata debit aliran yang terjadi di dua daerah irigasi tersebut mencerminkan bahwa sifat kejadian hidrologi sangat berpengaruh terhadap

nilai parameter model dan hasil model. Jika terdapat perbedaan kejadian hidrologi pasti akan memberikan nilai parameter model dan hasil model yang berbeda, meskipun dengan menggunakan model hidrologi yang sama.

Penggambaran nilai standar deviasi debit aliran sebenarnya dan aliran sintetik untuk tiap musim di dua daerah irigasi ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6. (Fig. 5 dan 6).

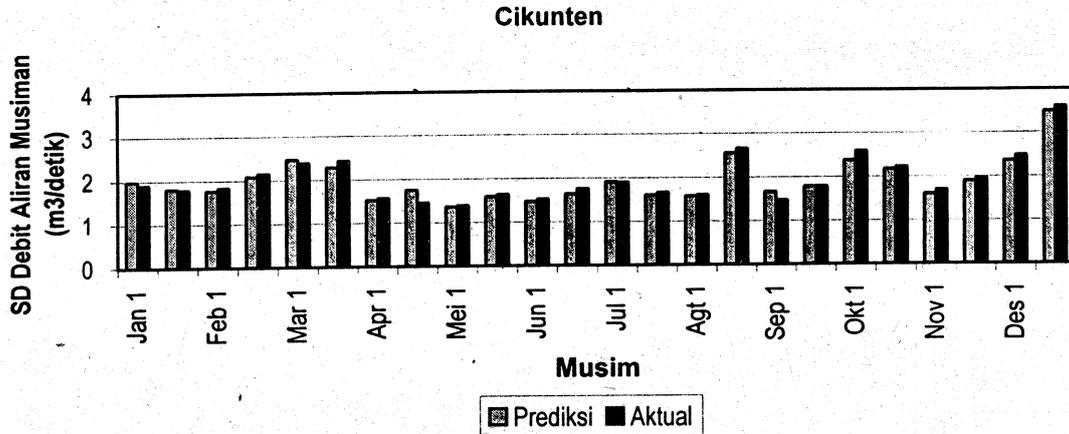


Figure 5. Standard deviation between actual and synthetic discharge of Cikunten river

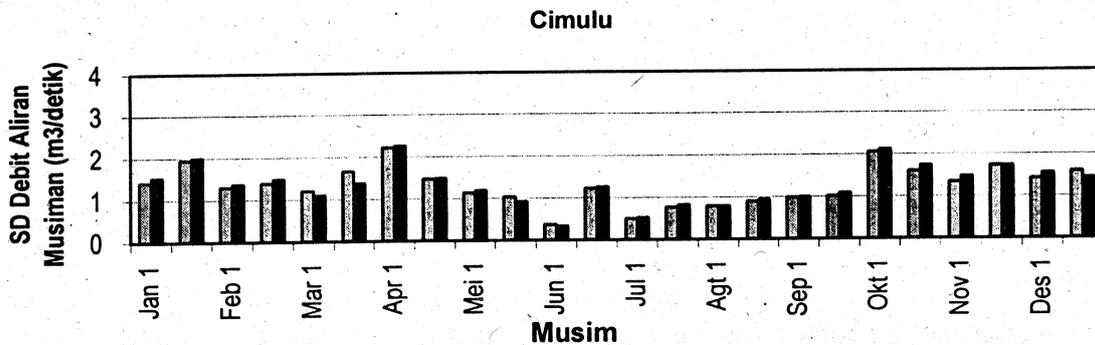


Figure 6. Standard deviation between actual and synthetic discharge of Cimulu river

Memperhatikan Gambar 5 dan 6 nampak bahwa nilai standar deviasi untuk debit aliran sungai sebenarnya dan sintetik dari masing-masing musim di dua daerah irigasi mendekati kesamaan. Hampir di semua musim dan di dua daerah irigasi menunjukkan bahwa nilai standar deviasi untuk aliran sintetik lebih besar jika dibandingkan dengan aliran sebenarnya.

Fenomena yang terjadi pada nilai standar deviasi mempunyai kemiripan yang sama dengan yang terjadi pada nilai rata-rata debit aliran. Mengingat bahwa standar deviasi juga merupakan sifat statistik maka fenomena yang terjadi pada nilai standar deviasi sangat mendukung kesimpulan terdahulu bahwa model yang dikembangkan memenuhi prinsip dasar pendekatan analisis hidrologi stokastik.

Berbeda dengan nilai rata-rata debit aliran, maka nilai standar deviasi debit aliran merupakan parameter model yang dalam konstruksi persamaan matematik model

berpengaruh terhadap nilai komponen deterministik dan nilai komponen acak pada debit aliran sintetik. Memperhatikan persamaan matematik tersebut maka mudah dipahami bahwa nilai standar deviasi lebih dominan mempengaruhi nilai komponen acak.

Dinamika nilai standar deviasi sangat dipengaruhi oleh jumlah data kejadian hidrologi yang mampu dikumpulkan. Untuk analisis aliran musiman, maka panjang tahun pengamatan dari aliran musiman yang sebenarnya terjadi sangat mempengaruhi nilai standar deviasi. Dengan panjang pengamatan hanya 10 tahun maka nampak bahwa nilai standar deviasi cukup besar bahkan pada beberapa musim hampir mendekati nilai rata-rata, hal ini mencerminkan bahwa komponen acak pada aliran sintetik mempunyai pengaruh yang besar sehingga dapat menyebabkan terjadinya variasi nilai debit aliran sintetik yang sangat lebar dari waktu ke waktu.

Asumsi yang diambil dalam penentuan jenis sebaran tertentu dari aliran yang sebenarnya terjadi di sungai, yaitu apakah mengikuti sebaran distribusi Gamma atau sebaran Normal, diduga berpengaruh kuat terhadap dinamika nilai debit aliran sintetis dari waktu ke waktu. Ketepatan asumsi yang dibuat dalam model dengan kenyataan sebenarnya di alam mempengaruhi tingkat ketelitian hasil model bangkitan data.

KESIMPULAN

1. Prediksi debit aliran musiman dari waktu ke waktu dapat dilakukan berdasarkan model bangkitan data berdasarkan pendekatan analisis hidrologi stokastik.
2. Pendekatan dilaksanakan dengan cara memodifikasi model Markov lag-1 yaitu dengan mengganti jumlah aliran musiman menjadi 24 musim dalam satu tahun.
3. Model bangkitan data yang dikembangkan dapat memenuhi prinsip dasar analisis hidrologi stokastik karena proses yang berlangsung di dalam model tidak berubah dari waktu ke waktu yang dicerminkan oleh kesamaan nilai sifat-sifat statistik antara debit aliran sebenarnya dan aliran sintetis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Pengembangan Sistem Informasi Irigasi di kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat, yang merupakan kerjasama antara Dinas Pengelolaan Sumberdaya Air Propinsi Jawa Barat dengan Fakultas Teknologi Pertanian UGM tahun anggaran 2004. Rasa terima kasih yang tulus disampaikan kepada rekan/sejawat Dr. Ir. Sigit Supadmo Arif, M Eng dan

Ir. Wisnu Wardana, MS, serta saudara Rohmad Basuki STP, Judy Kurniawan STP, Anjar Suprpto STP dan Sukarjo STP atas kerjasama dan bantuannya dalam penelitian sejak dari pengumpulan data sampai dengan penyelesaian program komputer sehingga tulisan dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T., D.R. Maidment, L.W. Mays, 1988, **Applied Hydrology**, Mc Graw-Hill Book Co, Singapura
- Fiering, M. 1967, **Streamflow Synthesis**, Harvard University Press, Cambridge
- Fiering, M.B, B.B. Jackson, 1971, **A Streamflow Synthesis**, Water Resources Monograph I, American Geophysical Union, Washington DC, USA
- Haan, C.T., 1977, **Statistical Methods in Hydrology**, Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA
- Hoshi, K., S.J. Burges, I. Yamaoka, 1978. **Reservoir Design Capacities for Various Seasonal Operational Hydrology Models**, Japan Soc. Civ. Eng No. 273
- Linsley, R.K., M.A. Kohler, J L.H. Paulhus, 1982, **Hydrology for Engineers**, Third Edition, Mc Graw-Hill, Inc, Singapura
- Supangat, N, A. Bagiawan, 1988, **Model Simulasi Musiman**, Simposium Model Hidrologi Rekayasa dan Lingkungan Untuk Perencanaan Regional dan Perancangan, Bandung, 17-18 Maret 1988
- Tjasjono, B., 1999, **Klimatologi Umum**, Penerbit ITB Bandung, Indonesia