

SKRIPSI

DESAIN *STREET INLET*
JALAN YOS SUDARSO PALANGKA RAYA
(STUDI KASUS STA 0+000 - STA 0+500)

Oleh :

ELLIA SETIAWAN
NIM. DAB 115 153



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2022

**DESAIN STREET INLET
JALAN YOS SUDARSO PALANGKA RAYA
(STUDI KASUS STA 0+000 - STA 0+500)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Srata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

ELLIA SETIAWAN
NIM. DAB 115 153

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam
Form Rekomendasi dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Palangka Raya, Februari 2022

Pembimbing Utama



Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T.
NIP. 196208181990021001

Pembimbing Pendamping



Ir. Allan Restu Java, M.T.
NIP. 196312041992031001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

**DESAIN STREET INLET JALAN YOS SUDARSO
PALANGKA RAYA (STUDI KASUS STA 0+000 – STA 0+500)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :


ELLIA SETIAWAN
NIM. DAB 115 153

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:


Hari/Tanggal : Selasa, 22 Februari 2022
Waktu : 09.00 – 11.00 WIB
Tempat : Secara Daring (*online*)

Tim Penguji :


1. Dr. Ir. I MADE KAMIANA, M.T.
NIP. 196208181990021001


..... (Ketua Penguji/Penguji 1)


2. Ir. ALLAN RESTU JAYA, M.T.
NIP. 196312041992031001


..... (Sekretaris/Penguji 2)

3. NOMERITAE, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197911092003122002


..... (Penguji 3)

4. Ir. HENDRO SUYANTO, M.T.
NIP. 195908311989031002


..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,



Mr. WALUYO NUWANTORO, M.T.
NIP. 196311191993021001

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


Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa Skripsi saya belum dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber yang diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Maret 2022



ELLIA SETIAWAN
NIM. DAB 115 153

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan Karunia-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul “**DESAIN STREET INLET JALAN YOS SUDARSO PALANGKA RAYA (STUDI KASUS STA 0+000 - STA 0+500)**” disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

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 P. Silitonga, STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tenggara, 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 dan Dosen Pembimbing Akademik.
6. Ibu Veronika Happy Puspasari, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

7. Bapak Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
8. Bapak Ir. Allan Restu Jaya, M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
9. Ibu Nomeritae, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembahas I Skripsi.
10. Bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. selaku Dosen Pembahas II Skripsi.
11. Bapak Haiki Mart Yupi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Moderator Skripsi.
12. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Februari 2022

ELLIA SETIAWAN
NIM.DAB 115 153

RINGKASAN

DESAIN *STREET INLET* JALAN YOS SUDARSO PALANGKA RAYA (STUDI KASUS STA 0+000 - STA 0+500), Ellia Setiawan, DAB 115 153, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Jalan Yos Sudarso adalah salah satu jalan protokol yang menghubungkan kawasan perkantoran, pusat perbelanjaan serta alun-alun kota Palangka Raya, namun sering tergenang air. Penyebab genangan air tersebut antara lain: curah hujan yang tinggi, dan saluran drainase maupun *street inlet* yang tidak memadai. Studi perencanaan ini bertujuan untuk mendesain dimensi *street inlet* dan menghitung anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan *street inlet*. Jenis *street inlet* yang digunakan dalam studi perencanaan ini yaitu *grate inlet* dan *curb inlet*.

Studi perencanaan dilakukan di Jalan Yos Sudarso dari STA 0+000 - STA 0+500 dengan tahapan studi sebagai berikut: (i) pengumpulan data geometrik jalan, (ii) pengumpulan data hujan, (iii) analisis data geometrik jalan dan data hujan, (iv) analisis hidrologi untuk mendapatkan nilai debit rencana *street inlet*, (v) analisis hidraulika untuk mendapatkan dimensi *street inlet*, (vi) perhitungan rencana anggaran biaya pembangunan *street inlet*.

Dari hasil analisis data geometrik jalan didapat rata-rata kemiringan memanjang jalan untuk ruas kiri jalan sebesar 0,48% dan 0,38% untuk ruas kanan dan rata-rata kemiringan melintang jalan untuk ruas kiri jalan sebesar 2,48% dan 1,13% untuk ruas kanan jalan. Dari analisis hidrologi untuk ruas kiri jalan dengan lebar 8,20 m dan jarak *street inlet* 20 m didapat debit rencana *street inlet* dengan periode ulang 10 tahun sebesar 0,0271 m³/dt. Sedangkan untuk ruas kanan jalan dengan lebar 8,20 m dan jarak *street inlet* 20 m didapat debit rencana *street inlet* dengan periode ulang 10 tahun sebesar 0,0255 m³/dt. Dari analisis hidraulika didapat dimensi *street inlet* dengan jenis *grate inlet* sebagai berikut: (i) untuk ruas kiri jalan panjang 40 cm dan lebar 25 cm, (ii) untuk ruas kanan jalan panjang 50 cm dan lebar 20 cm. Sedangkan dimensi *street inlet* dengan jenis *curb inlet* sebagai berikut: (i) untuk ruas kiri jalan panjang 100 cm dan tinggi bukaan 10 cm, (ii) untuk ruas kanan jalan panjang 60 cm dan tinggi bukaan 10 cm. Dari perhitungan rencana anggaran biaya didapat: (i) biaya pembangunan *grate inlet* pada kedua ruas jalan adalah sebesar Rp 496.642.400,00, (ii) pembangunan *curb inlet* pada kedua ruas jalan adalah sebesar Rp 896.124.700,00.

Kata Kunci : *Street inlet*, Geometrik jalan, Curah hujan.

SUMMARY

STREET INLET DESIGN OF JALAN YOS SUDARSO PALANGKA RAYA (CASE STUDY STA 0+000 - STA 0+500), Ellia Setiawan, DAB 115 153, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Jalan Yos Sudarso is one of the protocol roads that connects office areas, shopping centers and the city square of Palangka Raya, but is often flooded. The causes of the puddles include: high rainfall, and inadequate drainage channels and street inlets. This planning study aims to design the dimensions of the street inlet and calculate the budget required for the construction of the street inlet. The types of street inlets used in this planning study are the grate inlet and curb inlet.

The planning study was conducted on Jalan Yos Sudarso from STA 0+000 - STA 0+500 with the following study stages: (i) collecting road geometric data, (ii) collecting rainfall data, (iii) analyzing road geometric data and rainfall data, (iv) hydrological analysis to obtain the design discharge value of the street inlet, (v) hydraulic analysis to obtain the dimensions of the street inlet, (vi) the calculation of the budget plan for the construction of the street inlet.

From the results of the geometric data analysis of the road, the average longitudinal slope of the road for the left side of the road is 0.48% and 0.38% for the right side and the average transverse slope of the road for the left side of the road is 2.48% and 1.13 % for the right side of the road. From the hydrological analysis for the left side of the road with a width of 8.20 m and a street inlet distance of 20 m, the design discharge for the street inlet with a return period of 10 years is 0.0271 m³/sec. Meanwhile, for the right-hand side of the road with a width of 8.20 m and a street inlet distance of 20 m, the debit of the street inlet plan with a return period of 10 years is 0.0255 m³/sec. From the hydraulic analysis, the dimensions of the street inlet with the type of inlet grate are as follows: (i) for the left section of the road 40 cm long and 25 cm wide, (ii) for the right side of the road it is 50 cm long and 20 cm wide. Meanwhile, the dimensions of the street inlet with the curb inlet type are as follows: (i) for the left section of the road, the length is 100 cm and the opening height is 10 cm, (ii) for the right section the road is 60 cm long and the opening height is 10 cm. From the calculation of the budget plan, it is obtained: (i) the cost of building inlet grate on both roads is 496.642.400,00, (ii) construction of curb inlet on both roads is Rp 896.124.700,00.

Keywords: Street inlet, Geometric road, Rainfall.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Perencanaan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Perencanaan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Drainase	4
2.2 Analisis Data Hujan	4
2.2.1 Pengujian Seri Data	5
2.2.2 Analisis Curah Hujan Wilayah	10
2.2.3 Melengkapi Data Hujan Yang Hilang	12
2.2.4 Analisis Frekuensi Curah Hujan	13
2.2.5 Uji Kecocokan	20
2.2.6 Analisis Intensitas Hujan	24
2.2.7 Perhitungan Debit Rencana	25
2.3 Inlet Jalan	26
2.4 Pengukuran Sipat Datar	32
2.4.1 Profil Memanjang	33
2.4.2 Profil Melintang	34
2.5 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya	35

BAB III METODE PERENCANAAN	36
3.1 Lokasi Perencanaan	36
3.2 Data Yang Digunakan	36
3.3 Alat Yang Digunakan	37
3.4 Prosedur Perencanaan	37
3.4.1 Pengumpulan Data.....	37
3.4.2 Analisis Data	41
3.4.3 Analisis Hidrologi	45
3.4.4 Analisis Hidrolika.....	46
3.4.5 Rencana Anggaran Biaya	47
3.4.6 Bagan Alir Perencanaan	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Umum	49
4.2 Analisis Data Pengukuran Sipat Datar	49
4.2.1 Analisis Data Pengukuran Sipat Datar Memanjang	49
4.2.2 Analisis Data Pengukuran Sipat Datar Melintang.....	52
4.3 Analisis Data Curah Hujan	55
4.3.1 Melengkapi Data Hujan Yang Hilang	56
4.3.2 Uji Konsistensi Data Hujan	57
4.3.3 Uji Homogenitas Data Hujan	60
4.3.4 Analisis Curah Hujan Wilayah.....	63
4.3.5 Analisis Frekuensi Hujan Rencana.....	65
4.3.6 Distribusi Probabilitas Normal.....	67
4.3.7 Uji Chi-Kuadrat	69
4.3.8 Uji Smirnov-Kolmogorof.....	72
4.4 Analisis Hidrologi	73
4.5 Analisis Hidrolika	76
4.5.1 Perhitungan Debit Di Saluran Pembawa	76
4.5.2 Perhitungan Dimensi <i>Grate Inlet</i>	76
4.5.3 Perhitungan Dimensi <i>Curb Inlet</i>	78
4.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	80

4.6.1	Perhitungan Volume Pekerjaan	80
4.6.2	Analisa Harga Satuan Pekerjaan	92
4.6.3	Penyusunan Rencana Anggaran Biaya.....	92
4.6.4	Rekapitulasi Anggaran Biaya	93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		94
4.1	Kesimpulan	94
4.2	Saran	94
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai Q_{kritis} dan R_{kritis}	7
2.2 Nilai T_{cr} (t_{kritis}) Untuk Uji Distribusi 2 Sisi	9
2.3 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi	14
2.4 Nilai <i>Reduced Variate</i> (Y_t).....	15
2.5 Nilai <i>Reduced Standar Deviation</i> (S_n) dan Nilai <i>Reduced Mean</i> (Y_n).....	16
2.6 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	17
2.7 Faktor Frekuensi K_T Untuk Distribusi Log Pearson Type III	19
2.8 Nilai Parameter Chi-Kuadrat Kritis.....	22
2.9 Nilai ΔP Kritis Smirnov-Kolmogorof.....	23
2.10 Koefisien Pengaliran (C) Untuk Rumus Rasional.....	25
2.11 <i>Manning's n For Street and Pavement Gutters</i>	32
4.1 Pengolahan Data Pengukuran Sipat Datar Memanjang.....	49
4.2 Rekapitulasi Hasil Analisis Pengukuran Sipat Datar Memanjang	50
4.3 Pengolahan Data Pengukuran Sipat Datar Melintang	52
4.4 Tabel Rekapitulasi Elevasi Melintang Badan Jalan.....	53
4.5 Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan	55
4.6 Data Curah Hujan Yang Telah Dilengkapi.....	56
4.7 Uji Konsistensi pada Stasiun Meteorologi Palangka Raya.....	57
4.8 Uji Konsistensi pada Pos Hujan Bukit Tunggal	58
4.9 Uji Konsistensi pada Pos Hujan Kalampangan	59
4.10 Uji Homogenitas Data Hujan dengan Metode Uji – t.....	60
4.11 Uji Homogenitas Data Hujan dengan Metode Uji – t.....	62
4.12 Hasil Perhitungan Bobot Wilayah dengan Aplikasi <i>ArcMap</i>	63
4.13 Curah Hujan Wilayah Poligon Thiessen.....	65
4.14 Perhitungan Parameter Statistik.....	65
4.15 Hasil Perhitungan Parameter Statistik	67
4.16 Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal	67
4.17 Nilai K_T Distribusi Normal untuk Periode Ulang.....	68
4.18 Data Curah Hujan diurutkan	70

4.19 Nilai K_T Untuk Berbagai Periode Ulang	71
4.20 Perhitungan Nilai Untuk Distribusi Probabilitas Normal.....	71
4.21 Uji Smirnov-Kolmogorof Distribusi Probabilitas Normal	72
4.22 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	75
4.24 Rekapitulasi RAB Pembangunan <i>Grate Inlet</i>	93
4.25 Rekapitulasi RAB Pembangunan <i>Curb Inlet</i>	93

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Bentuk-Bentuk Inlet.....	27
2.2 Jenis Aliran Inlet.....	28
2.3 Saluran Pembawa Berbentuk Segitiga.....	29
2.4 Saluran Pembawa Berbentuk <i>Composite Section</i>	30
2.5 Potongan Memanjang 4 Seksi	34
2.6 Arah Potongan Melintang.....	35
3.1 Lokasi Perencanaan	37
3.2 Pemasangan Patok	39
3.3 Tabel Pengukuran dan Perhitungan	44
3.4 Bagan Alir Perencanaan	49
4.1 Peta Curah Hujan Wilayah Poligon Thiessen.....	64
4.1 Bukaan <i>Grate Inlet</i> Ruas Kiri	78
4.2 Bukaan <i>Grate Inlet</i> Ruas Kanan	78
4.3 Bukaan <i>Curb Inlet</i> Ruas Kiri	79
4.4 Bukaan <i>Grate Inlet</i> Ruas Kanan	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengukuran Metode Sipat Datar Memanjang

Lampiran 2. Tabel Pengukuran Metode Sipat Datar Melintang

Lampiran 3. *Site Plan Street Inlet*

Lampiran 4. Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Lampiran 5. Rencana Anggaran Biaya Pembangunan *Street Inlet*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genangan air masih sering menjadi masalah di ruas jalan perkotaan di Indonesia, terutama di musim hujan. Penyebab genangan bisa bermacam-macam, di antaranya curah hujan yang tinggi, peningkatan lapisan yang tidak tembus air, kapasitas saluran drainase yang tidak memadai, dan desain inlet yang tidak sesuai (Suharyanto, 2006). Salah satu ruas jalan di Kota Palangka Raya yang sering terjadi genangan saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi adalah jalan Yos Sudarso.

Jalan Yos Sudarso adalah salah satu jalan protokol yang menghubungkan Kawasan perkantoran, pusat perbelanjaan serta alun-alun kota Palangka Raya. Sebagai jalan yang tergolong sibuk dan dilintasi banyak pengendara sebaiknya tidak ada hambatan yang dialami pengendara.

Namun saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi dan dengan durasi yang lama daerah di sekitar kawasan tersebut sering kali tergenang, yang dapat menghambat para pengendara bahkan menimbulkan kecelakaan. Genangan air juga dapat menimbulkan kerusakan jalan karena air bisa melonggarkan ikatan antara agregat dengan aspal.

Berdasarkan pengamatan, berubahnya bahu jalan dimana ditingkatkan sejajar dengan tinggi trotoar sehingga menyebabkan elevasinya lebih tinggi dari muka jalan mengakibatkan sebagian air melimpas dan tertampung di muka jalan. Limpasan permukaan yang tidak dapat langsung tersalurkan ke drainase akhirnya menimbulkan genangan di jalan.

Untuk itu diperlukan perencanaan yang tepat berupa desain *street inlet*, sebagai salah satu solusi untuk menyalurkan limpasan permukaan yang tertampung di jalan melalui saluran di bawah permukaan menuju saluran drainase.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka dirumuskan permasalahan perencanaan sebagai berikut:

1. Berapa dimensi *street inlet* di Jalan Yos Sudarso Palangka Raya dari STA 0+000 sampai dengan STA 0+500 apabila jarak *street inlet* dipasang berdasarkan jarak maksimum?
2. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk pembangunan *street inlet* di Jalan Yos Sudarso Palangka Raya dari STA 0+000 sampai dengan STA 0+500 apabila *street inlet* dipasang berdasarkan jarak maksimum?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari studi perencanaan ini yaitu:

1. Menghitung dimensi *street inlet* di Jalan Yos Sudarso Palangka Raya dari STA 0+000 sampai dengan STA 0+500 apabila jarak *street inlet* dipasang berdasarkan jarak maksimum.
2. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk pembangunan *street inlet* di Jalan Yos Sudarso Palangka Raya dari STA 0+000 sampai dengan STA 0+500 apabila *street inlet* dipasang berdasarkan jarak maksimum.

1.4 Batasan Masalah

Perencanaan ini dipengaruhi oleh berbagai macam parameter. Oleh karena itu, agar perencanaan ini berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan maka dibuat batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup perencanaan, antara lain:

1. Perencanaan ini dilakukan pada jalan Yos Sudarso, dari simpang tiga lampu merah hingga muara bundaran besar sepanjang 500 M (STA 0+000 – 0+500).
2. Perencanaan dilakukan pada ke-dua jalur jalan,
3. Perencanaan dilakukan untuk merencanakan 2 jenis inlet jalan yaitu, *Grate inlet* (inlet datar) dan *Curb-opening inlet* (inlet tegak).
4. Tinggi genangan (y) di jalan yang ditetapkan pada desain ini adalah 3 cm.
5. Perencanaan ini tidak meninjau saluran pembawa dari inlet ke drainase.
6. Perencanaan ini tidak meninjau kondisi drainase *existing*.
7. Perencanaan ini hanya meninjau area tangkapan hujan di permukaan jalan.
8. Pengamatan/Pengukuran Geometrik Jalan dilakukan pada tahun 2020.

1.5 Manfaat Perencanaan

Manfaat dari perencanaan ini adalah :

1. Sebagai bahan pertimbangan pemerintah dalam usaha pembangunan inlet jalan di kota Palangka Raya.
2. Sebagai studi pembelajaran dalam pembangunan inlet jalan di kota lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota (Asmar, 2012).

Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi : Pemukiman, kawasan industri & perdagangan, sekolah, rumah sakit, & fasilitas umum lainnya, lapangan olah raga, pelabuhan laut/sungai serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota (Asmar, 2012).

2.2 Analisis Data Hujan

Analisis data hujan dilakukan dengan maksud sebagai perhitungan perencanaan dalam rangka memonitor kuantitas air (Kamiana, 1997). Lima unsur yang berkaitan dengan data curah hujan yaitu (Kamiana, 1997):

- a. Ketinggian jumlah hujan atau *rainfall depth*.
- b. Lamanya hujan atau *duration of rainfall*.
- c. Kederasan hujan atau *intensity rainfall*.
- d. Periode ulang atau *return period*.
- e. Luas area hujan.

2.2.1 Pengujian Seri Data

Beberapa rangkaian pengujian dilakukan terhadap seri data (data hujan atau data debit) yang terkumpul sebelum digunakan sebagai data masukan dalam analisis frekuensi, dua diantaranya adalah uji konsistensi dan uji homogenitas (Kamiana, 2011).

1. Uji Konsistensi

Uji konsistensi data dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran data lapangan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor (Kamiana, 2011):

- a. Spesifikasi alat penakar berubah.
- b. Tempat alat ukur pindah
- c. Perubahan lingkungan di sekitar alat penakar.

Cara pengujian konsistensi data hujan dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya :

- a. Metode *Curve* Massa Ganda

Dalam metode ini nilai kumulatif seri data yang diuji (stasiun A misalnya), dibandingkan dengan nilai kumulatif seri data dari stasiun referensi (stasiun B misalnya). Stasiun referensi dapat berupa rerata dari beberapa stasiun di dekatnya. Jika *curve* berbentuk garis lurus artinya data A konsisten. Sebaliknya jika terjadi perubahan/patahan kemiringan bentuk *curve*, artinya data A tidak konsisten dan perlu dilakukan koreksi (mengalikan atau membagi data sebelum atau sesudah perubahan/patahan) dengan faktor koreksi (Kamiana, 2011):

$$\frac{\beta}{\alpha} \quad (2-1)$$

Keterangan rumus:

β : kemiringan *curve* setelah patahan.

α : kemiringan *curve* sebelum patahan.

b. *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS)

Dalam metode ini, konsistensi data hujan ditunjukkan dengan nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata berdasarkan persamaan berikut (Kamiana, 2011):

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad (2-2)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{N} \quad (2-3)$$

Dengan $k = 1, 2, \dots, N$; pada saat $k = 0$ maka $S_k^* = 0$

Jika persamaan (2.2) dibagi dengan deviasi standar (D_y) maka akan diperoleh *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) atau dirumuskan sebagai berikut (Kamiana, 2011):

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \quad (2-4)$$

$$D_y^2 = \sum_{i=1}^N \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{N} \quad (2-5)$$

Keterangan rumus :

S_k^* : nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata.

Y_i : nilai data Y ke-i.

\bar{Y} : nilai Y rata-rata.

N : jumlah data Y.

S_k^{**} : *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS).

D_y : deviasi standar seri data Y.

Setelah nilai S_k^{**} diperoleh untuk setiap k, nilai Q dan R terhitung dengan rumus:

$$Q = |S_k^{**}| \text{ maks atau } R = S_k^{**} \text{ maks} - S_k^{**} \text{ min} \quad (2-6)$$

Bandingkan, untuk jumlah data (N) dan derajat kepercayaan (α) tertentu, nilai-nilai di bawah ini (Kamiana, 2011):

- 1) Q terhitung dengan Q_{kritis}
- 2) R terhitung dengan R_{kritis}

Nilai Q_{kritis} dan R_{kritis} dapat dilihat dari Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Q_{kritis} dan R_{kritis}

N	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$			$\frac{R}{\sqrt{n}}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,24	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
∞	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2,00

(Sumber : Sri Harto, 1993)

2. Uji Homogenitas

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

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

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (2-7)$$

$$\sigma = \left(\frac{N_1 \cdot S_1^2 + N_2 \cdot S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2-8)$$

$$S_1 = \left(\frac{\sum (X_{1i} - \bar{X})^2}{N_1 - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2-9)$$

$$S_2 = \left(\frac{\sum (X_{2i} - \bar{X})^2}{N_2 - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2-10)$$

$$d_k = N_1 + N_2 - 2 \quad (2-11)$$

Keterangan rumus :

t : variabel – t

X_1 : rata-rata hitung sampel ke-1

X_2 : rata-rata hitung sampel ke-2

N_1 : jumlah hitung sampel set ke-1

N_2 : jumlah hitung sampel set ke-2

σ : deviasi standar

S_1 : varian sampel set ke-1

S_2 : varian sampel set ke-2

d_k : derajat kebebasan.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai t (menggunakan persamaan 2.7), akan diperoleh dua kemungkinan yaitu (Kamiana, 2011):

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.

Nilai t_{cr} dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel Nilai t_{cr} (t_{kritis}) Untuk Uji Distribusi 2 Sisi

D_k	Derajat Kepercayaan $t \alpha$				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,039	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787

Lanjutan Tabel 2.2

D _k	Derajat Kepercayaan t α				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
Inf	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

(Sumber: Soewarno, 1993)

2.2.2 Analisis Curah Hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (stasiun). Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam (mm) (Kamiana, 1997).

Curah hujan wilayah dapat ditentukan dari beberapa pos pencatat hujan. Cara-cara perhitungan curah hujan wilayah dapat dilakukan dengan metoda : Rata-rata aljabar, Poligon thiessen, Isohyet.

Pemilihan dari ketiga cara menghitung hujan wilayah di atas umumnya didasarkan atas luas daerah rencana, jika (Sosrodarsono & Takeda, 1993):

- Daerah dengan luas 250 ha yang mempunyai variasi topografi yang kecil, dapat diwakili oleh sebuah alat ukur curah hujan.
- Untuk daerah 250 ha s/d 50.000 ha dengan dua atau tiga titik pengamatan dapat digunakan cara Rata-rata aljabar.
- Untuk daerah antara 120.000 ha s/d 500.000 ha yang tersebar cukup merata dan dimana hujannya tidak terlalu dipengaruhi oleh kondisi topografi, dapat digunakan

cara Rata-rata aljabar. Jika titik-titik pengamatan itu tidak tersebar merata maka digunakan cara Poligon Thiessen.

- d. Untuk daerah yang lebih besar dari 500.000 ha, dapat digunakan cara Isohyet atau cara potongan antara (*inter-section method*).

1. Cara rata-rata aljabar

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan (Suhardjono, 1997).

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (2-12)$$

Keterangan rumus:

R : curah hujan daerah

n : jumlah titik atau pos pengamatan

R_1, R_2, R_n : curah hujan di tiap titik pengamatan.

2. Cara Thiessen

Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan (Suhardjono, 1997).

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2-13)$$

Keterangan rumus:

R : Curah hujan daerah

R_1, R_2, \dots, R_n : Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik-titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n : Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.

3. Cara Isohyet

Peta isohyet digambar pada peta topografi dengan perbedaan 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan sekitar daerah yang dimaksud.

Luas bagian daerah antara dua garis isohyet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohyet yang berdekatan yang termasuk bagian-bagian itu dapat dihitung. Curah hujan daerah itu dapat dihitung menurut persamaan sebagai berikut (Suhardjono, 1997).

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2-14)$$

Keterangan rumus:

R : Curah hujan daerah

R_1, R_2, \dots, R_n : Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik-titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n : Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.

2.2.3 Melengkapi Data Hujan Yang Hilang

Hasil pengukuran hujan yang diterima oleh pusat Meteorologi dan Geofisika dari tempat-tempat pengamatan hujan kadang-kadang ada yang tak lengkap, sehingga di dalam daftar yang disusun ada data hujan yang hilang. Tidak tercatatnya data hujan oleh petugas ditempat pengamatan mungkin karena alat penakarnya rusak atau kelupaan petugas untuk mencatat atau sebab lain. Untuk melengkapi data yang hilang

itu kita tidak dapat mengadakan perkiraan. Sebagai dasar untuk perkiraan ini digunakan data hujan dari tiga tempat pengamatan yang berdekatan dan mengelilingi tempat pengamatan yang datanya tidak lengkap. Kalau titik-titik itu tadi selisih antara hujan-hujan tahunan normal dari tempat pengamatan yang datanya tak lengkap itu kurang dari 10% maka perkiraan data yang hilang boleh diambil harga rata-rata hitung dari data tempat-tempat pengamatan yang mengelilinginya. Kalau selisih itu melebihi 10% diambil cara menurut perbandingan biasa yaitu (Suhardjono, 1997):

$$r = \frac{1}{3} \left(\frac{R}{R_A} r_A + \frac{R}{R_B} r_B + \frac{R}{R_C} r_C \right) \quad (2-15)$$

Keterangan rumus:

R : Curah hujan rata-rata setahun di tempat pengamatan R datanya harus lengkap.

r_A, r_B, r_C : Curah hujan di tempat pengamatan RA, RB, RC.

R_A, R_B, R_C : Curah hujan rata-rata setahun di A, B dan C.

2.2.4 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin (2003), frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan dilampaui. Sebaliknya kala ulang adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan dilampaui Karakteristik desain hidrologi untuk sistem drainase perkotaan 10-100 Ha dengan periode ulang 2-5 tahun yang artinya bahwa curah hujan terbesar terjadi sekali dalam lima tahun atau kala ulang tertentu baik dilampaui ataupun setara dengan curah hujan rancangan.

Kala ulang rencana bisa dilakukan dengan beberapa metode yaitu:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Person Tipe III
4. Distribusi Gumbel

Keempat distribusi tersebut memiliki persyaratan masing-masing yaitu:

Tabel 2.3 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$
		$C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s = 0$
		$C_k = 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Person type III	Selain dari nilai diatas

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

Keterangan Tabel 2.3:

a. Koefisien kepengengan (C_s) =
$$\sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2).S^3}}$$
 (2-16)

b. Koefisien kurtosis (C_k) =
$$\sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4}}$$
 (2-17)

c. \bar{X} = nilai rata-rata dari X =
$$\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$
 (2-18)

d. Standar Deviasi (S) =
$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$
 (2-19)

1. Distribusi Probabilitas Gumbel

Jika data hujan yang digunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011):

$$X_T = \bar{X} + S \times K \quad (2-20)$$

Keterangan rumus:

X_T : Hujan rencana atau debit dengan kala ulang T

\bar{X} : Nilai rata-rata dari data hujan (X)

S : Standar deviasi dari data hujan (X)

K : Faktor Frekuensi Gumbel = $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ (2-21)

Y_t : *Reduced Variate* = $-\ln - \ln \frac{T-1}{T}$ (2-22)

: nilai Y_t bisa ditentukan berdasarkan (Tabel 2.4)

S_n : *Reduced* standar deviasi (Tabel 2.5)

Y_n : *Reduced Mean* (Tabel 2.5)

Tabel 2.4 Nilai *Reduced Variate* (Y_t)

Periode ulang T (Tahun)	Y_t
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber: Soemarto, 1987)

Tabel 2.5 Nilai *Reduced Standart Deviation* (Sn) dan Nilai *Reduced Mean* (Yn)

n	Sn	Yn	n	Sn	Yn
10	0,9497	0,4952	60	1,1750	0,5521
15	1,0210	0,5128	70	1,1850	0,5548
20	1,0630	0,5236	80	1,1940	0,5567
25	1,0910	0,5390	90	1,2010	0,5586
30	1,1120	0,5362	100	1,2060	0,5600
35	1,1280	0,5403	20	1,2360	0,5672
40	1,1410	0,5436	500	1,2590	0,5724
45	1,1520	0,5463	1000	1,2690	0,5745
50	1,1610	0,5485			

(Sumber: Soemarto, 1987)

2. Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal, jika data yang digunakan adalah sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011):

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \quad (2-23)$$

Keterangan rumus:

X_T : Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

\bar{X} : Nilai rata-rata dari data hujan (X) mm

S : Standar deviasi dari data hujan (X) mm

K_T : Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari nilai T (lihat tabel variabel reduksi gauss pada Tabel 2.6)

Tabel 2.6 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Kt
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84
15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1000,000	3,09

(Sumber: Suripin, 2004)

3. Distribusi Probabilitas Log Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011):

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ log } X \quad (2-24)$$

Keterangan rumus:

Log X_T : Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T

$$\text{Log } X : \text{Nilai rata-rata dari } \log X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (2-25)$$

$S \log X$: Nilai rata-rata populasi X

$$: \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2-26)$$

K_T : Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari nilai T (lihat tabel variabel reduksi gauss pada Tabel 2.6.

4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011):

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \log X \quad (2-27)$$

Keterangan rumus:

$\text{Log } X_T$: Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T

$\overline{\text{Log } X}$: Nilai rata-rata dari $\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$ (2-28)

$S \log X$: nilai rata-rata populasi X

$$: \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}} \quad (2-29)$$

K_T : Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari nilai T (lihat tabel variabel reduksi gauss pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Faktor Frekuensi K_T Untuk Distribusi Log Pearson Type III

G or C_s	<i>Return period in years</i>						
	2	5	10	25	50	100	200
	<i>Exceedence probabilitas</i>						
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,005
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,909
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	4,783
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	3,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,165	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,328	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,333	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

(Sumber: Soemarto, 1987)

2.2.5 Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (1) Chi-Kuadrat dan (2) Smirnov-Kolmogorov (Suripin, 2004).

1. Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan rumus berikut (Kamiana, 2011):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (2-30)$$

Keterangan rumus:

χ^2 : Parameter Chi-Kuadrat terhitung

E_f : Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

O_f : Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

E_f : Jumlah sub kelompok

Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%.

Derajat kebebasan (D_k) dihitung dengan rumus :

$$D_k = K - (p + 1) \quad (2-31)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (2-32)$$

Keterangan rumus:

D_K : Derajat kebebasan

K : Jumlah kelas distribusi

P : Banyaknya parameter, untuk Uji-Chi Kuadrat adalah 2

n : Banyaknya data.

Setelah 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 :

$$X^2 < X^2_{cr} \quad (2-33)$$

Keterangan rumus:

X^2 : Parameter Chi Kuadrat terhitung

X^2_{cr} : Parameter Chi Kuadrat kritis (Tabel 2.8)

Prosedur uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
- b. Menghitung jumlah kelas
- c. Menghitung derajat kebebasan (D_K) dan X^2_{cr}
- d. Menghitung kelas distribusi
- e. Menghitung interval kelas
- f. Perhitungan nilai X^2
- g. Bandingkan nilai X^2 terhadap X^2_{cr}

Tabel 2.8 Nilai Parameter Chi-Kuadrat Kritis, χ^2_{cr}

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,388	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,255	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	18,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,733	46,979	50,892	53,672

(Sumber: Soewarno, 1995)

2. Uji Smirnov-Kolmogorov (secara analisis)

Pengujian distribusi probabilitas 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 $P(X_i)$, dengan rumus tertentu, rumus Weibull sebagai berikut:

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i} \quad (2-34)$$

Keterangan rumus:

n : jumlah data

i : nomor urut data (setelah diurut dari besar ke kecil atau sebaliknya)

- 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 setiap data yang sudah diurut :

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \quad (2-35)$$

- e. Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.
- f. ΔP kritis (Tabel 2.9)

Tabel 2.9 Tabel Nilai ΔP Kritis Smirnov-Kolmogorof

N	α derajat kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67

Lanjutan Tabel 2.9

N	α derajat kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,31	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{107}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber: Soewarno, 1995)

2.2.6 Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan (I_t) adalah yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Nilai intensitas hujan tergantung lama curah hujan dan frekuensi hujan dan waktu konsentrasi (Asmar, 2012).

Intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan mononobe sebagai berikut (Kamiana, 2011):

$$I = \frac{X_{24}}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{t} \quad (2-36)$$

Keterangan rumus:

I : Intensitas hujan rencana (mm)

t : Durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam)

X_{24} : Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

2.2.7 Perhitungan Debit Rencana

Dalam perencanaan bendungan, bangunan pengendali banjir, jembatan, irigasi dan drainase, perlu memperkirakan debit terbesar dari aliran saluran atau sungai yang mungkin terjadi dalam suatu periode ulang, debit ini disebut dengan debit rencana (Kamiana, 1997).

Debit rencana dapat dihitung dengan menggunakan metode rasional sebagai berikut : Menurut Goldman (1986) dalam Suripin (2004), Metode Rasional dapat digunakan untuk daerah pengaliran < 300 ha. Dalam Suripin (2004), dijelaskan penggunaan Metode Rasional pada daerah pengaliran dengan beberapa sub daerah pengaliran dapat dilakukan dengan pendekatan nilai C gabungan atau C rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi terpanjang.

Rumus umum dari metode rasional adalah (Kamiana, 1997):

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (2-37)$$

Keterangan rumus:

Q : debit puncak limpasan permukaan (m³/det)

C : angka pengaliran (tanpa dimensi) (tabel 2.10)

A : luas daerah pengaliran (Km²)

I : intensitas curah hujan (mm/jam)

Tabel 2.10 Koefisien Pengaliran (C) Untuk Rumus Rasional

Deskripsi lahan/karakter permukaan	koefisien pengaliran (C)
Bisnis :	
Perkotaan	0,70 - 0,95
Pinggiran	0,50 - 0,70

Tabel 2.10 Lanjutan

Deskripsi lahan/karakter permukaan	koefisien pengaliran (C)
Perumahan:	
Rumah tinggal	0,30 - 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 - 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 - 0,75
Perkampungan	0,25 - 0,40
Perumahan:	
Apartemen	0,50 - 0,70
Perkerasan:	
Aspal dan Beton	0,70 - 0,95
Batu bata, paving	0,50 - 0,70
Halaman berpasir:	
Datar (2%)	0,05 - 0,10
Curam (7%)	0,15 - 0,20
Halaman tanah:	
Datar (2%)	0,13 - 0,17
Curam (7%)	0,18 - 0,22
Hutan:	
Datar (0-5%)	0,10 - 0,40
Curam (5-10%)	0,25 - 0,50
Berbukit (10-30%)	0,30 - 0,60

(Sumber: Suripin, 2004)

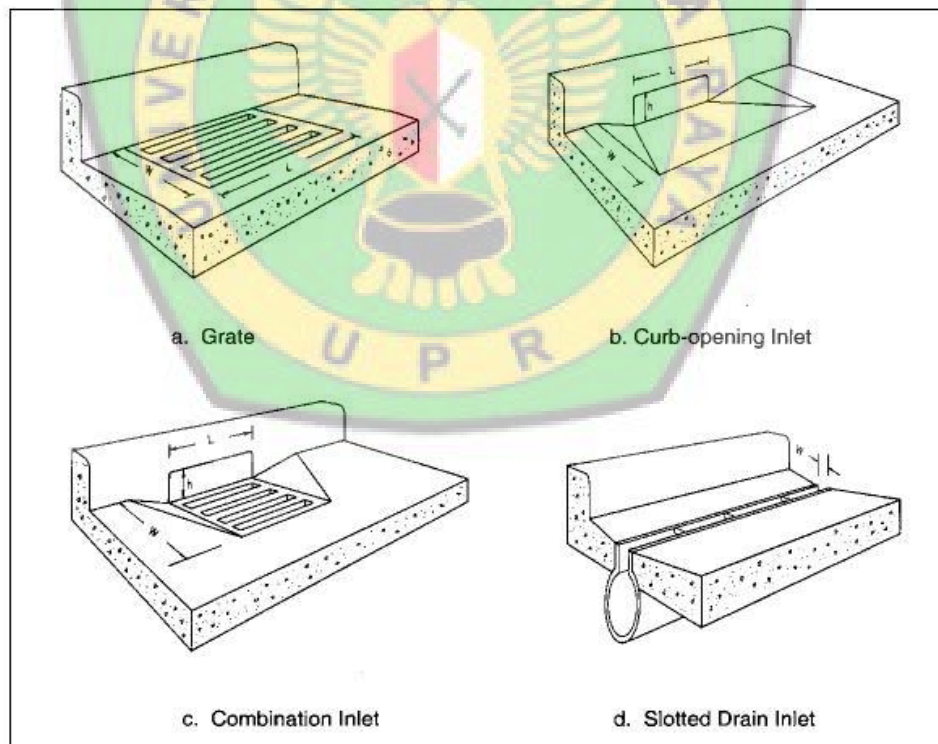
2.3 Inlet Jalan

Street inlet adalah bangunan pelengkap pada sistem drainase yang merupakan lubang atau bukaan pada sisi – sisi jalan yang berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang berada di sepanjang ruas jalan menuju ke dalam saluran drainase (Prakoso, 2016).

Penggunaan inlet pada konstruksi jalan raya terletak berdekatan dengan saluran konstruksi jalan. Jika saluran direncanakan pada as jalan, maka konstruksi inlet diletakkan diatas saluran sejajar dengan penutup jalan dari beton bertulang. Jika

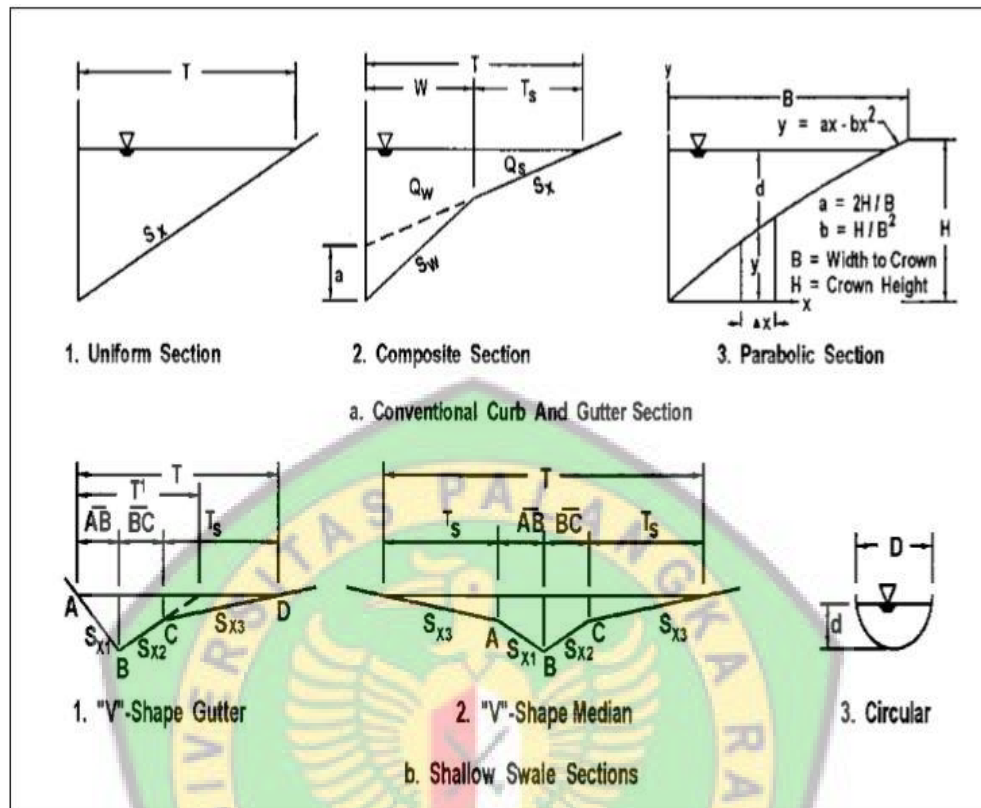
as jalan merupakan median, maka inlet diletakkan tegak atau datar ditepi saluran (Asmar, 2012).

Dimensi inlet ditentukan dari data curah hujan, jarak inlet, lebar jalan, kemiringan arah lebar jalan dan kemiringan arah panjang jalan serta efisiensi inlet. Ada empat jenis utama inlet yaitu: *grate* (datar), *curb opening* (bukaan kerb atau tegak), *combination* (kombinasi), dan *slotted* (berlubang). Ilustrasi dari jenis-jenis inlet ini dapat dilihat pada gambar 2.1. Bentuk-bentuk inlet yang berbeda pula menghasilkan bentuk aliran yang berbeda yang terbagi atas dua jenis yaitu: a. *conventional curb and gutter section* dan b. *shallow swale sections*.



Gambar 2.1 Bentuk-Bentuk Inlet

Sumber: Urban Drainage Design Manual, 2009



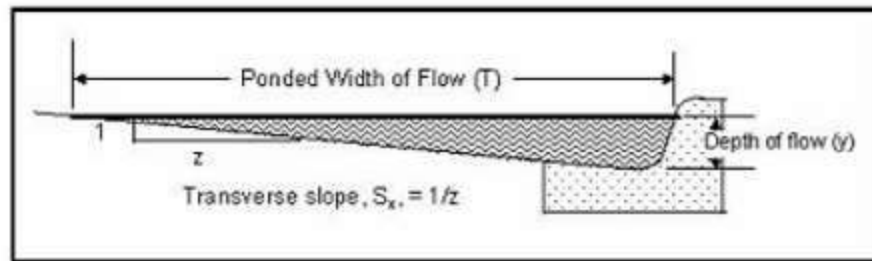
Gambar 2.2 Jenis Aliran Inlet

Sumber: *Urban Drainage Design Manual, 2009*

Ilustrasi dari jenis-jenis aliran inlet dapat dilihat pada gambar 2.2. Pada perencanaan ini dibatasi hanya menggunakan inlet jenis *grate inlet* dan *curb inlet* dengan jenis aliran *uniform section* untuk *grate inlet* dan *composite section* untuk *curb inlet*.

1. *Grate inlets* (inlet datar)

Inlet datar ialah inlet yang posisinya dekat kerb dengan posisi sejajar permukaan jalan, sehingga lubang inlet menghadap keatas (Suharyanto, 2013). Kelebihannya karena terletak sejajar permukaan jalan yaitu searah dengan aliran air namun juga memiliki kekurangan yaitu mudah tersumbat oleh puing-puing sampah.



Gambar 2.3 Saluran Pembawa Berbentuk Segitiga

Sumber: *Hydraulic Design Manual*, 2019

Untuk penampang saluran dengan bentuk segitiga tersebut, maka persamaan debitnya ditulis (USDCM, 2016):

$$Q_s = \frac{0,56}{nS_x} \times S_L^{\frac{1}{2}} \times Y^{\frac{8}{3}} \quad (2-38)$$

$$T = \frac{Q_s \times n}{(K \times S_x^{\frac{5}{3}} \times S_L^{\frac{1}{3}})^{\frac{3}{8}}} \quad (2-39)$$

$$y = T \times S_x \quad (2-40)$$

Kemudian setelah debit didapat dari persamaan 2.38 maka dilakukan perhitungan untuk menghitung luas bukaan, *grate inlet* dan *curb-opening inlet* dengan menggunakan rumus berikut (Pilgrim, 1991):

$$Q_g = 0,67 \times A_g \times (2g \times y)^{0,5} \quad (2-41)$$

Keterangan rumus:

Q_s : debit di saluran pembawa (cfs)

Q_g : kapasitas tangkapan *grate inlet* (m^3/dt)

A_g : luas ruang terbuka kisi (m^2)

g : percepatan gravitasi (m/dt^2)

n : koefisien manning's (lihat tabel 2.11)

opening inlets (inlet tegak) dihitung Panjang bukaan curb inlet dengan rumus berikut (Moduto,1998):

$$L_c = \frac{Q_c}{0,36 \times g \times d^{\frac{3}{2}}} \quad (2-42)$$

Keterangan rumus:

L_c : Panjang bukaan *curb inlet* (m).

Q_c : Kapasitas tangkapan *curb inlet* (m^3/s)

g : percepatan gravitasi (m/dt^2)

d : tinggi genangan di jalan (m)

Tabel 2.11 Manning's n for Street and Pavement Gutters

Type of Gutter or Pavement	Manning's n
Concrete gutter, troweled finish	0,012
Asphalt Pavement:	
Smooth texture	0,013
Rough texture	0,016
Concrete gutter-asphalt pavement:	
smooth	0,013
rough	0,015
Concrete pavement	
float finish	0,014
broom finish	0,016
for gutters with small slope, where sediment may accumulate, increase above values of "n" by	0,002

(Sumber: USDOT, FHWA, HDS-3)

2.4 Pengukuran Sipat Datar

Menyipat datar adalah menentukan/mengukur beda tinggi antara dua titik atau lebih (Frick, 1979). Ketelitian penentuan ukuran tergantung pada alat-alat yang digunakan serta pada ketelitian pengukuran dan yang dapat dilaksanakan.

Tujuan pengukuran sifat datar profil ini umumnya adalah untuk mengetahui profil dari suatu trase baik jalan ataupun saluran, sehingga selanjutnya dapat diperhitungkan banyaknya galian dan timbunan yang perlu dilakukan pada pekerjaan konstruksi (Sinaga, 1992).

Secara terpadu kedua bagian pekerjaan sipat datar profil ini akan memberikan informasi bagi para perencana dalam menentukan (Sinaga, 1992):

1. Penentuan gradient yang cocok bagi pekerjaan konstruksi yang dikerjakannya.
2. Menghitung volume pekerjaan.
3. Menghitung besarnya galian dan timbunan yang perlu dipersiapkan.

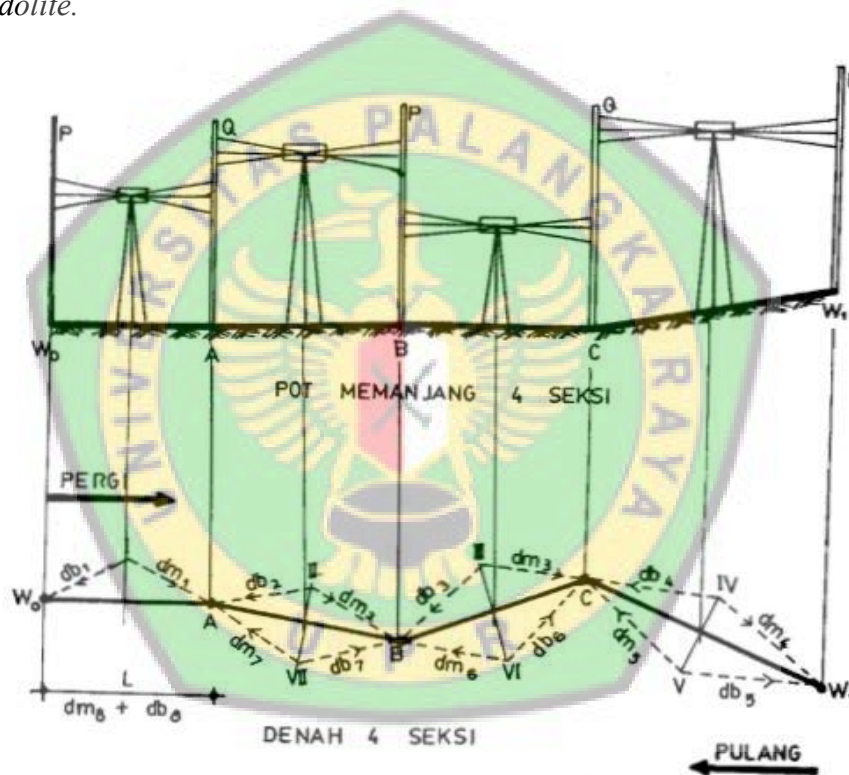
Pengukuran profil umumnya dibedakan atas profil memanjang searah dengan sumbu proyek dan profil melintang dengan arah memotong tegak lurus sumbu proyek pada interval jarak yang tertentu (Basuki, 2006).

Pengukuran Sipat Datar Profil dibagi menjadi dua pekerjaan yaitu sipat datar profil memanjang dan sipat datar profil melintang sedangkan pada tahap penggambaran, biasanya dilakukan penggambaran situasi sepanjang jalur pengukuran sipat datar profil memanjang maupun melintang dengan skala yang berbeda agar kondisi tanah secara vertikal akan lebih jelas terlihat (Nurjati, 2004).

2.4.1 Profil Memanjang

Pelaksanaan pengukuran sipat datar profil memanjang tidak jauh berbeda dengan sipat datar memanjang, yaitu melalui jalur pengukuran yang nantinya merupakan titik ikat bagi sipat datar profil melintangnya, sehingga mempunyai ketentuan sebagai berikut (Sinaga, 1992):

1. Pengukuran harus dilakukan sepanjang garis tenah (as) jalur pengukuran dan dilakukan pengukuran pada setiap perubahan yang terdapat pada permukaan tanah.
2. Data ukuran jarak dengan pita ukur dan dicek dengan jarak optis.
3. Untuk dapat membuat garis seksi yang lurus, diperlukan bantuan dengan alat ukur *theodolite*.



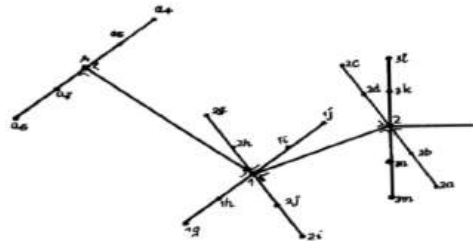
Gambar 2.5 Potongan memanjang 4 seksi

Sumber: Pengukuran dan Pemetaan Pekerjaan Konstruksi, 1992

2.4.2 Profil Melintang

Untuk menghitung banyaknya tanah, baik untuk digali maupun untuk menimbuni, profil memanjang belum cukup. Maka diperlukan lagi profil melintang

yang harus dibuat tegak lurus pada garis sumbu proyek dan pada tempat-tempat yang penting (Frick, 1979).



Gambar 2.6 Arah Potongan Melintang

Sumber: Pengukuran dan Pemetaan Pekerjaan Konstruksi, 1992

2.5 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya

Menurut Sastraatmadja (1994), bahwa Rencana Anggaran Biaya (RAB) dibagi menjadi dua, yaitu rencana anggaran terperinci dan rencana anggaran biaya kasar.

a) Rencana Anggaran Biaya Kasar

Merupakan rencana anggaran biaya sementara dimana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil dari penafsiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang dihitung secara teliti didapat sedikit selisih.

b) Rencana Anggaran Biaya Terperinci

Dilaksanakan dengan menghitung volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang dilaksanakan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara memuaskan. Cara perhitungan pertama adalah dengan harga satuan, dimana semua harga satuan dan volume tiap jenis pekerjaan dihitung. Yang kedua adalah dengan harga seluruhnya, kemudian dikalikan dengan harga serta dijumlahkan seluruhnya.

Tujuan pembuatan Rencana Anggaran Belanja (RAB) adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk/konstruksi, besar biaya dan pelaksanaan serta penyelesaian (Susilowati, 2005).

Untuk menghitung Rencana anggaran Biaya (RAB) digunakan rumus berikut (Susilowati, 2005):

$$\text{RAB} = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga satuan pekerjaan}) \quad (2-43)$$



BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Perencanaan ini akan dilakukan di Jalan Yos Sudarso, dari arah Bundaran Besar hingga simpang lampu merah Jalan M.H Thamrin, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.



Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan

Sumber: Google Maps

3.2 Data yang digunakan

Pada perencanaan ini digunakan data:

a. Data Primer

Data primer yang dibutuhkan berupa:

- 1) Data geometrik Jalan Yos Sudarso meliputi:
 - a) Ukuran memanjang dan melintang Jalan Yos Sudarso.
 - b) Elevasi memanjang dan melintang Jalan Yos Sudarso.
- 2) Data material pembentuk permukaan jalan raya untuk mengetahui koefisien Manning yang akan digunakan.

b. Data Sekunder

Data Sekunder yang dibutuhkan berupa:

- 1) Data curah hujan maksimum dari Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut, Pos Hujan Bukit Tunggul dan Pos Hujan Kalampangan. Data hujan yang dikumpulkan yaitu dari tahun 2005 – 2020.
- 2) Peta lokasi perencanaan yaitu situasi Jalan Yos Sudarso.

3.3 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan di perencanaan ini:

- a. Alat tulis dan hitung
- b. *Waterpass*
- c. Statip
- d. Rambu ukur
- e. Meteran
- f. Payung
- g. Patok kayu dan paku
- h. Laptop atau komputer

3.4 Prosedur Perencanaan

3.4.1 Pengumpulan data

Langkah pertama dalam perencanaan ini adalah pengumpulan data primer dan data sekunder.

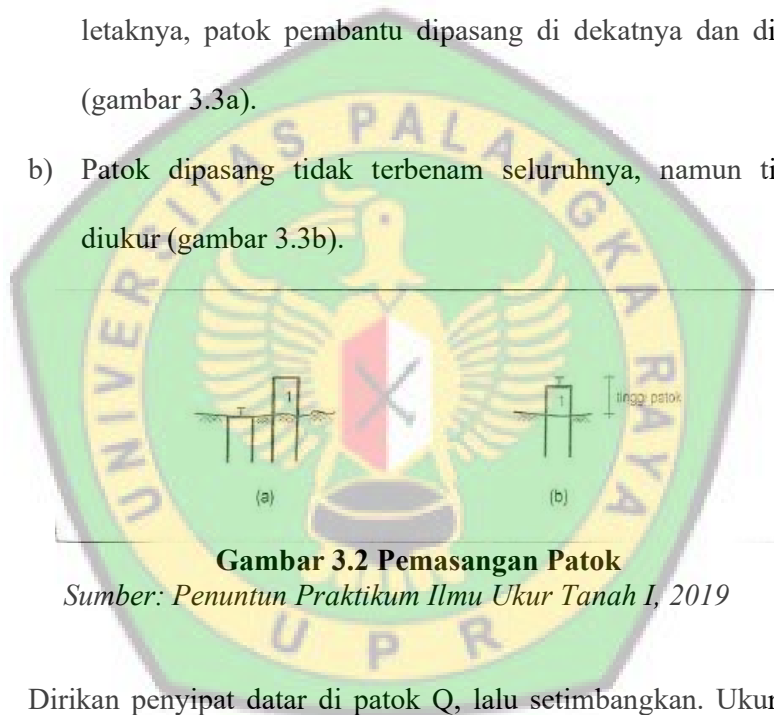
- a. Data primer ukuran memanjang dan melintang jalan didapat dengan melakukan pengukuran langsung dengan bantuan alat meteran.

b. Data primer elevasi didapat dengan melakukan penyipatan datar dengan bantuan alat *waterpass*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Pasanglah patok sepanjang sumbu proyek dengan jarak 25-50 m. Misalnya patok P,Q,R,S dan T (lihat gambar 3.2). Ada dua cara pemasangan patok yaitu (*Penuntun Praktikum Ilmu Ukur Tanah I, 2019*):

a) Patok dipasang terbenam rata permukaan tanah. Untuk mengetahui letaknya, patok pembantu dipasang di dekatnya dan diberi nomor (gambar 3.3a).

b) Patok dipasang tidak terbenam seluruhnya, namun tinggi patok diukur (gambar 3.3b).



Gambar 3.2 Pemasangan Patok

Sumber: *Penuntun Praktikum Ilmu Ukur Tanah I, 2019*

2) Dirikan penyipat datar di patok Q, lalu setimbangkan. Ukur tinggi alat (TA), yaitu jarak antara sumbu II alat ukur dan ujung patok. Sedangkan untuk pemasangan patok cara (b), ukur tinggi patok (TP) P,Q dan R. Catat data-data itu pada buku ukur.

3) Dirikan rambu ukur di patok P. Arahkan teropong ke rambu P. Catat data benang atas (BA), benang tengah (BT), dan benang bawah (BB). Periksalah setiap data dengan rumus:

$$BT = \frac{(BA+BB)}{2} \quad (3-1)$$

- 4) Pindahkan rambu ke kiri dan kanan patok P tegak lurus sumbu proyek di beberapa titik di tanah yang mewakili penampang tanah. Umumnya jarak ke kiri kanan masing-masing 15 meter. Nomor titik memakai huruf patok dan nomor urut, misalnya P₁, P₂, P₃ dan P₄. Arahkan terpotong ke rambu itu, catat BA, BT, BB. Pengukuran ini disebut pengukuran penampang melintang.
- 5) Pindahkan rambu ke beberapa titik di tanah (juga tanpa patok) antara PQ yang dianggap mewakili penampang tanah. Penomoran titik memakai huruf dan nomor seksi, missal a₁, b₁, dan c₁. Arahkan teropong ke rambu itu, catat BA, BT, BB. Pengukuran ini disebut pengukuran penampang memanjang.
- 6) Pindahkan rambu ke kiri dan kanan titik Q tegak lurus sumbu proyek pada beberapa titik yang mewakili penampang tanah. Arahkan teropong ke rambu itu, catat BA, BT, BB.
- 7) Pindahkan rambu ke beberapa titik detail anantara QR. Arahkan teropong ke rambu di beberapa titik itu, catat BA, BT, BB.
- 8) Dirikan rambu ukur di R. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat data BA, BT, BB.
- 9) Pindahkan rambu ke kiri dan kanan titik R tegak lurus sumbu proyek pada beberapa titik yang mewakili penampang tanah. Arahkan teropong ke rambu itu, catat BA, BT, BB.

- 10) Gambarlah sketsa yang menunjukkan posisi titik belakang, titik detail, dan titik muka, berikut beberapa penjelasan penting mengenai sesuatu yang dijumpai sepanjang seksi itu.
- 11) Pindahkan penyipat data ke patok S, dan setimbangkan. Ukur tinggi alat, tinggi patok S dan T. Catat semua data itu.
- 12) Dirikan rambu ukur di R. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat data BA, BT, BB.
- 13) Pindahkan rambu ukur ke beberapa titik detail antara RS. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat BA, BT, BB.
- 14) Pindahkan rambu ke kiri dan kanan titik S tegak lurus sumbu proyek pada beberapa titik yang mewakili bentuk muka tanah. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat BA, BT, BB.
- 15) Pindahkan rambu ke beberapa titik detail antara ST. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat BA, BT, BB.
- 16) Dirikan rambu ukur di T. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat BA, BT, BB.
- 17) Pindahkan rambu ke kiri dan kanan titik T tegak lurus sumbu proyek pada beberapa titik yang mewakili bentuk muka tanah. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat BA, BT, BB.
- 18) Gambarlah sketsa yang menunjukan posisi titik belakang, titik detail, dan titik muka, berikut beberapa penjelasan penting mengenai sesuatu yang dijumpai sepanjang seksi itu. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat BA, BT, BB.

19) Lakukan cara seperti 11 sampai 18, dengan memindahkan waterpas dan rambu ukur ke titik berikutnya, sampai seluruh titik detail memanjang dan melintang sumbu proyek diukur. Arahkan teropong ke rambu itu. Catat BA, BT, BB.

- c. Data sekunder curah hujan harian maksimum didapatkan langsung dari Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut Palangka Raya.
- d. Data sekunder peta lokasi perencanaan diakses melalui internet, *google maps*.

3.4.2 Analisis Data

1. Data Geometrik

Data geometrik yang didapat dari survei di lapangan berupa ukuran Panjang dan Eleveasi menggunakan *Waterpass* dan meteran kemudian dianalisis untuk mendapatkan nilai elevasi melintang dan memanjangnya, menggunakan cara berikut (*Penuntun Praktikum Ilmu Ukur Tanah I, 2019*):

- a. Dalam perhitungan penampang memanjang dan melintang, salah satu atau beberapa titik harus diketahui tingginya.
- b. Hitung tinggi garis bidik (TGB) dengan rumus:

$$\text{TGB} = \text{Tinggi BM} + \text{benang tengah} \quad (3-2)$$

- c. Hitung tinggi tanah dengan rumus:

$$\text{Tinggi tanah} = \text{tinggi titik} - \text{tinggi patok} \quad (3-3)$$

- d. Hitung jarak optis dengan rumus:

$$\text{Jarak optis} = 100 \times (\text{BA} - \text{BB}) \quad (3-4)$$

- e. Hitung tinggi titik detail dan titik patok dengan rumus:

$$\text{Tinggi titik} = \text{TGB} - \text{benang tengah} \quad (3-5)$$

- f. Hitung tinggi titik Q dengan rumus:

$$\text{Tinggi titik berdiri alat} = \text{TGB} - \text{tinggi alat} \quad (3-6)$$

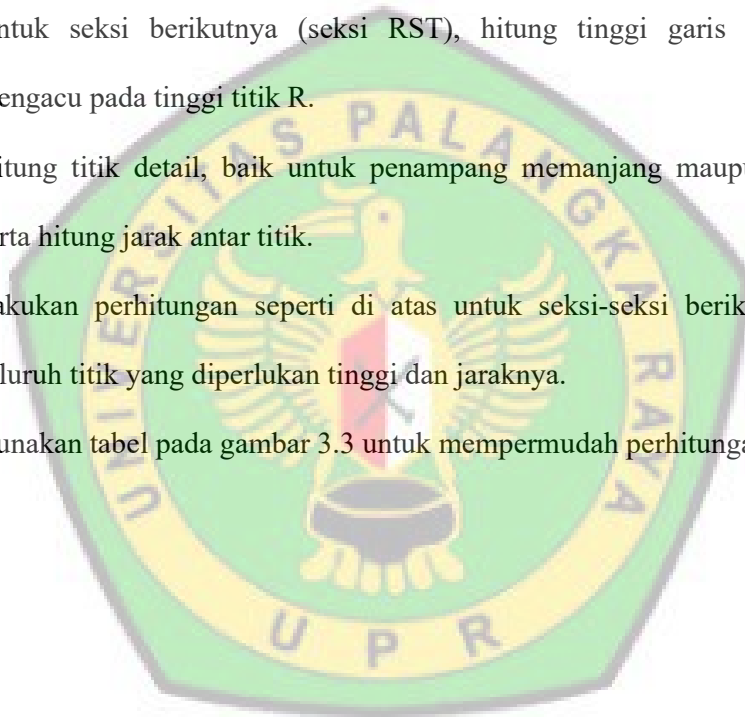
- g. Hitung jarak optis dengan rumus:


$$D_{\text{optis}} = (\text{BA} - \text{BB}) \times 100 \quad (3-7)$$

- h. Hitung jarak stasion dengan rumus:

$$\text{Jarak Sta} = \text{Sta belakang} + \text{jarak antar titik} \quad (3-8)$$

- i. Untuk seksi berikutnya (seksi RST), hitung tinggi garis bidik dengan mengacu pada tinggi titik R.
- j. Hitung titik detail, baik untuk penampang memanjang maupun melintang, serta hitung jarak antar titik.
- k. Lakukan perhitungan seperti di atas untuk seksi-seksi berikutnya sampai seluruh titik yang diperlukan tinggi dan jaraknya.
- l. Gunakan tabel pada gambar 3.3 untuk mempermudah perhitungan.



Tabel Pengukuran dan Perhitungan Penampang Memanjang dan Melintang									
Juru Ukur :					Halaman :				
Nama Alat :					Jalur :				
Lokasi :					Tanggal :				
No.	Bacaan Rambu			Tinggi Garis Bidik	Tinggi Titik Tanah	Jarak Optis (m)	Jarak Antar Rambu	Jarak Station	Keterangan
T.P.	ba	bt	bb						
T.A.									
									
Sketsa:									

Gambar 3.3 Tabel Pengukuran dan Perhitungan
Sumber: Penuntun Praktikum Ilmu Ukur Tanah I, 2019

2. Data Curah Hujan

a. Data curah hujan yang didapat diuji dahulu dengan uji Konsistensi dan uji Homogenitas.

1) Uji Konsistensi

Data curah hujan dianalisis untuk mengetahui kekonsistennannya dengan data stasiun pembanding, karena jika data curah hujan tidak konsisten maka akan mengakibatkan penyimpangan pada hasil perhitungan. Uji Konsistensi dilakukan dengan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS), menggunakan rumus dari Persamaan (2-2) sampai persamaan (2-6).

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas data curah hujan dari kedua stasiun hujan dilakukan guna memastikan bahwa tidak terdapat penyimpangan data curah hujan yang cukup signifikan. Pengujian homogenitas suatu seri data dilakukan dengan metode Uji-t, yang rumusnya dari Persamaan (2-7) sampai Persamaan (2-11).

b. Setelah data curah hujan diuji kemudian menentukan menentukan curah hujan wilayah (perencanaan) dengan menggunakan metode Poligon *Thiessen*. Analisis ini untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan (*catchment area*) tersebut, yaitu dengan menganalisis data curah hujan harian maksimum yang didapat dari tiga stasiun penakar hujan.

c. Kemudian menentukan frekuensi curah hujan maksimum dengan periode ulang dua tahun, lima tahun dan sepuluh tahun, dengan model distribusi yang sesuai dengan parameter koefisien Kepencengan, koefisien Variasi dan

koefisien Kurtosis, dari Tabel (2.3) yang kemudian disesuaikan menggunakan rumus dari Persamaan (2-16) sampai Persamaan (2-19).

- d. Dilakukan pengujian probabilitasnya dengan uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov.

1) Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan rumus dari Persamaan (2-30) sampai Persamaan (2-33).

2) Uji Smirnov-Kolmogorov (secara analisis)

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode Smirnov Kolmogorof dilakukan dengan Persamaan (2-34) sampai Persamaan (2-35).

- e. Kemudian dihitung Intensitas Hujannya dengan menggunakan persamaan Mononobe, dari Persamaan (2-36).

3.4.3 Analisis Hidrologi

Pada analisis hidrologi perhitungan debit rencana dihitung berdasarkan luas tangkapan *street inlet* dengan menggunakan metode Rasional, dari Persamaan (2-37). Kemudian untuk menghitung luas pada tiap tangkapan inlet.

$$\text{Luas tangkapan inlet } (A) = \text{lebar jalan} \times \text{panjang jarak inlet} \quad (3-9)$$

$$\text{Jarak maksimum inlet } (D) = \frac{280}{w} \sqrt{s} \quad (3-10)$$

Keterangan rumus:

A : Luas tangkapan inlet (m^2)

D : Jarak maksimum inlet (m)

W : Lebar jalan (m)

s : Kemiringan (%)

3.4.4 Analisis Hidrolika

Pada analisis hidrolika dihitung sesuai langkah berikut yaitu:

- a. Menghitung debit di saluran pembawa

Untuk menghitung debit di saluran pembawa digunakan persamaan (2-38) pada kedua ruas kiri dan kanan jalan.

- b. Menghitung dimensi *grate inlet*

- 1) Menghitung debit *grate inlet*

Setelah nilai debit di saluran pembawa didapat kemudian nilai Q_s yang di dapat disubsitusikan ke dalam persamaan berikut:

$$Q_r - Q_s = Q_g \quad (3-11)$$

Keterangan rumus :

Q_r : debit rencana (m^3/dt)

Q_s : debit di saluran pembawa (m^3/dt)

Q_g : kapasitas tangkapan *grate inlet* (m^3/dt)

Setelah nilai Q_g didapat kemudian di subsitusikan ke persamaan (2-41)

untuk menentukan luas bukaan *grate inlet*.

- 2) Menghitung luas bukaan *grate inlet*

Luas bukaan *grate inlet* dihitung menggunakan persamaan (2-41) dengan mensubsitusikan nilai Q_g yang didapat dari persamaan (3-11).

3) Desain grate inlet

Grate inlet didesain berdasarkan luas bukaan inlet yang diperoleh, desain inlet dibantu dengan *software autocad*.

c. Menghitung dimensi *curb inlet*

1) Menghitung debit *curb inlet*

Setelah nilai debit di saluran pembawa didapat kemudian nilai Q_s yang di dapat disubsitusikan ke dalam persamaan berikut:

$$Q_r - Q_s = Q_c \quad (3-12)$$

Keterangan rumus :

Q_r : debit rencana (m^3/dt)

Q_s : debit di saluran pembawa (m^3/dt)

Q_c : kapasitas tangkapan *curb inlet* (m^3/dt)

2) Menghitung panjang efektif *curb inlet*

Setelah nilai Q_c didapat kemudian disubsitusikan ke Persamaan (2-42) untuk menentukan panjang efektif *curb inlet*.

3) Menetapkan tinggi bukaan *curb inlet*

Tinggi bukaan *curb inlet* ditetapkan antara 10 - 15 cm.

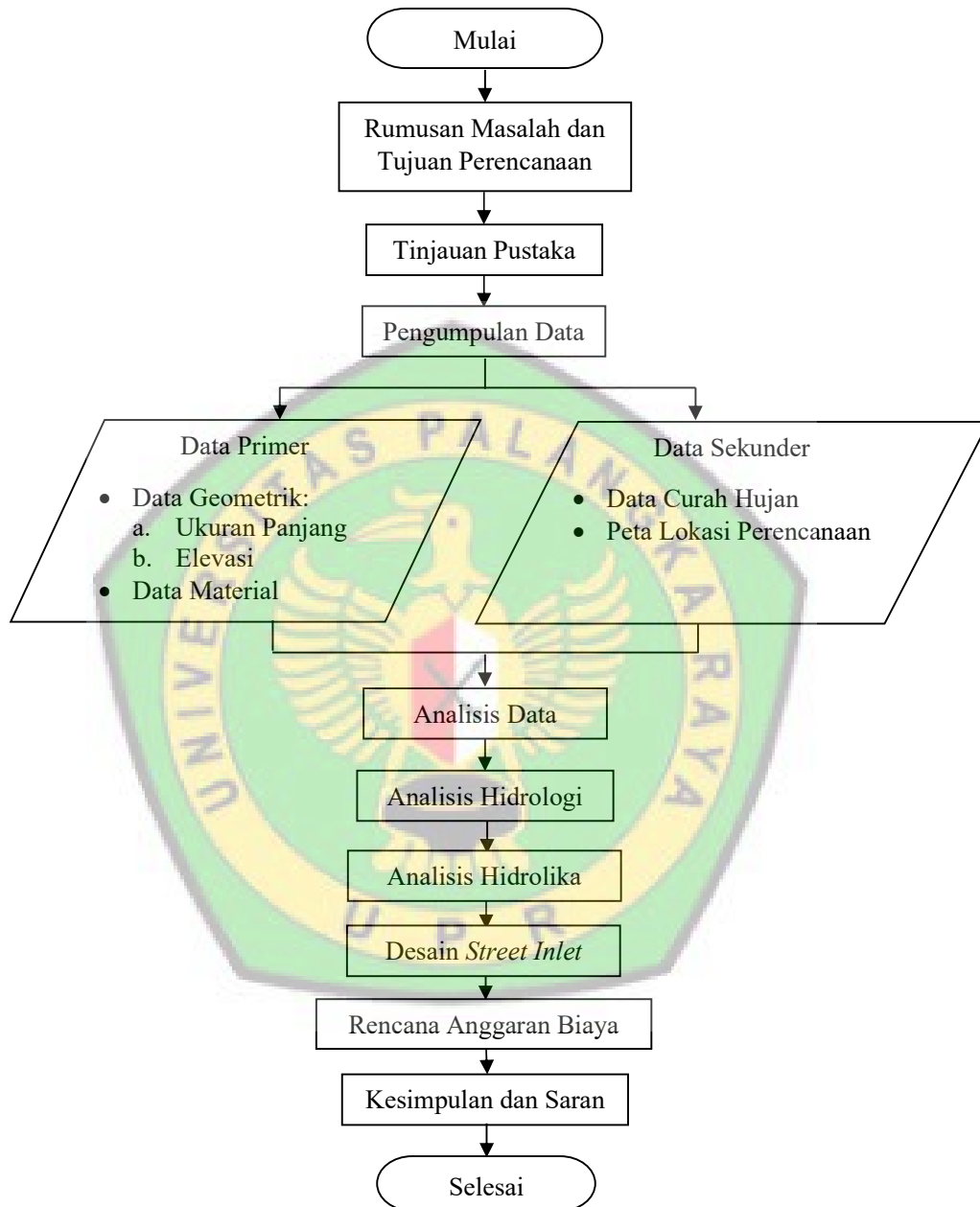
4) Desain *curb inlet*

Curb inlet didesain berdasarkan panjang efektif dan tinggi bukaan *curb* yang diperoleh, desain inlet dibantu dengan *software autocad*.

3.4.5 Rencana Anggaran Biaya

Dari hasil desain lalu menghitung Rencana Anggaran Biaya konstruksi inlet jalan menggunakan rumus dari Persamaan (2-50).

3.4.6 Bagan Alir Perencanaan



Gambar 3.4 Bagan Alir Perencanaan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis pembahasan yang telah dibuat maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan hasil analisis dari data geometrik jalan dan data hujan direncanakan *grate inlet* dengan ukuran panjang 40 cm dan lebar 25 cm untuk ruas kiri jalan dan *grate inlet* ukuran panjang 50 cm dan lebar 20 cm untuk ruas kanan jalan dengan jarak antar inlet sebesar 20 m. Sedangkan, untuk *Curb Inlet* direncanakan dengan panjang bukaan 100 cm dengan tinggi bukaan 10 cm dan untuk ruas kanan jalan direncanakan *curb inlet* dengan panjang bukaan 60 cm dan tinggi bukaan 10 cm dengan jarak antar inlet 20 m.
- b. Berdasarkan hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) didapat biaya total pembangunan *grate inlet* sebesar Rp 496.642.400,00. Lalu, untuk biaya total pembangunan *curb inlet* sebesar Rp 896.124.700,00.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari perencanaan ini adalah :

- a. Dalam pengambilan data geometrik jalan dapat menggunakan alat yang terbaru sehingga hasil yang lebih teliti.
- b. *Curb inlet* tidak disarankan sebagai solusi perbaikan genangan air dengan kondisi Jalan Yos Sudarso yang sudah memiliki trotoar.
- c. Perencanaan ini dapat dikembangkan lagi, untuk menentukan efektivitas antara *grate inlet* dan *curb inlet* sebagai solusi untuk mengatasi genangan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. *Penuntun Praktikum Ilmu Ukur Tanah I*. Palangka Raya: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
- Basuki, Slamet. 2006. *Ilmu Ukur Tanah*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Brown, S.A., dkk. 2009. *Urban Drainage Design Manual*. Federal Highway Administration, Washington D.C.
- Frick, Heinz. 1979. *Ilmu dan Alat Ukur Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hasmar, H.A. Halim. 2012. *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII.
- Kamiana, I Made. 1997. *Rekayasa Hidrologi Jilid I*. Palangka Raya: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nurjati. 2004. *Ilmu Ukur Tanah I*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Pilgrim, D.H, et al. 1991. *Australia Rainfall and Runoff (A Guide to Flood Estimation) Vol.1*. Barton The Institution of Engineers, Australia.
- Prakoso, Eldi Tegar. 2016. *Tinjauan Kinerja Inlet Jalan Untuk Mengurangi Genangan Akibat Limpasan Hujan*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Sastraatmadja, A. Soedradjat. 1984. *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova.
- Sinaga, Indra. 1997. *Pengukuran dan Pematokan Pekerjaan Konstruksi*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.

- Sosrodarsono, Suyono. & Takeda, Kensaku. 1993. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.
- Suhardjono. 1997. *Drainase Perkotaan*, Jakarta: Gunadarma.
- Suharyanto, Agus. 2013. *Desain Street Inlet Berdasarkan Geometri Jalan*. Malang: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Susilowati, Fajar. 2005. *Pembuatan Progam Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Dengan Macro Excel dan Analisa Microsoft Project*. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- UDFCD, 2016. *Urban Storm Drainage Criteria Manual: Volume 1 Management, Hydrology, and Hydraulics*. Denver, Colorado.

