

## KOEFISIEN LIMPASAN PERMUKAAN PADA PERKERASAN PAVING BLOCK BERPORI

I WAYAN YASA<sup>1)</sup>, ANID SUPRIYADI<sup>2)</sup>, KADEK AGUS PRAJNA D<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

e-mail : yasaiwayan68@unram.ac.id

### ABSTRAK

Pemanfaat perkerasan semakin meningkat khususnya di wilayah perkotaan. Berbagai jenis perkerasan yang digunakan diantaranya aspal, beton maupun paving block. Penggunaan perkerasanakan memperkecilin filtrasi dan memperbesar volume limpasan permukaan. Salah satu perkerasan yang digunakan dalam mengurangi limpasan yaitu paving block. Area bukaanantara *paving* merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam meningkatkan resapan air pada *paving block*. Semakin besar area bukaan pada *paving* maka daya resap air semakin meningkat.

Penelitian ini menggunakanra infall simulator untuk memodelakan hujan. Perkerasan yang digunakan yaitu *paving block* berpori berbentuk persegi dengan ukuran 20 x 10 x 8 cm. Variasi jumlah lubangpori yaitu 3 lubang, 5 lubang dan 9 lubang. Perbandingan luasan antara paving block dengan lubang pori berturut – turut yaitu 99.4% dan 0.6%, 99% dan 1%, 98.2% dan 1.8%. Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran intensitas hujan, volume limpasan, volume infiltrasi dan koefisienl impasan permukaan (C).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan lubang porimemberikan pengaruh terhadap nilai koefisien limpasan permukaan. Pada *paving block* persegi tanpa pori memiliki nilai koefisien yang lebih besar. *Paving block* persegi tanpa pori memiliki koefisien limpasan tertinggi dengan nilai berkisar 0,41 – 0,45, *paving block* persegi dengan 3 lubang poriko efisien limpasan berkisar 0,39 – 0,43, *paving block* dengan 5 pori koefisien limpasan berkisar 0,38 – 0,42, dan *paving block* persegi dengan 9 lubang pori koefisien limpasan paling kecil berkisar 0,37 – 0,41.

Kata kunci :Intensitas hujan, biopori, koefisien limpasan (C), infiltrasi

### ABSTRACT

*The use of pavement is increasing, especially in urban areas. Various types of pavement are used including asphalt, concrete and paving blocks. The use of pavements tightens the filtration and increases the volume of surface runoff. One of the pavements used to reduce runoff is paving blocks. The open area between paving blocks is the most influential factor in increasing water infiltration in paving blocks. The larger the opening area in the paving, the more water absorption capacity will be.*

*This research uses infall simulator to model rain. The pavement used is a square porous paving block with a size of 20 x 10 x 8 cm. Variations in the number of pores are 3 holes, 5 holes and 9 holes. The area comparisons between paving blocks and pore holes were 99.4% and 0.6%, 99% and 1%, 98.2% and 1.8%, respectively. Measurements taken are the measurement of rain intensity, runoff volume, infiltration volume and surface break-even coefficient (C).*

*The results showed that the addition of pore holes had an effect on the surface runoff coefficient. In square paving blocks without pores, the coefficient value is greater. Poreless square paving blocks have the highest runoff coefficient with values ranging from 0.41 to 0.45, square paving blocks with 3 porico holes, runoff efficiency ranges from 0.39 to 0.43, paving blocks with 5 pore runoff coefficients range from 0.38 - 0.42, and a square paving block with 9 pore holes, the smallest runoff coefficient ranges from 0.37 to 0.41.*

*Key words: Rain intensity, biopores, runoff coefficient (C), infiltration*

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Urbanisasi suatu wilayah mempunyai peranan yang sangat signifikan terhadap perubahan proses hidrologi (Schutte S., and Schulze RE., 2017., Sun Z. et al.2017). Perubahan tataguna lahan dari lahan pertanian menjadi perkotaan, permukiman, perkantoran dan perdagangan menyebabkan berkurangnya wilayah resapan air hujan. Pemanfaatan perkerasan berupa asphalt, beton dan paving block menyebabkan distribusi hujan menjadi aliran dipermukaan menjadi tidak seimbang (Thorndahl S., et al.2006). Ketidakseimbangan distribusi hujan menjadi aliran dan infiltrasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik permukaan lahan, diantaranya jenis tutupan lahan, kemiringan permukaan lahan (Deng L. et al. 2019). Pada saat terjadi hujan volume limpasana kan semakin tinggi, waktu konsentrasi aliran menjadi cepat sementara volume infiltrasi akan semakin kecil. Hal demikian menyebabkan kapasitas saluran drainase tidak dapat menampung air limpasan sehingga terjadi banjir..Tipe perkerasan mempunyai peranan yang sangat signifikan terhadap distribusi limpasan permukaan dan infiltrasi. Masing-masing per kerasan, lapisan perkerasan, bahan perkerasan yang digunakan untuk penutup lahan menghasilkan limpasan dan infiltrasi yang berbeda (Illgen M., at el., 2007). Dengan demikian pada kondisi intensitas hujan tertentu respond daerah aliran sungai akan berbeda tergantung dari kondisi kemiringan lahan (Khadka, D.B. 2019). Semakin alamiah kondisi DAS koefisien limpasan akan semakin kecil, sebaliknya DAS yang mengalami perubahan pemanfaatan akan menghasilkan koefisienl impasan yang besar.

Semakin esar koefisien limpasan akan menghasilkan limpasan permukaan semakin besar dengan waktu konsentrasi sangat cepat (Giorgio B., 2019). Limpasan permukaan merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah dan membawa partikel tanah. Limpasan terjadi akibat dari intensitas hujan yang melebihi kapasitas infiltrasi tanah, air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah (*surface run – off*) setelah infiltrasi terpenuhi dan cekungan-cekungan yang ada di permukaan tanah terisi.Variasi tutupan lahan memiliki peranan penting dalam mengatasi besarnya aliran permukaan, maka perlu adanya upaya dalam mengurangi penggunaan tutupan lahan kedap air (beton) dengan menggantinya dengan tutupan lahan yang memiliki daya resap air yang lebih baik dan berwawasan lingkungan. Variasi tutupan lahan yang digunakan berpengaruh terhadap banyaknya limpasan aliran permukaan dan air yang tertahanpada permukaan (P. Raji1, 2011). Variasi tutupan lahan dengan perkerasan beton memiliki karakteristik permukaan yang halus sehingga mempercepat aliran permukaan dan resapan yang sangat minim.Sementara perkerasan permukaan lahan dengan menggunakan paving block memiliki kemampuan untuk memperkecil limpasan dan memperbesa rkapasitas infiltrasi (*Keith A., et al. 2017*), sementara jika menggunakan permukaan paving block yang halus akan menambah kecepatan aliran permukaan dan mengurangi kapasitas infiltrasi (Sedyowati et al. 2017).

Di daerah perkotaan/urban dengan menggunakan perkerasan yang porus/permeable mampu mereduksi parameter limpasan permukaan diantaranya volume limpasan, menurunkan waktu puncak dan memperpanjang baseflow (Haoran Z. et al., 2019; Boogaards F., et al. 2014). Pemanfaatan perkerasan porus juga telah digunakan dalam konstruksi jalan dengan memodifikasi lapisan permukaan. Pemanfaatan perkerasan porus tersebut telah mampu meresapkan limpasan air permukaan pada jalanraya dan meningkatkan kapasitasinfiltrasi (Aqeel A. et al., 2018, Pratt et al., 1989; Hunt et al., 2002; Brattebo& Booth, 2003; Bean et al., 2007, Kwiatkowski et al., 2007; Collins et al., 2008). Berbagai jenis perkerasan di wilayah urban yang digunakan dalam mengurangi terjadinya limpasan permukaan dan meningkatkan kapasitas infiltrasi (IPCI, 2004) yaitu: a) Permeable Concrete (PC), b) Permeable Asphalt (PA), c) Permeable Interlocking Concrete Pavers (PICP), d) Concrete GRID Pavers (CGP), e) Plastic Reinforcing Grids (PG) Filled With Graveland, f) Plastic Reinforcing Grids (PG) Filled With Gravel PG With Grass. Berbagai jenis model perkerasan tersebut selain mengurangil impasan permukaan dan meningkatkan infiltrasi juga dapat mengurangi polutan dipermukaan (Day et al., 1981; Rushton, 2001; Bean et al., 2007). Sementara menurut Jiong Z., et al., (2015), tipe perkerasan permukaan yang kedap air memiliki kecepatan waktu puncak lebih cepat dibandingkan dengan tipe perkerasan yang porus. Demikian juga dengan volume limpasan yang dihasilkan perkerasan kedap air memiliki volume limpasan yang lebih besar dari pada perkerasan porus.

Model perkerasan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan perkerasan berupa paving block. Berbeda dengan paving block yang digunakan pada umumnya, dimana model paving block yang dimodelkan yaitu paving block dengan pori pada permukaan paving. Pori tersebut diharapkan akan dapat berfungsi lebih maksimum untuk mengurangi limpasan permukaan dan peningkatan kapasitas infiltrasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan koefisien limpasan (C) yang baru untuk perkerasan

berporasi. Meskipun daerah infiltrasi dari semua *paving block* setara, namun *paving block* dengan panjang dan lubang yang lebih besar memiliki tingkat infiltrasi yang besar (González A.N., et al. 2008).

## METODE PENELITIAN

### Material

Bahan yang digunakan digunakan yaitu diantaranya:

#### a. Paving block

*Paving Block* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *paving block* persegi dengan ukuran 20cm x 20cm dan tebal 8 cm. Ada 4 model paving block yang digunakan yaitu paving block tanpa pori, *paving block* berpori dengan 3 buah lubang, paving block dengan 5 buah lubang dan paving block dengan 9 buah lubang. Diameter lubang pori ( $\varnothing$ ) = 1 cm .



(a) *Paving* persegi tanpapori,



(b) *Paving* persegi berpori 3 lubang



(c) *Paving* persegi berpori 5 lubang



(d) *Paving* persegi berpori 9 lubang

Gambar 1(a),(b) (c), (d) Jenis paving block yang digunakan dalam penelitian

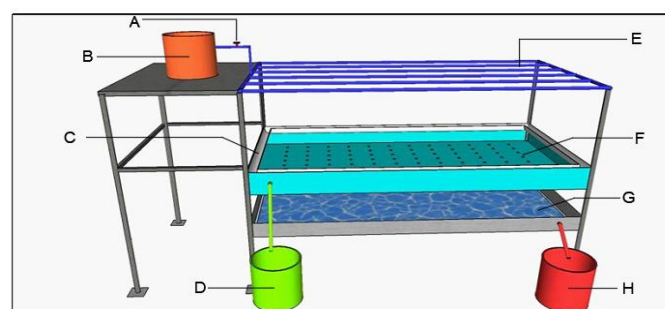
#### b. Tanah

Tanah yang digunakan dalam pemodelan yaitu tanah lempung kepasiran. Tanah ini digunakan sebagai lapisan dasar dari paving block.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### a. Alat simulasi hujan yang terdiri dari bak uji yang berukuran 2m x 1m dengan tandon penampungan air yang dihubungkan dengan jaringan pipa sebagai output hujan.



Gambar 2. Alat *rainfall simulator*

Keterangan Gambar:

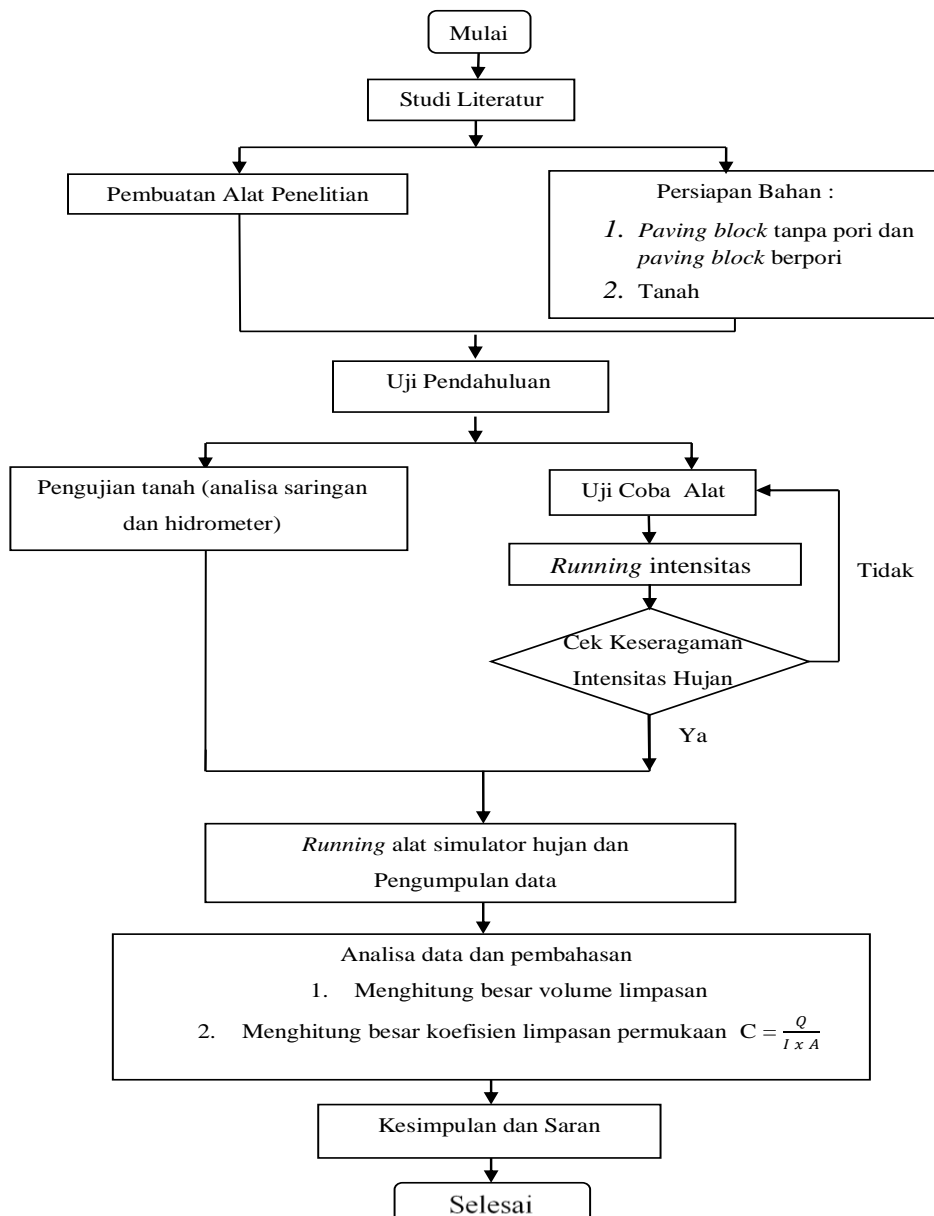
- A = Stop kran untuk mengatur jumlah air dari tandon yang akan dialirkan menuju jaringan pipa.
- B = Tandon air sebagai tampungan awal air sebagai output hujan.
- C = Pipa drainase/limpasan permukaan
- D = Tampungan limpasan permukaan
- E = Jaringan pipa sebagai input hujan
- F = Lahan pengujian
- G = Lapisan infiltrasi
- F = Tampungan infiltrasi

b. Alat ukur hujan

Alat ukur hujan digunakan untuk mengukur tinggi ketinggian hujan yang digunakan dalam pemodelan

### Prosedur Penelitian

Prosedur pemodelan mengikuti bagan alir berikut:



Gambar 3. Bagan alir penelitian

## Intensitas Hujan

Pengukuran intensitas hujan pada pemodelan menggunakan alat ukur hujan. Besarnya nilai intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$I = \frac{d}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

I= intensitashujan (mm/jam), d = ketinggian hujan (mm), t= lama hujan (jam)

## Debit Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan adalah ketinggian air diakibatkan oleh hujan pada rentang waktu tertentu. Persamaan dasar untuk menghitung nilai koefisien limpasan (Thompson D.B., 2006):

$$Q = C.I.A \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

Q = discharge (L<sup>3</sup>/T), C= runoff coefficient (dimensionless), I= design rainfall intensity (L/T)  
A = watershed drainage area (L<sup>2</sup>)

## Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan menunjukkan kemampuan suatu daerah aliran sungai untuk melimpaskan air hujan. Nilai koefisien limpasan tergantung dari karakteristik permukaan lahan. Lahan dengan vegetasi yang baik akan memiliki koefisien limpasan yang lebih kecil dari pada lahan yang permukaannya berupa perkerasan. Persamaan dasar menghitung koefisien limpasan (David B.T., 2006):

$$C = \frac{R}{P} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan

C= runoff coefficient, R= total depth of runoff (L), P = total depth of precipitation (L)

Table 1. General runoff coefficients for the rational method

Discription	Runoff Coefficient
Business	
Downtown areas	0.70 – 0.95
Neighborhood areas	0.50 – 0.70
Residential	
Single-family	0.30 – 0.50
Multi-family detached	0.40 – 0.60
Multi-family attached	0.60 – 0.75
Residential suburban	0.25 – 0.40
Apartments	0.50 – 0.70
Parks, cemetaries	0.10 – 0.25
Playgrounds	0.20 – 0.40
Railroad yards	0.20 – 0.40
Unimproved areas	0.10 – 0.30
Drives and walks	0.75 – 0.85
Roofs	0.75 – 0.95
Streets	
Asphalt	0.70 – 0.95
Concrete	0.80 – 0.95
Break	0.70 – 0.85
Lawns, sandy soils	
Flats, 2% slopes	0.05 - 0.10
Average, 2% - 7 % slopes	0.10 – 0.15
Steep, 7% slopes	0.15 – 0.20
Lawns, heavy soils	
Flats, 2% slopes	0.13 – 0.17
Average, 2% - 7 % slopes	0.18 – 0.22
Steep, 7% slopes	0.25 – 0.35

Source :David B.T., 2006

## Pelaksanaan Pemodelan

Pemodelan laboratorium menggunakan satu set alat rainfall simulator dilengkapi dengan tempat pemodelan lapisan permukaan paving blok berpori dan alat ukur hujan. Alat ukur hujan digunakan untuk mendapatkan besarnya intensitas hujan. Kapasitas limpasan dan infiltrasi diukur pada system pengumpul masing-masing.



Gambar 4. Model paving block tanpapori



Gambar 5. Model paving block 3 lubang



Gambar 6. Model paving block 5 lubang



Gambar 7. Model paving block 9 lubang

Gambar 4. Menunjukkan pemodelan koefisien limpasan pada perkerasan paving block dengan kondisi normal. Pada bagian permukaan paving block tidak dilengkapi dengan lubang drainase. Air hujan yang menjadi infiltrasi hanya masuk melalui celah antar paving. Gambar 5 merupakan perlakuan untuk mendapatkan nilai koefisien limpasan pada paving dengan jumlah lubang pori sebanyak 3 buah lubang. Kapasitas infiltrasi akan diperoleh dari air hujan yang meresap melalui lubang pori dan celah antar paving block. Gambar 6 adalah pemodelan koefisien limpasan pada paving block berpori dengan jumlah lubang/pori 5 buah. Sementara gambar 7 merupakan pemodelan koefisien limpasan pada paving block dengan 9 lubang/pori pada paving block. Dari beberapa jenis pemodelan paving block berpori akan mendapatkan angka koefisien limpasan baru dari paving block. Dengan demikian selain dapat mengurangi limpasan permukaan akibat banjir khususnya pada lahan perkerasan, pemanfaatan perkerasan paving block berpori juga dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi serta dapat digunakan untuk konservasi air bawah permukaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Intensitas Hujan

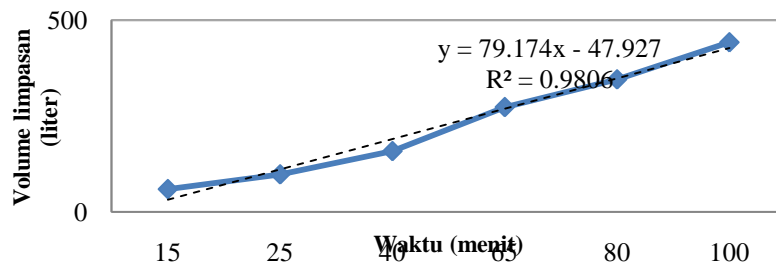
Intensitas hujan diukur dengan menggunakan alat ukur hujan ditempatkan pada rainfall simulator. Hujan dimodelkan seragam dan pengukuran intensitas dilakukan pada durasi hujan 15 menit, 25 menit, 40 menit, 65 menit, 80 menit dan 100 menit. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh besarnya intensitas hujan yaitu 300 mm/jam.

### Limpasan Permukaan

#### Limpasan permukaan tanpa perkerasan

Volume limpasan tanah lempung kepasiran menunjukkan trend peningkatan dan konstan ketika tanah sepenuhnya sudah pada kondisi jenuh. Kenaikan volume limpasan permukaan terjadi pada rentang menit 40 keminut 65 dengan volume limpasan berkisar antara 158,2 – 273 liter. Nilai limpasan terkecil terjadi

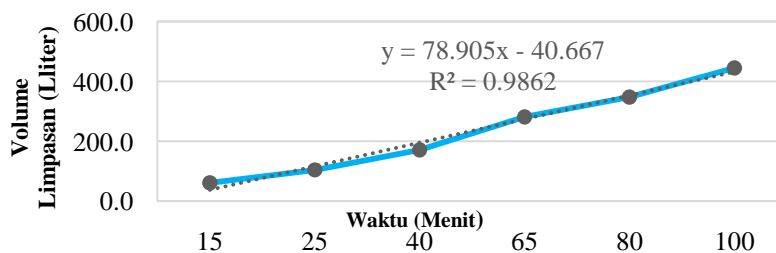
padar entang menit 15 kementit 25 dengan nilai dari 59,2 – 97,6 liter. Gambar 8. Menunjukkan trend peningkatan volume limpasan pada tanahlempung kepasiran. Gambar 7.menunjukkan nilai hubungan antara durasi hujan dengan limpasan permukaan pada tanah lempung kepasiran dengan persamaan  $y = 79,174x - 47,927$  dengan nilai nilai  $r^2 = 0,98$ .



Gambar 8. Grafik hubungan antara durasi hujan dengan volume limpasan pada tanah lempung kepasiran

### Limpasan permukaan pada paving block tanpa lubang

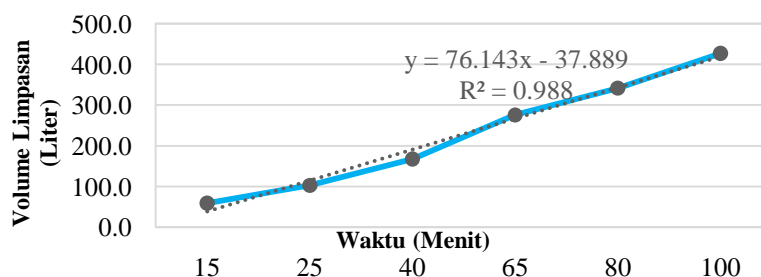
Pada paving block tanpaporilubang puncak limpasan terjadi isangat cepat dengan volume yang tinggi. Sebagian besar hujan yang jatuh di permukaan lahan menjadi limpasan, halin ikarena air yang terinfiltras isangat kecil hanya melalui celah antar paving block. Kenaikan volume limpasan permukaan pada rentangmenit 40 sampaimenit 65 denganvolume limpasan 171,7 – 281,7 liter. Persamaan hubungan antara durasi hujan dengan volume limpasan permukaan yaitu  $y = 78,905x - 40,667$  dengann ilai  $r^2 = 0,986$  seperti ditunjukkan pada gambar8.



Gambar 9. Grafik hubungan antara durasi hujan dengan volume limpasan paving block persegitanpalubang

### Limpasan permukaan pada paving berpori dengan 3 lubang

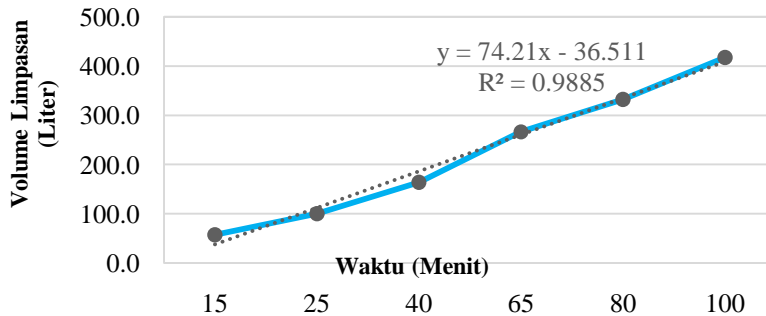
Gambar 10. Menunjukkan hubungan antara durasi hujan dengan volume limpasan pada paving block berpori dengan 3 lubang. Kenaikan volume limpasan permukaan paling besar terjadi pada rentang waktu menit 40 kementit 65 dengan nilai dari 167,3 – 275,3 liter. Sedangkan kenaikan volume limpasan permukaan terkeci lterjadi pada rentang menit 15 kementit 25 dengan nilai dari 58,7 – 102,3 liter. Persamaan kenaikan volume limpasan pada paving block berpori 3 lubangyaituy =  $76,143x - 37,889$  dengan nilai korelasi  $r^2 = 0,988$



Gambar 10. Grafik hubungan antara durasi hujan dengan volume limpasan paving block persegi3 lubang

## Limpasan permukaan pada paving berpori dengan 5 lubang

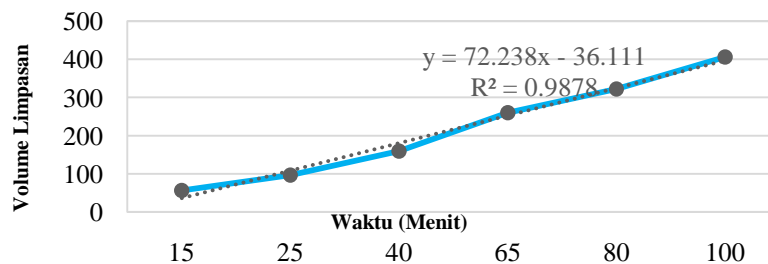
Pada paving tersedia 5 lubang pori yaitu dibagian tengah paving dan pada bagian-bagian sudut paving. Gambar 10. Menunjukkan volume limpasan yang dihasilkan pada paving dengan intensitas hujan 300 mm/jam. Peningkatan volume limpasan yang dihasilkan terjadi pada durasi 65 – 80 menit. Hal demikian disebabkan sebelum menit tersebut sebagian air hujan masuk kedalam lubang pori menjadi infiltrasi. Besarlimpasanterbesar yang dihasilkanyaitu 266 liter – 322 liter.



Gambar 11. Grafik hubungan antar durasi hujan dengan volume limpasan paving block persegi 5 lubang

## Limpasan permukaan pada paving berpori dengan 9 lubang

Jumlah lubang pada paving yaitu sebanyak 9 lubang merata pada bagian paving. Besar limpasan yang dihasilkan relative lebih kecil. Hal demikian terjadi disebabkan sebagian air hujan yang jatuh dilahan masuk kedalam tanah melalui celah antar paving dan lubang pori yang tersedia. Limpasan terbesar terjadi pada menit 80 sampai menit 100. Besarnya limpasan maksimum yang terjadi yaitu sebesar 400 liter. Gambar 12. Menunjukkan hubungan antara durasi hujan dengan volume limpasan.



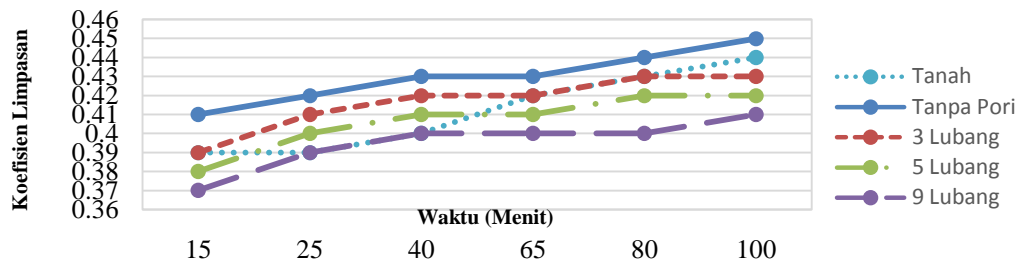
Grafik 12. hubungan antar durasi hujan dengan volume limpasan paving block persegi 9 lubang

## Koefisien Limpasan

Setiap tutupan lahan memiliki karakteristik koefisien limpasan yang berbeda. Dari nilai koefisien limpasan yang diperoleh, tutupan lahan tanah memiliki nilai koefisien limpasan yang lebih rendah dibandingkan dengan penutup lahan paving block. Koefisien limpasan paving block tanpa pori memiliki koefisien limpasan terbesar. Semakin banyak lubang pori pada paving koefisien limpasan yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini dikarenakan lubang – lubang pada paving berpori menyebabkan adanya tambahan ruang bagi air hujan untuk masuk ke dalam tanah menjadi infiltrasi. Nilai koefisien limpasan (C) yang dihasilkan untuk setiap tutupan lahan berturut – turut dari nilai tertinggi yaitu Paving block persegi tanpa pori memiliki koefisien limpasan tertinggi dengan nilai berkisar 0,41 – 0,45 , lahan tanah nilai koefisien limpasan permukaan yang dihasilkan berkisar 0,39 – 0,44, paving block persegi 3 lubang nilai koefisien limpasan permukaan yang dihasilkan berkisar 0,39 – 0,43 , paving block persegi 5 lubang nilai koefisien yang dihasilkan berkisar 0,38 – 0,42 , dan paving block persegi 9 lubang dengan nilai koefisien limpasan



permukaan terendah yaitu berkisar 0,37 – 0,41. Perbandingan nilai koefisien limpasan permukaan pada masing-masing perlakuan seperti ditunjukkan pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13. Hubungan koefisien limpasan dengan durasi hujan pada masing-masing model

Berdasarkan grafik tersebut jika dibandingkan dengan peneliti anter dahulu besarnya nilai koefisien limpasan permukaan pada paving block berpori adalah seperti pada table 2 berikut ini.

Tabel 2. Koefisien limpasan paving block berpori

No	Hasil Penelitian		Hasil Penelitian Terdahulu	
	Deskripsi lahan / karakter	Koefisien C	Deskripsi lahan / karakter	Koefisien C
1	Tanah lempung berpasir	0,39 - 0,44	Tanah (U.S Forest Service (1980) )	0,30 - 0,60
2	Paving block persegi tanpa pori	0,41 - 0,45	Paving (Mc Gueen (1989) dalam Suripin (2004) )	0,50 - 0,70
3	Paving block persegi berpori 3 lubang (99,4% : 0,6%)	0,39 - 0,43		
4	Paving block persegi berpori 5 lubang (99% : 1%)	0,38 - 0,42		
5	Paving block persegi berpori 9 lubang (98,2% : 1,8%)	0,37 - 0,41		

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

- Volume limpasan yang dihasilkan yaitu lahan tanah tanpa tutupan lahan volume terkecil 59 liter dan terbesarnya 441,5 liter, tutupan lahan paving block persegi tanpa pori volume terkecil 61 liter dan terbesarnya 446 liter, kemudian paving block persegi 3 lubang volume terkecil 59 liter dan terbesarnya 427 liter, paving block persegi 5 lubang volume terkecil 58 liter dan terbesarnya 418 liter, dan terakhir paving block persegi 9 lubang volume terkecil 56 liter dan terbesarnya 406 liter.
- Adapun nilai koefisien limpasan yang didapatkan pada masing-masing paving block berpori yaitu sebagai berikut:
  - Lahant anah nilai koefisien limpasan permukaan (C) yang dihasilkan berkisar 0,39 – 0,44.
  - Penggunaan pekerasan paving block tanpa pori memiliki koefisien limpasan permukaan (C) dengan nilai berkisar 0,41 – 0,45 .
  - Paving block persegi 3 lubang nilai koefisien limpasan permukaan (C) yang dihasilkan berkisar 0,39 – 0,43.
  - Paving block persegi 5 lubang nilai koefisien limpasan permukaan (C) yang dihasilkan berkisar 0,38 – 0,42.
  - Dan paving block persegi 9 lubang nilai koefisien limpasan permukaan (C) yang dihasilkan berkisar 0,37 – 0,41.
- Dari hasil koefisien limpasan (C) menunjukkan bahwa nilai koefisien aliran permukaan (C) terendah didapatkan dengan penggunaan penutup lahan paving block persegi 9 lubang dan tutupan lahan paving block persegi tanpa pori sebagai nilai tertinggi. Hasil penelitian didapatkan bahwa dengan menambahkan lubang – lubang pori pada paving block persegi maka tercipta ruang – ruang sebagai tempat diam dan

masuknya air limpasan permukaan kedalam celah – celaha ntara *paving* dan tanah yang kemudianakan meresap kedalam tanah secara perlahan. Dengan adanya penambahan lubang – lubang memudahkan air limpasan permukaan menuju kedalam tanah sehingga sedikit mempercepat proses penyebaran air untuk meresap kedalam tanah dan memperkecil nilai koefisien limpaasan permukaan (C).

## Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan dari penelitian ini yaitu diantaranya:

1. Kekuatan campuran yang digunakan sebagai bahan paving block haru ssangat baik karena dengan lubang ada kelemahan pada kekuatan paving block
2. Diameter lubang perlu didesain dengan baik sehingga tidak mengurangi kenyamanan pejalan kaki

## DAFTAR PUSTAKA

- Aqeel A., RashaA.,and Hawra A. 2018. Drainage investigation of surface runoff for highway pavement, MATEC Web of Conferences 162, 01036 (2018), Doi: 10.1051/mateconf/201816201036.
- Boogaard F., Lucke T.,GiesenN.V D., and Frans V.D.V., 2014. Evaluating the Infiltration Performance of Eight Dutch Permeable Pavements Using a New Full-Scale Infiltration Testing Method ,Water 2014, 6, 2070-2083; doi:10.3390/w6072070
- Bean, E. Z., Hunt, W. F., and Bidelspach, D. A. 2007. Field survey of permeable pavement surface infiltration rates. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 133 (3): 247-255.
- Bean, E. Z., Hunt, W. F., and Bidelspach, D. A. 2007. Evaluation of four permeable pavement sites in eastern North Carolina for runoff reduction and water quality impacts. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 133(6): 583-592.
- Brattebo, B. O., and Booth, D. B. 2003. Long-term stormwater quantity and quality performance of permeable pavement systems. Water Research 37(18): 4369-4376.
- Collins, K. A., Hunt, W. F., and Hathaway, J. M. 2008. Hydrologic comparison of four types of permeable pavement and standard asphalt in eastern North Carolina. Journal of Hydrologic Engineering (in press)
- Deng L., Zhang L., Fan X., Sun T., Fei K., and Ni L., 2019. Effect of Rainfall Intensity and Slop Gradien on Runoff and Sediment Yield From Hillslopes with Weathered Granite, Environ Sci Pollut Res. Int. Doi. 10.1007/s.11356-019-06486-z. 26(31)32559-32573
- Day, G. E., Smith, D. R., and Bowers, J. 1981. Runoff and pollution abatement characteristics of concrete grid pavements. Bulletin 135, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- David, B.T., 2006. The Rational method, Engineering Hydology, Civil Engineering Department, Texas Tech University
- Giorgio Baiamonte (2019): A rational runoff coefficient for a revisited rational formula, hydrological Sciences Journal, DOI: 10.1080/02626667.2019.1682150
- Haoran Z, Mingming Y., Junqing Z, HaizhuL.,Rongji C., 2019. Simulation Study on Effect on Permeable Pavement on Reducing Flood Risk of Urban Runoff. International Journal of Transportation Science and Technology, Doi. 10.1016/j-jtst.2018.12.001. 8(2019) 373-382.
- Hunt, B., Stevens, S., and Mayes, D. (2002). Permeable pavement use and research at two sites in Eastern North Carolina. In Global Solutions for Urban Drainage. Proc., 9th Int. Conf. on Urban Drainage. Portland, Oreg.:ASCE.
- Interlocking Concrete Pavement Institute (ICPI). (2004). Tech Spec 8, Concrete Grid Pavements. Washington, D.C.:ICPI.
- Illgen M., Harting K., Schmitt TG., and Welker A., 2007. Runoff and Infiltration Characteristics of Pavement Structures-Review of on Extensive Monitoring Program, Water Sci Technol, Doi. 10.2166/wst.2007.750. 56(10) 133-40
- Jiong Zhang, Xinzhuang Cui, Weize Tang &Junjie Lou (2015): Approximate simulation of storm water runoff over pervious pavement, International Journal of Pavement Engineering, DOI: 10.1080/10298436.2015.1065993
- Keith A., Rahna, Phillip D., Mark D., 2017. Laboratory Methods Examining The Effects Of Pavement Runoff, Procedia Engineering 196 ( 2017 ) 527 – 534

- Khadka, D.B., 2019. Experimental Study of Runoff Coefficients for Different Hill Slope Soil Profiles, Open Journal of Civil Engineering, Doi: 10.4236/ojce.2019.92019
- Kwiatkowski, M., Welker, A. L., Traver, R.G., Vanacore, M., and Ladd, T. 2007. Evaluation of an infiltration best management practice utilizing pervious concrete. Journal of the American Water Resources Association 43(5): 1-15.
- N. González-Angullo1, D. Castro, J. Rodríguez and J. W. Davies, 2008. Runoff infiltration to permeable paving in clogged conditions. Doi; 10.1080/15730620701723538. Vol. 5, Iss. 2, 2008
- P. Raji1, E. Uma and J. Shyla, 2011. Rainfall-Runoff Analysis of a Compacted Area. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal. Manuscript No.1547. umber.Vol.13, No.1, 2011.
- Pratt, C. J., Mantle, J. D. G., and Schofield, P. A. (1989). Urban stormwater reduction and quality improvement through the use of permeable pavements. Water Science and Technology 21(8): 769-778.
- Rushton, B. T. 2001. Low-impact parking lot design reduces runoff and pollutant loads. Journal of Water Resources Planning and Management 127(3): 172-179.
- Schutte S. and Schulze RE., 2017. Projected Impacts of Urbanisation on Hydrological Resource Flows ; A Case Study Within The uMngeni Catchment , South Africa. J EnvironManage , Doi: 10.1016/j.jevman.2017.03.028. Jul 1;196;527-543
- Sedyowati L., Suhardjono S., Suhartanto E., Sholichin M. 2017. Runoff velocity behaviour on smooth pavement and paving blocks surfaces measured by a tilted plot. Journal of Water and Land Development. No. 33 p. 149–156. DOI: 10.1515/jwld-2017-0030.
- Sun Z., Lotz T., and Chang NB., 2017. Assessing the Long-Term Effects of Land Use Changes on Runoff Patternts and Foods Production in a Large Lake Watershed with Policy Implications
- Thorndahl S., Johansen C., Schaarup-Jensen S., 2016. Assessment of Runoff Contributing Catchment Areas in Rainfall Runoff Modelling. Water Science and Technology, Doi.org/10.2166/wst.2006.621. 52(6-7); 49-56