

JURNAL TEKNIK
GRADIEN



**Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Dan Konflik Keairan
Di Provinsi Bali
(I Made Sudiarsa)**

**Rangkaian Pengamatan
Pada Lanskap Kawasan Pura Luhur Uluwatu
(Ida Bagus Idedhyana)**

**Sengketa Dalam Tahap Pelaksanaan Konstruksi :
Penyebab Dan Alternatif Penyelesaiannya
(Ida Bagus Gede Indramanik)**

**Aplikasi Model Hidrograf Regresi Linier Dan Model Tangki
Dalam Transformasi Curah Hujan Limpasan
(Studi Kasus : Das Tukad Petanu)
(Putu Doddy Heka Ardana, Joko Sofiyanto)**

Daftar Isi

Jurnal Teknik GRADIEN

57
**Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Dan Konflik Keairan
Di Provinsi Bali
(I Made Sudiarsa)**

66
**Rangkaian Pengamatan
Pada Lanskap Kawasan Pura Luhur Uluwatu
(Ida Bagus Idedhyana)**

75
**Sengketa Dalam Tahap Pelaksanaan Konstruksi :
Penyebab Dan Alternatif Penyelesaiannya
(Ida Bagus Gede Indramanik)**

88
**Aplikasi Model Hidrograf Regresi Linier Dan Model Tangki
Dalam Transformasi Curah Hujan Limpasan
(Studi Kasus : Das Tukad Petanu)
(Putu Doddy Heka Ardana, Joko Sofiyanto)**

APLIKASI MODEL HIDROGRAF REGRESI LINIER DAN MODEL TANGKI DALAM TRANSFORMASI CURAH HUJAN LIMPASAN (STUDI KASUS : DAS TUKAD PETANU)

Oleh:
Putu Doddy Heka Ardana¹, Joko Sofiyanto²

ABSTRAK

Hubungan curah hujan-limpasan merupakan fenomena hidrologi yang kompleks, sehubungan dengan adanya proses yang tidak linier, bervariasi terhadap waktu dan merupakan distribusi yang spasial. Hubungan curah hujan limpasan ini sangat penting artinya dalam bidang manajemen sumber daya air. Dengan mengetahui data hujan di stasiun – stasiun penakar hujan yang berpengaruh pada DAS yang ditinjau, maka dapat dicari hubungan antar hujan yang jatuh dan limpasan aliran yang terjadi. Penelitian ini disusun untuk pengaplikasian model dalam mentransformasikan curah hujan limpasan menjadi debit aliran sungai.

Model Hidrograf Regresi Linier adalah metode yang digunakan untuk menentukan fungsi linier yang paling sesuai dengan kumpulan titik data (curah hujan dan debit) yang diketahui dengan menggunakan persamaan yang sudah ditentukan untuk memberikan hasil perbandingan simulasi dengan data aktual. Model Tangki adalah salah satu model hidrologi yang gunanya untuk menganalisis karakteristik aliran sungai dimana dalam hal ini adalah limpasan air sungai yang terjadi. Model ini menerima masukan data harian hujan, *evapotranspirasi* dan debit sungai dalam satuan mm/hari sebagai parameter *tank model*.

Data yang diperoleh dari 3 stasiun air hujan yaitu di Tampaksiring, Tegagalang dan Ubud sehingga didapat hasil rata-rata dengan metode *Polygon Thiessen* yang dikombinasi dengan data debit dan *Evapotranspirasi*. Penyusunan *Hidrograf Regresi Linier* dengan menggunakan sebaran titik-titik data dari hasil pengukuran pada bidang x-y didapat rumus persamaan dengan $y=8.2678x+0.5878$, dimana (y) debit simulasi dan (x) intensitas curah hujan dan penyusunan tangki pada DAS Tukad Petanu WS 03-01.A3.223 di daerah hilir merupakan daerah persawahan. Secara umum, daerah persawahan memiliki tanah keras dan memiliki 2 Model Tangki dalam Parameternya.

Hasil pengamatan untuk *Hidrograf Regresi Linier* dengan nilai koefisien korelasi (r) dari tahun 1994 sebesar 0.92, tahun 1995 s/d 1998 nilai (r) tidak diketahui ini disebabkan karena adanya data observasi yang tidak akurat, dengan menunjukkan data yang bisa dipakai untuk mendekati dengan data observasi adalah tahun 1994. Dan untuk Model Tangki nilai koefisien korelasi (r) tahun 1994 sebesar 0.97, tahun 1997 sebesar 0.62, dan tahun 1995, 1996, dan 1998 nilai (r) tidak diketahui ini disebabkan juga data observasi yang tidak akurat, dan hasilnya menunjukkan data yang bisa dipakai untuk mendekati dengan data observasi adalah tahun 1994 dan 1997. Dengan kata lain untuk rata-rata nilai (r) *Hidrograf Regresi Linier* sebesar 0.18 dari tahun (1994 s/d 1998) dan Model Tangki sebesar 0.32 dari tahun (1994 s/d 1998). ini menunjukkan bahwa model tangki lebih bisa diterima dalam menghasilkan data debit permodelan. Karena model Tangki memiliki data input masukan yang lebih banyak dari pada model *Hidrograf Regresi Linier*.

Kata kunci: Curah Hujan Limpasan, *Hidrograf Regresi Linier*, Model Tangki.

1. PENDAHULUAN

Hubungan curah hujan-limpasan merupakan fenomena hidrologi yang kompleks, sehubungan dengan adanya proses yang tidak linier, bervariasi terhadap waktu dan merupakan distribusi yang

spasial. Hubungan curah hujan limpasan ini sangat penting artinya dalam bidang manajemen sumber daya air (Junsawang et al., 2007). Limpasan permukaan (surface run off) merupakan air hujan yang mengalir dalam bentuk

¹ Staf Pengajar PS. Teknik Sipil UNR

² Alumni PS. Teknik Sipil UNR

lapisan tipis diatas permukaan lahan akan masuk kepatir – parit dan selokan – selokan yang kemudian bergabung menjadi anak sungai dan akhirnya menjadi aliran sungai.

Tukad Petanu adalah salah satu sungai yang mengalir sepanjang tahun di Bali. Sehingga sebagian besar pemanfaatannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat sekitarnya khususnya masyarakat Bali. Secara administratif DAS Tukad Petanu adalah Wilayah Sungai (WS) dengan kode WS 03-01.A3.223 DAS Tukad Petanu yang mencakup wilayah Kecamatan Blahbatuh, Desa Bedahulu, Kabupaten Gianyar ± 1.0 Km Dihilir Goa Gajah dengan hulunya di daerah Tampak Siring. Secara geografis DAS Tukad Petanu berada pada $08^{\circ} 31' 30''$ LS dan $115^{\circ} 17' 09''$ BT. Luas daerah pengaliran 59,30 Km² dan panjang 37 Km dan mempunyai 3 stasiun air hujan yaitu di Tampaksiring, Tegallalang dan Ubud. Debit aliran Tukad Petanu juga sangat berpengaruh di dalam pemanfaatan sungai itupun sendiri. Beberapa cara yang dapat dipakai untuk mencari debit aliran pada sungai misalnya : Hidrograf Berbasis Regresi Linier, Mock, Arima, Nreca, Sacramento dan Tangki . Adapun cara yang dipakai untuk mencari debit aliran pada DAS Tukad Petanu kode WS 03-01.A3.223 digunakan dengan Hidrograf Berbasis Regresi Linier dan Model Tangki. Metode ini sering juga diterapkan di Indonesia dalam pencarian debit aliran pada sungai.

Model Hidrograf Regresi Linier adalah metode yang digunakan untuk menentukan fungsi linier yang paling sesuai dengan kumpulan titik data (curah hujan dan debit) yang diketahui dengan menggunakan persamaan yang sudah ditentukan untuk memberikan hasil perbandingan simulasi dengan data aktual.

Model Tangki adalah salah satu model hidrologi yang gunanya untuk menganalisis karakteristik aliran sungai dimana dalam hal ini adalah limpasan air sungai yang terjadi. Model ini dapat memberikan informasi mengenai kuantitas air. Model ini menerima masukan data harian hujan, evapotranspirasi dan debit sungai dalam satuan mm/hari sebagai parameter tank model. Tank Model tersusun atas 4 reservoir vertikal atupun horisontal, dimana bagian atas mempresentasikan surface reservoir, dibawahnya intermediate reservoir, kemudian sub-base reservoir dan paling bawah base reservoir. Dalam konsep Model Tangki ini air dapat mengisi reservoir dibawahnya dan bisa terjadi sebaliknya apabila evaporasi sedemikian berpengaruh (Rudiyanto, 2003).

Model Tangki telah digunakan untuk menduga kondisi hidrologi di beberapa Sub DAS, contoh diantaranya adalah Sub-DAS Cimanuk, Sub-DAS Cipedes, Sub-DAS Cisadane, dan Sub-DAS Cipeuncang. Hasil optimasi Tank Model di Sub-DAS Cimanuk diperoleh surface flow sebesar 36,85%, intermediate flow sebesar 40,19%, sub-base flow sebesar 20,38%, dan base flow sebesar 2,58% dengan R sebesar 0,85 (Rahadian, 2010). Hasil optimasi Tank Model di Sub-DAS Cipedes diperoleh surface flow sebesar 10,04%, intermediate flow sebesar 10,25%, subbase flow sebesar 32,09%, dan base flow sebesar 47,70% dengan R sebesar 0,61 (Sulistyowati, 2010). Hasil optimasi Tank Model di Sub-DAS Cimanuk Hulu diperoleh surface flow sebesar 24,03%, intermediate flow sebesar 51,47%, subbase flow sebesar 7,59%, dan base flow sebesar 16,91% dengan R sebesar 0,8 (Nurroh, 2010). Untuk di Bali sendiri khususnya di DAS Tukad Petanu belum ada penelitian yang

membahas masalah Model Hidrograf Regresi Linier dan Model Tangki di dalam tranformasi curah hujan limpasan.

2. MATERI DAN METODE

Transformasi Curah Hujan Limpasan

Sebelum data curah hujan digunakan untuk analisis hidrologi lanjutan perlu dilakukan beberapa hal yaitu analisa ketidakadaan trend, analisis stasioner data, dan analisa ketidakadaan persistensi data. Tahap tahap penyelesaian hasil analisa untuk data hidrologi DAS Tukad Petanu WS 03-01.A3.223 dapat dilakukan hal hal sebagai berikut :

a. Uji Konsistensi Data

Sebelum data hujan ini dipakai terlebih dahulu harus melewati pengujian untuk kekonsistenan data tersebut. Metode yang digunakan adalah metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) (Buishand, 1982)

b. Penentuan Curah Hujan Wilayah

Penentuan curah hujan wilayah dilakukan dengan metoda po ligon Thiessen.

c. Penentuan Evapotranspirasi

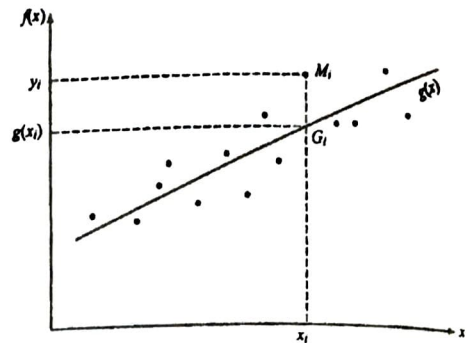
Penentuan Evapotraspirasi dengan menggunakan metode Penman Modifikasi.

d. Pembentukan Model Hidrologi untuk analisa data curah hujan limpasan.

Hidrograf Regresi Linier

Regresi Linier merupakan Persamaan matematik yang memungkinkan peramalan nilai suatu peubah takbebas (dependent variable) dari nilai peubah bebas (independent variable) ini biasa diterapkan dalam menghubungkan curah hujan dengan debit/limpasan. Untuk mengetahui hubungan antara dua buah variabel atau lebih.

Pengamatan data curah hujan dibandingkan dengan pengamatan data debit sungai dari suatu DAS yang bertujuan untuk kepentingan peramalan.



Gambar 1. Sebaran Hidrograf Regresi Linier

Bentuk paling sederhana dari regresi kuadrat terkecil adalah apabila kurva yang mewakili titik-titik data merupakan garis lurus lihat Gambar 1, sehingga persamaannya adalah :

$$g(x) = a + b x \dots\dots\dots a_0 = a \text{ dan } a_1 = b \quad (1)$$

dari persamaan di atas, didapat suatu persamaan baru yaitu :

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (2)$$

$$b = \frac{n\sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3)$$

Model Tangki

Menurut Setiawan (2003), Tank Model adalah salah satu model hidrologi untuk menganalisis karakteristik aliran sungai. Model ini dapat memberikan informasi tentang ketersediaan air dan digunakan untuk memprediksi banjir. Model ini cocok karena relatif sederhana untuk dilaksanakan, data masukan tersedia dan sesuai dengan keluaran

yang diinginkan (Harmailis et al. 2001). Model ini memerlukan kalibrasi dan biasanya dilakukan dengan menetapkan parameter yang terkandung. Model tangki standard adalah Model Tangki yang terdiri 4 tangki yang tersusun seri secara vertikal dan tidak menutup kemungkinan model tangki juga ada yang horisontal. Ada beberapa macam bentuk model tangki yang sesuai dengankondisi lahan penggunaannya misalnya area persawahan (paddy tank) hanya mempunyai 2 Tangki, area pemukiman (settlement area) 1 Tangki, area taman (Garden area) 3 tangki, area hutan (forest area) 4 tangki, area kosong (Vacant area) 3 tangki. Tank teratas menggambarkan surface storage (A), tank kedua menggambarkan intermediate storage (B), tank ketiga menggambarkan sub-base storage (C) dan tank terbawah menggambarkan base storage (D). Menurut Harmailis et al. (2001),

Metode Model Tangki (Tank Model) yang diperoleh dengan mengalihragamkan data curah hujan harian menjadi data debit harian,dengan

mencari parameter tangki berdasarkan data observasi yang tersedia dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$\frac{dH}{dt} = P(t) - ET(t) - Y(t) \quad (4)$$

dengan:

H = total storage (mm);

P = curah hujan (mm);

ET = evapotranspirasi (mm/hari);

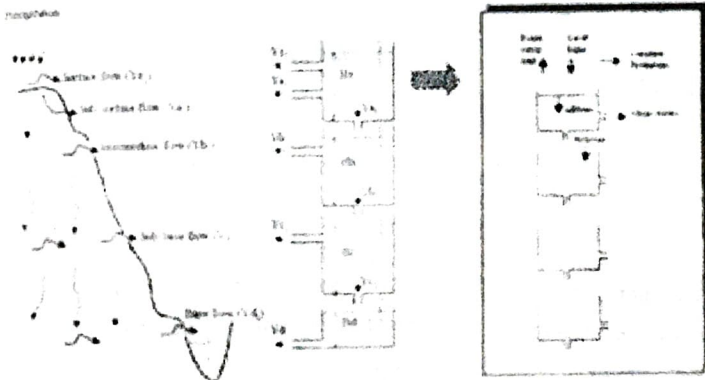
t = waktu (hari).

Pada standar Tank Model terdapat 4 tank sehingga persamaan di atas dapat ditulis ke dalam bentuk lain berupa perubahan tinggi air masingmasing tangki yaitu :

$$\frac{dH}{dt} = \frac{dH_a}{dt} + \frac{dH_b}{dt} + \frac{dH_c}{dt} + \frac{dH_d}{dt} \quad (5)$$

Total aliran dari masing-masing tangki tergantung dari parameter tangki dan total aliran dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y(t) = Y_a(t) + Y_b(t) + Y_c(t) + Y_d(t) \quad (6)$$



Gambar 1. Konsep Model Tangki

Gambar 2. Struktur Model Tangki

Lebih rinci lagi keseimbangan air dalam reservoir dapat ditulis :

$$\frac{dHa}{dt} = P(t) - ET(t) - Ya(t) \quad (7)$$

$$\frac{dHc}{dt} = Yb_0(t) - Yc(t) \quad (8)$$

$$\frac{dHd}{dt} = Yc_0(t) - Yd(t) \quad (9)$$

$$\frac{dHb}{dt} = Ya_0(t) - Yb(t) \quad (10)$$

Dimana Ya , Yb , Yc dan Yd adalah komponen aliran horizontal dari setiap reservoir dan Ya_0 , Yb_0 dan Yc_0 adalah komponen vertikal infiltrasi setiap tank (A, B, dan C).

Indikator Kinerja

Sesuai atau tidaknya model matematis dengan data dapat ditunjukkan dengan mengetahui besarnya nilai r atau disebut juga koefisien korelasi. Untuk mengetahuinya dicari dengan persamaan yang didapat dengan dihitung nilai koefisien korelasi yang berbentuk :

$$r = \sqrt{\frac{D_i^2 - D^2}{D_i^2}} \quad (11)$$

$$\text{dimana : } D_i^2 = \sum_{i=1}^n (Q_{obs} - \bar{Q})^2 \quad (12)$$

$$D^2 = \sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2 \quad (13)$$

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{sim}}{N} \quad (14)$$

Dengan

Q_{sim} = debit hasil simulasi periode ke-i

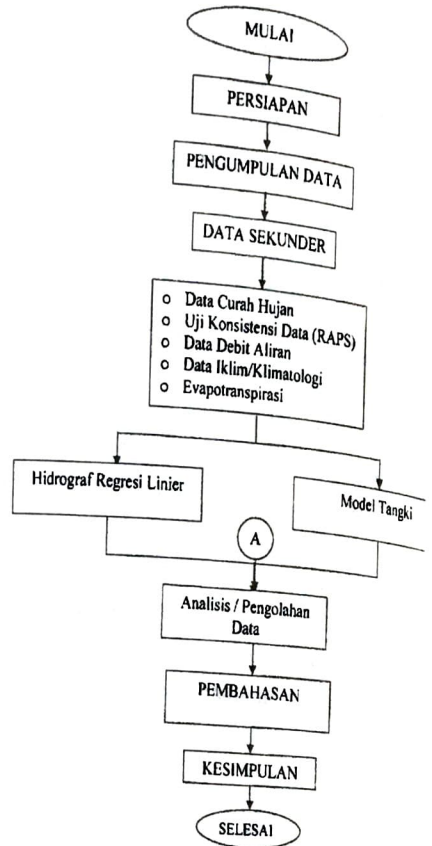
Q_{obs} = debit hasil observasi periode ke-i

N = jumlah data

\bar{Q} = debit rata-rata hasil simulasi

Nilai r bervariasi antara 0 dan 1. Untuk perkiraan yang sempurna nilai $r = 1$. Apabila $r = 0$ perkiraan suatu fungsi sangat jelek.

Langkah Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Curah Hujan

Dalam perencanaan ini, data hujan dari Stasiun Tegalalang, Stasiun Tampaksiring dan Stasiun Ubud selama 10 tahun, mulai tahun 1994 sampai tahun 2003. Curah hujan rerata disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Daerah DAS Tukad Petanu (1994-2003)
(Polygon Thiessen)

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1994	452.33	431.83	305.50	259.17	118.67	97.50	71.17	13.50	4.83	33.83	58.17	229.83
1995	279.50	467.17	281.33	88.83	93.17	140.67	151.17	35.00	16.00	116.67	340.33	318.00
1996	343.17	313.33	296.67	37.67	98.00	34.33	42.00	220.33	14.00	761.00	330.33	180.67
1997	407.83	347.67	85.00	95.50	40.33	30.33	47.00	54.67	2.67	166.17	218.00	150.83
1998	298.33	255.33	226.67	163.00	163.67	32.67	179.33	163.33	464.67	406.33	245.33	395.33
1999	414.50	410.00	349.25	402.50	34.25	196.75	86.00	49.00	28.00	563.50	178.00	465.00
2000	590.20	623.10	325.60	237.43	213.73	296.40	197.00	164.70	210.70	404.80	817.13	396.33
2001	612.40	490.90	275.97	208.43	49.83	291.43	17.10	2.27	53.83	219.43	251.93	213.67
2002	439.93	355.87	235.93	159.20	66.17	31.67	54.27	28.07	116.80	74.87	267.03	408.27
2003	853.60	152.53	191.10	214.37	135.50	39.83	118.60	17.23	184.47	213.70	208.70	141.60
Rerata	469.18	384.77	257.30	186.61	101.33	119.16	96.36	74.81	109.60	296.03	291.50	289.95

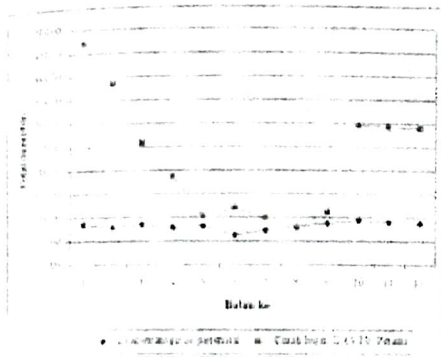
Sumber: Hasil Analisis

Uji Konsistensi Data

Pengujian konsistensi dengan menggunakan data dari stasiun Tegagalang, Tampak Siring, dan Ubud didapat nilai $Q/\bar{O}n$ dan $R/\bar{O}n$ lebih kecil dari $Q/\bar{O}n$ syarat dan $R/\bar{O}n$ syarat maka data masih dalam batasan konsisten.

Evapotranspirasi

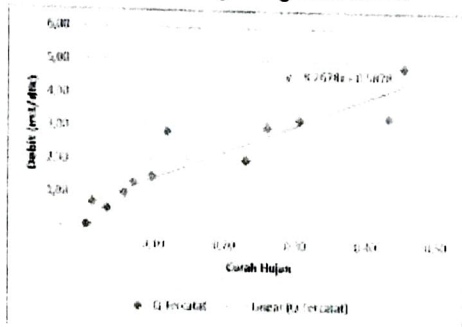
Proses perhitungan evapotranspirasi dengan metode penman dapat dilihat pada gambar 4. dibawah ini.



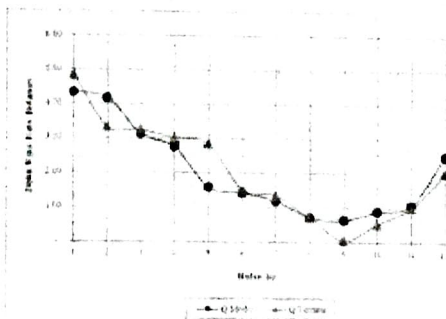
Gambar 4. Curah Hujan Daerah dan Evapotranspirasi

Hidrograf Regresi Linier

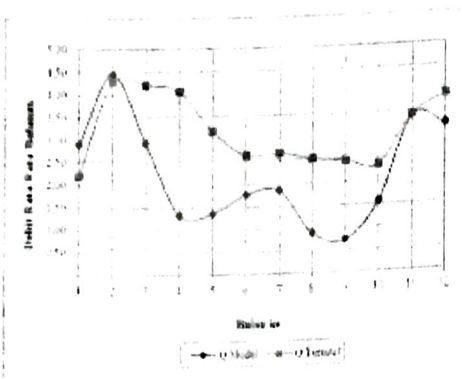
Penyebaran titik antara hubungan Debit (Q) dan Hujan (P) mendapatkan persamaan $y=8.2678x+0.5878$ seperti Gambar 5. diatas, karena menggunakan model regresi linier maka untuk tahun berikutnya persamaan diatas dapat digunakan untuk menghitung debit aliran.



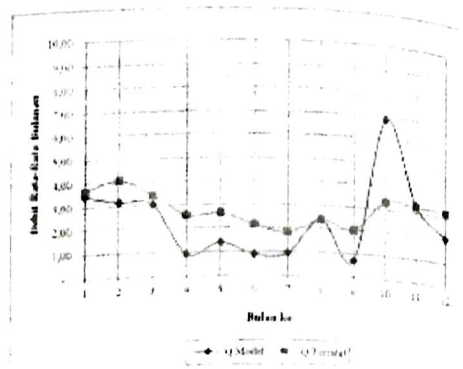
Gambar 5. Hubungan Debit (Q) dan Hujan (P)



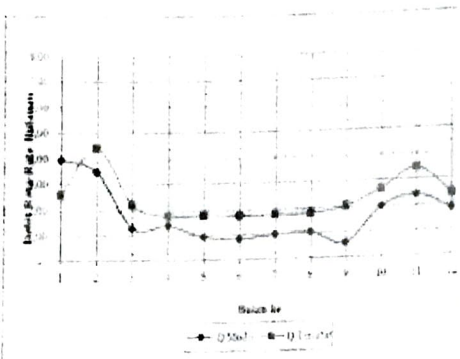
Gambar 6. Debit Limpasan Tahun 1994



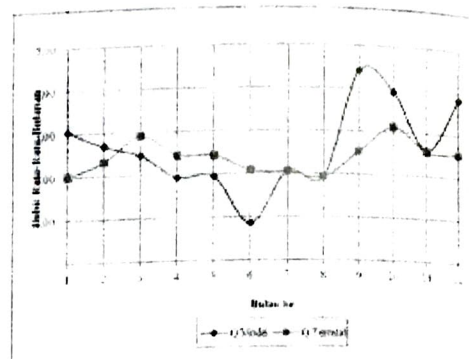
Gambar 7. Debit Limpasan Tahun 1995



Gambar 8. Debit Limpasan Tahun 1996



Gambar 9. Debit Limpasan Tahun 1997



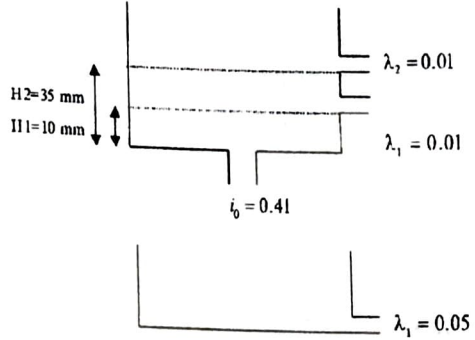
Gambar 10. Debit Limpasan Tahun 1998

Tabel 2. Perbandingan antara Q Tercatat dan Q Model Tahun 1994 s/d 1998

No.	Tahun	Debit (Q)	Bulan												Koefisien Korelasi (r)
			Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	1994	Q Tercatat	4.83	3.31	3.23	2.99	2.84	1.49	1.32	0.70	0.62	0.52	0.98	1.99	0.92
		Q Model	4.33	4.16	3.11	2.73	1.57	1.39	1.18	0.70	0.63	0.87	1.07	2.49	
2	1995	Q Tercatat	2.20	4.28	4.22	4.06	3.18	2.63	2.67	2.53	2.47	2.37	3.44	3.88	N/A
		Q Model	2.90	4.45	2.91	1.32	1.36	1.75	1.84	0.88	0.72	1.55	3.40	3.22	
3	1996	Q Tercatat	3.66	4.10	3.44	2.56	2.64	2.17	1.84	2.42	2.03	3.33	3.25	3.18	N/A
		Q Model	3.43	3.18	3.04	0.90	1.40	0.87	0.94	2.41	0.70	6.88	3.32	2.08	
4	1997	Q Tercatat	2.61	4.42	2.20	1.73	1.77	1.73	1.76	1.77	2.03	2.66	3.44	2.41	N/A
		Q Model	3.96	3.46	1.29	1.38	0.92	0.84	0.98	1.04	0.61	1.96	2.39	1.83	
5	1998	Q Tercatat	2.01	2.33	2.93	2.45	2.44	2.09	2.06	1.94	2.54	3.14	2.58	2.57	N/A
		Q Model	3.05	2.70	2.46	1.94	1.94	0.86	2.07	1.94	4.43	3.95	2.62	3.86	
													Average	0.18	

Untuk nilai koefisien korelasi (r) dari tahun 1994 sebesar 0.92, tahun 1995 s/d 1998 nilai (r) tidak diketahui ini disebabkan karena data observasi yang tidak akurat, menunjukkan data yang bisa dipakai untuk mendekati dengan data observasi adalah tahun 1994. Dengan rata rata nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0.18.

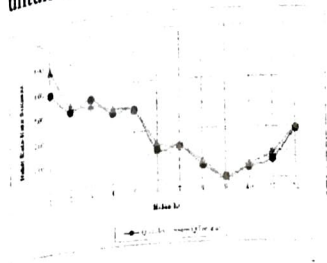
waktu hujan mulai dengan koefisien lubang tangki dikoreksi. Berikut adalah susunan Model Tangki dan hasil perhitungan untuk tahun 1994 s/d 1998.



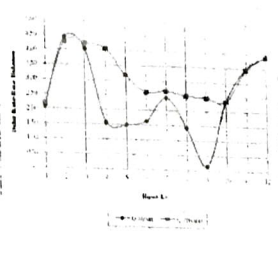
Gambar 12. Susunan Tangki dan Kofesien lubang.

Model Tangki

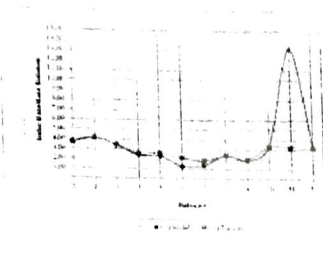
Hasil perhitungan besarnya debit limpasan setiap bulan dari model ini dapat ditentukan oleh kapan pengaruh waktu hujan itu terjadi, karena tidak diketahui waktu hari kejadiannya apakah diawal bulan, pertengahan bulan atau akhir bulan, untuk itu analisa dilakukan dengan mengatur



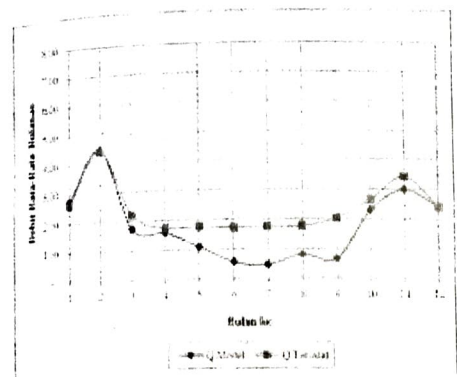
Gambar 11. Debit Limpasan Tahun 1994



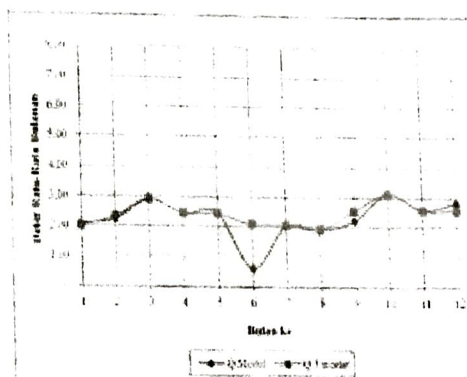
Gambar 12. Debit Limpasan Tahun 1995



Gambar 13. Debit Limpasan Tahun 1996



Gambar 14. Debit Limpasan Tahun 1997



Gambar 15. Debit Limpasan Tahun 1998

Untuk nilai koefisien korelasi (r) dari tahun 1994 sebesar 0.97, tahun 1997 sebesar 0.62, dan tahun 1995, 1996, dan 1998 nilai (r) tidak diketahui ini disebabkan karena data observasi yang tidak akurat sesuai dengan data yang ada, hal ini menunjukkan bahwa data yang bisa dipakai untuk mendekati dengan data observasi adalah hanya tahun 1994 dan 1997. Dengan rata rata nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0.32.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai aplikasi model hidrograf regresi linier dan model tangki dalam transformasi curah hujan limpasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hidrograf Regresi Linier :
 - Untuk nilai Q model dan Q tercatat dipengaruhi oleh nilai data-data dari intensitas curah hujan dan debit sungai sehingga didapat keakuratan dalam perbandingan.
 - Untuk nilai koefisien korelasi (r) dari tahun 1994 sebesar 0.92, tahun 1995 s/d 1998 nilai (r) tidak diketahui ini disebabkan karena data observasi yang tidak akurat, menunjukkan data yang bisa dipakai untuk mendekati dengan data observasi adalah tahun 1994.
2. Model Tangki :
 - Untuk nilai Q model dan Q tercatat dipengaruhi oleh nilai data-data dari Intensitas Curah Hujan, Evapotranspirasi, Infiltrasi, Luas DAS,
3. Untuk nilai koefisien korelasi (r) dari tahun 1994 sebesar 0.97, tahun 1997 sebesar 0.62, dan tahun 1995, 1996, dan 1998 nilai (r) tidak diketahui yang disebabkan data observasi yang tidak akurat, ini menunjukkan data yang bisa dipakai untuk mendekati dengan data observasi adalah tahun 1994 dan 1997
4. Rata-rata nilai koefisien korelasi (r) untuk Hidrograf Regresi Linier sebesar 0.18 dari tahun (1994 s/d 1998) dan Model Tangki sebesar 0.32 dari tahun (1994 s/d 1998) ini menunjukkan bahwa model tangki lebih bisa diterima dalam menghasilkan data debit permodelan.
5. Karena simulasi model tangki menggunakan system coba-coba, maka semakin banyak pengalaman dalam mempergunakan metode ini akan sangat membantu untuk memperoleh parameter-parameter yang sesuai dengan kondisi fisik DAS.
6. Kalibrasi model tangki dilakukan terhadap parameter-parameter seperti Infiltrasi, Presipitasi, Evapotranspirasi, serta simpanan maksimum air tanah (D_{max}), dan dilakukan dengan cara coba ulang (*trial and error*) hingga hasil keluaran berupa debit model nilainya mendekati dengan data debit aktual.
7. Aplikasi model tangki untuk mendeteksi adanya kesalahan dalam pengukuran debit aktual yang ditandai dengan penampakan

Perkolasi dan Debit Sungai, sehingga ada banyak data yang dipakai dalam model ini untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dibandingkan Hidrograf Regresi Linier.

grafik hubungan antara curah hujan, data debit model dan data debit aktual sehingga dapat dilakukan koreksi untuk mendapatkan data debit aktual yang sebenarnya.

Saran

1. Hasil Hidrograf Regresi Linier dan Metode Model Tangki akan lebih baik jika data masukan (*input*) lengkap, dengan kata lain tidak data yang hilang ataupun dimanipulasi.
2. Model tangki yang digunakan untuk simulasi penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan model simulasi yang lebih sempurna dan model ini masih perlu diuji pada DAS yang lain yang karakteristiknya berbeda dengan lokasi penelitian dan mempunyai sumber data yang lengkap dan terus menerus.
3. Model Tangki bisa digunakan dalam pencarian debit curah hujan limpasan pada DAS hanya dengan menggunakan data curah hujan, evapotranspirasi, iklim, infiltrasi dan parameter-parameter dalam tangki.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim 1, 1999, *Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Tentang Pedoman Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai*.

Asdak, C., 2004, *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Azmeri, Hairul Basri, dan Netty Herissandy. *Analisis Pengaruh Perubahan Lahan Terhadap Ketersediaan Air Das Krueng Meureudu*

Basri, Hairul. 2013. *Development of Rainfall-runoff Model Using Tank Model: Problems and Challenges in Province of Aceh, Indonesia*. Aceh. Aceh International Journal of Science and Technology.

C.D.Soemarto, 1987, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional. Surabaya.

Emilda, A., 2010, *Identifikasi Karakteristik DAS Cisadane Hulu*, Tesis Program Pasca Sarjana IPB, Bogor

Harmailis, M. Azron Dhalhar, dan M. Yanuar J. Purwanto. 2001. *Modifikasi Model Tangki Untuk Mempelajari Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap*

Junsawang, P., J. Asavanant, C. Lursinsap. 2007. "Artificial Neural Network Model for Rainfall-Runoff Relationship", ASIMMOD, Chiang Mai, Thailand.

Linsley, R.K., M.A Kohler and J.J.H Paulus. 1982. *Hydrology for Engineers*. McGraw Hill Inc. New York.

Rahman. 2011. *Penerapan Model Tangki Dengan Tiga Tangki Susunan Paralel*

- Untuk Transformasi Data Hujan Menjadi Data Debit (Studi Kasus Pada Inflow Waduk Selorejo Dan Waduk Lahor). Media Teknik Sipil.*
- Ratna Oktaviani, Dwi. 2001. *Simulasi Model Tangki Untuk Debit Aliran Rendah Dan Debit Banjir*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Rifaie Ulya, Adnan. 2011. *Aplikasi Model Tangki Dan Metode Musle Dalam Analisis Neraca Air Dan Erosi Di Sub-Das Cikundul Kabupaten Cianjur*. Bogor: Institut pertanian Bogor.
- Setiawan, B. I. (2003). *Optimization of tank model's parameters. Bulletin Keteknikan Pertanian*, 17(1): 8-16.
- Schwab, G.O., R. K. Frevert and T. Barnes. 1966. *Soil and Water Conservation Engineering*. Third Edition. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Sila Dharma, IGA Adnyana Putera, dan Pt Doddy Heka Ardana. 2011. *Artificial Neural Networks Untuk Pemodelan Curah Hujan-Limpasan Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Di Pulau Bali*. Jurnal Bumi Lestari
- Sri Harto,. 1993. *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sugawara, M. Tank Model. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, Vol. 29, No. 1, p. 73-97.
- Sugawara, M. (1961). *Automatic callibration of tank model. Hydrological Sciences- Bulletin-des Sciences Hydrologiques*, 24(3): 375-388.
- Sugawara, M., Watanabe, et al., *Tank Model With Snow Component, Research Notes Of National Research Center For Disaster Prevention, Science and Technology Agency, Japan*, 1984.
- Sutoyo, J. Purwanto, M. Yanuar. 1999. *Pendugaan Debit Sungai Berdasarkan Hujan Dengan Menggunakan Model Tangki Di Das Cidanau, Serang*. Serang: Buletin Keteknikan Pertanian.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Sleman: Penerbit Beta Offset Yogyakarta.
- Ward, A.D., and Elliot, W.I. (1995). *Environmental hydrology*. Lewis Publishers, CRC Press Inc., New York.