

STUDI SISTEM DRAINASE KALI TUTUP BARAT KABUPATEN GRESIK BERBASIS KONSERVASI UNTUK PENANGANAN GENANGAN

Ubaidillah¹, M. Bisri², M. Janu Ismoyo²

¹Mahasiswa Program Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang

²Dosen Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang.

Abstrak: Pertumbuhan Kota Gresik disertai bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri menimbulkan dampak pada siklus hidrologi dan mengurangi kawasan resapan sehingga mengakibatkan banjir/genangan. Kawasan yang rawan banjir yaitu di daerah pasar kota.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi dapat dianalisis dan diketahui kondisi sistem drainase eksisting dan penanganan berbasis konservasi dengan menggunakan Bozem dan Sumur Injeksi.

Hasil kajian diperoleh bahwa sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik tidak mampu mengatasi limpasan. Dengan lahan yang ada kapasitas bozem dapat menampung debit limpasan sebesar 4.444 m³ sedangkan sumur injeksi sebesar 706,5 m³.

Kata kunci: Kepadatan penduduk, drainase, bozem, sumur injeksi.

Abstract: Gresik city growth, accompanied by the increase of population, urbanization and industrial development poses a considerable impact on the hydrological cycle and reduces the absorption region, resulting in flooding. Floodprone area is around market of the city.

The issues raised in the field can be analyzed and poses conditions of the existing drainage system of Kali Tutup Barat Gresik as well as the handling based conservation using Bozem and injection wells.

The study results found that the drainage system of Kali Tutup Barat Gresik is unable to cope with puddle. Of the available land, the bozem capacity can accommodate puddle discharge of 4.444 m³ while the injection wells at 706,5 m³.

Key words: Population density, drainage, bozem, injection wells

Pertumbuhan kota dengan disertai bertambahnya penduduk menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi, sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase kota, salah satunya di wilayah Kota Gresik sebagai Ibu Kota Kabupaten Gresik. Tingginya laju urbanisasi yang memerlukan lahan hunian dan berkembangnya industri-industri yang juga memerlukan lahan menyebabkan perubahan yang sangat drastis menyangkut tata guna lahan.

Oleh karena itu setiap perkembangan kota harus diikuti dengan perbaikan sistem drainase, tidak cukup hanya dengan pada lokasi yang dikembangkan, melainkan meliputi daerah sekitarnya juga. Seiring dengan pertumbuhan kawasan kota, sering diikuti oleh terjadinya genangan banjir di beberapa kawasan. Hal ini terjadi karena lahan kosong yang semula sebagai kawasan resapan semakin berkurang menyebabkan terjadi peningkatan limpasan permukaan, sementara saluran yang ada penampangnya relatif tetap bahkan ada yang semakin kecil akibat

adanya pendangkalan dasar sungai akibat sedimen dan terjadi pula penyempitan lebar sungai disebabkan adanya pembangunan rumah disisi kanan dan kiri sungai. Beberapa kawasan yang rawan banjir di wilayah Kota Gresik adalah di Jl. Samanhudi Jl. Usman Sadar, Jl. Sindujoyo, Kelurahan Lumpur, Kelurahan Pakelingan, Kelurahan Kroman, Kelurahan Kemuteran, Kelurahan Karangpoh.

Gejala ini sering ditunjukkan dengan adanya air yang meluap dari saluran drainase yang memenuhi jalan-jalan perkotaan, disamping itu topografi Kota Gresik yang relatif datar juga menyebabkan kemungkinan terjadinya banjir maupun genangan-genangan yang akan sangat mengganggu berbagai aktivitas warga dan berdampak kurang baik bagi sanitasi.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di lapangan dan untuk mengurangi kerugian yang terjadi akibat banjir di Kota Gresik, yang terjadi akibat perkembangan kota dan mengacu pada Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), berkonsep utama menge-

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$$

lola limpasan permukaan dengan cara mengembangkan fasilitas untuk menahan air hujan (*rainfall retention facilities*) yang terdiri dari dua bentuk yakni tipe penyimpanan dan tipe peresapan. Maka untuk penanggulangannya dapat dilakukan dengan cara menggunakan metode Bozem dan Sumur Injeksi. Sumur injeksi juga bisa mencegah terjadinya bahaya intrusi air laut yang diakibatkan karena menurunnya permukaan air tanah di daerah pantai.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan identifikasi di atas, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik tidak mampu mengatasi limpasan?
2. Bagaimana sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik berbasis konservasi yang dapat mengatasi limpasan?

Tujuan Penelitian

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik eksisting.
2. Mengetahui sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik berbasis konservasi yang dapat mengatasi limpasan.

TINJAUAN PUSTAKA

Analisa Hidrologi

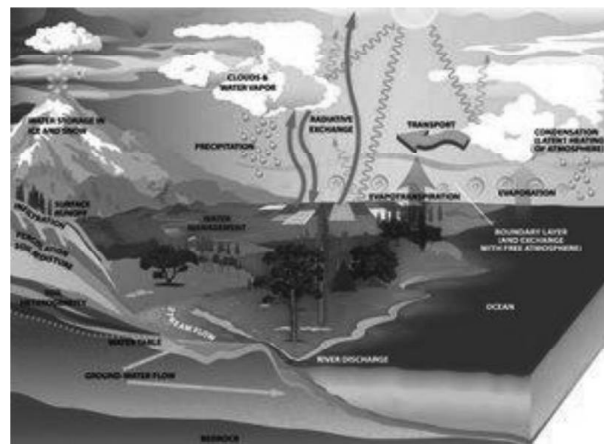
Analisis hidrologi adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menghitung potensi air yang ada pada daerah tertentu, untuk bisa dimanfaatkan, dikembangkan serta mengendalikan potensi air untuk kepentingan masyarakat di sekitar daerah tersebut. Secara umum analisa hidrologi merupakan satu bagian analisa awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisa hidrologi merupakan masukan penting dalam analisa selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir (Harto, 1993 : 2).

Di dalam hidrologi, salah satu aspek analisa yang diharapkan dihasilkan untuk menunjang perencanaan bangunan-bangunan hidraulik adalah penetapan besaran-besaran rancangan, baik hujan, banjir maupun unsur hidrologi lainnya. Hal ini merupakan satu masalah yang cukup rumit karena di satu pihak dituntut hasil yang memadai, namun di pihak lain sarana yang

diperlukan untuk itu sering tidak memadai (Harto, 1993 : 3).

Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Soemarto, 1999 : 2).

Dalam daur hidrologi energi panas matahari dan faktor-faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya proses evaporasi pada permukaan vegetasi dan tanah, di laut, di sungai, atau di danau. Uap air sebagai hasil proses evaporasi akan terbawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung maupun datar, dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan, sebagian dari uap air tersebut akan terkondensasi dan turun sebagai air hujan. Air hujan yang dapat mencapai permukaan tanah, sebagian akan masuk (terserap) ke dalam tanah (*infiltration*). Daur hidrologi dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1. Daur Hidrologi

Analisa Frekuensi

Curah hujan rancangan adalah curah hujan yang mungkin terjadi pada kala ulang tertentu. Untuk mendapatkan curah hujan rancangan digunakan metode analisis frekuensi. Terdapat beberapa metode analisis frekuensi, dalam analisis ini dipergunakan metode Distribusi Gumbel dan Log Pearson Type III.

1. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel dinyatakan dengan persamaan:

$$X_{Tr} = \bar{X} - S_x (0.78 y - 0.45) \quad (1)$$

dengan:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}} \quad (2)$$

$$Y = \ln \ln \frac{T+1}{T} \quad (3)$$

dengan:

- $\overline{X_{Tr}}$ = Curah hujan dengan kala ulang T_r tahun (mm)
 $\overline{X}$ = Curah hujan maksimum rerata (mm)
 S_x = Simpangan baku
 y = Perubahan reduksi
 n = Jumlah data
 X_i = Data curah hujan harian maksimum (mm)
 T = Kala ulang dalam tahun

Bentuk lain dari persamaan Gumbel adalah:

$$X_{Tr} = \overline{X} + S_x K \quad (4)$$

dengan:

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (5)$$

dengan:

- K = Konstanta
 Y_t = Reduksi sebagai fungsi dari probabilitas (Tabel 1)
 Y_n & S_n = Besaran yang merupakan fungsi dari jumlah data (Tabel 2 dan Tabel 3)

Tabel 1. Harga Y_t sebagai fungsi dari T

T	Y_t	T	Y_t	T	Y_t
1,01	-1,53	5	1,50	50	3,90
1,58	0,00	10	2,25	100	4,60
2,00	0,37	20	2,97	200	5,30

Sumber: Soemarto, 1999 : 148

Tabel 2. Simpangan baku tereduksi, S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
100	1,20									

Sumber: Soemarto, 1999 : 149

Tabel 3. Rata-rata tereduksi, Y_n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,499	0,503	0,507	0,510	0,512	0,515	0,518	0,520	0,522
20	0,523	0,525	0,526	0,528	0,529	0,530	0,532	0,533	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,538	0,539	0,540	0,541	0,541	0,542	0,543
40	0,543	0,544	0,544	0,545	0,545	0,546	0,546	0,547	0,547	0,548
50	0,548	0,549	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	0,551	0,551	0,551
60	0,552	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554
70	0,554	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556
80	0,556	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
90	0,558	0,558	0,558	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559
100	0,560									

Sumber: Soemarto, 1999 : 148

2. Distribusi Log Pearson Tipe III

Metode Log Pearson Type III pada prinsipnya dapat digunakan untuk semua sebaran data. Adapun langkah-langkah analisis frekuensi dengan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

Nilai rerata, dengan persamaan:

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \quad (6)$$

Standard deviasi, dengan persamaan:

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n-1} \quad (7)$$

Koefisien kepencengan (*skewnes*), dengan persamaan:

$$C_s = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (8)$$

Koefisien kepuncakan (*kurtosis*), dengan persamaan:

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (9)$$

Keragaman sample (variasi), dengan persamaan:

$$C_v = \frac{S}{\overline{\text{Log } X_i}} \quad (10)$$

Logaritma X dengan persamaan:

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X_i} - G \cdot S \quad (11)$$

Antilog X

X = anti log X

dengan:

Log X = Logaritma debit atau curah hujan

Log X = Logaritma rerata dari debit atau curah hujan

$\overline{\text{Log } X_i}$ = Logaritma debit atau curah hujan tahun ke I

G = Konstanta Log Pearson Type III, koefisien kepencengan

S1 = Simpangan baku

Cs = Koefisien kepencengan

Ck = Koefisien kurtosis

Cv = Keragaman sample (variasi)

n = Jumlah data

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi frekuensi bertujuan untuk menentukan data terhadap fungsi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi frekuensi tersebut. Pengujian distribusi dilakukan dengan dua parameter yaitu:

1. Uji Smirnov-Kolmogorov
2. Uji Chi Kuadrat

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov ini digunakan untuk menguji simpangan secara mendatar. Uji ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Data curah hujan diurutkan dari kecil ke besar
2. Menghitung besarnya harga probabilitas dengan persamaan *Weibull* sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{m}{(n-1)} \times 100\% \quad (12)$$

dengan:

P = Probabilitas (%)

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

3. Hitung nilai peluang teoritis, $P(x<)$, dengan rumus $P(x<) = 1 - P(x)$
4. Hitung fungsi $f(t)$ dengan rumus:

$$f(t) = \frac{(X - \overline{X})}{S_x} \quad (13)$$

5. Berdasarkan nilai $f(t)$ tentukan luas daerah kurva distribusi normal $P'(x)$, dimana luas kurva distribusi normal ditunjukkan pada Lampiran. Nilai $P'(x)$ didapat dengan rumus $P'(x) = 1 - \text{Luas kurva}$
6. Hitung $P'(x<)$ dengan rumus, $P'(x<) = 1 - P'(x)$
7. Hitung nilai HIT dengan rumus $DH_{\text{HIT}} = P'(x<) - P(x<)$
8. Apabila harga $\text{HIT} < cr$, maka dapat disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi masih dalam batas-batas yang diijinkan. Harga nilai kritis cr untuk variasi derajat kepercayaan dapat dilihat pada tabel.

2. Uji Chi-Kuadrat

Uji kesesuaian Chi-Kuadrat merupakan suatu ukuran mengenai perbedaan yang terdapat antara frekuensi yang diamati dan yang diharapkan. Uji ini digunakan untuk menguji simpangan secara tegak lurus, yang ditentukan dengan rumus:

$$\chi^2_{Hit} = \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \quad (14)$$

Dimana:

- χ^2_{Hit} = Parameter Chi-Kuadrat terhitung
 e_i = Frekuensi teoritis
 o_i = Frekuensi pengamatan

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Perhitungan debit banjir rancangan untuk perencanaan saluran drainase perkotaan terdiri dari debit air hujan dan debit air kotor. Periode ulang untuk saluran drainase kota adalah 5 tahun. Perhitungan debit banjir rancangan diperlukan untuk menentukan kapasitas dan dimensi saluran dengan air yang mengalirinya.

Debit Air Hujan

Untuk menghitung besarnya debit air hujan dalam merencanakan drainase perkotaan umumnya dilakukan dengan metode Rasional. Karena luasan relatif daerah aliran yang tidak terlalu luas, kehilangan air sedikit dan waktu konsentrasi relatif pendek. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Suripin, 2004 : 79).

$$Q = 0.002778 C.I.A \quad (15)$$

dengan:

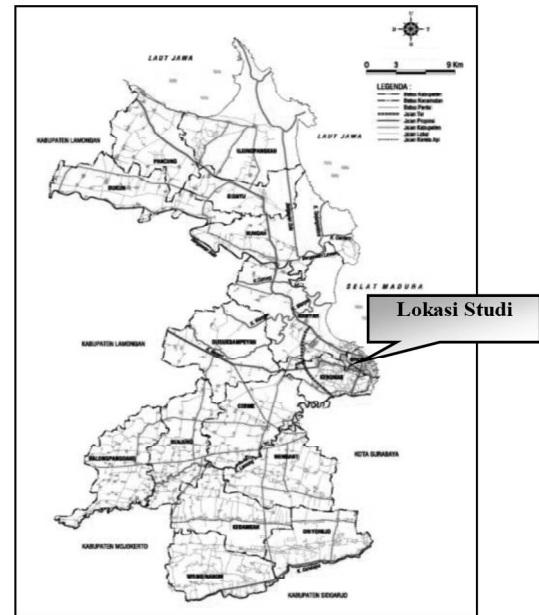
- Q = Debit Air Hujan (m^3/dt)
 C = koefisien pengaliran
 I = Intensitas hujan pada periode ulang tertentu (mm/jam)
 A = luas daerah pengaliran (ha^2)

Lokasi Studi

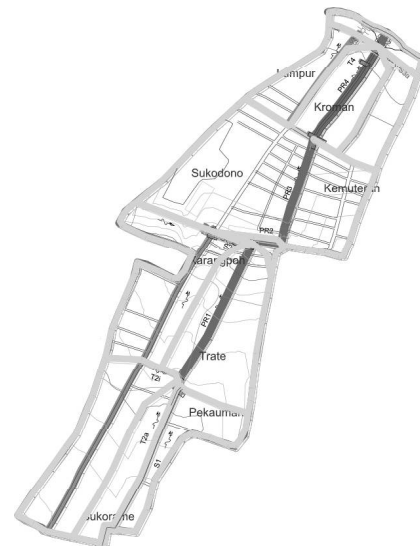
Wilayah Kabupaten Gresik termasuk wilayah yang berdekatan dengan kabupaten-kabupaten yang tergabung dalam Gerbangkertosusila, yaitu Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo dan Lamongan. Adapun batas-batas wilayah Kabupaten Gresik dapat dilihat pada Gambar 2.

- Sebelah Utara : Laut Jawa
 Sebelah Timur : Selat Madura
 Sebelah Selatan : Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto dan Kota Surabaya
 Sebelah Barat : Kabupaten Lamongan

Luas DAS Kali Tutup Barat adalah 65.87 ha. Sistem drainase Kali Tutup Barat memiliki beberapa sistem saluran primer, saluran skunder dan saluran



Gambar 2. Peta Kabupaten Gresik



Gambar 3. Peta DAS Kali Tutup Barat

tresier. Untuk itu dalam menganalisis kajian hidrologinya perlu dibedakan luas daerah tangkapannya, seperti pada Gambar 3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan Harian Maksimum

Pengertian dari curah hujan harian maksimum adalah jumlah curah hujan n hari yang paling maksimum terjadi dalam satu tahun, dimana n adalah jumlah hari. Misalnya curah hujan harian maksimum berarti hujan yang paling maksimum yang terjadi selama satu tahun. Curah hujan harian digunakan untuk menghitung debit banjir rencana terutama di Kota Gresik untuk memperkirakan fluktuasi muka air banjir saat

musim hujan. Dari hasil analisa di dapatkan curah hujan harian maksimum sebagai berikut.

Hasil analisa curah hujan harian maksimum ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Curah hujan harian maksimum

No	Tahun	Stasiun Bunder		Stasiun Suci		Rerata Aljabar (mm)
		Tinggi Hujan (mm)	Waktu Hujan	Tinggi Hujan (mm)	Waktu Hujan	
1	Okt 2001 - Sept 2002	120.00	30 Januari 2002	30.00	30 Januari 2002	75.00
2	Okt 2002 - Sept 2003	69.00	10 Februari 2003	60.00	10 Februari 2003	64.50
3	Okt 2003 - Sept 2004	77.00	17 Mei 2004	25.00	17 Mei 2004	51.00
4	Okt 2004 - Sept 2005	84.00	9 Maret 2005	35.00	9 Maret 2005	59.50
5	Okt 2005 - Sept 2006	101.00	9 April 2006	24.00	9 April 2006	62.50
6	Okt 2006 - Sept 2007	150.00	30 Desember 2007	30.00	30 Desember 2007	90.00
7	Okt 2007 - Sept 2008	76.00	21 Maret 2008	19.00	21 Maret 2008	47.50
8	Okt 2008 - Sept 2009	85.00	22 Februari 2009	25.00	22 Februari 2009	55.00
9	Okt 2009 - Sept 2010	103.00	4 Maret 2010	35.00	4 Maret 2010	69.00
10	Okt 2010 - Sept 2011	103.00	7 Maret 2011	49.00	7 Maret 2011	76.00

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. Urutan Rerata Curah hujan harian maksimum dari terbesar

No	Tahun	CH Mak (mm)
1	Okt 2006 - Sept 2007	90.00
2	Okt 2010 - Sept 2011	76.00
3	Okt 2001 - Sept 2002	75.00
4	Okt 2009 - Sept 2010	69.00
5	Okt 2002 - Sept 2003	64.50
6	Okt 2005 - Sept 2006	62.50
7	Okt 2004 - Sept 2005	59.50
8	Okt 2008 - Sept 2009	55.00
9	Okt 2003 - Sept 2004	51.00
10	Okt 2007 - Sept 2008	47.50

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisa Frekuensi

1. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel dinyatakan dengan persamaan:

$$X_{Tr} = \bar{X} + Sx (0.78 y - 0.45) \quad (16)$$

Dengan menggunakan rumus dan konstanta yang terdapat pada tabel di atas maka curah hujan rancangan untuk masing-masing kala ulang dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari Tabel 6, untuk analisa studi drainase primer dan sekunder dipakai curah hujan rencana dengan kala ulang 5 tahun. Dalam hal ini untuk metode Gumbel sebesar 74,29 mm.

Tabel 6. Perhitungan curah hujan harian maksimum (Metode Gumbel)

No	Tahun	Curah Harian Maks	Data Terurut	Kala Ulang (T, tahun)	Y_T	X_T
1	Okt 2001 - Sept 2002	75.00	90.00	2	0.3665	62.88
2	Okt 2002 - Sept 2003	64.50	76.00	5	1.4999	74.29
3	Okt 2003 - Sept 2004	51.00	75.00	10	2.2504	81.85
4	Okt 2004 - Sept 2005	59.50	69.00	25	3.1985	91.40
5	Okt 2005 - Sept 2006	62.50	64.50	50	3.9019	98.48
6	Okt 2006 - Sept 2007	90.00	62.50	100	4.6001	105.51
7	Okt 2007 - Sept 2008	47.50	59.50			
8	Okt 2008 - Sept 2009	55.00	55.00			
9	Okt 2009 - Sept 2010	69.00	51.00			
10	Okt 2010 - Sept 2011	76.00	47.50			

Parameter Statistik
 Simpangan Baku (Sx) 12.91
 Rata-rata ($\bar{X}$) 65.00
 Rumus :
 $X = \bar{X} + Sx (0.78 Y_T - 0.45)$

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Distribusi Log Pearson Type III

Metode Log Pearson Type III pada prinsipnya dapat digunakan untuk semua sebaran data. Adapun langkah-langkah analisis frekuensi dengan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

Nilai rerata, dengan persamaan:

$$\overline{\log X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \quad (17)$$

Dengan menggunakan rumus 17, maka curah hujan rancangan untuk masing-masing kala ulang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan curah hujan 1 harian maksimum (Metode Log Pearson Type III)

NO	TAHUN	C.H. MAK (mm)	Log X	Log X - $\overline{\log X}$	$(\log X - \overline{\log X})^2$	$(\log X - \overline{\log X})^3$	Tr	G	Xi (mm)
1	Okt 2001 - Sept 2002	75.0	1.88	0.070	0.0049	0.0003	2	-0.025	63.56
2	Okt 2002 - Sept 2003	64.5	1.81	0.004	0.0000	0.0000	5	0.843	75.36
3	Okt 2003 - Sept 2004	51.0	1.71	-0.098	0.0096	-0.0009	10	1.306	82.52
4	Okt 2004 - Sept 2005	59.5	1.77	-0.031	0.0010	0.0000	25	1.817	91.22
5	Okt 2005 - Sept 2006	62.5	1.80	-0.009	0.0001	0.0000	50	2.151	97.38
6	Okt 2006 - Sept 2007	90.0	1.95	0.149	0.0222	0.0033	100	2.455	103.37
7	Okt 2007 - Sept 2008	47.5	1.68	-0.129	0.0166	-0.0021			
8	Okt 2008 - Sept 2009	55.0	1.74	-0.065	0.0042	-0.0003			
9	Okt 2009 - Sept 2010	69.0	1.84	0.033	0.0011	0.0000			
10	Okt 2010 - Sept 2011	76.0	1.88	0.075	0.0057	0.0004			
		65.00	18.05	0.000	0.0652	0.0007			

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 7, untuk analisa studi drainase primer dan sekunder dipakai curah hujan rencana dengan kala ulang 5 tahun. Dalam hal ini untuk metode Log Pearson Type III sebesar 75.36 mm.

Perhitungan Debit Limpasan

Untuk menghitung besarnya debit air hujan dalam merencanakan drainase perkotaan umumnya dilakukan dengan metode Rasional. Karena luasan relatif daerah aliran yang tidak terlalu luas, kehilangan

air sedikit dan waktu konsentrasi relatif pendek. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Suripin, 2004 : 79).

$$Q = 0.002778 C.I.A \quad (18)$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan debit limpasan

Lokasi	Nama Ruas	Luas Daerah Tangkapan Air A (ha)	Intensitas Hujan I (mm/jam)	Koefisien Pengaliran C	Debit Rancangan Di Ruas Saluran m^3/dt	Debit Rancangan Kumulatif Di Ruas Saluran (Q) m^3/dt	Keterangan Debit Kumulatif Rancangan Di Ruas Saluran
Jl. Akim Kayat	S1	4.50	58.52	0.75	0.55	0.55	Debit di ruas S1
Jl. Akim Kayat	T2a	3.79	58.52	0.75	0.46	0.46	Debit di ruas T2a
Jl. Usman Sadat, Jl. Akim Kayat	T2i	8.99	50.34	0.75	0.94	0.94	Debit di ruas T2i
Saluran Trate	PR1	9.38	71.20	0.75	1.39	3.83	Debit di ruas PR1+S1+T2a+T2i
Jl. Saman Hudi	S2	8.27	62.18	0.75	1.07	1.07	Debit di ruas S2
Jl. Saman Hudi	PR2	0.55	106.52	0.75	0.12	5.02	Debit di ruas PR2+PR1+S2
Jl. KH. Ashari Tengah	PR3	17.78	77.85	0.75	2.88	7.90	Debit di ruas PR3+PR2
Kali Tutup Barat	PR4	4.74	75.98	0.75	0.73	8.63	Debit di ruas PR4+PR3
Jl. RE. Martadinata	S3a	3.26	31.67	0.75	0.22	0.22	Debit di ruas S3a
Jl. RE. Martadinata	S3i	3.22	30.79	0.75	0.21	0.21	Debit di ruas S3i
Kali Tutup Barat	PR5	1.39	194.67	0.75	0.56	9.64	Debit di ruas PR5+PR4+S3a+S3i

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Perhitungan kapasitas saluran drainase eksisting adalah saluran drainase yang sudah ada yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan saluran dalam menampung air. Setelah kapasitas saluran mengetahui kemampuan saluran dalam menampung air. Setelah kapasitas saluran lama diketahui kemudian dibandingkan dengan debit rancangan untuk mengetahui apakah saluran drainase tersebut dapat menampung debit rancangan atau tidak. Hasil perhitungan analisa kapasitas saluran drainase eksisting dapat dilihat pada Tabel 9. Setelah diketahui perhitungan debit kapasitas saluran eksisting dapat dibuat skema jaringan drainase eksisting seperti tergambar dan skema jaringan rencana Gambar 4.

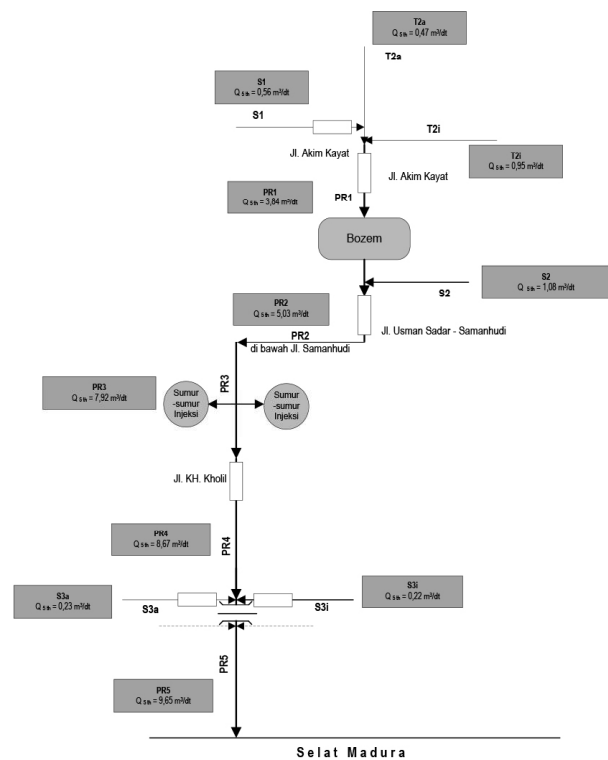
Perhitungan Kapasitas Tampungan Bozem

Kapasitas bozem dapat ditetapkan berdasarkan lengkung kapasitas bozem, yang mana merupakan suatu kurva yang menggambarkan hubungan antara luas muka air (*reservoir area*), volume (*storage capacity*) dengan elevasi. Dari lengkung kapasitas bozem ini akan diketahui besarnya tampungan pada elevasi tertentu. Seperti tampak pada Gambar 5 denah tampungan bozem, Gambar 6 potongan tampungan bozem, dan Gambar 7. Grafik lengkung kapasitas bozem.

Tabel 9. Kapasitas saluran drainase terhadap debit banjir rencana

Lokasi	Nama Ruas	Total Debit Rancangan $Q_{da} = (Q+q)$ m^3/dt	Kapasitas Saluran Q_s (m^3/dt)	Cek Kapasitas $Q_s > Q_{da}$
Jl. Akim Kayat	S1	0.56	0.38	Kapasitas saluran tidak cukup
Jl. Akim Kayat	T2a	0.47	0.13	Kapasitas saluran tidak cukup
Jl. Usman Sadat, Jl. Akim Kayat	T2i	0.95	0.13	Kapasitas saluran tidak cukup
Saluran Trate	PR1	3.84	5.38	Ok
Jl. Saman Hudi	S2	1.08	1.36	Ok
Jl. Saman Hudi	PR2	5.03	1.38	Kapasitas saluran tidak cukup
Jl. KH. Ashari Tengah	PR3	7.92	5.32	Kapasitas saluran tidak cukup
Kali Tutup Barat	PR4	8.67	14.53	Ok
Jl. RE. Martadinata	S3a	0.23	3.45	Ok
Jl. RE. Martadinata	S3i	0.22	3.45	Ok
Kali Tutup Barat	PR5	9.65	14.53	Ok

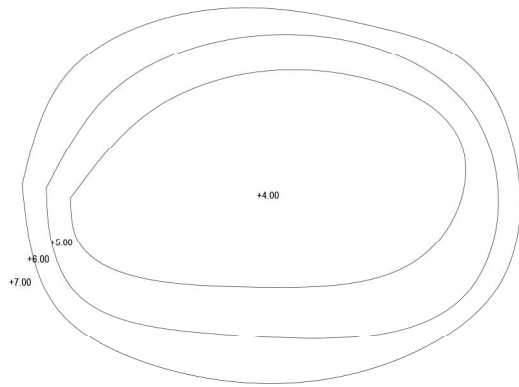
Sumber: Hasil Perhitungan



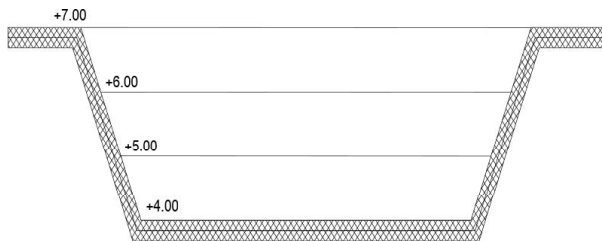
Gambar 4. Skema Drainase Rencana

Dari hasil perhitungan bahwa volume tampungan bozem sebesar 4.444 m^3 .

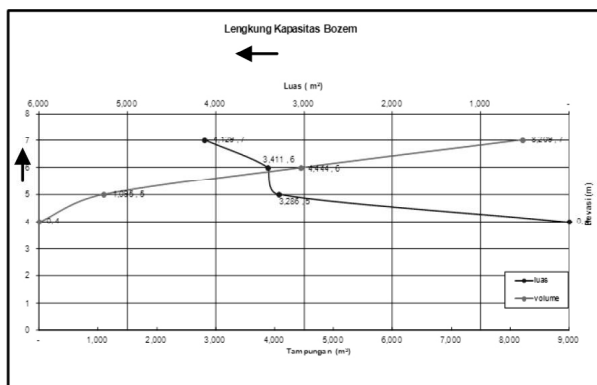
Untuk gambar lay out bozem dapat dilihat pada Gambar 8.



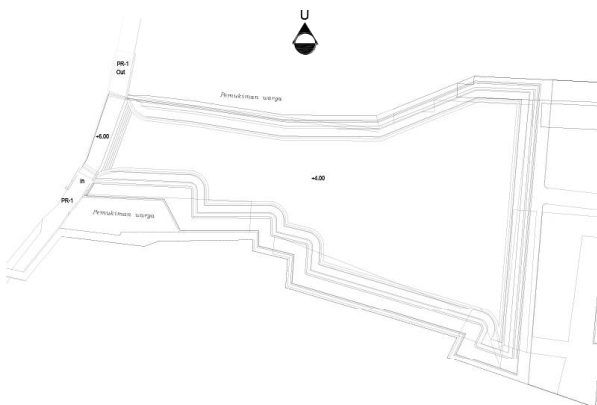
Gambar 5. Denah tampungan bozem



Gambar 6. Potongan tampungan bozem



Gambar 7. Grafik lengkung kapasitas bozem



Gambar 8. Detail Tipikal Sumur Injeksi/Resapan

Perhitungan Sumur Injeksi

Perhitungan kapasitas sumur injeksi adalah sebagai berikut:

- Menghitung volume 1 buah kapasitas sumur injeksi (V)

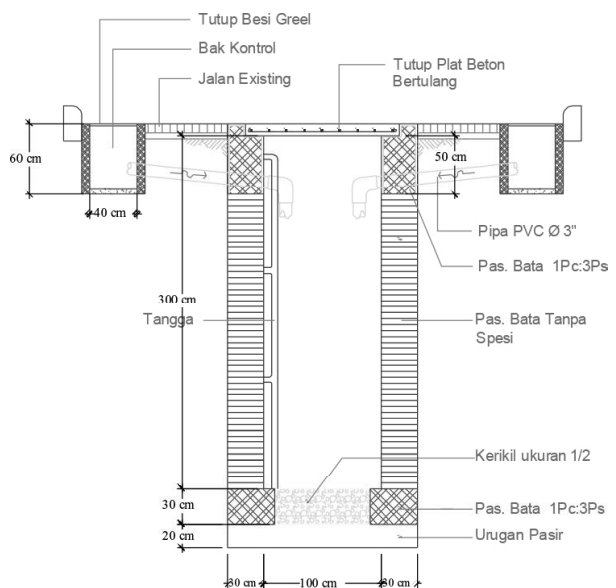
$$\begin{aligned} V &= (3.14 \times r^2 \times h) \\ &= (3.14 \times 0.5^2 \times 3) \\ &= 2.355 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Penentuan jumlah sumur injeksi disesuaikan dengan lahan yang ada. Jumlah Sumur Injeksi = 300 buah (lihat Tabel 10). Jadi Volume total kapasitas sumur injeksi sebesar $V_{\text{tot}} = 2.355 \times 300 = 706.5 \text{ m}^3$. Gambar detail sumur injeksi dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 10. Jumlah Sumur Injeksi/Resapan

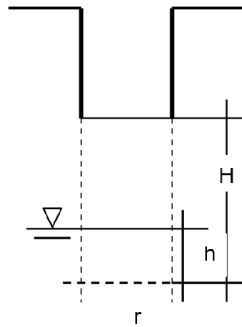
No	Sumur Injeksi	Jumlah
1	I1	5
2	I2	7
3	I3	7
4	I4	8
5	I5	16
6	I6	17
7	I7	17
8	I8	17
9	I9	18
10	I10	19
11	I11	19
12	I12	62
13	I13	7
14	I14	6
15	I15	6
16	I16	6
17	I17	5
18	I18	4
19	I19	4
20	I20	5
21	I21	5
22	I22	6
23	I23	7
24	I24	7
25	I25	8
26	I26	12
TOTAL		300

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 9. Detail Tipikal Sumur Injeksi/Resapan

- Perhitungan Resapan Air Pada Sumur Injeksi



Dengan persamaan dibawah ini:

$$Q = \frac{k\pi(r^2 - h^2)}{\ln(R/r)}$$

dengan:

- Q = debit aliran
- K = koefisien permeabilitas
- H = tinggi muka air maksimum rencana
- h = tinggi muka air minimum rencana
- R = jari-jari sumuran
- r = jari-jari pengaruh rembesan sumur

Langkah-langkah perhitungan kapasitas sumur injeksi adalah sebagai berikut:

Data sumur injeksi:

- K = 0.00001 cm/dt
- H = 3 m
- R = 0.5 m
- r = 1 m

Dari data dan persamaan diatas diperoleh nilai $Q = 0.0000004079 \text{ m}^3/\text{dt}$ atau sama dengan $Q = 14.685 \text{ liter/jam}$. Jadi total debit air yang meresap adalah sebesar $Q = 0.0000004079 \times 300 = 0.001224 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Konsepsi ini pada hakekatnya adalah suatu sistem drainase yang mana air hujan jatuh diatap/perkerasan ditampung pada suatu sistem resapan air. Sumur Injeksi/resapan ini merupakan sumur yang kosong (tidak diisi pasir dan batu seperti cara-cara lain) dengan maksud agar kapasitas reservoirnya cukup besar sebelum air meresap ke dalam tanah, hingga volume bangunan menjadi optimal dan volume air hujan yang masuk ke dalam tanah akan semaksimal mungkin (Sunjoto, 1991 : 23).

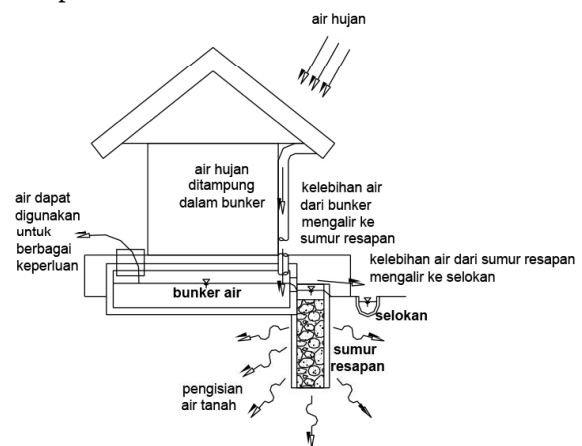
Sumur Injeksi/resapan merupakan sistem drainase yang berwawasan lingkungan, dengan sumur resapan dipandang tepat dari segi teknis maupun ekonomis karena disamping sistem sosial dan sifat hidrologi yang kurang mendukung untuk sistem ge-

nangan cara ini pada pelaksanaannya dapat dibebankan pada swadaya masyarakat sekaligus mendidik tanggap terhadap kelestarian lingkungan sebagai salah satu faktor kelestarian bangsa.

Dengan konsep bahwa air hujan harus ditahan selama mungkin dan sebanyak mungkin diserap oleh tanah maka urutan aliran air hujan di setiap unit rumah dapat mengikuti alur sebagai berikut:

Air hujan bunker air (jika memungkinkan)
sumur resapan saluran

Ilustrasi alur air hujan di setiap unit rumah disajikan pada Gambar 9 berikut.



Gambar 2.4 Ilustrasi alur air hujan di rumah.

1. Pada tahap pertama, air hujan dari atap rumah disalurkan ke bunker air. Air yang ditampung pada bunker ini di kemudian hari dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti untuk menyiram tanaman, mencuci kendaraan, dan lain-lain. Jika air untuk keperluan-keperluan diatas dapat diambil dari bunker air yang ada maka hal ini dapat secara langsung mengurangi beban air yang harus disuplai dari PAM.
2. Pada tahap kedua, air hujan yang tidak tertampung di bunker air dialirkan menuju sumur resapan. Air dari sumur resapan ini berfungsi sebagai pengisian kembali air tanah.
3. Pada tahap ketiga, air hujan yang tidak tertampung di sumur resapan kemudian dialirkan ke selokan/saluran pembuangan air hujan. Hal ini merupakan tahapan terakhir jika semua usaha untuk menahan air agar dapat meresap ke dalam tanah telah dilakukan.

Pengisian air tanah buatan ini adalah usaha secara teknis memasukkan air permukaan ke dalam tanah untuk mengurangi limpasan permukaan dan menambah potensi air tanah (Muttakin, 2006 : 2).

Adapun manfaat sumur resapan ini adalah:

- a. mengurangi beban drainase perkotaan
- b. menambah volume cadangan air tanah
- c. mempertinggi permukaan air tanah memperbesar debit rembesan dan aliran dasar.

Dari data dilapangan diperoleh bahwa rata-rata muka air tanah di daerah studi mempunyai kedalaman sebesar 3 m, sedangkan perletakan posisi sumur Injeksi disesuaikan dengan lahan yang ada di sepanjang jalan Kelurahan Kemuteran dan Kelurahan Sukodono.

KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dan Analisa perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil suatu kesimpulan pada sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan bahwa sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik tidak mampu mengatasi limpasan. Dapat dilihat di ruas saluran S1 terjadi limpasan $0,17 \text{ m}^3/\text{detik}$, di ruas saluran T2a terjadi limpasan sebesar $0,33 \text{ m}^3/\text{detik}$, di ruas saluran T2i terjadi limpasan sebesar $0,82 \text{ m}^3/\text{detik}$, di ruas saluran PR2 terjadi limpasan sebesar $3,64 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan di ruas saluran PR3 terjadi limpasan sebesar $2,58 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Untuk mengurangi limpasan yang terjadi di sistem drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik dibuatkan sistem penanganan yang berbasis konservasi yaitu dengan pembuatan sistem kolam penampungan (Bozem) di ruas saluran PR1 dan sistem penampungan sumur Injeksi di ruas saluran PR3.
 - a. Dari analisa dan perhitungan yang telah dilakukan bahwa sesuai dengan lahan yang tersedia, volume debit limpasan yang dapat ditampung bozem sebesar 4.444 m^3 .
 - b. Sesuai dengan lahan yang tersedia, sumur injeksi dibuat dengan kedalaman sumur 3 m dan diameter 1 m dengan jumlah sumur 300 buah sehingga volume debit limpasan yang dapat ditampung sumur injeksi sebesar $706,5 \text{ m}^3$.

SARAN

Dengan hasil penelitian yang telah dirumuskan dalam kesimpulan diatas maka dapat dikemukakan saran sebagai implikasi dari penerapan hasil studi antara lain:

1. Normalisasi saluran di hulu terutama saluran yang berada di wilayah Jl. Samanhudi yang merupakan daerah pasar.
2. Pemeliharaan saluran berupa pembersihan sampah dan sedimen yang ada disaluran dilakukan secara rutin terutama saat-saat menjelang musim hujan.
3. Sosialisasi dan upaya membudayakan masyarakat untuk tidak membuang sampah di saluran.
4. Pemerintah dan masyarakat bersama-sama menjaga dan memperluas lahan daerah resapan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. *Petunjuk Teknis Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Anonim. 1994. *Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan (SK SNI-03-3424-1994)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2003. *Laporan Akhir Perencanaan Teknis Jaringan Drainase Kota Gresik*: Dinas Pekerjaan umum Kabupaten Gresik.
- Anonim. 2011. *Kecamatan Gresik Dalam Angka*: Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik.
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bisri, M. 2008. *Air Tanah*. Malang: Tirta Media.
- Harto, S.B. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Muttaqin, Y.A. 2006. *Kinerja Sistem Drainase yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat (Studi Kasus di Perumahan Josroyo Indah Jateng Kabupaten Karanganyar)*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang: Jurnal.
- Shahin. 1976. *Statistical Analysis in Hydrology Vol II*. Delf, Netherland.
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik (Edisi Ke-2)*. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono, S., dan Kensaku, T. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Ide Dharma
- Suhardjono. 1984. *Drainasi*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Suparmanto, J., Bisri, M. Sayekti, W.R. 2010. *Evaluasi dan Alternatif Penanggulangan Genangan Berbasis Konservasi Air di Kota Kupang DAS Dendeng-Merdeka Propinsi Nusa Tenggara Timur*. Universitas Brawijaya Malang: Jurnal.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI
- Sunjoto. 1991. *Hidrolika Sumur Resapan*. Yogyakarta: Disampaikan dalam Kursus Singkat Hidrologi Perkotaan 1.