

## PENERAPAN UNDERDRAIN BOX STORAGE UNTUK PENANGGULANGAN GENANGAN DAN PENINGKATKAN RESAPAN AIR DI KELURAHAN PENURUNAN

**Jhordi Hendarwan<sup>1,\*</sup>, Meilani Belladona<sup>2</sup>, Tri Sefrus<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H Bengkulu, Jl Jend. Sudirman No. 185 Bengkulu, 38117

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H Bengkulu, Jl Jend. Sudirman No. 185 Bengkulu, 38117

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H Bengkulu, Jl Jend. Sudirman No. 185 Bengkulu, 38117

\*E-mail: [jordhiendarwan18@gmail.com](mailto:jordhiendarwan18@gmail.com)

Diterima: 16 Februari 2022

Direvisi: 9 April 2023

Disetujui: 18 Juli 2023

### ABSTRAK

Kelurahan Penurunan memiliki luas wilayah 86 hektar dengan jumlah penduduk 4946 jiwa. Lahan yang terletak di sekitar kawasan ini mengalami perubahan tata guna lahan yang pesat sejak didirikannya pusat perbelanjaan terbesar di Propinsi Bengkulu yaitu Bengkulu Indah Mall (BIM). Pendirian bangunan di kawasan ini kurang memperhatikan sistem pembuangan air limbah dan pengaliran air hujan, sehingga pada saat musim hujan kawasan ini khususnya di depan BIM sering mengalami genangan. *Underdrain Box Storage* merupakan salah satu konsep drainase berwawasan lingkungan (*eco-drain-age*) yang dapat dikembangkan untuk suatu permukiman yang padat (perkampungan di perkotaan). Konsep teknis drainase yang dikemukakan ini adalah bahwa genangan air hujan dialirkan melalui saluran terbuka dimana pada bagian dasarnya diberi lubang-lubang yang disusun berseri sepanjang saluran sebagai fungsi untuk mengisi ruang penampungan, dimana bagian dasar penampungan berhubungan langsung dengan tanah. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menerapkan *Underdrain Box Storage* untuk penanggulangan genangan dan peningkatan resapan air di Kelurahan Penurunan. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang desain *Underdrain Box Storage* guna menanggulangi genangan dan resapan air di Kelurahan Penurunan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan data sekunder serta menganalisa data yaitu analisa hidrologi dan analisa hidrolika untuk penanggulangan genangan dan peningkatan resapan air. Hasil penelitian didapatkan debit banjir rencana berkisar  $1,2421 \text{ m}^3/\text{det}$  untuk 10 tahun. Waktu yang dibutuhkan untuk meresapkan air pada *Underdrain Box Storage* selama 44,44 menit adalah  $0,7997 \text{ m}^3/\text{det}$ , dengan kecepatan resapannya  $0,0375 \text{ m}/\text{det}$ . Dimensi *Underdrain Box Storage* adalah desain yang memiliki bentuk diatas dimensi *box storage* dengan panjang ( $B_1$ ) 0,6 m dan ketinggian ( $H_1$ ) 0,3 m, untuk dimensi tampungan *box storage* dengan panjang ( $B_2$ ) 0,8 m dan ketinggian ( $H_2$ ) 0,6 m.

**Kata kunci:** *Underdrain Box Storage, Limpasan, Resapan*

## ABSTRACT

*Decreased Village has an area of 86 hectares with a population of 4946 people. The land located around this area has undergone rapid land use changes since the establishment of the largest shopping center in Bengkulu Province, namely Bengkulu Indah Mall (BIM). The construction of buildings in this area does not pay attention to the waste water disposal system and rainwater drainage, so that during the rainy season this area, especially in front of the BIM, often experiences puddles. Underdrain Box Storage is one of the eco-drainage concepts that can be developed for dense settlements (urban settlements). The technical concept of drainage put forward is that rainwater puddles are channeled through an open channel where at the bottom is given holes arranged in a series along the channel as a function to fill the storage space, where the bottom of the reservoir is directly connected to the soil. The problem in this research is how to apply Underdrain Box Storage to overcome inundation and increase water infiltration in Decrease Village. The purpose of this study was to design an Underdrain Box Storage design to overcome puddles and water infiltration in Decreased Village. The method used in this research is the collection of primary and secondary data as well as analyzing the data, namely hydrological analysis and hydraulics analysis for overcoming inundation and increasing water absorption. The results of the study showed that the planned flood discharge was around 1.2421 m<sup>3</sup>/s for 10 years. The time needed to absorb water in the Underdrain Box Storage for 44.44 minutes is 0.7997 m<sup>3</sup>/s, with an infiltration speed of 0.0375 m/s. Underdrain Box Storage dimensions are designs that have a shape above the dimensions of the storage box with a length (B1) of 0.6 m and a height (H1) of 0.3 m, for the dimensions of a storage box accomodation with a length (B2) of 0.8 m and a height (H2) 0.6 m.*

**Keywords:** Underdrain Box Storage, Run-off, Infiltration

## PENDAHULUAN

Ditinjau dari keadaan geografisnya, Kota Bengkulu terletak di pesisir barat pulau Sumatera berbatasan dengan Samudera Indonesia. Kota Bengkulu memiliki relief permukaan tanah yang bergelombang, terdiri dari daratan pantai dan daerah berbukit-bukit serta di beberapa tempat terdapat cekungan alur sungai kecil. Posisi Kota Bengkulu yang berbatasan langsung dengan Samudera Indonesia menjadikan Kota Bengkulu menjadi kawasan wisata pantai, salah satunya pantai panjang yang terletak di Kelurahan Penurunan Kecamatan Ratu Samban. Kelurahan Penurunan memiliki luas wilayah 86 hektar dengan jumlah penduduk 4946 jiwa. Lahan yang terletak di sekitar kawasan ini mengalami perubahan tata guna lahan yang pesat sejak didirikannya pusat perbelanjaan terbesar di Propinsi Bengkulu yaitu Bengkulu Indah Mall (BIM). Pendirian bangunan di kawasan ini kurang memperhatikan sistem pembuangan air limbah dan pengaliran air hujan, sehingga pada saat musim hujan kawasan ini khususnya di depan BIM sering mengalami genangan. Sistem drainase yang kurang memadai menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya genangan tersebut disamping kondisi topografi kawasan

ini yang rendah. Genangan yang terjadi sangat mengganggu aktivitas pengguna jalan dan kelancaran transportasi masuk ke dalam BIM menjadi terganggu. Tinggi genangan berkisar antara 5-10 cm di atas permukaan jalan dan menggenangi sebagian dari jalan tersebut. Drainase yang ada di daerah ini sebagian berupa drainase tertutup dan sebagian lagi terbuka. Drainase perkotaan dialirkan ke saluran pembuangan utama menuju laut (Belladona, 2014).

Banjir dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, permukiman, dan pusat kota. Banjir dapat juga terjadi karena debit atau volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya. Luapan air biasanya tidak menjadi persoalan bila tidak menimbulkan kerugian, korban meninggal atau luka-luka, tidak merendam permukiman dalam waktu lama, tidak menimbulkan persoalan lain bagi kehidupan sehari-hari. Bila genangan air terjadi cukup tinggi, dalam waktu lama, dan sering maka hal tersebut akan mengganggu kegiatan manusia. Dalam sepuluh terakhir ini, luas area dan frekuensi banjir semakin

bertambah dengan kerugian yang makin besar (BNPB, 2013).

Genangan yang sering ditemui di kawasan perkotaan sering diartikan sebagai kawasan dimana sistem drainasenya tidak ada dan atau tidak cukup untuk menampung air tersebut untuk keluar kawasan. Air yang akan terus tertahan kemudian menjadi kumpulan air yang dinamakan genangan (Kusumadewi et al., 2012).

Kejadian banjir dan genangan mengancam kehidupan masyarakat di daerah yang tidak memiliki saluran drainase, dan daerah cekungan. Sempitnya wilayah dan tingginya kebutuhan ruang hidup akibat semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk khususnya penduduk urban, berpotensi adanya permukiman liar di lahan yang seharusnya bukan untuk tempat tinggal. Hal ini diperkirakan berimbas pada ancaman banjir dan genangan yang semakin tinggi (Wicaksono, 2014).

Kondisi iklim telah menyebabkan terjadinya fenomena hidrologi yang ekstrim seperti banjir yang menimbulkan kerugian material dan dampak yang signifikan terhadap lingkungan (Buta, 2017).

Curah hujan intensitas tinggi untuk periode waktu yang lebih singkat menghasilkan limpasan puncak yang tinggi dari daerah tangkapan perkotaan untuk lebih banyak lahan, dan pembangunan infrastruktur yang tidak terkendali, penggunaan lahan alami, tutupan lahan, dan jalur aliran telah mengakibatkan banjir (Rangari et al., 2019).

Banjir merupakan suatu bencana alam yang sangat sulit di prediksi waktu terjadinya dan kapasitasnya genangan adalah luapan air yang hanya terjadi dalam hitungan jam setelah hujan mulai turun. Genangan terjadi akibat meluapnya air hujan pada saluran pembuangan sehingga menyebabkan air terkumpul dan tertahan pada suatu wilayah dengan tinggi muka air 5 hingga >20 cm. Sedangkan banjir adalah meluapnya air hujan dengan debit besar yang tertahan pada suatu wilayah yang rendah dengan tinggi muka air 30 hingga >200 cm (Kusuma & Khardoma, 2009).

Selain disebabkan faktor alami, yaitu curah hujan yang tinggi, banjir juga terjadi karena ulah manusia. Contohnya berkurangnya kawasan resapan air karena alih fungsi lahan, pengundulan hutan yang meningkatkan erosi dan mendangkalan sungai, serta perilaku

tidak bertanggung jawab seperti membuang sampah di sungai dan mendirikan hunian di bantaran sungai (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2017).

Sistem jaringan drainase disuatu kawasan sudah semestinya dirancang untuk menampung debit aliran yang normal, terutama pada saat musim hujan. Artinya kapasitas saluran drainase sudah diperhitungkan untuk dapat menampung debit air yang terjadi sehingga kawasan yang dimaksud tidak mengalami genangan atau banjir. Jika kapasitas sistem saluran drainase menurun dikarenakan oleh berbagai sebab maka debit yang normal sekalipun tidak akan bisa ditampung oleh sistem yang ada. Sedangkan sebab menurunnya kapasitas sistem antara lain, banyak terdapat endapan, terjadi kerusakan fisik sistem jaringan, adanya bangunan lain diatas sistem jaringan. Pada waktu-waktu tertentu saat musim hujan sering terjadi peningkatan debit aliran, atau telah terjadi peningkatan debit yang dikarenakan oleh berbagai sebab, maka kapasitas sistem yang ada tidak bisa lagi menampung debit aliran, sehingga mengakibatkan banjir di suatu kawasan. Sedangkan penyebab meningkatnya debit antara lain, curah hujan yang tinggi diluar kebiasaan, perubahan tata guna lahan, da kerusakan lingkungan pada daerah aliran sungai (DAS) di suatu kawasan. Kemudian jika di suatu perkotaan atau kawasan terjadi penurunan kapasitas sistem sekaligus terjadi peningkatan debit aliran, maka banjir akan semakin meningkat, baik frekuensinya, luasannya, kedalamannya, maupun durasinya. Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi (Triatmodjo, 2008).

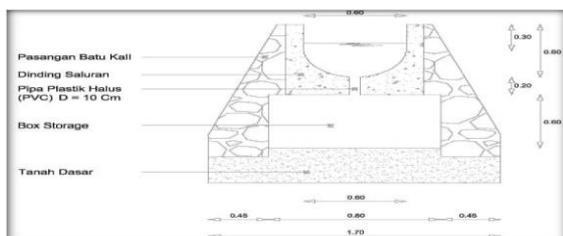
Penerapan ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dan operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan (air bersih, irigasi, perikanan, perternakan), pembangkit listrik tenaga air, pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi, transportasi air, drainase, pengendalian polusi air limbah, dan sebagainya. Tata menurut Kamus Bahasa Indonesia (2000) berarti aturan; peraturan

susunan; cara susunan; atau system dan lahan berarti tanah terbuka; tanah Garapan (Setiawan, 2012).

Lahan tanah yang sudah peruntukannya dan umumnya ada pemiliknya (perorangan atau lembaga). Lebih spesifik lagi, lahan (*land*) berarti tempat tertentu di permukaan bumi yang mempunyai batas-batas tertentu. (Jayadinata, 2002).

Sedangkan tanah (*soil*) berarti bahan atau material di permukaan atau di bawah permukaan yang menyusun dan membentuk lahan di permukaan bumi. Berdasarkan pengertian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa tata guna lahan adalah rangkaian kegiatan penataan, pengaturan, peruntukan, penggunaan tanah secara berencana untuk kegiatan manusia berdasarkan aturan dan sistem yang berlaku (Hartigo, 2010).

*Underdrain Box Storage* merupakan konsep drainase berbasis konservasi yang didasari oleh pengembangan sistem drainase yang telah ada, diantaranya drainase sumur resapan, saluran air hujan pracetak berlubang, dan drainase *swale*. Konsep teknis drainase adalah limpasan air hujan (*run off*) dialirkan melalui saluran terbuka (*open channel drainage*) yang pada bagian dasarnya di beri lubang-lubang disusun berseri sepanjang saluran sebagai fungsi untuk mengisi ruang penampungan (*long storage*) dimana bagian dasar ruang penampungan berhubungan langsung dengan tanah. Konstruksi *Underdrain box storage* terdiri atas saluran pembuangan air hujan, *vertical drain hole*, dan *box storage*. Saluran pembuangan air hujan berfungsi menerima limpasan permukaan akibat genangan air hujan. *Vertical drain hole* berfungsi meneruskan limpasan air hujan ke dalam *box storage*, sedangkan *box storage* di fungsikan sebagai *long storage* yang menampung limpasan air hujan selanjutnya meresapkan air secara alamiah ke dalam tanah.. Gambar Desain *Underdrain Box Storage* dapat di lihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Desain *Underdrain Box Storage*

## METODE PENELITIAN

Analisa data yang dilakukan yaitu mengukur genangan saat hujan dan menganalisa kapasitas saluran drainase eksisting untuk merencanakan *Underdrain Box Storage* dan mengetahui keefektifitasnya dalam penanggulangan genangan dan peningkatan resapan air, dengan proses analisa sebagai berikut :

### 1. Analisa Hidrologi

- a). mencari curah hujan maksimum setiap tahun dari 2012-2021 dengan mengambil data dari BMKG kota Bengkulu.
- b). mengitung curah hujan maksimum dengan metode distribusi antara lain Gumbel, Normal, Log normal, dan Log pearson type III. (mengetahui debit banjir).
- c). menguji kebenaran hipotesa dengan metode uji distribusi stastistik.

### 2. Perhitungan Debit Rancangan

- a). menentukan intensitas curah hujan dengan rumus *mononobe*, karena dapat digunakan untuk waktu t sembarang.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- I = Intesitas curah hujan rerata dalam T jam (mm/jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)
- t<sub>c</sub> = Waktu konsntrasi (jam)

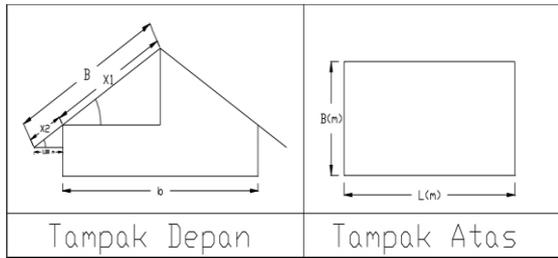
- b). menentukan luas daerah pengaliran.
- c). menentukan koefisien pengaliran (C) berdasarkan lahan yang ada di penurunan, dapat digunakan dengan rumus.

$$C_{Das} = \frac{\sum C.A}{A} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- C<sub>Das</sub> = koefisein pengaliran
- C = Koefisien c
- A = luas area

- d). menghitung debit limpasan air hujan yang jatuh dari atap. Pada kasus ini mayoritas jenis atap yang digunakan adalah model pelana dengan bentang atap terdiri dari dua buah bidang jajaran genjang dengan kemiringan tertentu terhadap bidang datar. Terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa Atap Model Pelana

$$Q_{atap} = 0,00278 \times C_{Atap} \times I \times A \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

A = Luas bidang atap (m<sup>2</sup>)  
 = (L x B) x 2

B dihitung berdasarkan kemiringan atap terhadap bidang datar :

$$B = X_1 + X_2$$

dengan :

$$X_1 = (0,5 \ b) \times \cos \alpha$$

$$X_2 = 1 \times \cos \alpha$$

maka

$$B = (0,5 \times b) \times \cos \alpha + 1 \times \cos \alpha$$

$$B = ((0,5 \times b) + 1) \times \cos \alpha$$

Sehingga,

$$A = ((0,5 \times b) + 1) \times \cos \alpha \times L \times 2$$

$$L = \text{Panjang bidang (m)}$$

$$B = \text{Lebar bidang (m)}$$

$$\alpha = \text{Sudut kemiringan atap (}^\circ\text{)}$$

e). menghitung debit limpasan air hujan dari jalan. Dapat digunakan dengan rumus.

$$Q_{jalan} = 0,00278 \times n_{eq} \times C \times I \times A \dots\dots\dots (4)$$

Nilai koefisien kekasaran untuk badan dan bahu jalan (n<sub>eq</sub>) persamaan menjadi :

$$n_{eq} = \frac{[(W_s \cdot n_s^2 + W_c \cdot n_c^2)]^{1/2}}{(W_s + W_c)^{1/2}}$$

dimana :

- W<sub>c</sub> = lebar badan jalan (m)
- n<sub>c</sub> = kekasaran manning badan jalan
- W<sub>s</sub> = lebar bahu jalan (m)
- n<sub>s</sub> = kekasaran manning bahu jalan
- L<sub>r</sub> = lebar bahu dan badan jalan yang dianalisa (m)

f). menghitung debit limpasan air hujan dengan metode rasional areal penelitian.

$$Q_{lahan} = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

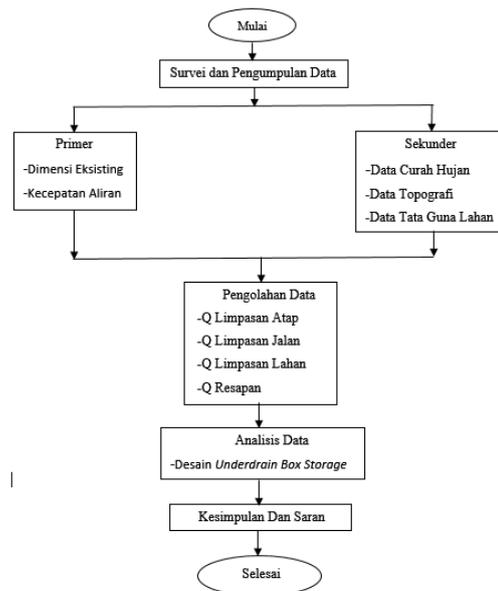
- Q = Debit limpasan lahan (m<sup>3</sup>/dt)
- I = Intensitas hujan rata-rata (mm/jam)
- A = Daerah tangkapan (ha)
- C = Koefisien pengaliran

g).mengitung debit rancangan saluran drainase.

3. Analisa Kapasitas Saluran Drainase

- a). menentukan kapasitas saluran drainase eksisting.
- b). menghitung volume genangan yang terjadi.
- c). mengevaluasi kemampuan kapasitas saluran drainase eksisting dengan debit rancangan 10 tahun.

Rekomendasi Penanggulangan Genangan yang diberikan sebagai alternative penanggulangan genangan yaitu dengan penerapan *Underdrain Box Storage*. Adapun beberapa langkah – langkah yang akan dilalui dalam penelitian ini, pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana *Underdrain Box Storage* di desain pada lokasi kelurahan Penurunan dikarenakan sering terjadi genangan pada saat musim hujan, dapat dilihat pada Gambar 3



**Gambar 3.** Lokasi penelitian

### 1. Perhitungan curah hujan

Perhitungan curah hujan rencana periode ulang tertentu yang terpilih adalah dengan menggunakan Log normal seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Distribusi metode Log normal

Periode Ulang	K	S	X	X <sub>t</sub> (mm)
2	0	0,106	2,438	2,438
5	0,84	0,106	2,438	2,527
10	1,28	0,106	2,438	2,573
20	1,64	0,106	2,438	2,611
50	2,05	0,106	2,438	2,655
100	2,33	0,106	2,438	2,684

Dari perhitungan di atas bahwa pada periode ulang 10 tahun maka di dapatkan sebesar 2,573 mm.

### 2. Perhitungan Debit Rancangan

untuk menghitung intensitas curah hujan dengan rumus *mononobe* dilihat pada persamaan (1) dan koefisien pengaliran (C) dilihat pada persamaan (2), yang mana didapatkan I sebesar 12,61 mm/jam, dan koefisien pengaliran sebesar 0,412, maka didapatkan debit banjir rencana dengan periode ulang 10 tahun yaitu sebesar 1,2421 m<sup>3</sup>/det. Analisa limpasan lahan menggunakan rumus metode rasional modifikasi pada persamaan (5) yang mana didapatkan debit dari limpasan lahan sebesar 1,2421 m<sup>3</sup>/ det. Untuk menentukan besarnya debit yang melalui atap dapat dilihat pada persamaan (3) yang mana untuk luas bidang atap sebesar 33,936 m<sup>3</sup> dan diperoleh debit limpasan atap sebesar 0,8922 m<sup>3</sup>/ det. dan Untuk menentukan besarnya debit yang melalui jalan dilihat pada persamaan (4) yang mana untuk mencari debit limpasan jalan harus mencari nilai koefisien kekasaran untuk badan dan bahu jalan (*n<sub>eq</sub>*) sebesar 0,044347

m<sup>3</sup> dan untuk debit limpasan dari jalan sebesar 0,0551 m<sup>3</sup>/ det, maka total untuk limpasan sebesar 2,1894 m<sup>3</sup>/ det.

### 3. Perhitungan *Underdrain Box Storage*

*Box storage* selain berfungsi untuk meresapkan air hujan juga untuk mengurangi limpasan yang ada pada main drain dia juga mampu menampung volume air tersebut untuk diserap tanah secara perlahan. Untuk perhitungan dimensi *box storage* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan dimensi *box storage*

Volume <i>box storage</i> (v)	Lebar (b)	Tinggi (h)	Kecepatan (V)	Debit (Q)
1,18	0,6	0,3	0,0868	0,38
1,66	0,8	0,6	0,0868	0,79

Jenis tanah di lokasi penelitian adalah pasir kelanauan karena dilihat dari struktur dan teksturnya di lokasi penelitian dengan nilai permeabilitas (K) = 7,83 x 10<sup>-4</sup> cm/det. Hasil dari Perhitungan didapatkan jumlah resapan yang masuk kedalam tanah sebesar 0,0180 m<sup>3</sup>/ det, dengan kecepatan resapannya sebesar 0,0375 m/ det.

### KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu :

1. Masih adanya genangan-genangan yang terlihat pada kawasan jalan Gading Cempaka, kelurahan Penurunan tepatnya di depan BIM dimana genangan tersebut karena kurangnya daerah resapan, rusaknya sistem saluran drainase, dan sampah yang menumpuk. Debit limpasan berkisar 1,2421 m<sup>3</sup>/ det untuk 10 tahun.
2. waktu yang dibutuhkan untuk meresap air pada *Underdrain Box Storage* selama 44,44 menit adalah 0,7997 m<sup>3</sup>/ det. Dengan kecepatan resapannya 0,0375 m/ det.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2017). Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana. *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 38–39. [204](https://siaga.bnpb.go.id/hkb/po-content/uploads/documents/Buku_Saku-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

10Jan18\_FA.pdf

- Belladona, M. (2014). *Kajian Sistem Drainase Untuk Mengatasi Genangan di Kelurahan Penurunan Kota Bengkulu*.
- BNPB, 2013. (2013). Memetakan Gerakan Tanah di Jawa Barat. *Jurnal Penanggulangan Bencana*, 2, 24–33.
- Buta. (2017). floodplain mapping and management of urban catchment using HEC-RAS. *Syntax Admiration*, 3(8.5.2018), 2003–2005.
- Hartigo. (2010). Integrasi Sebaran Lokasi SMP dan Sebaran Permukiman di Kota P ati. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 10(1), 2087–9334.  
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/29445>
- Jayadinata. (2002). Tata guna tanah dalam perencanaan perdesaan, perkotaan, dan wilayah. *Institut Teknologi Bandung*.
- Kusuma, & Khardoma. (2009). Banjir dan upaya penanggulangannya. *Majalah Teknik Simes*, 11(1), 40–44.  
<https://journals.unihaz.ac.id/index.php/simes/article/view/390>
- Kusumadewi, D. A., Djakfar, L., & Bisri, M. (2012). *Untuk Mereduksi Genangan*. 3, 258–276.
- Rangari, Sridhar, Umamahesh, N. V., & Patel, A. K. (2019). Floodplain Mapping and Management of Urban Catchment Using HEC-RAS: A Case Study of Hyderabad City. *Jurnal of the Institution Engineers*.
- Setiawan. (2012). Kamus Besar Bahasa Indonesia. *ITB, BANDUNG*.
- Triatmodjo. (2008). Hidrologi Terapan. *Rancang Bangun Teknik Sipil*, 10, 19–24.
- Wicaksono. (2014). Banjir Yogya Akibat Infrastruktur Sungai. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.