

KEANDALAN ANALISA METODE MOCK
(STUDI KASUS: WADUK PLTA KOTO PANJANG)

Trimaijon

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru

ABSTRAK

Metode Mock dikembangkan berdasarkan atas daur hidrologi yang memperhitungkan volume air masuk berupa hujan, volume air keluar berupa infiltrasi, perkolasi dan evapotranspirasi, volume air yang melimpas dan yang disimpan dalam tanah. Pada prinsipnya, Metode Mock digunakan untuk menganalisa besarnya debit pada suatu daerah aliran sungai untuk durasi tertentu, misalnya debit tahunan, musiman, bulanan, tengah-bulanan atau sepuluh-harian. Data yang digunakan untuk memperkirakan debit ini adalah berupa data curah hujan, data klimatologi, luas dan penggunaan lahan dari catchment area. Penelitian ini disusun setelah melalui serangkaian kegiatan penelitian tentang Pemodelan Perhitungan Ketersediaan air dengan metode Mock. Penelitian ini pada dasarnya hanya pemodelan numerik saja, sedangkan data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil di waduk PLTA Koto Panjang dengan Daerah pengaliran Sungai stasiun Pasar Kampar. Hasil dari simulasi tersebut sendiri mempunyai grafik dengan kecenderungan yang hampir sama antara debit terukur dan debit analisa, hanya besarannya yang berbeda. Hal tersebut dapat dilihat dari tingkat kesalahannya yang berkisar antara 10 sampai dengan 30%, kecuali pada tahun 1994.

Keywords: Mock, Stasiun Pasar Kampar, Ketersediaan Air

PENDAHULUAN

Dalam pengoperasian sistem tata air untuk keperluan penyediaan air

domestik, perkotaan dan industri, irigasi, dan listrik tenaga air diperlukan suatu analisa hidrologi yang membahas

tentang ketersediaan air. Ketersediaan air dalam pengertian sumber daya air pada dasarnya berasal dari air hujan, air permukaan dan air tanah. Untuk menganalisa ketersediaan air permukaan yang akan digunakan sebagai acuan adalah data rekaman debit aliran sungai. Akan tetapi, dalam analisa ini sering ditemukan data curah hujan yang cukup panjang dan data rekaman debit aliran sungai yang terbatas sehingga untuk dapat menganalisa ketersediaan air, maka data curah hujan tersebut dapat dibangkitkan dengan menggunakan metode pendekatan modelling hujan-aliran. Menurut Bappenas (2007) salah satu metode pendekatan modelling hujan-aliran yang sering digunakan di Indonesia adalah Metode Mock karena penerapannya mudah dan data yang digunakan relatif lebih sedikit. Metode Mock hanya merupakan pendekatan secara teori untuk menghitung ketersediaan air, hal ini akan dilakukan apabila pada daerah yang ditinjau tidak ada dokumentasi data debit aliran sungai.

Metode Mock dikembangkan berdasarkan atas daur hidrologi yang memperhitungkan volume air masuk berupa hujan, volume air keluar berupa

infiltrasi, perkolasi dan evapotranspirasi, volume air yang melimpas dan yang disimpan dalam tanah. Pada prinsipnya, Metode Mock digunakan untuk menganalisa besarnya debit pada suatu daerah aliran sungai untuk durasi tertentu, misalnya debit tahunan, musiman, bulanan, tengah-bulanan atau sepuluh-harian. Data yang digunakan untuk memperkirakan debit ini adalah berupa data curah hujan, data klimatologi, luas dan penggunaan lahan dari *catchment area*.

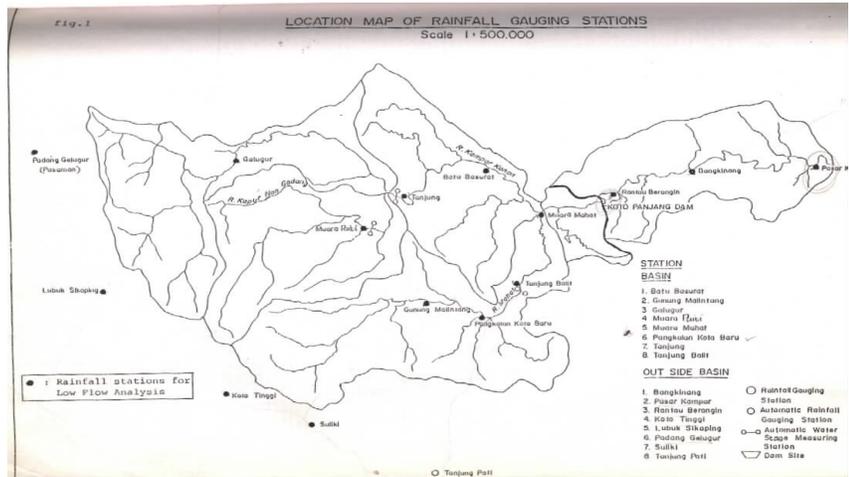
TINJAUAN PUSTAKA

Waduk PLTA Koto Panjang. Waduk PLTA Koto Panjang terletak di bagian hulu Sungai Kampar Kanan, Kabupaten Kampar, Propinsi Riau dengan luas daerah tangkapan air (*catchment area*) sebesar 3.337 Km² dan memiliki 12 stasiun hingga pada tahun 1986, diantaranya yaitu: Pangkalan Koto Baru, Batu Bersurat, Gunung Malintang, Galugur, Muara Paiti, Muara Mahat, Tanjung, Tanjung Balit, Padang Gelugur, Koto Tinggi, Lubuk Sikaping dan Suliki.

Sebagian besar daerah di sekitar waduk merupakan daerah perbukitan yang berada di sepanjang kaki Bukit

Barisan yang berbatasan dengan propinsi Sumatera Barat dengan kemiringan 0–40% atau berada pada

ketinggian antara 200–300 meter dari permukaan laut (Kampar, BPI, 2008).



Gambar 1. Peta DPS Sungai Kampar Kanan, 1986
(Sumber : PT. Yodya Karya (1988))

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dapat diartikan sebagai sebuah bentuk gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi yang lain dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Soemarto, 1999).

Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi dalam bentuk es/salju akan tertahan sementara di permukaan bumi sebelum es/salju tersebut mencair. Sedangkan presipitasi yang jatuh dalam bentuk hujan akan jatuh di permukaan

bumi dan mengalir melalui sungai ataupun saluran. Aliran ini disebut dengan aliran/limpasan permukaan. Jika tanah yang dialiri memiliki rongga tanah yang cukup, maka air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian air yang mengalir akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman.

Presipitasi. Presipitasi adalah uap yang mengkonsdensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses hidrologi. Jumlah presipitasi selalu dinyatakan

dengan dalamnya presipitasi dalam satuan mm.

Presipitasi terbagi atas curah hujan terpusat (*point rainfall*) dan curah hujan daerah (*areal rainfall*). Adapun besarnya curah hujan rata-rata pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan metode Poligon Thiessen dengan persamaan:

$$P_{rata} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \times L_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \dots\dots\dots(1)$$

dengan: n adalah jumlah stasiun pencatat curah hujan, Pi adalah curah hujan pada stasiun ke-i, dinyatakan dalam satuan mm, dan Li adalah Luas stasiun ke-i, dinyatakan dalam satuan km²

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi potensial adalah evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan. F.J. Mock menggunakan rumus empiris dari Penman Modifikasi karena rumus ini memperhitungkan data klimatologi, yaitu temperatur, radiasi matahari, kelembaban dan kecepatan angin sehingga hasilnya relatif lebih akurat.

Jika Et_o dikalikan dengan jumlah hari dalam satu bulan, maka diperoleh nilai Evapotranspirasi potensial bulanan (Et_{ob}) dalam satuan mm per bulan. F.J. Mock mengklasifikasikan menjadi tiga daerah dengan masing-masing nilai singkapan lahan (*exposed surface*) sebagai berikut: jika nilai (m) adalah 0% maka diklasifikasikan daerah hutan lebat, 10% sampai dengan 40% merupakan daerah tererosi, dan 30 sampai 50% termasuk di daerah ladang pertanian (Suyono, 89 dalam Baskoro, 2004).

Menurut Mock besarnya evapotranspirasi terbatas (dalam satuan mm per bulan) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Et = Et_{ob} - E \dots\dots\dots(10)$$

$$E = Et_{ob} \times \frac{E}{Et_{ob}} \dots\dots\dots(11)$$

$$\frac{E}{Et_{ob}} = \left(\frac{m}{20} \right) (18 - n) \dots\dots\dots(12)$$

dengan: E adalah evaporasi (mm/bulan).

Metode mock sudah pernah diteliti untuk daerah-daerah lain, salah satunya DPS Banjarn. Menurut Suroso (2006), ketelitian Model hasil kalibrasi tahun 2003 dan verikasi tahun 2004 mempunyai hasil rata-rata nilai koefisien korelasi berkisar antara 0,7 sampai dengan 0,8. Sedangkan nilai rata-rata untuk kesalahan relatifnya adalah 44%. Dari nilai tersebut didapatkan nilai prediksi untuk menentukan ketersediaan air pada tahun 2005 dengan menggunakan Metode Mock.

Water Surplus

Water surplus didefinisikan sebagai air hujan yang telah mengalami evapotranspirasi terbatas dan dinyatakan dalam satuan mm per bulan. Adapun persamaan dari *water surplus* adalah:

$$WS = P - Et.....(13)$$

dengan *P* adalah presipitasi, dinyatakan dalam satuan mm

Limpasan Total

Air hujan yang telah mengalami evapotranspirasi dan disimpan dalam tanah lembab selanjutnya melimpas di permukaan (*surface run off*) dan mengalami perkolasi.

Menurut Mock besarnya infiltrasi (dalam satuan mm per bulan) adalah:

$$i = WS \times if (14)$$

dengan *if* adalah koefisien infiltrasi

Koefisien infiltrasi ditentukan oleh kondisi permukaan tanah, struktur tanah, vegetasi, suhu tanah dan lain-lain. Infiltrasi akan terus terjadi sampai mencapai zona tampungan air tanah (*groundwater storage*, disingkat GS) sehingga *groundwater storage* akan dipengaruhi oleh:

- a. Konstanta resesi aliran bulanan (*K*) adalah proporsi dari air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang yang harganya diasumsikan < 1. Pada bulan hujan harga *K* cenderung lebih besar .
- b. *Groundwater storage* bulan sebelumnya (*GSom*) dengan nilai yang diasumsikan sebagai konstanta awal dalam satuan mm per bulan.

METODE PENELITIAN

Lokasi peneltian: Kota Pekanbaru.

Waktu Penelitian: bulan juni sampai dengan Oktober tahun 2009.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada bagian ini terdiri dari pemodelan ketersediaan air metode Mock, analisis data yang akan digunakan, dan yang terakhir adalah perhitungan yang akan memprediksi ketersediaan air. Hasil ini pun akan membahas tentang hasil dari proses hitungan numerik yang digunakan untuk mengeksekusi model yang berupa perangkat lunak

Hasil

Model yang berupa software ini dinamakan “MMock”. Model MMock ini terdiri dari 3 (tiga) bagian, yaitu: bagian *input* data, bagian proses atau *running*, dan bagian *output* data.

Validasi Program

Sebelum digunakan untuk memproses permasalahan pada penelitian ini terlebih dahulu Muskinghum diujicobakan dengan data hipotetik. Data hipotetik tersebut diselesaikan dengan metode manual dan dengan menggunakan model MMock ini, kemudian hasil dari kedua metode tersebut dibandingkan hasilnya.

Hasil dari perbandingan kedua cara tersebut didapat nilai rasio yang berkisar mendekati 0.0%. Hal tersebut disebabkan oleh rumus yang digunakan merupakan rumus empiris. Memang ada beberapa tahap menggunakan metode numeris yaitu sewaktu menghitung nilai yang menggunakan tabel untuk menentukan koefisiennya, tetapi rasio yang dihasilkan pun masih tetap kecil juga. Kalaupun masih ada selisih antara perhitungan manual dan model, hal itu disebabkan oleh kesalahan numeris seperti pemotongan dan pembulatan.

Hasil Simulasi

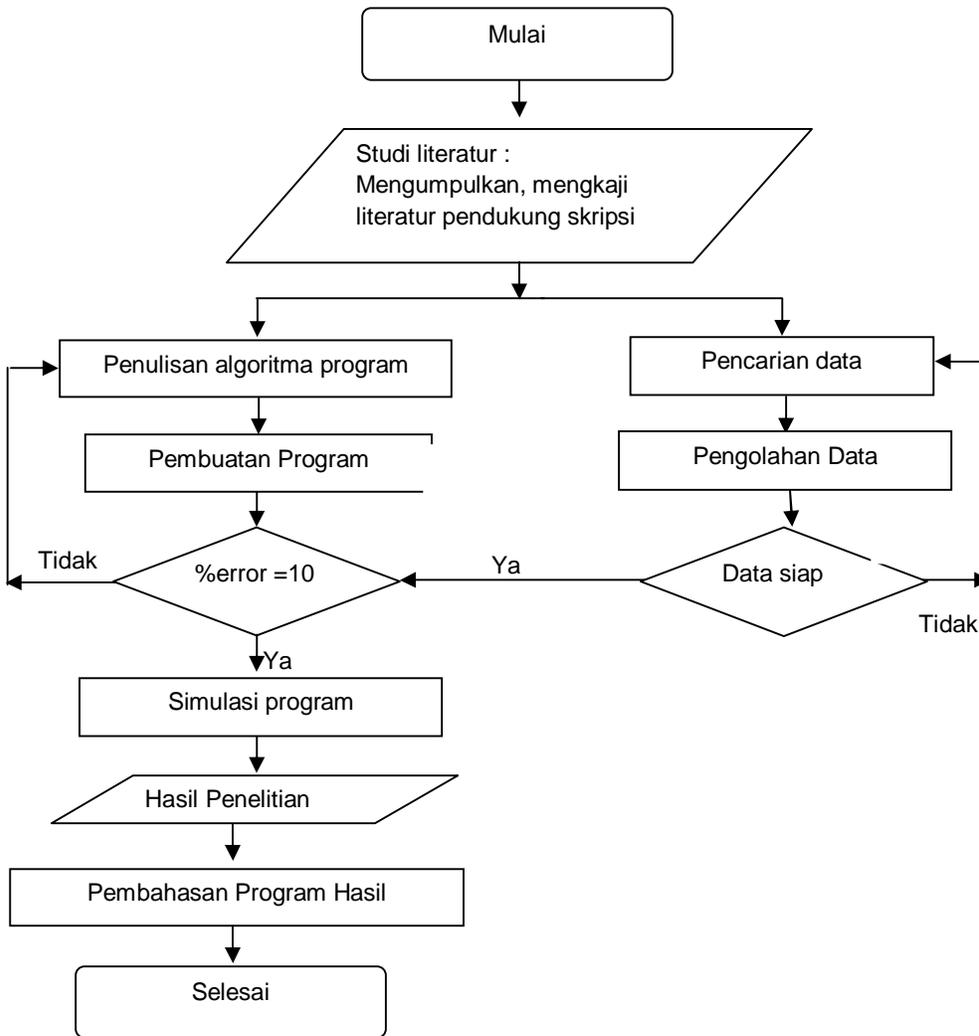
Sebelum masuk ke proses perhitungan ketersediaan air metode Mock, terlebih dahulu dihitung evapotranspirasi potensial dengan metode Penman Modifikasi. Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil nilai Evapotranspirasi rerata perbulannya berkisar antara 60-70 mm/bulan. Dengan yang maksimum terjadi pada bulan Maret sebesar 69,15 mm/bulan sedangkan nilai terendah pada bulan Juni sebesar 61,44 mm/bulan. Nilai evapotranspirasi ini sangat terpengaruh oleh variabel-variabel dari rata-rata temperatur udara, rata-rata kelembaban udara relatif, rata-

rata kecepatan angin, dan rata-rata penyinaran matahari.

Langkah berikutnya yaitu menghitung ketersediaan air dengan metode Mock, hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk melihat kebenaran hasil hitungan maka hasil simulasi tersebut

dibandingkan dengan data terukur (data debit terukur dapat dilihat pada Tabel.

3). Secara keseluruhan hasil debit analisa (Qa) nilainya lebih kecil dibandingkan dengan debit terukur (Qu).



Gambar 1. Alur Penelitian

Pembahasan

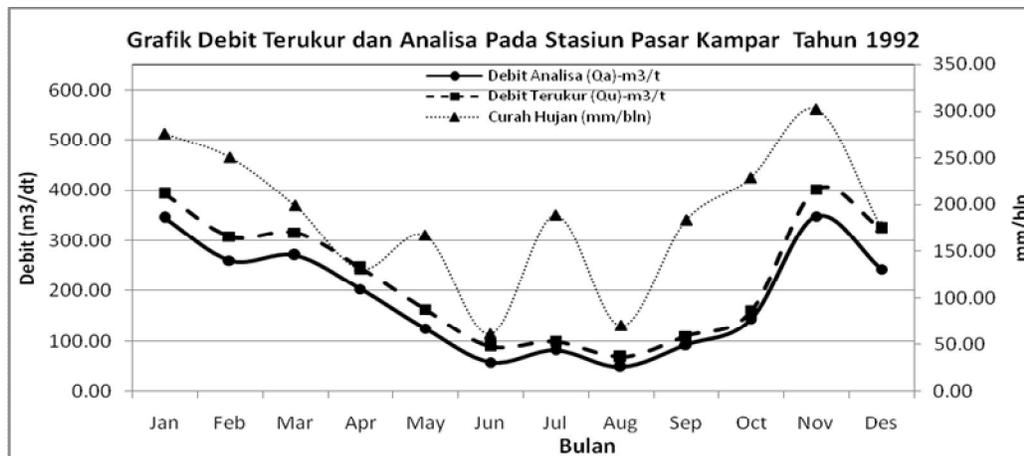
Model *MMock* ini digunakan untuk menghitung ketersediaan air pada setiap DPS. Setelah melalui uji validasi model ini dapat digunakan untuk di aplikasikan ke DPS Pasar Kampar, karena dari hasil validasi menunjukkan tingkat kesalahan rerata dari program ini mendekati 0%. Walaupun ada beberapa selisih hal tersebut disebabkan oleh adanya pembacaan grafik dan tabel yang dikonversikan ke dalam bahasa pemrograman.

Hasil dari simulasi menghitung ketersediaan air yang dilakukan untuk DPS Pasar Kampar dengan data dari tahun 1992 sampai dengan tahun 1995 didapat hasil yang berbeda-beda pada setiap tahunnya, akan tetapi trend grafik debit analisa hampir sama dengan grafik debit terukur. Gambar 3 menggambarkan bahwa debit terukur lebih besar dari grafik debit analisa. Akan tetapi jika dilihat debit terbesarnya, maka debit terukur (Q_u) dan debit analisa (Q_a) mempunyai nilai debit yang maximum yang terjadi pada bulan yang sama, yaitu pada bulan

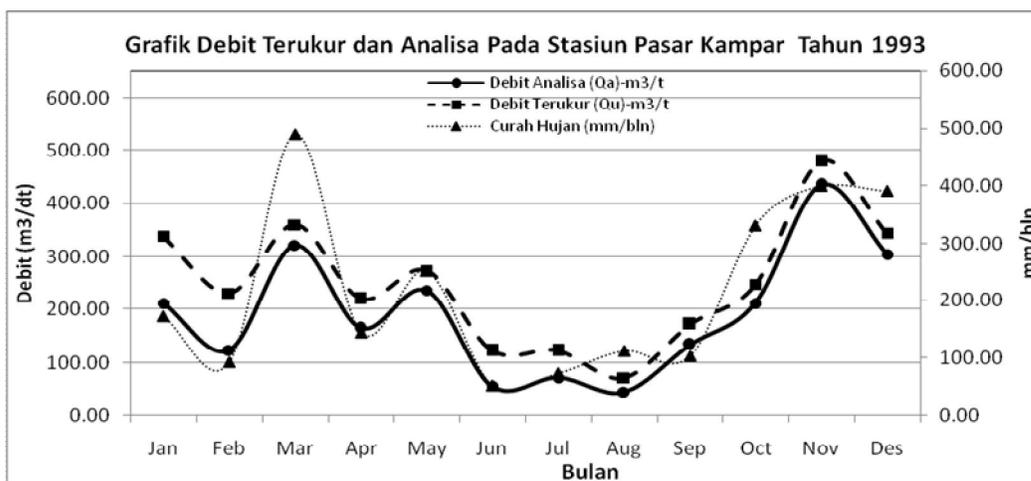
November 2009. Adapun tingkat kesalahan yang maksimal pada tahun ini terjadi pada bulan juni dengan nilai sebesar 35,19%, sedangkan Tingkat kesalahan yang minimal adalah pada oktober sebesar 9,55% dan rerata tingkat kesalahannya sebesar 18,97%.

Hasil simulasi pada tahun 1993, Q_u terbesar terjadi pada bulan Nopember juga sama seperti kasus pada Tahun 1992, sedangkan Q_a terbesar terjadi pada bulan Maret (Gambar 4). Secara umum trend grafik Q_u dan Q_a mempunyai trend yang hampir sama. Akan tetapi tingkat kesalahan reratanya Q_a terhadap Q_u sekitar 27,04%, tingkat kesalahan maksimal 54,36%, dan minimalnya adalah 9,20%.

Bulan terjadinya nilai maksimal Q_u maupun Q_a pada tahun 1994 sama dengan tahun 1992, yaitu pada bulan Nopember. Akan tetapi Q_u yang terjadi maksimal sangat ekstrim sekali jika dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Hal ini disebabkan curah hujan yang terjadi pada bulan nopember ini sangat tinggi baik jumlah hari hujannya maupun tinggi hujannya.



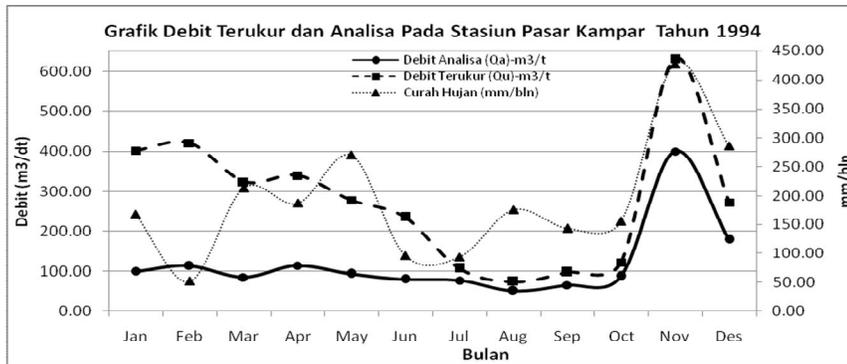
Gambar 3. Grafik Hubungan Debit Terukur dan Debit Analisa Tahun 1992 Pada Stasiun Pasar Kampar



Gambar 4. Grafik Hubungan Debit Terukur dan Debit Analisa Tahun 1993 Pada Stasiun Pasar Kampar.

Dari grafik 5 terlihat bahwa tingkat kesalahan yang terjadi terbesar pada bulan Januari sebesar 75,16%, sedangkan tingkat kesalahan minimal dan rerata pada tahun tersebut adalah sebesar 27,78% dan 50,83%. Dengan tingkat kesalahan 75,16%, termasuk

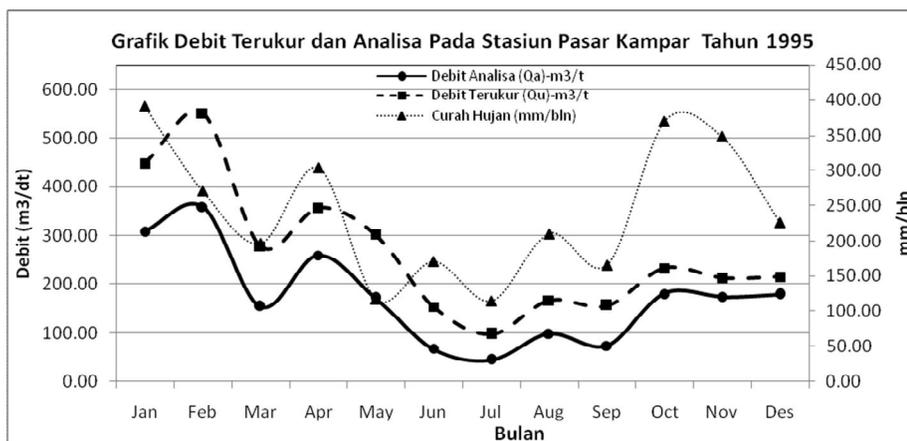
tingkat kesalahn yang tinggi sekali sehingga menimbulkan kecurigaan pada datanya baik pada data debit terukur maupun pada data curah hujannya. Data curah hujan rerata pada bulan tersebut hanya 168 mm, tetapi debit banjir terukurnya sekitar 338,24m³/det.



Gambar 5. Grafik Hubungan Debit Terukur dan Debit Analisa Tahun 1994 Pada Stasiun Pasar Kampar

Rerata tingkat kesalahan pada kasus tahun 1995 sebesar 36,88%, maksimal sebesar 56,27%, dan minimal 16,26%. Walaupun tingkat kesalahannya tinggi akan tetapi trend dari grafik untuk Qu dan Qa mendekati sama. Dimana nilai maksimal debit terjadi pada bulan februari baik untuk Qu maupun Qa. Tingkat kesalahan tertinggi terjadi bulan Juni. Bulan Oktober dan Nopember

terdapat keganjilan karena curah hujan pada bulan tersebut besar sekali tetapi banjir yang terjadi lebih kecil dibandingkan pada bulan-bulan yang lainnya. Ada kemungkinan pada bulan tersebut terjadi kesalahan dalam pencatatan data, baik data dari curah hujan maupun pada data pengukuran AWLR.



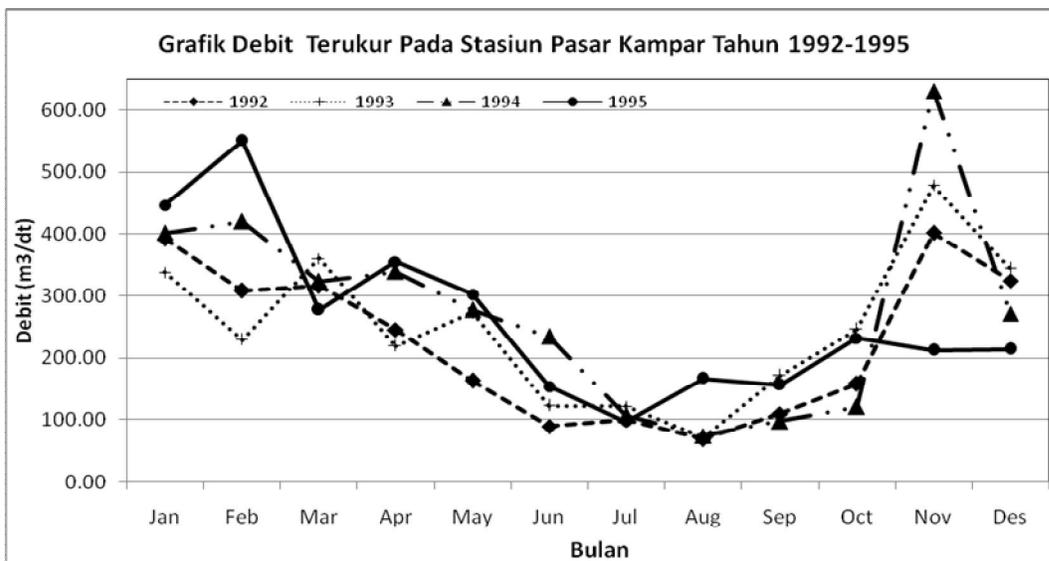
Gambar 6. Grafik Hubungan Debit Terukur dan Debit Analisa Tahun 1995 Pada Stasiun Pasar Kampar

Secara keseluruhan debit terukur mempunyai kecenderungan yang berbeda pada tiap-tiap tahunnya. Hanya yang perlu dicermati lagi adalah data pada tahun 1994 untuk bulan nopember mempunyai nilai maksimal yang tinggi sekali, sangat jauh jika dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya pada tahun yang sama.

Pada setiap tahunnya debit terbesar terjadi pada November, terkecuali pada tahun 1995, karena pada tahun tersebut debit terbesar terjadi pada bulan Februari. Hal tersebut disebabkan oleh curah hujan yang besar pada bulan-bulan tersebut, yang mana tentunya curah hujan akan berbanding lurus

dengan debit banjir yang akan terjadi. Semakin besar curah hujannya maka akan semakin besar juga debit banjirnya.

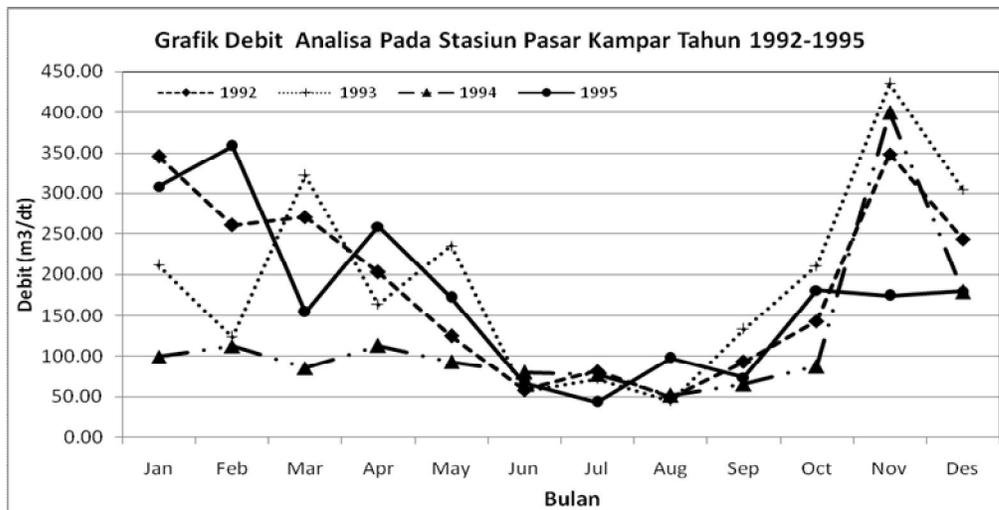
Kecenderungan debit maksimal yang terjadi pada debit analisa sama seperti debit terukur, yaitu pada bulan Nopember kecuali debit pada tahun 1994 (Gambar 7). Hal itu juga disebabkan oleh besarnya nilai curah hujan. Tinggi, frekuensi dan lamanya curah hujan sangat berpengaruh sekali terhadap perhitungan metode Mock ini. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 4.2 sampai dengan 4.5, yang menunjukkan hubungan antara nilai curah hujan dengan debit yang terjadi.



Gambar 7. Grafik Debit Terukur Tahun 1992-1995 Pada Stasiun Pasar Kampar

Prosentasi selisih antara Q_a dan Q_u terbesar pada tahun 1994 yang rata-rata mencapai 50,83%, yang mana tingkat kesalahan terbesar pada tahun tersebut adalah 75,16% dan yang terkecil nilainya adalah 65,98% (Tabel 4.22). Secara keseluruhan tingkat kesalahan rata-rata berkisar antara 10 sampai dengan 30% untuk setiap tahunnya,

sehingga masih bisa ditoleransi. Hanya saja seperti yang telah dibahas di atas tahun 1994 mempunyai nilai yang sangat ekstrim terutama pada 6 bulan pertama pada tahun tersebut. Jika dilihat hubungannya dengan grafik curah hujannya terlihat sekali kedua grafik tersebut mempunyai trend yang berbeda terutama pada bula-bulan awal.



Gambar 4.7. Grafik Debit Analisa Tahun 1992-1995 Pada Stasiun Pasar Kampar

Tabel 4. Selisih antara Debit Analisa (Q_a) terhadap Debit Terukur (Q_u)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
1992	12.01%	15.41%	14.29%	17.65%	23.32%	35.19%
1993	37.65%	46.21%	10.60%	25.34%	13.98%	54.36%
1994	75.16%	73.20%	73.65%	66.54%	66.49%	65.98%
1995	31.00%	34.89%	44.31%	27.26%	43.09%	56.27%

Tabel 5. Selisih antara Debit Analisa (Q_a) terhadap Debit Terukur (Q_u) (Lanjutan)

Tahun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	Rerata
1992	17.92%	28.69%	15.28%	9.55%	13.33%	24.96%	18.97%
1993	41.08%	37.39%	22.51%	14.66%	9.20%	11.45%	27.04%
1994	27.82%	30.21%	32.63%	27.78%	36.61%	33.94%	50.83%
1995	55.04%	41.23%	52.97%	22.20%	18.01%	16.26%	36.88%

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Model ini dinamakan Model MMock. Model ini digunakan untuk mencari ketersediaan air pada suatu DPS. Validasi model tersebut dilakukan dengan membandingkannya dengan hitungan manual. Adapun nilai rasio perbandingannya mendekati 0%.
2. Kasus yang terjadi pada lokasi PLTA waduk Koto Panjang, Secara keseluruhan tingkat kesalahan rata-rata berkisar antara 10 sampai dengan 30% untuk setiap tahunnya, sehingga masih bisa ditoleransi. Hanya saja pada tahun 1994 mempunyai nilai yang sangat ekstrim, yaitu 50,83%. Hal itu disebabkan adanya tingkat kesalahan yang tinggi sekali pada awal-awal tahun terutama pada 6 bulan pertama pada tahun tersebut.

Saran-saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan saran sebagai berikut :

1. Penelitian ini bisa dilanjutkan untuk di wilayah Riau, tetapi data yang akan dicari yaitu dengan mengambil data primer untuk data debitnya, karena selama ini masih ada beberapa DPS yang belum mempunyai rekaman data debit untuk satu DPS.
2. Tidak semua DPS akan cocok dengan menggunakan metode Mmock ini, maka perlu dicari variabel atau konstanta lain agar hasil yang didapatkan akan lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. 2007. Identifikasi masalah Pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa. Available at: <URL: <http://www.air.bappenas.go.id/modules/doc/pdf> > [Diakses tanggal: 15 Januari 2008].
- BPI Kabupaten Kampar. 2008. *Selayang Pandang*. Available at: <URL: <http://www.bpi-kampar.go.id>> [Diakses tanggal: 5 Oktober 2008].
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik Edisi 2*. Jakarta: Erlangga.

Suroso, PS. Nugroho, dan Pasrah Pamuji., 2006. *Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Banjaran Untuk Meningkatkan Efektifitas Dan Efisiensi Pengelolaan Air Irigasi*, Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik Sipil Vol 7.

Suroso, 2007. *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir DAS Banjaran*. Available at: <URL: <http://www.jurnalsipiluph.com>> [Diakses tanggal: 28 Maret 2008].