KAJIAN BANJIR AKIBAT PEMBANGUNAN PERUMAHAN DAN SOLUSINYA (STUDI KASUS PERUMAHAN PERMATA INDAH KECAMATAN SUMBERSARI KABUPATEN JEMBER)

Lilis Dwi Badriyah,ST.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Unmuh Jember
Jl. Karimata 49 – Jember 68121
E-mail: lilisdwi_badriyah@yahoo.com

ABSTRACT

Development housing need to examined as well as possible. Environmental design that is not good could cause bad effect for human, even could cause disaster. Change of form face of the land in the housing complexes, with various pavement on top of it resulted in the increasingly discharge flood. Flood in a housing often happening due to lack of catchment area rain or the ineffective channel drainage available. There are some types of drainage systems can be used in a perumahan permata indah as the effort to overcome discharge flood . Of them are bio-pore hole, absorption wells, and channels drainage conventional.

keywords : Housing, flood, drainage system

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang penting manfaatnya bagi semua makhluk hidup, terlebih lagi manusia. Sebagai makhluk yang diberi kelebihan berupa akal, manusia mampu untuk mengelola sumber daya air sehingga dapat memaksimalkan fungsi air bagi kehidupan manusia. Selain berperan penting bagi kehidupan, penataan lingkungan yang buruk dapat menyebabkan hilangnya fungsi air dan mendatangkan musibah. Permasalahan air yang sering terjadi sebagai akibat dari buruknya lingkungan adalah banjir.

Banjir sering kali terjadi didaerah yang tidak dapat menyerap atau mengalirkan air hujan, sehingga air hujan yang turun akan menjadi aliran permukaan. Salah satu hal yang menjadi penyebab banjir adalah alih fungsi lahan. Kondisi tanah yang masih alami, penuh dengan rerumputan dan pohon akan mempermudah air hujan untuk meresap ke dalam tanah dan mengurangi aliran permukaan yang terjadi di saat hujan. Perubahan muka tanah dengan berbagai macam perkerasan diatasnya akan menyulitkan air hujan untuk meresap dan air hujan yang turun seluruhnya akan menjadi aliran permukaan. Alih fungsi lahan identik dengan perubahan muka tanah menjadi kawasan perumahan, tempat usaha, atau fasilitas umum lainnya.

Di kabupaten Jember, telah banyak di bangun perumahan dengan merubah bentuk muka tanah, dari lahan pertanian atau kebun menjadi kawasan perumahan. Perumahan Permata Indah Jember adalah

salah satu perumahan yang dibangun melalui alih fungsi lahan. Dulunya, daerah tersebut adalah lahan pertanian dan kebun. Namun karena tingginya kebutuhan tempat tinggal, daerah tersebut berubah menjadi kawasan perumahan. Dengan adanya perumahan tersebut, secara langsung telah merubah bentuk muka tanah.

Perubahan muka tanah yang terjadi menimbulkan permasalahan bagi lingkungan, khususnya dibidang air. Kondisi muka tanah yang berubah menjadi perumahan, menyebabkan air hujan sulit untuk meresap dan menjadi aliran permukaan. Jika saluran drainase kurang memadai, air hujan yang turun akan meluap dan dapat menimbulkan banjir di perumahan.

Berdasarkan masalah diatas, perlu adanya kajian banjir terhadap pembangunan perumahan dan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan banjir di perumahan.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam perencanaan sistem drainase diperlukan data-data sebagai berikut;

1. Data hidrologi

Data hidrologi yaitu data curah hujan dari tahun ke tahun yang digunakan untuk mengetahui curah hujan rancangan. Data hidrologi juga digunakan utnuk menghitung debit banjir rancangan sebagai pedoman untuk menentukan dimensi saluran. Data hujan bisa di dapat dari Bdan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) setempat atau yang berdekatan dengan daerah perencanaan.

2. Data topografi

Data topografi dapat berupa peta situasi yang merupakan hasil pengukuran langsung di lapang atau dari sumber lain. Informasi yang disajikan meliputi keadaan fisik baik yang alamiah atau buatan manusiaserta kontur permukaan lahan.

3. Data penunjang

Data penunjang adalah data lain yang diperlukan namun bersifat sekunder, seperti sistem jaringan yang ada (drainase, irigasi, air minum, listrik, dan lain-lain), batas lahan, dan tingkat kebutuhan drainase yang diperlukan.

Analisa Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam analisa terhadap alternatif penanganan banjir tersebut adalah data curah hujan yang maksimum. Hal ini bertujuan agar analisa dapat mendekati kondisi yang sebenarnya yang ada di lapangan. Data curah hujan tersebut didapat dari stasiun-stasiun penakar hujan maupun stasiun-stasiun pos hujan yang terdapat di sekitar daerah aliran, yang dapat mewakili frekuensi curah hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan (*catchment area*).

Analisa Frekuensi

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (X), deviasi standar (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan / skewness (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xt-\overline{X})^2}{n-1}}$$

$$Cv = \frac{S}{\overline{X}}$$

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum (Ri - R)^3$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n}\sum (Ri-R)^4}{S^4}$$

Dengan :

X : Tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

Σ X : Jumlah tinggi hujan harian maksimum selama n tahun (mm)

N : Jumlah tahun pencatatan data hujan

Sd : Deviasi standar

Cv : Koefisien variasi

Cs : Koefisien kemiringan (skewness)

Ck : Koefisien kurtosis

Distribusi Data Hujan Rencana

Lima parameter statistik di atas menentukan jenis metode yang akan digunakan dalam menghitung distribusi curah hujan. Penentuan jenis distribusi akan digunakan untuk menghitung curah hujan rencana. Metode distribusi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode Distribusi Normal
2. Metode Gumbel Tipe I
3. Metode Log Pearson Tipe III
4. Metode Log Normal

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian dimaksudkan untuk menentukan persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada dua jenis uji keselarasan, yaitu Chi Square dan Smirnov Kolmogorof. Pada penelitian ini yang diamati adalah nilai hasil perhitungan yang diharapkan.

Waktu Konsentrasi (tc)

Lama waktu konsentrasi bisa didapatkan melalui hasil pengamatan maupun dengan suatu pendekatan rumus. Pendekatan rumus umumnya mengacu pada jarak dari tempat terjauh jatuhnya hujan sampai titik tinjau (L) dan selisih

Ketinggian antara titik terjauh tersebut dengan titik tinjau (H). Salah satu rumus empiris yang umum dipakai untuk memprediksi waktu konsentrasi adalah rumus Kirpich, yang dapat dituliskan sebagai persamaan aljabar :

$Tc = L^{1.15} / 7700H^{0,385}$

Kalau L dan H dinyatakan dalam meter dan tc menit maka rumus diatas menjadi:

$$Tc = 0{,}0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0,77}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Dengan :

Tc :Waktu konsentrasi (menit)

L :Panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sampai tempat pengamatan

S :Perbandingan selisih tinggi antara tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap L, yaitu ΔH/L atau sama dengan kemiringan rata–rata dari daerah alirannya.

ΔH : Selisih ketinggian antara tempat terjauh dan tempat pengamatan

Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan adalah volume rata-rata curah hujan yang terjadi selamasatu unit waktu (mm/jam). Intensitas hujan juga bisa diekspresikan sebagai intensitas sesaat atau intensitas rata-rata selama kejadian hujan. Intensitas rata.

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24}\right) * \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} .$$

Dengan :

I :Intensitas curah hujan (mm/jam)

t :Lamanya curah hujan (jam)

R24 :Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm) (CD. Soemarto, 1993, Hidrologi Teknik)

Koefisien Limpasan (*Runoff Coeffisien*) (C)

Dalam penghitungan debit banjir diperlukan data koefisien limpasan (*runoff coeffisien*). Koefisien limpasan adalah rasio jumlah limpasan terhadap jumlah curah hujan, dimana nilainya tergantung pada tekstur tanah, kemiringan lahan, dan jenis penutupan lahan.

Perhitungan Debit Rencana

Menurut Wanielista (1990) metode Rasional adalah salah satu dari metode tertua dan awalnya digunakan hanya untuk memperkirakan debit puncak (peak discharge).

Q = 0,277 C I A

Dengan :

Q :debit puncak (m^3/dtk)

C :koefisien run off, tergantung pada karakteristik DAS (tak berdimensi)

I :intensitas curah hujan, untuk durasi hujan (D) sama dengan waktu konsentrasi (Tc) (mm/jam)

A :luas DAS (km^2)

Saluran Drainase Konvensional

Dalam penerapan di lapang, ada beberapa bentuk penampang saluran drainase. Bentuk penampang tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan lahan untuk drainase.

Dalam perencanaan saluran drainase ada beberapa kriteria perencanaan, meliputi dimensi saluran, kemiringan dasar saluran, material saluran, kecepatan aliran dan kapasitas debit saluran.

1. Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran di lakukan dengan cara coba-coba dan di hitung kemampuan debitnya

2. Kemiringan Dasar Saluran

Merupakan kemiringan penampang memanjang antar titik. Untuk memperoleh kemiringan tanah, maka didapat dengan rumus :

$I = \Delta H/L$

Dengan :

I : Kemiringan saluran

ΔH : Beda tinggi antar titik saluran (m)

L : Panjang saluran (m)

3. Material Saluran

Material saluran berguna untuk melindungi saluran dari erosi. Namun demikian, setiap material yang digunakan memiliki dampak terhadap kecepatan aliran.

4. Kecepatan Aliran

Apabila kecepatan aliran dalam saluran drainase terlalu besar maka akan terjadi pengikisan dinding saluran. Apabila kecepatan aliran dalam saluran terlalu kecil maka akan terjadi pengendapan dari butiran/partikel lumpur yang terbawa air (terjadi sedimentasi).

5. Debit Saluran

Untuk menghitung debit saluran dengan bentuk dan dimensi yang telah ditentukan dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$Q = V.A$

Dengan :

Q : Debit saluran (m^3/dt)

V : Kecepatan aliran (m/dt)

A : Luas penampang basah saluran (m^2)

Jika $Q_{saluran} > Q_{banjir}$ maka dimensi saluran dapat diterima dan dapat diterapkan pada kompleks perumahan. Namun jika $Q_{saluran} \leq Q_{banjir}$ maka dimensi saluran harus dihitung ulang.

Sumur Resapan

Bangunan sumur resapan adalah salah satu rekayasa teknik konservasi air berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh di atas atap rumah atau daerah kedap air dan meresapkannya ke dalam tanah.

Sekalipun sumur resapan banyak mendatangkan manfaat, namun pembuatannya harus memperhatikan syarat-syarat yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang maksimum. Syarat umum yang harus dipenuhi meliputi :

a. Sumur resapan air hujan dibuat pada lahan yang lolos air dan tahan longsor.
b. Sumur resapan air hujan harus bebas kontaminasi/pencemaran limbah.
c. Air yang masuk sumur resapan adalah air hujan.
d. Untuk daerah sanitasi lingkungan buruk, sumur resapan air hujan

hanya menampung dari atap dan disalurkan melalui talang.

e. Mempertimbangkan aspek hidrogeologi, geologi, dan hidrologi.

Dilihat dari keadaan air tanah, sumur resapan dibuat pada awal daerah aliran yang dapat ditentukan dengan mengukur kedalaman dari permukaan air tanah ke permukaan tanah di sumur sekitarnya pada musim hujan. Permeabilitas tanah yang dapat dipergunakan untuk sumur resapan dibagi menjadi 3 kelas, yaitu:

a. Permeabilitas tanah sedang (lanau 2,0 – 6,5 cm/jam).
b. Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus 6,5 – 12,5 cm/jam).
c. Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar > 12,5 cm/jam).

Untuk memberikan hasil yang baik, serta tidak menimbulkan dampak negatif, penempatan sumur resapan harus memperhatikan kondisi lingkungan setempat. Penempatan sumur haru memperhatikan letak septic tank, sumur air minum, posisi rumah, dll. Sumur resapan air hujan perlu diperiksa secara periodik selama 6 bulan sekali untuk menjamin kontinuitas operasi sumur resapan.

Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori atau lubang biopori adalah lubang silindris yang dibuat secara vertikal kedalam tanah dengan diameter 10cm dan kedalaman 100cm, dalam kasus tanah dengan permukaan air tanah dangkal, tidak sampai melebihi kedalaman muka air tanah. Lubang biopori merupakan metode alternatif untuk meningkatkan daya resap air hujan ke dalam tanah. Metode ini pertama kali dicetuskan oleh Dr. Kamir R. Brata, seorang peneliti seorang peneliti dan dosen di Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Institut Pertanian Bogor (IPB).

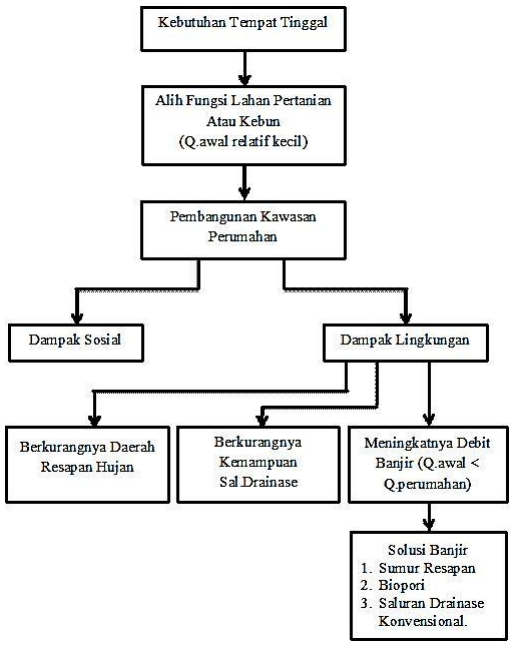
Lubang resapan biopori adalah teknologi sederhana yang tepat guna dan ramah lingkungan. Lubang biopori ini mampu meningkatkan daya resap air hujan ke dalam tanah sehingga mampu mengurasi resiko banjir akibat meluapnya air hujan. Selain itu, teknologi ini juga mampu meningkatkan jumlah cadangan air bersih di dalam tanah.

Manfaat lubang biopori adalah sebagai berikut:

1. Memaksimalkan resapan air tanah yang masuk ke dalam tanah.
2. Menambah volume air tanah.
3. Menjadi media untuk menghasilakan kompos.
4. Mengurangi genangan air hujan.
5. Mencegah resiko terjadinya banjir.
6. Mencegah erosi tanah.
7. Meningkatkan peran dan aktifitas flora dan fauna di dalam tanah.
8. Meningkatkan kesuburan tanah.

Lubang resapan biopori dapat dibuat pada dasar saluran pembuangan air hujan, atau pada alur sekeliling batang pohon dan pada batas tanaman. Lubang resapan biopori juga dapat di buat di sekitar tempat dimana air cenderung tergenang. Dalam penelitian ini, lubang resapan akan di buat di setiap halaman belakang dan depan rumah, area jalan, dan di lahan fasum. Semakin banyak lubang di setiap lahan maka air hujan yang akan terserap akan semakin banyak.

KERANGKA KONSEP PENELITIAN



Gambar 1 Bagan Konsep Penelitian

Hipotesis

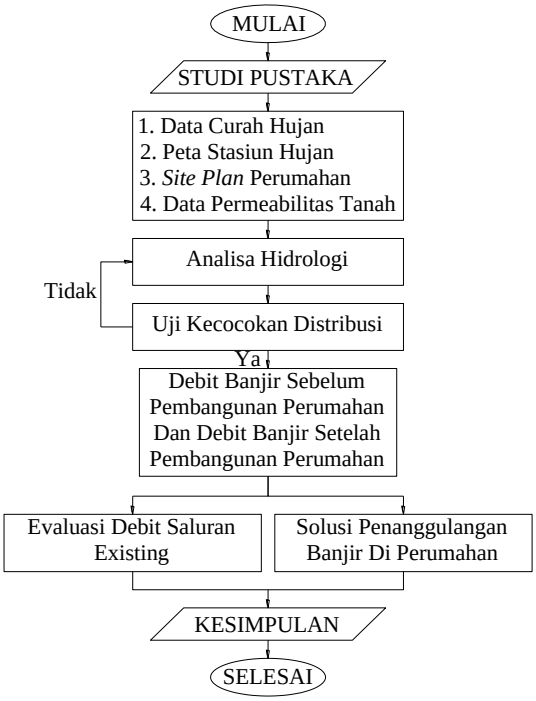
Berdasarkan kerangka konsep diatas, maka dapat di kemukakan hipotesis sebagai berikut :

1. Diduga debit banjir yang terjadi sebelum adanya perumahan relatif kecil.
2. Diduga terjadi peningkatan debit banjir setelah pembangunan perumahan.
3. Diduga saluran drainase yang ada tidak mencukupi untuk menampung debit banjir yang terjadi di beberapa tahun mendatang.
4. Ada beberapa solusi yang disarankan untuk mengatasi banjir, diantara pembuatan lubang resapan biopori, pembuatan sumur resapan, dan saluran drainase konvensional.

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian Kajian Banjir Akibat Pembangunan Perumahan Dan Solusinya berlokasi di Perumahan Permata Indah Jalan Bentoel Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

Bagan Alur Penelitian



Gambar 2 Alur Penelitian

PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi perencananaan sistem drainase di kawasan Perumahan Permata Indah menggunakan data curah yang diperoleh dari stasiun hujan yaitu Stasiun Seputih, Stasiun Wirolegi, dan Stasiun Pakusari.

Tabel 1 Data Curah Hujan Tahunan

No	Nama Stasiun	Tahun (dalam mm)									
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Seputih	111	127	95	140	85	95	95	95	134	127
2	Wirolegi	112	95	110	133	82	89	58	56	117	136
3	Pakusari	128	99	83	96	87	112	127	95	127	151

Analisa Curah Hujan Maksimum Tahunan

Curah hujan maksimum tahunan dihitung dengan metode rerata. Data curah hujan per tahun yang didapat dari ketiga stasiun, kemudian di akumulasi dan di bagi dengan jumlah stasiun sehingga diperoleh nilai curah hujan rata-rata untuk setiap tahunnya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

Rata-rata CH = *(R1+R2+R3)/n*

Tabel 2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum Tahunan

No	Tahun	Hujan Maksimum Tahunan (mm)
1	2004	117
2	2005	107
3	2006	96
4	2007	123
5	2008	84.67
6	2009	98.67
7	2010	280
8	2011	82
9	2012	126
10	2013	138

Selanjutnya perhitungan curah hujan rencana dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun dengan Log X_T = Log X + K.S dan hasil perhitungan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Analisa Probabilitas Curah Hujan Rencana Dengan Log Person III

No	Kala Ulang (Tahun)	Log X_r	K	S	Log X_T	Hujan Rencana (mm)
1	2	2.0693	-0.28699	0.1521	2.02565	106.08359
2	5	2.0693	0.63621	0.1521	2.16607	146.57753
3	10	2.0693	1.31480	0.1521	2.26928	185.90098
4	25	2.0693	2.19819	0.1521	2.40365	253.30590

Debit Banjir Sebelum Pembangunan

Debit banjir sebelum pembangunan perumahan dihitung sebagai pembanding data debit banjir yang terjadi setelah pembangunan perumahan. Untuk menentukan debit banjir ditinjau dari intensitas hujan rencana rata-rata kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun. Hasil perhitungan debit banjir rencana tiap masing-masing kala ulang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Debit Banjir Sebelum Pembangunan

No	Kala Ulang	Koef. Limpasan (C)	Intensitas Hujan Rata rata (I) (mm/jam)	Luas Kawasan (A) (km^2)	Debit Rencana (Q) (m^3/dt)
1	2 tahun	0.10	236.454	0.01091	0.072
2	5 tahun	0.10	326.713	0.01091	0.099
3	10 tahun	0.10	414.362	0.01091	0.126
4	25 tahun	0.10	564.604	0.01091	0.171
Total Debit Banjir (m^3/dt)					0.468

Debit Banjir Setelah Pembangunan

Debit banjir setelah pembangunan perumahan dihitung sebagai data pembanding debit banjir sebelum pembangunan. Debit banjir setelah pembangunan perumahan akan dijadikan pedoman untuk mengevaluasi kemampuan saluran drainase existing.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Untuk Kala Ulang 25 Tahun

No	Kawasan	Koef. Limpasan (C)	Intensitas Hujan Rata-rata (I) (mm/jam)	Luas Kawasan (A) (km²)	Debit Rencana (Q) (m³/dt)
1	Perumahan	0.80	564.603	0.00707	0.88791
2	Jalan	0.90	564.603	0.00348	0.49124
3	Fasum	0.20	564.603	0.00036	0.01132
Total Debit Banjir Rancangan (m³/dt)					1.39047

Evaluasi Debit Saluran Existing

Evaluasi debit saluran existing dilakukan untuk mengetahui kemampuan menampung debit banjir. Dilokasi penelitian terdapat saluran drainase berupa saluran gorong-gorong dengan diameter 40cm.

Tabel 6 Hasil Evaluasi Debit Saluran

No	Kala Ulang	Debit Saluran Existing (m³/dt)	Debit Banjir Rancangan (m³/dt)		
			Perumahan	Jalan	Fasum
1	2 tahun	0.0584	0.37185	0.20573	0.00474
2	5 tahun	0.0584	0.51380	0.28426	0.00655
3	10 tahun	0.0584	0.65163	0.36052	0.0083
4	25 tahun	0.0584	0.88791	0.49124	0.01132

Solusi Drainase Di Perumahan

Dari perhitungan debit banjir yang telah diketahui, beberapa jenis drainase dapat dijadikan solusi untuk menanggulangi banjir yang terjadi di kawasan perumahan. Pemilihan jenis drainase berdasarkan pada debit banjir yang terjadi pada kala ulang 25 tahun. Adapun beberapa solusi drainase dan petimbangan pemilihan jenis drainase sebagai berikut.

1. Lubang Resapan Biopori

Dengan jumlah tertentu, lubang resapan biopori cukup efektif untuk menanggulangi banjir di suatu kawasan. Prinsip kerja biopori adalah dengan menambah luas permukaan tanah dengan cara membuat lubang dengan diameter 10cm dan kedalaman 100cm dalam jumlah tertentu, sehingga memudahkan air hujan untuk meresap ke dalam tanah.

Sampah organik yang terdapat di dalam lubang biopori dapat mengundang fauna dalam tanah sehingga dapat membentuk lubang-lubang kecil didalam tanah yang bisa diisi air saat hujan turun. Hal ini semakin memudahkan air hujan untuk meresap kedalam tanah dan mengurangi genangan air. Sampah organik yang terurai dapat dijadikan kompos sehingga tanah yang berada di sekitar lubang biopori akan semakin subur.

2. Sumur Resapan

Sumur resapan cukup ideal untuk diterapkan di kawasan perumahan. Sumur resapan berfungsi sebagai tempat menampung air hujan sementara yang jatuh di atas atap rumah maupun areal jalan, kemudian air hujan tersebut akan diserap tanah secara perlahan.

Kemampuan sumur resapan dalam mengurangi genangan air bergantung pada dimensi sumur resapan dan permeabilitas tanah. Dimensi sumur resapan yang memadai memungkin semakin banyak air hujan yang dapat di tampung, sehingga dapat mengurangi genangan air secara cepat. Permeabilitas tanah adalah kecepatan tanah untuk menyerap air. Semakin tinggi permeabilitas tanah, air

yang tertampung dalam sumur resapan akan semakin cepat diserap tanah.

3. Saluran Drainase Konvensional

Saluran drainase konvensoinal adalah jenis drainase yang paling banyak digunakan. Saluran drainase umunya sudah terintegrasi dengan fasilitas jalan. Penggunaan saluran drainase batu kali menggunakan konsep jaringan, sehingga dapat menjangkau setiap tempat di kawasan perumahan.

Saluran drainase konvensional memiliki kemampuan mengalir atau membuang debit banjir secara cepat. Sehingga genangan air yang timbul akibat hujan dapat segera berkurang bahkan hilang. Oleh sebab itu saluran drainase kerap kali di terapkan pada kawasan perumahan atau sebagai drainase jalan.

KESIMPULAN

Dari hasil kajian banjir terhadap pembangunan perumahan dan solusi yang tepat disimpulkan sebagai berikut :

1. Debit banjir yang terjadi sebelum adanya pembangunan perumahan adalah sebesar 0.468m³/dt.
2. Debit banjir yang terjadi setelah adanya pembangunan perumahan untuk kala ulang 25 tahun adalah sebesar 1.39047 m³/dt.
3. Menurut hasil perhitungan debit banjir rancangan dan kapasitas saluran drainase *existing*, diketahui bahwa saluran drainase *existing* tidak mencukupi untuk menampung debit banjir yang terjadi.
4. Jenis drainase yang disarankan untuk mengatasi banjir di perumahan adalah lubang resapan biopori, sumur resapan, dan saluran drainase konvensional batu kali.

SARAN

1. Perlu adanya kajian lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas dari jenis drainase yang disarankan.
2. Perlu adanya kajian biaya terhadap jenis drainase yang disarankan.

DAFTAR PUSTAKA

Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova

Soemarto,C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi

Purnomo Hendrik. 2013. Tugas Akhir. *Perencanaan Saluran Drainase Dan Penerapan Sistem Lubang Resapan Biopori Terhadap Saluran Drainase Pada Perumahan Kaliurang Green Garden*

Biopori. 2014. *Lubang Resapan Biopori*. http://www.biopori.com/resapan_biopori.php [27 juni 2014. 12:32].

Biopori. 2014. *Cara Pembuatan Lubang Resapan Biopori*. http://www.biopori.com/pembuatan.php [28 juni 2014. 09:55].