

## PERENCANAAN EKO-DRAINASE KAWASAN PERUMAHAN TEMBALANG PESONA ASRI – SEMARANG

Aji Aflakhi, Venni Budi Cahyani, Dwi Kurniani<sup>\*)</sup>, Hary Budienny<sup>\*)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

### ABSTRAK

*Seiring dengan pesatnya pembangunan yang terjadi di Indonesia, mengakibatkan semakin berkurangnya lahan kosong yang bisa digunakan untuk meresapkan air ke dalam tanah. Hal ini menyebabkan sering terjadi banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Di sisi lain terjadi penurunan kemampuan tanah untuk meresapkan air sebagai akibat adanya perubahan tata guna lahan. Sebelum pembangunan, kawasan study menyumbang debit limpasan sebesar 0,167 m<sup>3</sup>/dtk dan volume limpasan sebesar 601,2m<sup>3</sup>. Setelah pembangunan perumahan Tembalang Pesona Asri, debit puncak dan volume limpasan meningkat menjadi 0,573 m<sup>3</sup>/dtk dan 2061,8 m<sup>3</sup>. Sehingga diperoleh kenaikan debit dan volume limpasan akibat pembangunan perumahan adalah sebesar 0,406 m<sup>3</sup>/detik dan 1461,6 m<sup>3</sup>. Eko-drainase didefinisikan sebagai upaya mengelola air kelebihan dengan cara sebesar-besarnya diresapkan ke dalam tanah secara alamiah atau mengalirkan ke sungai dengan tanpa melampaui kapasitas sungai sebelumnya. Fasilitas eko-drainase yang ditawarkan dalam Tugas akhir ini meliputi sumur resapan dan bioretensi. Untuk mengembalikan debit dan volume limpasan mendekati kondisi sebelum pembangunan, maka dibutuhkan fasilitas eko-drainase minimal sebanyak 177 buah sumur resapan dengan diameter 1,5 m kedalaman 3 m, bioretensi seluas 1300 m<sup>2</sup> yang dibangun seluas 560 m<sup>2</sup> pada Blok R dan 740 m<sup>2</sup> pada Blok A. Pembangunan fasilitas Eko-drainase di wilayah Perumahan Tembalang Pesona Asri mengurangi volume limpasan sebesar 1220,419 m<sup>3</sup> atau sebesar 83,5% dari volume limpasan akibat pembangunan perumahan. Pembangunan fasilitas Eko-drainase ini membutuhkan waktu selama 3 bulan dengan total biaya yang dikeluarkan adalah Rp.1.209.126.133,- (satu milyar dua ratus sembilan juta tujuh ratus dua puluh satu ribu seratus tujuh puluh tiga rupiah). Total rumah di perumahan Tembalang Pesona Asri adalah 287 rumah, sehingga tiap rumah mendapat kenaikan kontribusi sebesar Rp 4.212.983,- (empat juta dua ratus dua belas ribu Sembilan ratus delapan puluh tiga rupiah).*

**kata kunci :** eko-drainase, bioretensi, sumur resapan

### ABSTRACT

*As the construction rapidly growing in Indonesia, it causes the land decreasing that can be used to absorb water. This phenomenon will cause an often flood in rainy season and*

---

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

*drought in dry season. On the other side, the degradation of land infiltrations as the effect of the changing of environment. Before the development of the area, the studied area contributes of flow by 0,167 m<sup>3</sup>/s and volume of run-off equal to 601,2 m<sup>3</sup>. After the construction of Tembalang Pesona Asri regency, the post-development peak of flow and run-off volume increase to 0,573 m<sup>3</sup>/s and 2061,8 m<sup>3</sup>. Eco-drainage is defined as efforts to manage the excess of rainfall water by infiltrating into the ground as much as possible or flowing naturally into the river without exceeding the capacity of the river before. Eco-drainage facilities that offered in this final task included infiltration wells, and bioretention cell. To restore the flow and volume of runoff around the pre-construction condition, the minimum eco-drainage facilities need 177 units of infiltration wells with diameter size dimension of 1,5m depth of 3m, 1300 m<sup>2</sup> of bioretention cell which 560 m<sup>2</sup> located in Blok R and 740 m<sup>2</sup> in Blok A. The construction of this Eco-drainage facility in the Tembalang Pesona Asri regency area can decrease runoff of 1220,419 m<sup>3</sup> or 83,5 % from the runoff water cause by the regency construction. This construction of the Eco-drainage facility need approximately 3 months of time with total cost Rp. 1.209.126.133,- (one billion two hundred and nine million one hundred twenty-six thousand one hundred and thirty-three rupias). The houses total in Tembalang Pesona Asri Regency are 287 units, so each house's contribution is equal to Rp. 4.212.983,- (four million two hundred twelve thousand nine hundred eighty three.*

**keywords:** *eco-drainage, bioretention, infiltration well*

## **PENDAHULUAN**

Seiring dengan pesatnya pembangunan yang terjadi di Indonesia, mengakibatkan semakin berkurangnya lahan kosong yang bisa digunakan untuk meresapkan air ke dalam tanah. Hal ini menyebabkan penurunan kemampuan tanah untuk meresapkan air sebagai akibat adanya perubahan tata guna lahan. Salah satu pembangunan itu adalah pembangunan Perumahan Tembalang Pesona Asri Semarang. Daerah ini dahulunya berupa kawasan hutan yang kemudian dibangun menjadi kawasan perumahan. Dengan beralih fungsinya kawasan tersebut, sehingga mengakibatkan berkurangnya lahan kosong untuk meresapkan air ke dalam tanah. Hal ini menyebabkan ketika musim hujan tiba, air hujan hanya sedikit yang meresap ke dalam tanah dan sebagian besar dialirkan melalui saluran drainase dan menyebabkan banjir kiriman ke wilayah Semarang Utara. Dengan latar belakang tersebut, perlu dilakukan pengkajian tentang sistem drainase dan perencanaan eko-drainase di Perumahan Tembalang Pesona Asri Semarang. Berikut peta lokasi Perumahan Tembalang Pesona Asri yang terletak di Kelurahan Kramas Kecamatan Tembalang Kota Semarang.

Tujuan perencanaan eko-drainase ini adalah konservasi air tanah pada lahan terbangun di Perumahan Tembalang Pesona Asri Semarang dan mengurangi limpasan permukaan yang akan membebani saluran drainase di hilir daerah yang bersangkutan.

Lingkup perencanaan dititikberatkan pada segi perencanaan fasilitas eko-drainase berupa sumur resapan dan bioretensi di perumahan Tembalang Pesona Asri Semarang dengan mempertimbangan aspek topografi, hidrologi, hidrolika, geologi, dan tataguna lahan, Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan Rencana Kerja dan Syarat (RKS).



Gambar 1. Peta Perumahan Tembalang Pesona Asri

### **Analisis Hidrologi**

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data hujan harian hasil pengamatan selama 15 tahun pada Sta Pucanggading, Sta Banyumeneng, dan Sta Gunungpati. Data lain yang digunakan adalah peta topografi, peta tata guna lahan, peta drainase, dan data tanah. Data-data tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan debit dan volume limpasan saluran drainase.

Data curah hujan yang tersedia diuji konsistensinya menggunakan kurva massa ganda, kemudian setelah lulus uji konsistensi maka data valid untuk digunakan. Data ini kemudian diolah menjadi data curah hujan harian rata-rata menggunakan metode rata-rata aljabar untuk mendapatkan curah hujan rata-rata maksimum. Setelah didapatkan data curah hujan harian maksimum diuji sebarannya dengan metode yang sesuai. Kemudian diuji dengan Metode Chi-Kuadrat dan Metode Smirnov-Kolmogorov. Setelah lulus Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov barulah distribusi probabilitas tersebut dapat digunakan untuk menghitung curah hujan rencana.

Peta tata guna lahan digunakan untuk mencari nilai koefisien pengaliran ( C ). Sedangkan data peta drainase perumahan dan peta topografi akan diolah menjadi waktu konsentrasi saluran drainase (tc). Perhitungan waktu konsentrasi sebelum pembangunan memperhatikan skema aliran saluran drainase dan dipilih waktu yang paling lama sebagai waktu konsentrasi saluran drainase. Sedangkan waktu konsentrasi sebelum pembangunan dicari dengan nomograf fungsi kemiringan lahan dan koefisien limpasan. Perhitungan intensitas hujan menggunakan Rumus Mononobe. Nilai koefisien pengaliran (C) dan intensitas hujan (I) yang sudah diketahui dapat digunakan untuk menghitung debit aliran. Rumus perhitungan debit aliran adalah sebagai berikut:

$$Q=0,278.C.I.A$$

Dimana :

- Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas lahan (km<sup>2</sup>)

Sedangkan untuk menghitung volume limpasan dihitung menggunakan luas daerah di bawah hidrograf. Setelah diketahui parameter-parameter berupa  $Q_{pra}$ ,  $Q_{pasca}$ ,  $V_{pra}$ , dan  $V_{pasca}$  maka dapat direncanakan pembangunan fasilitas eko-drainase.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Distribusi Probabilitas yang sesuai berdasarkan parameter sebaran data adalah Distribusi Probabilitas Log Pearson III. Dari perhitungan didapatkan curah hujan rencananya adalah 74,272 dengan periode ulang 2 tahun. Kemudian untuk koefisien pengaliran setelah pembangunan didapatkan 0,596 dengan waktu konsentrasi 19,914 menit. Sedangkan waktu konsentrasi sebelum wilayah terbangun adalah 24 menit.

Selanjutnya dari hasil perhitungan yang ada, dilanjutkan dengan perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan metode mononobe, didapatkan  $I_{pasca} = 53,712$  mm/jam dan  $I_{pra} = 47,428$  mm/jam. Kemudian dilanjutkan perhitungan debit dan volume limpasan dengan  $A = 63533$  m<sup>2</sup>. Debit pasca pembangunan ( $Q_{pasca}$ ) didapatkan 0,573 m<sup>3</sup>. Sedangkan debit pra pembangunan ( $Q_{pra}$ ) didapatkan 0,167 m<sup>3</sup>. Adapun untuk volume limpasan didapatkan  $V_{pasca} = 2062,8$  m<sup>3</sup> dan  $V_{pra} = 601,2$  m<sup>3</sup>. Selanjutnya didapatkan rekapitulasi perhitungan hidrologi sebagai berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Debit dan Volume Limpasan

Debit Puncak (m3/detik)			Volume Limpasan (m <sup>3</sup> )		
Pasca	Pra	Perubahan	Pasca	Pra	Perubahan
0,573	0,167	0,406	2062,8	601,2	1461,6

Sumber: Perhitungan, 2014

**Perencanaan Fasilitas Ekodrainase**

Perencanaan fasilitas eko-drainase dimulai dari menentukan fasilitas eko-drainase yang sesuai dengan kondisi perumahan Tembalang Pesona Asri, berupa ketersediaan lahan dan tinggi muka air tanah. Kemudian mendesain jumlah dan dimensi fasilitas tersebut sesuai volume tampungan yang diperlukan. Berikut hasil perhitungan untuk membuat perencanaan fasilitas eko-drainase.

Volume andil banjir akibat atap bangunan:

$$V_{ab} = 0,855 \times 0,95 \times 20928 \times 0,074272 = 1262,532 \text{ m}^3$$

Volume andil banjir akibat *impervious area*:

$$V_{ap} = 0,855 \times 0,60 \times 12290 \times 0,074272 = 468.2678 \text{ m}^3$$

Sumur resapan direncanakan berdiameter 1,5 m dan kedalaman 3 m. Kapasitas yang dapat ditanggung oleh satu unit sumur dihitung sebagai berikut :

$$V_s = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H = \frac{1}{4} \times \pi \times 1,5^2 \times 3 = 5,2987 \text{ m}^3$$

Dengan waktu pengaliran rencana 24 jam dan laju permeabilitas sebesar 3,2184 cm/jam atau 0,77 m per hari dan waktu hujan efektif 2 jam, dan luas permukaan sumur resapan adalah 15,91 m<sup>2</sup> maka dapat dihitung :

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{24} \times A_{tot} \times K = \frac{2}{24} \times 15,91 \times 0,77 = 1,02 m^3$$

Sehingga kapasitas satu sumur resapan adalah  $V_s + V_{rsp} = 6,3187 m^3$

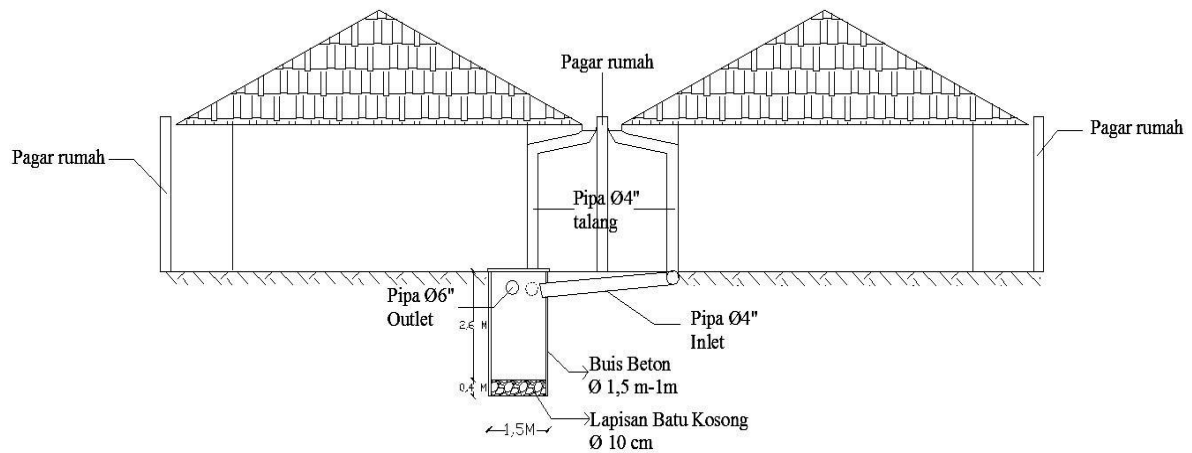
Untuk menghitung kebutuhan sumur resapan maka kapasitas sumur resapan tersebut digunakan sebagai pembagi volume andil banjir akibat atap bangunan.

$$n_{sumur} = \frac{V_{ab}}{V_{tot}} = \frac{1262,532}{6,3187} = 199,8 \approx 200$$

Dari kebutuhan sumur resapan tersebut maka dapat dihitung luasan atap yang dapat ditanggung oleh satu unit sumur resapan.

$$kinerja_{sumur} = \frac{A_{tadah}}{n_{sumur}} = \frac{20928}{200} = 104,64 m^2 \text{ luasatap / unit}$$

Rata-rata setiap luas atap/unit rumah = 64 m<sup>2</sup>, dikarenakan keterbatasan lahan maka direncanakan setiap dua rumah dibuat satu sumur resapan kolektif atau menyesuaikan kondisi lapangan. Sehingga diperoleh jumlah total sumur resapan adalah 177 unit. Berikut desain satu sumur resapan untuk dua rumah.



Gambar 2. Desain sumur resapan untuk dua rumah

Perhitungan kebutuhan bioretensi, perlu disesuaikan dengan ketersediaan lahan dan kapasitas bioretensi tersebut. Ketersediaan lahan yang memungkinkan dibuat bioretensi sebesar 1300 m<sup>2</sup>. Pada blok R seluas 560 m<sup>2</sup> dan blok A seluas 740 m<sup>2</sup>.

$$V_{rsp'} = \frac{2}{24} \times 1589,6 \times 0,77 = 102 m^3$$

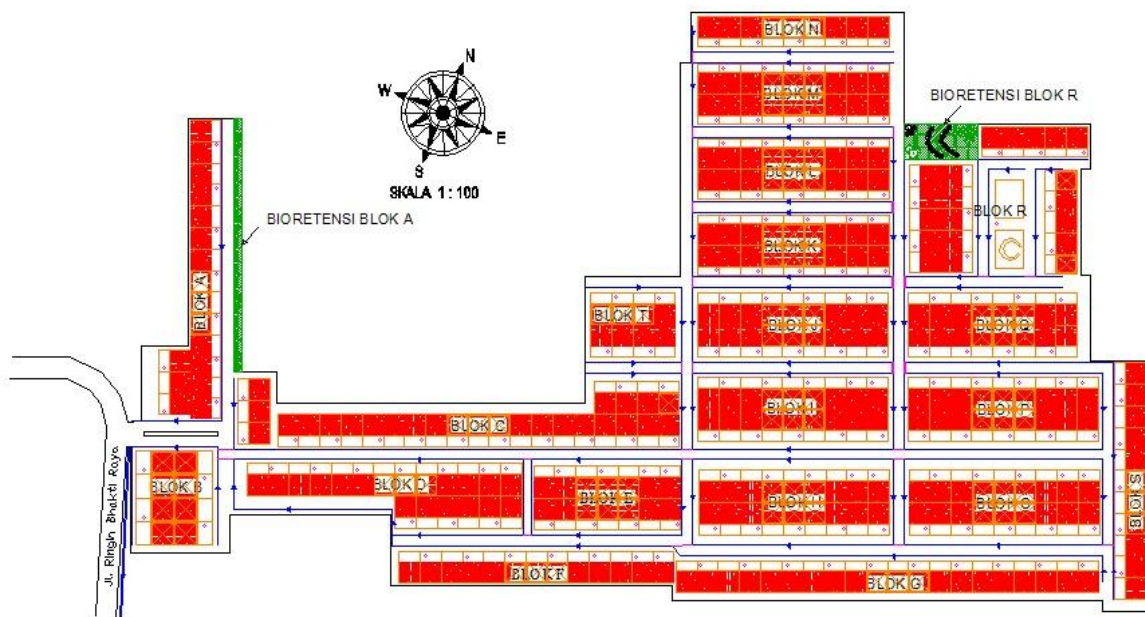
$$\text{Kapasitas total} = (177 \times 6,3187 \text{ m}^3) + 102 \text{ m}^3 = 1220,419 \text{ m}^3$$

Tabel 2. Kompilasi Data Pra, Pasca, dan Pasca Eko-Drainase

Blok	Volume Tampungan		Volume (m <sup>3</sup> )	
	Sumur Resapan	Bioretensi	ΔVolume Limpasan	Ekodrainase
Total	1118,419 m <sup>3</sup>	102 m <sup>3</sup>	1461,6 m <sup>3</sup>	1220,419 m <sup>3</sup>

Sumber : Perhitungan, 2014

Berdasarkan tabel didapatkan penyimpanan air yang dihasilkan dari pembangunan fasilitas Eko-drainase sebesar 1220,419 m<sup>3</sup> atau 83,5 % dari perubahan limpasan akibat pembangunan Kawasan Perumahan Tembalang Pesona Asri. Berikut *layout* penempatan fasilitas eko-drainase di perumahan Tembalang Pesona Asri.



Gambar 3. *Layout* pemempatan fasilitas eko-drainase

Dengan perencanaan yang telah dibuat, pembangunan fasilitas Eko-drainase ini membutuhkan waktu selama 3 bulan dengan total biaya yang dikeluarkan adalah Rp.1.209.126.133,- (satu milyar dua ratus sembilan juta tujuh ratus dua puluh satu ribu seratus tujuh puluh tiga rupiah). Total rumah di perumahan Tembalang Pesona Asri adalah 287 rumah, sehingga tiap rumah dikenakan kontribusi sebesar Rp 4.212.983,- (empat juta dua ratus dua belas ribu Sembilan ratus delapan puluh tiga rupiah).

**KESIMPULAN**

- Dengan konsep mengembalikan limpasan air seperti sebelum ada pembangunan, maka perlu diketahui perubahan debit aliran dan volume limpasannya. Dari analisis hidrologi didapatkan debit sebelum pembangunan sebesar 0,167 m<sup>3</sup>/detik dan volume limpasan sebesar 601,2 m<sup>3</sup>. Setelah pembangunan perumahan Tembalang Pesona Asri, debit puncak dan volume limpasan masing-masing meningkat menjadi 0,573 m<sup>3</sup>/detik dan

2061,8 m<sup>3</sup>. Sehingga diperoleh kenaikan debit dan volume limpasan akibat pembangunan perumahan adalah sebesar 0,406 m<sup>3</sup>/detik dan 1461,6 m<sup>3</sup>.

- Hasil analisa, pembangunan fasilitas Eko-drainase di wilayah Perumahan Tembalang Pesona Asri mengurangi volume limpasan sebesar 1220,419 m<sup>3</sup> atau 83,5% dari volume limpasan akibat pembangunan perumahan.
- Pembangunan fasilitas Eko-drainase di lingkungan Perumahan Tembalang Pesona Asri membutuhkan waktu selama 3 bulan dengan total biaya yang dikeluarkan adalah Rp.1.209.126.133,- (satu milyar dua ratus sembilan juta seratus dua puluh enam ribu seratus tiga puluh tiga rupiah).
- Pembangunan fasilitas eko-drainase membutuhkan anggaran tambahan untuk setiap rumah sebesar Rp 4.212.983,- (empat juta dua ratus dua belas ribu Sembilan ratus delapan puluh tiga rupiah).

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 03-2453-2002 Tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. Jakarta.
- Hinman, Curtis. 2005. *Low Impact Development – Technical Guidance Manual for Puget Sound*. Olympia (USA) : PSAT
- Kurniani, Dwi. Dkk., 2012. *Efek Hidrologi dan Hidraulika akibat Penggabungan Sumur Resapan dalam Sistem Saluran Drainase (Laporan Akhir Penelitian Pengembangan Teknologi Hibah Bersaing Dana DIPA Fakultas Teknik Undip)*. Semarang.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi
- Soemarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data*. Bandung: Nova.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Erlangga
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset