

BAB II

TINAJUAN PUSTAKA

2.1 Runoff

Aliran permukaan (*RunOff*) adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah (Murtiono, 2008). Air hujan yang menjadi run off sangat bergantung kepada intensitas hujan, penutupan tanah, dan ada tidaknya hujan yang terjadi sebelumnya (kadar air tanah sebelum terjadinya hujan). Kadar air sebelum terjadinya hujan biasa disebut Antecedent Moisture Content (AMC) (Rahim, 2006). Konsep periode ulang seharusnya tidak boleh diartikan bahwa suatu kejadian hujan atau banjir besar dengan periode misalnya 20 tahun akan berlangsung setiap 20 tahun, melainkan apabila kejadian terjadi pada tahun ini, maka probabilitas kejadian tersebut akan terulang lagi pada tahun depan adalah 5%. Besarnya periode ulang menunjukkan interval tahun rata-rata berlangsungnya kejadian ekstrem dalam kurun waktu yang sangat panjang (Asdak, 2002).

Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan di bagi menjadu dua kelompok, yaitu meteorologi dan sifat fisik daerah pengaliran. Meteorologi meliputi jenis presipitasi, intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan dalam daerah pengaliran, sedangkan sifat fisik daerah pengaliran meliputi tata guna lahan (*landuse*), jenis tanah dan kondisi topografi daerah pengaliran (*cathment*) sedangkan Sifat fisik dapat dikategorikan sebagai aspek statis dan meteorologi merupakan aspek dinamis yang dapat berubah-ubah, Koefisien limpasan permukaan atau C adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya limpasan terhadap besarnya curah hujan. Nilai C yang besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi limpasan, hal ini menjadi negatif karena besarnya air yang akan menjadi air tanah berkurang (Najmi, 2014).

2.2 Pengertian Banjir

Menurut Schwab dkk (1981), banjir adalah luapan atau genangan dari sungai atau badan air lainnya yang disebabkan oleh curah hujan yang berlebihan atau salju yang mencair atau dapat pula karena gelombang pasang yang membanjiri kebanyakan pada dataran banjir. Menurut Hewlet (1982), banjir adalah aliran atau genangan air yang menimbulkan kerugian ekonomi bahkan menyebabkan kehilangan jiwa. Dalam istilah teknis banjir adalah air yang mengalir melampaui kapasitas tampung sungai, dan dengan demikian aliran sungai tersebut akan melewati tebing sungai dan menggenangi daerah disekitarnya.

Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa banjir adalah bencana alam yang disebabkan peristiwa alam seperti curah hujan tinggi yang sering menimbulkan kerugian baik fisik maupun material. Kodotone dan Sugiyanto (2002), menyebutkan bahwa banjir terdiri atas dua peristiwa, pertama banjir terjadi di daerah yang tidak biasa terkena banjir, dan kedua banjir terjadi karena limpasan air dan sungai karena debitnya yang besar sehingga tidak mampu dialirkan oleh sungai. Menurut Dibyosaputro (1984), mengatakan penyebab banjir dan lamanya genangan bukan hanya disebabkan oleh meluapnya air sungai, melainkan oleh kelebihan curah hujan dan fluktuasi muka air laut khususnya dataran aluvial pantai, unit-unit geomorfologi seperti daerah rawa, rawa belakang, dataran banjir, pertemuan sungai dengan dataran aluvial merupakan tempat-tempat yang rentan banjir. Aliran permukaan yang tidak terkontrol menjadi salah satu penyebab banjir atau genangan atau luapan pada sungai. Aliran permukaan yang menjadi penyebab banjir ini harus dapat dikontrol mengikuti pertumbuhan penduduk dan perubahan tata guna lahan tersebut agar dapat menghindari kerugian yang dapat disebabkan (Yanuar dkk, 2019)

Intensitas hujan didapatkan berdasarkan analisa hidrologi. Intensitas hujan adalah 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).

Genangan dari air limpasan permukaan dan luapan air sungai tersebut dapat menyebabkan kerugian bagi yang terdampak. Dampak kerugian tersebut dapat diukur berdasarkan tinggi genangan, luas genangan, lamanya genangan dan frekuensi dari genangan. Berdasarkan parameter tersebut dapat dilakukan skoring dalam bentuk persentase nilai Peraturan Kementrian Pekerjaan Umum No 12 Tahun 2014, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria 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

2.3 Zero Runoff System

Menurut Arsyad (2000), *Zero Runoff system* (ZRoS) merupakan konsep pengelolaan sumber daya air dengan cara menahan atau menampung limpasan permukaan yang terjadi di permukaan atau di dalam tanah sehingga debit limpasan permukaan yang bermuara ke sungai dapat dikurangi. 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. Bangunan resapan tersebut antara lain rorak, sumur resapan, biopori, raingardens, vegetated filter strips (VFS), dan lain-lain (Arsyad, 2000). *Zero Runoff system* (ZRoS) berupaya memanfaatkan limpasan permukaan mengkonversinya menjadi cadangan air tanah dengan menggunakan bangunan resapan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan kadar air tanah sebelum dan sesudah penerapan ZRoS serta menghitung *Runoff*

Aliran permukaan (*Runoff*) adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah (Murtiono, 2008). Air hujan yang menjadi run off sangat bergantung kepada intensitas hujan, penutupan tanah, dan ada tidaknya hujan yang terjadi sebelumnya (kadar air tanah sebelum terjadinya hujan). Kadar air sebelum terjadinya hujan biasa disebut Antecedent Moisture Content (AMC) (Rahim, 2006).

Konsep periode ulang seharusnya tidak boleh diartikan bahwa suatu kejadian hujan atau banjir besar dengan periode misalnya 20 tahun akan berlangsung setiap 20 tahun, melainkan apabila kejadian terjadi pada tahun ini, maka probabilitas kejadian tersebut akan terulang lagi pada tahun depan adalah 5%. Besarnya periode ulang menunjukkan interval tahun rata-rata berlangsungnya kejadian ekstrem dalam kurun waktu yang sangat panjang (Asdak, 2002).

2.3.1 Teknologi Zero Runoff System

Zero Runoff berdasarkan Pergub DKI Jakarta No.43 tahun 2013 tentang pelayanan rekomendasi Peil lantai bangunan pasal 1 ayat 16, yang dimaksud dengan zero delat Q (*Runoff*) adalah kebijakan prinsip keharusan agar tiap bangunan tidak boleh mengakibatkan bertambahnya debit air je sistem saluran

drainase atau sistem aliran sungai. Artinya debit air akibat pembangunan (Run off tambahan akibat pembangunan) harus ditahan sehingga tambahan debitnya adalah nol. Berikut adalah beberapa Teknologi Zero Runoff System yang telah diteliti oleh (CIRIA, 2004).

1. Kolam Detensi merupakan kolam yang berfungsi untuk 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 serta teknologi ini cocok dibangun dengan nilai permeabilitas $>2,16\text{cm/jam}$. Keuntungan dari teknologi ini adalah Teknologi ini cocok digunakan pada daerah yang luas dan pada semua jenis tanah dan memiliki debit banjir yang tinggi agar secara cepat dapat ditahan, sedangkan kerugiannya adalah membutuhkan lahan yang cukup besar dan luas serta pemeliharaan lahan yang cukup sulit dan dapat dilihat pada Gambar 1.



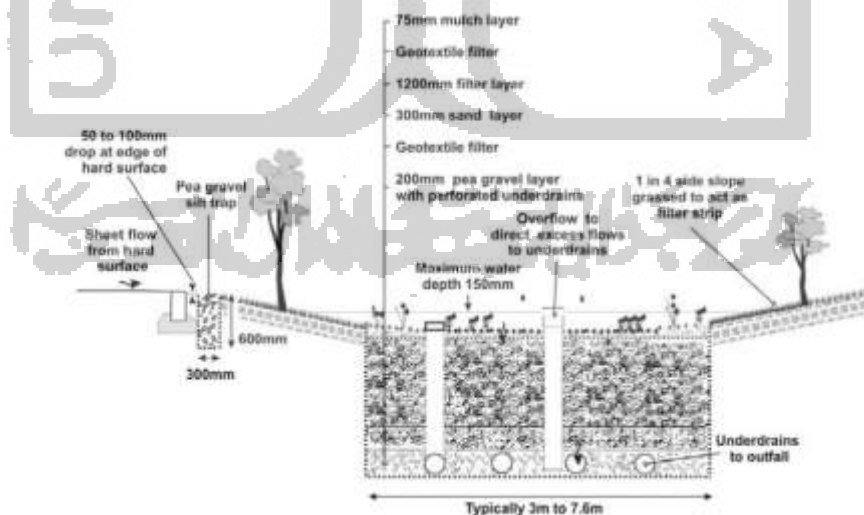
Gambar 1. Kolam Detensi

2. Kolam Retensi adalah bangunan yang digunakan untuk menampung air yang berlebih pada permukaan secara cepat dari segala arah dan dapat melimpah pada musim hujan serta dapat mengering akibat musim panas serta ditanah yang kurang baik dengan nilai permeabilitas $<2,16\text{ cm/jam}$ Keuntungan dari teknologi ini adalah dapat menampung air dalam jumlah yang besar sedangkan kerugiannya adalah diperlukan area lahan yang luas serta desain konstruksi yang rumit dan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kolam Retensi

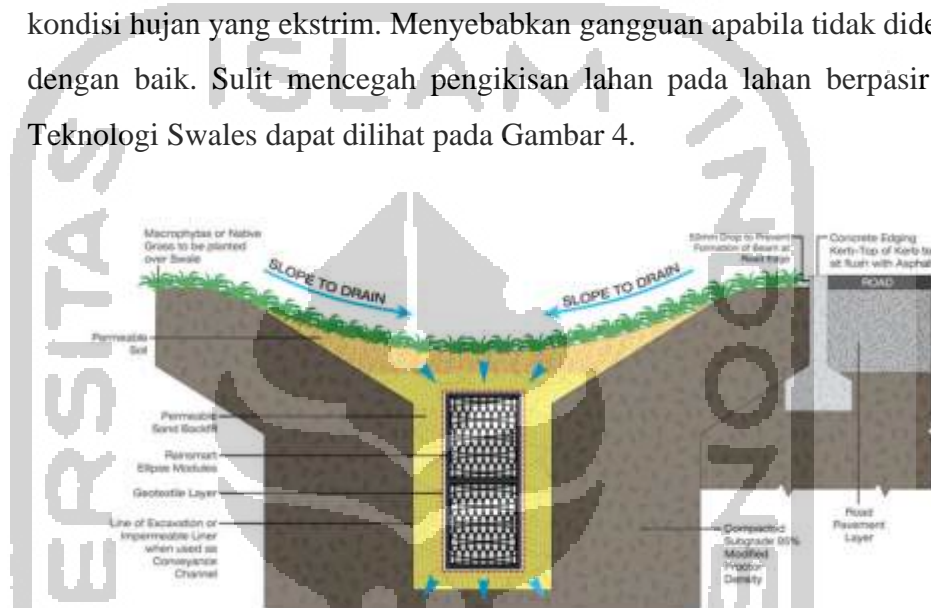
3. Bioretensi adalah teknologi yang menggabungkan unsur tanaman dalam suatu bentang lahan dengan semaksimal mungkin meresepkan air kedalam tanah dan lebih baik dibangun dengan nilai permeabilitas $>2,16$ cm/jam. Keuntungan dari teknologi ini yaitu dapat menambahkan estetika pada daerah tangkapan dan mengurangi debit runoff, sedangkan kerugiannya adalah tidak dapat menangani cekungan daerah yang luas serta dapat mudah tersumbat dan dapat dilihat dari Gambar 3.



Gambar 3. Bioretensi

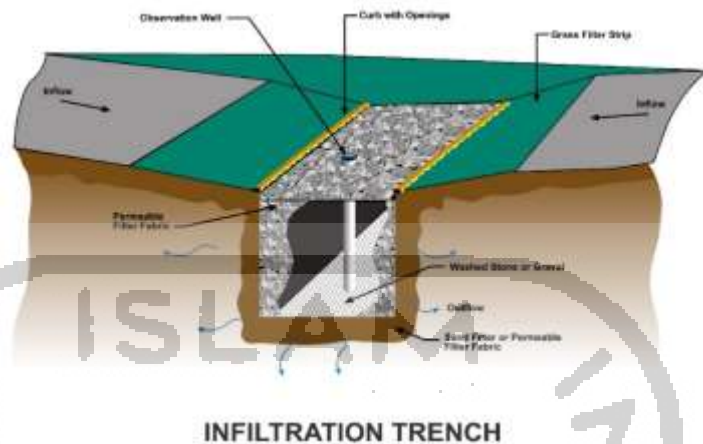
4. Swales adalah suatu teknologi yang dapat menangkap limpasan air di sekitarnya dan mampu meresapkan air kedalam tanah dan Swales ini cocok

dengan segala tanah dengan nilai permeabilitas $>2,16$ cm/jam. Keuntungan dari teknologi ini adalah teknologi yang mudah disesuaikan dengan catchman area untuk mengurangi debit air yang tinggi dan biaya konstruksi yang murah. Sedangkan kerugiannya, teknologi ini Rentan mengikis vegetasi pada kondisi hujan ekstrim. Lahan yang luas dibutuhkan pada kondisi hujan yang ekstrim. Menyebabkan gangguan apabila tidak didesain dengan baik. Sulit mencegah pengikisan lahan pada lahan berpasir dan Teknologi Swales dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Teknologi Swales

5. Infiltrasi Trench adalah Teknologi yang menampung runoff dalam waktu tertentu sebelum diserapkan kedalam tanah. Teknologi dapat diterapkan pada area curah hujan rendah, sehingga kemungkinan terjadinya sedimentasi akibat pengikisan permukaan ditanah yang rendah dan lebih baik didesain dengan nilai permeabilitas $>2,16$ cm/jam. Keuntungan dari teknologi ini adalah mengurangi debit limpasan air secara langsung serta tidak membutuhkan area lahan yang luas dengan desain yang cukup mudah diterapkan. Sedangkan kerugiannya adalah tidak dapat diterapkan pada skala yang besar hanya dapat diterapkan pada skala yang kecil serta tidak dapat pada daerah yang curah hujannya tinggi. Teknologi Infiltration Trench dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Infiltration Trench

2.3.2 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas adalah kemampuan media yang porous untuk mengalirkan fluida. Setiap material dengan ruang kosong diantaranya disebut porous, dan apabila ruang kosong itu saling berhubungan maka ia akan memiliki sifat permeabilitas. Maka batuan; beton; tanah; dan banyak material lain dapat merupakan material porous dan permeabel. Material dengan ruang kosong yang lebih besar biasanya mempunyai angka pori yang lebih besar (Bowles, JE 1986). Berdasarkan kecepatan mengalirkan air, maka menurut hukum darcy, permeabilitasnya dibagi menjadi beberapa kelas yang bisa di lihat dari Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan Pemeabilitas

	Permeabilitas (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

Kecepatan permeabilitas dengan teknologi ZRoS menurut Suripin (2004) berkisar antara 2 cm/jam hingga 12 cm/jam. Berdasarkan kelas kecepatan permeabilitas pada Tabel 2, 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 akan tepat digunakan untuk tanah dengan kelas permeabilitas sangat lambat hingga agak lambat. Faktor faktor yang mempengaruhi laju dari permeabilitas menurut (Hanafiah, 2007) adalah :

1. Tekstur

Tekstur sangat mempengaruhi permeabilitas tanah. Hal ini dikarenakan 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.

2.3.3 Penelitian Terdahulu

Tabel 3. memberikan gambaran mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang terdiri nama peneliti dan tahun penelitian, metode dan hasil penelitian.

Tabel 3. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Topik penelitian	Metode	Keterangan
Wirasembada (2017)	Pengembangan Konsep Zero Runoff System (ZRoS) untuk Optimalisasi Kadar Air Tanah pada Lahan Perkebunan Non Irigasi	Kuantitatif , analisis data berupa model kesetimbangan air dengan dan tanpa zero runoff system (ZRoS), metode rasional dan metode SCS-CN	Zero runoff system (ZRoS) berupaya memanfaatkan limpasan permukaan dan mengkonversinya menjadi cadanganair tanahdengan menggunakan bangunan resapan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan kadar air tanah sebelum dan sesudah penerapan ZRoS serta menghitung efektifitas ZRoS dalam meresapkan air hujan. Pada penelitian ini, bangunan resapan yang digunakan berupa rorak dan saluran pengumpul.

Lanjutan Tabel 3.

Penelitian	Topik penelitian	Metode	Keterangan
Fachruddin dkk (2015)	Pemanenan Air Hujan Menggunakan Konsep Zero Runoff System (ZRoS) dalam Pengelolaan LahanPala Berkelanjutan	Kualitatif	Sistem pemanenan air hujan pada penelitian ini menggunakan rorak yang dilengkapi saluran peresapan. Tata letak rorak dan saluran peresapan menyesuaikan dengan kontur lahan. Dimensi rorak ditentukan sesuai dengan debit aliran permukaan, yaitu kedalaman maksimal 30 cm dengan lebar 40 cm dan panjang 100 cm. Setiap rorak disertai saluran peresapan dari sisi kiri dan kanan dengan panjang 100 cm, dalam 10 cm dan 20 cm
Anggraini (2018)	Perencanaan embung di Sentul	Analisis volume tampung, Proyeksi penduduk (Aritmatik, Geometrik, dan Eksponensial), metode rasional dan metode penyambungan geomembran (<i>extrusion dan overlap</i>)	Dari penelitian ini di dapatkan 5 lokasi embung yang strategis, namun hanya dipilih 3 lokasi yang sesuai dengan persyaratan teknis untuk di jadikan embung.

Lanjutan Tabel 3.

Peneliti	Topik penelitian	Metode	Keterangan
Arnellia dan Azura, (2015)	Perencanaan Penerapan Konsep Zero runoff dan Agroforestri Berdasarkan Kajian Debit Sungai di Sub DAS Belik, Sleman, Daerah istimewa Yogyakarta	Perhitungan debit puncak Sub DAS Belik dengan 2 metode : 1. Rational Method 2. SCS CN Method Analisis mengenai konsep Zero Runoff dan Agroforestri berdasarkan peta penggunaan lahan Sub DAS Belik	Penerapan konsep <i>zero runoff</i> 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.
Kumar and Rajpoot (2013)	Penilaian kehilangan lingkungan hidro sebagai limpasan permukaan menggunakan CN metode DAS Pahuj, Datia, India	Kualitatif	Penelitian ini bertujuan untuk menilai kehilangan hidro-lingkungan permukaan sebagai limpasan air permukaan yang diterima dibaskom dan pingsan dalam waktu singkat. Cekungan utuh condong ke arah timur laut dengan daerah berbukit di Area SW dan NE polos. Curve number (CN) digunakan untuk perhitungan kehilangan air cekungan sebagai limpasan Pahujcekungan sungai. Estimasi limpasan adalah $62012,59 * 106$ CM yang merupakan jumlah besar kerugian hidro-lingkungan.

Lanjutan Tabel 3.

Penelitian	Topik penelitian	Metode	Keterangan
Weiler (2001)	Analisis Ekonomi Mengadopsi Sistem Subirrigasi Nol Limpasan dalam Operasi Rumah Kaca di Timur Laut dan Amerika Tengah Utara	Kualitatif	<p>Teknologi Zero RunOff System adalah metode pengelolaan yang menjanjikan, akan tetapi biaya investasi modal dan informasi yang tidak memadai tersedia bagi petani, oleh karena itu hambatan utama untuk memulai perubahan akan tetapi Studi ini menghitung biaya dan pengembalian terkait dengan mengadopsi sistem ZRS dan membandingkan keuntungan dari empat alternatif</p> <p>Sistem ZRoS (bangku pasang surut, baki bergerak Belanda, lantai banjir, dan palung bangku) untuk operasi rumah kaca di Amerika Serikat bagian timur laut dan utara.</p>

Lanjutan Tabel 3.

Penelitian	Topik penelitian	Metode	Keterangan
Azura dkk (2015)	Perencanaan Penerapan Konsep Zero runoff dan Agroforestri Berdasarkan Kajian Debit Sungai di Sub DAS Belik, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	Kuantitatif, Rational Method, SCS 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.