



Evaluasi Kapasitas Drainase Kelurahan Klasuur Kota Sorong Menggunakan EPA - SWMM

Azalia Fajri Yasin¹, Agung Pamudjianto¹

¹ Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

*E-mail : azaliafajri@um-sorong.ac.id

Abstract

The purpose of this research is to evaluate the condition of existing drainage channels in the area around Jalan Pulau Batanta Kompleks. In addition, it is also to determine the capacity of existing drainage channels to rainfall with a 2-year, 5-year and 10-year plan discharge. Rainfall frequency distribution analysis is carried out using the distribution analysis method, namely the Normal Distribution Method with chi-square calculations and Kolmogorov Smirnov suitability test. Rainfall intensity is calculated using the Mononobe equation and modeling with EPA-SWMM by simulating the drainage network and calculating the flood inundation area. The existing condition of the drainage system in the complex area along Jalan Batanta Island in accommodating the maximum rainfall discharge is still often overflowing, this is obtained from the results of the EPA-SWMM analysis that the channels around Jalan R.A. Kartini overflowed the most in the return periods of 2 years, 5 years, and 10 years with the largest runoff in channel 15. From the results of the evaluation of drainage channels and networks, it is known that the cause of flooding in the area around Jalan Batanta Island Complex is the existence of drainage channels that should accommodate rainwater, due to the large amount of sedimentation, as well as garbage that reduces the capacity of other channels. All channels reviewed have a sub-drainage area of 3.18 Ha with a total length of 7544.33 meters in good condition.

Keywords: Drainage, Channel Capacity, EPA-SWMM

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi saluran drainase eksisting di daerah sekitar Jalan Pulau Batanta Kompleks. Selain itu juga untuk mengetahui kapasitas saluran drainase eksisting terhadap curah hujan dengan debit rencana 2 tahunan, 5 tahunan dan 10 tahunan. Analisis distribusi frekuensi curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode analisis distribusi, yaitu Metode Distribusi Normal dengan perhitungan chi-kuadrat dan uji kecocokan Kolmogorov Smirnov. Intensitas curah hujan dihitung menggunakan persamaan Mononobe dan pemodelan dengan EPA-SWMM dengan melakukan simulasi jaringan drainase dan menghitung luas genangan banjir. Kondisi eksisting sistem drainase di kawasan kompleks sepanjang Jalan Pulau Batanta dalam menampung debit curah hujan maksimum masih sering meluap, hal ini didapatkan dari hasil analisis EPA-SWMM bahwa saluran-saluran di sekitar Jalan R.A. Kartini paling banyak meluap pada periode ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun dengan limpasan terbesar pada saluran 15. Dari hasil evaluasi saluran dan jaringan drainase, diketahui bahwa penyebab banjir di daerah sekitar Jalan Kompleks Pulau Batanta adalah keberadaan saluran drainase yang seharusnya menampung air hujan, karena banyaknya sedimentasi, serta sampah yang mengurangi daya tampung saluran lainnya. Seluruh saluran yang ditinjau memiliki luas sub drainase 3,18 Ha dengan total panjang 7544,33 meter dalam kondisi baik.

Kata Kunci: Drainase, Kapasitas Saluran, EPA-SWMM

PENDAHULUAN

Kota Sorong merupakan salah satu kota di Provinsi Papua Barat yang sering menghadapi masalah banjir. Tipe iklim wilayah ini adalah termasuk tipe hutan hujan tropis dengan rata-rata curah hujan per bulan sebesar 262,41 mm (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Sorong, 2017). Kota Sorong adalah kota di Provinsi Papua Barat, dengan Luas Wilayah 1.105 km² sekitar 1,13% dari total luas wilayah Papua Barat. Daerah ini memiliki batasan langsung dengan Kabupaten Sorong. Letak geografis Kota Sorong 131°51'0" BT dan 0°54'0" LS.

Perkembangan Kota Sorong dari tahun ke tahun, menuntut tersedianya sarana dan prasarana dasar perkotaan yang memadai. Salah satu dari sarana dan prasarana dasar tersebut adalah drainase. Sistem drainase yang baik dan memadai guna mengurangi resiko timbulnya kerugian dan kerusakan akibat banjir maupun genangan. Air merupakan salah satu kebutuhan vital bagi manusia, hewan maupun tumbuhan yang ada di atas permukaan bumi ini. Sesuatu yang berhubungan dengan air harus ada pengelolaan. Air yang tidak dikelola akan menimbulkan permasalahan pada manusia dan lingkungan.

Wilayah di sekitar Kompleks pemukiman jalan Pulau Batanta merupakan salah satu wilayah di Kota Sorong di Distrik Sorong Kota dengan menduduki peringkat ke-6 dengan volume kepadatan penduduk sebesar 289,45% di kutip dari Badan Pusat Statistik Kota Sorong tahun 2019 dan sering mengalami genangan air jika intensitas hujan cukup tinggi, hal ini dikutip dari penelitian terdahulu oleh mahasiswa Universitas Papua (Syaiful Maliki dkk, 2019) bahwa Distrik Sorong Kota termasuk kategori sangat rentan banjir seluas 38,18%. Indikasi awal penyebab terjadinya genangan adalah banyaknya sedimen di saluran drainase, pembuangan sampah secara sembarangan sehingga tidak optimalnya kinerja saluran drainase di kompleks permukiman jalan Pulau Batanta sehingga mengakibatkan timbulnya genangan.

Solusi untuk mengatasi genangan di daerah perkotaan yakni dengan sebuah pemodelan berupa *software* EPA-SWMM (*Environment Protection Agency Storm Water Management Model*). SWMM mampu memodelkan permasalahan kuantitas limpasan daerah perkotaan dan kondisi yang terjadi dilapangan dengan memasukkan parameter yang tercatat dalam kondisi sesungguhnya.

METODOLOGI

Lokasi penelitian sekitar drainase Jalan Pulau Batanta Kelurahan Klasuur Distrik Sorong Kota Sorong pada koordinat awal S = 0°51'52,5" ; T = 131°14'59,8". Penelitian dimulai pada Mei 2020 – Juni 2020. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3, berikut ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Jalan Pulau Batanta
(Sumber : *Google Earth*, 2020)

2.1 Pengolahan dan Analisa Data

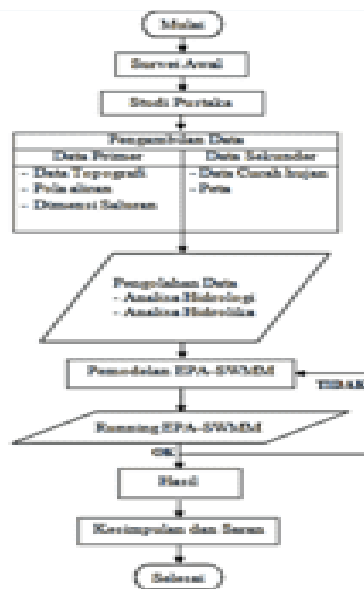
A. Analisis Hidrologi

Adapun data yang dalam proses analisa data kajian sistem drainase adalah sebagai berikut :

- a. Analisis frekuensi, metode yang digunakan adalah Metode Normal.
 - b. Uji kecocokan data menggunakan Uji *Smirnov-Kolmogorof* dan uji *Chi Kuadrat*.
 - c. Perhitungan dilanjutkan dengan menghitung kala ulang sesuai kebutuhan saluran primer, sekunder, tersier.
 - d. Hasil akhirnya adalah debit curah hujan dengan kala ulang tertentu yang digunakan sebagai input *rain gage* pada *software* EPA SWMM.
- B. Pemodelan menggunakan EPA-SWMM
- Pemodelan SWMM dilakukan setelah semua data terkumpul, yaitu *rain gage*, *subcatchment*, *conduit*, *junction* dan *outfalls*. Langkah pengerjaannya antara lain :
- a) Pengaturan *Project Setup Default*;
 - b) Melakukan *Backdrop Map*;
 - c) Penggambaran Objek;
 - d) *Edit Object Properties*;
 - e) *Running* EPA-SWMM;
 - f) Hasil simulasi EPA-SWMM di analisa kemudian saluran yang tergenang dihitung luasan seberapa luas genangannya menggunakan *Microsoft Excel* setelah itu diberi solusi.
 - g) Selesai

2.2 Diagram Alir Metodologi

Berikut desain alat filtrasi dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Hasil perhitungan akan digunakan untuk input *software* EPA SWMM sebagai data *rain gage* (pengukur hujan).

- 1.1 Analisa Curah Hujan Daerah Studi Data yang diambil dari pos penakar curah hujan terdekat lokasi penelitian selama sepuluh tahun terakhir yaitu dari tahun 2010 hingga tahun 2019. Data Curah Hujan Bandara DEO Kota Sorong selama sepuluh tahun terakhir disajikan pada gambar 3 berikut.

BULAN	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
JAN	63	123	219	221	125	182	167	128	169	97
FEB	77	301	195	200	127	298	25	372	126	135
MARET	61	467	582	155	203	222	84	338	114	118
APR	193	187	276	357	88	155	138	241	210	334
MEI	100	133	179	661	506	110	429	528	316	194
JUN	80	205	444	171	341	478	293	447	384	362
JUL	358	600	456	491	106	142	665	273	280	298
AGUS	592	469	348	284	355	31	226	487	182	141
SEPT	471	399	191	221	96	8	412	734	102	77
OKT	345	176	119	122	733	151	154	192	234	360
NOV	231	243	175	247	235	230	163	85	215	26
DES	339	243	150	219	198	86	245	116	179	82
MAX	592	600	582	661	506	478	665	734	384	362

Gambar 3. Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia
(Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika Kota Sorong, 2020)

1.2 Analisis Distribusi Frekuensi Hujan

A. Pengukuran Parameter Statistik

Tabel 1. Perhitungan statistik data hujan

No	TAHUN	X (mm)	(X - Xrt)	(X-Xrt) ²	(X-Xrt) ³	(X-Xrt) ⁴
1	2017	734	177,60	31541,76	5601816,58	994882623,90
2	2016	665	108,60	11793,96	1280824,06	139097492,48
3	2013	661	104,60	10941,16	1144445,34	119708982,15
4	2011	600	43,60	1900,96	82881,86	3613648,92
5	2010	592	35,60	1267,36	45118,02	1606201,37
6	2012	582	25,60	655,36	16777,22	429496,73
7	2014	506	-50,40	2540,16	-128024,06	6452412,83
8	2015	478	-78,40	6146,56	-481890,30	37780199,83
9	2018	384	-172,40	29721,76	-5124031,42	883383017,50
10	2019	362	-194,40	37791,36	-7346640,38	142816890,65
Jumlah		5564		134300,40	-4908723,12	3615140966,35

Dari data **Tabel 1**, didapatkan hujan rata-rata (\bar{X}) adalah 556,40 mm. Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis penyimpangan dengan melakukan *standard deviasi* (S_x) didapat 122,16. Kemudian perhitungan koefisien kemencengan sebesar -0,00067. Berikutnya dilakukan perhitungan koefisien keragaman sebesar 0,220. Parameter terakhir yang dihitung adalah koefisien kurtosis sebesar 0,322

Sesuai dengan **Tabel 2**. Mengenai karakteristik distribusi frekuensi, maka metode *Normal* dapat digunakan untuk perhitungan analisis curah hujan.

B. Perhitungan Curah hujan Rancangan Maksimum Metode Normal

Tabel 2. Perhitungan curah hujan rata-rata dengan metode normal

No	TAHUN	X _i (mm)	(X _i - \bar{X}) (mm)	(X _i - \bar{X}) ² (mm)
1	2017	734	177,60	31541,76
2	2016	665	108,60	11793,96
3	2013	661	104,60	10941,16
4	2011	600	43,60	1900,96
5	2010	592	35,60	1267,36
6	2012	582	25,60	655,36
7	2014	506	-50,40	2540,16
8	2015	478	-78,40	6146,56
9	2018	384	-172,40	29721,76
10	2019	362	-194,40	37791,36
Jumlah		5564		134300,40

Pada keterangan data sebelumnya curah hujan rata-rata sebesar 556,40 mm dan standar deviasi sebesar 122,16. Maka, Untuk: T = 2 tahun $K_t = 0$ (Tabel **Lampiran 1**), T = 5 tahun $K_t = 0,84$ (Tabel **Lampiran 1**), T = 10 tahun $K_t = 1,28$ (Tabel **Lampiran 1**). Curah hujan dari periode ulang 2 tahun sebesar 556,400 mm, periode ulang 5 tahun sebesar 659,012 mm, periode ulang 10 tahun 712,761 mm.

Tabel 3. Curah Hujan Periode Ulang menggunakan Metode Normal

No	Periode Ulang (Tahun)	Stasiun Hujan (mm)
1	2	556,400
2	5	659,012
3	10	712,761

1.3 Pengujian Kecocokan Sebaran

(a) Uji Kecocokan Sebaran dengan *Chi Square*

Dengan menggunakan persamaan Perkelas (P) = $\frac{100\%}{\text{Jumlah Kelas}}$, dapat dihitung:

Distribusi data dianggap memenuhi syarat apabila X^2 hitungan < X^2 kritis. Sebelum menentukan X^2 hitungan perlu dicari batas kelas terlebih dahulu, sebagai berikut :

1. Banyak Kelas

$$\begin{aligned} (K) &= 1 + 3,32 \text{ Log } n \\ &= 1 + 3,32 \text{ Log } 10 \\ &= 4,32 \approx 4 \end{aligned}$$

2. DK = K - (P + 1)

$$\begin{aligned} &= 4 - (2 + 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$3. E_i = \frac{n}{K} = \frac{10}{5} = 2$$

4. Menghitung kelas distribusi

$$\text{Kelas distribusi} = \frac{1}{4} \times 100\% = 25 \%$$

$$\text{Interval distribusi} = 25\% ; 50\% ; 75\% ; 100\% ;$$

$$5. \text{ Persentase } 25\%, P(x) = 0,25 \quad (T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ tahun})$$

$$6. \text{ Persentase } 50\%, P(x) = 0,5 \quad (T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ tahun})$$

$$7. \text{ Persentase } 75\%, P(x) = 0,75 \quad (T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ tahun})$$

$$8. \text{ Persentase } 100\%, P(x) = 1 \quad (T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{1} = 1 \text{ tahun})$$

9. Menghitung interval kelas ($X_{tr} = \bar{X} + Sd . K$) N = 10

Sehingga : **T = 4, $K_t = 0,63$; T = 2, $K_t = 0$; T = 1,33 $K_t = -0,80$; T = 1 $K_t = -0$**

10. Nilai $\bar{X} = 556,40$

11. Nilai Sd = 122,157

Untuk Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut :

Tabel 4. Uji kecocokan sebaran dengan *Chi-Square*

No	Nilai Batas Sub-Grup	Jumlah data		Oi - Ei	$\frac{(O_i - E_i)}{E_i}$
		Oi	Ei		
1	- $\geq 659,01$	3	2,0	1,00	0,50
2	$659,01 \geq 586,94$	2	2,0	0	0
3	$586,94 \geq 525,86$	0	2,0	-2,00	2,00

4	$525,86 \geq 453,79$	2	2,0	0	0
5	$453,79 \geq -$	3	2,0	1,00	0,50
Jumlah		10	10		3,00

12. Derajat Signifikan (α) = 5%, Sehingga diperoleh : $\sum X^2$ kritis = 5,991 (**Lampiran 2**)
 13. Dilihat hasil perbandingan diatas bahwa : X^2 hitungan < X^2 kritis $3,00 < 5,991$
 Jadi, distribusi Normal *memenuhi* pengujian *Chi-Square*.

(b) Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorof

Hasil perhitungan uji kecocokan sebaran dengan *Smirnov-Kolmogorov* untuk Metode Normal sebagai berikut :

1. X_i = Curah hujan rencana
2. \bar{X} = Curah hujan rata-rata = 556,40 mm
3. Sd = Standard deviasi = 122,16
4. n = Jumlah data = 10

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut :

Tabel 4. Uji kecocokan sebaran dengan *Smirnov-kolmogorov*

No	Xmax (mm)	P (X)	P (X<)	X(t) (X-Xrt)/Sd	P' (X)	P' (X)	Dmaks
1	734	0,09091	0,90909	1,45387	0,066	0,934	0,025
2	665	0,18182	0,81818	0,88902	0,174	0,826	0,008
3	661	0,27273	0,72727	0,85628	0,182	0,818	0,091
4	600	0,36364	0,63636	0,35692	0,342	0,658	0,022
5	592	0,45455	0,54545	0,29143	0,365	0,635	0,090
6	582	0,54545	0,45455	0,20957	0,396	0,604	0,149
7	506	0,63636	0,36364	-0,41258	0,680	0,320	-0,043
8	478	0,72727	0,27273	-0,64180	0,756	0,244	-0,029
9	384	0,81818	0,18182	-1,41130	0,931	0,069	-0,112
10	362	0,90909	0,09091	-1,59140	0,951	0,049	-0,042
Δ Maks							0,18578

5. Dengan nilai $\alpha = 5 \%$, Sehingga Δ kritis= 0,41 (**Lampiran 3**)
6. Dilihat hasil perbandingan diatas bahwa : Δ maks < Δ kritis $\rightarrow 0,186 < 0,410$
7. Dengan nilai $\alpha = 1 \%$, Sehingga Δ kritis = 0,490 (**Lampiran 3**)
8. Dilihat hasil perbandingan diatas bahwa : Δ maks < Δ kritis $\rightarrow 0,186 < 0,490$
 Jadi, Distribusi Normal *memenuhi* Pengujian Smirnov-Kolmogorov

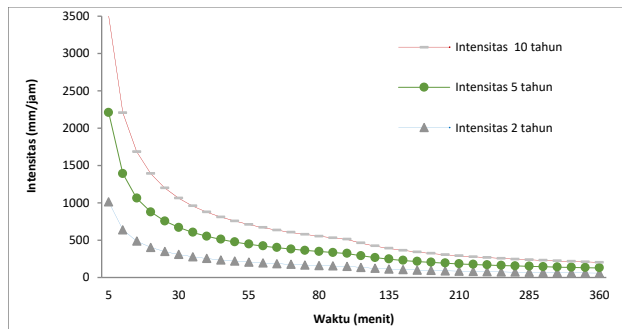
1.4 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode *Dr. Mononobe*

menggunakan rumus $(I) = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$, dapat dilihat pada gambar 4:

Curah Hujan Maksimum Periode ulang 2 Tahun sebesar 1011,0495 mm;
 Curah Hujan Maksimum Periode ulang 5 Tahun sebesar 1197,5036 mm; dan
 Curah Hujan Maksimum Periode ulang 10 Tahun sebesar 1295,1720 mm

t (menit)	INTENSITAS CURAH HUJAN		
	I_{10}	I_5	I_2
5	3011,04799	1007,35140	1007,35140
10	1505,52399	754,35090	1007,35140
15	1003,68266	502,90060	1007,35140
20	752,76199	377,17545	1007,35140
25	602,20959	301,74036	1007,35140
30	501,84133	251,42858	1007,35140
35	428,20111	214,07407	1007,35140
40	368,50093	182,83364	1007,35140
45	318,75075	155,57750	1007,35140
50	277,00057	131,98765	1007,35140
55	241,25039	111,65410	1007,35140
60	210,50021	94,77842	1007,35140
65	184,75003	80,64852	1007,35140
70	163,00000	68,87500	1007,35140
75	144,25000	59,06250	1007,35140
80	128,50000	51,03125	1007,35140
85	115,75000	44,51250	1007,35140
90	105,00000	39,25000	1007,35140
95	96,25000	34,87500	1007,35140
100	89,50000	31,18750	1007,35140
105	84,75000	28,16250	1007,35140
110	80,00000	25,75000	1007,35140
115	76,25000	23,87500	1007,35140
120	73,50000	22,37500	1007,35140
125	71,75000	21,18750	1007,35140
130	70,00000	20,25000	1007,35140
135	69,25000	19,53125	1007,35140
140	68,50000	18,96875	1007,35140
145	67,75000	18,53125	1007,35140
150	67,00000	18,20000	1007,35140
155	66,25000	17,96875	1007,35140
160	65,50000	17,80000	1007,35140
165	64,75000	17,68750	1007,35140
170	64,00000	17,62500	1007,35140
175	63,25000	17,61250	1007,35140
180	62,50000	17,65000	1007,35140
185	61,75000	17,73750	1007,35140
190	61,00000	17,87500	1007,35140
195	60,25000	18,06250	1007,35140
200	60,00000	18,30000	1007,35140
205	60,00000	18,58750	1007,35140
210	60,00000	18,92500	1007,35140
215	60,00000	19,31250	1007,35140
220	60,00000	19,75000	1007,35140
225	60,00000	20,23750	1007,35140
230	60,00000	20,77500	1007,35140
235	60,00000	21,36250	1007,35140
240	60,00000	22,00000	1007,35140
245	60,00000	22,68750	1007,35140
250	60,00000	23,42500	1007,35140
255	60,00000	24,21250	1007,35140
260	60,00000	25,05000	1007,35140
265	60,00000	25,93750	1007,35140
270	60,00000	26,87500	1007,35140
275	60,00000	27,86250	1007,35140
280	60,00000	28,90000	1007,35140
285	60,00000	30,08750	1007,35140
290	60,00000	31,32500	1007,35140
295	60,00000	32,61250	1007,35140
300	60,00000	34,05000	1007,35140
305	60,00000	35,63750	1007,35140
310	60,00000	37,37500	1007,35140
315	60,00000	39,26250	1007,35140
320	60,00000	41,30000	1007,35140
325	60,00000	43,48750	1007,35140
330	60,00000	45,82500	1007,35140
335	60,00000	48,31250	1007,35140
340	60,00000	50,95000	1007,35140
345	60,00000	53,73750	1007,35140
350	60,00000	56,67500	1007,35140
355	60,00000	59,76250	1007,35140
360	60,00000	63,00000	1007,35140

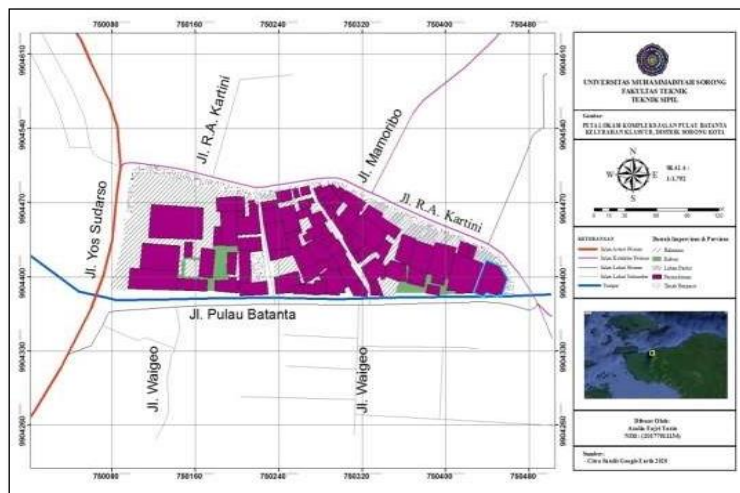


Gambar 4. Intensitas Curah Hujan Periode 2, 5 dan 10 Tahun
 Gambar 5. Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 2, 5 dan 10 Tahun

Berdasarkan gambar 4, intensitas hujan kala ulang diatas diketahui bahwa dari durasi hujan 5 menit sampai 6 jam, intensitas hujan kala ulang 10 tahun angka terbesar dan intensitas hujan kala ulang 2 tahun angka terkecil. Perhitungan intensitas hujan jam-jaman di atas dapat disajikan dalam (**gambar 5**) grafik berikut ini.

B. Output Digitasi Citra Satelit

Berikut merupakan hasil digitasi lokasi wilayah penelitian menggunakan aplikasi Arc-GIS



Gambar 6. Hasil Digitasi menggunakan Arc-GIS

Hasil digitasi dari (*google earth*) menggunakan Arc-GIS bertujuan untuk mengetahui luasan *Subcatchment area* lokasi tinjauan, dimana akan mendapatkan data luasan *Land use* sesuai gambar 7, 8, dan 9 berikut ini:

Luas	Jenis Permukiman (Sisi Atas)						Total
	Serap Air						
	Tanah Berpasir	Kebun	Halaman Berumput	Rawa	Ladang	Jalan Tanah	
Ha	0,101148	0,042368	0,06014	-	-	-	0,203656
%	0,07%	0,04%	0,04%	-	-	-	0,16%
Luas	Tidak Serap Air						Total
	Permukiman	Jalan Aspal	Jalan Beton	Halaman Beton	Lahan Parkir		
	Ha	0,765553	-	-	0,016793	0,123449	
%	88,88%	-	-	1,91%	14,07%	-	91,84%
Total Luas (Ha)							1,11494
Total Luas (%)							100,00%

Gambar 7. Land Use Jalan R.A Kartini

Luas	Jenis Permukiman (Sisi Kanan)						Total
	Serap Air						
	Tanah Berpasir	Kebun	Halaman Berumput	Rawa	Ladang	Jalan Tanah	
Ha	0,144844	0,071683	0,060804	-	-	-	0,277331
%	10,48%	5,18%	4,40%	-	-	-	20,07%
Luas	Tidak Serap Air						Total
	Permukiman	Jalan Aspal	Jalan Beton	Halaman Beton	Lahan Parkir		
	Ha	0,837211	-	-	0,46613	-	
%	46,18%	-	-	31,77%	-	-	77,95%
Total Luas (Ha)							1,380672
Total Luas (%)							100,00%

Gambar 8. Land Use Jalan Ampera

Luas	Jenis Permukiman (Sisi Kanan)						Total
	Serap Air						
	Tanah Berpasir	Kebun	Halaman Berumput	Rawa	Ladang	Jalan Tanah	
Ha	0,012823	-	0,093719	-	-	-	0,106542
%	1,87%	-	13,64%	-	-	-	15,50%
Luas	Tidak Serap Air						Total
	Permukiman	Jalan Aspal	Jalan Beton	Halaman Beton	Lahan Parkir		
	Ha	0,981793	-	-	0,011413	0,007428	
%	81,73%	-	-	1,00%	1,00%	-	84,30%
Total Luas (Ha)							0,987118
Total Luas (%)							100,00%

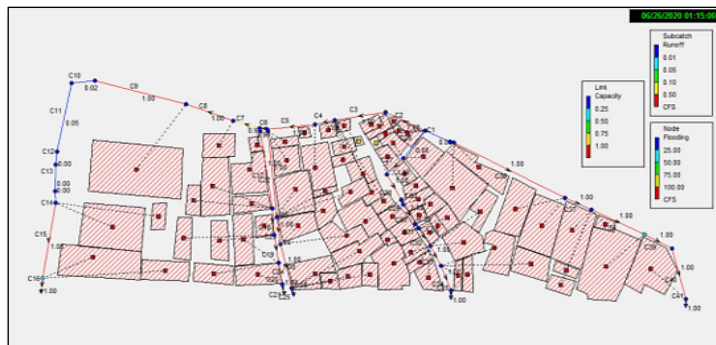
Gambar 9. Land Use Jalan Sayonara

Selanjutnya adalah menginput data *Land use* ke Program *Epa-SWMM*.

C. Analisa Kapasitas Tempungan Drainase

1. Hasil Simulasi Pemodelan di Jalan R.A. Kartini, Ampera dan Sayonara

a. Hasil menggunakan map



Gambar 10. Hasil simulasi dalam bentuk map Lokasi Jalan R.A. Kartini, Ampera dan Sayonara selang waktu 1:15 menit

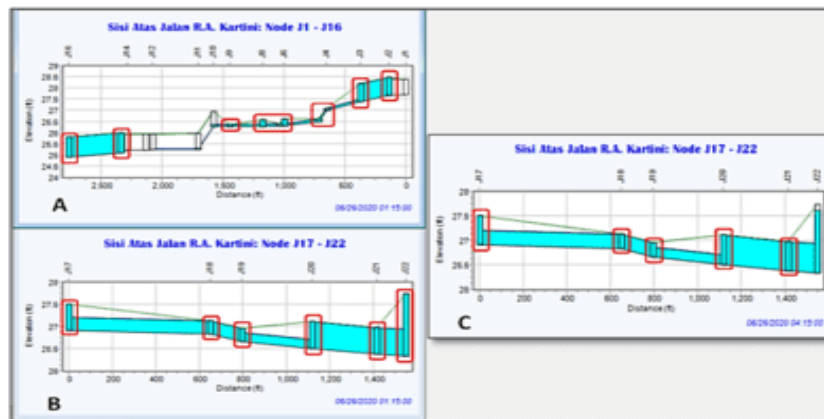
Pada Jalan R.A. Kartini ada 2 saluran yaitu Jalan Mamoribo (tanda lingkaran), untuk saluran kesatu sembilan saluran yang tergenang: C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C15 dan C16. Kedua terdapat 6 saluran: C36, C37, C38, C39, C40, dan C41. Di Jalan Ampera ada 2 saluran kanan dan kiri terdapat Sembilan saluran yang tergenang pada sisi kanan: C17, C18, C19, C20, dan C21, kiri: C22, C23, C24, dan C25. Sedangkan pada saluran di Jalan

Sayonara kiri terdapat sembilan saluran yang tergenang: C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34, dan C35. Terlihat dari gambar 10, dapat diketahui jam air melimpah adalah pukul 1:15 menit dari 6 jam waktu hujan terpusat. Hasil simulasi saluran yang tergenang lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Simulasi pada drainase Lokasi Jalan R.A. Kartini, Jalan Ampera, dan Jalan Sayonara yang tergenang pada periode ulang 2 Tahun

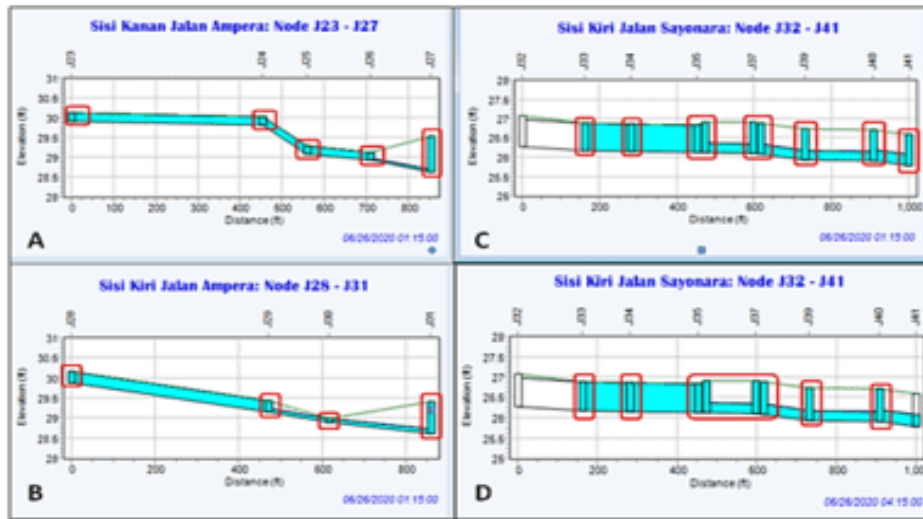
No	Saluran	Lama Waktu terjadinya luapan (Jam)	Flood maximum (m ³ /detik)	Keterangan Lokasi	Sisi
1	C2	2:00	6,69	R.A Kartini Poros	Atas
2	C3	2:00	14,22	R.A Kartini Poros	Atas
3	C4	2:00	10,18	R.A Kartini Poros	Atas
4	C5	1:02	0,01	R.A Kartini Poros	Atas
5	C7	1:43	0,01	R.A Kartini Poros	Atas
6	C8	2:00	29,20	R.A Kartini Poros	Atas
7	C9	2:00	4,99	R.A Kartini Poros	Atas
8	C15	2:00	69,75	R.A Kartini Poros	Atas
9	C16	1:15	1,74	R.A Kartini Poros	Atas
10	C36	2:00	14,15	R.A Kartini Poros	Atas
11	C37	2:00	21,09	R.A Kartini Poros	Atas
12	C38	2:00	38,67	R.A Kartini Poros	Atas
13	C39	1:02	0,10	R.A Kartini Poros	Atas
14	C40	2:00	9,56	R.A Kartini Poros	Atas
15	C41	1:30	0,25	R.A Kartini Poros	Atas
16	C17	2:00	17,37	Ampera	Kanan
17	C18	2:00	10,42	Ampera	Kanan
18	C19	2:00	59,66	Ampera	Kanan
19	C20	2:00	5,94	Ampera	Kanan
20	C21	1:45	0,38	Ampera	Kanan
21	C22	2:00	19,19	Ampera	Kiri
22	C23	2:00	8,39	Ampera	Kiri
23	C24	2:00	18,74	Ampera	Kiri
24	C25	1:45	0,51	Ampera	Kiri
25	C27	2:00	6,09	Sayonara	Kiri
26	C28	2:00	4,63	Sayonara	Kiri
27	C29	2:00	2,63	Sayonara	Kiri
28	C30	2:00	2,37	Sayonara	Kiri
29	C31	2:00	10,11	Sayonara	Kiri
30	C32	2:00	26,98	Sayonara	Kiri
31	C33	2:00	23,06	Sayonara	Kiri
32	C34	2:00	0,53	Sayonara	Kiri
33	C35	2:00	8,37	Sayonara	Kiri

b. Hasil menggunakan Profil Aliran



Gambar 11. Profil Aliran Jalan Poros R.A Kartini dari perbedaan selang waktu 1:15 menit dan 4:15 menit (node J17-J22) pada periode ulang 2 Tahun

Pada gambar 14A, terjadinya genangan di titik J2, J12, J3, J4, J5, J6, J7, J8, J9, J14 dan J16. Untuk gambar 14B dan 14C, terlihat perbandingan limpasan pada saluran, pada gambar 14B selang waktu 1 jam lebih 15 menit terjadi luapan sampai dengan selang waktu 4 jam lebih 15 menit terjadi penurunan di *node* J22. Titik terjadinya genangan yaitu J17, J18, J19, J20, J21, dan J22.



Gambar 12. Profil Aliraaan Jalan Ampera dari perbedaan selang waktu 1:15 menit dan Jalan Sayonara perbedaan selang waktu 1:15 menit dan 4:15 menit pada periode ulang 2 Tahun

Dari gambar 15A dapat diketahui titik terjadinya genangan yaitu di J23, J24, J25, J26, dan J27. Untuk gambar 15B diketahui titik terjadinya genangan: J28, J29, J30, dan J31, pada gambar 15C dan 15D terlihat perbedaan luapan di saluran selang waktu 1 jam lebih 15 menit dan selang waktu 4 jam lebih 15 menit terjadi penurunan di *node* J41. Titik terjadinya genangan pada gambar 14C dan 14D: J33, J34, J35, J36, J37, J38, J39, J40 dan J41. Sistem drainase yang ditinjau pada beberapa saluran di atas dianggap masih belum mampu dalam mengalirkan debit limpasan yang dihasilkan, sebagian besar saluran tertutup oleh sedimentasi.

2. Hasil Outfall (Output) periode ulang 2 Tahun

Detail debit dan volume dari masing-masing *Outfall* dapat dilihat di tabel 6.

Tabel 6. Detail debit dan volume periode ulang 2 Tahun

No	<i>Outfall</i>	Maksimum debit (m ³ /dtk)	Total Volume (10 ⁶ ltr)
1	Out 1	1,74	0,233
2	Out 2	0,25	0,033
3	Out 3	0,38	0,051
4	Out 4	0,51	0,067
5	Out 5	8,37	1,033

3. Hasil Luasan yang tergenang pada periode ulang 2 Tahun

- a. Luasan tergenang bagian hulu di lokasi Jalan R.A Kartini 1 (C2 s/d C9, C15, C16) dan Jalan R.A Kartini 2 (C36 s/d C41)



Gambar 13. Luas genangan Q_2 Jalan R.A Kartini bagian hulu (sumber: Steven, Benny, 2015)

Perhitungan Luas genangan di bawah mengacu pada gambar 13. Bahwa kecepatan aliran sebesar 0,88 (data EPA-SWMM) dan Debit kapasitas ($Q_{saluran}$) sebesar $0,70 \text{ m}^3/\text{dtk}$. $Q_{tergenang} \text{ 2 tahun} = 6,69 - 0,70$ (nilai 6,69 didapat dari (tabel 5) sebesar $5,99 \text{ m}^3/\text{dtk}$). Luas penampang tergenang a ($Q_{tergenang} + (l \times 2)$) sebesar 68,25 meter. Luas penampang tergenang b sebesar 70,9 meter dengan luas genangan banjir $2166,24 \text{ m}^2$ (0,22 Ha). Hasil luasan area tergenang lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 14.

R.A. KARTINI 1									
Bagian Saluran	B	b	h	Debit Kapasitas (Q)	Periode Ulang (Q)	Lebar genangan (m ²)		Jarak antar penampang (m)	Luas Genangan (m ²)
						a	b		
HULU	1,2	0,8	0,8	0,70	5,99	68,25	70,90	31,13	2166,24
TENGAH	0,8	0,6	0,1	0,01	0,00	64,92	30,64	32,46	1550,90
HILIR	0,9	0,6	0,9	2,13	0,39	31,03	6,41	17,02	318,60
R.A. KARTINI 2									
Bagian Saluran	B	b	h	Debit Kapasitas (Q)	Periode Ulang (Q)	Lebar genangan (m ²)		Jarak antar penampang (m)	Luas Genangan (m ²)
						a	b		
HULU	0,7	0,5	0,3	0,07	14,08	72,30	48,83	29,11	1763,18
TENGAH	0,75	0,5	0,2	0,07	38,60	73,35	58,89	17,38	1148,83
HILIR	1,2	0,8	1,4	7,76	7,51	27,79	10,51	11,50	220,18
								TOTAL	7167,93
								Ha	0,717

Gambar 14. Luasan Genangan pada Jalan R.A. Kartini 1 dan 2 sisi atas periode ulang 2 tahun

- b. Luasan tergenang bagian hulu di Lokasi Jalan Ampera sisi kanan dan kiri (C17) s/d C21 dan C22 s/d C25)



Gambar 15. Luas Genangan Q_2 pada Jalan Ampera bagian hulu (sumber: Steven, Benny, 2015)

Perhitungan Luas genangan di bawah mengacu pada gambar 15. Kecepatan aliran sebesar 0,06 (data EPA-SWMM). Debit kapasitas ($Q_{saluran}$) sebesar $0,003 \text{ m}^3/\text{dtk}$. $Q_{tergenang} \text{ 2 tahun}$ (nilai 17,37 didapat dari tabel 5) sebesar $17,37 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Luas penampang tergenang

a ($Q_{\text{tergenang}} + (l \times 2)$) sebesar 29,60 meter. Luas penampang tergenang b ($Q_{\text{tergenang}} + (l \times 2)$) sebesar 20,80 meter. Luas genangan banjir sebesar 154,19 m² (0,015 Ha). Hasil luasan area tergenang lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 16.

AMPERA KANAN									
Bagian Saluran	B	b	h	Debit Kapasitas (Q)	Periode Ulang (Q)	Lebar genangan (m ²)		Jarak antar penampang (m)	Luas Genangan (m ²)
						a	b		
HULU	0,3	0,15	0,2	0,00	17,37	29,60	20,80	6,12	154,19
TENGAH	0,4	0,2	0,2	0,03	59,63	63,07	62,27	1,72	107,51
HILIR	0,4	0,2	0,05	0,27	0,11	2,75	1,33	1,91	3,90
AMPERA KIRI									
Bagian Saluran	B	b	h	Debit Kapasitas (Q)	Periode Ulang (Q)	Lebar genangan (m)		Jarak antar penampang (m)	Luas Genangan (m ²)
						a	b		
HULU	0,3	0,15	0,3	0,02	19,17	29,07	22,59	4,95	127,78
TENGAH	0,4	0,2	0,1	0,01	8,38	11,80	13,65	1,71	21,75
HILIR	0,4	0,2	0,1	0,01	18,73	24,00	19,70	10,82	236,33
TOTAL									651,47
Ha									0,065

Gambar 16. Luasan Genangan pada Ampera 1 dan 2 sisi atas periode ulang 2 tahun

c. Luasan tergenang bagian hulu di Lokasi Jalan Sayonara sisi kanan dan kiri (C27) s/d C35)



Gambar 17. Luas Genangan Q_2 pada Jalan Sayonara bagian hulu (sumber: Steven, Benny, 2015)

Perhitungan Luas genangan di bawah mengacu pada gambar 18. Kecepatan aliran didapat 0,35 m³/dtk (data EPA-SWMM). Debit kapasitas (Q_{saluran}) sebesar 0,06 m³/dtk, $Q_{\text{tergenang}}$ 2 tahun (6,09 – 0,06 (nilai 6,09 didapat dari **tabel 5**)) sebesar 6,03 m³/dtk. Luas penampang tergenang a ($Q_{\text{tergenang}} + (l \times 2)$) sebesar 12,94 meter. Luas penampang tergenang b ($Q_{\text{tergenang}} + (l \times 2)$) sebesar 12,10 meter. Luas genangan banjir ($\frac{a+b}{2} \times l$) sebesar 43,22 m² (0,004 Ha). Hasil luasan area tergenang lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 18.

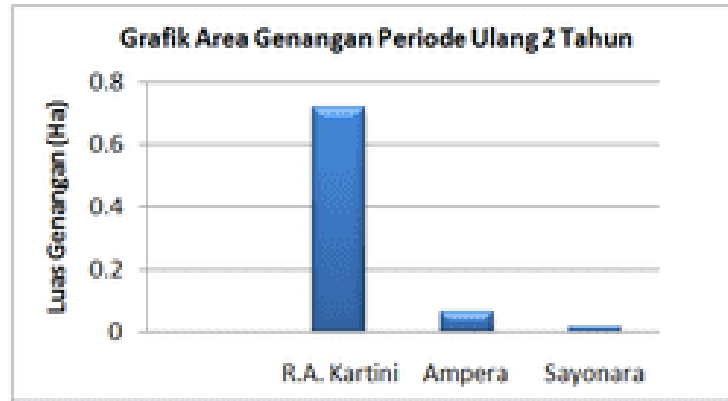
SAYONARAKIRI									
Bagian Saluran	B	b	h	Debit Kapasitas (Q)	Periode Ulang (Q)	Lebar genangan (m ²)		Jarak antar penampang (m)	Luas Genangan (m ²)
						a	b		
HULU	0,7	0,6	0,25	0,06	6,03	12,94	12,10	3,45	43,22
TENGAH	0,7	0,6	0,25	0,03	2,34	8,41	8,15	3,03	25,13
HILIR	0,7	0,6	0,25	0,04	23,02	28,83	23,99	3,28	86,61
TOTAL									154,96
Ha									0,015

Gambar 18. Luasan Genangan pada Sayonara periode ulang 2 tahun

d. Rekapitan Hasil dan rafik Luasan Banjir Periode Ulang 2 Tahun

Tabel 7. Luasan genangan banjir periode ulang 2 Tahun

No	Saluran Lokasi (Jalan)	Luas Genangan (Ha)
1	R.A. Kartini	0,72
2	Ampera	0,07
3	Sayonara	0,02
Total		0,80



Gambar 19. Luasan Genangan pada Sayonara periode ulang 2 tahun

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan yang berdasarkan dari rumusan masalah sebagai berikut :

1. Kondisi eksisting pada sistem drainase yang berada di daerah kompleks sepanjang Jalan Pulau Batanta dalam menampung debit hujan maksimum masih sering meluap, didapat dari hasil analisa *EPA-SWMM* bahwa saluran sekitar Jalan R.A. Kartini dengan panjang saluran 474 meter paling banyak meluap di periode ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun dengan debit luapan terbesar pada *conduit* 15, saluran yang terdampak dititik C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C15, C16, C36, C37, C38, C39, C40, dan C41 didapat pada periode ulang 2 Tahun sebesar 69,75 m³/detik, periode ulang 5 Tahun sebesar 84,70 m³/detik, periode 10 Tahun sebesar 92,54 m³/detik. Permasalahan pada saluran disekitar jalan R.A. Kartini disebabkan oleh sedimentasi. Perhitungan luasan genangan bahwa saluran di Jalan R.A. Kartini yang paling terbesar luasan area genangan, pada periode ulang 2 Tahun sebesar 0,72 Hektar, periode ulang 5 Tahun sebesar 0,68 hektar dan periode ulang 10 Tahun sebesar 0,77 Hektar.
2. Untuk kondisi Jalan Ampera dengan total panjang saluran 174 meter, hasil analisa *EPA-SWMM* pada periode ulang 2 Tahun sebesar 59,66 m³/detik, periode ulang 5 Tahun sebesar 73,52 m³/detik, periode 10 Tahun sebesar 80,87 m³/detik. Saluran yang terkena genangan C17, C18, C19, C20, C21, C22, C23, C24, dan C25. Permasalahan pada saluran disekitar Jalan Ampera disebabkan tertutup oleh sedimentasi dan rerumputan, saluran yang terlalu kecil dan kurang dalam. Pada perhitungan luasan genangan bahwa saluran di Jalan Ampera pada periode ulang 2 Tahun sebesar 0,07 Hektar, periode ulang 5 Tahun sebesar 0,05 Hektar dan periode ulang 10 Tahun sebesar 0,06 Hektar.
3. Sedangkan kondisi Jalan Sayonara dengan panjang saluran 106 meter hasil analisa *EPA-SWMM* pada periode ulang 2 Tahun sebesar 26,96 m³/detik, periode ulang 5

Tahun sebesar 32,12 m³/detik, periode 10 Tahun sebesar 34,80 m³/detik. Saluran yang terkena genangan C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34, dan C35.

Permasalahan pada saluran disekitar Jalan Sayonara disebabkan oleh sedimentasi yang menutup saluran dan banyaknya sampah. Pada perhitungan luasan genangan bahwa saluran di Jalan Sayonara pada periode ulang 2 Tahun sebesar 0,02 Hektar, periode ulang 5 Tahun sebesar 0,01 Hektar dan periode ulang 10 Tahun sebesar 0,01 Hektar. Seluruh saluran yang terkena genangan sebesar 2,38 hektar dari luas wilayah drainase 3,18 Ha dengan panjang total keseluruhan saluran 754 meter kondisi baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia Mardhatillah, *Tabel Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III* [Online], Sumber: Scribd.com, diakses pada tanggal 22/07/2020
- Analisis Frekuensi Distribusi Normal* [Online], Sumber: Slideshare.net, diakses pada tanggal 22/07/2020
- Arrafi, M. H. (2019). *Studi Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Kompleks Harapan Indah Kota Sorong Dengan Menggunakan Software EPA-SWMM 5.1*. Kota Sorong : Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong
- Chow, V.T. (1997). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Civil World, *Tabel Nilai Kritis D0 Uji Smirnov Kolmogorof* [Online], Sumber: Mirnahara.blogspot.com, diakses pada tanggal 22/07/2020
- Civil World, *Tabel Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi Kuadrat*, Sumber: Mirnahara.blogspot.com, diakses pada tanggal 22/07/2020
- Fachrudin. (2013). *Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan (Studi Kasus Sistem Drainase Dramaga Bogor)*. Bogor: Pascasarjana Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor
- Fatima, M. A., DJ. (2014). *Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Genangan di Kecamatan Wates Kabupaten Blitar*. Malang: Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tungadewi
- Haryoko, Limpat Ovi (2013). *Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Drainase di Kecamatan Tanjungkarang Pusat Bandar Lampung*. Bandar Lampung: Teknik Sipil Universitas Malahayati
- Indonesia, Badan Pusat Statistik. (2020). *Penyediaan Data Untuk Perencanaan Bangunan*. Kota Sorong
- Khair, M. F., & Terunajaya (2018) *Evaluasi system Drainase di Kawasan Sekitar Stadion Teladan Kota Medan*. Medan: Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Masterplan Purbalingga, *Tabel Reduced Mean (YN)* [Online], Sumber: Slideshare.net, diakses pada tanggal 22/07/2020
- Pamudjiyanto, A. (2017). *Diktat Hidrologi*. Kota Sorong: Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong.
- Pristianto, H., Amri, I., & Rusdi, A. (2014, May 9). *Pedoman Penulisan Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sorong 2014*. <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/4VTJM>
- Puspita, N. *Analisa Frekuensi dan Probabilitas Curah Hujan*. Palembang: Universitas Indo Global Mandiri
- Ramadhan, F. M. (2017). *Saluran Terbuka*. Artikel Bab 1.
- Setiawan, A., & Sulwan, P. (2016). *Evaluasi Sistem Drainase di Kelurahan Paminggir Garut*. Jawa Barat: Jurnal Tugas Akhir Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- Sumarno, W. (2017). *Evaluasi Saluran Drainase Pada Sebagian Ruas Jalan di Kota Tasikmalaya*. Jawa Tengah: Jurnal Media Teknologi Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Syaiful, dkk. (2019). *Tingkat Kerentanan Banjir Kota Sorong Papua Barat*. Manokwari: Universitas Papua, Papua Barat
- Steven, B. (2015). *Perhitungan Debit dan Luasan Genangan Banjir Sungai Babura*. Medan: Repository Institusi Universitas Sumatera Utara
- Tabel *Reduced Standard Deviation (Sn)* [Online], Sumber: Slideplayer.info, diakses pada tanggal 22/07/2020
- Taofiki, I.N., Purwanti, H., Darmayanti, R. (2015). *Evaluasi Kapasitas Sistem Drainase Perumahan (Studi Kasus Perum Pesona Vista Desa Dayeuh Kecamatan Cileungsi)*. Bogor: Teknik Sipil Universitas Pakuan
- Triatmodjo, B. (2009). *Hidrologi Terapan*. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta: Beta Offset
- Wahyudi, R. (2016). *Perencanaan dan Perhitungan Ulang Saluran Drainase Kali Pucangan Kota Sidoarjo Jawa Timur*. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Widyanarko, E. E. (2015). *Kajian Evaluasi Sistem Drainase (Jalan Cendrawasih Kecamatan Patrang Kabupaten Jember)*. Teknik Sipil. Universitas Jember