

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN PERENCANAAN SALURAN DRAINASE
PADA JALAN SEMERU PALANGKA RAYA**

Oleh:

SATRIA CHRISTIAN FEBRIANTO

NIM. DAB 113 021



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2020

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN PERENCANAAN SALURAN DRAINASE
PADA JALAN SEMERU PALANGKA RAYA**

Oleh :

SATRIA CHRISTIAN FEBRIANTO
NIM. DAB 113 021

Disetujui untuk diajukan dalam Seminar Hasil Tugas Akhir

Palangka Raya, Oktober 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

NOMERITAE, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 19791109 200312 2 002

DWI ANUNG NINDITO, S.T., M.T.
NIP. 19761026 200312 1 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

RINGKASAN

Evaluasi dan Perencanaan Saluran Drainase pada Jalan Semeru Palangka Raya,
Satria Christian Febrianto, DAB 113 021, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Kota Palangka Raya merupakan kota berkembang dan selalu mengalami penambahan wilayah perumahan yang harus diikuti oleh peningkatan sistem tata drainase perkotaan, misalnya di Jalan Semeru, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya. Berdasarkan pengamatan di lapangan, di beberapa areal jalan sering terjadi genangan akibat melimpasnya air dari saluran drainase saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Tentunya hal tersebut sangat mengganggu aktivitas masyarakat sekitar. Untuk meminimalkan potensi dan masalah genangan perlu dilakukan identifikasi dan evaluasi untuk perencanaan drainase di Jalan Semeru.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menggambar *layout* saluran, serta mengevaluasi beban dan kapasitas dari drainase tersebut. Selain itu juga merencanakan dimensi saluran yang diperlukan. Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukan tahapan penelitian yang meliputi : (1) Pengumpulan Data, (2) Analisis Data, (3) Evaluasi Kapasitas Drainase, (4) Perencanaan Teknis, (5) Penyusunan Laporan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah daerah *layout* saluran drainase yang direncanakan berdasarkan pengamatan dan elevasi yang diketahui dari pengukuran, arah aliran air terbagi menjadi dua arah aliran yaitu, (1) dari Jalan Cakra Buana ke arah saluran primer Jalan Batu Suli, (2) dari Jalan Cakra Buana ke arah saluran primer Jalan Krakatau. Beban drainase kumulatif (Q_r) dengan periode ulang 5 tahun terkecil yaitu $0,0479 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan terbesar $4,4400 \text{ m}^3/\text{detik}$. Kapasitas drainase eksisting (Q_s) pada daerah tinjauan terkecil yaitu $0,0288 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan terbesar $1,6699 \text{ m}^3/\text{detik}$, terdapat perbedaan hasil analisis antara metode Q_r/Q_s dan penelusuran aliran dengan aplikasi HEC-RAS, output profil aliran yang dihasilkan dalam analisis HEC-RAS merupakan hasil penelusuran aliran dengan berdasarkan skema geometri saluran yang diinput sebagai satu kesatuan sistem yang terkoneksi. Saluran yang direncanakan berbentuk persegi dan terdiri atas 8 variasi dimensi saluran yaitu $B = 0,50 \text{ m} \times H = 0,65 \text{ m}$, $B = 0,70 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$, $B = 1,00 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$, $B = 1,20 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$, $B = 1,40 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$, $B = 1,50 \text{ m} \times H = 0,90 \text{ m}$, $B = 2,00 \text{ m} \times H = 1,05 \text{ m}$, $B = 3,10 \text{ m} \times H = 1,30 \text{ m}$. Bangunan pelintas (gorong-gorong) yang direncanakan dalam penelitian ini berbentuk *box culvert* dan terdiri atas 2 variasi dimensi yaitu $b = 0,60 \text{ m} \times h = 0,60 \text{ m}$ dan $b = 0,80 \text{ m} \times h = 0,80 \text{ m}$. Setelah perencanaan dimensi saluran drainase, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan aplikasi HEC-RAS (Lampiran 28). Dari hasil analisis menggunakan HEC-RAS dapat disimpulkan, saluran drainase yang direncanakan mempunyai kapasitas tampung yang cukup untuk menampung debit banjir rencana (Q_r).

Kata Kunci : Drainase, Banjir, HEC-RAS.

SUMMARY

Drainage Channel Evaluation and Planning on Semeru Street Palangka Raya,
Satria Christian Febrianto, DAB 113 021, *Civil Engineering Department, Engineering Faculty, University of Palangka Raya.*

Palangka Raya is a developing city and always experiencing an increase in housing areas which must be followed by an improvement in the urban drainage system, for the example on Semeru Street, Jekan Raya District, Palangka Raya. Based on observations in the field, in some areas of the road often puddles occur due to runoff of water from the drainage channel when there is rain with high intensity. So this is very disturbing activities of the surrounding community. To minimize the potential and problems of inundation it is necessary to identify and evaluate the drainage planning on Jalan Semeru.

This research is to determine and draw channel layout, and evaluate the load and capacity of the drainage. It also plans the required channel dimensions. To achieve these objectives the research stages are carried out which include: (1) Collection information, (2) Analysis information, (3) Drainage Capacity Evaluation, (4) Technical Planning, (5) Preparation Report.

Results obtained from this research is the regional layout of drainage channels wick planned based on observations and elevation from measurements, water flow is divided into two flow direction, namely, (1) from Cakra Buana Street towards the primary channel Batu Suli Street, (2) from Cakra Buana Street towards the primary channel of Krakatau Street. Cumulative drainage load (Q_r) with the lowest return period of 5 years is 0.0479 m³/s and the largest is 4.4400 m³/s. Existing drainage capacity (Q_s) in the smallest area is 0.0288 m³/s and the largest is 1.6699 m³/s, there are differences in the analysis results between the Q_r / Q_s method and flow tracking with the HEC-RAS application, the flow profile output is generated in the HEC-RAS analysis is the result of flow tracing based on a channel geometry wick inputted as a single connected system. The square channel is consists of 8 channel dimensions variations, namely $B = 0.50 \text{ m} \times H = 0.65 \text{ m}$, $B = 0.70 \text{ m} \times H = 0.85 \text{ m}$, $B = 1.00 \text{ m} \times H = 0.85 \text{ m}$, $B = 1.20 \text{ m} \times H = 0.85 \text{ m}$, $B = 1.40 \text{ m} \times H = 0.85 \text{ m}$, $B = 1.50 \text{ m} \times H = 0.90 \text{ m}$, $B = 2.00 \text{ m} \times H = 1.05 \text{ m}$, $B = 3.10 \text{ m} \times H = 1.30 \text{ m}$. The crossing building (box culvert) and consists of 2 dimensional variations namely $b = 0.60 \text{ m} \times h = 0.60 \text{ m}$ and $b = 0.80 \text{ m} \times h = 0.80 \text{ m}$. After planning dimensions of the drainage channel, then do analysis using the HEC-RAS application (Appendix 28). From the results of the analysis using HEC-RAS, the planned drainage channel has sufficient capacity to accommodate the design discharge (Q_r).

Keywords : Drainage, Flooding, HEC-RAS.

PRAKATA

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala Berkah, Karunia dan Anugerah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan untuk di seminarkan dan ditinjau kembali untuk diperbaiki.

Tugas Akhir dengan Judul **“EVALUASI DAN PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PADA JALAN SEMERU PALANGKA RAYA”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini tidak lupa diucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

6. Bapak Ir. Desriantomy, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibu Nomeritae, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I.
8. Bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
9. Bapak Haiki Mart Yupi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembahas I.
10. Bapak Raden Haryo Saputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas II.
11. Bapak Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T. selaku Dosen Pembahas III.
12. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Tugas Akhir ini, sehingga segala bentuk tanggapan, kritikan dan saran yang bersifat membangun dan ikut memajukan sangat diharapkan dari berbagai pihak demi tercapainya tujuan dan substansi yang diinginkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini kedepannya.

Palangka Raya, Januari 2020

SATRIA C. FEBRIANTO
NIM. DAB 113 121

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
<i>SUMMARY</i>	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Perencanaan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Perencanaan.....	3
1.6 Lokasi Tinjauan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Uraian Umum.....	5
2.2 Analisis Hidrologi.....	6
2.2.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan.....	6
2.2.2 Uji Homogenitas Data Curah Hujan.....	7

2.2.3	Perhitungan Curah Hujan Wilayah	8
2.2.4	Perhitungan Curah Hujan Rencana	10
2.2.5	Pengujian Distribusi Probabilitas Curah Hujan Rencana.....	11
2.2.6	Koefisien Pengaliran (C).....	13
2.2.7	Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c).....	13
2.2.8	Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I).....	13
2.2.9	Perhitungan Debit Akibat Air Hujan (Q_{ah})	13
2.2.10	Perhitungan Debit Akibat Air Limbah (Q_{al})	13
2.2.11	Perhitungan Beban Drainase (Q_r).....	14
2.3	Analisis Hidraulika.....	14
2.3.1	Perhitungan Kapasitas Saluran (Q_s).....	14
2.3.2	Simulasi Hidraulika Menggunakan HEC-RAS.....	15
2.4	Perhitungan Dimensi Hidrolis Saluran Drainase.....	16
2.4.1	Dimensi Saluran	16
2.4.2	Bentuk Penampang Saluran	16
2.4.3	Kemiringan Dasar Saluran	17
2.4.4	Kecepatan Aliran.....	17
2.4.5	Tinggi Jagaan	18
2.5	Perhitungan Dimensi Gorong-gorong	18
2.5.1	Penampang Melintang Gorong-gorong.....	18
2.5.2	Kehilangan Tinggi Energi (h_L).....	19
2.5.3	Kemiringan Dasar Gorong-gorong	19
2.6	Penelitian Terdahulu.....	20

BAB III METODE PERENCANAAN

3.1	Lokasi dan Waktu Studi Perencanaan	23
-----	--	----

3.2	Tahapan Perencanaan	23
3.2.1	Pegumpulan Data	23
3.2.2	Analisis Data Primer	25
3.2.3	Analisis Data Sekunder	26
3.2.4	Analisis Beban Drainase Akibat Air Hujan	27
3.2.5	Analisis Beban Drainase Akibat Air Limbah	28
3.2.6	Analisis Beban Drainase (Qr)	28
3.2.7	Analisis Kapasitas Saluran Drainase Eksisting (Qs).....	28
3.2.8	Evaluasi Kapasitas Pengairan Drainase	28
3.2.9	Perencanaan Teknis.....	29
3.2.10	Penyusunan Laporan	29
3.3	Bagan Alir Perencanaan	30

BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA

4.1	Data Curah Hujan	31
4.1.1	Uji Konsistensi Data Hujan.....	32
4.1.2	Uji Homogenitas Data Hujan	35
4.1.3	Perhitungan Curah Hujan Wilayah	37
4.1.4	Perhitungan Curah Hujan Rencana	39
4.1.5	Uji Distribusi Probabilitas.....	48
4.2	Profil Memanjang dan Melintang Saluran	59
4.3	Perhitungan Beban Drainase (Qr).....	62
4.3.1	Penentuan Luas Daerah Tangkapan	62
4.3.2	Perhitungan Koefisien Pengaliran Tangkapan Hujan (C).....	62
4.3.3	Perhitungan Intensitas Hujan (I)	63
4.3.4	Perhitungan Beban Drainase Akibat Air Hujan (Qah).....	65

4.3.5	Perhitungan Beban Drainase Akibat Air Hujan (Qal).....	66
4.3.6	Perhitungan Beban Drainase Akibat Air Hujan (Qr).....	67
4.4	Perhitungan Kapasitas Drainase (Qs)	67
4.5	Perbandingan Beban Drainase (Qr) dan Kapasitas Drainase (Qs).....	69
4.6	Analisis Hidraulika Saluran Eksisting Menggunakan HEC-RAS	71
4.7	Perhitungan Dimensi Hidrolis Saluran Drainase	82
4.8	Analisis Hidraulika Saluran Rencana Menggunakan HEC-RAS	86
4.9	Perhitungan Struktur Dimensi Saluran	92
4.9.1	Data Struktur	92
4.9.2	Material Struktur	93
4.9.3	Berat Jenis	93
4.9.4	Analisis Beban	93
4.9.5	Kombinasi Beban Ultimit	96
4.9.6	Tulangan Pokok	97
4.9.7	Tulangan Bagi	98
4.10	Perhitungan Dimensi Hidrolis Gorong-gorong.....	99
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	104
5.2	Saran	106
DAFTAR PUSTAKA		107
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum	32
Tabel 4.2 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Palangka Raya	33
Tabel 4.3 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Bukit Tunggal.....	34
Tabel 4.4 Uji Homogenitas Data Curah Hujan Stasiun Palangka Raya dan Stasiun Bukit Tunggal.....	35
Tabel 4.5 Perhitungan Luasan Area dengan menggunakan SIG.....	38
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Menggunakan Metode Poligon Thiessen.....	38
Tabel 4.7 Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Gumbel	39
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Probabilitas Gumbel	41
Tabel 4.9 Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Normal.....	42
Tabel 4.10 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Probabilitas Normal...	43
Tabel 4.11 Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Log Normal	44
Tabel 4.12 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Probabilitas Log Normal	45
Tabel 4.13 Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.....	46
Tabel 4.14 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.....	47
Tabel 4.15 Perhitungan Interval Kelas Uji Distribusi Probabilitas Gumbel.....	50
Tabel 4.16 Perhitungan Interval Kelas Uji Distribusi Probabilitas Normal.....	50
Tabel 4.17 Perhitungan Interval Kelas Uji Distribusi Probabilitas Log Normal ..	51
Tabel 4.18 Perhitungan Interval Kelas Uji Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.....	52
Tabel 4.19 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Probabilitas Gumbel	52
Tabel 4.20 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Probabilitas Normal	52
Tabel 4.21 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Probabilitas Log Normal.....	53
Tabel 4.22 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.....	53

Tabel 4.23 Uji Distribusi Probabilitas Gumbel Metode Smirnov-Kolmogorov ...	54
Tabel 4.24 Uji Distribusi Probabilitas Normal Metode Smirnov-Kolmogorov....	55
Tabel 4.25 Uji Distribusi Probabilitas Log Normal Metode Smirnov-Kolmogorov	56
Tabel 4.26 Uji Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III Metode Smirnov-Kolmogorov	57
Tabel 4.27 Hasil Uji Sminov Kolmogorov dan Chi Kuadrat untuk Distribusi Gumbel, Normal, Log Normal, Log Pearson Type III.....	59
Tabel 4.28 Perhitungan Koefisien Pengaliran Rata-rata	64
Tabel 4.29 Hasil Analisis Menggunakan Aplikasi HEC-RAS	79
Tabel 4.30 Gaya Akibat Tekanan Tanah.....	97
Tabel 4.31 Koefisien Faktor Beban	97
Tabel 4.32 Kombinasi Momen Ultimit	97
Tabel 4.33 Rekapitulasi Dimensi dan Kebutuhan Gorong-gorong (Box Culvert) Pracetak	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Perencanaan.....	4
Gambar 2.1 Penampang Melintang Saluran Trapesium	16
Gambar 2.2 Penampang Melintang Saluran Persegi.....	17
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4.1 Stasiun Hujan dan Daerah Pengaruhnya Terhadap Penelitian	31
Gambar 4.2 Poligon Thiessen Menggunakan Sistem Informasi Geografis	37
Gambar 4.3 <i>Background Picture</i> Lokasi Penelitian Kondisi Eksisting	72
Gambar 4.4 Skema Saluran Eksisting.....	73
Gambar 4.5 Tampang Melintang Saluran Eksisting	74
Gambar 4.6 Skema Saluran Eksisting Keseluruhan Daerah Tinjauan	74
Gambar 4.7 Pengaturan Data Syarat Batas Saluran Eksisting	75
Gambar 4.8 Layar Hitungan Aliran Permanen	75
Gambar 4.9 <i>Running</i> Hitungan Aliran Permanen	76
Gambar 4.10 Output Simulasi Seluruh Saluran Eksisting	76
Gambar 4.11 Tampilan Perspektif Eksisting Saluran C1.....	77
Gambar 4.12 Profil Muka Air Hasil Hitungan Tampang Melintang Eksisting pada Saluran C1.....	77
Gambar 4.13 Profil Muka Air Memanjang Eksisting Saluran C1	78
Gambar 4.14 Output Bentuk Tabel Eksisting Saluran C1	78
Gambar 4.15 Tampilan Perspektif Eksisting Saluran C46.....	82
Gambar 4.16 Profil Muka Air Hasil Hitungan Tampang Melintang Eksisting pada Saluran C46.....	82
Gambar 4.17 Output Bentuk Tabel Eksisting Saluran C46	83
Gambar 4.18 Skema Saluran Rencana Lokasi Penelitian	88
Gambar 4.19 Tampang Melintang Saluran Rencana	89
Gambar 4.20 Pengaturan Data Syarat Batas untuk Saluran Rencana	89
Gambar 4.21 Layar Hitungan Aliran Permanen	90
Gambar 4.22 <i>Running</i> Hitungan Aliran Permanen	90
Gambar 4.23 Tampilan Perspektif Seluruh Saluran Rencana.....	91

Gambar 4.24 Tampilan Perspektif Seluruh Saluran C1 Rencana	91
Gambar 4.25 Profil Muka Air Hasil Hitungan Tampang Melintang Rencana Saluran C1.....	92
Gambar 4.26 Profil Muka Air Hasil Hitungan Tampang Memanjang Rencana Saluran C1.....	92
Gambar 4.27 Output Bentuk Tabel Saluran C1 Rencana	93
Gambar 4.28 Penampang Melintang dan Memanjang <i>Box Culvert</i> Pracetak.....	104

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Nilai Q_{kritis} dan R_{kritis}	125
Lampiran 2 Tabel Nilai Kritis t_c (t_{kritis}) untuk uji distribusi 2 sisi	126
Lampiran 3 Tabel Nilai <i>Reduced Mean</i> (Y_n) dan Nilai <i>Reduced Standard Deviation</i> (S_n).....	127
Lampiran 4 Tabel Nilai <i>Reduced Variate</i> (Y_t)	127
Lampiran 5 Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss	128
Lampiran 6 Tabel Nilai Faktor frekuensi K_T untuk Distribusi Log Pearson Type III.....	129
Lampiran 7 Tabel Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Kuadrat (Uji satu sisi).....	130
Lampiran 8 Tabel Nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorov.....	131
Lampiran 9 Tabel Luas Wilayah di Bawah Kurve Normal	132
Lampiran 10 Hasil Pengukuran Profil Memanjang	136
Lampiran 11 Hasil Pengukuran Profil Melintang	140
Lampiran 12 Tabel Harga Koefisien Pengaliran (C)	161
Lampiran 13 Tabel Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Daerah Pengaliran Tangkapan Hujan.....	162
Lampiran 14 Tabel Perkiraan Kecepatan Aliran (Untuk Saluran Alami).....	166
Lampiran 15 Tabel Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rencana	167
Lampiran 16 Tabel Hasil Perhitungan Beban Drainase Akibat Air Hujan (Q_{ah})	169
Lampiran 17 Tabel Kriteria Perencanaan Air Limbah.....	171
Lampiran 18 Tabel Hasil Perhitungan Beban Drainase Akibat Air Limbah (Q_{al})	172
Lampiran 19 Tabel Nilai Total Q Periode Ulang 5 Tahun.....	174
Lampiran 20 Tabel Nilai Q Kumulatif untuk Periode Ulang 5 Tahun	175
Lampiran 21 Tabel Koefisien Kekasaran Manning	177
Lampiran 22 Tabel Hasil Perhitungan Kapasitas Drainase.....	178
Lampiran 23 Tabel Perbandingan Beban Drainase (Q_r) dan Kapasitas Drainase (Q_s)	183
Lampiran 24 Output Bentuk Tabel Seluruh Saluran Eksisting Aplikasi HEC-RAS	186

Lampiran 25 Tabel Perbandingan Lebar Dasar Saluran dengan Tinggi Saluran	193
Lampiran 26 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Rencana.....	194
Lampiran 27 Output Bentuk Tabel Seluruh Saluran Rencana Aplikasi	
HEC-RAS	198
Lampiran 28 Hasil Perhitungan Struktur Drainase	205
Lampiran 29 Hasil Perhitungan Dimensi Hidrolis Gorong-gorong.....	262
Dokumentasi	
Lampiran Gambar	

DAFTAR NOTASI

S_k^*	=	Deviasi Komulatif
S_k^{**}	=	<i>Rescaled Adjusted Partial Sums</i> (RAPS)
D_y	=	Standar Deviasi
Y_i	=	nilai data Y ke-i
\bar{Y}	=	Nilai Y rata – rata
t	=	Variabel – t terhitung
\bar{X}_1	=	Rata- rata hitung sampel ke-1
\bar{X}_2	=	Rata- rata hitung sampel ke-2
N_1	=	Jumlah sampel set ke-1
N_2	=	Jumlah sampel set ke-2
σ	=	Deviasi standar
S_1^2	=	Variasi sampel set ke-1
S_2^2	=	Variasi sampel set ke-2
D_k	=	Derajat kebebasan
\bar{P}	=	Curah hujan rata – rata wilayah
P_n	=	Curah hujan di tiap pos pencatat data hujan
A_n	=	Luas daerah yang mewakili titik pengamatan
X_T	=	Hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
\bar{X}	=	Nilai rata-rata dari data.
S	=	Standar deviasi
K	=	Faktor Frekuensi Gumbel

S_n	=	<i>Reduced standard deviation</i>
Y_n	=	<i>Reduced mean</i>
Y_t	=	<i>Reduced variate</i>
K_T	=	Faktor Frekuensi Distribusi Probabilitas Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III
C_s	=	Koefisien Kepencengan
X^2	=	Parameter Chi-Kuadrat terhitung.
O_f	=	Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.
E_f	=	Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas-nya.
n	=	Banyaknya data
K_d	=	Jumlah kelas distribusi.
p	=	Banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2.
X_{cr}^2	=	Parameter Chi-Kuadrat Kritis
t_c	=	Waktu konsentrasi (jam)
t_o	=	<i>Inlet time</i> , waktu pengaliran di atas permukaan tanah waktu tergenang air sebelum menuju saluran
t_d	=	<i>Conduit time</i> , waktu pengaliran dalam saluran ke tempat yang diukur
I	=	Intensitas hujan (mm/jam)
X_T	=	Curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahun (mm)
Q_{ah}	=	Debit air hujan (m^3/dtk)
C	=	Koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)
A	=	Luas (km^2)
Q_{rr}	=	Debit rata-rata air limbah (m^3/dtk)

Q_{ab}	=	Debit air bersih (m^3/dtk)
Q_p	=	Debit puncak (m^3/dtk)
f_p	=	Faktor puncak
P	=	Jumlah penduduk yang dilayani (jiwa)
Q_i	=	Debit Infiltrasi (m^3/dtk)
Q_{al}	=	Debit Total Air Limbah (m^3/dtk)
Q_r	=	Debit Beban drainase total (m^3/dtk)
Q_s	=	Debit (m^3/dtk)
S	=	Kemiringan dasar saluran
A	=	Luas Penampang Basah (m^2)
R	=	Jari-jari hidrolis (m)
n	=	Koefisien kekasaran Manning
C_i	=	Koefisien pengaliran daerah aliran sungai
A_i	=	Luas daerah aliran (ha)
V	=	Kecepatan Aliran (m/dt)
h_e	=	Kehilangan tinggi energi akibat pemasukan (m)
h_v	=	Kehilangan tinggi energi akibat pengeluaran (m)
h_f	=	Kehilangan tinggi energi akibat gesekan di dalam gorong-gorong (m)
k_e	=	Koefisien pemasukan = 0,5
V	=	Kecepatan aliran (m/dt)
R	=	Jari-jari hidrolis (m)
n	=	Angka Koefisien Kekasaran <i>Manning</i> (lihat lampiran 24)
h_L	=	Tinggi kehilangan energi (m)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia memiliki kawasan perkotaan yang luas dan akan terus berkembang setiap tahunnya. Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan kawasan perkotaan menyebabkan dampak yang cukup besar terhadap siklus hidrologi. Salah satu permasalahan yang ditimbulkan yaitu genangan di sekitar lokasi permukiman.

Genangan dapat diartikan sebagai keadaan yang terjadi ketika aliran air melimpas atau keluar dari saluran drainase dan menggenangi area daratan karena saluran drainase baik buatan maupun alamiah tidak lagi dapat menampung debit air yang mengalir. Genangan memiliki dampak yang cukup luas, terutama terhadap kehidupan masyarakat yang berada di permukiman tersebut.

Beberapa faktor yang menyebabkan genangan antara lain manajemen sampah yang kurang baik dan peningkatan jumlah penduduk. Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan/penyempitan saluran. Kapasitas saluran drainase menjadi berkurang, sehingga tidak mampu menampung debit yang terjadi. Peningkatan jumlah penduduk perkotaan yang sangat cepat, akibat dari pertumbuhan maupun urbanisasi. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti oleh perluasan areal sarana dan prasarana seperti areal permukiman, perkantoran, perindustrian, pertokoan, transportasi dan lain-lain, disamping itu peningkatan

penduduk juga selalu diikuti oleh peningkatan limbah, baik limbah cair maupun maupun sampah.

Apabila perubahan tersebut tidak diikuti dengan penataan tata ruang termasuk di dalamnya penataan sistem jaringan drainase, penataan kawasan tangkapan air, dan perancangan pola pengendalian banjir, maka akan muncul masalah yaitu terjadinya genangan. Akan lebih parah lagi jika secara geografis kawasan tersebut termasuk daerah dataran rendah.

Kota Palangka Raya merupakan kota berkembang dan selalu mengalami penambahan wilayah perumahan yang harus diikuti oleh peningkatan sistem tata drainase perkotaan. Misalnya di Jalan Semeru, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya. Berdasarkan pengamatan di lapangan, di beberapa areal Jalan sering terjadi genangan akibat melimpasnya air dari saluran drainase saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Tentunya hal tersebut sangat mengganggu aktivitas masyarakat sekitar. Untuk meminimalkan potensi dan masalah genangan perlu dilakukan identifikasi dan evaluasi untuk perencanaan drainase di Jalan Semeru.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana *layout* saluran drainase di Jalan Semeru?
2. Berapa beban drainase eksisting?
3. Berapa kapasitas drainase eksisting?
4. Berapa dimensi saluran drainase rencana yang diperlukan?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan desain drainase ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui dan menggambar *layout* saluran drainase di Jalan Semeru.
2. Menghitung beban drainase eksisting.
3. Menghitung kapasitas drainase eksisting dan dibandingkan dengan perhitungan perangkat lunak *Hydrologic Engineering Center – River Analysis System* (HEC-RAS).
4. Merencanakan dimensi rencana saluran yang diperlukan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam perencanaan saluran drainase ini, ada pembahasan mengenai batasan - batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Daerah yang ditinjau pada perencanaan saluran drainase terbuka hanya mencakup kawasan permukiman dan perkantoran.
2. Pada perencanaan ditinjau berdasarkan debit air pada *catchment area*, debit air limbah dan tangkapan curah hujan pada Jalan.
3. Pembahasan hanya pada perencanaan dimensi, kapasitas dari saluran drainase terbuka tanpa menghitung rencana anggaran biaya.

1.5 Manfaat Perencanaan

Manfaat yang diharapkan melalui perencanaan adalah :

1. Mengembangkan wawasan dan ilmu pengetahuan dibidang teknik sipil setelah apa yang telah didapat selama dibangku perkuliahan.
2. Hasil dari studi ini diharapkan dapat memberikan suatu evaluasi serta masukan bagi pihak-pihak yang terkait atas kondisi dari suatu Jalan agar dapat

merencanakan sistem drainase perkotaan terutama tentang keberadaan saluran drainase yang baik.

3. Memberikan suatu data dalam perencanaan saluran drainase yang berkaitan dengan pemecahan masalah mengenai dampak yang ditimbulkan menurut teori yang diperoleh dari berbagai sumber.

1.6 Lokasi Perencanaan

Lokasi rencana peninjauan drainase dilakukan di kawasan Jalan Semeru, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1.1 Lokasi Perencanaan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Drainase berasal dari kata *to drain* mempunyai arti mengalirkan, menguras, dan membuang. Menurut Suripin (2004) drainase 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. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan / lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Salah satu aspek terpenting dalam perencanaan jalan raya adalah melindungi jalan dari air permukaan dan air tanah. Dengan kata lain drainase merupakan salah satu faktor terpenting dalam perencanaan pekerjaan jalan. Jika air memasuki struktur jalan, perkerasan dan tanah dasar menjadi lemah, dan hal ini akan menyebabkan konstruksi jalan lebih peka terhadap kerusakan akibat lalu lintas. Berdasarkan fungsinya, drainase jalan dibedakan menjadi drainase permukaan dan drainase bawah permukaan. Drainase permukaan ditujukan untuk menghilangkan air hujan dari permukaan jalan sehingga lalu lintas dapat melaju dengan aman dan efisien, sedangkan drainase bawah permukaan berfungsi untuk mencegah masuknya air dalam struktur jalan (Suripin, 2004).

2.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan proses perhitungan data untuk mengetahui besarnya curah hujan rencana, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan debit banjir rencana.

2.2.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Untuk menguji kepangghahan suatu data hujan menurut Sri Harto (1993) dilakukan dengan cara *cumulative deviation* yaitu nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_0^* = 0 \quad (2.1)$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad (2.2)$$

Dengan :

k = jumlah data, k = 1, 2, 3, ..., n

Nilai standar deviasi dihitung menggunakan rumus :

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \quad (2.3)$$

Dengan :

n = jumlah data curah hujan, n = 1, 2, 3, ..., n

Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) merupakan metode yang digunakan pada pengujian konsistensi dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri, yaitu pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya (Sri Harto, Br, 2000).

Dengan membagi S_k^* dengan standar deviasi, diperoleh *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) dengan rumus sebagai berikut :

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{Dy} \quad (2.4)$$

Parameter statistik yang dapat digunakan sebagai alat penguji konsistensi adalah :

$$Q = |S_k^{**}| \text{ maks} \quad (2.5)$$

Atau :

$$R = S_k^{**} \text{ maks} - S_k^{**} \text{ min} \quad (2.6)$$

Data adalah konsisten jika :

- $Q_{\text{maks}} < Q_{\text{kritis}}$
- $R_{\text{maks}} < R_{\text{kritis}}$

2.2.2 Uji Homogenitas Data Curah Hujan

Uji homogenitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah seri data yang terkumpul dari 2 stasiun pengukur yang berada di dalam suatu daerah pengaliran atau salah satu berada di luar daerah pengaliran yang bersangkutan berasal dari dari populasi yang sama atau bukan (Kamiana, 2011).

Pengujian homogenitas suatu seri data dilakukan dengan metode Uji-t, yang rumusnya sebagai berikut (Kamiana, 2011) :

$$S_1 = \frac{\sum (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{N_1 - 1} \quad (2.7)$$

$$S_2 = \frac{\sum (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}{N_2 - 1} \quad (2.8)$$

$$\sigma = \frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \quad (2.9)$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sigma \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} \quad (2.10)$$

$$dk = N_1 + N_2 - 2 \quad (2.11)$$

Berdasarkan hasil perhitungan t menggunakan persamaan (2.7) - (2.11), akan diperoleh dua kemungkinan yaitu :

1. t terhitung $> t_{cr}$ atau t kritis, artinya kedua sampel yang diuji tidak berasal dari populasi yang sama.
2. t terhitung $< t_{cr}$ atau t kritis, artinya kedua sampel yang diuji berasal dari populasi yang sama.

2.2.3 Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Perhitungan curah hujan wilayah dilakukan untuk mendapatkan curah hujan rata-rata di daerah yang ditinjau. Menentukan curah hujan rerata harian maksimum daerah dilakukan berdasarkan pengamatan beberapa stasiun pencatat hujan. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode yaitu sebagai berikut :

1. Metode rata-rata aritmatik

Metode ini paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan (Triatmodjo, 2008).

$$\bar{P} = \frac{1}{n}(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) \quad (2.12)$$

Dimana :

n = Jumlah pos pencatat hujan.

2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun. Metode Poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru (Triatmodjo, 2008).

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{P} = \frac{(A_1P_1 + A_2P_2 + \dots + A_nP_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.13)$$

3. Metode Garis Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah diantara dua garis isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis isohyet tersebut. Metode isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dengan dua metode lainnya (Triatmodjo, 2008).

Curah hujan daerah dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\bar{P} = \frac{A_1 \left(\frac{P_1+P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_1+P_2}{2} \right) + \dots + A_n \left(\frac{P_n+P_{n+1}}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.14)$$

2.2.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu (Soewarno, 1995). Metode yang digunakan untuk menghitung hujan rencana antara lain Metode Distribusi Probabilitas Gumbel, Metode Distribusi Normal, Metode Distribusi Probabilitas Log Normal, dan Metode Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.

1. Distribusi Probabilitas Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus berikut (Kamiana, 2011) :

$$X_T = \bar{X} + S \cdot K \quad (2.15)$$

Dengan :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.16)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.17)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (2.18)$$

2. Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal dilakukan dengan rumus berikut (Kamiana, 2011) :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.19)$$

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai T dari Lampiran 5.

3. Distribusi Probabilitas Log Normal

Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Normal dilakukan dengan rumus berikut (Kamiana, 2011) :

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \cdot S \text{ Log } X \quad (2.20)$$

4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III dilakukan dengan rumus berikut (Kamiana, 2011) :

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \cdot S \text{ Log } X \quad (2.21)$$

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai T dan nilai Cs atau G dari Lampiran 6.

Rumus Cs atau G adalah sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \quad (2.22)$$

2.2.5 Pengujian Distribusi Probabilitas Curah Hujan Rencana

Uji distribusi probabilitas curah hujan rencana dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Terdapat 2 metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat (χ^2) dan Metode Smirnov-Kolmogorof (Kamiana, 2011).

1. Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut (Kamiana, 2011) :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (2.23)$$

Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (D_k) dihitung dengan rumus :

$$D_k = K_d - (p+1) \quad (2.24)$$

$$K_d = 1 + 3,3 \log n \quad (2.25)$$

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut:

$$\chi^2 < \chi_{cr}^2 \quad (2.26)$$

2. Uji Smirnov-Kolmogorof

Pengujian distribusi probabilitas secara analitis dengan Metode Smirnov-Kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut (Kamiana, 2011) :

- a. Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya
- b. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ dengan rumus tertentu, rumus Weibull misalnya.

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i} \quad (2.27)$$

- c. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P'(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
- d. Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut.

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \quad (2.28)$$

- e. Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima.

2.2.6 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran merupakan nilai perbandingan antara volume hujan yang membentuk limpasan dengan volume total hujan yang terjadi. Nilai koefisien C ditentukan melalui pendekatan yaitu berdasarkan tata guna lahan (Hindarko, 2000).

2.2.7 Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi adalah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh pada suatu daerah tangkapan hujan sampai ke titik kontrol. Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hindarko, 2000) :

$$t_c = t_o + t_d \quad (2.29)$$

2.2.8 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe (Kamiana, 1997).

$$I = \frac{X_r}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.30)$$

2.2.9 Perhitungan Debit Akibat Air Hujan (Q_{ah})

Debit banjir rencana dihitung dengan Metode Rasional Rasional (Kamiana, 1997) :

$$Q_{ah} = 0,278 C.I.A \quad (2.31)$$

2.2.10 Perhitungan Debit Akibat Air Limbah (Q_{al})

Dalam menganalisis debit air buangan harus diketahui terlebih dahulu jumlah penduduk rata-rata yang akan dilayani. Selain itu juga harus diketahui jumlah air limbah yang akan dihasilkan orang/hari. Menurut Metcalf dan Eddy (1991) jumlah air limbah yang dihasilkan berkisar 50%-80% dari pemakaian air bersih.

Untuk perhitungan jumlah air buangan yang dihasilkan oleh daerah pelayanan ditetapkan 80% dari konsumsi air bersih. Jumlah kebutuhan air normal dihitung untuk kategori kota sedang dengan pemakaian normal (Q_{SR}) 90-120 liter/orang/hari, dan untuk perkantoran 50 liter/pegawai/hari. Nilai 80% : 20% adalah perbandingan antara sambungan langsung terhadap hidran umum perkotaan untuk masyarakat ekonomi sedang, sedangkan untuk konsumsi hidran (Q_{HU}) 20-40 liter/orang/hari. Berikut ini adalah rumus yang akan digunakan dalam perhitungan Q_{al} per rumah :

$$Q_{al} = \frac{(80\% \times Q_{SR} \times \text{Jmlh Orang Perumah}) + (20\% \times Q_{HU} \times \text{Jmlh Orang Perumah})}{86400 \text{ detik/hari}} \quad (2.32)$$

2.2.11 Perhitungan Beban Drainase (Q_r)

Perhitungan Beban drainase total (Q_r) didapatkan dengan menjumlahkan debit air hujan (Q_{ah}) dan debit air limbah (Q_{al}) yang terjadi dalam daerah/area perencanaan saluran.

2.3 Analisis Hidraulika

2.3.1 Perhitungan Kapasitas Drainase (Q_s)

Kapasitas drainase merupakan kemampuan untuk menampung beban drainase, dalam hal ini berkaitan dengan aspek hidraulik di lapangan. Kapasitas Drainase (Q_s) ditentukan dengan rumus aliran seragam Manning dengan rumus sebagai berikut (Kamiana, 2011) :

$$Q_s = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (2.33)$$

2.3.2 Simulasi Hidraulika Menggunakan HEC-RAS

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai atau saluran, *River Analysis System (RAS)*, yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources (IWR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. *Software* ini dapat digunakan untuk menghitung profil muka air untuk aliran tetap (*steady*) dan tidak tetap (*unsteady*) berdasarkan persamaan aliran satu dimensi (Istiarto, 2008).

a. Profil muka air tetap (*Steady Flow*)

Komponen ini dimaksudkan untuk menghitung profil muka air untuk kondisi aliran tetap berubah lambat laun (*steady gradually varied flow*). Prosedur perhitungannya didasarkan pada penyelesaian persamaan energi satu dimensi. Kehilangan energi dievaluasi berdasarkan gesekan (persamaan Manning) dan kontaksi/ekspansi (koefisien akibat perubahan kecepatan). Data masukan yang diperlukan adalah :

1. Data Geometri

Data geometri terdiri dari skematisasi jaringan sungai yang akan dianalisis, data potongan (*cross section data*), koefisien kehilangan energi (kehilangan akibat gesekan dan kehilangan akibat kontraksi dan ekspansi), informasi persimpangan saluran (*junction*).

2. Data Aliran Tetap

Data aliran yang dibutuhkan untuk menampilkan perhitungan profil muka air terdiri dari arah aliran, syarat batas dan data debit kumulatif.

3. Data Pendukung

Data-data yang diperlukan antara lain :

- Peta daerah lokasi penelitian
- Data curah hujan
- Data pengukuran penampang saluran

2.4 Perhitungan Dimensi Hidrolis Saluran Drainase

2.4.1 Dimensi Saluran

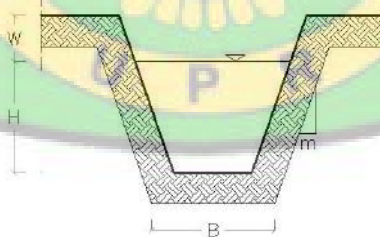
Untuk menganalisa dimensi saluran dihitung berdasarkan anggapan aliran seragam (*Steady Flow*). Aliran seragam ini menggunakan rumus aliran seragam *Manning* untuk perhitungan debit (Persamaan 2.33) dan rumus kecepatan aliran dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (2.34)$$

2.4.2 Bentuk Penampang Saluran

Berdasarkan kondisi di lapangan bentuk penampang saluran yang digunakan adalah penampang saluran trapesium dan persegi.

1. Saluran berbentuk trapesium



Gambar 2.1 Penampang Melintang Saluran Trapesium

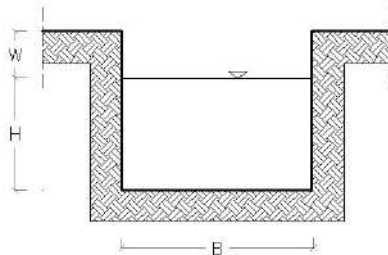
a. Luas tampang saluran (A)

$$A = (B + m \cdot h) \cdot h \quad (2.35)$$

b. Keliling basah (P)

$$P=B+2h\sqrt{(1+m^2)} \quad (2.36)$$

2. Saluran berbentuk persegi



Gambar 2.2 Penampang Melintang Saluran Persegi

a. Luas tampang saluran (A)

$$A=B \times h \quad (2.37)$$

b. Keliling basah (P)

$$P=B+(2 \times h) \quad (2.38)$$

2.4.3 Kemiringan Dasar Saluran

Kemiringan dasar saluran (S_o) adalah kemiringan saluran arah memanjang yang direncanakan dengan melihat kondisi topografi, jaringan saluran drainase dan kecepatan aliran yang diijinkan. Kemiringan dasar saluran tergantung pada bahan pembentuk badan saluran untuk saluran pasangan batu, kemiringan dasar saluran maksimum 10% dan minimum 6% (Chow, 1998).

2.4.4 Kecepatan Aliran

Berdasarkan kecepatan aliran yang diperbolehkan dalam saluran tergantung pada saluran yang digunakan, kondisi fisik dan sifat-sifat hidrolisnya. Berdasarkan hal tersebut, pada umumnya batasan kecepatan untuk saluran pasangan batu adalah 0,6 - 1,5 m/detik dengan maksud untuk menghindari terjadinya pengendapan partikel

(sedimentasi) dan mencegah tumbuhnya tanaman air pada saluran serta mencegah terjadinya penggerusan pada dinding saluran (Chow, 1998).

2.4.5 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah jarak vertikal dari puncak tanggul sampai dengan permukaan air pada kondisi perencanaan. Nilai tinggi jagaan yang dipergunakan dalam perencanaan secara umum berkisar antara 5% sampai dengan 30% dari nilai kedalaman air (Chow, 1998).

2.5 Perhitungan Dimensi Penampang Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah saluran tertutup yang berfungsi untuk melintasi air melewati badan Jalan. Gorong-gorong biasanya terbuat dari beton, aluminium gelombang, baja gelombang dan kadang-kadang plastik gelombang. Bentuk penampang gorong-gorong bermacam-macam, ada yang bulat, persegi, oval, tapal kuda, dan segitiga. Bentuk gorong-gorong yang sering digunakan dan lebih ekonomis adalah bentuk persegi dan bentuk bulat (Suripin, 2004).

2.5.1 Penampang Melintang Gorong-gorong

Parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan dimensi hidrolis gorong-gorong pendek ($L \leq 20$ m) dari beton bertulang dengan penampang bulat adalah penampang melintang gorong-gorong, kehilangan tinggi energi (h_L) dan kemiringan dasar saluran (S).

a. Gorong-gorong dengan penampang bulat

1. Luas Penampang Basah

$$A = \pi \cdot r^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \quad (2.39)$$

$$A = \frac{Q}{V} \quad (2.40)$$

2. Keliling Basah (P)

$$P = 2 \pi r = \pi D \quad (2.41)$$

3. Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.42)$$

b. Gorong-gorong dengan penampang persegi

1. Luas Penampang Basah

$$A = b \cdot h \quad (2.43)$$

2. Keliling Basah (P)

$$P = b + 2 h \quad (2.44)$$

3. Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{b \cdot h}{b + 2 h} \quad (2.45)$$

2.5.2 Kehilangan Tinggi Energi (h_L)

Menurut Linsley (1991) kehilangan tinggi energi (h_L) dihitung dengan persamaan berikut :

$$1) \quad h_L = h_e + h_f + h_v \quad (2.46)$$

$$2) \quad h_e = k_e \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2.47)$$

$$3) \quad h_f = \frac{n^2 \cdot V^2 \cdot L}{2,22 R^3} \quad (2.48)$$

$$4) \quad h_v = \frac{V^2}{2g} \quad (2.49)$$

2.5.3 Kemiringan Dasar Gorong-gorong

$$S = \frac{h_L}{L} \quad (2.50)$$

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang cukup berkaitan mengenai analisis dan evaluasi saluran drainase, antara lain:

1. Nomeritae (2003), dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Studi Potensi dan Pengendalian Banjir pada Kawasan Permukiman Palangka Permai – Yos Sudarso Kecamatan Pahandut Kota Palangka Raya”, meneliti tentang faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan banjir pada kawasan permukiman Palangka Permai-Yos Sudarso, serta pola pengendalian banjir yang sesuai untuk mengatasi permasalahan banjir tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada setiap ruas saluran terdapat tempat-tempat yang rawan, karena perbandingan antara beban drainase (Q_r) dan kapasitas drainase (Q_s) lebih besar dari satu yang berarti kapasitas drainase tidak mampu menampung beban drainase yang ada. Faktor-faktor penyebab banjir pada kawasan menurut rangkingnya adalah dimensi saluran, koneksitas dan kontinuitas saluran, luas daerah tangkapan dan koefisien pengaliran. Pola pengendalian banjir yang diusulkan menurut rangkingnya adalah dengan memperbesar dimensi saluran, membuat bangunan pelintas air atau gorong-gorong, serta menata *layout* jaringan saluran drainase seluruh saluran.
2. Sonianto (2011), dalam penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Saluran Primer Terhadap Kejadian Banjir Banjir di Kawasan Ruas Jalan Tjilik Riwut Km 5 Palangka Raya dengan Menggunakan Program HEC-RAS”, meneliti tentang profil aliran yang terjadi di saluran sekunder dalam kondisi eksisting akibat pengaruh muka air, diketahui bahwa ruas Jalan

Tjilik Riwut Km 5 Palangka Raya berpotensi terjadi banjir. Penyebab terjadinya banjir didominasi oleh dimensi saluran, pengaruh limpasan air dari saluran primer dan pelintas air. Pola pengendalian banjir yang dilakukan adalah desain dimensi saluran dan gorong-gorong. Hasil perencanaan dan desain teknis untuk pola pengendalian banjir yang dirancang memberikan hasil sebagai berikut : (1) Dimensi saluran yang terdiri dari saluran berpenampang persegi untuk saluran tersier dengan dimensi hidrolisnya lebar $b = 0,30 \text{ m} - 0,80 \text{ m}$ dan kedalaman $h = 0,30 \text{ m} - 1,00 \text{ m}$, saluran primer berpenampang trapesium dengan dimensi hidrolis lebar $b = 10 \text{ m}$ dan kedalaman $h = 3 \text{ m}$, sedangkan untuk saluran sekunder berpenampang trapesium dengan dimensi hidrolis yang bervariasi dengan lebar bawah $b = 0,75 \text{ m} - 2,5 \text{ m}$ dan kedalaman $h = 0,60 \text{ m} - 1,50 \text{ m}$. (2) Bangunan pelintas air atau gorong-gorong yang digunakan berpenampang dengan diameter $(D) = 2,00 \text{ m}$ dan dengan jumlah gorong-gorong yang diperlukan sebanyak 12 buah.

3. Noperdie (2016), dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Perencanaan Teknis Saluran Drainase Tertutup di Sisi Kiri-Kanan Jalan Pada Kawasan Pemukiman (Studi Kasus Jalan Taurus Kawasan Permukiman Amaco Kota Palangka Raya)”, meneliti tentang *layout* saluran drainase yang direncanakan berada sejajar di sisi kiri-kanan Jalan sepanjang Jalan Taurus, air mengalir dari Jalan Taurus VIII ke Jalan Aries (STA 0+331 – STA 0+000). Beban drainase debit kumulatif (Q_r) dengan periode ulang 2 tahun yaitu sebesar $0,1463 \text{ m}^3/\text{detik}$. Kapasitas drainase eksisting pada Jalan Taurus bervariasi, mulai dari yang terkecil yaitu $0,0198 \text{ m}^3/\text{detik}$ sampai yang terbesar yaitu $0,1883 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Dimensi saluran *inlet* sebesar 0,25 m x 0,25 m dengan jarak antar *inlet* sepanjang 10 m. Dimensi *manhole* 1,0 m x 0,9 m, dimensi saluran pipa domestik yaitu 3", dimensi saluran drainase tertutup: lebar 0,5 m, dan kedalaman 0,65 m. Penulangan saluran drainase tertutup: tulangan pokok yang diperlukan $\phi 10 - 100$ mm dan tulangan bagi $\phi 8$ mm, penulangan *manhole*: tulangan pokok $\phi 10$ dan tulangan bagi dengan $\phi 8$, konstruksi *inlet* berupa rakitan besi siku dengan dimensi 0,25 m x 0,25 m. Rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam perencanaan saluran drainase tertutup di kiri-kanan Jalan Taurus permukiman Amaco Kota Palangka Raya sebesar Rp. 3.014.354.451,-.



BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Lokasi dan Waktu Studi Perencanaan

Lokasi studi perencanaan drainase dilakukan di kawasan Jalan Semeru Kota Palangka Raya. Waktu survei dan kajian dilaksanakan pada bulan Mei 2019.

3.2 Tahapan Perencanaan

Secara umum perencanaan drainase dilakukan secara bertahap, yaitu :

1. Pegumpulan Data
2. Analisis Data
3. Evaluasi Kapasitas Drainase
4. Perencanaan Teknis
5. Penyusunan Laporan

3.2.1 Pegumpulan Data

Jenis data yang dikumpulkan sebagai bahan analisis yaitu data primer dan data sekunder adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan meliputi data lokasi-lokasi genangan dan profil saluran memanjang dan melintang eksisting. Pengumpulan data lokasi genangan dikumpulkan dengan cara observasi lapangan sekitar Jalan Semeru, di bawah ini diuraikan tahap-tahap pengumpulan data :

a. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dimulai Jalan Sangga Buana I, Jalan Semeru, Jalan Krakatau dari simpang Jalan Argopuro sampai simpang Jalan Sundoro kemudian Jalan Yos Sudarso, Jalan Lawu dan Jalan Al Hijrah. Observasi ini dilakukan pada saat hujan dengan durasi lama atau saat musim penghujan. Observasi lapangan ini dilakukan dengan cara mengamati setiap saluran yang kemungkinan air limpasannya akan membebani saluran drainase di Jalan Semeru.

b. Dokumentasi

Teknik dokumentasi adalah pengumpulan data dengan cara merekam data/keterangan yang diperlukan dengan menggunakan peralatan elektronik yang ada seperti misalnya dengan kamera.

c. Pengukuran profil memanjang dan melintang saluran drainase

Pengukuran profil memanjang dan melintang saluran drainase terdiri dari:

1. Persiapan

Dalam tahap persiapan hal yang pertama dilakukan adalah menentukan batas-batas pengukuran, arah *trase* saluran, dan penentuan titik awal (BM) dan penandaan lokasi pengukuran dengan pilox.

2. Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran profil memanjang dan melintang saluran drainase. Pengukuran menggunakan alat Theodolit. Pengukuran dimulai dari titik awal yang telah ditentukan kemudian hasil pengukuran dicatat pada tabel pengukuran.

3. Perhitungan

Dari hasil pengukuran yang telah dicatat tersebut selanjutnya dihitung. Perhitungan dilapangan bertujuan untuk memeriksa apakah pengukuran sudah sesuai dengan persyaratan ketelitian dan tidak ada kesalahan yang menyebabkan pengukuran harus diulang.

2. Data Sekunder

Data sekunder menggunakan data yang dimiliki oleh instansi-instansi terkait, yang akan digunakan dalam perencanaan seperti data curah hujan harian maksimum dalam 1 tahun. Data curah hujan harian dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Palangka Raya.

3.2.2 Analisis Data Primer

Data pengukuran profil memanjang dan melintang yang diperoleh dari pengukuran di lapangan, selanjutnya dianalisis sesuai dengan prosedur perhitungan. Prosedur dalam perhitungan data hasil pengukuran dapat dilihat seperti di bawah ini:

1. Perhitungan Memanjang

Langkah-langkah dalam pengerjaan pada profil memanjang adalah sebagai berikut:

a. Kontrol Bacaan Rambu Ukur

$$BT = \frac{BA+BB}{2} \quad (3.1)$$

b. Tinggi Elevasi (H)

$$H = \text{Elevasi awal} + \Delta h \quad (3.2)$$

c. Perhitungan Beda Tinggi (Δh)

$$\Delta h = BT1 - BT2 \quad (3.3)$$

d. Perhitungan Jarak Optis (Jarak antar rambu alat)

$$d_o = (BB - BA) \times 100 \quad (3.4)$$

Dengan, BT adalah benang tengah, BA adalah benang atas, BB adalah benang bawah, dan d_o adalah jarak optis.

2. Perhitungan Melintang

Langkah pengerjaan profil melintang sama seperti profil memanjang hanya yang membedakannya adalah diperhitungkan beda tinggi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta h = \text{Tinggi alat} - BT1 \quad (3.5)$$

3.2.3 Analisis Data Sekunder

Setelah mendapatkan data curah hujan harian maksimum dengan periode 15 tahun selanjutnya data hujan akan dianalisis. Adapun tahap-tahap analisis data sekunder sebagai berikut:

a) Uji Konsistensi Data Hujan

Data curah hujan dari stasiun Palangka Raya dan stasiun Bereng Bengkel selanjutnya diuji apakah data curah hujan tersebut konsisten atau tidak. Perhitungan tersebut menggunakan metode RAPS pada Persamaan (2.1) s/d (2.6) serta menggunakan tabel pada Lampiran 1.

b) Uji Homogenitas Data Hujan

Uji homogenitas data hujan pada kedua buah stasiun pencatat curah hujan tersebut menggunakan metode Uji-t. Adapun persamaan yang dipakai pada uji homogenitas adalah Persamaan (2.7) s/d (2.11) dan menggunakan tabel pada Lampiran 2.

c) Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Setelah dilakukan pengujian data curah hujan selanjutnya data curah hujan digunakan untuk perhitungan curah hujan wilayah. Dalam perhitungan curah hujan wilayah ada beberapa metode yang dapat digunakan yaitu metode rata-rata aritmatik, metode garis isohyet, dan metode poligon thiessen. Adapun persamaan yang digunakan adalah Persamaan (2.12) s/d (2.14)

d) Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode analisa Distribusi Probabilitas Gumbel, Distribusi Probabilitas Normal, Distribusi Probabilitas Log Normal, dan Distribusi Probabilitas Log Person Type III. Adapun persamaan yang digunakan adalah Persamaan (2.15) s/d (2.22), serta menggunakan tabel pada Lampiran 3 s/d Lampiran 6.

e) Pengujian Distribusi Probabilitas Curah Hujan Rencana

Uji kesesuaian distribusi dilakukan dengan dua cara yaitu uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov dengan maksud untuk mengecek apakah data curah hujan harian daerah tersebut dapat digunakan. Persamaan yang dipakai adalah Persamaan (2.23) s/d (2.28), serta menggunakan tabel pada Lampiran 7 s/d Lampiran 9.

3.2.4 Analisis Beban Drainase Akibat Air Hujan

Analisis beban drainase rancangan akibat hujan ditentukan dengan menggunakan rumus rasional. Dengan menggunakan Persamaan (2.31) serta menggunakan tabel pada Lampiran 12, grafik pada Lampiran 14, dan tabel pada Lampiran 15.

3.2.5 Analisis Beban Drainase Akibat Air Limbah

Analisis beban drainase akibat beban air limbah domestik ditentukan dengan menjumlahkan debit air limbah puncak dan debit infiltrasi. Dengan menggunakan Persamaan (2.32) dan tabel pada Lampiran 18.

3.2.6 Analisis Beban Drainase

Beban drainase total dihitung dengan menjumlahkan beban drainase akibat air hujan dan beban drainase akibat air limbah.

3.2.7 Analisis Kapasitas Saluran Drainase Eksisting (Q_s)

Analisis kapasitas saluran drainase eksisting dihitung dengan Persamaan (2.33) dan dengan tabel pada Lampiran 22, kemudian hasil analisis kapasitas drainase dibandingkan dengan analisis menggunakan aplikasi HEC-RAS.

3.2.8 Evaluasi Kapasitas Pengaliran Drainase

Evaluasi kapasitas pengaliran drainase dapat dilakukan dengan langkah :

1. Dilakukan analisis hidrologi dan analisis hidraulika sehingga didapatkan debit rencana (Q_r) dan kapasitas saluran (Q_s).
2. Hasil perhitungan debit rencana (Q_r) dibandingkan dengan kapasitas saluran (Q_s) sehingga didapat perbandingan antara Q_r/Q_s . Dari perbandingan tersebut dapat dilihat saluran drainase yang banjir dan tidak banjir.
3. Perbandingan Q_r/Q_s kemudian dibandingkan kembali dengan hasil analisis aplikasi HEC-RAS untuk melihat perbedaan antara kedua analisis.
4. Jika hasil antara perbandingan Q_r/Q_s dan hasil analisis HEC-RAS menunjukkan saluran yang ditinjau banjir, maka diperlukan perencanaan baru terhadap dimensi saluran yang ada dengan cara memperbesar dimensi

berdasarkan perhitungan hidraulik ulang dan jika hasil perhitungan antara debit saluran (Q_s) dan debit rencana (Q_r) menunjukkan bahwa nilai $Q_s \geq Q_r$ maka diperlukan operasi dan pemeliharaan.

3.2.9 Perencanaan Teknis

Perencanaan teknis pada studi perencanaan ini meliputi:

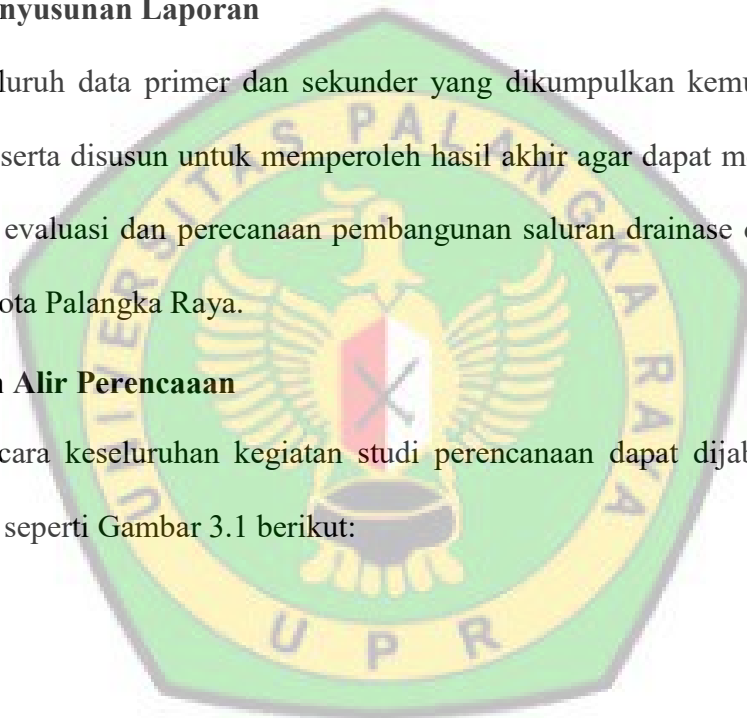
1. Tata jaringan drainase.
2. Perhitungan dimensi saluran.
3. Perhitungan bangunan pelintas (gorong-gorong).
4. Penggambaran *layout* jaringan saluran drainase dan dimensi saluran rencana.

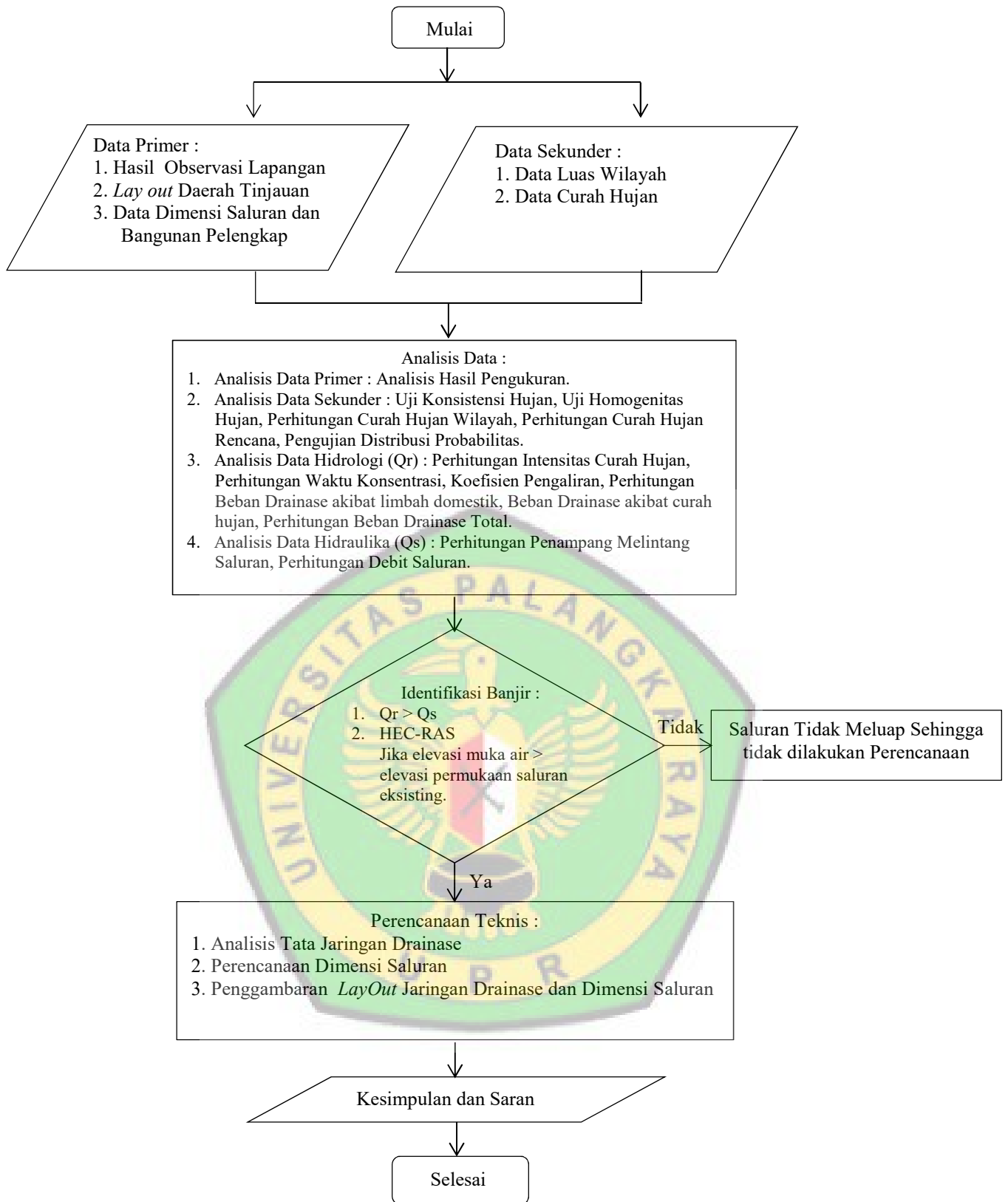
3.2.10 Penyusunan Laporan

Seluruh data primer dan sekunder yang dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis serta disusun untuk memperoleh hasil akhir agar dapat memberikan solusi mengenai evaluasi dan perencanaan pembangunan saluran drainase di kawasan Jalan Semeru Kota Palangka Raya.

3.3 Bagan Alir Perencanaan

Secara keseluruhan kegiatan studi perencanaan dapat dijabarkan ke dalam bagan alir seperti Gambar 3.1 berikut:





Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan dan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dihasilkan kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Daerah *layout* saluran drainase yang direncanakan memiliki batas utara Jalan Krakatau, batas tenggara Jalan Yos Sudarso, batas selatan Jalan Sangga Buana I sampai Jalan Lawu, dan batas barat laut Jalan Argopuro. Berdasarkan pengamatan dan elevasi yang diketahui dari pengukuran, arah aliran air terbagi menjadi dua arah aliran yaitu, (1) dari Jalan Cakra Buana ke arah saluran primer Jalan Batu Suli, (2) dari Jalan Cakra Buana ke arah saluran primer Jalan Krakatau (Lampiran Gambar).
2. Beban drainase kumulatif (Q_r) dengan periode ulang 5 tahun terkecil yaitu $0,0479 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan terbesar $4,4400 \text{ m}^3/\text{detik}$ (Lampiran 21).
3. Kapasitas drainase eksisting (Q_s) pada daerah tinjauan terkecil yaitu $0,0288 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan terbesar $1,6699 \text{ m}^3/\text{detik}$ (Lampiran 23). Terdapat perbedaan hasil analisis antara metode Q_r/Q_s dan penelusuran aliran dengan aplikasi HEC-RAS. Perbedaan tersebut terjadi karena dalam perhitungan manual (Q_r/Q_s) parameter yang digunakan untuk mengidentifikasi ruas saluran banjir atau tidak banjir adalah perbandingan antara beban dan kapasitas drainase ditinjau per saluran, sedangkan pada aplikasi HEC-RAS terdapat syarat batas yang dapat berupa Q_r untuk batas hulu, kedalaman normal pada batas hilir, dan *junction* yang menjadi syarat batas hulu maupun batas hilir

tergantung dengan skema geometri dan arah aliran. Output profil aliran yang dihasilkan dalam analisis HEC-RAS merupakan hasil penelusuran aliran dengan berdasarkan skema geometri saluran yang diinput sebagai satu kesatuan sistem yang terkoneksi.

4. Saluran yang direncanakan dalam penelitian ini berbentuk persegi dan terdiri atas 8 variasi dimensi saluran sebagai berikut :

- a. $B = 0,50 \text{ m} \times H = 0,65 \text{ m}$
- b. $B = 0,70 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$
- c. $B = 1,00 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$
- d. $B = 1,20 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$
- e. $B = 1,40 \text{ m} \times H = 0,85 \text{ m}$
- f. $B = 1,50 \text{ m} \times H = 0,90 \text{ m}$
- g. $B = 2,00 \text{ m} \times H = 1,05 \text{ m}$
- h. $B = 3,10 \text{ m} \times H = 1,30 \text{ m}$

Bangunan pelintas (gorong-gorong) yang direncanakan dalam penelitian ini berbentuk *box culvert* dan terdiri atas 2 variasi dimensi sebagai berikut:

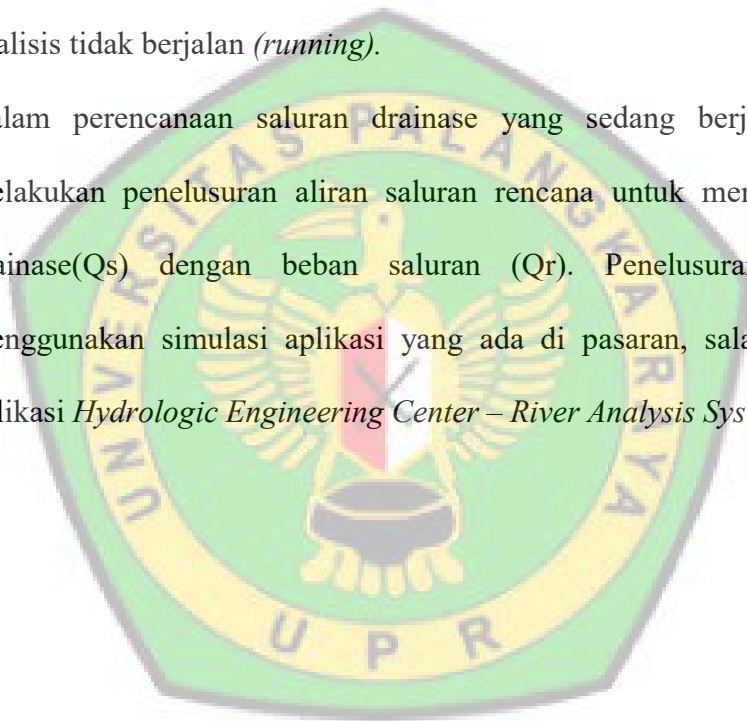
- a. $b = 0,60 \text{ m} \times h = 0,60 \text{ m}$
- b. $b = 0,80 \text{ m} \times h = 0,80 \text{ m}$

Setelah perencanaan dimensi saluran drainase, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan aplikasi HEC-RAS (Lampiran 28). Dari hasil analisis menggunakan HEC-RAS dapat disimpulkan, saluran drainase yang direncanakan mempunyai kapasitas tampung yang cukup untuk menampung debit banjir rencana (Q_r)

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan proses penelitian yang telah dilalui, berikut merupakan saran yang dapat diberikan untuk perencanaan selanjutnya :

1. Penggunaan aplikasi HEC-RAS dapat memudahkan perencanaan drainase karena dapat sebagai pembanding dengan perhitungan kapasitas drainase pada umumnya. Selain itu hasil analisis HEC-RAS juga berupa gambar, grafik, dan tabel yang dapat dipresentasikan. Tetapi dalam memasukkan data yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan theodolit pada aplikasi HEC-RAS dibutuhkan ketelitian karena jika ada data yang salah, maka proses analisis tidak berjalan (*running*).
2. Dalam perencanaan saluran drainase yang sedang berjalan diharapkan melakukan penelusuran aliran saluran rencana untuk mengecek kapasitas drainase (Q_s) dengan beban saluran (Q_r). Penelusuran bisa dengan menggunakan simulasi aplikasi yang ada di pasaran, salah satunya yaitu aplikasi *Hydrologic Engineering Center – River Analysis System* (HEC-RAS).



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Gunadarma.
- Chow, V. T. 1998. *Hidraulika Saluran Terbuka*. Erlangga, Jakarta.
- Hindarko, S. 2000. *Drainase Perkotaan*. ES-HA, Yogyakarta
- Kamiana, I M. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kamiana, I M. 1997. Modul Kuliah Hidrologi. Universitas Palangka Raya, Palangka Raya
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse*. Mc Graw Hill Book Co. Singapore
- Nomeritae. 2003. Studi Potensi Dan Pengendalian Banjir Pada Kawasan Permukiman Palangka Permai – Yos Sudarso Kecamatan Pahandut Kota Palangka Raya. *Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil UPR*. Palangka Raya.
- Noperdie, D. 2016. Perencanaan Teknis Saluran Drainase Tertutup di Sisi Kiri-Kanan Jalan Taurus Permukiman Amaco Kota Palangka Raya. *Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil UPR*. Palangka Raya.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional
- Soewarno. 1993. *Aplikasi Model Statistik Untuk Analisa Data Hidrologi Jilid I*. Bandung: Nova.
- Soewarno. 1993. *Aplikasi Model Statistik Untuk Analisa Data Hidrologi Jilid II*. Bandung: Nova.
- Sonianto. 2011. Analisis Pengaruh Saluran Primer Terhadap Kejadian Banjir Kawasan Ruas Jalan Tjilik Riwut Km 5 Palangka Raya Dengan Menggunakan Program HEC-RAS. *Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil UPR*. Palangka Raya.
- Sri Harto Br dan Sudjarwadi. 1988. *Model Hidrologi*. PAU Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sri Harto Br, 1993. *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Sri Harto, Br., 2000. *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian*. Nafiri Offset, Yogyakarta
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta