

## Evaluasi Kelayakan Saluran Drainase Desa Kedungwaru Akibat Aktivitas RSUD Dr. Iskak Tulungagung

### *Evaluation of Feasibility of Kedungwaru Village Drainage Channel due to Dr. Iskak Tulungagung Hospital's Activities*

Bambang Rahadi<sup>1\*</sup>, Akhmad Adi Sulianto<sup>1</sup>, Ruth Marganda Napitupulu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

Email korespondensi: jbrahadi@ub.ac.id

#### ABSTRAK

Pengembangan yang sedang terjadi di daerah Desa Kedungwaru salah satunya adalah pengembangan RSUD Dr. Iskak. Masyarakat sekitar menilai bahwa kegiatan pengembangan RSUD berperan cukup besar dalam menambah jumlah debit air dikarenakan *output* dari IPAL RSUD mengalir langsung ke saluran drainase. Penelitian ini menggunakan metode analisa deskriptif kuantitatif dengan pengolahan data menggunakan analisa hidrologi. Terdapat tiga tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu pengumpulan data, pengolahan data, serta pengamatan dan analisa data. Tahap pengumpulan data meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Tahap pengolahan data meliputi analisa hidrologi, debit banjir rancangan dan evaluasi saluran drainase dengan kala ulang 20 tahun. Hasil dari penelitian ini adalah kapasitas drainase desa Kedungwaru, Tulungagung tidak dapat memenuhi debit air rencana untuk 20 tahun mendatang maka dari itu dibutuhkan perencanaan ulang saluran drainase untuk 20 tahun mendatang. Evaluasi yang dilakukan adalah dengan mengubah nilai kedalaman atau ketinggian saluran sebesar 0,3 meter tanpa mengubah nilai panjang dan lebar saluran.

Kata kunci: banjir rancangan, drainase, hidrologi, RSUD Dr. Iskak

#### ABSTRACT

*One of the developments that are taking place in the Kedungwaru Village area is the development of Dr. Iskak Tulungagung Hospital. The local community considered that the Hospital development activities played a significant role in increasing the amount of water discharge because the output from the RSUD Wastewater Treatment Plant flowed directly into the drainage channel. This research uses quantitative descriptive analysis method by processing data using analysis of hydrology. There are three stages carried out in this study, namely, data collection, data processing, and data observation and analysis. Data Collection phase includes the collection of primary data and secondary data. Data Processing phase includes hydrological analysis, flood discharge and evaluation of drainage channels with a 20 year return period. The results of this study is the drainage capacity of the village of Kedungwaru, Tulungagung, can not accomodate the water discharge for the next 20 years. Therefore, a reconstruction is needed. The reconstruction or replanning can be done by changing the value of the channel's depth or height by 0.3 meters*

*Keywords: flood, drainage, hidrology, RSUD Dr. Iskak*

#### PENDAHULUAN

Musim hujan hampir menjadi permasalahan di berbagai daerah. Bencana banjir menjadi salah satu akibat dari musim penghujan yang paling sering diberitakan, baik di televisi maupun di media sosial.

Banjir dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, permukiman, ataupun perkotaan. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir, salah satunya adalah sistem saluran drainase

yang buruk yang dapat menyebabkan timbulnya genangan air. Menurut Dorijatun (2017), saluran drainase berfungsi untuk menampung air hujan, kemudian mengalirkannya ke badan air. Semakin tepat rancangan saluran drainase terhadap kondisi iklim dan geografi suatu daerah, semakin baik pula pengaliran air pada daerah tersebut. Ukuran saluran drainase yang sempit dan tertutup sampah menyebabkan saluran tersebut tidak mampu menampung debit air saat hujan deras. Selain berfungsi untuk menampung air hujan, saluran drainase juga berfungsi untuk menampung serta mengalirkan limbah cair.

Kawasan Desa Kedungwaru merupakan area yang mengalami pengembangan pembangunan yaitu adanya pengembangan fasilitas kesehatan pada RSUD Dr. Iskak. Tahun 2016, RSUD Dr. Iskak telah menjadi rumah sakit tipe B pendidikan sehingga diperlukan pengembangan fasilitas rumah sakit. Rencana pengembangan RSUD Dr. Iskak meliputi penambahan jumlah bed dari 468 buah menjadi 756 buah, penambahan 1 unit insinerator serta penambahan genset. Oleh karena itu, masyarakat sekitar menilai bahwa kegiatan pengembangan RSUD berperan cukup besar dalam menambah jumlah debit air dikarenakan oleh alih fungsi lahan terbuka menjadi lahan terbangun serta output dari IPAL RSUD yang mengalir langsung ke saluran drainase.

Berdasarkan kondisi tersebut, menjadi penting untuk dilakukan penelitian terkait kelayakan saluran drainase di Desa Kedungwaru terhadap rencana pengembangan RSUD Dr. Iskak. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat sekitar Desa Kedungwaru mengenai faktor yang mempengaruhi terjadinya genangan air pada sistem drainase di Desa Kedungwaru serta memberikan rekomendasi mengenai kondisi kecukupan saluran drainase sekitar.

## BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisa deskriptif kuantitatif dengan *output* dari metode ini didapatkan analisa

hidrologi untuk menentukan apakah generalisasi prediktif teori tersebut benar. Selain metode analisa deskriptif kuantitatif, dilakukan juga metode survey.

## Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Kedungwaru dan di RSUD Dr. Iskak Tulungagung yang berada di Jalan Dr. Wahidin Sudiro Husodo, Desa Kedungwaru, Kecamatan Kedungwaru, Kabupaten Tulungagung. Desa ini terletak pada koordinat 8°03'16.3"S 111°55'05.0"E. Desa Kedungwaru memiliki luas wilayah sebesar 89,71 Ha dengan jumlah penduduk sebanyak 6149 jiwa per tahun 2016 (BPS Kabupaten Tulungagung 2017).

## Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu: a) peta administrasi, b) peta saluran drainase, c) data curah hujan 2008-2017, d) data jumlah penduduk 5 tahun terakhir, e) peta tata guna lahan, dan f) data bahan dasar bangunan drainase

## Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini meliputi analisa hidrologi, debit banjir rancangan, dan dimensi saluran drainase.

### 1. Analisa Hidrologi

Metode yang digunakan dalam menganalisa frekuensi curah hujan yaitu metode Distribusi Normal, metode Distribusi *Gumbel*, metode distribusi *Log Pearson III*. Persamaan dari masing-masing metode dapat dilihat pada persamaan-persamaan sebagai berikut:

i). metode distribusi Normal :

$$P'(X) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right]$$

ii). metode distribusi *Gumbel*

$$Q_T = Q_{maks} + K \cdot S_d$$

$$Q_{maks} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{maks}}{n}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{maks\ i} - Q_{maks})^2}{n - 1}}$$

iii). metode distribusi *Log Pearson III*

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^3}{(n - 1)(n - 2)S^3}$$

Selanjutnya dilakukan uji distribusi yang dipakai menggunakan Uji *Chi Square* dan Uji *Smirnov Kolmogrov*. Uji distribusi bertujuan untuk mencari distribusi yang paling sesuai digunakan dalam melakukan analisa distribusi frekuensi data curah hujan. Dari kedua uji tersebut dipilih salah satu pengujian yang menghasilkan hasil yang sesuai. Jika hasil tidak sesuai, perlu dilakukan pengujian menggunakan metode lain. Hasil akhir dari uji ini dapat dilihat pada delta kritis dan delta maksimumnya, jika delta kritis > delta maksimum, uji tersebut dapat diterima. Sebaliknya, jika delta kritis < delta maksimum, uji tersebut ditolak.

## 2. Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit air hujan dilakukan terlebih dahulu sebelum perhitungan debit banjir rancangan dimulai. Perhitungan ini didapatkan dari penjumlahan debit air hujan dan debit air buangan penduduk. Debit air buangan penduduk dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

Nilai 0,278 merupakan faktor konversi sedangkan nilai C didapatkan dari Tabel 1. Nilai Intensitas (I) dan luas (A) didapatkan dari intensitas curah hujan dan luas daerah pengaliran.

Tabel 1. Tabel Nilai Koefisien Pengaliran

Keterangan	Koefisien Aliran Permukaan (C)
Tegalan, Kebun Campuran	0,2
Daerah Tak Terbangun	0,10 - 0,30
Hutan	0,01 - 0,10
Daerah Industri	0,50 - 0,80
Pemukiman	0,30 - 0,50
Jalan	0,70 - 0,95
Jalan Beraspal	0,80 - 0,95
Jalan Beton	0,70 - 0,85
Taman, Alang-alang	0,10 - 0,25

Besarnya debit banjir rancangan didapatkan dari penjumlahan debit air hujan dan debit air buangan penduduk. Debit air buangan penduduk dapat dihitung menggunakan

rumus sebagai berikut:

$$Q_{ak} = \frac{P_n \times q}{A}$$

Nilai  $P_n$  merupakan jumlah penduduk n tahun dan untuk mendapatkan nilai tersebut digunakan tiga metode yaitu: a) metode aritmatik, b) metode geometrik, dan c) metode eksponensial.

## 3. Dimensi Saluran Drainase

Besarnya dimensi saluran drainase didapatkan dari menghitung nilai kapasitas saluran. Kapasitas saluran drainase dapat dihitung menggunakan rumus  $Q = A \times V$  dengan nilai kecepatan aliran (V) adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{0,5}$$

Besarnya nilai koefisien *Manning* (n) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Nilai Koefisien *Manning*

Saluran	Keterangan	n
Tanah	- lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	- berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	- tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
Pasangan	- tanah berbatu, kasar, dan tidak teratur	0,035 - 0,045
	- batu kosong dan batu belah	0,023 - 0,035 0,017 - 0,030
Beton	- halus, sambungan baik, dan rata	0,014 - 0,018
	- kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

## Analisis Data

Evaluasi kelayakan drainase diuji dengan mengevaluasi dimensi saluran drainase tersebut. Jumlah kapasitas saluran drainase eksisting dibandingkan dengan jumlah debit air buangan yang dihasilkan. Jika kapasitas saluran eksisting lebih kecil dari debit air buangan yang dihasilkan, perlu dilakukan perubahan dimensi saluran.

Sebaliknya, jika kapasitas saluran eksisting lebih besar dari debit air buangan, tidak diperlukan perubahan dimensi saluran karena masih mampu menampung debit air permukaan. Evaluasi kelayakan drainase dilakukan pada dua kondisi, diantaranya kondisi eksisting, dan kondisi pengembangan. Kelayakan pada kondisi eksisting dianalisa dengan kondisi kapasitas saluran eksisting dikurangi dengan jumlah debit limpasan air hujan, debit air buangan penduduk dan debit limbah RSUD, sedangkan pada kondisi pengembangan, kelayakan dianalisis dengan kondisi kapasitas saluran eksisting dikurangi dengan jumlah debit limpasan air hujan, debit air buangan penduduk, dan debit limbah cair RSUD kondisi pengembangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keadaan Fisik Saluran Drainase

Saluran drainase yang diteliti merupakan saluran drainase sekunder dengan panjang total sebesar 1,173 km. Saluran drainase di sepanjang Jalan Dr. Wahidin Sudiro Husodo terdiri dari saluran terbuka dan saluran tertutup dengan bentuk penampangnya yang berbentuk trapesium Saluran drainase sekunder di Desa Kedungwaru ini dibagi menjadi 5 bagian, dengan 3 bagian di Jalan Dr. Wahidin Sudiro Husodo dan 2 bagian di Jalan sekitar Balai Desa Kedungwaru. Ketiga bagian saluran yang terdapat di Jalan Dr. Wahidin Sudiro Husodo tidak memiliki perbedaan ukuran lebar dan tinggi yang cukup signifikan. Untuk data eksisting saluran drainase berupa panjang, luas daerah layanan dan dimensi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengukuran Saluran Drainase Eksisting

Lokasi Saluran	Ukuran Saluran			Tipe Saluran
	L <sub>1</sub> (m)	L <sub>2</sub> (m)	T (m)	
Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 1	1,90	1,20	0,97	Terbuka
Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 2	0,90	0,96	0,90	Terbuka
Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 3	1,50	0,90	1,50	Terbuka
Balai Desa Kedungwaru 1	4,76	3,70	1,79	Terbuka
Balai Desa Kedungwaru 2	6,80	2,00	2,00	Tertutup

### Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan digunakan untuk menentukan curah hujan rancangan. Data curah hujan didapatkan dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Tulungagung (Tabel 4) dimana data tersebut digunakan untuk menghitung frekuensi curah hujan (Tabel 5). Hasil dari analisis frekuensi curah hujan adalah metode yang digunakan merupakan metode yang memiliki nilai Cs dan Ck yang memenuhi syarat batas parameter statistik tiap distribusi.

Tabel 4. Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
2008	83
2009	58
2010	118
2011	78
2012	146
2013	94
2014	78
2015	75
2016	106
2017	85

Tabel 5. Perbandingan Metode Analisis Frekuensi Curah Hujan

Jenis Distribusi	Hasil Perhitungan		Syarat		Keterangan
	Cs	Ck	Cs	Ck	
Normal	1,075	5,066	Cs ≈ 0	Ck ≈ 3	Tidak Memenuhi
Gumbel	1,075	5,066	Cs = 1,14	Ck = 5,4	Tidak memenuhi
Log Pearson III	0,044	4,360	selain dari nilai diatas		Memenuhi

### Uji Distribusi

Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah mendapatkan nilai curah hujan rancangan dengan metode *Log Pearson III* adalah uji distribusi. Terdapat dua metode dalam uji distribusi yaitu metode *Smirnov-Kolmogrov* dan metode *Chi-Square*. Hasil perhitungan dari kedua metode tersebut akan mendapatkan delta maksimum dan  $X^2$  maksimum dimana nilai delta maksimum dan  $X^2$  akan dibandingkan dengan nilai delta kritis dan  $X^2$  kritis. Uji ini dilakukan dengan menggunakan dua tingkat

kepercayaan ( $\alpha$ ) yaitu 1% dan 5%.

Tabel 6. Hasil Uji *Smirnov-Kolmogrov* dan *Chi Square*

$\alpha$	Uji <i>Smirnov-Kolmogrov</i>		Uji <i>Chi-Square</i>		Keterangan
	$\Delta$	$\Delta$	$\chi^2$	$\chi^2$	
	Kritis	Maks	Kritis	Hitung	
1%	0,49		21,67		diterima
5%	0,41	0,20	16,92	1,13	diterima

### Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan ( $Q_r$ ) adalah besarnya debit air hujan ( $Q_{ah}$ ) ditambah dengan debit buangan penduduk atau debit air kotor ( $Q_{ak}$ ) dimana jika dimasukkan kedalam persamaan adalah menjadi  $Q_r = Q_{ah} + Q_{ak}$ . Perhitungan debit air hujan dilakukan dengan menggunakan metode rasional yang memerlukan tiga parameter, yakni koefisien pengaliran ( $C$ ), intensitas curah hujan ( $I$ ), dan luas daerah layanan ( $A$ ). Nilai koefisien pengaliran yang digunakan merupakan nilai koefisien gabungan dari dengan nilai sebesar 0,385. Nilai  $C$  yang besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi aliran permukaan. Sebaliknya, nilai  $C$  yang kecil menunjukkan bahwa sebagian besar atau bahkan semua air hujan terdistribusi menjadi air intersepsi dan infiltrasi. Menurut hasil perhitungan, debit banjir rancangan yang didapatkan terdapat penambahan sebesar 0,123 m<sup>3</sup>/s dari periode ulang 10 tahun ke periode ulang 20 tahun.

Tabel 7. Debit Rancangan untuk Masing-Masing Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	Nama Saluran	Qah (m <sup>3</sup> /dt k)
10	Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 1	
	Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 2	
	Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 3	1,158
	Balai Desa Kedungwaru 1	
	Balai Desa Kedungwaru 2	
20	Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 1	
	Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 2	
	Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo 3	1,281
	Balai Desa Kedungwaru 1	
	Balai Desa Kedungwaru 2	

### Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Evaluasi sistem saluran drainase dapat diketahui setelah mengetahui besarnya jumlah penduduk. Hal ini bertujuan untuk memperkirakan jumlah air buangan yang akan masuk kedalam saluran drainase. Jumlah penduduk di Desa Kedungwaru pada tahun 2016 dan tahun 2017 adalah 6.149 jiwa dan 6.151 jiwa. Metoda yang digunakan dalam perhitungan jumlah penduduk ada lima, yaitu metode aritmatik, metode geometri, metode linear, metode eksponensial dan metode logaritmik.

Tabel 8. Nilai R dan STD Masing-Masing Metode

	ARITMATIK	GEOMETRIK	REGRESI LINIER	EKSPONENSIAL	LOGARITMIK
R <sup>2</sup>	0,999	0,69	0,493	0,507	0,311
S	161				
T	,39	405,469	277,775	273,946	323,831
D	6				

Berdasarkan Tabel 8 diatas diketahui nilai masing-masing R<sup>2</sup> dan standar deviasi (STD) dari kelima metode proyeksi dan dari nilai tersebut dipilih satu metode yang nilai R<sup>2</sup> nya mendekati 1 dan nilai STD nya yang paling kecil, sehingga metode yang dipilih adalah metode aritmatik dengan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,999 dan nilai STD sebesar 161,396. Setelah ditentukan metode proyeksi yang paling tepat, dilakukan prediksi jumlah penduduk dengan kala ulang 10 tahun dan 20 tahun dan didapatkan hasil prediksi penduduk untuk tahun 2027 sebesar 6252 jiwa dan untuk tahun 2037 adalah sebesar 6282 jiwa.

### Estimasi Air Buangan

Kebutuhan air bersih merupakan salah satu faktor untuk menentukan besarnya air buangan di suatu wilayah. Jumlah kebutuhan air bersih pada daerah studi adalah 100 liter/hari/orang. Nilai ini merupakan standar yang didapatkan dari Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum untuk kawasan pedesaan. Besarnya air buangan yang masuk ke dalam saluran diperkirakan sekitar 80% dari kebutuhan air bersih sehingga besarnya air buangan penduduk adalah 0,005692 m<sup>3</sup>/s. Prediksi jumlah air

buangan penduduk pada tahun 2027 dan 2037 dilakukan dan diperoleh hasil jumlah air buangan penduduk berturut-turut sebesar  $0,00579 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $0,00582 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Setelah air buangan penduduk didapatkan, dilakukan perhitungan untuk memprediksi jumlah air buangan limbah rumah sakit RSUD Dr. Iskak. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan prediksi jumlah pasien dan tenaga kerja dengan konsumsi air per harinya dan cakupan daerah pelayanannya seperti yang terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Air Buangan Limbah RSUD Dr. Iskak

X	Pasien & TK (jiwa)	Konsumsi Air (L/bed/hari)	Keb. Air Bersih (L/hari)	Cakupan Daerah Pelayanan	Air buangan ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
2017	35125	200	7025000	0,8	0,0652
2027	50373	200	10074600	0,8	0,0935
2037	67077	200	13415400	0,8	0,1245

#### Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Saluran drainase dievaluasi dengan membandingkan hasil review kapasitas eksisting drainase dengan debit banjir rancangan dan debit limbah cair RSUD. Perbandingan tersebut dilakukan pada dua kondisi, yaitu kondisi eksisting dan kondisi pengembangan. Evaluasi saluran drainase pada kondisi eksisting merupakan perhitungan kelayakan saluran dimana kapasitas saluran dikurangi dengan jumlah debit banjir rancangan dan debit eksisting limbah cair RSUD.

Debit banjir rancangan didapatkan dari penjumlahan debit air hujan dan debit air buangan penduduk. Data yang digunakan pada kondisi ini masih data saat ini, sedangkan evaluasi saluran drainase pada kondisi pengembangan merupakan perhitungan kelayakan saluran dimana kapasitas saluran dikurangi dengan jumlah debit banjir rancangan dan debit limbah cair RSUD kondisi pengembangan 20 tahun mendatang.

Berdasarkan Tabel 10, saluran drainase tidak dapat menampung kondisi pengembangan 20 tahun kedepan untuk itu diperlukan perencanaan ulang terhadap

saluran drainase tersebut.

Tabel 10. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Kondisi	$Q_{\text{kap Total}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{\text{Banjir Rancangan}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{\text{limbah cair RSUD}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Selisi h	Kondisi
Eksisting		0,216	0,065	0,025	AMANA
Pengembangan 20 tahun	0,306	0,334	0,125	-0,153	TIDAK AMANA

#### Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Prinsip dasar dari perencanaan ulang saluran drainase adalah memperbaiki saluran drainase yang sudah ada dan semaksimal mungkin dengan tidak mengubah dimensi yang telah ada. Hal ini juga berarti yang bisa dilakukan adalah mengubah kedalamannya dikarenakan keterbatasan lahan. Perencanaan ulang dilakukan dengan mencoba mengganti nilai kedalaman saluran atau tinggi saluran, sehingga diperoleh dimensi baru untuk kelima saluran dengan ukuran  $Y_1 = 1,27 \text{ m}$ ;  $Y_2 = 1,2 \text{ m}$ ;  $Y_3 = 1,13 \text{ m}$ ;  $Y_4 = 2,09 \text{ m}$ ; dan  $Y_5 = 2,3 \text{ m}$ . Penambahan tinggi saluran sebesar 0,3 meter tersebut mendapatkan total kapasitas debit sebesar  $0,4698 \text{ m}^3/\text{s}$  sehingga dengan kapasitas ini total debit hujan rancangan dan debit limbah cair RSUD dapat tertampung dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulungagung. 2017. **Kedungwaru dalam Angka**. Tulungagung: Badan Pusat Statistik
- Dorojatun, I. 2017. **Evaluasi Saluran Drainase di Perumahan Taman Aster Cikarang Barat Kabupaten Bekasi dengan Menggunakan EPA SWMM 5.1**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Suripin. 2004. **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**. Yogyakarta: Andi Publisher
- Syarifudin, A. 2017. **Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan**. Yogyakarta: ANDI