

KAJIAN DEBIT BANJIR AKIBAT PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI SUB DAS BELIK, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Noviana Dian Utami
utaminoviana@gmail.com

Slamet Suprayogi
slametsuprayogi@yahoo.com

Abstract

Belik sub-watershed is a catchment area located in urban area of Yogyakarta regency and Sleman regency. Flood is often occur in that area when the rainy season because of development of impermeable land. This research have purpose to study land use change spatially and temporally on the year of 2003 and 2012, to calculate flood discharge connected with river capacity, and to analyze influence of land use change to flood discharge. Interpretation method of satellite imagery to know land use change. Frequency analysis with return period of 2, 5, 10, and 20 years and Mononobe formula are used to calculate rain intensity, flood discharge is calculated using rational method. River capacity is calculated using slope-area method. Flood discharge increase in all of catchment area. River capacity of Karangwuni, Klebengan, Lembah, and Klitren catchment area cannot accommodate that discharge, river capacity of main catchment area is $36,07 \text{ m}^3/\text{s}$ can accommodate discharge with return period of 2 years. The increasing of runoff coefficient average is 5,17 % - 16,28 %. Flood discharge that cannot be accommodated by the river causes flood and puddle in study area during rainy season.

Keywords: land use change, flood discharge, river capacity

Abstrak

Sub DAS Belik merupakan Daerah Tangkapan Air berada di daerah perkotaan Yogyakarta dan Sleman. Banjir sering terjadi ketika musim penghujan akibat berkembangnya lahan terbangun kedap air. Penelitian bertujuan mengkaji perubahan penggunaan lahan secara spasial dan temporal pada tahun 2003 dan 2012, menghitung besar debit banjir dihubungkan dengan kapasitas sungainya, dan menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit banjir. Metode interpretasi citra untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan. Analisis frekuensi kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun serta rumus Mononobe untuk menghitung intensitas hujan, debit banjir dihitung dengan metode rasional. Kapasitas sungai dihitung dengan metode *slope-area*. Debit banjir meningkat pada semua DTA. Kapasitas sungai DTA Karangwuni, Klebengan, Lembah, dan Klitren tidak mampu menampung debit, kapasitas sungai DTA utama sebesar $36,07 \text{ m}^3/\text{detik}$ mampu menampung debit kala ulang 2 tahun. Peningkatan koefisien rata-rata sebesar 5,17 % - 16,28 %. Debit banjir yang tidak dapat tertampung di sungai mengakibatkan banjir dan genangan di daerah kajian saat musim penghujan.

Kata kunci: perubahan penggunaan lahan, debit banjir, kapasitas sungai

PENDAHULUAN

Penggunaan lahan memiliki dimensi ruang yang berkaitan dengan pola penggunaan lahan dan dimensi waktu yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan. Bentuk penggunaan lahan suatu wilayah berkaitan dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitasnya. Jumlah penduduk yang semakin meningkat diiringi dengan semakin intensifnya aktivitas penduduk di suatu wilayah akan berdampak pada terjadinya perubahan penggunaan lahan. Pertumbuhan dan aktivitas penduduk yang tinggi terutama terjadi di daerah perkotaan sehingga mengalami perubahan penggunaan lahan yang cepat.

Kota Yogyakarta dan sebagian Kabupaten Sleman telah mengalami perkembangan yang cukup pesat dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Perkembangan infrastruktur perkotaan menunjukkan wilayah tersebut berkembang sesuai dengan konsep tata ruang. Hal tersebut menunjukkan perkembangan fisik suatu wilayah yang dicirikan dengan semakin luasnya wilayah terbangun. Perkembangan tersebut memang menguntungkan secara ekonomi, namun dapat berdampak buruk pada respon hidrologi seperti peningkatan aliran permukaan, penurunan aliran dasar (*baseflow*), serta peningkatan erosi dan sedimentasi. Peningkatan aliran permukaan dapat menyebabkan terjadinya banjir di musim penghujan. Peningkatan aliran permukaan biasanya juga diikuti oleh peningkatan jumlah tanah yang tererosi sehingga akan meningkatkan jumlah beban sedimentasi pada badan perairan, misalnya saluran sungai.

SubDAS Belik merupakan daerah tangkapan air yang berada di daerah perkotaan sebagian Kota Yogyakarta dan sebagian Kabupaten Sleman. Sub DAS Belik telah beberapa kali terjadi banjir setiap hujan deras akibat dari luapan Kali Belik, bahkan pada akhir tahun 2012 terjadi luapan yang menggenangi rumah warga di Jalan Batikan, Umbulharjo dan mengakibatkan tembok asrama sekolah jebol. Kapasitas sungai sudah tidak mampu menampung aliran air. Jika kecepatan aliran semakin tinggi dan kapasitas sungai tidak mampu menampung aliran air maka kemungkinan akan terjadi pengikisan tebing-tebing sungai yang semakin intensif. Wilayah sekitarnya merupakan wilayah terbangun yang menyebabkan air tidak terinfiltasi dengan baik sehingga terjadi limpasan permukaan yang

masuk ke sistem sungai dan meningkatkan debit banjir. Kejadian banjir tersebut diartikan sebagai banjir limpasan karena tipe banjir ini berasal dari aliran limpasan permukaan yang merupakan bagian dari hujan yang mengalir di permukaan tanah sebelum masuk ke sistem sungai.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengkaji perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Belik secara spasial dan temporal pada tahun 2003 dan 2012.
2. Menghitung besar debit banjir di Sub DAS Belik pada tahun 2003 dan 2012.
3. Menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit banjir di Sub DAS Belik.

Menurut Hardjowigeno (2007), proses perubahan penggunaan lahan pada dasarnya merupakan akibat dari adanya pertumbuhan dan transformasi struktur sosial-ekonomi masyarakat yang sedang berkembang. Perkembangan tersebut terlihat dengan adanya pertumbuhan aktivitas pemanfaatan sumberdaya alam akibat meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan per kapita serta adanya pergeseran kontribusi sektor pembangunan dari sektor pertanian dan pengolahan sumberdaya alam ke aktivitas sektor sekunder (manufaktur) dan tersier (jasa). Hartanto (2009) menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan yang terjadi di DAS pada dasarnya bersifat dinamis mengikuti perkembangan penduduk dan pola pembangunan wilayah, namun perubahan pola penggunaan lahan yang tidak terkendali dan terencana dapat berpengaruh buruk terhadap daya dukung DAS terutama jika terjadi pada daerah hulu. Dampak yang ditimbulkan tidak hanya pada bagian hulu tersebut, tetapi juga pada bagian hilir. Dampak yang paling mendasar adalah perubahan aliran permukaan atau limpasan permukaan yang meliputi perubahan karakteristik debit puncak aliran dan perubahan volume limpasan.

Perubahan penggunaan lahan erat kaitannya dengan limpasan yang dapat menimbulkan genangan. Suripin (2004) menyebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan adalah faktor meteorologis yang terdiri dari intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi curah hujan serta faktor karakteristik DAS yang terdiri dari luas dan bentuk DAS, topografi, dan jenis tanah guna lahan. Adanya perubahan penggunaan lahan dapat diidentifikasi dari perubahan nilai koefisien limpasan (C) suatu Sub DAS.

Koefisien limpasan adalah cara mudah yang digunakan untuk menggambarkan rasio dari rata-rata aliran dengan rata-rata hujan yang terjadi (Hudson, 2005). Jika hujan yang terjadi kecil atau sedang, limpasan permukaan hanya terjadi pada daerah yang impermeabel dan jenuh di dalam DAS. Jika hujan yang jatuh jumlahnya lebih besar dari jumlah air yang dibutuhkan untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, simpanan depresi, dan cadangan depresi, maka akan terjadi limpasan permukaan (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Maryono (2005) berpendapat ada lima faktor penting penyebab banjir di Indonesia, yaitu faktor hujan, faktor hancurnya retensi DAS, kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai, pendangkalan sungai, dan faktor kesalahan tata wilayah serta pembangunan sarana-prasarana. Ailih fungsi lahan misalnya dari hutan menjadi perumahan akan menyebabkan kemampuan DAS untuk menahan air di bawah hulu (retensi DAS) berkurang secara drastis. Seluruh air hujan akan dilepaskan ke bagian hilir. Semakin besar retensi suatu DAS, maka semakin baik karena air hujan dapat diresapkan dengan baik hingga secara perlahan dialirkan ke sungai sehingga tidak menimbulkan banjir.

Banjir perkotaan berawal dari hasil kombinasi kejadian meteorologis dan hidrologis, misalnya pengendapan dan aliran yang ekstrim. Banjir juga dapat terjadi karena urbanisasi, termasuk pertumbuhan dan perkembangan kota yang tidak terencana untuk dataran banjir maupun kerusakan bendungan yang gagal dalam pembangunan yang telah direncanakan (Jha, 2012). Pengaruh urbanisasi secara umum pada karakteristik suatu DAS adalah berkurangnya infiltrasi ke dalam tanah dan meningkatkan kecepatan aliran. Urbanisasi juga berpengaruh pada keseimbangan air karena perubahan pola drainase (Wohl, 2000 dalam Mansell, 2003).

Banjir terjadi ketika limpasan dalam volume besar mengalir dengan cepat ke dalam saluran-saluran dan sungai. Debit puncak banjir dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah intensitas dan durasi hujan, topografi dan geologi, vegetasi, serta kondisi hidrologi sebelum hujan. Dampak hidrologis yang cukup besar akibat pembangunan perkotaan seringkali terjadi pada daerah aliran sungai yang kecil. Sebelum pembangunan yang semakin meningkat, banyak curah hujan yang jatuh di lembah akan menjadi aliran bawah permukaan,

pengisian akuifer atau pemanfaatan ke jaringan aliran hilir. Pembangunan perkotaan benar-benar dapat mengubah bentangalam pada daerah aliran sungai yang kecil, tidak seperti pada daerah aliran sungai yang lebih besar dengan vegetasi alam dan tanah yang masih dipertahankan (Konrad, 2003).

METODE PENELITIAN

Data yang Dikumpulkan

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil pengukuran morfometri sungai untuk mengetahui kapasitas sungai yang terdiri dari dari lebar penampang sungai, kedalaman tiap segmen, panjang saluran sungai yang diukur, dan panjang penampang saluran. Data sekunder yang digunakan adalah:

1. Data curah hujan Stasiun Santan, Beran, dan Nyemengan tahun 2003-2012.
2. Citra GeoEye Kota Yogyakarta dan sekitarnya tahun 2003.
3. Data kontur DIY.
4. Peta RBI Lembar Timoho 1408-224 skala 1:25.000

Perubahan Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan Sub DAS Belik tahun 2003 diketahui dengan interpretasi citra GeoEye. Klasifikasi penggunaan lahan berdasarkan *Georgia Stormwater Management* (2001) pada Tabel 1. Peta hasil interpretasi tersebut digunakan untuk cek lapangan sehingga diketahui penggunaan lahan tahun 2012. Persentase perubahan masing-masing penggunaan lahan dapat diketahui dengan metode tumpang susun (*overlay*) peta penggunaan lahan tahun 2003 dan 2012.

Tabel 1. Nilai Koefisien Limpasan (C) untuk Metode Rasional

Penggunaan Lahan	C	Penggunaan Lahan	C
Halaman		Industri	
Tanah berpasir, datar, 2%	0,10	Ringan	0,70
Tanah berpasir, rata-rata, 2-7%	0,15	Berat	0,80
Tanah berpasir, miring, >7%	0,20	Taman, kuburan	0,25
Tanah lempung, datar, 2%	0,17	Taman bermain	0,35
Tanah lempung, rata-rata, 2-7%	0,22	Rel kereta api	0,40
Tanah lempung, miring, >7%	0,35	Jalan	
Hutan/Bervegetasi		Aspal dan beton	0,95
Perkantoran		Batu batu	0,85
Perkotaan	0,95	Trotoar dan atap	0,95
Pinggiran	0,70	Daerah berkerikil	0,50
Perumahan		Tanah kosong (tidak ada penutup berupa tanaman)	
Permukiman (Rumah tinggal)	0,50	Tanah berpasir, datar, 0-5%	0,30
Multi-unit, terpisah	0,60	Tanah berpasir, rata-rata, 5-10%	0,40
Multi-unit, tergabung	0,70	Tanah lempung, datar, 0-5%	0,50
Permukiman (Perkampungan)	0,40	Tanah lempung, rata-rata, 5-10%	0,60
Apartemen	0,70		

Sumber: *Georgia Stormwater Management*, 2001

Kapasitas Saluran Sungai

Lokasi pengukuran dipilih dengan metode *pusposive sampling*. Lokasi pengukuran diambil pada saluran yang pernah mengalami luapan. Metode ini bertujuan untuk mengetahui debit maksimum yang dapat mewakili kapasitas saluran Sungai Belik. Pengukuran dilakukan pada alur sungai yang lurus, stabil, dan memiliki kedalaman aliran yang cukup. Kapasitas sungai dihitung berdasarkan rumus Manning yaitu (Chow, 1959):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots \quad (1)$$

$$Q_C \equiv V x A \dots \quad (2)$$

Keterangan:

V : Kecepatan aliran rata-rata (m/detik)

n : Koefisien kekasaran Manning

A : Luas penampang (m^2)

A . Luas pellalimpang (m²)
Qc: Debit aliran (m³/detik)

B : Jari-jari hidrolik (m)

R : Jari-jari hidrolik (m)
S : Kemiringan permukaan eliran

S : Kemiringan permukaan aliran
 Luas penampang didapatkan dari data lebar sungai bagian atas dan kedalaman maksimum jika penampangnya berbentuk persegi dan apabila bentuk penampangnya trapesium, maka data lebar sungai bagian bawah juga dibutuhkan. Jari-jari hidrolik diketahui dari hasil bagi antara luas penampang dan perimetre penampang sedangkan kemiringan saluran diukur dengan *abney level* dengan satuan derajat atau persen kemudian dikonversi ke dalam bentuk desimal. Koefisien kekasaran Manning (*n*) ditentukan berdasarkan klasifikasi dari Cowan untuk sungai kecil yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.Kekasaran Dinding Alur Sungai Berdasarkan Manning

Keadaan Saluran		Harga n
Material dasar	Tanah Batu Gravel halus Gravel kasar	n ₀ 0,020 0,025 0,024 0,028
Tingkat ketidak seragaman saluran	Halus Agak halus Sedang Kasar	n ₁ 0,000 0,005 0,010 0,020
Variasi penampang melintang saluran	Lambat laun Kadang-kadang berubah Sering berubah	n ₂ 0,000 0,005 0,010 - 0,015
Pengaruh adanya bangunan, penyempitan dan lain-lain pada penampang melintang	Diabaikan Agak berpengaruh Cukup berpengaruh Sangat berpengaruh	n ₃ 0,000 0,010 - 0,015 0,020 - 0,030 0,040 - 0,060
Tanaman	Rendah Sedang Tinggi Sangat tinggi	n ₄ 0,005 - 0,010 0,010 - 0,025 0,025 - 0,050 0,050 - 0,100
Tingkat Meander	Rendah Menengah Tinggi	n ₅ 1,000 1,150 1,300
Keterangan: n = (n ₀ +n ₁ +n ₂ +n ₃ +n ₄) m _c		

Sumber: Chow 1959

Penentuan Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan peta penggunaan lahan Sub DAS Belik tahun 2003 dan 2012. Nilai koefisien limpasan digunakan sebagai salah satu indikator kondisi fisik suatu DAS yang berkisar antara 0-1. Semakin mendekati nilai 0 maka semakin baik kondisi suatu DAS, sedangkan semakin mendekati nilai 1 maka kondisi DAS semakin kritis (Suripin, 2004). Tabel 1 menunjukkan berbagai nilai C untuk pemakaian dalam metode rasional untuk penggunaan lahan yang seragam. Kondisi ini sangat jarang dijumpai untuk suatu DAS karena terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan sehingga nilai C yang digunakan adalah C rata-rata yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \quad (3)$$

Keterangan:

Ai: luas lahan dengan jenis penggunaan lahan i
 Ci: koefisien limpasan dengan jenis penggunaan lahan i

n: jumlah jenis penggunaan lahan

Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi T_c (*time of concentration*) adalah waktu tempuh yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (*outlet*) (Asdak, 2010). Waktu konsentrasi merupakan salah satu variabel yang digunakan untuk menentukan besarnya intensitas hujan rancangan yang ditentukan dengan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam Asdak (2010).

$$Tc = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385} \dots \dots \dots \quad (4)$$

Keterangan:

Tc : waktu konsentrasi (menit)

L : panjang maksimum aliran (meter)

S : kemiringan rata-rata saluran

Intensitas Hujan Rancangan (I)

Data yang tersedia adalah curah hujan harian sehingga data diolah dengan langkah sebagai berikut untuk mendapatkan hujan maksimum rata-rata Sub DAS.

1. Menentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu stasiun hujan.
 2. Mencari besarnya curah hujan maksimum untuk pos hujan yang lain.

3. Menghitung hujan DAS dengan metode poligon Thiessen yaitu sebagai berikut.

$$P = \frac{P1A1 + P2A2 + \dots + PnAn}{A1 + A2 + \dots + An} \dots \dots \dots (5)$$

Nilai curah hujan yang terpilih setiap tahunnya kemudian digunakan untuk perhitungan curah hujan rancangan dengan langkah sebagai berikut.

1. Mengurutkan data hujan harian maksimum rata-rata dari besar ke kecil.
 2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari kecil ke besar, yaitu: *mean* (X), *standard deviation* (S), *Coefficient of variation* (Cv), *Coefficient of skewness* (Cs), dan *Coefficient of kurtosis* (Ck).
 3. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik yang ada.
 4. Melakukan pengujian dengan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov untuk mengetahui apakah jenis distribusi yang dipilih sudah tepat.
 5. Menghitung besaran curah hujan rancangan untuk kala ulang tertentu berdasarkan jenis distribusi yang dipilih, yang dinyatakan dengan rumus sederhana sebagai berikut

Keterangan:

X_T : hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

Xr : besaran rata-rata

S : simpangan baku

K_T : faktor frekuensi untuk kala ulang T tahun

6. Menghitung curah hujan rancangan menjadi intensitas curah hujan dengan menggunakan persamaan Mononobe sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots \dots \dots \quad (7)$$

Keterangan:

I : intensitas hujan (mm/jam)

t : lamanya hujan (jam)

R₂₄: curah hujan maksimum selama 24 jam

7. Penggambaran kurva intensitas-durasi-frekuensi (IDF) dengan kala ulang tertentu.

Debit Banjir Maksimum Metode Rasional

Sub DAS Belik termasuk DAS yang kecil, kurang dari 50 km^2 sehingga metode rasional dapat diterapkan untuk perhitungan debit. Asumsi dari metode rasional adalah hujan merata di seluruh bagian DAS, lamanya hujan dianggap sama dengan waktu konsentrasi, dan tidak terdapat ledokan-ledokan di DAS (Suripin,

2004). Rumus yang digunakan untuk menghitung debit maksimum adalah sebagai berikut.

Keterangan:

Qp: debit maksimum yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi, dan frekuensi tertentu (m^3/detik)

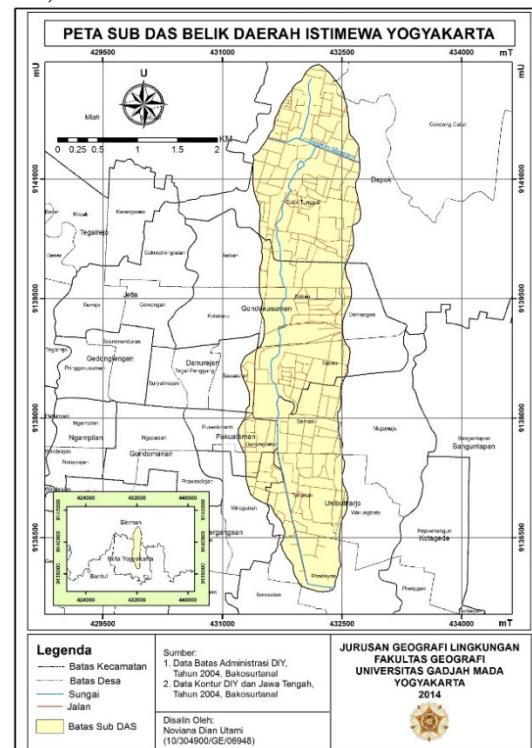
C: koefisien aliran/limpasan tergantung pada jenis penggunaan lahan

I: intensitas hujan dengan durasi hujan yang

A: sama dengan waktu konsentrasi (mm/jam)
A: luas daerah tangkapan/DAS (km^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sub DAS Belik merupakan *catchment area* yang terletak di wilayah urban Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara astronomis Sub DAS Belik terletak antara $7^{\circ}45'28''$ LS - $7^{\circ}49'3''$ LS dan $110^{\circ}22'33''$ BT - $110^{\circ}23'24''$ BT atau pada zona 49 M dengan koordinat antara 431197 mT-432737 mT dan 9135817 mU-9142437 mU. Sub DAS Belik secara administratif mencakup dua kabupaten/kota yaitu sebagian Kabupaten Sleman dan sebagian Kota Yogyakarta (Gambar 1). Sub DAS Belik mencakup sebagian Kecamatan Depok, sebagian Kecamatan Gondokusuman, sebagian kecil Kecamatan Pakualaman, Danurejan, dan Mergangsan, serta sebagian Kecamatan Umbulharjo dengan luasan total $6,84 \text{ km}^2$.



Gambar 1. Peta Administrasi Sub DAS Belik, Daerah Istimewa Yogyakarta

Interpretasi penggunaan lahan dilakukan dengan memperhatikan unsur-unsur interpretasi yaitu rona, warna, bentuk, tekstur, asosiasi, pola, dan situs. Sub DAS Belik telah mengalami perubahan penggunaan lahan dalam kurun waktu 10 tahun. Beberapa penggunaan lahan mengalami pertambahan luasan dan ada pula penggunaan lahan yang berkurang luasannya (Tabel 3). Daerah yang bervegetasi luasnya berkurang sebesar 23,47 Ha menjadi 56,81 Ha pada tahun 2012. Luasan tersebut berkurang sebanyak 3,43 % dari tahun 2003. Luas daerah bervegetasi yang berkurang cukup terlihat pada Gambar 2 bila dibandingkan dengan Gambar 3. Daerah bervegetasi merupakan penggunaan lahan yang luasannya berkurang paling banyak. Daerah bervegetasi yang dimaksud adalah daerah dengan tutupan lahan berupa vegetasi. Daerah bervegetasi kebanyakan terdiri dari pepohonan rindang yang terdapat pada beberapa lokasi, rerumputan, sawah, dan kebun campuran.

Tabel 3. Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Belik Tahun 2003-2012

Penggunaan Lahan	2003		2012		Perubahan	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Bervegetasi	80.28	11.74	56.81	8.31	-23.47	-3.43
Halaman (Beraspal/beton)	10.91	1.60	16.90	2.47	5.99	0.88
Halaman (Tanah berpasir, datar)	17.52	2.56	11.12	1.63	-6.40	-0.94
Jalan Beraspal	39.59	5.79	39.59	5.79	0.00	0.00
Lapangan	8.32	1.22	7.90	1.16	-0.42	-0.06
Makam	7.26	1.06	7.66	1.12	0.40	0.06
Permukiman	208.17	30.44	196.01	28.66	-12.16	-1.78
Perumahan	73.35	10.73	96.20	14.07	22.86	3.34
Perkantoran	164.72	24.09	174.58	25.53	9.86	1.44
Pertokoan	30.61	4.48	41.36	6.05	10.75	1.57
Taman Bermain	0.80	0.12	1.40	0.21	0.60	0.09
Tanah Kosong (berpasir,datar)	38.91	5.69	30.90	4.52	-8.01	-1.17
Tubuh air	3.39	0.50	3.39	0.50	0.00	0.00
Total	683.83	100.00	683.83	100.00		

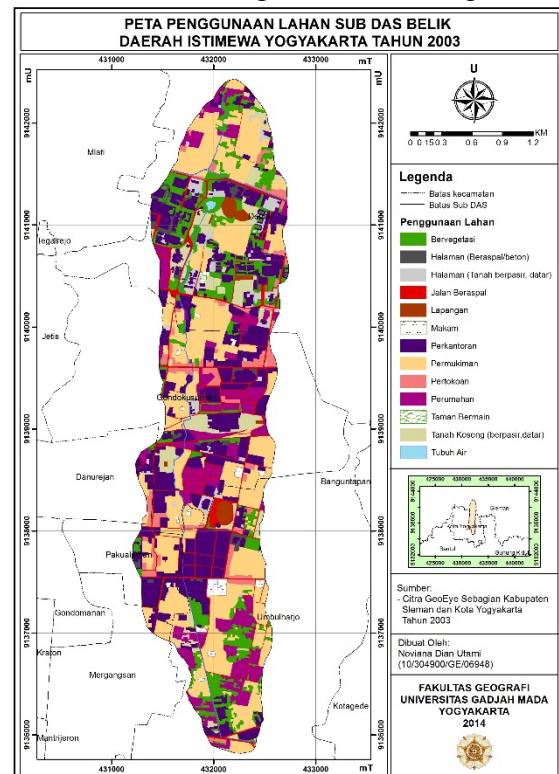
Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

Penggunaan lahan lain yang luasnya berkurang antara lain adalah halaman datar dengan tanah berpasir, lapangan, permukiman, dan tanah kosong yang berpasir dan datar. Luas penggunaan lahan halaman berkurang sebesar 6,40 Ha atau 0,94 %, lapangan berkurang sebesar 0,42 Ha atau 0,06 %, permukiman berkurang 12,16 Ha atau 0,81 %, dan tanah kosong berkurang sebesar 8,01 Ha atau 1,17 %.

Penggunaan lahan yang berkurang tersebut mengalami perubahan penggunaan lahan sehingga terdapat penggunaan lahan yang luasnya bertambah, antara lain halaman (berspal/beton), perkantoran, pertokoan, perumahan, dan taman bermain. Halaman

(beraspal/beton) bertambah luasnya sebesar 5,99 Ha (0,88 %), perkantoran bertambah sebesar 9,86 Ha (1,44 %), pertokoan bertambah sebesar 10,75 Ha (1,57 %), perumahan bertambah sebesar 22,86 Ha (3,34 %), dan taman bermain bertambah sebesar 0,60 Ha (0,09 %).

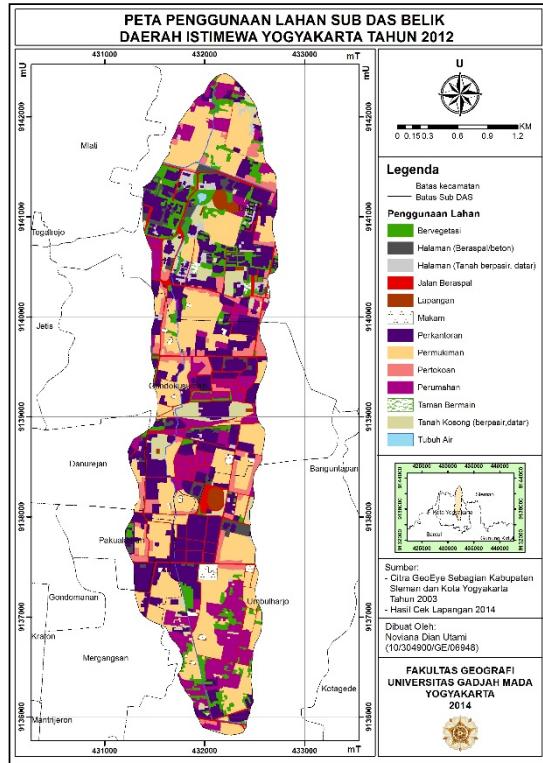
Daerah bervegetasi dan tanah kosong paling banyak berubah menjadi perkantoran, pertokoan, maupun perumahan. Hal tersebut dapat terlihat dari jumlah luas yang berkurang paling banyak dari kedua penggunaan lahan tersebut sedangkan penggunaan lahan yang berbentuk bangunan mengalami peningkatan luas. Gambar 3 menunjukkan daerah bervegetasi banyak berkurang, baik pada bagian utara maupun bagian selatan sub DAS. Vegetasi yang berupa sawah pada bagian selatan sub DAS (Kecamatan Umbulharjo) banyak berubah menjadi perumahan, namun masih terdapat beberapa sawah yang produktif di antara perumahan tersebut. Vegetasi dan tanah kosong yang berada di bagian utara sub DAS (sebagian Desa Caturtunggal) sebagian besar berubah menjadi perumahan. Pertokoan meluas pada bagian tengah sub DAS yang termasuk dalam sebagian Kecamatan Gondokusuman, terutama Kelurahan Klitren, Sagan, dan Demangan.



Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan Sub DAS Belik Tahun 2003

Kebutuhan akan tempat tinggal semakin meningkat seiring dengan jumlah penduduk

yang bertambah sehingga memperbesar kemungkinan terjadinya alih fungsi lahan. Lahan sawah yang dibangun menjadi perumahan dapat pula dikarenakan sawah tersebut sudah tidak produktif. Vegetasi yang berubah di sekitar kampus UGM hanya sebagian kecil sehingga pada peta tidak terlalu terlihat perubahannya. Perubahan tersebut antara lain wilayah perkantoran perpustakaan pusat UGM, *food court* lembah UGM dan area parkirnya, serta Gedung Olahraga UNY yang belum ada pada tahun 2003. Penggunaan lahan pertokoan juga semakin bertambah di sekitar area kampus UNY. Kebutuhan hidup yang semakin meningkat seiring berkembangnya zaman membuat orang terpicu untuk membuka lapangan usaha yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

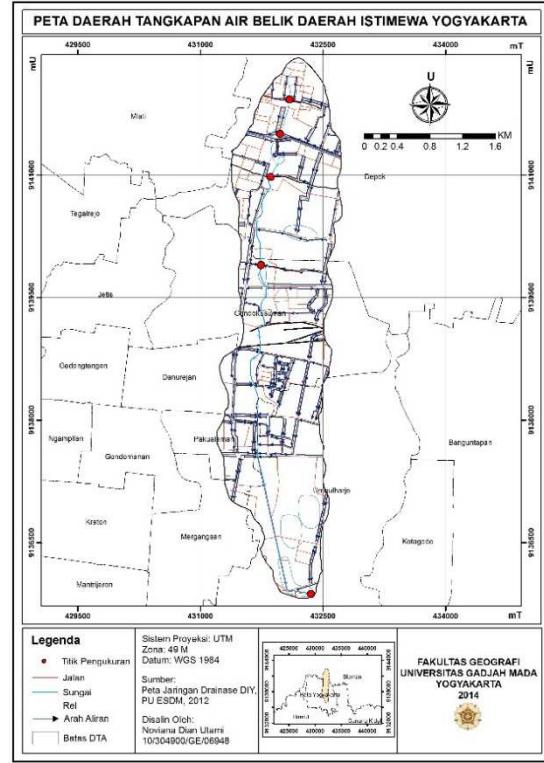


Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Sub DAS Belik Tahun 2012

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi antara tahun 2003 dan 2012 tidak terlalu signifikan apabila dilihat dari persentase perubahan luasnya, namun berkurangnya jumlah vegetasi penutup lahan artinya semakin mempersempit daerah resapan air hujan di perkotaan karena meningkatkan jumlah lahan terbangun dan kedap air. Air hujan yang jatuh ke permukaan lahan tidak dapat terfiltrasi dengan sempurna sehingga menyebabkan genangan pada beberapa titik di

wilayah urban Sub DAS Belik. Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan lahan masuk menuju alur sungai sehingga meningkatkan debit alirannya.

Perhitungan debit banjir metode rasional memerlukan data koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan. Perhitungan koefisien limpasan dilakukan pada masing-masing Daerah Tangkapan Air (DTA) di Sub DAS Belik yang memiliki keluaran atau outlet pada masing-masing saluran yang dijadikan sampel (Gambar 4). Luas daerah tangkapan air masing-masing adalah $0,28 \text{ km}^2$; $0,76 \text{ km}^2$; $1,35 \text{ km}^2$; $2,67 \text{ km}^2$; dan $6,84 \text{ km}^2$. Batas daerah tangkapan ditentukan berdasarkan saluran drainase yang arah alirannya menuju outlet yang bersangkutan.



Gambar 4. Peta Pembagian Daerah Tangkapan Air (DTA) Belik

Hasil perhitungan koefisien limpasan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4. Koefisien limpasan rata-rata setiap DTA mengalami perubahan pada tahun 2012 yaitu peningkatan nilai koefisien limpasan dari tahun sebelumnya. Perubahan koefisien limpasan rata-rata berkisar antara 5,17 % - 16,28 %. DTA Karangwuni mempunyai persentase perubahan yang paling kecil kedua yaitu 6,98 % sedangkan DTA Klebengan mempunyai persentase perubahan yang paling besar yaitu 16,28 %. DTA dengan

outlet utama yang merupakan keseluruhan wilayah Sub DAS Belik memiliki perubahan sebesar 5,17 %.

Tabel 4. Perbandingan Perubahan Koefisien Limpasan Rata-Rata di Sub DAS Belik

DTA	C 2003	C 2012	Perubahan (%)
Karangwuni	0.43	0.46	6,98
Klebengan	0.43	0.50	16,28
Lembah	0.49	0.54	10.20
Klitren	0.52	0.58	11.54
Utama	0.58	0.61	5.17

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

Peningkatan nilai koefisien limpasan dikarenakan terjadi perubahan penggunaan lahan di daerah kajian. Penggunaan lahan di perkotaan pada dasarnya sebagian besar memang merupakan bangunan baik gedung maupun rumah dan perumahan, tetapi masih terdapat tumbuhan hijau pada beberapa sudut tertentu walaupun dalam jumlah yang terbatas. Selain itu, masih terdapat pula tanah yang masih dibiarkan kosong sehingga masih ada ruang air hujan untuk terinfiltasi ke dalam tanah. Nilai perubahan koefisien limpasan Sub DAS Belik (DTA utama) tidak mencapai 10 % karena bagian selatan Sub DAS masih terdapat lahan pertanian yang cukup produktif yang berada di daerah Umbulharjo dan juga daerah yang bervegetasi di wilayah kampus UGM tidak terlalu banyak mengalami perubahan. Lahan terbuka juga masih terdapat pada beberapa petak di sepanjang Jalan Batikan. Namun demikian perubahan penggunaan lahan dari daerah bervegetasi menjadi lahan terbangun tetap menyumbangkan kontribusi yang besar terhadap kenaikan koefisien aliran karena lahan terbangun memiliki nilai C yang lebih besar dibandingkan daerah bervegetasi maupun lahan terbuka.

Intensitas hujan rancangan daerah kajian diperoleh dengan perhitungan menggunakan rumus Mononobe pada persamaan 7. Hasil perhitungan curah hujan rancangan (X_T) dengan distribusi Log Pearson III digunakan sebagai $R24$ dan waktu konsentrasi digunakan sebagai t . Waktu konsentrasi yang diperlukan oleh outlet Karangwuni, Klebengan, Lembah, Klitren, dan outlet utama secara berturut-turut adalah 0,14 jam, 0,28 jam, 0,40 jam, 0,70 jam, dan 1,81 jam. Intensitas hujan yang digunakan untuk menghitung debit maksimum tahun 2003 dan 2012 diasumsikan sama karena menggunakan fungsi probabilitas.

Debit banjir dengan berbagai kala ulang mengalami peningkatan di seluruh DTA berdasarkan Tabel 5-Tabel 9. DTA Karangwuni, Klebengan, Lembah, dan Klitren memiliki kapasitas saluran sungai (Q_c) yang lebih kecil daripada nilai debit banjir (Q_p). Hal tersebut berarti saluran sungai tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi pada setiap kala ulang. DTA utama memiliki kapasitas saluran sungai yang paling besar yaitu $36,07 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai Q_c tersebut lebih besar dibandingkan nilai debit banjir pada kala ulang 2 tahun sehingga saluran masih mampu menampung dan melalukan debit banjir tersebut. Debit banjir dengan kala ulang 5, 10, dan 20 tahun di DTA utama sudah tidak dapat tertampung seluruhnya karena telah melampaui nilai kapasitas sungainya.

Tabel 5. Debit Banjir Rancangan di DTA Karangwuni

Kala Ulang (Tahun)	C	I(mm/jam)	A (km ²)	Q _p (m ³ /s)	Q _c (m ³ /s)
2	0.46	139.0	0.28	4.98	1.82
5	0.46	174.7	0.28	6.25	1.82
10	0.46	194.7	0.28	6.97	1.82
20	0.46	211.6	0.28	7.58	1.82

Tabel 6. Debit Banjir Rancangan di DTA Klebengan

Kala Ulang (Tahun)	C	I(mm/jam)	A (km ²)	Q _p (m ³ /s)	Q _c (m ³ /s)
2	0.50	89.4	0.76	9.45	5.05
5	0.50	112.4	0.76	11.88	5.05
10	0.50	125.3	0.76	13.24	5.05
20	0.50	136.2	0.76	14.39	5.05

Tabel 7. Debit Banjir Rancangan di DTA Lembah

Kala Ulang (Tahun)	C	I(mm/jam)	A (km ²)	Q _p (m ³ /s)	Q _c (m ³ /s)
2	0.54	70.2	1.35	14.22	7.49
5	0.54	88.2	1.35	17.87	7.49
10	0.54	98.3	1.35	19.92	7.49
20	0.54	106.9	1.35	21.66	7.49

Tabel 8. Debit Banjir Rancangan di DTA Klitren

Kala Ulang (Tahun)	C	I(mm/jam)	A (km ²)	Q _p (m ³ /s)	Q _c (m ³ /s)
2	0.58	47.9	2.66	20.54	8.58
5	0.58	60.2	2.66	25.81	8.58
10	0.58	67.1	2.66	28.77	8.58
20	0.58	72.9	2.66	31.28	8.58

Tabel 9. Debit Banjir Rancangan di DTA utama

Kala Ulang (Tahun)	C	I(mm/jam)	A (km ²)	Q _p (m ³ /s)	Q _c (m ³ /s)
2	0.61	25.4	6.84	29.49	36.07
5	0.61	32.0	6.84	37.07	36.07
10	0.61	35.6	6.84	41.32	36.07
20	0.61	38.7	6.84	44.92	36.07

Debit banjir yang tidak dapat dilalukan atau tertampung seluruhnya oleh saluran sungai dapat menjadi luapan air yang menggenangi daerah di sekitarnya pada musim penghujan. Hal tersebut merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya banjir di perkotaan. Saluran sungai yang berada di Karangwuni, Klebengan, dan Klitren berada di tengah perkampungan padat penduduk sehingga terjadinya luapan air sungai sangat dirasakan dampaknya oleh penduduk yang tinggal di daerah tersebut. Saluran utama sungai yang berada di daerah Pandeyan berada dekat dengan jalan raya sehingga aktivitas penduduk akan terganggu apabila sungai meluap dan menggenangi jalan serta komplek pertokoan dan perkantoran di sekitarnya. Saluran sungai yang terletak di Lembah UGM berada pada penggunaan lahan yang bervegetasi cukup rapat sehingga luapan sungai diperkirakan hanya akan menggenangi daerah sekitar sungai tersebut dan tidak menimbulkan banyak kerugian karena pusat aktivitas penduduk cukup jauh dari sungai serta berada di elevasi yang lebih tinggi.

Debit yang semakin besar pada setiap kala ulang dikarenakan intensitas hujan juga semakin tinggi sesuai dengan konsep bahwa semakin besar kala ulang maka intensitas hujan semakin tinggi. Debit aliran yang bertambah besar juga tidak lepas dari pengaruh meningkatnya nilai koefisien limpasan rata-rata pada masing-masing DTA. Hal tersebut terjadi karena perubahan penggunaan lahan di daerah kajian. Fenomena yang terjadi di Sub DAS Belik adalah debit maksimum meningkat sedangkan kapasitas sungai cenderung tetap sehingga debit yang tidak dapat tertampung semakin besar, akibatnya terjadilah fenomena banjir di perkotaan yang frekuensi kejadiannya semakin banyak.

Tabel 10. Perbandingan Debit Banjir Maksimum di Sub DAS Belik
Tahun 2003 dan 2012

DTA	C		I (mm/jam)	A (km ²)	Q _p	
	2003	2012			2003	2012
Karangwuni	0.43	0.46	141.1	0.28	4.72	5.05
Klebengan	0.43	0.50	90.9	0.76	8.25	9.60
Lembah	0.49	0.54	71.3	1.35	13.11	14.44
Klitren	0.52	0.58	48.6	2.66	18.70	20.86
utama	0.58	0.6	25.8	6.84	28.48	29.47

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

Perubahan koefisien limpasan rata-rata pada sub DAS telah terbukti dapat menaikkan

debit banjir maksimum karena keduanya berbanding lurus (Tabel 10). Walaupun perubahannya tidak terlalu besar, penggunaan lahan yang berubah tetap dianggap berkontribusi terhadap kenaikan koefisien limpasan sehingga menaikkan debit banjir maksimum. Penggunaan lahan dan aktivitas manusia juga mempengaruhi debit banjir maksimum dengan memodifikasi hujan yang disalurkan oleh permukaan lahan ke dalam alur sungai. Daerah perkotaan seperti Sub DAS Belik yang didominasi oleh penggunaan lahan berupa bangunan dan jalan memiliki kapasitas yang kurang untuk menyimpan curah hujan. Tanah yang seharusnya bersifat permeabel berubah menjadi kedap air sehingga mengurangi infiltrasi air ke dalam tanah dan mempercepat limpasan mengalir ke selokan dan sungai. Kapasitas yang rendah dan limpasan permukaan yang sangat cepat di daerah perkotaan menyebabkan aliran permukaan meningkat lebih cepat selama hujan lebat serta memiliki rata-rata debit maksimum yang lebih tinggi daripada DAS dengan karakteristik non-urban. Selain itu, volume air yang dialirkan selama banjir cenderung lebih besar di daerah perkotaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan lahan di Sub DAS Belik antara tahun 2003 dan 2012 yang paling banyak berkurang luasannya adalah daerah bervegetasi yaitu seluas 23,47 Ha (3,43 %) diikuti oleh tanah kosong seluas 8,01 Ha (1,17 %), dan halaman dengan tanah berpasir yang mengalami perubahan seluas 6,40 Ha (0,94 %) sedangkan penggunaan lahan yang banyak mengalami pertambahan luas antara lain perumahan dengan perubahan seluas 22,86 Ha (3,34 %), pertokoan seluas 10,75 Ha (1,57 %), dan perkantoran seluas 9,86 Ha (1,44 %). Perubahan penggunaan lahan banyak terjadi baik pada Sub DAS bagian utara (Desa Caturtunggal), bagian tengah (Kelurahan Klitren, Sagan, dan Demangan) maupun bagian selatan (Umbulharjo), terutama daerah bervegetasi menjadi penggunaan lahan dalam bentuk bangunan yang bersifat kedap air.
- Debit banjir di Sub DAS Belik (DTA utama) pada tahun 2003 adalah 28,48m³/detik dan mengalami kenaikan menjadi 29,47 m³/detik

pada tahun 2012. Kapasitas sungai DTA utama sebesar 36,07 m³/detik mampu menampung debit banjir yang melaluinya pada kala ulang 2 tahun karena kapasitasnya lebih besar daripada debit banjir.

3.Daerah kajian secara keseluruhan mengalami peningkatan nilai koefisien limpasan antara 4,55 % - 13,95 % karena perubahan penggunaan lahan menjadi lahan yang kedap air. Penggunaan lahan yang berubah tetap dianggap berkontribusi terhadap peningkatan koefisien limpasan. Perubahan koefisien limpasan rata-rata di daerah kajian telah menaikkan debit banjir maksimumnya karena keduanya berbanding lurus.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Cetakan Kelima)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Chow, V.T., David R. M., dan Larry W. M. 1988. *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Chow, V.T. 1959. *Handbook of Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Hadisusanto, Nugroho. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Yogyakarta: Jogja Mediautama.
- Hardjowigeno dan Widiatmaka. 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Haubner, S., Andy R., Ted B., dan Tom D. 2001. *Georgia Stormwater Management Manual Volume 2: Technical Handbook (Cetakan Pertama)*. Georgia: AMEC Earth and Environmental Center for Watershed Protection.
- Hudson. 1995. *Soil Conservation*. State University Press, IOWA.
- Jha, A.K., Robin B., dan Jessica L. *Kota dan Banjir: Panduan Pengelolaan Terintegrasi untuk Risiko Banjir Perkotaan di Abad 21*. Washington DC: The World Bank and GFDRR.
- Joesron, L. 1992. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air (Cetakan Kedua)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Kodoatie, J.R. dan Sugiyanto. 2002. *Banjir, Beberapa Masalah dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Konrad, C.P. 2003. *Effects of Urban Development on Floods*. USGS science for a changing world.
- Linsley, R. K., Max A. K., and Joseph H.P. 1996. *Hidrologi untuk Insinyur (edisi ketiga)*. Jakarta: Erlangga.
- Mansell, M.G. 2003. *Rural and Urban Hydrology*. London: Thomas Telford Publishing.
- Maryono, A. 2005. *Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mather, A.S. 1986. *Land Use*. New York: Longman Inc.
- Ritohardoyo, S. 2009. *Penggunaan dan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soemarto, C.D. 1995. *Hidrologi Teknik (Edisi Kedua)*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi- Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai-Hidrometri*. Bandung: Penerbit NOVA.
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharmma.
- Sudjarwadi. 1987. *Teknik Sumberdaya Air*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS-FT-UGM.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Suroso. 2006. Analisis Curah Hujan untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas. *Jurnal Teknik Sipil Volume 3, No.1: 37-40, Januari 2006*.
- Susilowati dan Dyah I.K. 2010. Analisa Karakteristik Curah Hujan dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Propinsi Lampung. *Jurnal Rekayasa Volume 14 No.1: 47-56, April 2010*.
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan (Cetakan Kedua)*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Vink, A.P.A. 1975. *Land Use in Advancing Agriculture*. New York: Springer Verlag.
- Wanielista, M.P. 1990. *Hydrology and Water Quality Control*. Florida: John Wiley & Sons.