

ISSN 2620 - 3995



ALE ARCHIPELAGO ENGINEERING 2020
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PATTIMURA

PROSIDING SEMINAR NASIONAL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PATTIMURA KAMPUS POKA-AMBON 13 AGUSTUS 2020

“PENGEMBANGAN TEKNOLOGI DAN
INFRASTRUKTUR PULAU-PULAU KECIL-
TERPENCIL SEBAGAI *SMART ISLANDS* DALAM
KONTEKS REVOLUSI INDUSTRI 4.0”

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON
2020**

ISSN 2620 - 3995



ALE ARCHIPELAGO
ENGINEERING 2020

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PATTIMURA
KAMPUS POKA-AMBON
13 AGUSTUS 2020

**“PENGEMBANGAN TEKNOLOGI DAN INFRASTRUKTUR
PULAU-PULAU KECIL-TERPENCIL
SEBAGAI *SMART ISLANDS*
DALAM KONTEKS REVOLUSI INDUSTRI 4.0”**

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON
2020

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh,
Salam Sejahtera.

Marilah kita panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga kegiatan Seminar Nasional ke -3 Archipelago Engineering 2020 dengan tema **“PENGEMBANGAN TEKNOLOGI DAN INFRASTRUKTUR PULAU-PULAU KECIL-TERPENCIL SEBAGAI SMART ISLANDS DALAM KONTEKS REVOLUSI INDUSTRI 4.0”** dapat terselenggara, sekalipun mengalami berbagai hambatan dalam masa pandemic COVID-19..

Atas nama Keluarga Besar Fakultas Teknik Unpatti, perkenankan saya menyampaikan Selamat Datang di Kampus Fakultas Teknik kepada Bapak Prof. Adi Suryosatyo dari Universitas Indonesia, Bapak Prof. Dr. Ir.Marcus Tukan, Dpl.Eng.MT. dan Jonny Latuny,Ph.D. dari Unpatti sebagai *Keynote Speakers*, para pemakalah dan peserta dari luar Universitas Pattimura guna mengikuti seminar ini.

Saya menyambut gembira karena kegiatan Seminar ALE 2020 ini mendapatkan perhatian yang besar dari para dosen di lingkup Fakultas Teknik Unpatti sehingga lebih dari 12 makalah akan dipresentasikan dalam seminar ini. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak dan Ibu para pemakalah. Saya yakin bahwa dari seminar ini akan menghasilkan ide-ide, konsep-konsep, teknik-teknik dan terobosan–terobosan baru yang inovatif dan bersinergi dengan pengembangan pola Ilmiah Pokok Unpatti terutama di bidang Kelautan Kepulauan.

Seminar ini terselenggara dengan baik karena dukungan dari berbagai pihak, khususnya para sponsor dan kontribusi dari pemakalah dan peserta. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Secara khusus, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Panitia Penyelenggara atas jerih payah, kerja keras, ketekunan dan kesabarannya dalam mempersiapkan dan menyelenggarakan seminar ini sehingga dapat berjalan baik, lancar dan sukses.

Akhirnya, melalui seminar ini, marilah kita senantiasa perkuat dan perluas jejaring serta kerjasama antar sesama dosen sebagai pendidik, peneliti dan pengabdikan kepada masyarakat dalam mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi guna membangun bangsa dan negara tercinta.

Ambon, 13 Agustus 2020
Dekan Fakultas Teknik Unpatti,



Dr. Ir. W. R. Hetharia, M.App.Sc

SUSUNAN PANITIA PELAKSANA 2020

Dr. Novitha L. Th. Thenu, ST., MT
Nikolaus Titahelu, ST, MT
Dr. Debby R. Lekatompessy, ST., MT
Ir. W. M. E. Wattimena, MSc
Danny Pailin Bunga, ST, MT
Ir. Latuhorte Wattimury, MT
N. Maruanaya, SH
Ir. H. C. Ririmasse, MT
Ir. John Latuny, MT, PhD

SEKSI SEMINAR ALE 2019

W. M. Rumaherang, ST., MSc, PhD
D. S. Pelupessy, ST, MSc, PhD
Prayitno Ciptoadi, ST, MT
Benjamin G. Tentua, ST, MT
Mercy Pattiapon, ST, MT
Meidy Kempa, ST, MT

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI	iii
SUSUNAN PANITIA PELAKSANA	iv
DAFTAR ISI	v
 <i>Teknik Perkapalan, Teknik Transportasi Laut</i>	
E. R. de FRETES :	1
Analisa Parametrik Penempatan Fin Buritan Pada Speed Boat di Maluku	
DEBY R. LEKATOMPESSY:	7
Tinjauan Pengaruh Perubahan Dimensi Pondasi Kapal Ikan Tradisional Terhadap Nilai Amplitudo Getaran	
H. C. RIRIMASSE:	14
Tinjauan Efisiensi Operasional Alat Tangkap Kapal Purse Seine 30 Gt	
R. P. SOUMOKIL:	19
Pemanfaatan Karakteristik Getaran Dalam Menentukan Konstruksi Sambungan Kapal Kayu Yang Tepat Dan Bersesuaian Dengan Karakter Mesin	
 <i>Teknik Industri</i>	
A. TUTUHATUNEWA :	24
Analisis Kualitas Produk Abon Ikan Dengan Pendekatan Logika Fuzzy	
ARIVIANA LIENTJE KAKERISSA:	33
Pemanfaatan Limbah Tempurung Biji Pala Sebagai Bahan Bakar Alternatif Briket Arang Biomassa	
DANIEL B. PAILLIN, JOHAN M TUPAN:	40
Model Integer Linier Programming (Ilp) Dalam Pemecahan Traveling Salesman Problem (TSP) (Studi Kasus : PT. Paris Jaya Mandiri – Ambon)	
IMELDA CH. POCERATU :	48
Pengaruh Kompetensi Sumber Daya Manusia Terhadap Kinerja Pegawai Lembaga Pembinaan Khusus Anak (Lpka) Klas Ii Ambon	
AMINAH SOLEMAN, ADHI PRIYADI	56
Analisis Manual Material Handling Untuk Meminimalisir Terjadinya Musculoskeletal Disorder Pada Pekerja Tahu	
J. M. TUPAN :	65
Desain Pemasaran Online Berbasis Web untuk Pemasaran Produk Kerajinan Kerang Mutiara di Kota Ambon. (Studi Kasus: Pondok Mutiara)	
NIL EDWIN MAITIMU, MARCY L. PATTIAPON:	75
Implementasi Lean Manufacturing Guna Mereduksi Waste (Studi Kasus : UD. X)	
 <i>Teknik Sipil, Perencanaan Wilayah & Kota</i>	
RAFEL ALBERTHUS, M. R. AYAL, C. G. BUYANG:.....	82
Analisis Debit Limpasan Dan Penanggulangannya (Studi Kasus – Poka Perumnas, Kel. Tihu, Kec. Teluk Ambon)	

Kelompok Bidang Kajian:

TEKNIK SIPIL dan PWK

ANALISIS DEBIT LIMPASAN DAN PENANGGULANGANNYA (STUDI KASUS – POKA PERUMNAS, KEL. TIHU, KEC. TELUK AMBON)

Rafel Alberthus¹, M. R. Ayal², C. G. Buyang³

¹Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon
Email : rafelalberthus@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Pattimura Ambon
Email : ronal.ayal@fatek.unpatti.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon
Email : cg.buyang@fatek.unpatti.ac.id

Abstrak

Daerah Poka Perumnas pada saat musim penghujan dengan intensitas yang tinggi sering terjadi genangan air dan banjir pada daerah kajian, karena saluran drainase yang ada tidak mempunyai sistem pembuangan yang baik dan dipenuhi oleh sedimentasi. Tujuan penelitian ini untuk menghitung besar debit limpasan, besar debit air buangan dan solusi penanggulangan pada saluran drainase eksisting. Analisis hidrologi curah hujan rancangan 10 tahun dengan distribusi Log Person Type III, debit banjir periode ulang 10 tahun dengan metode rasional. Analisis jumlah penduduk dengan metode geometrik. Analisis debit kumulatif didapatkan dengan debit domestik dan debit banjir rencana kalaulang 10 tahun. Untuk analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui kapasitas saluran eksisting dan solusi penanggulangan. Berdasarkan hasil analisis besar debit limpasan periode ulang 10 tahun ($Q_{10\text{thn}}$) maksimal sebesar $0,108753 \text{ m}^3/\text{det}$, debit minimum sebesar $0,030072 \text{ m}^3/\text{det}$, debit air kotor pada sistem drainase akibat pertambahan jumlah penduduk sebesar $0,0000283 \text{ m}^3/\text{det}$ (debit maksimal) pada saluran K1 dan debit minimum terjadi pada saluran K15 sebesar $0,0000048 \text{ m}^3/\text{det}$. Solusi penanggulangan yang terjadi pada sistem drainase terhadap beban debit yang harus di tampung terdapat beberapa saluran yang tidak mampu menampung beban debit sehingga perlu dievaluasi dengan memperbesar dimensi saluran dan normalisasi saluran yang ada seperti saluran nomor K1 dengan dimensi lebar (B) 0,86 m dan tinggi (H) 0,95 m, saluran nomor K12 dengan dimensi lebar (B) 0,50 m dan tinggi (H) 0,60 m.

Kata Kunci : Debit limpasan, Kapasitas saluran, Penanggulangan

Abstract

Poka Perumnas District, when come to the rainy season with high intensity usually occur water and flood in the area of study, because the drainage channel is not have a good disposal system and was fulfilled by sedimentation. The purpose of this research are to calculate number of discharge runoff, number of large discharge wastewater and solutions on existing drainage channels. Hydrological analysis of the draft rainfall of 10 years with the distribution of Log Person Type III, discharge flood period of 10 years by rational method. Population forecasting used geometric methods. Cumulative debits analysis was completed by the domestic debit and flood discharge plan for 10 years. For Hydraulics analysis used to know the capacity of existing channels and countermeasures solutions. Based on the results of a large analysis runoff period for 10 years, maximum water discharge is $0.108753 \text{ m}^3/\text{sec}$, minimum water discharge is $0.030072 \text{ m}^3/\text{sec}$, the discharge of dirty water in the drainage system due to the increased population is $0.0000283 \text{ m}^3/\text{sec}$ (maximum discharge) on the channel K1 and the minimum discharge occurs in the K15 channel of $0.0000048 \text{ m}^3/\text{sec}$. Countermeasures solution that occurs in the drainage system against the discharge load should be in capacity there are several channels that can not accommodate the discharge load so it needs to be evaluated by enlarging the channel dimension and normalization of existing channels such as channel number K1 with

dimension width (b) 0.86 m and height (h) 0.95 m, K12 with dimension width (b) 0.50 m and height (h) 0.60 m

Keywords: Water discharge, channel capacity, countermeasures solution.

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya intensitas air hujan pada musim hujan, bencana banjir hampir selalu terjadi di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya adalah di daerah Poka Perumnas, Kelurahan Tihu, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon pada saat musim penghujan dengan intensitas yang tinggi sering terjadi genangan air dan banjir pada daerah kajian, karena saluran drainase yang ada tidak mempunyai sistem pembuangan yang baik dan dipenuhi oleh sedimentasi. Berdasarkan permasalahan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah yaitu berapa besar debit limpasan, besar debit air buangan dan solusi penanggulangan pada saluran drainase eksisting. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan mengetahui besar debit limpasan, besar debit air buangan dan solusi penanggulangan pada saluran drainase eksisting.

2. STUDI PUSTAKA

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada satu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan rata-rata daerah dan dinyatakan dalam satuan mm (Sosrodarsosno.1993:27). curah huajn daerah dapat diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan pada daerah yang ditinjau. Cara-cara yang biasa digunakan antara lain metode rata-rata aljabar, metode polygon Thiessen, dan metode lohyet.

2.1. Analisa Hidrologi

Dalam perencanaan curah hujan rancangan dapat digunakan analisa dengan cara statistik, dimana terdapat beberapa jenis distribusi frekuensi dalam statistik yang umum digunakan dalam

bidang hidrologi, salah satunya adalah distribusi Log Pearson Type III.

Prosedur untuk menghitung curah hujan rancangan dengan distribusi Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

- Data curah huajn maksimu (Xi) diubah menjadi bentuk Logaritma (Log X)
- Dihitung nilai Logaritma Rata-rata (Log X)
- Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n} \dots\dots\dots \text{(pers.1)}$$

(CD.Soemarto,1999)

- Hitung nilai deviasi standarnya dari log X :

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{(pers.2)}$$

(CD.Soemarto,1999)

- Hitung nilai koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \dots\dots\dots \text{(pers.3)}$$

(CD.Soemarto,1999)

Sehingga persamaan garis lurusnya dapat ditulis :

$$\log Rt = \overline{\log X} - Gt(S \log X) \dots\dots\dots \text{(pers.4)}$$

Harga faktor Gt untuk sebaran Log Pearson II dapat dihitung dengan interpolasi

- Menentukan anti log dari log Rt, untuk mendapat nilai Rt yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Csnya.

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log X_i = \log X_{rt} + k \cdot s \dots\dots\dots \text{(pers.5)}$$

Dimana : S = Standar deviasi.

X_i = Titik tengah tiap interval kelas (mm).

X_{rt} = Rata-rata hitungan (mm).

K = Variabel standar (standarized variable), tergantung Cs.

2.2. Debit Banjir Rancangan

Untuk menentukan debit banjir rancangan atau kapasitas saluran drainase harus dihitung terlebih dahulu jumlah air hujan dan jumlah air rumah tangga yang akan melewati saluran dalam daerah perencanaan. Debit rancangan (Q_{renc}) adalah jumlah dari debit air hujan (Q_{ah}) dan debit air rumah tangga (Q_{ak})

$$(Q_{renc}) = (Q_{ah}) + (Q_{ak}) \dots\dots\dots \text{(pers.6)}$$

Dengan:

$(Q_{renc}) =$ Debit rancangan (m^3/det)

$(Q_{ah}) =$ Debit air hujan (m^3/det)

$(Q_{ak}) =$ Debit air kotor (m^3/det)

2.3. Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah besarnya debit maksimum yang mengalir di saluran drainase akibat hujan yang turun. Debit air hujan ini dapat dihitung dengan rumus rasional, dengan rumus ini dipengaruhi oleh koefisien pengaliran pada daerah perencanaan, intensitas hujan dan luas daerah perencanaan.

$Q_{ah} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$ (pers.7)

Dengan:

$Q_{ah} =$ Debit aliran air limpasan ($m^3/detik$)

$C =$ Koefisien *run off* (berdasarkan standar baku)

$I =$ Intensitas hujan (mm/jam)

$A =$ Luas daerah pengaliran (ha)

0,278 = Konstanta

2.4. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan jumlah air yang mengalir akibat turunnya hujan disuatu daerah dengan jumlah air hujan yang turun pada daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran berubah dari waktu ke waktu dengan pemanfaatan lahan dan aliran sungai.

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Apabila koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu daerah aliran permukaan suatu daerah aliran kawasan pemukiman.

2.5. Intensitas

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF = Intensity-Duration-Frequency Curve). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam – jam-an untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis (Soemarto, 1995).

Untuk menghitung intensitas curah hujan, dapat digunakan metode mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots \text{(pers.8)}$$

$$t_c = t_o + t_d \dots\dots\dots \text{(pers.9)}$$

Dengan :

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}}\right) \text{ menit} \dots\dots \text{(pers.10)}$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V} \text{ menit} \dots\dots\dots \text{(pers.11)}$$

Dengan :

$I =$ Intensitas curah hujan (mm/jam)

$t =$ Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

$R_{24} =$ Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi).

$t_c =$ Waktu konsentrasi (jam)

$t_o =$ Inlet time (jam)

$t_d =$ Conduit time (jam)

$n =$ Angka kekasaran Manning

$S =$ Kemiringan saluran

$L =$ Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

$V =$ Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)

2.6. Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air kotor bungan rumah tangga, bangunan gedung, instalasi, dan sebagainya. Untuk memperkrakan jumlah air kotor yang akan dialirkan ke saluran drainase harus diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk daerah perencanaan. Kebutuhan air bersih untuk daerah perencanaan adalah sebesar 150 liter/hari/orang dan diperkirakan besarnya air buangan yang masuk ke saluran pengumpul air buangan sebesar 90% dari kebutuhan standar air minum (Suhardjono, 1984 dalam Suroso dkk, 2014). Sehingga besarnya air kotor adalah:

$$q = 90\% \times 150 \text{ liter/orang/hari} \\ = 135 \text{ liter/orang/hari}$$

$$Q_{ak} = Q_{ab} \times A \dots\dots\dots \text{(pers.12)}$$

Dengan:

$Q_{ak} =$ Debit air kotor (m^3/det)

$Q_{ab} =$ Debit air buangan (m^3/det)

$A =$ Luas saluran drainase (ha)

2.7. Prediksi Jumlah Penduduk

Dalam perencanaan suatu sistem jaringan drainase perlu diketahui besarnya jumlah penduduk untuk memperkirakan jumlah air buangan atau limbah yang akan masuk kedalam saluran drainase. Jumlah penduduk dapat dihitung sesuai dengan

kepadatan penduduk di daerah kajian dan dapat dihitung dengan metode geometrik.

Metode Geometrik:

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots \text{(pers.13)}$$

$$r = \frac{P_o - P_t}{t} \dots\dots\dots \text{(pers.14)}$$

Dengan:

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n (jiwa)

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi(jiwa)

P_t = Jumlah penduduk akhir tahun proyeksi (jiwa)

t = Banyaknya tahun sebelum analisa

r = Angka pertumbuhan penduduk / tahun (%)

n = Preode waktu yang ditinjau

2.8. Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Evaluasi sistem jaringan saluran drainase yang ad digunakan untuk mengetahui saluran-saluran yang tidak mampu menampung debit air hujan dengan intensitas tertentu dan limbah domestik sebagai penyebab terjadinya genangan. Jika $Q_{ranc} > Q_{kap}$ maka saluran perlu di rencanakan ulang, sedangkan jika $Q_{ranc} < Q_{kap}$ maka tidak perlu perencanaan ulang.

2.9. Kapasitas Saluran Drainase

Besarnya kapasitas saluran drainase ditentukan berdasarkan dimensi saluran pada peta jaringan drainase. Rumus untuk perhitungan kapasitas saluran adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots \text{(pers.15)}$$

$$Q_{kap} = A \times V \dots\dots\dots \text{(pers.16)}$$

Dengan :

Q_{kap} = Debit saluran (m^3/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas penampang basah saluran (m^3)

n = Angka kekasaran saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran

3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan data-data yang diperoleh mengenai peta topografi, peta jaringan drainase, data curah hujan (selama 10 tahun) dari tahun 2009 – 2018, data jumlah penduduk, maka langkah-langkah pengolahan datanya adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan curah hujan rata-rata dengan mencari curah hujan harian maksimum setiap tahunnya.

2. Perhitung curah hujan rancangan menggunakan metode Log Pearson III dengan pertimbangan metode ini dapat digunakan untuk berbagai sebaran data. Untuk pengujian kesesuaian distribusi mengunakan Uji Chi-Square
3. Perhitungan luas daerah pengaliran menggunakan peta topografi dan peta jaringan drainase yang ada, sehingga dapat diketahui luas daerah yang mempengaruhi pengaliran pada suatu saluran.
4. Perhitungan intensitas hujan menggunakan curah hujan rancangan yang sudah didapatkan dengan metode Log Pearson III. Besarnya intensitas hujan ini dipengaruhi oleh lamanyacurah hujan.
5. Perhitungan debit air hujan dengan menggunakan rumus Rasional, dimana data yang dibutuhkan untuk rumus Rasional adalah luas daerah pengaliran (A), koefisien pengaliran (C), dan intensitas hujan (I).
6. Perhitungan debit air kotor dihitung dengan mengalikan kebutuhan air bersih dengan jumlah orang/penduduk yang berada pada luas daerah alirannya masing-masing, dimana jumlah orang/penduduk dihitung berdasarkan metode geometrik dan metode eksponensial
7. Perhitungan debit banjir rancangan dengan menjumlahkan debit air hujan dengan debit air kotor.
8. Perhitungan kapasitas saluran drainase didapatkan dari dimensi saluran drainase yang sudah ada.
9. Evaluasi saluran drainase dengan membandingkan debit banjir rancangan dengan kapasitas saluran drainase maka dapat diambil kesimpulan apakah suatu saluran perlu diperbaiki atau tidak. Jika debit banjir rancangan melebihi kapasitas saluran yang ada maka saluran perlu diperbaiki, akan tetapi jika debit banjir rancangan tidak melebihi kapasitas saluran yang ada maka saluran tersebut tidak perlu diperbaiki/direncanakan ulang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Analisa curah hujan maksimum bertujuan untuk memproses data curah hujan yang diperoleh dari rekaman data curah hujan otomatis dan dianalisis data yang ada untuk perhitungan volume drainase. Penentuan curah hujan menggunakan metode rata-rata aljabar.

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Harian

No	Tahun	Curah Hujan Max Harian
1	2009	262,80
2	2010	170,00
3	2011	97,30
4	2012	223,90
5	2013	360,40
6	2014	348,10
7	2015	313,07
8	2016	62,86
9	2017	184,80
10	2018	32,12

Sumber: Hasil Analisa curah hujan

4.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan berupa data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun (2009-2018) pada stasiun Pattimura Ambon, Kec. Teluk Ambon. Metode analisa hujan rancangan yang digunakan adalah metode Log Person Type III.

Tabel 2. Perhitungan metode distribusi Log Person type III

Tahun	m	Hujan harian Max Rata-rata (X)	Log X	(Log X - Log Xr) ²	(Log X - Log Xr) ³
2009	1	262,80	2,420	0,04170	0,008515
2010	2	170,00	2,230	0,00023	0,000003
2011	3	97,30	1,988	0,05167	-0,011745
2012	4	223,90	2,350	0,01812	0,002440
2013	5	360,40	2,557	0,11653	0,039777
2014	6	348,10	2,542	0,10646	0,034735
2015	7	313,07	2,496	0,07852	0,022002
2016	8	62,86	1,798	0,17393	-0,072538
2017	9	184,80	2,267	0,00263	0,000135
2018	10	32,12	1,507	0,50214	-0,355820
Rerata (X̄)			2,215	0,10919	-0,033250
Standar deviasi (Sd)			0,345		
Koef. Kemencengan (Cs)			-0,112		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari data hujan harian maksimum tahunan seperti diberikan dalam Tabel 1. Dihitung nilai $X = \text{Log } X$, seperti diberikan dalam Tabel 4.2. Dari data $X = \text{Log } X$, dihitung nilai rerata (\bar{X}), standar deviasi (Sd) dan koefisien asimetri (Cs) yang dihitung sebagai berikut. Perhitungan curah hujan rencana metode distribusi dimana nilai (K) dapat dilihat dari (Bambang Triatmodjo), yang dipengaruhi oleh nilai Cs. Karena nilai $Cs = -0,112 \approx -0,1$ maka, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai koef. G = (0,017) untuk kala ulang 2 tahun.

Tabel 3. Perhitungan curah hujan rancangan metode distribusi Log Person type III

No	Kala ulang (Tr) (Tahun)	Rata-rata (Log x)	Std Dev. (S)	K	Curah Hujan Rancangan (R)	
					Log	mm
1	2	2,215	0,345	0,017	2,221	166,455
2	5	2,215	0,345	0,846	2,508	321,871
3	10	2,215	0,345	1,270	2,654	450,979
4	25	2,215	0,345	0,716	2,463	290,250

Sumber : Hasil perhitungan

4.3 Uji Chi Kuadrat

Pengujian kecocokan sebaran menggunakan metode chi-kuadrat :

Tabel 4. Perhitungan uji Chi Kuadrat

No	Kemungkinan	Ef	Of	Ef - Of	(Ef - Of) ² /Ef
1	8,915 ≤ x ≤ 90,985	2,5	1	1,5	0,900
2	90,985 ≤ x ≤ 173,055	2,5	3	-0,5	0,100
3	173,055 ≤ x ≤ 255,125	2,5	4	-1,5	0,900
4	255,125 ≤ x ≤ 337,195	2,5	2	0,5	0,100
Jumlah			10	X ²	2,000
				X ² Cr	5,991

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan di atas di dapat nilai X² sebesar 2,000 yang kurang dari nilai X² pada tabel Chi-Kuadrat yang besarnya adalah 5,991 (Bambang Triatmodjo, 2008). Maka dari pengujian kecocokan penyebaran distribusi Log Person type III dapat diterima.

4.4 Perhitungan Debit Limpasan (Q_{ah})

Tabel 5. Tata guna lahan

No	Tata guna lahan	Koef C	Luas (Ha)
1	Multiunit, terpisah	0,40	23,02

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 6. Perhitungan luas area saluran drainase

No	Nama Saluran	Sloop (S)	Panjang Saluran (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)	Luas Area (Ha)
1	K1	0,0046	219,5	0,85	0,92	187	0,0187
2	K2	0,0046	219,5	0,84	0,46	184	0,0184
3	K3	0,0110	91,15	0,70	0,70	64	0,0064
4	K4	0,0113	176,68	0,72	0,72	127	0,0127
5	K5	0,0109	183,88	0,82	1,04	151	0,0151
6	K6	0,0352	85,3	0,56	0,56	48	0,0048
7	K7	0,0105	191,1	0,78	0,38	149	0,0149
8	K8	0,0100	100	0,60	0,67	60	0,0060
9	K9	0,0280	71,43	0,59	0,61	42	0,0042
10	K10	0,0442	90,4	0,55	0,66	50	0,0050
11	K11	0,0553	90,4	0,53	0,75	48	0,0048
12	K12	0,0128	78	0,42	0,50	33	0,0033
13	K13	0,0100	100	0,73	0,67	73	0,0073
14	K14	0,0077	129,5	0,80	0,63	104	0,0104
15	K15	0,0134	74,63	0,42	0,50	31	0,0031
16	K16	0,0162	61,68	0,70	0,70	43	0,0043

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 7. Perhitungan debit air hujan

No	Nama Saluran	Sloop (S)	Kofisien (C)	Hujan Rancangan (mm)	To	Td	Tc	Intensitas Hujan (I) (mm/jam)	Debit Limpasan (Q)
1	K1	0,0046	0,4	450,9786	1,0863	4,065	5,151	52,418	0,108753
2	K2	0,0046	0,4	450,9786	1,0863	4,065	5,151	52,418	0,107474
3	K3	0,0110	0,4	450,9786	1,0627	1,688	2,751	79,640	0,056506
4	K4	0,0113	0,4	450,9786	1,0742	3,272	4,346	58,707	0,083045
5	K5	0,0109	0,4	450,9786	1,0753	3,405	4,480	57,527	0,096455
6	K6	0,0352	0,4	450,9786	1,0512	1,580	2,631	82,040	0,043578
7	K7	0,0105	0,4	450,9786	1,0763	3,539	4,615	56,402	0,093487
8	K8	0,010	0,4	450,9786	1,0651	1,852	2,917	76,583	0,051096
9	K9	0,028	0,4	450,9786	1,0501	1,323	2,373	87,883	0,041185
10	K10	0,0442	0,4	450,9786	1,0502	1,674	2,724	80,153	0,044315
11	K11	0,0553	0,4	450,9786	1,0483	1,674	2,722	80,191	0,042724
12	K12	0,0128	0,4	450,9786	1,0585	1,444	2,503	84,810	0,030896
13	K13	0,010	0,4	450,9786	1,0651	1,852	2,917	76,583	0,062167
14	K14	0,0077	0,4	450,9786	1,0720	2,398	3,470	68,210	0,078580
15	K15	0,0134	0,4	450,9786	1,0573	1,382	2,439	86,278	0,030072
16	K16	0,0162	0,4	450,9786	1,0523	1,142	2,195	92,581	0,044450

Sumber : Hasil perhitungan

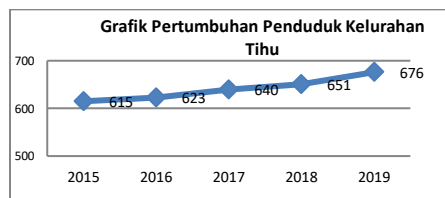
4.5 Perhitungan Debit Air Kotor (Q_{ak})

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan rumus Metode Regresi Linier. Data jumlah penduduk lima tahun terakhir, yaitu tahun 2015, 2016, 2017, 2018 dan 2019 pada daerah Kel. Tihu, Kec. Teluk Ambon.

Tabel 8. Perhitungan jumlah penduduk

No	RW	Jumlah Penduduk (Orang)				
		Tahun 2015	Tahun 2016	Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019
1	02	127	129	133	137	143
2	03	115	115	119	120	126
3	04	208	209	214	217	228
4	05	165	170	174	177	179
Jumlah		615	623	640	651	676

Sumber : Kelurahan Tihu, Kec. Teluk Ambon



Gambar 1 : Grafik pertumbuhan penduduk Kel. Tihu

Tabel 9. Perhitungan analisa proyeksi jumlah penduduk

No	RW	Laju pertumbuhan penduduk	Penduduk (Orang)	
			2019	2029
1	02	0,037%	143	206
2	03	0,037%	126	181
3	04	0,037%	228	328
4	05	0,037%	179	257
Jumlah			676	972

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 10. Perhitungan debit air kotor pada saluran drainase

No	Nama Saluran	Luas (m ²)	Luas (ha)	Q	Debit air kotor (m ³ /det/ha)
1	K1	187	0,0187	0,00152	0,0000283
2	K2	184	0,0184	0,00152	0,0000280
3	K3	64	0,0064	0,00152	0,0000097
4	K4	127	0,0127	0,00152	0,0000193
5	K5	151	0,0151	0,00152	0,0000229
6	K6	48	0,0048	0,00152	0,0000073
7	K7	149	0,0149	0,00152	0,0000226
8	K8	60	0,0060	0,00152	0,0000091
9	K9	42	0,0042	0,00152	0,0000064
10	K10	50	0,0050	0,00152	0,0000076
11	K11	48	0,0048	0,00152	0,0000073
12	K12	33	0,0033	0,00152	0,0000050
13	K13	73	0,0073	0,00152	0,0000111
14	K14	104	0,0104	0,00152	0,0000157
15	K15	31	0,0031	0,00152	0,0000048
16	K16	43	0,0043	0,00152	0,0000066

Sumber : Hasil perhitungan

4.6 Perhitungan Debit Rencana (Q_{ren})

Menghitung Debit Rencana (Q_{ren}) Untuk Kala Ulang 10 Tahun.

Tabel 11. Perhitungan debit rencana

No	Nama Saluran	Luas (m ²)	Luas (ha)	Debit Limpasan (Q)	Debit air kotor (m ³ /det/ha)	Debit Rencana (Q _r)
1	K1	187	0,0187	0,108753	0,0000283	0,108782
2	K2	184	0,0184	0,107474	0,0000280	0,107502
3	K3	64	0,0064	0,056506	0,0000097	0,056515
4	K4	127	0,0127	0,083045	0,0000193	0,083065
5	K5	151	0,0151	0,096455	0,0000229	0,096478
6	K6	48	0,0048	0,043578	0,0000073	0,043585
7	K7	149	0,0149	0,093487	0,0000226	0,093510
8	K8	60	0,0060	0,051096	0,0000091	0,051105
9	K9	42	0,0042	0,041185	0,0000064	0,041192
10	K10	50	0,0050	0,044315	0,0000076	0,044323
11	K11	48	0,0048	0,042724	0,0000073	0,042731
12	K12	33	0,0033	0,030896	0,0000050	0,030901
13	K13	73	0,0073	0,062167	0,0000111	0,062178
14	K14	104	0,0104	0,078580	0,0000157	0,078596
15	K15	31	0,0031	0,030072	0,0000048	0,030077
16	K16	43	0,0043	0,044450	0,0000066	0,044456

Sumber : Hasil perhitungan

4.7 Kondisi Sistem Drainase Eksisting

Sesuai dengan identifikasi lokasi studi, system drainase pada Poka Perumnas Kelurahan Tihu.



Gambar 2. Skema system drainase Kel. Tihu

Tabel 12. Perhitungan saluran drainase eksisting

No	Nama Saluran	Sloop (S)	Kofisien Manning (n)	B (m)	H (m)	A (m ²)	P (m ²)	R (m)	V (m/det)	Debit Eksisting (m ³ /det)
1	K1	0,005	0,22	0,85	0,92	0,782	2,690	0,2907	0,1341	0,104853
2	K2	0,0046	0,22	0,84	0,46	0,3864	1,760	0,2195	0,1111	0,042926
3	K3	0,0110	0,22	0,70	0,70	0,49	2,100	0,2333	0,1796	0,087991
4	K4	0,011	0,22	0,72	0,72	0,5184	2,160	0,2400	0,1859	0,096362
5	K5	0,011	0,22	0,82	1,04	0,8528	2,900	0,2941	0,2088	0,178046
6	K6	0,0352	0,22	0,56	0,56	0,3136	1,680	0,1867	0,2769	0,086827
7	K7	0,0105	0,22	0,78	0,38	0,2964	1,540	0,1925	0,1542	0,045694
8	K8	0,010	0,22	0,60	0,67	0,402	1,940	0,2072	0,1583	0,063651
9	K9	0,028	0,22	0,59	0,61	0,3599	1,810	0,1988	0,2577	0,092754
10	K10	0,0442	0,22	0,55	0,66	0,363	1,870	0,1941	0,3188	0,115727
11	K11	0,0553	0,22	0,53	0,75	0,3975	2,030	0,1958	0,3585	0,142511
12	K12	0,0128	0,22	0,42	0,50	0,21	1,420	0,1479	0,1430	0,030033
13	K13	0,010	0,22	0,73	0,67	0,4891	2,070	0,2363	0,1729	0,084561
14	K14	0,0077	0,22	0,80	0,63	0,504	2,060	0,2447	0,1555	0,078381
15	K15	0,0134	0,22	0,42	0,50	0,21	1,420	0,1479	0,1462	0,030704
16	K16	0,0162	0,22	0,70	0,49	0,49	2,100	0,2333	0,2183	0,106966

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 13. Perhitungan kapasitas saluran drainase

No	Nama Saluran	Debit Eksisting (m ³ /det)	Debit Rencana (m ³ /det)	Selisih Debit (m ³ /det)	Analisa Kapasitas Saluran
1	K1	0,104853	0,108782	(0,003928)	Tidak memenuhi
2	K2	0,042926	0,107502	(0,064576)	Tidak memenuhi
3	K3	0,087991	0,056515	0,031476	Memenuhi
4	K4	0,096362	0,083065	0,013297	Memenuhi
5	K5	0,178046	0,096478	0,081569	Memenuhi
6	K6	0,086827	0,043585	0,043242	Memenuhi
7	K7	0,045694	0,093510	(0,047816)	Tidak memenuhi
8	K8	0,063651	0,051105	0,012546	Memenuhi
9	K9	0,092754	0,041192	0,051562	Memenuhi
10	K10	0,115727	0,044323	0,071404	Memenuhi
11	K11	0,142511	0,042731	0,099780	Memenuhi
12	K12	0,030033	0,030901	(0,000867)	Tidak memenuhi
13	K13	0,084561	0,062178	0,022383	Memenuhi
14	K14	0,078381	0,078596	(0,000215)	Tidak memenuhi
15	K15	0,030704	0,030077	0,000627	Memenuhi
16	K16	0,106966	0,044456	0,062509	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan

4.8 Perhitungan Evaluasi Saluran Drainase

Hasil analisis ada 5 titik saluran yang menjadi tinjauan yang tidak mampu menampung debit rencana, dimana kapasitas saluran lebih kecil dari debit rencana.

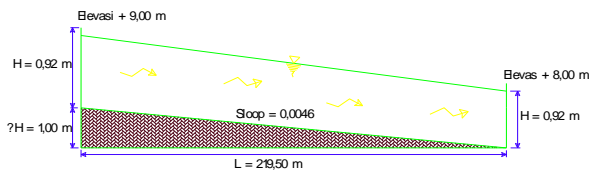
Tabel 14. Perhitungan saluran drainase baru

No	Nama Saluran	Sloop (S)	Koefisien Manning (n)	B (m)	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m ³ /det)	Debit Eksisting (m ³ /det)
1	K1	0,0046	0,22	0,86	0,95	0,82	2,76	0,296	0,136	0,111333
2	K2	0,0046	0,22	0,86	0,95	0,82	2,76	0,296	0,136	0,111333
3	K7	0,0105	0,22	0,75	0,75	0,56	2,25	0,250	0,185	0,103803
4	K12	0,0128	0,22	0,50	0,60	0,30	1,70	0,176	0,162	0,048577
5	K14	0,0077	0,22	0,75	0,80	0,60	2,35	0,255	0,161	0,096453

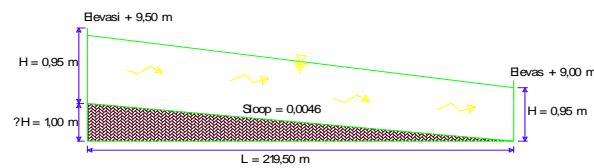
Sumber : Hasil perhitungan

4.9 Kapasitas saluran drainase lama dan baru

1. Arah Aliran dan Elevasi Saluran K1



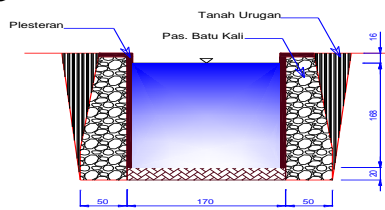
(a) Aliran Lama



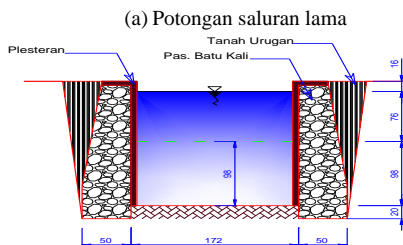
(b) Aliran Baru

Gambar 3. (a), (b) Arah aliran lama dan baru

2. Potongan Saluran Lama dan Baru K1



Potongan Saluran Drainase Lama K1
Skala 1:50



Potongan Saluran Drainase Baru K1
Skala 1:50

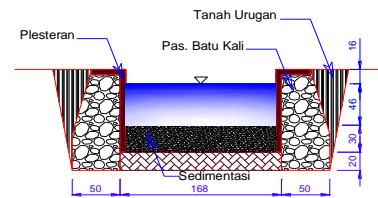
(b) Potongan saluran baru

Gambar 4. (a), (b) Potongan saluran lama dan baru

4.10 Penanggulangan Sedimentasi Saluran Drainase

Upaya penanggulangan sedimentasi tertuju pada 3 titik saluran drainase yang terdapat sedimentasi.

1. Saluran Drainase Lama dan Baru K2



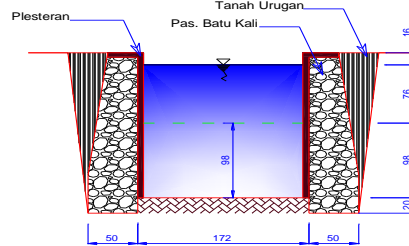
Potongan Saluran Drainase Lama K2

Skala 1:50

Gambar 5. Potongan saluran lama

Keterangan :

- Panjang (L) = 219,50 M
- Lebar (B) = 168 Cm
- Tinggi (H) = 76 Cm
- Tinggi Jagaan (W) = 16 Cm
- Debit Eksisting ($Q_{Eksisting}$) = 0,042926 m³/det
- Kecepatan Aliran (V) = 0,1111 m/det
- Sloop (S) = 0,0046
- Tinggi Sedimentasi = 30 Cm



Potongan Saluran Drainase Baru K2

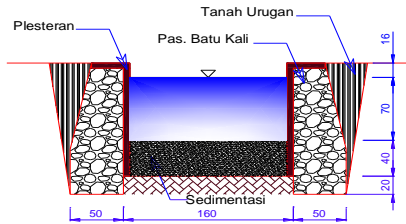
Skala 1:50

Gambar 6. Potongan saluran baru

Keterangan :

- Panjang (L) = 219,50 M
- Lebar (B) = 172 Cm
- Tinggi (H) = 174 Cm
- Tinggi Jagaan (W) = 16 Cm
- Debit Saluran Baru ($Q_{Saluran\ baru}$) = 0,111333 m³/det
- Kecepatan Aliran (V) = 0,136 m/det
- Sloop (S) = 0,0046
- Koefisien Menning (n) = 0,22
- Saluran yang baru ditambah tingginya = 98 Cm

2. Saluran Drainase Lama dan Baru K14

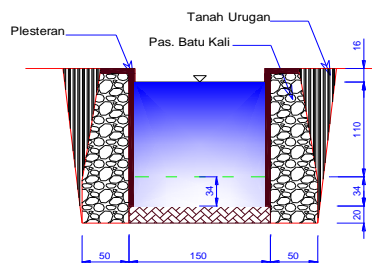


Potongan Saluran Drainase Lama K14
Skala 1:50

Gambar 7. Potongan saluran lama

Keterangan :

- Panjang (L) = 129,50 M
- Lebar (B) = 160 Cm
- Tinggi (H) = 110 Cm
- Tinggi Jagaan (W) = 16 Cm
- Debit Eksisting ($Q_{Eksisting}$) = 0,078381 m³/det
- Kecepatan Aliran (V) = 0,1555 m/det
- Sloop (S) = 0,0077
- Sedimentasi = 40 Cm



Potongan Saluran Drainase Baru K14
Skala 1:50

Gambar 8. Potongan saluran baru

Keterangan :

- Panjang (L) = 129,50 M
- Lebar (B) = 150 Cm
- Tinggi (H) = 150 Cm
- Tinggi Jagaan (W) = 16 Cm
- Debit Saluran Baru ($Q_{Saluran\ baru}$) = 0,096453 m³/det
- Kecepatan Aliran (V) = 0,161 m/det
- Sloop (S) = 0,0077
- Koefisien Manning (n) = 0,22
- Saluran yang baru ditambah tingginya = 34 Cm

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Debit rencana maksimal pada sistem drainase di daerah Kelurahan Tihu terjadi pada saluran K1 sebesar 0,108782 m³/det dan besar debit rencana minimum adalah 0,030077 m³/det pada saluran K15.
2. Besar debit limpasan yang terjadi pada sistem drainase di daerah Kelurahan Tihu adalah sebagai berikut, debit kalaulang 10 tahun (Q_{10thn})

maksimal sebesar 0,108753 m³/det, debit minimum sebesar 0,030072 m³/det, debit air kotor yang terjadi pada sistem drainase di daerah Kelurahan Tihu akibat pertambahan jumlah penduduk sebesar 0,0000283 m³/det (debit maksimal) pada saluran K1 dan debit minimum terjadi pada saluran K15 sebesar 0,0000048 m³/det.

3. Solusi penanggulangan debit limpasan yang terjadi pada sistem drainase di daerah Kelurahan Tihu terhadap beban debit yang harus di tampung terdapat beberapa saluran yang tidak mampu menampung beban debit sehingga perlu dievaluasi dengan memperbesar dimensi saluran dan normalisasi saluran yang ada seperti saluran nomor K1 dengan dimensi lebar (B) 0,86 m dan tinggi (H) 0,95 m, saluran nomor K2 dengan dimensi lebar (B) 0,86 m dan tinggi (H) 0,95 m, saluran nomor K7 dengan dimensi lebar (B) 0,75 m dan tinggi (H) 0,75 m, saluran nomor K12 dengan dimensi lebar (B) 0,50 m dan tinggi (H) 0,60 m, dan saluran nomor K14 dengan dimensi lebar (B) 0,75 m dan tinggi (H) 0,80 m.

5.2 Saran

Dari hasil pembahasan dan kesimpulan yang dicapai dalam studi ini, maka untuk pengembangan hasil yang lebih baik disarankan sebagai berikut :

1. Kajian perubahan tata guna lahan, koefisien limpasan, debit limpasan, debit rencana dan debit air kotor dalam penelitian ini belum memperhitungkan perubahan iklim global yang terjadi dan perubahan intensitas hujan 20 tahun yang akan datang karena data curah hujan yang dipakai adalah data hujan 10 tahunan. Untuk penelitian berikutnya untuk memperhitungkan perubahan iklim global dan data hujan yang dipakai 100 tahunan sehingga intensitas hujan tetap untuk debit rencana 20 tahun yang akan datang.
2. Perlu dilakukan upaya pembersihan berkala terhadap setiap saluran drainase agar kapasitas pengaliran tidak berkurang sehingga saluran mampu menampung debit rencana dan saluran drainase yang masih dapat menampung debit layanan perlu di lakukan pembersihan sedimennya.
3. Dalam penelitian ini penulis kesulitan mendapat data-data seperti; data curah hujan, peta topografi Kel. Tihu, peta masterplan Kel. Tihu, peta wilayah Kel. Tihu dan peta jaringan

drainase. Untuk penelitian berikutnya sebelum melakukan penelitian di Kel. Tihu harus menyiapkan data-data tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Betaubun. R. J, Suseno. D. H, Ussyandawayanty. 2012. *Analisis Penanggulangan Genangan Di Kota Ambon pada Das Waitomu Kelurahan Uritetu*, Jurnal Teknologi, Vol. 9 No.2.
- [2] Faradina, A. Wijatmiko, I. Devia, Y. P. M. Anwar, R. 2018. *Analisis Debit Limpasan Drainase Akibat Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan di Daerah Kota Surabaya Barat*, Rekayasa Sipil, Vol. 12, No.2.
- [3] Feriyanto, Erwin. 2016. *Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan Terhadap Tata Ruang Wilayah Kota Metro*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Lampung.
- [4] Hasmar, Halim. 2012. *Drainase Terapan*. UII Press Yogyakarta. Yogyakarta.
- [5] Saleh, Chairil. 2011. *Kajian Penanggulangan Limpasan Permukaan Dengan Menggunakan Sumur Resapan (Studi Kasus di Daerah Perumnas Made Kabupaten Lamongan)*, Media Teknik Sipil, Vol.9, N0.2.
- [6] Sinaga. M. R. dan Harahap. R. 2016. *Analisis Sistem Saluran Drainase pada Jalan Perjuangan Medan*, Educational Building, Vol.2. No.2.
- [7] SNI 2415:2016. 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- [8] Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- [9] Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- [10] Universitas Lampung. 2013. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- [11] Van Rafi'i, Candra Hakim. 2013. *Analisis Geospasial Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Daerah Aliran Sungai Kuripan Lampung*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Lampung.