

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Runoff

Menurut Murtiono (2008), Runoff atau aliran permukaan merupakan air yang berasal dari air hujan yang menjulur di permukaan tanah. Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar baseflow, sementara total aliran disebut debit runoff. Air yang tersimpan di waduk, danau, dan sungai di sebut air permukaan surface water (Alvin, 2017). Menurut Chow dkk. (1998), untuk perhitungan debit aliran permukaan dapat dianalisis dengan beberapa hal seperti nilai koefisien tata guna lahan, intensitas hujan dan luas area tangkapan hujan.

Menurut Suripin (2003), Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung semakin tinggi dan semakin besar periode ulangnya (Suripin, 2003). Konsep periode ulang seharusnya tidak boleh diartikan bahwa suatu kejadian hujan atau banjir besar dengan periode ulang misalnya 20 tahun akan berlangsung setiap 20 tahun, melainkan apabila kejadian terjadi pada tahun ini, maka probabilitas kejadian tersebut akan terulang lagi tahun depan adalah 5%. Besarnya periode ulang menunjukkan interval tahun rata-rata berlangsungnya kejadian ekstrem dalam kurun waktu yang sangat panjang (Asdak, 2002).

Nilai koefisien limpasan merupakan nilai pengaliran berdasarkan tata guna lahan yang terdapat pada daerah tersebut. Menurut Rahim (2006), koefisien pengaliran merupakan kombinasi dari tiga faktor, yaitu topografi, penggunaan lahan, dan tekstur tanah. Nilai C umumnya sudah diklasifikasikan berdasarkan penelitian-

penelitian yang sudah ada. Berdasarkan Peraturan Kementrian Pekerjaan Umum No 12 Tahun 2012 kategori nilai koefisien limpasan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Koefisien Limpasan

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Perdagangan	0.7-0.95	Jalan	0.7-0.95
Pemukiman	0.3-0.7	Lapangan Rumput, Berpasir	0.005-0.2
Industri	0.5-0.9	Lapangan Rumput, Tanah Keras	0.13-0.35
Taman, Kuburan	0.1-0.25		
Lapangan Bermain	0.1-0.25		
Daerah Halaman Ka	0.2-0.4		
Daerah Tidak Terawat	0.1-0.3		

Sumber Permen PU no 12 tahun 2014

Analisa hidrologi dilakukan dengan data curah hujan. Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim dan hidrologis yang sangat penting. Curah hujan yang cukup menjamin tersedianya kebutuhan air bagi manusia, hewan, dan tanaman. Pada kondisi ekstrim, curah hujan dapat pula menyebabkan terjadinya banjir atau kekeringan. Curah hujan diperlukan dalam pendugaan ketersediaan air bagi tanaman, penentuan batas antara musim hujan dan musim kemarau, serta dalam pengendalian atauantisipasi banjir ataupun kekeringan (Prasasti, 2000). Pengetahuan tentang distribusi curah hujan menjadi dasar untuk mengetahui daerah mana saja yang rawan banjir berdasarkan nilai curah hujan (Balitklinmat, 2007).

2.2 Banjir

Banjir merupakan peristiwa dimana daratan yang biasanya kering (bukan daerah rawa) menjadi tergenang oleh air, hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi wilayah yang merupakan dataran rendah hingga cekung. Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Banjir juga dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain (Ligal, 2008).

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir alami dan banjir oleh tindakan manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan lingkungan seperti : perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak tepat. Berdasarkan Peraturan Kementrian Pekerjaan umum No 12 Tahun 2012 kriteria parameter genangan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Genangan

No	Parameter Genangan	Nilai	Persentase Nilai
1	Tinggi Genangan		
	> 0.5 m		100
	0.3 m - 0.5 m		75
	0.2 m - < 0.3 m	35	50
	0.1 m - < 0.2 m		25
	< 0.10 m		0

2	Luas Genangan		
	> 8 ha		100
	4 – 8 ha		75
	2 – < 4 ha	25	50
	1 – < 2 ha		25
	< 1 ha		0
3	Lamanya Genangan		
	> 8 jam		100
	4 – 8 jam		75
	4 – < 4 jam	20	50
	1 – 2 jam		25
	< 1 jam		0
4	Frekuensi Genangan		
	Sangat sering (10 kali/tahun)		100
	Sering (6 kali/tahun)		75
	Kurang sering (3 kali/tahun)	20	50
	Jarang (1 kali/tahun)		25
	Tidak pernah		0

Sumber : Permen PU no 12 tahun 2014

2.3 Zero Runoff System

Zero runoff system merupakan konsep pengelolaan sumber daya air dengan cara menahan atau menampung limpasan permukaan yang terjadi di permukaan atau di dalam tanah (Surdianto, 2012). Selain mengurangi debit limpasan, konsep ini juga dapat meningkatkan ketersediaan air di dalam tanah. Untuk menahan atau menampung limpasan permukaan, diperlukan alat bantu berupa bangunan resapan.

Konsep ini memberikan hasil rancangan baru berupa bangunan hidrolika yang mudah, murah dan ramah lingkungan untuk mengurangi limpasan permukaan dan mengkonversinya menjadi cadangan air tanah. (Wirasembada, 2014).

2.3.1 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah dalam meloloskan air pada permukaannya (Susanto, 1994). Berdasarkan kecepatannya mengalirkan air, maka menurut hukum Darcy, permeabilitas diklasifikasikan sesuai kelasnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kecepatan Permeabilitas Tanah

Kelas	Permeabelitas (cm/jam)
Sangat Lambat	< 0.125
Lambat	0.125 – 0.500
Agak Lambat	0.500 – 2.000
Sedang	2.000 – 6.250
Agak Cepat	6.250 – 12.500
Cepat	12.500 – 25.500
Sangat Cepat	> 25.500

Sumber : Sutanto 2005

Berdasarkan kecepatan permeabilitas, teknologi ZRoS untuk opsi resapan menurut Suripin (2004) berkisar antara 2 cm/jam hingga 12 cm/jam. Berdasarkan kelas kecepatan permeabilitas pada Tabel 3, kelas kecepatan permeabilitas untuk teknologi resapan berada pada kelas sedang hingga kelas cepat. Pada kecepatan dibawah 2 cm/jam lebih baik menggunakan penampung sebagai teknologi yang akan diterapkan karena apabila air tidak meresap dengan baik maka runoff akan terkumpul dan menjadi genangan di permukaan tanah. Teknologi penampung menurut Tabel 2.1

akan tepat digunakan untuk tanah dengan kelas permeabilitas sangat lambat hingga agak lambat. Faktor faktor yang mempengaruhi laju dari permeabilitas menurut Hanafiah (2007), antara lain :

1. Tekstur

Tekstur sangat mempengaruhi permeabilitas tanah. Hal ini karena permeabilitas itu adalah melewati tekstur tanah. Misalnya tanah yang bertekstur pasir akan mudah melewatkan air dalam tanah. Hal ini terkait dengan pengaruh tekstur terhadap proporsi bahan koloidal, ruang pori dan luas permukaan adsorptive, yang semakin halus teksturnya akan makin banyak, sehingga makin besar kapasitas simpan airnya, hasilnya berupa peningkatan kadar dan ketersediaan air tanah.

2. Struktur

Struktur juga mempengaruhi permeabilitas. Semakin banyak ruang antar struktur, maka semakin cepat juga permeabilitas dalam tanah tersebut. Misalnya tanah yang berstruktur lempeng akan sulit di tembus oleh air dari pada berstruktur remah.

3. Porositas

Porositas atau ruang pori adalah rongga antar tanah yang biasanya diisi air atau udara. Pori sangat menentukan sekali dalam permeabilitas tanah, semakin besar pori dalam tanah tersebut, maka semakin cepat pula permeabilitas tanah tersebut.

4. Viskositas

Viskositas sama juga dengan kekentalan air, semakin kental air tersebut, maka semakin sulit juga air untuk menembus tanah tersebut.

5. Gravitasi

Gaya gravitasi atau gaya tarik bumi juga sangat menentukan permeabilitas tanah, karena permeabilitas adalah gaya yang masuk ke tanah menurut gaya gravitasi.

2.3.2 Teknologi Zero Runoff System (ZRoS)

Berdasarkan Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor. 43 Tahun 2013 mengenai Pelayanan Rekomendasi Peil Lantai Bangunan pasal 1 ayat 16, yang dimaksud dengan ZRoS adalah kebijakan prinsip keharusan agar setiap bangunan tidak boleh mengakibatkan bertambahnya debit air ke sistem saluran drainase atau sistem aliran sungai. Artinya debit air harus ditahan hingga debit permukaan yang mengalir menjadi nol. Penerapannya dapat dengan membuat 3 komponen utama, yaitu sistem penampungan air hujan, kolam resapan dan sumur resapan.

Berdasarkan penjelasan dari Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor. 43 Tahun 2013 mengenai Pelayanan Rekomendasi Peil Lantai Bangunan pasal 1 ayat 16 tentang 3 komponen penerapan utama, maka penerapan ZRoS memiliki dua opsi yaitu meresapkan air atau menampung air. Penentuan dari penggunaan resapan atau penampung harus diperhitungkan berdasarkan permeabilitas tanah dan tekstur tanah pada titik rencana ZRoS.

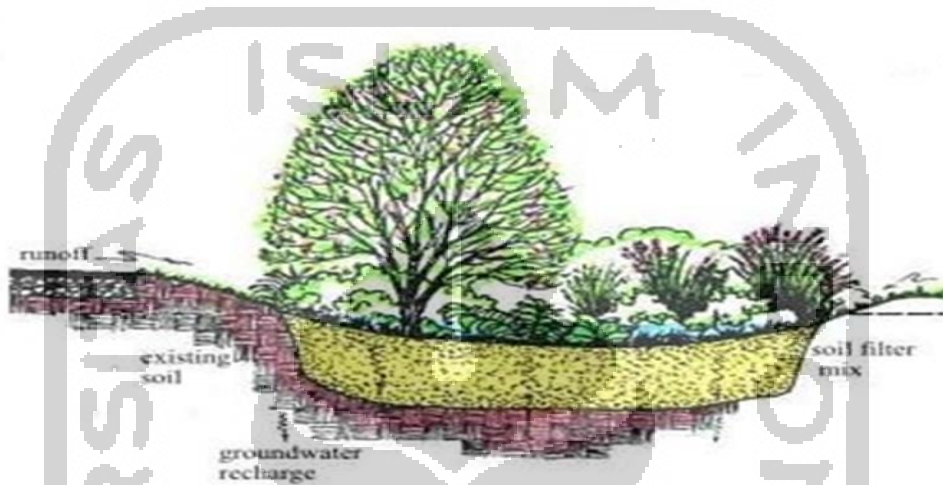
Berdasarkan penelitian dari CIRIA pada tahun 2004, ada beberapa teknologi yang dapat diterapkan untuk mencapai nilai debit permukaan menjadi nol. Beberapa teknologi yang dapat diterapkan adalah :

1. Bioretensi

Teknologi bioretensi ialah teknologi yang memungkinkan runoff disekitar teknologi ini masuk kedalam kolam vegetasi yang didesain untuk mengurangi debit runoff. Area tangkapan hujan yang direkomendasikan sebesar 1000-8000 m² untuk menghindari clogging. Nilai permeabilitas yang dianjurkan >2.16 cm/jam.

Keuntungan dalam menggunakan teknologi bioretensi diantaranya yaitu bioretensi dapat menambah estetika pada daerah tangkapan, mengurangi nilai debit runoff, menurunkan kandungan polutan dalam air runoff, desain yang fleksibel. Kekurangan dalam teknologi ini diantaranya yaitu tidak dapat menangani catchment area yang luas. Teknologi mudah tersumbat,

membutuhkan lahan yang cukup luas dan biaya konstruksi cukup besar. Contoh Bioretensi bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Teknologi Bioretensi

2. Swales

Swales ialah teknologi yang dapat menangkap runoff di sekitar area. Swales berbentuk saluran yang dapat meresapkan air kedalam tanah. Swales dapat diterapkan pada seluruh model tata guna lahan. Nilai permeabilitas tanah yang direkomendasikan untuk teknologi ini sebesar >2.16 cm/jam.

Teknologi mudah untuk disesuaikan dengan catchment area, mengurangi debit air dalam jumlah besar, mengurangi polutan pada runoff serta biaya konstruksi dan perawatan yang murah. Kekurangan yang ada pada teknologi ini yaitu rentan mengikis vegetasi pada kondisi hujan ekstrim sehingga dapat terjadi sedimen dan menurunkan performa teknologi. Lahan yang luas dibutuhkan pada kondisi hujan yang ekstrim. Menyebabkan gangguan apabila tidak didesain dengan baik. Sulit mencegah pengikisan lahan pada lahan berpasir. Contoh Swales bisa dilihat pada Gambar 2.

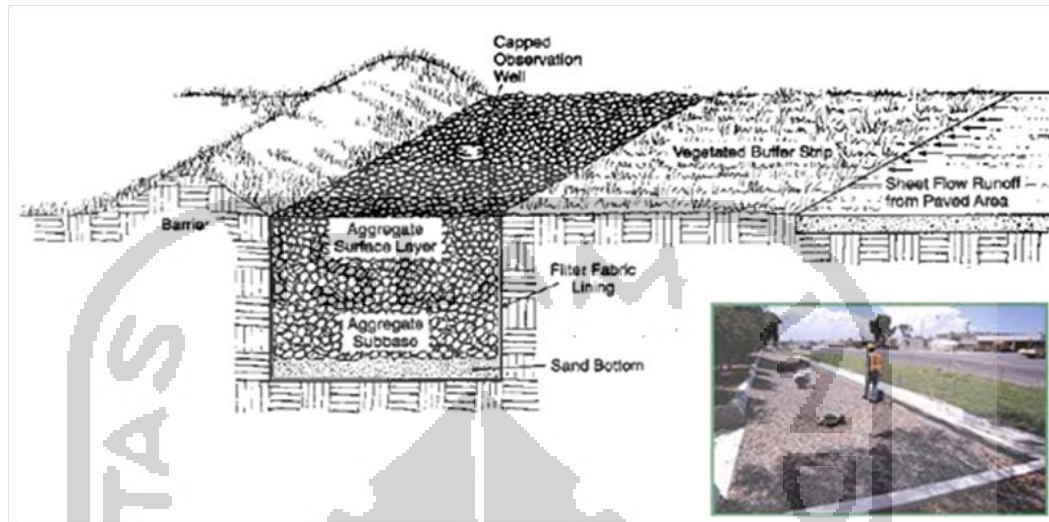


Gambar 2. Teknologi Swales

3. Infiltration Trench

Teknologi ini memungkinkan untuk menampung runoff dalam waktu tertentu sebelum diresapkan kedalam tanah. Teknologi dapat diterapkan pada area curah hujan rendah sehingga kemungkinan terjadinya sedimentasi yang dapat mengganggu performa teknologi akibat pengikisan permukaan tanah rendah. Area yang dapat diterapkan teknologi ini pada skala kecil. Nilai permeabilitas yang dikehendaki untuk teknologi ini adalah >2.16 cm/jam.

Teknologi ini dapat mengurangi debit runoff secara langsung. Tidak menggunakan lahan permukaan yang luas. Desain mudah untuk di terapkan. Kekurangan yang ada pada teknologi ini yaitu hanya dapat diterapkan pada skala kecil. Sulit diterapkan pada area dengan curah hujan tinggi. Rawan terjadi penyumbatan akibat sedimen yang berasal dari pengikisan pada permukaan. Contoh Infiltration Trench dapat dilihat pada Gambar 3.

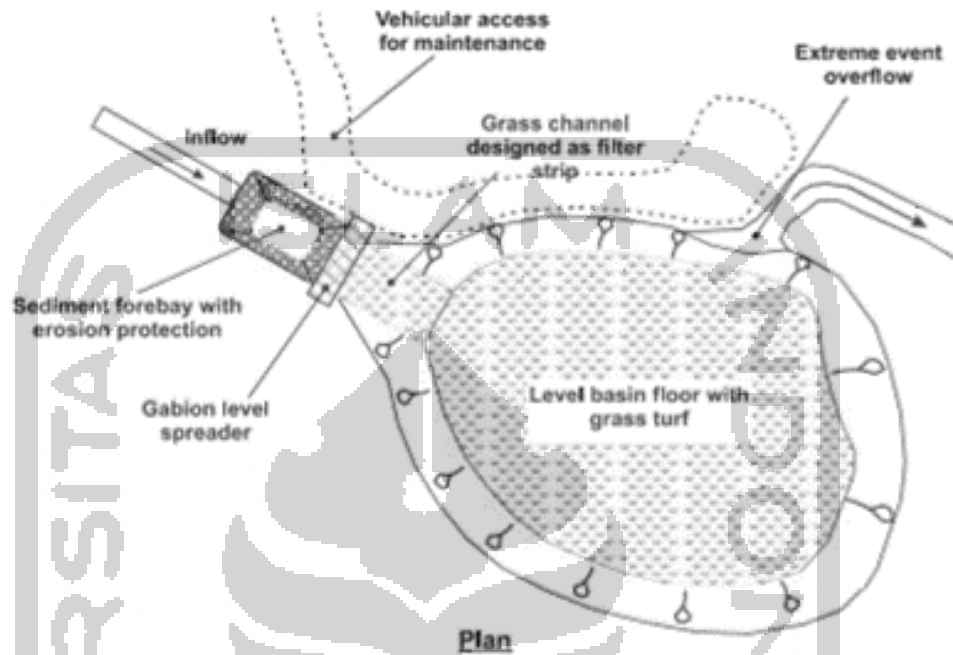


Gambar 3. Teknologi Infiltrasi Trench

4. Kolam Infiltrasi

Teknologi kolam infiltrasi dapat membawa runoff untuk ditampung dan secara perlahan diserapkan kedalam tanah. Teknologi ini dapat diterapkan pada catchment area yang kecil dan tidak rentan terhadap pengikisan yang dapat menyebabkan sedimentasi. Nilai permeabilitas yang dikehendaki untuk teknologi ini adalah >2.16 cm/jam.

Teknologi ini memiliki kelebihan dalam mengurangi debit runoff secara langsung, desain mudah untuk di terapkan dan perawatan yang cukup mudah. Teknologi ini memerlukan lahan yang luas. Rawan terjadi pendangkalan akibat sedimen yang berasal dari pengikisan pada permukaan. Contoh kolam infiltrasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Teknologi Kolam Infiltrasi

5. Kolam Detensi

Kolam Detensi merupakan kolam yang fungsinya menahan kelebihan air limpasan permukaan pada suatu area lalu melepas air tersebut secara perlahan sehingga dapat mengontrol debit air pada permukaan dan mencegah terjadinya genangan. Teknologi dapat digunakan pada seluruh jenis tanah dan dapat menahan air secara cepat dalam jumlah banyak.

Teknologi ini cocok digunakan pada daerah yang luas dan pada semua jenis tanah dan memiliki debit banjir yang tinggi agar secara cepat dapat ditahan. Kekursngsn dalam penggunaan teknologi ini yaitu membutuhkan

lahan yang cukup luas, pemeliharaan yang cukup sulit karena akan membentuk sedimen pada bagian bawah kolam sehingga terjadi pendangkalan apabila tidak dikeruk secara berkala dan harus melakukan kontrol terhadap tumbuhan yang tumbuh pada kolam ataupun sampah yang terbawa ke dalam kolam agar tidak merusak kolam detensi. Contoh kolam detensi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Teknologi Kolam Detensi

6. Kolam Retensi

Kolam retensi merupakan kolam yang di desain untuk menampung kelebihan air pada permukaan secara cepat dan langsung dari segala arah. Kolam retensi dapat menjadi sangat penuh pada musim hujan dapat mengering pada musim panas akibat penguapan. Kolam retensi dapat menampung air limpasan permukaan dari segala arah dengan cakupan yang cukup luas. Kolam retensi memiliki desain yang cukup rumit yang

memungkinkan untuk meminimalisir kontaminan yang masuk kedalam kolam sehingga air yang ditampung dapat dimanfaatkan secara langsung. Teknologi ini lebih baik digunakan pada daerah yang memiliki permeabilitas tanah yang kurang baik ($<2.16 \text{ cm/jam}$) karena dimaksudkan untuk menghindari air meresap kedalam tanah. Contoh kolam retensi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Teknologi Kolam Retensi

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait penelitian Zero Runoff System yang dapat dijadikan acuan sekaligus refrensi dalam melakukan penelitian. Penelitian terdahulu dapat berbentuk Jurnal penelitian, Tugas Akhir (Skripsi), dll. Penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Topik Penelitian	Metode Penelitian	Keterangan
Rahayu dkk (2017)	Alih Fungsi Lahan dan Curah Hujan Terhadap Perubahan Hidrologi Sub DAS Samin	Kuantitatif, pemetaan dengan metode observasi, perhitungan curah hujan menggunakan metode Polygon Thiessen	Penurunan lahan sawah, hutan dan peningkatan lahan tegalan mempengaruhi peningkatan nilai Koefisien Regim Sungai (KRS). Penurunan lahan hutan dan peningkatan lahan tegalan serta perkebunan mempengaruhi peningkatan nilai Coefficient of Variants (CV debit). Penurunan lahan hutan mempengaruhi penurunan nilai koefisien limpasan (C), sedimentasi dan debit tahunan.
Wirasembada dkk (2017)	Penerapan Zero Runoff System (ZRoS) dan Efektivitas Penurunan Limpasan. Permukaan	Kuantitatif, analisis data berupa model kesetimbangan air dengan dan tanpa zero runoff system (ZRoS),	Hasil uji coba menunjukkan bahwa ZRoS mampu menyerap dan mengurangi limpasan permukaan. Hal ini terlihat dari meningkatnya kadar air tanah di lokasi penelitian setelah diterapkan ZRoS.

Pada Lahan metode Miring di DAS rasional dan Cidanau, metode SCS-Banten. CN

Arnellia dan Azura (2015) Perencanaan Kuantitatif, Penerapan Konsep Zero runoff dan Agroforestri Berdasarkan Kajian Debit Sungai di Sub DAS Belik, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta Rational Method, SCS Method, CN Method, Analisis mengenai konsep Zero Runoff dan Agroforestri berdasarkan peta penggunaan lahan Penerapan konsep zero runoff di Sub DAS Belik akan cukup efektif dalam upaya mengendalikan banjir di Kota Yogyakarta. Pengelolaan limpasan seharusnya tidak hanya dilakukan di daerah hilir aja, namun juga di daerah hulu. Dengan demikian penanggulangan banjir yang sering terjadi di daerah perkotaan Sub DAS Belik dapat lebih efektif.

Wibowo (2006) Model Penentuan Kawasan Resapan Air Untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan Kualitatif Secara umum kriteria-kriteria atau parameter yang dipakai sebagai dasar penentuan kawasan resapan air adalah kelulusan batuan, curah hujan, tanah penutup, kemiringan lahan dengan bobot dan pengklasifikasian tertentu.

Dernaika dkk (2019) Permodelan Permeabilitas Kuantitatif dengan Nilai permeabilitas ditentukan berdasarkan

	Pada Batuan Karbon	metode Kozeny-Karmen, metode Lucia dan metode Winland	karakteristik, tekanan kapiler dan tekstur permukaan pada batuan karbon.
Reshma dan Pitta (2010)	Simulasi Aliran Permukaan Pada DAS Menggunakan Metode SCS-CN dan Metode Muskingum Cunge Dengan Remote Sensing Dan GIS	Kuantitatif dengan Metode SCS-CN dan Metode Muskingum Cunge	Model yang dibuat menunjukkan bahwa aliran permukaan memiliki debit puncak yang sama dengan debit pengisian pada DAS.
Wirasembada dkk (2014)	Penerapan Konsep ZRoS Untuk Meningkatkan Kandungan Air Tanah Pada Lahan Pertanian Non Irigasi	Kuantitatif	Konsep Zero Runoff System (ZRoS) telah diujicobakan di lahan perkebunan non irigasi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa ZRoS mampu menaikkan kadar air tanah yang berasal dari volume air limpasan yang tertampung di rorak.
