

**SIMULASI PENGGUNAAN LAHAN DALAM PEMODELAN KESETIMBANGAN
TATAAIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BLORONG KABUPATEN KENDAL**
*(Landuse Simulation in Water Balance Modeling in Blorong Chatchment Area,
Kendal Residence)*

Sriyono dan Dewi Liesnoor Setyowati
Tenaga Pengajar Jurusan Geografi FIS UNNES

ABSTRACT

Flooded area of Blorong River increased. Delusion area of the flooded area was 0.5 meter and became 1.5 meters high. Result of the research namely TATA-AIR.EXE, base concept of modeling uses water balance was made by using Delphi 7th version. Correlation test value between modeled discharge flow and field measurement result shows r-counting value (0.99) higher than r-table (0.576), hence the model is can be used for simulating various landuse alternative. The simulation result using TATA-AIR.EXE shows that entire alternatives for model experimentation resulted discharge ratio value was under 30. condition of Blorong River discharge was in the range between 5.29 until 5.94, therefore it is assumed normally, even it can be assumed very good value. Floods in the downstream of Blorong River is caused by drainage capacity and the flooded area in the downstream is topographically located on the low-flat area (close to the sea) which cannot store the running water flow from the upstream of Blorong catchment area.

Keyword: *water balance model, catchment area, land use*

PENDAHULUAN

Salah satu fenomena fisik yang sulit diprediksi besaran dan waktu kejadiannya adalah banjir. Banjir di sungai sangat dipengaruhi oleh variabel utama pembentuk aliran yaitu hujan yang dialihragamkan menjadi aliran dalam suatu sistem DAS. Karakteristik hujan dengan dengan variabilitas ruang (*spatial variability*) dan waktu (*temporal variability*) yang besar menyebabkan kejadian banjir yang memiliki sifat tidakpastian (*probability*) dan keacakan (*stochastic*) yang tinggi. Dengan kata lain kejadian banjir dapat terjadi setiap waktu dengan debit bervariasi.

Pada prinsipnya aliran banjir di sungai

didefinisikan dengan ciri terlampauinya kapasitas tampung maksimum, hal ini dapat terjadi karena faktor hujan, karakteristik DAS, morfologi sungai, dan angkutan sedimen di muara. DAS merupakan satu kesatuan sistem yang mentransformasikan hujan menjadi aliran dengan berbagai sifatnya (Sri Harto, 2002). Prinsip transformasinya mengikuti 2 konsep dasar hidrologi yaitu siklus hidrologi dan keseimbangan air. Parameter DAS yang besar pengaruhnya terhadap karakteristik aliran banjir adalah perubahan fungsi lahan atau landuse, baik yang terjadi secara alamiah maupun karena eksploitasi dan pemanfaatan lahan yang secara sengaja dilakukan manusia (*antropogenic*) untuk

meningkatkan kesejahteraan dari tolok ukur ekonomi. Turunnya kemampuan retensi DAS akibat perubahan dan alih fungsi lahan tersebut mempengaruhi angka limpasan (*runoff*) dan erodibilitas permukaan yang menyebabkan terjadinya aliran besar dengan konsentrasi sediment (suspensi) yang tinggi.

Sungai Blorong merupakan salah satu sungai di Indonesia yang mengalami masalah banjir. Banjir besar yang terjadi beberapa kali pada tahun 1995 telah membawa kerugian materi yang sangat besar. Berbagai upaya pengendalian secara struktural telah dilakukan dengan membangun tanggul banjir, pintu air, pompa air, bangunan kolektor drain. Akibat intensitas banjir yang sangat besar bangunan prasarana tersebut tidak berfungsi secara optimal, sehingga peristiwa bencana banjir tidak dapat dihindari.

DAS Blorong terletak di Kabupaten Kendal, pada kawasan hulu sungai terjadi perubahan lahan yang berlangsung secara intensif sebagai konsekuensi perluasan kota Semarang, sedangkan pada hilir sungai Blorong terjadi banjir yang semakin meluas dari tahun ke tahun. Perubahan tata guna lahan harus dipantau dan diperhitungkan supaya peningkatan limpasan air dapat ditekan, melalui model simulasi tata air maka fluktuasi debit limpasan air sungai dapat direncanakan.

Masalah pokok yang akan ditinjau adalah seberapa besar DAS sebagai suatu sistem hidrologi berperan dalam mengatur tata air dan bagaimana bentuk atau rumusan pengelolaan kawasan banjir yang optimal.

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah: 1) menyusun model tata air untuk mengetahui dan mempelajari proses input output pada sistem hidrologi DAS Blorong dan 2) mengkaji nilai komponen hidrologi pada berbagai alternatif pola penggunaan lahan untuk merumuskan pengelolaan kawasan banjir optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

DAS atau daerah aliran sungai, dalam istilah asing disebut *catchment area*, *river basin*, atau *watershed*, merupakan wilayah yang dibatasi oleh pemisah topografik atau igir. Selain merupakan wilayah tata air, DAS juga merupakan suatu ekosistem. Unsur-unsur yang terdapat di dalam DAS meliputi sumberdaya alam (tanah, vegetasi, dan air) dan manusia (sebagai pelaku pendayagunaan). Antara unsur-unsur tersebut terjadi proses hubungan timbal balik dan saling mempengaruhi, dalam sumberdaya alam antara tanah, air, dan vegetasi saling terkait sehingga menghasilkan suatu produk tertentu dan kondisi air tertentu yang pada akhirnya berpengaruh pada kehidupan manusia.

Hasil akhir dari proses hubungan timbal balik dan saling mempengaruhi tersebut adalah kondisi hidroorologis wilayah DAS. Menurut Soerianegara (1978) pencerminan atau ukuran dari kondisi hidroorologis tersebut ditentukan dari kemampuan penyediaan air, baik dilihat dari segi kualitas maupun kuantitas dan distribusinya menurut waktu. Kondisi hidroorologis yang baik adalah apabila DAS dapat menjamin penyediaan air dengan kualitas yang baik, kuantitas yang cukup (rasio debit kecil) dan distribusi debit yang merata sepanjang tahun.

Tata air suatu DAS mencerminkan proses pergerakan air yang berlangsung secara tetap, dapat dideteksi dan didekati dengan beberapa persamaan matematik yang mencerminkan proses pengalih ragaman hujan menjadi aliran sungai. Menurut Sri Harto (1993) dalam penyusunan model hidrologi titik berat analisis dipusatkan pada proses pengalihragaman hujan menjadi debit melalui sistem DAS. Semua komponen yang berpengaruh dalam proses ini perlu diamati dan ditelaah dengan cermat.

Dalam keadaan tersebut selalu terjadi keseimbangan antara jumlah masukan, keluaran

dan perubahan kandungan air dalam sistem. Hal tersebut dapat disajikan dalam persamaan dalam persamaan sederhana berikut ini (Viessman, et al, 1977). $I - Q = \frac{ds}{dt}$, dengan: I sebagai masukan (inflow), O sebagai keluaran (outflow), dan $\frac{ds}{dt}$ perubahan tampungan per unit waktu.

Siklus Hidrologi merupakan rangkaian peristiwa yang terjadi pada air yang jatuh ke bumi sampai diuapkan kembali, kemudian jatuh ke bumi lagi (Ward, 1974). Dalam siklus hidrologi terdapat beberapa proses yang saling terkait mencerminkan pergerakan air, meliputi proses presipitasi, evaporasi, transpirasi, intersepsi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan, aliran air bawah tanah. Selanjutnya proses Evapotranspirasi, intersepsi, infiltrasi, perkolasi, aliran disebut sebagai komponen Tata air.

Pergerakan air pada suatu DAS merupakan manifestasi dari siklus hidrologi untuk mencapai keseimbangan tata air di bumi. Konsep keseimbangan air adalah *water balance* atau persamaan air (viessman et.al, 1977, Arsyad, 1989), yaitu:

$$AP = P - IN - ET - PE - dSA$$

Aliran permukaan (AP) ; curah hujan (P); intersepsi (IN); evapotranspirasi (ET); Perkolasi (PE); dan perubahan simpanan air (?SA). Proses pergerakan air tersebut dapat ditiru dan diwujudkan dalam bentuk model.

Model simulasi adalah gambaran abstrak dari suatu sistem dunia nyata yang memiliki kelakuan-kelakuan seperti dunia nyata dalam hal-hala tertentu (Manetsch dan Park, 1979). Gambar tersebut disederhanakan dari bentuk aslinya untuk berbagai tujuan penelitian. Model juga merupakan suatu hipotesis yang harus diuji kebenarannya sehingga memberikan gambaran tentang suatu sistem. Hillel (1977) mengartikan model simulasi sebagai teknik numerik untuk menyatakan percobaan-percobaan hipotetik secara kuantitatif ke dalam model matematik tentang perilaku dan sifat sistem yang dinamik.

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan pada DAS Blorong, sebagian besar (80%) masuk wilayah administrasi Kabupaten Kendal, sebagian wilayah hulu sungai DAS Blorong masuk wilayah administrasi Kota Semarang. Alasan pemilihan DAS Blorong sebagai daerah penelitian antara lain karena problem banjir selalu terjadi setiap tahun dengan indikasi semakin meluas dan pada kawasan hulu terjadi perubahan penggunaan lahan.

Data yang digunakan berupa data sekunder (curah hujan, debit, peta-peta pendukung) dan data primer berupa pengambilan sample tanah di lapangan dan pengecekan debit aliran Kali Blorong. Pembuatan model tata air menggunakan konsep dasar neraca air (*waterbalance*), dibuat dengan program *delphi versi 7*. Hasil pengujian model dengan cara grafis dan uji statistik, untuk mencari hubungan antara debit aliran hasil model dengan hasil pengukuran di lapangan.

Konsep dasar dari model tata air ini adalah *water balance* dengan menggunakan persamaan air yang ditulis sebagai berikut:

$$AP = P - IN - ET - PE - SA$$

Keterangan: P = curah hujan, IN = intersepsi, ET = evapotranspirasi, PE = perkolasi, AP = aliran permukaan, SA = perubahan simpanan air (Sitana, 1989; Viessman, et al, 1977).

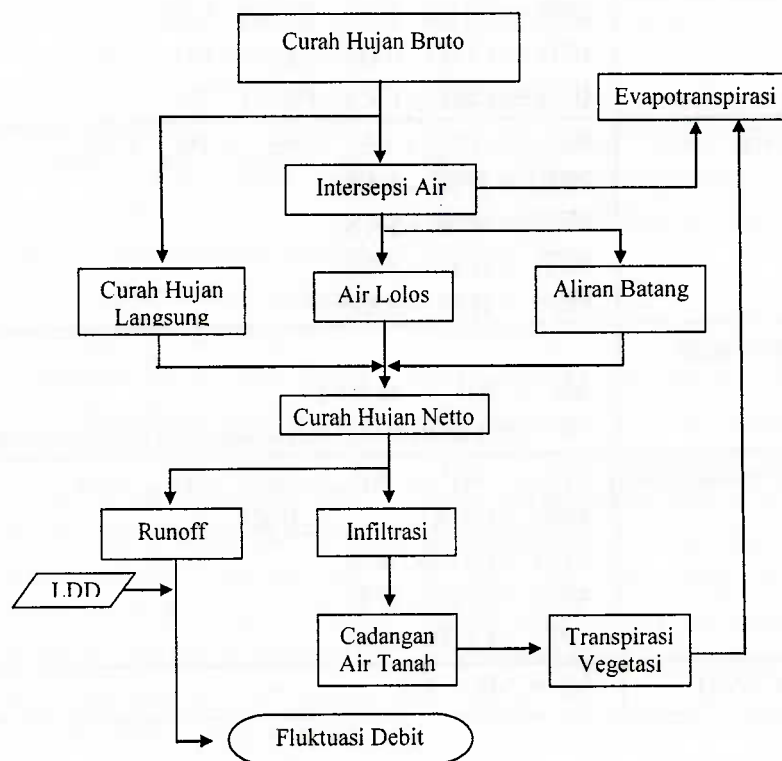
Perumusan model tata air disusun menggunakan beberapa parameter atau peubah yang diperoleh dari; studi pustaka, data lapangan maupun dengan melakukan percobaan (*trial dan error*) menggunakan bahasa komputer. Diagram alir pembentukan model tata air disajikan pada Gambar 1, sedangkan penyusunan algoritma dan rumus model tata air dituliskan dalam bahasa komputer dengan Rumus (Tabel 1).

Tabel 1. Rancangan rumus komponen tata air dalam bahasa komputer

Komponen	Rumus yang digunakan
1. Peubah masukan sistem (komponen Curah hujan)	$CH_{Hi} = LK/LDAS * CH_{DASi}$ dibuat untuk H=hutan, S=sawah, T=tegal, P=pemukiman
2. Peubah komponen sistem (SA=simpanan air)	$SA_{TOTi} = SA_{Hi} + SA_{Si} + SA_{Ki} + SA_{Ti} + SA_{Pi}$ $SA_{Ki} = SAKaw + IFKi$ $SASi = SASaw + IFSi$ $SATi = SATaw + IFTi$ $SAPi = SAPaw + IFPi$
3. Peubah keluaran sistem a. Intersepsi (IN)	$IN_{TOTi} = IN_{Hi} + IN_{Si} + IN_{Ki} + IN_{Ti} + IN_{Pi}$ $INKi = 0,6445 + 0,1836 CHKi$ $INSi = 0,9960 + 0,1226 CHSi$ $INTi = 0,8990 + 0,1132 CHTi$ $INPi = 0,9500 + 0,1600 CHPi$
b. Evapotranspirasi (ET)	$ET_{TOTi} = ET_{Hi} + ET_{Si} + ET_{Ki} + ET_{Ti} + ET_{Pi}$ $ETKi = ETaKi * FKK$ $ETaKi = ETpi * KtK$ $ETSi = ETaSi * FKS$ $TaSi = ETpi * KtS$ $ETTi = ETaTi * FKT$ $ETaTi = ETpi * KtT$ $ETPi = ETaPi * FKP$ $ETaPi = ETpi * KtP$
c. Infiltrasi (IF)	$IF_{TOTi} = IF_{Hi} + IF_{Si} + IF_{Ki} + IF_{Ti} + IF_{Pi}$ $IFKi = (CHKi - INKi - ETKi) * FI$ $IFSi = (CHSi - INSi - ETSi) * FI$ $IFTi = (CHTi - INTi - ETTi) * FI$ $IFPi = (CHPi - INPi - ETPi) * FI$
d. Perkolasi (PE)	$PE_{TOTi} = PE_{Hi} + PE_{Si} + PE_{Ki} + PE_{Ti} + PE_{Pi}$ $PEKi = IFKi - SAKi$ $PESi = IFSi - SASi$ $PETi = IFTi - SATi$ $PEPi = IFPi - SAPi$
e. Aliran Bawah Tanah (AB)	$AB_i = SB_i * GWFP$, (SB=simpanan air bawah tanah, GWFP=konstanta abt.)
f. Aliran Air Permukaan (AP)	$AP_{TOTi} = AP_{Hi} + AP_{Si} + AP_{Ki} + AP_{Ti} + AP_{Pi}$ $APKi = CHKi - IFKi$ $APSi = CHSi - IFSi$ $APTi = CHTi - IFTi$ $APPi = CHPi - IFPi$
g. Aliran Sungai (AS)	$AS_i = AP_i + AB_i$

Keterangan:

CHKi, CHSi, CHTi, CHPi = curah hujan pada lahan kebun, sawah, tegalan pemukiman
 LA, LK, LS, LT, LP = luas setiap penggunaan lahan, LDAS = Luas DAS seluruhnya
 SAKi, SASi, SATi, SAPI = Simpanan air bulan i pada kebun, sawah, tegal, pemukiman.
 SAKaw, SASaw, SATaw, SAPaw = simpanan air tanah awal
 KApF2,7: Kadar Air pada kapasitas lapang
 KApF4,2: Kadar Air pada titik layu permanen .
 INTOT, INKi, INSi, INTi, INPi = intersepsi pada kebun, sawah, tegalan, pemukiman, bulan i
 ETKi, ETSi, ETTi, ETPi = Evapotranspirasi lahan kebun, sawah, tegalan, pemukiman bulan i
 ETaKi, ETaSi, ETaTi, ETaPi = ET aktual lahan kebun, sawah, tegalan, dan pemukiman
 FKK, FKS, FKT, FKP = Faktor koreksi lahan kebun, sawah, tegalan, pemukiman (trial-error)
 ETpi : Evapotranspirasi potensial bulan i, dihitung dengan *Thorntthwaite Mather*
 KtK, KtS, KtT, KtP: Koeffisien Tanaman Kebun, sawah, tegal, dan pemukiman
 IFKi, IFSi, IFTi, IFPi = infiltrasi pada kebun sawah, tegalan, pemukiman, bulan i.
 FI = Faktor Infiltrasi.
 PEKi, PESi, PETi, PEPi = perkolasi vegetasi kebun, sawah, tegalan, dan pemukiman
 ABi = aliran air bawah tanah bulan i (misal Desember)
 GWFP = Parameter Aliran air bawah tanah = 1 - GWRC
 GWRC = *Groundwater Recession Constants*,
 SBi = simpanan air bawah tanah bulan i (Desember)
 SB(i-1) = simpanan air bawah tanah bulan sebelumnya, diduga dari persamaan :
 APKi, APSi, APTi, APPi = aliran air permukaan pada kebun, sawah, tegalan, pemukiman.



Gambar 1. Rancangan Diagram Alir Model Tata Air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Banjir yang melanda kawasan utara Kabupaten Kendal pada bulan Januari 2006, mengakibatkan ratusan rumah dan ratusan hektar lahan persawahan. Kejadian banjir pada tahun 2006 ini meningkat mencapai ketinggian 1,5 meter bila dibandingkan kejadian banjir tahun sebelumnya yang hanya sekitar 0,5 meter. Banjir menggenangi 8 (delapan) desa meliputi Desa Rejosari, Sidirejo, Kerto Mulyo, Tosari, Terompo, Sudi payung, Candiroto, dan Desa Ngampel Wetan.

Terjadinya banjir disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: debit aliran besar sehingga sungai meluap, tanggul sungai bobol, pendangkalan sungai, adanya erosi dan penebangan hutan di daerah hulu DAS Blorong. Menurut masyarakat bajir terjadi akibat jebolnya tanggul Kali Blorong, curah hujan yang tinggi, dan meluapnya Kali Bodri yang berada di sebelah barat DAS Blorong. Kejadian hujan di daerah penelitian akan menghasilkan aliran limpasan permukaan tanah menuju ke sungai dengan cepat. Gambar 8-d menunjukkan bekas aliran deras yang menerjang rumput liar di tepi Kali.

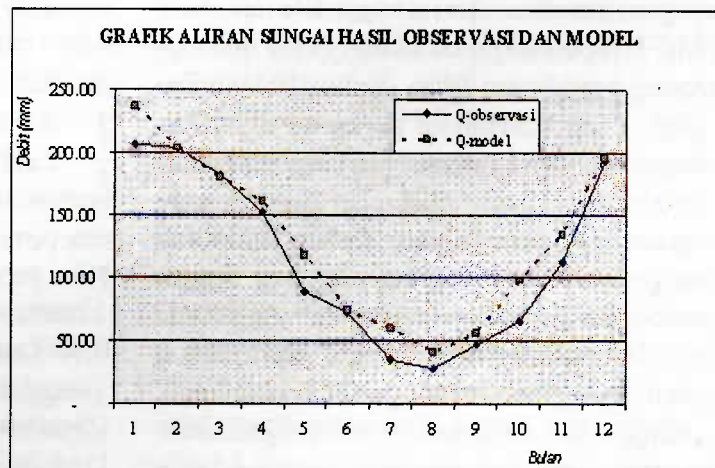
Peta rawan banjir menunjukkan lokasi penyebaran kawasan genangan pada hilir DAS Blorong,

Air hujan yang turun pada sistem DAS merupakan bentuk masukan, akan mengalami berbagai proses pergerakan air dalam DAS, yang akhirnya menjadi aliran limpasan sebagai bentuk keluaran (output). Proses yang terjadi didalam sistem DAS dipelajari dan dengan membuat algoritma tata air dalam sistem DAS. Sistem ini terdiri dari komponen vegetasi, komponen tanah, dan komponen sungai. Semua komponen saling berinteraksi dan

menentukan proses-proses di dalam sistem. Hasil dari proses tersebut adalah output berupa debit aliran sungai.

Kondisi tata air dalam sistem DAS Blorong dirancang dalam bentuk software model tata air dan diberi nama Model TATA-AIR.EXE. Software ini dapat dijalankan pada semua komputer dengan spesifikasi *under windows Pentium IV*. Model tata air yang dihasilkan dalam penelitian ini mengacu pada konsep dasar neraca keseimbangan air (*water balance*). Model yang dihasilkan berupa proses input dan output yang dikemas dengan *software Delphi versi 7*.

Setelah model TATA-AIR.EXE selesai dibuat dicobakan pada DAS Blorong dan melakukan uji validitas model. Hasil pengujian model dengan cara grafis (Gambar 2) dan uji statistik menunjukkan bahwa hubungan antara debit hasil model dengan hasil pengukuran di lapangan cukup signifikan. Nilai uji korelasi menunjukkan nilai r -hitung sebesar 0,99 lebih besar dari r -tabel sebesar 0,576, sehingga dikatakan model dapat digunakan untuk analisis tata air dengan melakukan perencanaan alternatif penggunaan lahan.



Gambar 2. Grafik hubungan debit pengukuran lapangan dengan debit perhitungan model

Hasil keluaran model tata air menunjukkan nilai tampungan air setiap penggunaan lahan atau penutup lahan. Curah hujan yang jatuh pada setiap penggunaan lahan akan mengalami proses hidrologi yang teralokasi sebagai air intersepsi, air yang ter-evapotranspirasi, air infiltrasi masuk ke dalam tanah, dan sebagian menjadi air yang mengalir di permukaan tanah. Berikut ini dipaparkan tentang kondisi tata air DAS Blorong hasil keluaran model TATA-AIR.EXE.

1. Intersepsi

Nilai intersepsi dihitung dari persamaan Horton. Hasil penelitian untuk DAS Blorong pada kebun berkisar antara 3,3 mm sampai 36,4 mm perbulan, intersepsi pada sawah berkisar antara 2,2 mm sampai 16,6 mm perbulan, intersepsi pada tegalan berkisar antara 1,8 mm sampai 13,3 mm perbulan, intersepsi pada pemukiman berkisar antara 1,6 sampai 9,5 mm perbulan. Total nilai intersepsi berkisar antara 8,9 sampai 75,8 mm perbulan. Berdasarkan hasil tersebut tampak bahwa nilai intersepsi terbesar pada penggunaan lahan perkebunan, diikuti sawah, tegalan, dan pemukiman.

2. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi potensial (ETp) dihitung menggunakan metode Thornthwaite Mather, dengan data suhu udara sebagai data masukan. Nilai Evapotranspirasi aktual (Eta) masing-masing penggunaan lahan dihitung berdasarkan nilai Evapotranspirasi potensial dikalikan dengan koefisien tanaman. Nilai evapotranspirasi terbesar pada lahan perkebunan diikuti sawah, tegalan, dan pemukiman. Kebun campuran mempunyai penutup vegetasi yang luas dengan persediaan air cukup banyak sehingga nilai evapotranspirasi besar. Tegalan mempunyai penutup yang luas, tetapi persediaan air kecil, sehingga nilai evapotranspirasi menjadi kecil. Sawah mempunyai persediaan air cukup besar dan berakar dangkal maka nilai evapotranspirasi cukup besar lebih kecil dari perkebunan. Persediaan air pada pemukiman kecil dengan tanaman yang berakar dalam, sehingga evapotranspirasi kecil.

3. Infiltrasi

Nilai infiltrasi setiap penggunaan lahan dihitung menggunakan rumus pengurangan curah hujan dikurangi nilai intersepsi, dan evapotranspirasi dan faktor infiltrasi. Faktor infiltrasi dicari dengan trial error diperoleh nilai sebesar 0,62 , 0,89 , 0,78 dan 0,98 untuk lahan perkebunan, sawah, tegal, dan pemukiman. Nilai infiltrasi pada sistem tata air DAS Blorong menunjukkan bahwa nilai infiltrasi tertinggi pada kebun, diikuti lahan sawah, tegalan, dan pemukiman. Kebun campuran mempunyai infiltrasi terbesar karena bentuk vegetasi sejenis tanaman tahunan dengan banyak daun yang gugur, sehingga porositas tanah meningkat.

4. Simpanan Air Tanah

Nilai simpanan air dihitung berdasarkan persamaan *Thornthwaite Mather*, dasar simpanan air awal dihitung dari nilai kadar air yang diperoleh dari analisis sampel tanah di laboratorium. Perhitungan simpanan air berdasarkan data sifat fisik tanah yaitu selisih kadar air pada PF 2 dengan PF 4 dan data kedalaman perakaran. Simpanan air terbesar pada kebun, diikuti sawah, tegalan, dan lahan pemukiman. Jenis vegetasi yang mempunyai akar tunjang sampai jauh di bawah tanah cenderung memiliki simpanan air besar, sedangkan sawah hanya mampu menyerap air sampai kedalaman dangkal saja sehingga simpanan air kecil.

5. Aliran Air Bawah Tanah

Perhitungan aliran bawah tanah berdasarkan hidrograf lapang dari nilai *recession rate* pemisahan aliran langsung dengan air tanah. Nilai parameter GWFP sebesar 0,11 dan nilai konstanta aliran air bawah tanah (K) sebesar 0,97. Data hidrograf lapang untuk setiap jenis penggunaan lahan tidak terdapat, maka nilai aliran bawah tanah dihitung secara keseluruhan DAS Blorong.

Eksperimentasi model tata air dilakukan setelah diuji validitasnya, untuk simulasi pada beberapa perubahan penggunaan lahan yang mungkin terjadi. Pedoman pengubahan pola penggunaan lahan berdasarkan pada kaidah

konservasi tanah dan lingkungan hidup agar tidak akan menjadi bumerang bagi masyarakat sekitarnya. Berikut ini dikaji simulasi dengan beberapa alternatif penggunaan lahan yang diusulkannya yaitu:

Alternatif 1: Penggunaan lahan pada saat penelitian dilakukan

Alternatif 2: 15% luas kebun berkurang menjadi lahan tegalan

Alternatif 3: 25% luas kebun bertambah dari lahan sawah

Alternatif 4: Luas kebun tetap, permukiman bertambah 25%, sawah berkurang 50% dan tegalan berkurang 25%

Alternatif 5: Luas kebun tetap, permukiman bertambah, tegalan berkurang 25%

Alternatif 6: Penggunaan lahan pada tahun 1992

Pada dasarnya dapat disimpulkan bahwa bentuk penggunaan lahan pada suatu daerah sangat mempengaruhi besaran debit aliran sungai atau debit yang keluar dari suatu sistem DAS.

Namun debit bukan merupakan satu-satunya ukuran dalam menentukan pola penggunaan lahan yang optimum pada suatu DAS. Ada banyak parameter lain yang menjadi bahan pertimbangan seperti nilai erosi, kualitas air, beban sedimen, pertimbangan ekonomi, sosial budaya, politik, dan lain-lain.

Parameter untuk menilai konservasi tanah dan air dalam penelitian ini berdasarkan nilai rasio debit (perbandingan antara debit maksimum dengan debit minimum) dan produksi air. Jika cara ini digunakan dalam menilai eksperimentasi, maka alternatif penggunaan lahan yang memiliki nilai rasio kecil merupakan kondisi yang lebih baik. Nilai rasio sama dengan satu artinya nilai debit maksimum dengan debit minimum sama, artinya pada musim hujan dan musim kemarau tidak ada perubahan debit aliran sungai, sebaliknya apabila nilai rasio debit besar maka pada musim hujan terjadi debit yang jauh lebih besar dari musim kemarau sehingga terjadi banjir.

Tabel 3. Rasio Debit atau Perbandingan Debit Tertinggi dengan Debit Terendah

Alternatif	Nilai Debit Tertinggi (T)	Nilai Debit Terendah (R)	Rasio Debit (T/R)	Produksi Air
1	236,30	40,60	5,82	1.558,0
2	212,20	39,50	5,37	1.447,4
3	216,30	40,90	5,29	1.419,1
4	220,80	37,20	5,94	1.454,2
5	225,30	40,90	5,51	1.496,3
6	239,20	40,90	5,85	1.572,2

Sumber: Hasil perhitungan, 2006

Nilai rasio debit pada berbagai alternatif penggunaan lahan disajikan pada Tabel 3. Nilai rasio debit terkecil pada alternatif ke 3 sebesar 5,29. Nilai rasio terbesar pada alternatif ke 4 sebesar 5,94. Kondisi lahan pada saat ini dan kondisi pada tahun 1992 mempunyai rasio debit yang cukup besar. Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (BRLKT) Bogor, dalam prakteknya menggunakan patokan perbandingan debit maksimum dengan minimum yang masih

wajar adalah lebih kecil atau sama dengan 30.

Hasil analisis mengungkapkan bahwa keseluruhan alternatif untuk eksperimentasi model menghasilkan nilai rasio debit di bawah angka 30. Kondisi debit aliran air Kali Blorong memiliki nilai berkisar antara 5,29 sampai 5,94, sehingga dapat dikatakan dalam kondisi masih wajar bahkan dapat dikatakan mempunyai nilai yang cukup bagus.

Fenomena banjir yang terjadi pada hilir Kali

Blorong lebih disebabkan karena kapasitas saluran pada kawasan hilir yang tidak dapat menampung limpasan dari hulu DAS Blorong. Selain itu faktor topografi yang datar menyebabkan aliran tidak dapat segera masuk ke laut, akibatnya air yang datang pada musim hujan akan melimpah menggenangi permukiman, kawasan tambak, dan sawah.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat digunakan untuk merencanakan luas dan jenis penggunaan lahan optimal yang disimulasikan pada software program TATA AIR.EXE, keluaran model tata air ini merupakan analog proses keseimbangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini dapat digunakan di daerah penelitian untuk merencanakan penggunaan lahan secara optimal.

Hasil eksperimentasi atau simulasi program TATA AIR.EXE mengungkapkan bahwa keseluruhan alternatif untuk eksperimentasi model menghasilkan nilai rasio debit di bawah angka 30. Kondisi debit aliran air Kali Blorong memiliki nilai berkisar antara 5,29 sampai 5,94, sehingga dapat dikatakan dalam kondisi masih wajar bahkan dapat dikatakan mempunyai nilai yang cukup bagus. Penyebab banjir pada hilir Kali Blorong lebih disebabkan karena kapasitas saluran dan faktor topografi datar pada kawasan hilir yang tidak dapat menampung limpasan yang datang secara cepat dari hulu DAS Blorong.

Model ini perlu disempurnakan agar diperoleh informasi yang lebih mendetail, dengan menganalisis penggunaan lahan menurut jenis vegetasi lebih terinci, seperti hutan pinus, hutan jati, kebun karet, ladang singkong, dan sebagainya. Kegiatan eksperimentasi alternatif penggunaan lahan yang dilakukan masih sedikit, perlu diperbanyak agar segala kemungkinan komposisi penggunaan lahan dapat diselidiki pengaruhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor:IPB.
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM Press.
- Chow, V.T. 1964. *Handbook of Applied Hydrology, a Compendium of Water Resources Technology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Haan, C.T., Johnson, and D.L. Brakensiek. 1982. *Hydrologic Modeling of Small Watershed*. Michigan: An ASAE Monograph.
- Hillel, D. 1980. *Fundamentals of Soil Physics*. New York: Academic Press.
- Liesnoor, Dewi Setyowati, 1996. Analisis Ketersediaan Air untuk Perencanaan Pengelolaan DAS (Studi Kasus DAS Ngulut Bengawan Solo Hulu). *Tesis*. Yogyakarta: Pascasarjana UGM.
- Liesnoor, Dewi Setyowati, 2000. "Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perilaku Banjir Kali Bringin Mangkang Kota Semarang". *Laporan Penelitian*. Semarang: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Semarang.
- Linsley, R.K. and Joseph, B.F. 1979. *Water Resources Engineering*. London: McGrawhill.
- Manetch T., and G.L. Park. 1973. *System Analysis and Simulation with Application to Economic and Social System*. Part of Manuscript and Classnote. Part I. Departement of Electrical Engineering and Science.
- Seyhan, E. 1977. *The Watershed as a Hydrologic Unit*. Utrecht: Geografisch Instituut der Rijksuniversiteit Utrecht.
- Simonds, J.O. 1986. *Finding Lost Space*. London: McGraw-hill Inc.
- Soerianegara. 1978. *Pengelolaan Sumberdaya Air*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, IPB.