

Analisis dan Desain Sistem Drainase di Lingkungan Universitas Lampung (Studi Kasus: Zona III Wilayah Rektorat – Fakultas Pertanian)

**Rahmat Effendi¹⁾
Ofik Taufik Purwadi²⁾
Ahmad Herison³⁾**

Abstract

Water problems consist of three types: flood, drought, and water pollution. Floods are recognized as a significant source of threat to human life. One of the flood prevention actions that can be done is to optimize the drainage channels. Drainage can be defined as a technical action to reduce excess water so that the function of the area or land is not disturbed. University of Lampung is one of the locations prone to flooding. Therefore, a research to overcome the flood that occurred at the University of Lampung has been conducted (Case Study: Zone III Rectorate Area - Faculty of Agriculture). The purposes of this research are to analyze the drainage system of University of Lampung and to design drainage system that fulfill flood discharge plan. The research was conducted by survey in the field. The analysis conducted in this study include hydrological analysis and hydraulics analysis using HEC-RAS4.1.0 application. Calculation of discharge plan using rational method.. Based on the analysis results, there are no channels that are not sufficient for flood discharge, but there are some channels that are disconnected and cause the water to not flow. The disconnected channels are located on the channel with the DN5 and DN62 codes. For that, it is recommended to create a channel connecting DN62 channel with DN63, and make a channel on channel DN5 to DN65. The budget required for the repair of this channel is Rp 207,203,725.00 (Two Hundred Seven Million Two Hundred and Three Thousand Seven Hundred Twenty Five Rupiah).

Keywords: Drainage, HEC-RAS, hydrology, hydraulics, floods

Abstrak

Masalah air terdiri dari tiga tipe: banjir, kekeringan, dan polusi air. Banjir diakui sebagai sumber ancaman yang signifikan bagi kehidupan manusia. Salah satu tindakan pencegahan banjir yang dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan saluran drainase. Drainase merupakan tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu. Universitas Lampung merupakan salah satu lokasi yang rawan banjir. Untuk itu, maka dilakukanlah penelitian untuk mengatasi banjir yang terjadi di Universitas Lampung (Studi Kasus: Zona III Wilayah Rektorat – Fakultas Pertanian). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sistem drainase Universitas Lampung dan mendesain sistem drainase yang memenuhi debit banjir rencana. Penelitian dilakukan dengan survey di lapangan. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis hidrologi dan analisis hidrolika menggunakan aplikasi HEC-RAS4.1.0. Perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional. Berdasarkan hasil analisis tidak ada saluran yang tidak mencukupi debit banjirnya, namun terdapat beberapa saluran yang terputus dan menyebabkan air tidak mengalir. Saluran yang terputus itu terdapat pada saluran dengan kode DN5 dan DN62. Untuk itu, sebaiknya dibuat saluran yang menghubungkan saluran DN62 dengan DN63, serta membuat gorong-gorong pada saluran DN5 sampai DN65. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan saluran ini adalah sejumlah Rp 207.203.725,00 (Dua Ratus Tujuh Juta Dua Ratus Tiga Ribu Tujuh Ratus Dua Puluh Lima Rupiah).

Kata kunci : Drainase, HEC-RAS, hidrologi, hidrolika, banjir

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: re_210994@yahoo.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.35145.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan faktor terpenting dalam kehidupan manusia. Namun, jika tidak dikelola dengan baik, air dapat menimbulkan kerugian. Menurut Jun *et al* (2001) Masalah dan tantangan dari air terdiri dari tiga tipe utama : Terlalu banyak air (banjir), terlalu sedikit air (kekeringan), dan air yang terlalu kotor (polusi air). Di Indonesia, masalah air yang sering terjadi adalah banjir. Banjir diakui sebagai sumber ancaman yang signifikan bagi kehidupan manusia (Bevere *et al*, 2015). Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2004). Perencanaan drainase sering diabaikan oleh ahli hidraulik dan seringkali direncanakan seolah-olah bukan pekerjaan penting, atau paling tidak dianggap kecil dibandingkan dengan pekerjaan-pekerjaan pengendalian banjir, padahal pekerjaan drainase merupakan pekerjaan yang rumit dan kompleks, bisa jadi memerlukan biaya, tenaga dan waktu yang lebih besar dibandingkan dengan pekerjaan pengendalian banjir. (Suripin, 2004)

Menurut data BPBD kota Bandar Lampung, terdapat beberapa daerah yang mengalami banjir pada awal tahun 2017, diantaranya Pasir Gintung, Gedong Air, Teluk Betung, Rajabasa, dan Kedamaian. (Anita, 2017). Universitas Lampung yang terletak di kecamatan Rajabasa menjadi salah satu lokasi yang rawan banjir. Salah satu tindakan pencegahan banjir yang dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan saluran drainase yang ada.

Untuk itu, maka dilakukanlah penelitian dengan melakukan survey dan analisis untuk mengatasi banjir yang terjadi di Universitas Lampung dengan tujuan untuk menganalisis sistem drainase eksisting pada Wilayah Universitas Lampung dan mendesain sistem drainase yang memenuhi debit rencana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Infrastruktur air perkotaan meliputi tiga sistem yaitu sistem air bersih (*urban water supply*), sistem sanitasi (*waste water*) dan sistem drainase air hujan (*storm water system*). Ketiga sistem tersebut saling terkait, sehingga idealnya dikelola secara integrasi. Secara umum sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

2.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (Suripin, 2004). Untuk suatu tujuan tertentu data-data hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan, dan ditafsirkan dalam beberapa prosedur tertentu. (Yuniarti, 2013)

2.2. Data Hujan Hilang

Data yang ideal adalah data yang utuh dan sesuai dengan apa yang dibutuhkan tetapi dalam praktek kita sering dijumpai data yang tidak lengkap (*incomplete record*). Data hujan yang hilang dapat diestimasi apabila di sekitarnya ada stasiun penakar hujan (minimal 2 stasiun) yang lengkap datanya atau stasiun penakar yang datanya hilang diketahui hujan rata-rata tahunannya. (Limantara, 2010)

2.3. Uji Konsistensi Data

Data hujan yang diperlukan untuk analisis disarankan minimal 30 tahun data runtut waktu. Data itu harus tidak mengandung kesalahan dan harus dicek sebelum digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut. Agar tidak mengandung kesalahan (*error*) dan harus tidak mengandung data kosong (*missing record*). Oleh karena itu harus dilakukan pengecekan kualitas data (*data quality control*). Dua cara untuk menguji konsistensi data hujan dengan menggunakan analisis kurva masa ganda (*double mass curve analysis*) dan RAPS (*Rescaled Adjusted Partical Sums*). (Dewi, 2012)

2.4. Analisis Hujan

Hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan sangat luas tidak bisa diwakili satu titik pos pengukuran. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa pos pengukuran hujan yang ada disekitar kawasan tersebut. Ada 3 macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan: rata-rata aljabar, poligon thiessen dan isohyet (Haryoko, 2013)

2.5. Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung, terdistribusi secara acak, dan bersifat stokastik. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. (Suripin, 2004). Analisis frekuensi yang sering digunakan dalam bidang hidrologi adalah: Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel. (Suripin, 2004)

2.6. Waktu Konsentrasi

waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada aliran ke titik kontrol yang ditentukan pada sebuah aliran (Edisono, 1997)

2.7. Intensitas Hujan

Untuk menentukan debit banjir rencana (*design flood*) perlu didapatkan harga suatu intensitas curah hujan terutama bila digunakan metode rasional. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. (Florince, 2015).

2.8. Analisis Debit Banjir Rencana

Debit banjir rancangan dihitung berdasarkan hubungan antara hujan dan aliran. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan adalah Metode Rasional. Metode ini banyak digunakan untuk analisis debit banjir rancangan dengan daerah pengaliran yang relatif sempit. (Sriyono, 2012)

Bentuk umum rumus rasional adalah:

$$QT = 0,278 \times C \times I_{tc} \times T \times A \quad (1)$$

Dimana :

Q_T = Debit puncak ($m^3/detik$) untuk kala ulang T tahun

C = Koefisien aliran (*run off*), yang dipengaruhi kondisi tata guna lahan pada daerah tangkapan air (DAS)

$I_{tc,T}$ = Intensitas hujan rata-rata (mm/jam) untuk waktu konsentrasi (t_c) dan kala ulang T tahun

A = Luas daerah tangkapan air/DAS (km^2)

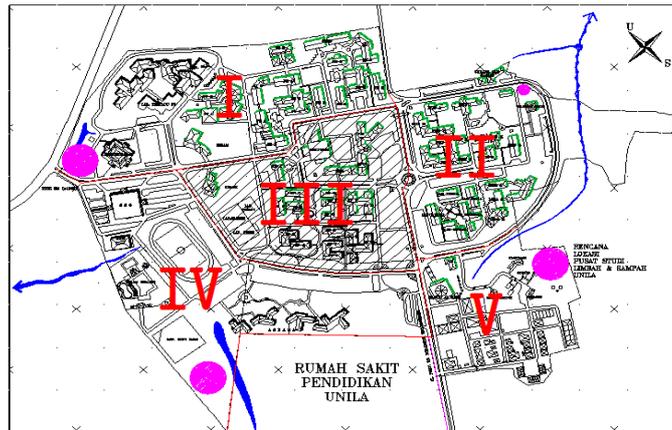
2.9. Kecepatan Aliran Drainase

Kecepatan dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser di dasar saluran, dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas. Pada umumnya, kecepatan sebesar 0,60 – 0,90 m/detik dapat digunakan dengan aman apabila prosentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan 0,75 m/detik bisa mencegah tumbuhnya tumbuhan yang dapat memperkecil daya angkut saluran. (Haryoko, 2013)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di jaringan drainase yang terletak di wilayah Rektorat dan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lokasi penelitian diberi tanda garis merah lalu diberi angka III romawi dan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2. Data Penelitian

Data berupa data primer yaitu dimensi drainase eksisting, material dasar saluran, topografi, dan titik genangan. Data sekunder berupa data curah hujan, topografi Universitas Lampung terdahulu dan peta *masterplan* Universitas Lampung.

3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini yang pertama adalah pengumpulan data dan survey, kemudian menganalisa dan merencanakan pola arah aliran drainase eksisting, lalu menghitung debit rencana, analisa saluran dengan aplikasi HEC-RAS, dan terakhir penggambaran desain penampang baru dan rancangan anggaran biaya

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dalam perencanaan drainase dilaksanakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang berpengaruh terhadap keamanan drainase. Perhitungan debit banjir rencana pada penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan data curah hujan harian karena ketidaktersediaan data debit. Data hujan harian tersebut akan diolah menjadi curah hujan rencana, yang kemudian dianalisis menjadi debit banjir rencana.

4.2. Data Curah Hujan

Gambaran hujan yang terjadi pada suatu wilayah adalah hujan kawasan (*areal rainfall*) yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan. Data hujan yang dipakai pada penelitian ini adalah data hujan dari stasiun hujan POLINELA dan stasiun hujan Kemiling dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 1. Tabel Data Curah Hujan Sta. Polinela

Thn	Bulan												R Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nov	Des	
2007													
2008	52,5	48	77,5	68,5	16	23	21,5	31,5	50,5	16	48	64	77,5
2009	75,2	20,5	41,4	52,7	37,2	63,4	29,7	26,6	8,5	35,2	30,9	31,3	75,2
2010	34,1	32,3	76,9	47	27,6	46,2	50,2	0	0	0	0	0	76,9
2011	52,1	17,8	23,6	68,9	11,1	28,1	25,2	11,3	2,9	58,8	50,3	41,5	68,9
2012	34	65,2	13,7	68,9	62,5	30,4	11,5	10	0	102,1	40	45	102,1
2013	0	0	0	0	19	52	107,2	38,4	34,3	94,6	29,4	47	107,2
2014	35,4	51,2	102,8	26,4	33,8	0	0	0	0	0	0	0	102,8
2015	54,7	75,7	79,8	91,6	36,6	19,1	64,8	26,6	44,2	59,8	23,5	60,1	91,6
2016	83,4	87,5	50,3	74,2	31,5	42,3	50,1	18,5	57,9	28,7	79,4	50,6	87,5

Tabel 2. Tabel Data Curah Hujan Sta. Kemiling

Thn	Bulan												Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nop	Des	
2007	35	72	59	57	32	18	25	0	0	20	25	75	75
2008	70	45	105	42	42	23	7	50	87	33	75	95	105
2009	70	45	105	50	60	73	0	66	45	45	48	51	105
2010	40	94	70	30	50	36	70	30	65	38	40	166	166
2011	112	54	35	82	30	6	60	11	11	30	30	52	112
2012	30	26	32	42	36	0	0	0	0	0	0	0	42
2013	110	71	115	60	55	20	108	15	18	44	24	82	115
2014	76	28	84	90	38	28	63	39	0	24	30	97	97
2015	82	44	60	87	53	41	41	0	30	20	65	87	87
2016	60	46	52	91	66	52	49	37	27	47	32	28	91

4.3. Data Hujan yang Hilang

Untuk melengkapi data curah hujan yang hilang atau rusak dari suatu stasiun hujan maka diperlukan data dari stasiun hujan yang lain dan berdekatan yang memiliki data seri yang lengkap dan usahakan stasiun hujannya berada pada jarak yang cukup dekat dengan stasiun hujan tersebut.

Tabel 3. Tabel Curah Hujan Hilang Polinela

Thn	Bulan												Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nop	Des	
2007	15,5	31,9	26,1	25,3	14,2	7,98	11,1	0	0	8,87	11,1	33,26	33,26
2008	52,5	48	77,5	68,5	16	23	21,5	31,5	50,5	16	48	64	77,5
2009	75,2	20,5	41,4	52,7	37,2	63,4	29,7	26,6	8,5	35,2	30,9	31,3	75,2
2010	34,1	32,3	76,9	47	27,6	46,2	50,2	13,3	28,8	16,8	17,7	73,6	76,9
2011	52,1	17,8	23,6	68,9	11,1	28,1	25,2	11,3	2,9	58,8	50,3	41,5	68,9
2012	34	65,2	13,7	68,9	62,5	30,4	11,5	10	0	102,1	40	45	102,1
2013	49,6	31,48	51	34,59	19	52	107,2	38,4	34,3	94,6	29,4	47	107,2
2014	35,4	51,2	102,8	26,4	33,8	12,42	27,9	17,29	0	10,64	13,3	43	102,8
2015	54,7	75,7	79,8	91,6	36,6	19,1	64,8	26,6	44,2	59,8	23,5	60,1	91,6
2016	83,4	87,5	50,3	74,2	31,5	42,3	50,1	18,5	57,9	28,7	79,4	50,6	87,5

Tabel 4. Tabel Curah Hujan Hilang Kemiling

Thn	Bulan												Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nop	Des	
2007	35	72	59	57	32	18	25	0	0	20	25	75	75
2008	70	45	105	42	42	23	7	50	87	33	75	95	105
2009	70	45	105	50	60	73	16,74	66	45	45	48	51	105
2010	40	94	70	30	50	36	70	30	65	38	40	166	166
2011	112	54	35	82	30	6	60	11	11	30	30	52	112
2012	30	26	32	42	36	17,1	6,48	5,64	0	57,55	22,5	25,3	57,55
2013	110	71	115	60	55	20	108	15	18	44	24	82	115
2014	76	28	84	90	38	28	63	39	0	24	30	97	97
2015	82	44	60	87	53	41	41	14,9	30	20	65	87	87
2016	60	46	52	91	66	52	49	37	27	47	32	28	91

4.4. Uji Konsistensi Data

Dikarenakan jumlah stasiun hujan yang digunakan peneliti berjumlah 2 yaitu stasiun Polinela dan stasiun Kemiling maka yang digunakan adalah metode RAPS namun jikalau data hujan yang digunakan berjumlah > 2 maka dipastikan menggunakan metode kurva massa ganda.

4.5. Analisis Frekuensi

Perhitungan frekuensi curah hujan dilakukan dengan mengurutkan curah hujan maksimum rata rata dari kecil ke besar. Analisis dilakukan untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan untuk analisa hujan rancangan. Dalam penelitian ini dipilih jenis distribusi log Pearson III.

4.6 Uji Sebaran

Setelah ditentukan bahwa distribusi yang digunakan adalah distribusi Log Pearson Tipe III, selanjutnya perlu dilakukan uji sebaran terhadap distribusi Log Pearson Tipe III tersebut. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa data curah hujan yang ada sudah sesuai dengan distribusi yang dipilih. Pengujian dilakukan dengan metode *Chi Square* dan metode *Smirnov-Kolmogorov*.

4.7 Analisa Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode log Pearson III menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\log(XT) = \log X + K.Sd \quad (2)$$

4.8. Pola Distribusi Hujan

Menurut Van Rafi'i (2013) dari hujan efektif untuk kota Bandar Lampung sebesar 90 % yang terjadi selama 4 jam memiliki pola distribusi 40 % pada jam pertama, 40 % pada jam kedua, 15 % pada jam ketiga dan 5 % pada jam keempat.

4.9. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan Intensitas curah hujan menggunakan pola distribusi hujan di kota Bandar Lampung dengan rumus :

$$I = 0,9 \times \text{besaran distribusi} \times R \quad (2)$$

4.10. Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan Metode Rasional disajikan pada tabel 5 :

Tabel 5. Debit Rencana Metode Rasional

No	Kode Drainase	C gabungan	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /s)
1	D28-D30	0,2553	32.6563	0.0024	0.0202
2	D30-D29	0.2584	32.6563	0.0056	0.0474
3	D27-D29	0.3386	32.6563	0.0008	0.0088
4	D29-D5	0.3173	32.6563	0.009	0.0934
5	D27'-D5'	0.3298	32.6563	0.0034	0.0369
6	D26-D36	0.4507	32.6563	0.0113	0.1658
7	D75-D36	0.4531	32.6563	0.0052	0.0771
8	D36-D35	0.4522	32.6563	0.0165	0.244
9	D23'-D35	0.4635	32.6563	0.0062	0.0935
10	D35-D79	0.4622	32.6563	0.0255	0.3845
11	D23-D79	0.5451	32.6563	0.0106	0.1879
12	D79-D42	0.4869	32.6563	0.0361	0.5736
13	D50-D42	0.4833	32.6563	0.0006	0.009
14	D50'-D48	0.5746	32.6563	0.0007	0.0132
15	D18'-D56	0.4547	32.6563	0.0078	0.1157
16	D56-D48	0.5018	32.6563	0.0101	0.5018
17	D48-D42	0.5125	32.6563	0.0155	0.2587
18	D76-D80	0.3868	32.6563	0.0033	0.0416
19	D76'-D70	0.5077	32.6563	0.0033	0.0543
20	D69'-D70	0.75	32.6563	0.0009	0.0211
21	D69-D68	0.75	32.6563	0.0009	0.0222
22	D43-D68	0.75	32.6563	0.0011	0.0279
23	D61'-D59	0.0033	32.6563	0.4298	0.0469
24	D61-D59	0.7076	32.6563	0.0029	0.0668
25	D79-D62	0.4425	32.6563	0.0041	0.0587
26	D18-D62'	0.6071	32.6563	0.0058	0.1142
27	D10-D65	0.4298	32.6563	0.0072	0.1011
28	D1-D65	0.3787	32.6563	0.0067	0.0831
TOTAL				0.5297	

4.11. Analisis Kapasitas Saluran Menggunakan Hec-Ras

Debit rencana yang digunakan adalah metode rasional. Data aliran yang digunakan adalah *steady flow data*. Dari hasil analisis HEC-RAS tidak terdapat saluran yang meluap, namun terdapat saluran yang terputus pada DN62 dan DN5, sehingga air tidak dapat tersalurkan.

4.12. Redesain Saluran Drainase

Untuk mengatasi saluran yang terputus, maka dibuat saluran yang menghubungkan saluran dengan kode DN62 dengan DN 63, dan membuat gorong-gorong dari DN5 menuju DN65

4.12. Rancangan Anggaran Biaya

Jumlah biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan drainase adalah sejumlah Rp207.203.725,00 (Dua Ratus Tujuh Juta Dua Ratus Tiga Ribu Tujuh Ratus Dua Puluh Lima Rupiah).

5. KESIMPULAN

Tidak ada saluran yang tidak mencukupi debit banjirnya, namun terdapat saluran yang terputus pada DN5 dan DN62 dan menyebabkan air tidak dapat mengalir. Untuk memperbaiki saluran yang terputus, maka dibuat saluran yang menghubungkan saluran dengan kode DN62 dengan DN63, dan membuat gorong-gorong dari DN5 sampai DN65. Total keseluruhan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan drainase berjumlah Rp 207,203,725.00 (Dua Ratus Tujuh Juta Dua Ratus Tiga Ribu Tujuh Ratus Dua Puluh Lima Rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, D., 2017, *BPBD Data Dampak Banjir di Bandar Lampung*, diakses dari : <http://lampung.tribunnews.com/2017/02/21/bpbd-data-dampak-banjir-di-bandar-lampung>, diakses tanggal : 3 Juli 2017.
- Bevere, L., Orwig, K., Sharan, R., Ronke, P., dan Karl, K., 2015, *Natural catastrophes and man-made disaster in 2014: convective and winter storms generate most losses*, Swiss Re, Zurich.
- Dewi, V.A.K. 2012. *Tugas Besar Hidrologi Dasar*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Florince. 2015. *Studi Kolam Retensi sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Way Simpur Kelurahan Palapa Kecamatan Tanjung Karang Pusat*, Universitas Lampung, Lampung.
- Edisono, et al. 1997. *Drainase Perkotaan*, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Haryoko, L.O., 2013, *Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Drainase di Kecamatan Tanjung Karang Pusat*, Universitas Malahayati, Lampung.
- Jun, X. dan Chen, Y.D., 2001, *Water Problems and Opportunities in the Hydrological Science in China*, Hydrological Science Journal, China.
- Limantara, L.M., 2010, *Hidrologi Praktis*, Lubuk Agung, Bandung.
- Sriyono, E., 2012, *Analisis Debit Banjir Rancangan Rehabilitasi Situ Sidomukti*, Jurnal Teknik, Yogyakarta.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- Yuniarti, F., 2013, *Analisis Geospasial Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit DAS Way Kuala Garuntang Bandar Lampung*, Universitas Lampung, Lampung.