



**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN
(ECODRAINAGE) DI KELURAHAN SENDANG, LEBAK, BANDING, TRUKO,
KECAMATAN BRINGIN, KABUPATEN SEMARANG**

Martin Ja'far Nur Rochman^{*)} Irawan Wisnu Wardhana^{)} Endro Sutrisno^{**)}**
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
JL. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: martin_jafar@ymail.com

Abstrak

Penerapan sistem drainase konvensional di pemukiman penduduk daerah hulu dapat mengakibatkan terjadinya genangan atau bahkan banjir di daerah hilir. Adapun tujuan perencanaan ini adalah untuk mengetahui curah hujan, kapasitas sistem drainase eksisting, dan perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan (Ecodrainage) di wilayah studi. Kondisi eksisting sistem drainase yang telah ada sudah mencukupi jika dilihat dari debit saluran eksisting dengan debit saluran rencana, hanya beberapa saluran perlu diperbesar dimensinya. Dalam pengembangan dan perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan (Ecodrainage) dengan penerapan teknologi ecodrainase yaitu menerapkan lubang resapan biopori, parit infiltrasi, dan rorak guna untuk upaya konservasi air tanah untuk masa yang akan datang.

Kata kunci : *Ecodrainage, Sistem Drainase, Biopori, Parit Infiltrasi, Rorak.*

Abstract

[The Panning of Eco-Drainage System in Sendang, Lebak, Banding, and Truko Villages in Bringin District of Semarang Regency]

The application of a conventional drainage systems in residential areas upstream areas may result in inundation or flooding in downstream areas. The purpose of this project is to determine the rainfall, the capacity of the existing drainage system and drainage system planning environment (Ecodrainage) in the study area. Existing condition existing drainage system is sufficient when viewed from the discharge channel to discharge channel existing plans, only a few channels need to be enlarged dimensions. In the development and planning of drainage system environment (Ecodrainage) with the application of technology ecodrainase that apply biopore infiltration pit, infiltration trenches, and rorak order for ground water conservation efforts for the foreseeable future.

Keywords: *Ecodrainage, Drainage Systems, Biopori, Infiltration Trench*

I. PENDAHULUAN

Kelurahan Bringin, Kabupaten Semarang termasuk dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2011 – 2031 pada bagian ketiga mengenai Sistem Jaringan Prasarana Wilayah Pasal 18 ayat 1. (Perda Kabupaten Semarang No.6 Tahun 2011)

Lahan di daerah hulu/dataran tinggi yang seharusnya dimaksimalkan sebagai daerah tangkapan hujan/konservasi air namun diperuntukan untuk menjadi daerah perumahan atau pemukiman sehingga memperbesar resiko terjadinya banjir di dataran rendah.

Seiring berkembangnya teknologi sistem drainase yang harus direncanakan dengan baik, aspek lain yang harus diperhatikan yaitu tersedianya cadangan air tanah untuk memenuhi kebutuhan manusia. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan konservasi air tanah dengan menambah daerah resapan air seperti dengan pembuatan sumur resapan, pembuatan waduk atau embung ataupun biopori. Sumur resapan serta biopori sering disebut sebagai drainase ramah lingkungan (*ecodrainage*) karena dapat meresapkan air lebih banyak ke dalam tanah dan mengurangi debit aliran permukaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Drainase

Drainase (*drainage*) berasal dari kata kerja '*to drain*' yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air dan digunakan yang untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan kelebihan air, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah (Wesli,2008). Selain itu, drainase juga diartikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi pada suatu

kawasan, sehingga fungsi kawasan tersebut tidak terganggu (Suripin, 2004). Sementara menurut Hardjosuprpto (1999), drainase merupakan suatu prasarana kota yang berfungsi selain untuk mengendalikan dan mengalirkan limpasan air hujan yang berlebihan dengan aman, juga berfungsi untuk menyalurkan kelebihan air lainnya yang bersifat mengganggu dan mencemari lingkungan perkotaan, yakni air limbah dan air buangan lain.

2.2. Drainase Berwawasan Lingkungan (*Ecodrainage*)

Menurut Dr. Ing. Ir. Agus Maryono (2014), pengelolaan drainase secara terpadu berwawasan lingkungan merupakan rangkaian usaha dari sumber (hulu) sampai muara (hilir) untuk membuang/mengalirkan hujan kelebihan melalui saluran drainase dan atau sungai ke badan air (pantai/laut, danau, situ, waduk, dan bozem) dengan waktu seoptimal mungkin sehingga tidak menyebabkan terjadinya masalah kesehatan dan banjir di dataran banjir yang dilalui oleh saluran dan atau sungai tersebut (akibat kenaikan debit puncak dan pemendekan waktu mencapai debit puncak).

Prinsipnya, air hujan yang jatuh ditahan dulu agar lebih banyak yang meresap ke dalam tanah melalui bangunan resapan, baik buatan maupun alamiah seperti kolam tandon, sumur-sumur resapan, biopori, dan lain-lain. Hal ini dilakukan mengingat semakin minimnya persediaan air tanah dan tingginya tingkat pengambilan air. Idealnya dalam perencanaan drainase di suatu wilayah perlu direncanakan adanya sumur resapan sehingga dimensi saluran drainase dapat lebih diminimalkan. Untuk hasil yang lebih maksimal, penggunaan sumur resapan dapat divariasikan dengan bangunan drainase lainnya seperti kolam resapan. Upaya ini akan berdampak besar bila semua masyarakat sadar dan

mau menerapkannya. (Dr. Ing. Ir. Agus Maryono, 2014)

Drainase berwawasan lingkungan dimaksudkan sebagai upaya mengelola kelebihan air dengan cara meresapkan sebanyak-banyaknya air ke dalam tanah secara alamiah atau mengalirkan air ke sungai dengan tanpa melampaui kapasitas sungai sebelumnya (Kementerian PU, 2011). Adanya konsep baru drainase tersebut dilatarbelakangi oleh isu perubahan iklim yakni ketersediaan air bagi kebutuhan makhluk hidup. Cara pelaksanaannya dengan mengoptimalkan sistem drainase yang telah ada dan mengembangkan *ecodrainage* seperti melakukan penampungan air (baik secara alamiah maupun buatan), meresapkan air ke dalam tanah serta mengalirkan kelebihan air ke badan air penerima tanpa menambah beban pada badan air penerima tersebut.

penampungan sementara (pola detensi) sebelum dialirkan atau dipompa ke badan air (sungai atau laut).

Metode *Ecodrainage* dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

1. Lubang Resapan Biopori
2. Parit Infiltrasi
3. Rorak

III. METODOLOGI PERENCANAAN

Perencanaan dilakukan di Kelurahan Sendang, Lebak, Banding, Truko, Kecamatan Bringin, Kabupaten Semarang, dimulai bulan Mei 2015 sampai bulan Agustus 2015, yang meliputi tahap persiapan, perencanaan dan penyusunan laporan.

IV. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

Wilayah ini merupakan daerah hulu dengan luas 1.556.96 ha.

Permasalahan umum yang terjadi di wilayah studi:

1. Pada saluran drainase alami tanpa diperkeras, terjadi pendangkalan saluran yang disebabkan terjadinya endapan di dasar saluran. Banyaknya sampah dan rumput liar yang tumbuh di bibir saluran
2. Kurangnya kesadaran warga tentang pentingnya saluran drainase, karena wilayah ini tidak mendapatkan dampak langsung dari saluran drainase (wilayah hilir).

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Evaluasi Sistem drainase Eksisting

5.1.1 Saluran Drainase

Sebagian besar saluran drainase eksisting di wilayah studi merupakan saluran dengan pasangan batu, pasangan batu bata, beton, dan sebagian saluran alami. Dengan kondisi relatif baik hingga kotor bahkan rusak. Namun untuk kapasitas penampungannya, sebagian besar masih memenuhi dan dapat menampung debit rencana. Tetapi apabila dilihat dari segi *Ecodrainage*, saluran eksisting dapat dikatakan tidak sesuai dengan konsep ini karena sangat sedikit sekali air yang diresapkan ke dalam tanah. Untuk data rekapitulasi evaluasi saluran drainase eksisting selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B laporan tugas akhir penulis.

5.2 Pengembangan *Ecodrainage*

5.2.1 Analisa Daya Dukung Lingkungan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, sebagian besar saluran drainase eksisting masih dapat menampung debit air hujan. Selain itu, berdasarkan uji permeabilitas tanah yang telah, hasilnya memenuhi persyaratan ($6.3 \text{ cm/jam} > 2 \text{ cm/jam}$) sehingga dapat diterapkan beberapa metode *Ecodrainage*

5.2.2 Rencana Teknologi *Ecodrainage* dan Debit

Air Hujan Terserap (Qs)

1. Lubang Resapan Biopori (LRB)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan jumlah lubang biopori yang dibutuhkan untuk meresapkan debit air yang direncanakan di Kelurahan Lebak, Jalan. Lebak 1 Ki:

Drainase tanpa Lubang Resapan Biopori:

$$Q = 0.00278 \times C \times C_s \times I \times A$$

$$Q = 0.00278 \times 0.10 \times 0.9735 \times 67.433 \text{ mm/jam} \times 0.5$$

Ha

$$Q = 0.009 \text{ m}^3/\text{s}$$

Drainase dengan Lubang Resapan Biopori:

Sebelum mencari kedalaman lubang biopori, terlebih dahulu dilakukan analisis untuk menentukan besarnya nilai faktor geometrik (F) dimana direncanakan resapan terletak pada tanah yang seluruhnya porus dengan seluruh dinding sumur permeable dan dasar berbentuk setengah bola sebagai berikut:

$$F = \frac{2\pi H \mid \pi^2 R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{H + 2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R}\right)^2 + 1} \right\}}$$

Diketahui : H = kedalaman tiap lubang (1 m)

R = jari-jari LRB (0.05 m)

F = faktor geometrik (m)

$$F = \frac{2 \times 3.14 \times 1 + 3.14^2 \times 0.05 \ln 2}{\ln \left\{ \frac{1 + 2 \times 0.05}{3 \times 0.05} + \sqrt{\left(\frac{1}{3 \times 0.05}\right)^2 + 1} \right\}}$$

F = 2.5 m

Kemudian mencari banyaknya jumlah LRB yang dibutuhkan untuk meresapkan seluruh debit air hujan adalah:

$$Q = F \times K \times H$$

$$H = \frac{Q}{F \times K}$$

$$H = \frac{0.009 \text{ m}^3/\text{s}}{2.5 \text{ m} \times 1.75 \times 10^{-5} \text{ m/s}}$$

$$H = 207.406 \text{ m}$$

Untuk menghitung banyaknya lubang resapan biopori (LRB) yang dibutuhkan adalah dengan persamaan berikut:

$$n = \frac{H}{1 \text{ meter}}$$

$$n = \frac{207.406 \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

$$n = 207.406 \text{ lubang} = 208 \text{ lubang}$$

keterangan:

Q : debit air terserap oleh seluruh LRB

(m³/s)

K : permeabilitas tanah (1.915 x 10⁻⁵ cm/s = 1.915 x 10⁻⁷ m/s)

F : faktor geometrik (2.5 m)

N : jumlah LRB

Namun karena tidak tersedianya lahan terbuka untuk membuat 208 lubang resapan biopori, maka lubang resapan biopori direncanakan akan dibuat di sepanjang tepian jalan sebelum air dari jalan masuk ke saluran drainase dengan jarak 1 meter antar lubang, maka:

Panjang ruas Jl. Lebak 1 Ki = 135.7 m

$$n = \frac{\text{panjang jalan}}{\text{jarak antar lubang}}$$

$$n = \frac{135.7 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 136 \text{ lubang}$$

Kedalaman tiap lubang = 1 meter, maka H total = 136 x 1 m = 136 m. sehingga untuk menghitung debit yang terserap adalah:

$$Q = F \times K \times H$$

$$Q = 2.5 \text{ m} \times 1.915 \times 10^{-7} \text{ m/s} \times 136 \text{ m}$$

$$Q = 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga untuk sistem drainase dengan menerapkan lubang resapan biopori (LRB) di Kelurahan Lebak, Jalan. Lebak 1 Ki adalah:

- Q tanpa lubang resapan biopori
 $= 0.009 \text{ m}^3/\text{s}$
- Q terserap dalam lubang resapan biopori
 $= 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}$
- Q yang masuk ke saluran drainase = $Q - Q_s$
 $= 0.009 \text{ m}^3/\text{s} - 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 0.0089 \text{ m}^3/\text{s}$

2. Parit Infiltrasi

Direncanakan parit infiltrasi akan diaplikasikan di pemukiman penduduk dimana parit akan diisi dengan material batu. Berikut adalah contoh perhitungan di Kelurahan Lebak, Jalan. Lebak 1 Ki:

Drainase tanpa parit infiltrasi:

$$Q = (0.00278 \times C \times C_s \times I \times A)$$

$$Q = (0.00278 \times 0.10 \times 0.9735 \times 67.433 \text{ mm/jam} \times 0.5 \text{ Ha})$$

$$Q = 0.009 \text{ m}^3/\text{s}$$

Drainase dengan parit infiltrasi

Sebelum menghitung debit air limpasan yang akan terserap oleh parit infiltrasi, terlebih dahulu dihitung faktor geometrik yang direncanakan dinding parit seluruhnya porus dengan dasar parit rata, sebagai berikut:

$$f = \frac{4H'' + 4\sqrt{PxL} \ln 2}{\ln\left(\frac{H'' + 4\sqrt{PxL}}{6\sqrt{PxL}} + \sqrt{\left(\frac{H''}{6\sqrt{PxL}}\right)^2 + 1}\right)}$$

Diketahui :

H'' = kedalaman parit rencana (0.86 m)

P = panjang parit rencana (135.7 m)

L = lebar parit (0.7 m)

$$f = \frac{4 \times 0.86 + 4\sqrt{135.7 \times 0.7} \ln 2}{\ln\left(\frac{0.86 + 4\sqrt{135.7 \times 0.7}}{6\sqrt{135.7 \times 0.7}} + \sqrt{\left(\frac{0.86}{6\sqrt{135.7 \times 0.7}}\right)^2 + 1}\right)}$$

$$f = 49.415 \text{ m}$$

Untuk mencari debit yang terserap pada parit infiltrasi sepanjang 135.7 m, digunakan persamaan dari Sunjoto, 2008 berikut:

$$P' = \frac{-f \times k \times T_e}{n \times L \left\{ \ln\left(1 - \frac{f \times k \times H}{Q}\right) \right\}}$$

Diketahui:

P' = panjang parit berisi material (135.7 m)

f = faktor geometrik (49.415 m)

k = koefisien permeabilitas tanah (6.894×10^{-4} m/jam)

H = kedalaman parit (1 m)

n = porositas material pengisi (0.4)

Q = debit air masuk parit

T_e = durasi hujan (1.13 jam)

$$135.7 = \frac{-49.415 \times 6.894 \times 1.16}{0.4 \times 0.7 \left\{ \ln\left(1 - \frac{49.415 \times 6.894 \times 1}{Q}\right) \right\}}$$

$$135.7 = \frac{-395.173}{0.4 \times 0.7 \left\{ \ln\left(1 - \frac{340.667}{Q}\right) \right\}}$$

$$-395.173 = 339.25 \times 0.7 \left\{ \ln\left(1 - \frac{340.667}{Q}\right) \right\}$$

$$Q = 292.593 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = 0.081 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga untuk sistem drainase dengan menerapkan parit infiltrasi di Kelurahan Lebak, Jalan. Lebak 1 Ki adalah:

- Q tanpa parit infiltrasi

$$= 0.009 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Q terserap dalam parit infiltrasi

$$= 0.081 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Q yang masuk ke saluran drainase

$$= Q - Q_s$$

$$= 0.009 \text{ m}^3/\text{s} - 0.081 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= -0.072 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Rorak

Direncanakan rorak akan diaplikasikan di dalam saluran drainase dengan jarak antar rorak 1.5 m, dimana rorak akan diisi dengan material batu. Berikut adalah contoh perhitungan di Kelurahan Lebak, Jalan. Lebak 4 Ki:

Drainase tanpa rorak:

Debit yang masuk ke saluran drainase, adalah debit sisa yang telah diresapkan oleh LRB yang kemudian masuk ke saluran drainase, yaitu sebesar:

Q yang masuk ke saluran drainase

$$= Q \text{ limpasan Lebak 4 ki}$$

$$= 0.021 \text{ m}^3/\text{s}$$

Drainase dengan rorak:

Sebelum menghitung debit yang akan terserap oleh rorak, terlebih dahulu dihitung faktor geometrik yang direncanakan rorak dengan dinding seluruhnya porus dengan dasar sumur rata, sebagai berikut:

$$f = \frac{4H'' + 4\sqrt{P \times L} \ln 2}{\ln\left(\frac{H'' + 4\sqrt{P \times L}}{6\sqrt{P \times L}} + \sqrt{\left(\frac{H''}{6\sqrt{P \times L}}\right)^2 + 1}\right)}$$

Diketahui :

H'' = kedalaman rorak rencana (0.3 m)

P = panjang parit rencana (0.5 m)

L = lebar parit (0.4 m)

$$f = \frac{4 \times 0.3 + 4\sqrt{0.5 \times 0.4} \ln 2}{\ln\left(\frac{0.3 + 4\sqrt{0.5 \times 0.4}}{6\sqrt{0.5 \times 0.4}} + \sqrt{\left(\frac{0.3}{6\sqrt{0.5 \times 0.4}}\right)^2 + 1}\right)}$$

$$f = 3.228 \text{ m}$$

Untuk mencari debit yang terserap pada tiap rorak, digunakan persamaan dari Sunjoto, 2008 berikut:

$$P' = \frac{-f \times k \times T_e}{n \times L \left\{ \ln\left(1 - \frac{f \times k \times H}{Q}\right) \right\}}$$

Diketahui:

P' = panjang rorak berisi material (0.5 m)

f = faktor geometrik (3.228 m)

k = koefisien permeabilitas tanah (6.894×10^{-4} m/jam)

H = kedalaman parit (0.3 m)

n = porositas material pengisi (0.4)

Q = debit air masuk rorak (m^3/s)

T_e = durasi hujan (0.99 jam)

$$0.5 = \frac{3.228 \times 6.894 \times 0.99}{0.4 \times 0.4 \left\{ \ln\left(1 - \frac{3.228 \times 6.894 \times 0.3}{Q}\right) \right\}}$$

$$0.5 = \frac{3.597}{0.4 \times 0.4 \left\{ \ln\left(1 - \frac{6.676}{Q}\right) \right\}}$$

$$7.194 = 0.16 \left\{ \ln\left(1 - \frac{6.676}{Q}\right) \right\}$$

$$\left\{ \ln\left(1 - \frac{6.676}{Q}\right) \right\} = \frac{7.194}{0.16}$$

$$\ln\left(1 - \frac{6.676}{Q}\right) = 44.962$$

$$e^{-44.962} = 1 - \frac{6.676}{Q}$$

$$2.72 - 44.962 = 1 - \frac{6.676}{Q}$$

$$\frac{6.676}{Q} = 1 - 2.72 - 44.962$$

$$\frac{6.676}{Q} = 44.681$$

$$-44.682Q = 6.676$$

$$Q = 0.0011 \text{ m}^3/\text{s}$$

Direncanakan rorak akan dibuat di sepanjang saluran drainase dengan jarak antar rorak 1.5 m. sehingga untuk panjang saluran 152.8 m, akan dibuat 76 rorak dengan ukuran panjang: 0.5 m, lebar sesuai dengan lebar saluran: 0.4 m dan kedalaman 1 m. sehingga total debit yang tersesap oleh rorak di sepanjang Jl. Lebak 4 Ki adalah:

$$Q_s = 76 \text{ rorak} \times Q \text{ serap tiap rorak}$$

$$Q_s = 76 \times 0.0011 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 0.071 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga untuk sistem drainase dengan menerapkan rorak di sepanjang Kelurahan Lebak, Jalan. Lebak 4 Ki adalah:

- Q tanpa rorak
 $= 0.021 \text{ m}^3/\text{s}$
- Q tersesap dalam parit infiltrasi
 $= 0.071 \text{ m}^3/\text{s}$
- Q yang masuk ke saluran drainase
 $= Q - Q_s$
 $= 0.021 \text{ m}^3/\text{s} - 0.071 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= -0.05 \text{ m}^3/\text{s}$

VI. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Besarnya curah hujan wilayah rata-rata adalah 87.8 mm/hari, sehingga menghasilkan debit air hujan yang masuk ke saluran sebesar 16.918 m^3/s

2. Sebagian besar dimensi saluran drainase eksisting di wilayah ini masih mampu menerima limpasan air hujan, namun kondisi fisiknya sebagian besar cukup buruk seperti terjadinya pendangkalan oleh sedimen, banyaknya sampah, rumput, serta banyaknya saluran yang terputus terutama di wilayah pemukiman.
3. Direncanakan sistem drainase berwawasan lingkungan (*Ecodrainage*) dengan menerapkan bangunan peresapan sehingga total debit yang terserap adalah 16.817 m^3/s , dan sisa debit yang dibuang ke saluran drainase adalah 0.102 m^3/s . Bangunan peresapan tersebut berupa:
 - a. Lubang resapan biopori yang dibuat di tepi jalan untuk perumahan, dan dibuat menyebar di pekarangan untuk pemukiman, berjumlah total 29.459 lubang, dengan debit serap total sebesar 8.268 m^3/s .
 - b. Parit infiltrasi dibuat di sepanjang saluran drainase pemukiman, dengan panjang total 29438.270 m, dan debit serap total sebesar 1.547 m^3/s .
 - c. Rorak dibuat di sepanjang saluran drainase di perumahan padat penduduk yang tidak memiliki lahan terbuka yang cukup untuk peresapan, dengan jumlah total 8.254 buah, dan debit serap sebesar 7.002 m^3/s .

6.2 Kesimpulan

1. Dilakukan pemeliharaan secara berkala pada saluran drainase seperti pembersihan sampah dan sedimen, serta pada bangunan peresapan yang telah dibuat, dan dilakukan perbaikan bila diperlukan.
2. Bila memungkinkan, maka dilakukan penambahan bangunan peresapan baik untuk jenis bangunan yang telah ada, maupun menambah bangunan peresapan baru untuk



memperkecil debit sisa yang masuk ke saluran sehingga debit resapan semakin banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadihardjadjadja, Joetata. 1997. *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Universitas Gunadarma
- Hardjosuprpto, Moh.Masduki,Ir.1999.*Drainase Perkotaan*.Departmen Pekerjaan Umum Jawa Barat.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2011. *Drainase Perkotaan*. Jakarta
- Maryono,Agus. 014. *Drainase Berwawasan Lingkungan*.
<http://pustaka.pu.go.id/new/artikel-detail.asp?id=331>. Diakses pada tanggal 8 April 2015.
- Nemec, J., 1972.*Engineering Hydrology*, Tata-McGraw Hill Publishing Company, Ltd., New Delhi
- Rasmita, Ginting. 2010. *Laju Resapan Air pada Berbagai Jenis Tanah dan Berat Jerami dengan Menerapkan Teknologi Biopori di Kecamatan Medan Amplas*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- SK SNI T-06-1990-F. Tata Cara Teknik Pembuatan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan.
- Sugiyono. *Metodologi Penelitian Pendidikan*.
- Sunjoto. 2011. *Teknik Drainase Pro-Air*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : ANDI
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta : Graha Ilmu