

KESESUAIAN MODEL INFILTRASI PHILIPS UNTUK PREDIKSI LIMPASAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE BILANGAN KURVA

Suitability Philips Infiltration Model for Surface Runoff Prediction
Using Curve Number Method

Sri Ritawati¹, Muhjidin Mawardi², Sunarto Goenadi²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jln. Raya Jakarta Km 4 Pakupatan, Serang, Banten

²Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl.Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta
55281

Email : s.ritawati@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian model infiltrasi Philips untuk prediksi limpasan permukaan menggunakan metode bilangan kurva. Data laju infiltrasi diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan pada berbagai macam penggunaan lahan di Sub DAS Progo Hulu menggunakan metode *double ring infiltrometer*. Dilakukan pula pengambilan contoh tanah untuk penentuan sifat fisiknya di masing-masing lokasi pengukuran infiltrasi. Sedangkan data luas penggunaan lahan, hujan, debit sungai digunakan data yang tersedia di Balai PSDA Progo Bogowonto Luk ulo dan BP DAS Serayu Opak Progo.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model infiltrasi Philips cukup sesuai digunakan untuk prediksi limpasan permukaan menggunakan metode bilangan kurva. Kesesuaian ini dilihat dari nilai koefisien deterministik, koefisien korelasi, imbang massa, dan distribusi t yang signifikan.

Kata kunci: Model infiltrasi, limpasan permukaan, DAS, bilangan kurva

ABSTRACT

The objective of this study was to determine suitability and applicability of the Philips infiltration model for predicting surface runoff using the Curve Number method. The data of infiltration rate obtained from direct measurements in the field on a variety of land use in the upper Progo sub watershed using double ring infiltrometer method. Soil samples also taken for determination of physical properties at each location of infiltration measurement. Data of landuse, rainfall, and river discharge were collected from the available data at Balai PSDA Progo Bogowonto Luk ulo and BP DAS Serayu Opak Progo.

Test results showed that Philips infiltration model was suitable for predicting surface runoff using curve number method. The suitability was examined by significancy of deterministic coefficient, correlation coefficient, the mass balance, and the distribution of t .

Keywords: Infiltration model, surface runoff, Watershed, curve number

PENDAHULUAN

Infiltrasi adalah suatu proses masuknya air, baik air hujan maupun air irigasi, dari permukaan tanah ke dalam tanah. Aliran air ini bisa ke arah vertikal ke bawah maupun ke arah samping (horizontal). Infiltrasi merupakan proses yang sangat penting dalam daur air di suatu wilayah. Proses ini berkaitan erat dengan laju pemberian air irigasi, agar air irigasi dapat diberikan secara efektif dan efisien. Di samping itu, infiltrasi berhubungan pula dengan aliran permukaan dan erosi. Usaha konservasi air dan tanah di DAS bisa diarahkan dengan memperbesar infiltrasi tanah yang dapat memperkecil limpasan permukaan, dan pada akhirnya akan memperkecil erosi dan sedimentasi DAS (Asdak, 2007).

Pengukuran infiltrasi di lapang selain membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang tidak sedikit, juga terkadang terlalu memberatkan sehingga sering terabaikan. Untuk itu diperlukan transformasi data empiris di lapangan menjadi suatu pendekatan model yang tepat dengan kondisi di suatu daerah sebagai dasar estimasi dalam menentukan besarnya infiltrasi tanah (Hidayah dkk., 2000).

Penentuan model infiltrasi yang sesuai untuk suatu daerah perlu diketahui, sebelum analisis lainnya dilakukan. Dua pendekatan pemodelan infiltrasi yang paling banyak digunakan hingga saat ini ialah model empiris dan model analitik. Model analitik lebih sukar dalam penyelesaiannya, sehingga banyak orang yang lebih memilih model empiris. Model empiris ini terdapat dua pendekatan yang berbeda, yaitu pendekatan fungsi waktu (*time dependent model*) dan fungsi kelembaban tanah (Dhalhar, 1972).

Di antara model infiltrasi yang termasuk *time dependent model* ialah model Horton, model Kostiakov, dan model Philip. Sebelum model-model tersebut dapat digunakan untuk menduga limpasan permukaan, ataupun untuk tujuan lainnya, maka parameter model harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan kondisi lapangan. Untuk tujuan tersebut, perlu dilakukan pengukuran infiltrasi pada berbagai jenis penggunaan lahan dan jenis tanah yang ada di daerah penelitian.

Laju infiltrasi merupakan fluk aliran, atau disebut juga kecepatan infiltrasi. Pada saat intensitas hujan atau irigasi melebihi laju infiltrasi, laju infiltrasinya mencapai maksimum, yang biasa disebut kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi (infiltrabilitas) menyatakan fluk dimana profil tanah menyerap air melalui permukaan butir tanah dan menjaga agar hubungan tersebut tetap berada dalam kondisi tekanan atmosfernya. Sepanjang laju pemberian air irigasi masih lebih kecil dari infiltrabilitas tanah, air akan berinfiltrasi dengan laju yang sama dengan laju pemberian airnya. Pada kondisi ini laju infiltrasinya ditentukan oleh flux. Akan tetapi pada

saat laju pemberian air telah melebihi harga infiltrabilitas tanahnya, maka proses infiltrasinya mulai ditentukan oleh profil tanah yang bersangkutan (Hillel, 1980).

Infiltrabilitas tanah dan variasinya terhadap waktu banyak dipengaruhi oleh kadar lengas awal tanah, tekstur dan struktur profil tanah, keterhantaran hidraulik, keseragaman profil serta keadaan permukaan tanah. Pada umumnya infiltrabilitas akan tinggi pada awal proses dan kemudian berangsur-angsur menurun sampai kemudian menjadi konstan. Infiltrasi pada laju yang konstan ini disebut sebagai kapasitas infiltrasi akhir, yang oleh Hillel (1980) disebut sebagai infiltrabilitas steady.

Mempertimbangkan berbagai hal tersebut di atas maka kajian kesesuaian model infiltrasi yang bisa digunakan untuk pendugaan limpasan permukaan dengan metode bilangan kurva perlu dilakukan di suatu kawasan DAS, dengan menggunakan suatu model hidrologi infiltrasi. Kemudian setelah model yang dipilih dinyatakan mempunyai validitas tinggi, selanjutnya bisa diterapkan pada daerah aliran sungai yang tidak mempunyai data pengukuran limpasan permukaan.

Penelitian dilaksanakan di Sub DAS Progo hulu, Temanggung, Jawa Tengah, yang pola penggunaan lahan, jenis tanah, dan topografinya beragam, sehingga limpasan permukaan (*surface runoff*) diduga akan beragam pula. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian model infiltrasi Philips untuk pendugaan limpasan permukaan di Sub DAS Progo Hulu menggunakan metode bilangan kurva.

METODE PENELITIAN

Obyek dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di sub DAS Progo hulu (37815 ha) yang terletak di daerah Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah. Outletnya dimana terdapat SPAS (Stasiun Pengukur Air Sungai) terletak di daerah Bendung Badran, Kecamatan Kranggan, Kabupaten Temanggung. Penelitian lapangan berupa pengukuran laju infiltrasi dan pengambilan sampel tanah dilakukan selama musim penghujan (Februari 2010). Sedangkan analisis sifat fisik tanah dilakukan di Lab.Tanah BPPTP Yogyakarta (Maret 2010).

Alat yang dipakai

Jenis alat yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi: *double Ring Infiltrometer*, penggaris / mistar, *stop watch*, *ring silinder soil sampler*, *soil sampler*, timbangan analitis, oven pengering, picnometer, *constant head permeameter*, gelas ukur, GPS (*Global Positioning System*), alat pencatat tinggi muka air otomatis (AWLR) dan alat penakar hujan otomatis

(ARR) yang telah terpasang di stasiun pengamat air sungai (SPAS) Badran, serta peralatan pendukung : buku catatan, alat tulis, palu, payung, ember, gayung, pisau belati, kantong plastik, karet gelang, dan kertas label.

Tahap penelitian

Penelitian yang dilaksanakan terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan: studi pustaka, pembacaan dan analisis peta tematik, penentuan titik lokasi pengukuran laju infiltrasi dan pengambilan sampel tanah berdasarkan perbedaan bentuk penggunaan lahan dan tekstur tanah.
2. Tahap pelaksanaan atau pekerjaan lapangan:

a. Pengumpulan data primer, berupa:

a.1. Pengukuran infiltrasi

Pengukuran infiltrasi dilakukan dengan menggunakan "Double ring Infiltrometer". Alat ini dimasukkan ke dalam tanah hingga mencapai kedalaman kira-kira 10 cm dan kedua ring dalam posisi datar. Pada sisi ring kecil dipasang penggaris yang berfungsi untuk pembacaan penurunan air. Kemudian ke dalam kedua silinder ini dimasukkan air yang bersih secara bersamaan dengan ketinggian antara 10 – 15 cm. Selama selang waktu yang telah ditetapkan, diamati dan dicatat tingginya penurunan muka air. Pengamatan ini dilanjutkan hingga mencapai keadaan yang konstan menurut perhitungan di lapangan. Setiap pengukuran infiltrasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Kemudian pengukuran dilanjutkan pada lokasi-lokasi lainnya yang berbeda bentuk penggunaan lahannya (Purnama, 2004).

a.2. Pengambilan sampel tanah dan analisa sampel tanah di laboratorium.

Pada setiap lokasi pengukuran infiltrasi dilakukan pengambilan sampel tanah dengan menggunakan *ring silinder soil sampler (undisturb)* untuk pengukuran BV, porositas, konduktivitas hidrolik tanah, dan kadar lengas tanah, serta dengan *soil sampler (disturb)* untuk pengukuran tekstur, struktur, dan BJ. Sampel tanah diambil pada kedalaman 10 cm, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik tebal dan diberi label, untuk selanjutnya dianalisis sifat fisiknya di laboratorium : tekstur tanah dengan metode pipet, BV tanah menggunakan metode silinder, BJ dengan picnometer, porositas total menggunakan sand box pada pF = 0, konduktivitas hidrolik jenuh ditetapkan secara constant head, serta kadar lengasnya secara gravimetrik.

a.3. Pengukuran dan pengamatan banjir dengan merekam perubahan aliran pada AWLR, serta pengukuran / pencatatan hujan secara otomatis

oleh ARR, yang dipasang di SPAS Badran, Kranggan, Temanggung.

- b. Pengumpulan data sekunder, diperoleh dari pustaka mengenai daerah penelitian, instansi terkait, dan data-data berupa peta.
3. Tahap pengolahan dan analisis data:
 - a. Analisis model infiltrasi Philips
- Sebelum model Infiltrasi Philips dapat digunakan untuk menghitung laju infiltrasi, maka model tersebut harus dianalisis kesesuaiannya (fitting) terlebih dahulu, sebagai berikut:

Bentuk persamaan Philips (Chow *et al.*, 1988):

$$f_t = \frac{1}{2} \cdot S \cdot t^{-1/2} + K \dots\dots\dots(1)$$

Integral dari persamaan (1) adalah: $F = \int (\frac{1}{2} \cdot S \cdot t^{-1/2} + K) dt$
atau: $F = S \cdot t^{1/2} + K \cdot t \dots\dots\dots(2)$

Dimana : F = infiltrasi kumulatif (cm)
t = waktu (menit)
f_t = laju infiltrasi (cm/menit)
S, K = Konstanta

Menghitung nilai S dan K:

Dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, persamaan (1) menjadi:

$$f_t = \frac{S}{2\sqrt{t}} + K \dots\dots\dots(3)$$

Kemudian dimisalkan:

$$f_t = y \quad S = b$$

$$x = \frac{1}{2\sqrt{t}} \quad K = a$$

Maka persamaan (3) menjadi : $y = b \cdot x + a \dots\dots\dots(4)$

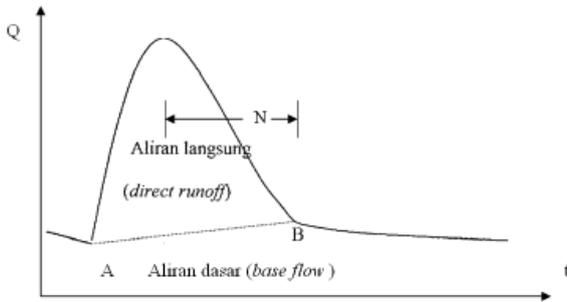
Untuk mendapatkan nilai a dan b digunakan persamaan koefisien regresi linier. Kemudian nilai a dan b tersebut disubstitusikan ke dalam persamaan (1) untuk menghitung laju infiltrasi (f_t) pada berbagai kombinasi waktu. Nilai laju infiltrasi konstan dari model infiltrasi Philips bisa diestimasi dari hasil penggambaran (plotting) hubungan antara laju infiltrasi dan waktu (sebagai absis), kemudian dengan pendekatan limit diperoleh:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{df}{dt} = 0 \dots\dots\dots(5)$$

b. Penentuan limpasan permukaan

b.1. Penentuan limpasan permukaan observasi dengan pemisahan hidrograf metode garis lurus (*Straight Line Method*):

Limpasan permukaan observasi / terukur dalam penelitian ini merupakan limpasan permukaan langsung (*direct runoff*), yang diperoleh dari pemisahan hidrograf total aliran sungai dari aliran dasarnya (*base flow*), yang dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Pemisahan hidrograf metode garis lurus (*straight line method*)

Caranya dengan memilih pias hidrograf tinggi muka air (AWLR) tunggal yang berpasangan dengan pias kejadian hujan tunggal dari penakar hujan otomatis (ARR), kemudian pias hidrograf tunggal tersebut dipisahkan dari aliran dasarnya, dengan cara membuat garis AB yang dimulai dari saat tinggi muka air mulai naik sebagai titik A dan diperpanjang sampai titik B. Biasanya hal ini diberikan dengan mengakhiri limpasan langsungnya pada waktu yang ditetapkan setelah puncak hidrograf. Waktu dalam hari N dapat diperkirakan dengan : $N = b \cdot A^{0.2}$ (6) dimana A adalah luas drainase dan b adalah suatu koefisien. Nilai b bisa diambil sebesar 0,8 jika A dinyatakan dalam kilometer persegi dan sebesar 1 bila A dalam mil persegi (Linsley dkk., 1996).

b.2. Penentuan limpasan permukaan prediksi menggunakan metode bilangan kurva (*curve number*), dengan langkah sebagai berikut (Dharmawati, 2001) dan (Arsyad, 2006):

1. Penentuan Bilangan Kurva (*curve number*, CN)
 Nilai Bilangan Kurva (CN) diperoleh dari perkalian prosentase luas masing-masing jenis penggunaan lahan dengan nilai CN tabel yang sesuai, dan dipilih berdasarkan: penggunaan lahan, tindakan konservasi dan kelompok hidrologi tanah yang diklasifikasikan menurut laju infiltrasi akhir (konstan) sesuai dengan kriteria.

2. Penentuan parameter S

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{dalam satuan mm}) \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:
 S = penahanan air maksimal potensial (mm)
 CN = nilai bilangan kurva (*curve number*)

3. Kemudian dihitung harga abstraksi awal (Ia), adalah:
 $Ia = 0,2 \cdot S \dots\dots\dots (8)$

4. Dengan menggunakan data hujan terpilih (P) dan harga abstraksi awal (Ia) sebagai masukan model, limpasan permukaan prediksi (DRO_p) dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{(P-Ia)^2}{(P-Ia)+S} \dots\dots\dots (9)$$

dimana :
 Ia = nilai abstraksi awal (mm)
 Q = limpasan permukaan (mm)
 S = penahanan air maksimal potensial (mm)
 P = curah hujan (mm)

Pengujian Model

Untuk menguji keberlakuan model dilakukan dengan membandingkan data hasil observasi dan hasil perhitungan model menggunakan kriteria grafis dan statistik. Ukuran kriteria grafis yang digunakan adalah diagram pencar (*scatter diagram*). Sedangkan metode statistik yang bisa dipakai sebagai tolok ukur adalah: koefisien deterministik (R²), koefisien korelasi (R), imbangan massa (*Mass Balance*, MB), dan uji T (T test) dengan signifikansi α 0,05 (Susanto and Kaida, 1991).

Model dikatakan baik atau data perhitungannya mendekati hasil pengukuran (observasi) di lapangan, bila: nilai R² mendekati 1, mempunyai korelasi yang kuat apabila $R_{hitung} > R_{tabel}$, nilai MB harganya mendekati nol, dan pada uji t nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi

Sub DAS Progo hulu meliputi sebagian besar wilayah Kabupaten Temanggung, dengan outlet dan lokasi SPASnya tertetak di bendung Badran, Kecamatan Kranggan, Kabupaten Temanggung. Sub DAS Progo hulu memiliki luas sekitar 37815 Ha, serta secara geografi terletak antara 7°14'18" LS – 7°21'59" LS, dan 110°3'38" BT – 110°12'40" BT. Sub DAS Progo hulu di sebelah Utara berbatasan dengan DAS Bodri, sebelah Selatan dengan Sub DAS Tangsi, sebelah Barat dengan DAS Serayu, dan sebelah Timur dengan Sub DAS Elo. Sub DAS Progo hulu terdiri atas beberapa Sub-sub DAS, yaitu Galeh, Kuas, Jambe, Progo Hulu I, Progo Hulu II.

Jenis tanah latosol coklat seluas sekitar 17547 Ha mendominasi hampir separuh kawasan Sub DAS Progo hulu (46,4 %) di wilayah Kabupaten Temanggung, bergerak ke selatan di daerah pegunungan sebelah barat sungai Progo. Pola penggunaan lahan di wilayah Sub DAS Progo hulu (Kabupaten Temanggung), selain didominasi oleh sawah

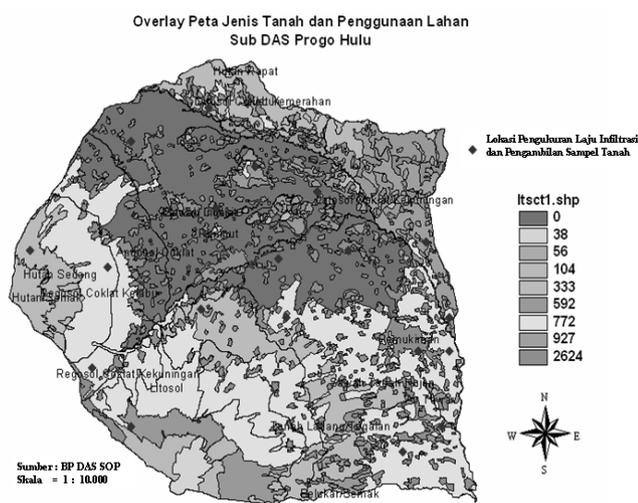
irigasi untuk tanaman padi (15.460 Ha), usaha tani lahan kering di tanah tegalan juga cukup mendominasi (9845 Ha) akibat kondisi topografi lahan di wilayah tersebut yang kebanyakan merupakan daerah pegunungan dan perbukitan.

Berdasarkan data rerata hujan bulanan dan tahunan Sub DAS Progo Hulu selama sepuluh tahun (2000 – 2009), rerata curah hujan bulanan maksimum sebesar 338,1 mm/bulan (Januari), rerata curah hujan bulanan minimum sebesar 21,8 mm/bulan (Agustus), sedangkan rerata curah hujan tahunan 2149,8 mm/tahun. Debit air Sub DAS Progo Hulu yang dialirkan dari Bendung Badran yang berlokasi di Desa Badran, Kecamatan Kranggan, Kabupaten Temanggung, berkisar 3,57 m³/dt (September) – 35,21 m³/ dt (Maret), dengan debit rerata tahunan 17,73 m³/ dt.

Menurut klasifikasi iklim Oldeman (1974) Sub Das Progo hulu memiliki 5 masa basah dan 3 masa kering, sehingga termasuk dalam zone agroklimatik C2. Pada zone iklim C2 ini, kegiatan budidaya pertanian hanya dapat satu kali menghasilkan padi, akan tetapi cukup waktu untuk menanam palawija dua kali.

Fitting Laju Infiltrasi dengan Model Infiltrasi Philips

Titik pengukuran laju infiltrasi dan pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut:



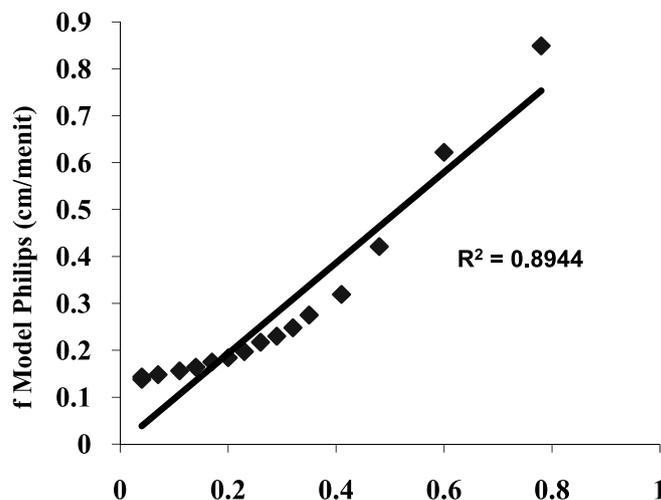
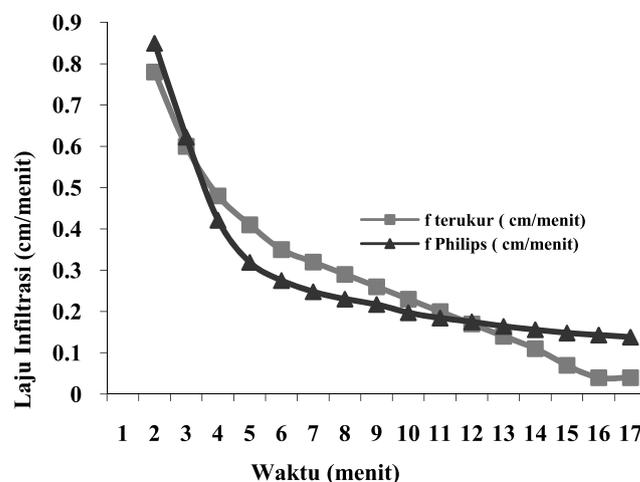
Gambar 2. Lokasi pengukuran laju infiltrasi dan pengambilan sampel tanah

Hasil analisis model infiltrasi Philips diperoleh nilai konstanta S dan K, sehingga dapat ditentukan persamaan laju infiltrasi untuk masing-masing penggunaan lahan seperti pada Tabel 1 sebagai berikut:

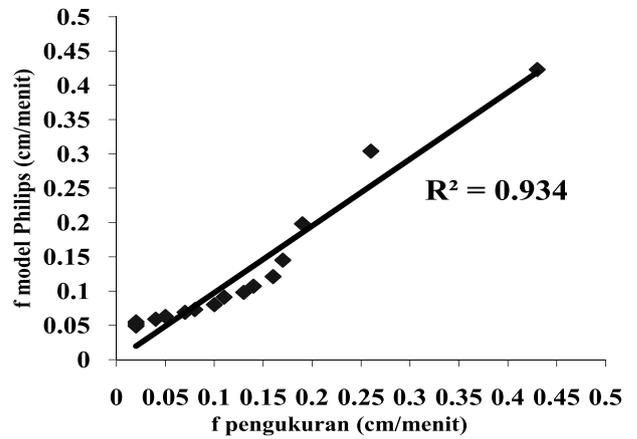
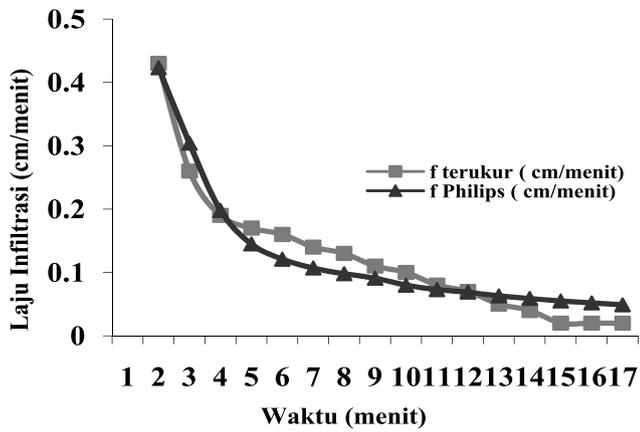
Tabel 1. Persamaan model infiltrasi philips untuk berbagai penggunaan lahan

| Penggunaan lahan | Bentuk persamaan |
|------------------|---------------------------------------|
| Tegalan | $f_t = 0,774 \cdot t^{-0,5} + 0,075$ |
| Sawah | $f_t = 0,4075 \cdot t^{-0,5} + 0,016$ |
| Pemukiman | $f_t = 0,201 \cdot t^{-0,5} + 0,036$ |
| Perkebunan | $f_t = 1,292 \cdot t^{-0,5} + 0,045$ |
| Hutan | $f_t = 2,591 \cdot t^{-0,5} + 0,164$ |

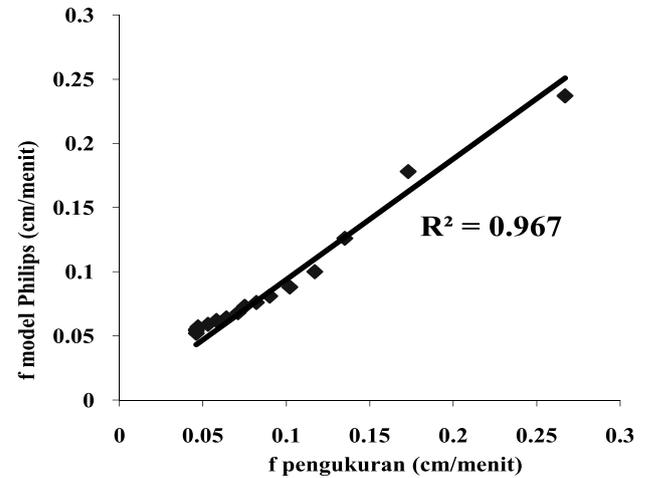
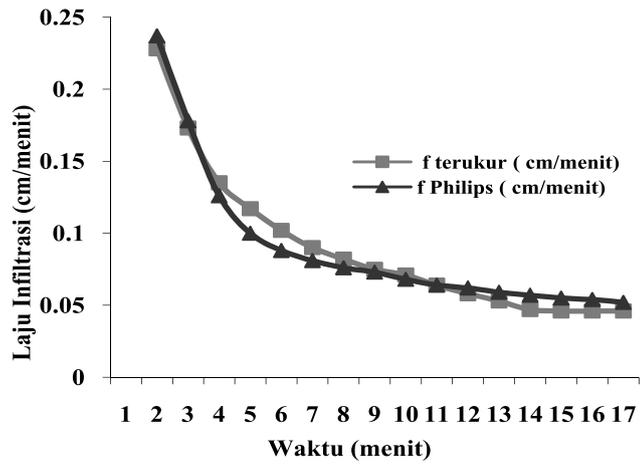
Perbandingan antara laju infiltrasi hasil pengukuran dan laju infiltrasi hasil perhitungan model Philips beserta analisis kesesuaiannya menggunakan koefisien deterministik (R²) pada berbagai penggunaan lahan dapat dilihat pada Gambar 3 – 7 sebagai berikut:



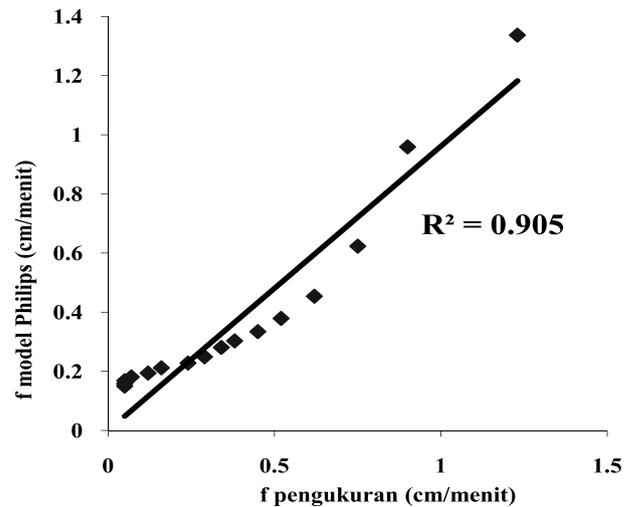
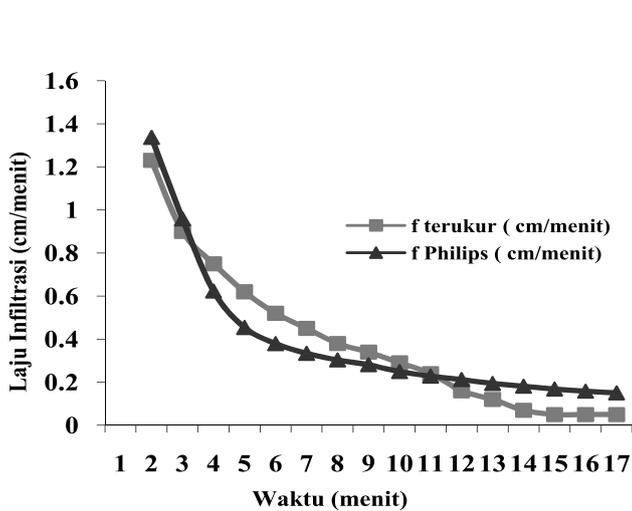
Gambar 3. Perbandingan laju infiltrasi hasil pengukuran dan laju infiltrasi perhitungan model philips untuk lahan tegalan



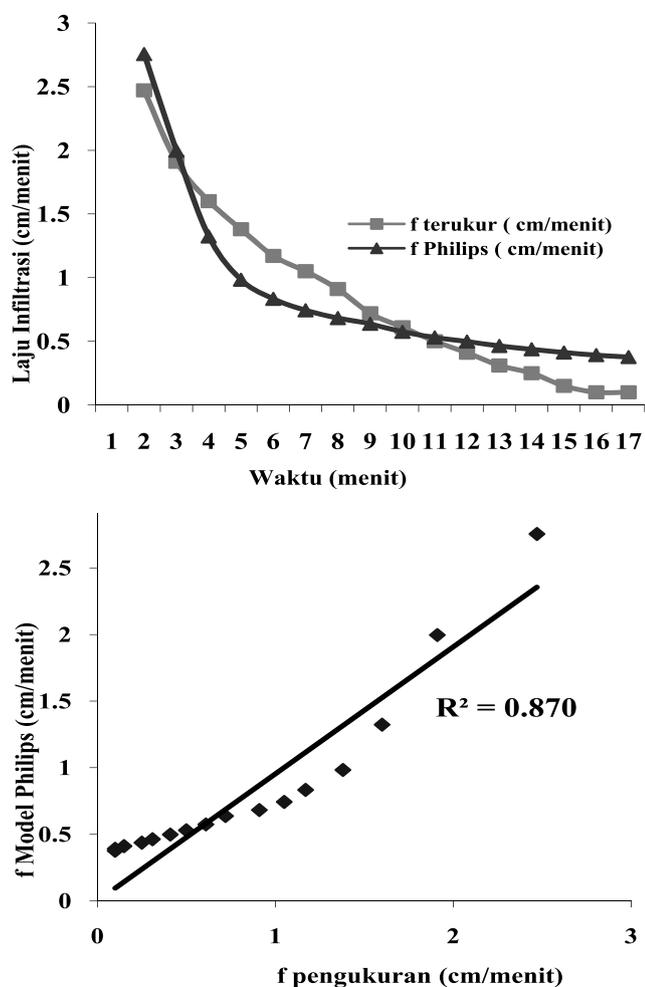
Gambar 4. Perbandingan laju infiltrasi hasil pengukuran dan laju infiltrasi perhitungan model philips untuk lahan sawah



Gambar 5. Perbandingan laju infiltrasi hasil pengukuran dan laju infiltrasi perhitungan model philips untuk lahan pemukiman



Gambar 6. Perbandingan laju infiltrasi hasil pengukuran dan laju infiltrasi perhitungan model philips untuk lahan perkebunan



Gambar 7. Perbandingan laju infiltrasi hasil pengukuran dan laju infiltrasi perhitungan model philips untuk lahan hutan

Berdasarkan hasil analisis grafis dan hasil perhitungan nilai R^2 seperti tampak pada Gambar 3 - 7 di atas, maka laju infiltrasi model Philips cukup sesuai dengan laju infiltrasi hasil pengukuran untuk berbagai penggunaan lahan.

Limpasan Permukaan Observasi Berdasarkan Analisis Hidrograf

Untuk mengubah hidrograf tunggal tinggi muka air yang terpilih menjadi hidrograf debit, maka dari data tinggi muka air dikonversi menjadi debit sungai dengan menggunakan persamaan lengkung debit (liku kalibrasi). Persamaan lengkung debit yang berlaku di Sub DAS Progo Hulu (AWLR Badran) adalah sebagai berikut (Balai PSDA Probolo, 2008):

$$Q = 21,118 \cdot (H - 0,40)^{1,225} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

Q = debit sungai (m³/detik)

H = tinggi muka air sungai (meter)

Hasil analisis yang berupa waktu kejadian, tebal hujan terpilih, dan hasil pemisahan hidrograf dalam bentuk limpasan permukaan observasi dari tahun 2005 s/d 2010 di bendung Badran disajikan pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Nilai limpasan permukaan observasi

| No. | Tanggal Kejadian | Hujan (mm) | Limpasan Observasi (mm) |
|-----|------------------|------------|-------------------------|
| 1 | 19 Juni 2005 | 62,5 | 27.7 |
| 2 | 4 April 2006 | 41 | 9.2 |
| 3 | 2 Mei 2006 | 47 | 11.1 |
| 4 | 23 November 2006 | 67 | 32.1 |
| 5 | 31 Maret 2007 | 47,5 | 11.7 |
| 6 | 19 April 2007 | 53,5 | 17.5 |
| 7 | 29 Juni 2007 | 66,5 | 30.8 |
| 8 | 31 Oktober 2007 | 50 | 14.2 |
| 9 | 4 Februari 2008 | 39,5 | 8.8 |
| 10 | 9 Juni 2008 | 69,5 | 33.6 |
| 11 | 6 Februari 2010 | 58 | 20.2 |

Limpasan Permukaan Prediksi dengan Metode Bilangan Kurva

Laju infiltrasi akhir (konstan) dari model infiltrasi Philips dapat digunakan untuk menduga kelompok hidrologi tanah pada berbagai penggunaan lahan, seperti pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Laju infiltrasi akhir (konstan) dan kelompok hidrologi tanah sub DAS Progo hulu

| Tata guna lahan | Laju infiltrasi akhir (konstan) | Kelompok Hidrologi Tanah |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------|
| Tegalan | 0,14 | D |
| Sawah | 0,05 | D |
| Pemukiman | 0,05 | D |
| Perkebunan | 0,15 | D |
| Hutan | 0,4 | D |

Kemudian bisa ditentukan nilai CN berdasarkan kelompok hidrologi tanah, penggunaan lahan, dan luas penggunaan lahan. Hasilnya seperti Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Penggunaan lahan dan bilangan kurva (CN) Sub DAS Progo hulu (2005 – 2010)

| Tata guna lahan | Luas (Ha) | CN | CN terbobot |
|-----------------|-----------|--------------|-------------|
| Tegalan | 9845 | 82 | 21,3 |
| Sawah | 16652 | 84 | 37,0 |
| Pemukiman | 4631 | 84 | 10,3 |
| Perkebunan | 3433 | 83 | 7,5 |
| Hutan | 3254 | 79 | 6,8 |
| | | Σ PL = 37815 | Σ CN = 82,9 |

Parameter masukan berupa hujan tunggal (P) dipilih pada saat terjadi hujan puncak yang bisa menyebabkan terjadinya limpasan permukaan. Datanya diperoleh dari grafik hujan yang berpasangan dengan grafik debit aliran sungai di stasiun Badran.

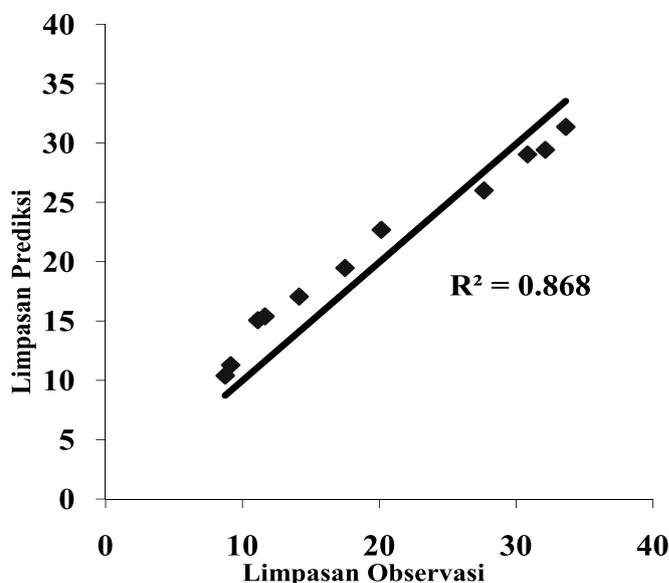
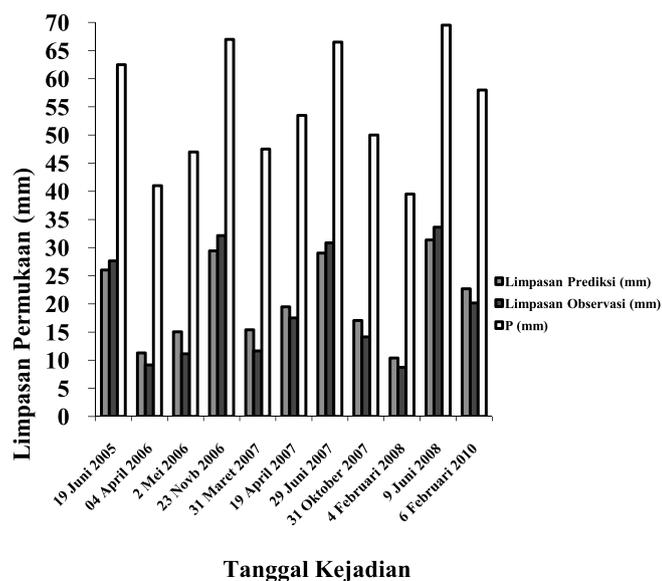
Limpasan permukaan (prediksi) merupakan fungsi dari P (hujan), CN (bilangan kurva), S (potensi retensi), Ia (abstraksi awal). Hasil perhitungannya seperti pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Nilai limpasan permukaan prediksi

| No. | Tanggal Kejadian | P (mm) | CN | S (mm) | Ia (mm) | Limpasan Prediksi (mm) |
|-----|------------------|--------|------|--------|---------|------------------------|
| 1 | 19 Juni 2005 | 62,5 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 25,9 |
| 2 | 4 April 2006 | 41 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 11,2 |
| 3 | 2 Mei 2006 | 47 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 15,0 |
| 4 | 23 November 2006 | 67 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 29,3 |
| 5 | 31 Maret 2007 | 47,5 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 15,3 |
| 6 | 19 April 2007 | 53,5 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 19,4 |
| 7 | 29 Juni 2007 | 66,5 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 28,9 |
| 8 | 31 Oktober 2007 | 50 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 17,0 |
| 9 | 4 Februari 2008 | 39,5 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 10,3 |
| 10 | 9 Juni 2008 | 69,5 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 31,2 |
| 11 | 6 Februari 2010 | 58 | 82,9 | 52,4 | 10,5 | 22,6 |

Pengujian Model

Perbandingan antara limpasan permukaan hasil pengukuran (observasi) dan limpasan permukaan prediksi model infiltrasi Philips - Bilangan kurva beserta analisis kesesuaiannya menggunakan koefisien deterministik (R²) dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Perbandingan antara limpasan permukaan observasi dan limpasan permukaan prediksi

Dari Gambar 8 di atas terlihat bahwa limpasan permukaan observasi dan limpasan permukaan prediksi nilainya masih cukup dekat, begitu pula dengan nilai R² = 0,8681 juga cukup mendekati nilai 1, berarti model yang diterapkan untuk memprediksi limpasan permukaan tersebut cukup baik. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,932, dan nilainya lebih besar daripada R tabel (0,602), berarti terdapat korelasi yang kuat antara limpasan permukaan observasi dan limpasan permukaan prediksi. Berdasarkan uji imbang masa, diperoleh nilai MB = 0,048. Nilai tersebut mendekati nol, sehingga prediksi limpasan permukaan dengan model infiltrasi Philips menggunakan metode Bilangan Kurva bisa dikatakan cukup handal.

Untuk menguji apakah keluaran model / hasil prediksi limpasan permukaan sama dengan hasil observasi / pengukuran di lapangan, juga dilakukan uji statistik observasi berpasangan atau selisih rata-rata berpasangan dengan uji t. Dari hasil uji t dengan program SPSS 17, didapat hasil nilai T hitung (1,247) lebih kecil dari T tabel (2,228) pada tingkat signifikansi 0,05 dan derajat bebas (db) n – 1, berarti limpasan hasil prediksi model tidak berbeda nyata dengan limpasan observasi.

KESIMPULAN

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model infiltrasi Philips cukup sesuai diaplikasikan untuk menduga limpasan permukaan menggunakan metode bilangan kurva.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2008). *Data Curah Hujan dan Debit Sungai Progo*. Balai PSDA Probolo. Kutoarjo.
- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi kedua. IPB Press. Bogor.
- Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chow, V.T., Maidment, D.R. dan Mays, L.W. (1988). *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill Book Company. New York.
- Dhalhar, M.A. (1972). *Process and Field Evaluation of Infiltration Rate*. Paper for the M.Sc. Degree. The University of Minnesota.
- Dharmawati, N.D. (2001). *Aplikasi Model Bilangan Kurva (Curve Number)-SCS untuk Memprediksi Limpasan Permukaan : Studi Kasus di DAS Bengawan Solo Hulu*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hidayah, N., Suharto, B. dan Widiyanto (2000). *Evaluasi Model Infiltrasi Horton dengan Teknik Constant Head Melalui Pendugaan Beberapa Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Pengelolaan Lahan*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hillel, D. (1980). *Application of Soil Physics*. Academic Press. New York.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A. dan Paulhus, J.L.H. (1996). *Hidrologi untuk Insinyur*. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.
- Purnama, Ig. S. (2004). Infiltrasi tanah di Kecamatan Nguter, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia* **18**: 15-23.
- Susanto, S. dan Kaida, Y. (1991). Tropical hydrology simulation model 1 for watershed management (2) model application in the Kali Progo river basin, Central Java, Indonesia. *Journal of Japan Society of Hydrology and Water Resources* **4**: 25-36.