

KAJIAN HIDROLOGI TERHADAP PERUBAHAN PENGUNAAN LAHAN PERTANIAN DAN LAHAN HIJAU MENJADI PEMUKIMAN DI KOTA SEMARANG

Edy Susilo^{*)} Bambang Sudarmanto^{*)}

Abstract

Semarang City that has a vision of "The realization of Semarang City Trade and Services, the Cultured towards Prosperous Communities" one of the mission is "Creating spatial and sustainable infrastructure". The pattern of land use of Semarang City consists of Housing or Residential, dry, mix Gardens, Fields, Pond, Forest, Company, Services, Industrial and other use. The largest distribution (33.70%) is residential use and it's the still very possible to continue to rise in line with city growth as the capital of Central Java Province.

The limited area and residential land in urban areas led to changes in land use from agricultural and green areas to residential/settlement. Though changes in land use in a catchment area will greatly affect the hydrological aspects. Change of use of agricultural land and green land to settlement by the Millennium Development Goals (MDGs) should still be able to ensure environmental sustainability. Thus necessary to study the hydrology of agricultural land use changes to residential and green areas in the city of Semarang.

As a sample of this research is to take the Banyan Basin Sub-Basin 4, namely Sub Dondong DAS, DAS Duwet Sub, Sub Tikung DAS, and DAS Sub Demangan. The results hydrologic changes resulting from the use of agricultural land and green land into residential space corresponding pattern in 2021 is the increased flood discharge an average of 5.11%. To reduce the increased discharge is necessary for conservation of wells, biopori, and others. Conservation and absorption well needs an absorption well in each 150 m2 land use changing from farming and green land as settlement. Conservation of the wells require a well in the change of every 150 m2 of agricultural land and green land to residential. Conservation in the form of ponds / water shed require 812 m2 for 1 hectare or about 10% of the land use change. Erosion that occurs at the Banyan DAS at 61.94 to 81.47 tons / ha / year and classified as intermediate. Changes in land use to residential would likely reduce erosion. Thus conservation is needed due to changes in land use is conservation to reduce runoff discharge. However, conservation efforts in the DAS Beringin should be done to decrease the level of erosion becomes lighter.

Key words : changing hydrology, conservation, absorption well

Latar Belakang

Disadari sepenuhnya, walaupun pembangunan di Kota Semarang sudah berjalan sesuai tahapan yang direncanakan, namun menghadapi perubahan dinamika pembangunan global yang begitu cepat, untuk itu diperlukan antisipasi agar Kota Semarang mampu tumbuh dan berkembang sejajar seperti kota metropolitan lainnya di Indonesia. Dari rumusan prioritas pembangunan yang diamanatkan oleh Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Kota Semarang 2005-2025, untuk periode pembangunan 2010 -2015, telah dipilih pendekatan motivasi kepada seluruh pemangku kepentingan untuk membangkitkan komitmen bahwa keberhasilan pembangunan tidak hanya merupakan tanggung jawab pemerintah semata, tetapi merupakan tanggung jawab seluruh masyarakat Kota Semarang.

Kota Semarang yang memiliki visi "Terwujudnya Semarang Kota Perdagangan dan Jasa, yang Berbudaya menuju Masyarakat Sejahtera" salah satu misinya adalah "Mewujudkan tata ruang wilayah dan infrastruktur yang berkelanjutan", merupakan pembangunan yang diarahkan pada peningkatan pemanfaatan tata ruang dan pembangunan

infrastruktur wilayah secara efektif dan efisien dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat kota dengan tetap memperhatikan konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Tujuan yang telah ditetapkan sesuai dengan dengan misi di atas adalah pengembangan kualitas dan kuantitas Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan perwujudan struktur tata ruang yang seimbang, peningkatan pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang yang konsisten dengan rencana tata ruang yang ditetapkan.

Pola tata guna lahan Kota Semarang terdiri dari perumahan, tegalan, kebun campuran, sawah, tambak, hutan, perusahaan, jasa, industri dan penggunaan lainnya. Sebaran perumahan sebesar 33,70 %, tegalan sebesar 15,77 %, kebun campuran sebesar 13,47 %, sawah sebesar 12,96 %, penggunaan lainnya yang meliputi jalan, sungai dan tanah kosong sebesar 8,25 %, tambak sebesar 6,96 %, hutan sebesar 3,69 %, perusahaan 2,42 %, jasa sebesar 1,52 % dan industri sebesar 1,26 %. Sebagaimana diatur di dalam Perda Nomor 5 Tahun 2004 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Semarang Tahun 2000 - 2010, telah ditetapkan kawasan yang berfungsi lindung dan kawasan yang berfungsi

^{*)} Peneliti Pusat Layanan Teknologi & Riset (PLTR) dan Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang

budidaya. Kawasan lindung, meliputi kawasan yang melindungi kawasan di bawahnya, kawasan lindung setempat dan kawasan rawan bencana. Kawasan yang melindungi kawasan di bawahnya adalah kawasan-kawasan dengan kemiringan >40% yang tersebar di wilayah bagian selatan. Kawasan lindung setempat adalah kawasan sempadan pantai, sempadan sungai, sempadan waduk, dan sempadan mata air. Kawasan lindung rawan bencana merupakan kawasan yang mempunyai kerentanan bencana longsor dan gerakan tanah. Kegiatan budidaya dikembangkan dalam alokasi pengembangan fungsi budidaya.

Sejalan dengan pertumbuhan Kota Semarang dan pembangunan wilayah diikuti pula dengan peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan sarana pemukiman. Keterbatasan luas dan wilayah lahan pemukiman yang ada mendesak untuk digunakannya lahan pertanian dan lahan hijau sebagai wilayah pemukiman. Padahal perubahan tataguna lahan pada suatu daerah tangkapan air akan sangat mempengaruhi aspek hidrologi. Perubahan karakteristik hidrologi akibat perubahan tataguna lahan antara lain adalah erosi, debit banjir, dan infiltrasi. Perubahan penggunaan lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman berdasarkan *Millenium Development Goals (MDGs)* tetap harus dapat menjamin kelestarian lingkungan. Dengan demikian perlu dilakukan kajian hidrologi terhadap perubahan penggunaan lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman di Kota Semarang.

Perumusan Masalah

Seberapa besarkah perubahan hidrologi (erosi, debit banjir, dan infiltrasi) akibat perubahan penggunaan lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman di Kota Semarang? Apa upaya konservasi yang harus dilakukan agar kelestarian lingkungan tetap terpelihara apabila perubahan tataguna lahan itu tetap harus dilakukan karena kebutuhan?

Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan Kajian Hidrologi terhadap Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian dan Lahan Hijau menjadi Pemukiman di Kota Semarang ini adalah :

- Merupakan bahan acuan bagi pihak-pihak yang terkait dalam penyusunan *master plan* dan rencana ruang di Kota Semarang.
- Memberikan masukan dalam penyusunan program yang perlu dilaksanakan dalam rangka mengembalikan siklus hidrologi pada areal perubahan tataguna lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman
- Melaksanakan ketentuan perundang-undangan yang berlaku sebagai wujud upaya

konservasi dan pelestarian sumberdaya air dan lingkungan hidup.

Tujuan dari kegiatan ini adalah:

- Mengidentifikasi rencana kegiatan untuk memelihara dan mengembalikan keseimbangan siklus hidrologi pada perubahan tataguna lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman, sehingga keandalan sumber-sumber air secara kuantitas airnya dapat terkendali.
- Mengetahui secara keruangan dan kelingkungan mengenai potensi yang dapat dikembangkan dan masalah daerah tangkapan air yang harus ditangani akibat perubahan tataguna lahan.

Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai adalah: tersusunnya dokumen pengendalian sumberdaya air dan lingkungan hidup di wilayah lahan pertanian dan lahan hijau Kota Semarang sebagai serangkaian proses yang harus dipenuhi, diperhatikan dan diterjemahkan lebih lanjut agar semua pemangku kepentingan yang terlibat dapat melaksanakan tugas dan tanggung jawabnya dengan baik.

Lokasi Kegiatan

Lokasi Kajian Hidrologi terhadap Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian dan Lahan Hijau menjadi Pemukiman di Kota Semarang adalah seluruh wilayah pertanian dan lahan hijau di kota Semarang, namun untuk sampel penelitian ini adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Beringin dengan mengambil 4 sub DAS, yaitu sub DAS Dondong, sub DAS Duwet, sub DAS Tikung, dan sub DAS Demangan.

Gambaran Umum DAS Beringin Letak Geografis dan Luas DAS Beringin

Secara Geografis DAS Beringin terletak diantara 110°17'30" LS-110°21'100" LS dan 7°4'00" BT - 6°50'00" BT. Di sebelah barat berbatasan dengan DAS Plumbon sedang disebelah timur berbatasan dengan DAS Kali Silandak. Luas DAS Beringin 26.46 km², dengan sebagian besar merupakan perbukitan. Seluruh wilayah DAS Beringin masuk ke dalam Kota Semarang.

Secara administratif DAS Beringin meliputi beberapa kelurahan di Kecamatan Mijen dan Kecamatan Ngaliyan yaitu: Kecamatan Ngaliyan, meliputi: Kelurahan Wonosari, Kelurahan Tambakaji, Kelurahan Gondorio, Kelurahan Wates, Kelurahan Beringin dan Kelurahan Ngaliyan. Kecamatan Mijen, meliputi: Kelurahan Pesantren, Kelurahan Kedungpane, Kelurahan Jatibarang

dan Kelurahan Mijen.

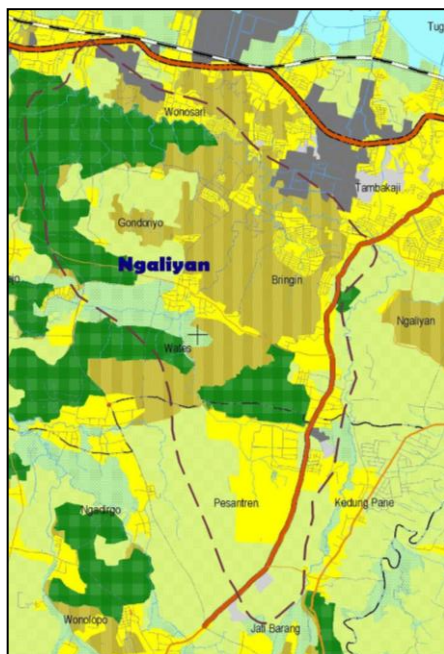
Tidak seluruh luas wilayah kelurahan tersebut berada pada DAS Beringin. Di Kelurahan Mangunharjo dan Mangkang Wetan, Kali Beringin telah ditanggul di sisi kiri dan kanan sehingga secara hidrologis Kelurahan Mangunharjo dan Mangkang Wetan hanya dilewati Kali Beringin dan menerima luapan apabila terjadi banjir.

Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil analisa dari peta eksisting RTRW kota Semarang 2011-2031, penggunaan lahan di DAS Beringin dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1
Penggunaan Lahan DAS Beringin**

No	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	% Luas DAS
1	hutan produksi tetap	5.49	20.76
2	Tegalan	7.20	27.20
3	perkebunan	6.33	23.93
4	permukiman	5.71	21.58
5	industri	0.48	1.80
6	pertanian	1.21	4.57
7	tanah kosong	0.04	0.16
	Jumlah	26.47	100



**Gambar 1
Peta Penggunaan Lahan DAS Beringin**

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa tegalan merupakan penggunaan lahan yang terbesar prosentasenya yaitu 27.20 %, disusul

dengan perkebunan sebesar 21.58 % dan permukiman sebesar 21.58%. Adapun penggunaan lainnya prosentasenya sangat kecil antara lain untuk jalan, sawah, daerah rerumputan dan tanah kosong. Peta penggunaan lahan DAS Beringin dapat dilihat pada gambar 1.

Topografi

DAS Beringin memiliki ketinggian beragam dari hulu sampai hilir. Pada bagian hilir topografinya relatif datar dengan ketinggian 0.75-12.5 mdpl. Pada bagian hulu memiliki ketinggian 12.5 - 250 m dpl.

Kemiringan lereng DAS Beringin bervariasi dari datar, landai, agak curam hingga curam. Kemiringan lereng DAS Beringin yang terbanyak adalah datar yaitu seluas 1.887 Ha yang meliputi wilayah Kelurahan Mijen, Pesantren, Kedungpane, Wates, Ngaliyan, Beringin dan Gondorio. Sedangkan kemiringan lereng landai terletak di wilayah Kelurahan Gondorio, Wonosari, Tambakaji dan sebagian wilayah Kelurahan Ngaliyan. Kemiringan lereng curam terletak di wilayah Kelurahan Ngaliyan dan Wonosari seluas 142 Ha.

Kependudukan

Jumlah penduduk DAS Beringin dapat diperkirakan dari perbandingan luas eksisting kelurahan dengan luas wilayah kelurahan yang masuk DAS Beringin. Jumlah penduduk kelurahan yang masuk kedalam DAS Beringin pada tahun 2009 secara keseluruhan adalah 83.535 jiwa, dengan jumlah penduduk terbesar di kelurahan Tambak Aji dan yang paling sedikit di kelurahan Pesantren.

Luas seluruh kelurahan yang masuk DAS Beringin adalah 42,64 km² sedangkan luas DAS Beringin adalah 26,46 km². Penduduk DAS Beringin selengkapnyanya dan luas wilayah kelurahan yang masuk DAS Beringin sebagaimana dalam Tabel 2.

**Tabel 2
Jumlah Penduduk dan Luas DAS**

No	Kelurahan	Jumlah penduduk (jiwa)	Luas kelurahan eksisting (ha)	Kepadatan Penduduk (jiwa/Ha)
1	Wates	3,911	382	10.24
2	Beringin	12,150	125	97.20
3	Ngaliyan	12,373	528	23.43
4	Tambakaji	20,102	383	52.49
5	Gondoriyo	4,778	371	12.88
6	Wonosari	16,943	323	52.46
7	Jatibarang	2,641	227	11.63
8	Kedungpane	4,720	583	8.10
9	Pesantren	948	680	1.39
10	Mijen	4,969	474	10.48
	Rata-rata			28.03

Sumber : Monografi kelurahan 2009

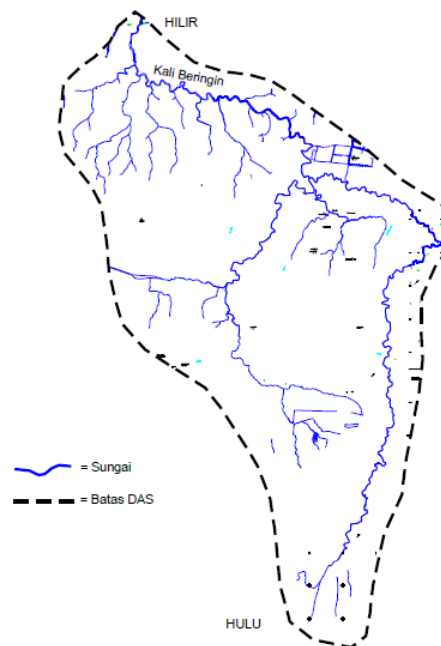
Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa kepadatan penduduk rata-rata di DAS Beringin 28.03 jiwa/ha. Kepadatan penduduk yang paling tinggi berada di Kelurahan Tambakaji dan Kelurahan Wonosari dan kepadatan penduduk rendah/jarang terletak di Kelurahan Pasantren dengan jumlah 1,39 orang/ha.

Analisa Hidrologi

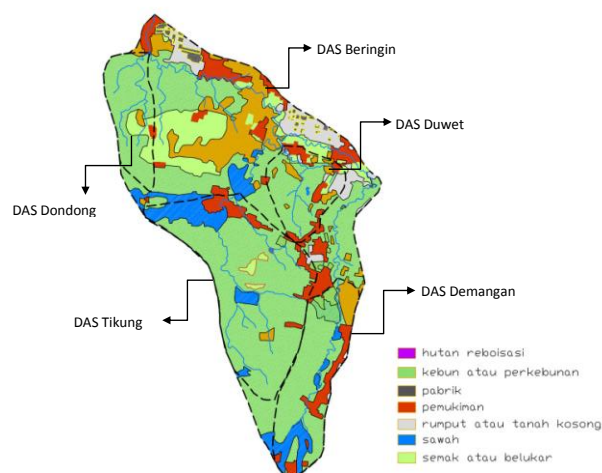
Data Hujan sangat diperlukan dalam setiap analisa hidrologi, terutama untuk menghitung Debit banjir rancangan baik secara empiris maupun model matematik. Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan data hujan yang diperoleh dari 1 (satu) stasiun pengamatan hujan di Stasiun Boja mulai tahun 2001 sampai dengan tahun 2010. Stasiun pengamatan yang berpengaruh terhadap Daerah Aliran Sungai (DAS) masing-masing saluran dan data hujan harian rata-rata maksimum adalah sebagai berikut:

Tabel 3
Data Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Hujan Harian Max Rata2	
		R	Log R
1	2001	205	2.31
2	2002	168	2.23
3	2003	132	2.12
4	2004	105	2.02
5	2005	47	1.67
6	2006	62	1.79
7	2007	119	2.08
8	2008	122	2.09
9	2009	104	2.02
10	2010	118	2.07
Ck		0.59	0.72
Cs		0.34	-0.79
Stdev		45.73	0.19
Rrt		118.20	2.04



Gambar 2
Daerah Aliran Sungai Beringin



Gambar 3
Tata Guna Lahan DAS Beringin

Analisis Hujan Rancangan

Hujan rancangan merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kala ulang tertentu sebagai hasil dari suatu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut analisis frekuensi curah hujan.

Analisis frekuensi sesungguhnya merupakan prakiraan (*forecasting*) dalam arti probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk hujan rancangan yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi. Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan agihan teori *probability distribution* dan yang

biasa digunakan adalah Agihan Normal, Agihan Log Normal, Agihan Gumbel dan Agihan Log Pearson type III. Hasil analisis hujan rencana dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4
Hujan Rencana

T	k	Log Rt	Rt
2	-0.05	2.03	107.16
5	0.82	2.19	156.31
10	1.31	2.28	192.73
20	1.85	2.39	243.35
50	2.21	2.45	284.54
100	2.54	2.52	328.55
200	2.86	2.58	376.43

Sumber : Analisa peneliti (2011)

Debit Banjir dengan Metode Rasional

I. Koefisien Limpasan (C)

Koefisien Limpasan dalam metode ini diperoleh dengan memperhatikan faktor iklim dan fisiografi yaitu dengan menjumlahkan beberapa koefisien C. Koefisien Limpasan DAS Beringin Sub DAS Dondong, Sub DAS Duwet, Sub DAS Tikung, dan Sub DAS Demangan pada kondisi sekarang (eksisting) dan sesuai rencana tata ruang dapat dilihat pada tabel 5, tabel 6, tabel 7, dan tabel 8.

Tabel 5
Koefisien Pengaliran Sub DAS Dondong

Koefisien Pengaliran DAS Beringin				
Sub DAS Dondong				
No.	Parameter	Koefisien Pengaliran		
		Notasi	Eksisting	Rencana Pola Ruang
1	Faktor Intensitas Hujan	Ci	0.300	0.300
2	Faktor Topografi	Ct	0.042	0.042
3	Faktor tampungan	Cp	0.100	0.100
4	Faktor infiltrasi tanah	Cs	0.100	0.100
5	Faktor tumbuhan penutup	Cc	0.110	0.112
	Koefisien Pengaliran	C	0.653	0.654

Tabel 6
Koefisien Pengaliran Sub DAS Duwet

Koefisien Pengaliran DAS Beringin				
Sub DAS Duwet				
No.	Parameter	Koefisien Pengaliran		
		Notasi	Eksisting	Rencana Pola Ruang
1	Faktor Intensitas Hujan	Ci	0.300	0.300
2	Faktor Topografi	Ct	0.038	0.038
3	Faktor tampungan	Cp	0.100	0.100
4	Faktor infiltrasi tanah	Cs	0.100	0.100
5	Faktor tumbuhan penutup	Cc	0.143	0.229
	Koefisien Pengaliran	C	0.681	0.767

Tabel 7
Koefisien Pengaliran Sub DAS Tikung

Koefisien Pengaliran DAS Beringin				
Sub DAS Tikung				
No.	Parameter	Koefisien Pengaliran		
		Notasi	Eksisting	Rencana Pola Ruang
1	Faktor Intensitas Hujan	Ci	0.300	0.300
2	Faktor Topografi	Ct	0.005	0.005
3	Faktor tampungan	Cp	0.100	0.100
4	Faktor infiltrasi tanah	Cs	0.100	0.100
5	Faktor tumbuhan penutup	Cc	0.114	0.139
	Koefisien Pengaliran	C	0.619	0.644

Tabel 8
Koefisien Pengaliran Sub DAS Demangan

Koefisien Pengaliran DAS Beringin				
Sub DAS Demangan				
No.	Parameter	Koefisien Pengaliran		
		Notasi	Eksisting	Rencana Pola Ruang
1	Faktor Intensitas Hujan	Ci	0.300	0.300
2	Faktor Topografi	Ct	0.014	0.014
3	Faktor tampungan	Cp	0.100	0.100
4	Faktor infiltrasi tanah	Cs	0.100	0.100
5	Faktor tumbuhan penutup	Cc	0.132	0.175
	Koefisien Pengaliran	C	0.646	0.688

2. Debit Puncak Banjir (QT)

$$Q_T = \frac{C i_T A}{3,6}$$

dengan :

Q_T = debit puncak banjir untuk periode ulang T tahun (m^3/det)

C = koefisien run off total

i_T = besar hujan untuk periode ulang T tahun (mm/jam)

A = luas daerah tadah hujan (km^2)

a). Debit Banjir Sub DAS Dondong

Luas DPS (A) = 2.05 Km²
 Panjang sungai (L) = 2,883 meter
 Koefisien limpasan (C) = 0.653 (sekarang)
 =0.654 (Pola Ruang)
 Elevasi hulu = 130.44 meter
 Elevasi hilir = 1.02 meter
 Kemiringan sungai (S) = 0.0449

NO.	Rt mm	I mm/ jam	Q (m^3/det)		Periode T Tahun
			Eksisting	Rencana Pola Ruang	
1	107.16	59.34	22.03	22.09	2
2	156.31	86.56	32.13	32.22	5
3	192.73	106.73	39.62	39.73	10
4	243.35	134.77	50.02	50.17	25
5	284.54	157.57	58.49	58.66	50
6	328.55	181.95	67.53	67.73	100
7	376.43	208.46	77.38	77.60	200

b). Debit Banjir Sub DAS Duwet

Luas DPS (A) = 2.07 Km²
 Panjang sungai (L) = 2,620 meter
 Koefisien limpasan (C) = 0.681 (sekarang)
 =0.767 (Pola Ruang)
 Elevasi hulu = 163.62 meter
 Elevasi hilir = 49.16 meter
 Kemiringan sungai (S) = 0.0437

NO.	Rt mm	I mm/ jam	Q (m^3/det)		Periode T Tahun
			Eksisting	Rencana Pola Ruang	
1	107.16	61.90	24.20	27.24	2
2	156.31	90.28	35.30	39.74	5
3	192.73	111.32	43.52	49.00	10
4	243.35	140.56	54.95	61.87	25
5	284.54	164.35	64.25	72.34	50
6	328.55	189.78	74.19	83.53	100
7	376.43	217.43	85.01	95.70	200

c). Debit Banjir Sub DAS Tikung

Luas DPS (A) = 7.54 Km²
 Panjang sungai (L) = 5,505 meter
 Koefisien limpasan (C) = 0.638 (sekarang)
 =0.670 (Pola Ruang)
 Elevasi hulu = 219.62 meter
 Elevasi hilir = 92.50 meter
 Kemiringan sungai (S) = 0.0231

NO.	Rt mm	I mm/ jam	Q (m^3/det)		Periode T Tahun
			Eksisting	Rencana Pola Ruang	
1	107.16	35.66	47.68	50.10	2
2	156.31	46.51	62.18	65.34	5
3	192.73	56.64	75.72	79.57	10
4	243.35	73.37	98.08	103.06	25
5	284.54	89.11	119.13	125.18	50
6	328.55	108.18	144.62	151.96	100
7	376.43	131.24	175.45	184.35	200

d). Debit Banjir Sub DAS Demangan

Luas DPS (A) = 3.65 Km²
 Panjang sungai (L) = 4,783 meter
 Koefisien limpasan (C) = 0.646 (sekarang)
 =0.685 (Pola Ruang)
 Elevasi hulu = 212.80 meter
 Elevasi hilir = 156.70 meter
 Kemiringan sungai (S) = 0.0117

NO.	Rt mm	I mm/ jam	Q (m^3/det)		Periode T Tahun
			Eksisting	Rencana Pola Ruang	
1	107.16	32.21	21.12	22.41	2
2	156.31	42.01	27.55	29.23	5
3	192.73	51.16	33.55	35.60	10
4	243.35	66.27	43.46	46.11	25
5	284.54	80.49	52.78	56.00	50
6	328.55	97.71	64.07	67.98	100
7	376.43	118.54	77.73	82.47	200

Hasil perhitungan debit banjir pada sub DAS Dondong menunjukkan peningkatan debit sebesar 2%, Sub DAS Duwet 12%, Sub DAS Tikung 4%, dan Sub DAS Demangan 6%. Perbedaan peningkatan debit ini tergantung perubahan luas tataguna lahan yang terjadi dari kondisi eksisting (tahun 2011) dengan rencana pola ruang (tahun 2021)

Analisa Erosi

Wischmeier dan Smith (1962) mengemukakan rumus pendugaan erosi (*Universal Soil Loss Equation*) yang berlaku untuk tanah-tanah di Amerika Serikat. Walaupun demikian rumus ini banyak pula digunakan di negara di antaranya di Indonesia.

Hasil perhitungan erosivitas hujan adalah sebagai berikut:

Tabel 9
Erosivitas Hujan DAS Beringin

No.	Bulan	Erosivitas (mm)
1	Januari	366.54
2	Pebruari	389.52
3	Maret	303.66
4	April	281.54

No.	Bulan	Erosivitas (mm)
5	Mei	155.30
6	Juni	55.79
7	Juli	13.77
8	Agustus	3.84
9	September	23.68
10	Oktober	81.64
11	Nopember	148.58
12	Desember	326.90

Hasil perhitungan erosi dan pengangkutan sedimen dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 10
Prediksi Erosi Tahunan

No.	Bulan	Erosi (ton/bulan)			
		SUB DAS DONDONG	SUB DAS TIKUNG	SUB DAS DUWET	SUB DAS DEMANGAN
1	Januari	2,395	9,986	2,180	5,071
2	Pebruari	2,545	10,612	2,316	5,388
3	Maret	1,984	8,273	1,806	4,201
4	April	1,839	7,670	1,674	3,895
5	Mei	1,015	4,231	924	2,148
6	Juni	365	1,520	332	772
7	Juli	90	375	82	191
8	Agustus	25	105	23	53
9	September	155	645	141	328
10	Oktober	533	2,224	486	1,129
11	Nopember	971	4,048	884	2,055
12	Desember	2,136	8,906	1,944	4,522
Jml. Erosi (ton/tahun)		14,052	58,594	12,790	29,753
Jml. Erosi (ton/Ha/tahun)		68.68	77.73	61.94	81.47
Jml. Erosi (mm/Ha/tahun)		3.82	4.32	3.44	4.53
Sediment Delivery Ratio		0.083	0.056	0.083	0.070
Produksi Sedimen (ton/th)		1,167.490	3,291.942	1,059.678	2,077.600

Berdasarkan klasifikasi erosi lahan DAS Beringin tergolong sedang (62,50 sampai 187,50 ton/Ha/tahun), namun demikian usaha konservasi untuk menurunkan laju erosi sudah diperlukan.

Analisa Usaha Konservasi

Upaya konservasi untuk menjamin kelestarian lingkungan akibat perubahan penggunaan lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman antara lain:

1. Sumur Resapan

Pengalihan fungsi lahan merupakan salah satu faktor penyebab banjir dan menurunnya permukaan air tanah. Pengalihan lahan pertanian dan lahan hijau seperti hutan menjadi perumahan menyebabkan tidak adanya lagi area terbuka sebagai resapan air, sehingga air yang meresap ke dalam tanah menjadi kecil dan memperbesar volume aliran air permukaan. Guna mengatasi banjir dan menurunnya permukaan air tanah dapat dilakukan dengan

cara pencegahan sedini mungkin melalui perencanaan dari awal oleh pihak pengembang perumahan dengan mengalokasikan lahan untuk pembuatan konstruksi sumur resapan air.

Dari perhitungan dapat dilihat bahwa setiap perubahan tata guna lahan seluas 1 Ha dari lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman dibutuhkan 135 sumur resapan untuk mengontrol debit air yang masuk ke sungai, atau tiap 75 m² perubahan lahan memerlukan sebuah sumur resapan. Luas lantai bangunan 75 m² pada umumnya memiliki tanah seluas 150 m², yang berarti perumahan dengan tipe 75 memerlukan sebuah sumur resapan.

Tabel 11
Kebutuhan Konservasi dengan Sumur Resapan

Sub DAS	Luas Perubahan Tata Guna Lahan (m ²)	Perubahan Debit Puncak Periode Ulang 10 Tahun (m ³ /dt)	Kebutuhan Sumur Resapan	Kebutuhan Sumur Resapan per Ha lahan
Sub DAS Dondong	26,258	0.12	234	89
Sub DAS Duwet	1,133,243	5.48	10,953	97
Sub DAS Tikung	1,190,296	19.08	38,161	321
Sub DAS Demangan	1,160,880	2.05	4,091	35
Rata-rata				135
Kapasitas Serap 1 (satu) sumur resapan = 0.000500 m ³ /dt				

2. Biopori

Lubang Resapan Biopori (LRB) adalah salah satu metode peningkatan daya resap air pada tanah yang dilakukan dengan membuat lubang-lubang vertikal pada tanah dan mengisi lubang-lubang tersebut dengan bahan organik, seperti sampah-sampah organik rumah tangga, potongan rumput atau vegetasi lainnya, dan sejenisnya. Bahan organik ini kelak akan dijadikan sumber energi bagi organisme di dalam tanah seperti cacing, perakaran tanaman, rayap dan fauna tanah lainnya yang kemudian akan dapat menghidupi fauna tanah tersebut sehingga aktifitas mereka akan meningkat. Dengan meningkatnya aktifitas mereka maka akan semakin banyak biopori yang terbentuk. Lubang biopori diharapkan di pasang pada tempat-tempat terbuka yang memungkinkan untuk pasang biopori.

3. Embung / lumbung air

Embung/Lumbung Air merupakan bangunan yang berfungsi menampung air hujan dan kelebihan air dari saluran drainase di musim hujan. Selama musim kering air akan dimanfaatkan oleh untuk memenuhi kebutuhan penduduk, ternak dan sedikit kebun. Di musim hujan lumbung air tidak beroperasi karena air diluar lumbung air tersedia cukup banyak untuk memenuhi kebutuhan diatas. Oleh karena itu pada setiap akhir musim hujan sangat diharapkan lumbung air dapat terisi penuh air agar dapat mengurangi debit yang mengalir ke sungai. Selain itu keberadaan embung/lumbung

air berfungsi untuk menurunkan debit banjir. Akibat perubahan tataguna lahan bangunan ini merupakan salah satu alternatif yang harus dibuat agar debit banjir tidak meningkat. Penurunan debit dengan pembuatan embung/lumbung air bisa ditinjau dari permeabilitas tanah dasar embung dan penelusuran debit banjir inflow outflow dengan *flood routing*. Dalam penelitian ini kebutuhan luas lahan embung untuk penurunan debit banjir diperhitungkan hanya dari permeabilitas tanah saja dengan mengabaikan *flood routing* akibat tampungan embung/lumbung air.

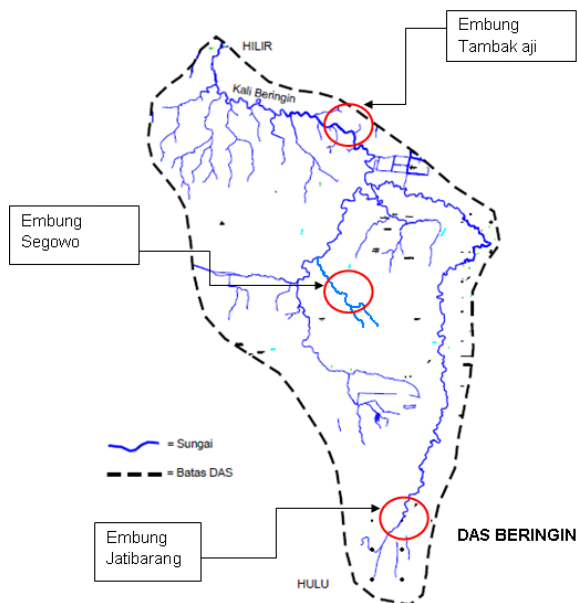
Tabel 12
Kebutuhan Konservasi dengan Tampungan

Sub DAS	Luas Perubahan Tata Guna Lahan (m ²)	Perubahan Debit (m ³ /dt)	Kebutuhan Lahan untuk Kolam Penampungan (m ²)	Kebutuhan Embung per Ha lahan
Sub DAS Dondong	26,258	0.12	1,402	534
Sub DAS Duwet	1,133,243	5.48	65,719	579
Sub DAS Tikung	1,190,296	19.08	228,965	1,923
Sub DAS Demangan	1,160,880	2.05	24,545	211
Rata-rata				812

Permeabilitas tanah diambil 0.000083 m/dt

Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan lahan untuk tampungan air agar tidak ada peningkatan debit akibat perubahan tataguna lahan rata-rata sebesar 812 m²/Ha.

Usaha konservasi yang diperlukan akibat perubahan lahan hijau menjadi lahan pemukiman dapat dilakukan kombinasi dari beberapa pilihan bangunan konservasi yang telah diuraikan atau yang lain.



Gambar 4
Rencana Lokasi Embung

Dari survey identifikasi lokasi di lapangan diperoleh tiga lokasi rencana embung alternatif yaitu Embung Tambak Aji, Embung Segowo dan Embung Jatibarang Hulu. Lokasi ketiga embung tersebut dapat dilihat pada gambar 4.

Untuk lebih lengkapnya data teknik masing-masing rencana embung adalah sebagai berikut:

1. Embung Tambakaji
 - Panjang Dam : 66,50 m
 - Tinggi Dam : 13,7 m
 - Luas DAS : 18,612 km²
 - Luas Genangan : 0,149 km²
 - Kapasitas Tampung : 826,92 m³
 - Lokasi : Kelurahan Tambakaji
 - Elevasi Mercu Dam : + 50,00 m
 - Elevasi MAB : + 48,00 m
 - Elv. Mercu Spillway : + 46,00 m
- Keterangan : Daerah genangan sudah padat pemukiman/industry

2. Embung Segowo
 - Panjang Dam : 82 m
 - Tinggi Dam : 4,4 m
 - Luas DAS : 1,278 km²
 - Luas Genangan : 0,107 km²
 - Kapasitas Tampung : 15.650 m³
 - Lokasi : Kelurahan Wates
 - Elevasi Mercu Dam : + 213 m
 - Elevasi MAB : + 212,30 m
 - Elv. Mercu Spillway : + 211,50 m

3. Embung Jatibarang
 - Panjang Dam : 82 m
 - Tinggi Dam : 4,4 m
 - Luas DAS : 1,278 km²
 - Luas Genangan : 0,107 km²
 - Kapasitas Tampung : 103.220 m³
 - Lokasi : Kelurahan Jatibarang
 - Elevasi Mercu Dam : + 213 m
 - Elevasi MAB : + 212,30 m
 - Elv. Mercu Spillway : + 211,50 m

Penutup

Perubahan tata guna lahan dari lahan hijau menjadi lahan permukiman secara hidrologi akan menimbulkan peningkatan aliran air permukaan dan debit banjir puncak.

Beberapa penanganan yang bisa dilakukan untuk mengembalikan debit aliran permukaan menjadi hampir sama dengan kondisi pada saat belum terjadi perubahan tata guna lahan adalah setiap perubahan tata guna lahan seluas 1 Ha dari lahan hijau menjadi lahan pemukiman maka dibutuhkan 135 sumur resapan atau setiap perubahan seluas 75 m² memerlukan sebuah sumur resapan. Konservasi juga dapat dilakukan dengan menggunakan tampungan, dimana setiap 1 Ha perubahan lahan

dibutuhkan tampungan air embung/lumbung air untuk resapan seluas 812 m².

Erosi yang terjadi pada DAS Beringin sudah diperlukan karena berdasarkan perhitungan erosi mencapai 61,94 ton/Ha/thn sampai 81,47 ton/Ha/tahun yang tergolong sedang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada WaliKota Semarang dan Kepala Bappeda Kota Semarang yang telah memberikan dana kegiatan penelitian melalui Bidang Penelitian dan Pengembangan Bappeda Kota Semarang tahun 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : IPB.
- Barus dan Suwardjo. 1977. *Hubungan antara Sifat-sifat Hujan dengan Erosi*, Kongres Nasional Ilmu Tanah II, Jogyakarta.
- Julien, P.Y. 1995. *Erosion and Sedimentation*, 1st ed. New York : Cambridge University.

- Sarief, E.S. 1985. *Konservasi Tanah dan Air*, Cet. III, Bandung : CV. Pustaka Buana.
- Seta, A.K. 1991. *Konservasi Sumber daya Tanah dan Air*, Cet. II Jakarta : Kalam Mulia.
- Suripin. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*, Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Susilo, Edy. *Kajian Efisiensi Tangkapan Sedimen Beberapa Waduk di Jawa*, Tesis, Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1965. *Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains*. USDA, Agriculture Handbook No. 282.
- Wischmeier, W.H., C.B. Johnson, and B.V. Cross, 1971. *A Soil Erodibility Nomograph for farmland and Construction Sites*, J. Soil and Water Cons.
- Yang, C.T. 1996. *Sediment Transport Theory and Practice*, Singapore : McGraw-Hill.