

TUGAS AKHIR

**STUDI KAPASITAS SALURAN DRAINASE MENGGUNAKAN
ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY - STORM WATER
MANAGEMENT MODEL
(STUDI KASUS JALAN TUMANURUNG RAYA)**

**DRAINAGE CHANNEL CAPACITY STUDY USING
ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – STORM
WATER MANAGEMENT MODEL (CASE STUDY ON JALAN
TUMANURUNG RAYA)**

MUHAMMAD NABIL HERIZA ANWAR

D011 1 7 1534



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

STUDI KAPASITAS SALURAN DRAINASE MENGGUNAKAN ENVIROMENTAL
PROTECTION AGENCY – STORM WATER MANAGEMENT MODEL (STUDI
KASUS JALAN TUMANURUNG RAYA)

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD NABIL HERIZA ANWAR

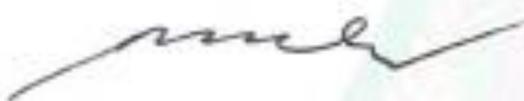
D011 17 1534

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
pada tanggal 10 Agustus 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Ir. H. Riswal K, ST, MT,IPM
NIP: 197105052006041002


Dr. Eng. H. Mukhsan Putra Hatta, ST, MT
NIP: 197305121999031002

Ketua Program Studi,




Prof. Dr. H. M. Whardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Muhammad Nabil Heriza Anwar, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Studi Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Enviromental Protection Agency - Storm Water Management Model (Studi Kasus Jalan Tumanurung Raya)**”, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 12 September 2022

Yang membuat
pernyataan,



Muh.Nabil Heriza Anwar
NIM: D011 17 1534

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga pada kesempatan ini penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Studi Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Enviromental Protection Agency - Storm Water Management Model (Studi Kasus Jalan Tumanurung Raya)**” yang merupakan syarat dalam rangka menyelesaikan studi di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. **Ibu Sumi Heriza Sikki** dan **Bapak Anwar Machmud** yang telah bersedia menjadi orang tua penulis dan tiada hentinya mendoakan, memberi perhatian, dukungan, kasih sayang, serta menjadi motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. **Prof. Dr. Ir. Wihardi Tjaronge, S.T., MT.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Ir. Riswal K. MT.** selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan masukan kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak **Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT.** selaku Dosen Pembimbing II dan sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama ini.
6. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan.

7. Saudara se-**PLASTIS 2018** atas segala momen dan bantuannya selama perkuliahan.

Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak, meskipun dalam laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Gowa,

Penulis

ABSTRAK

Ketersediaan air pada hakikatnya baik kecil maupun besar memiliki suatu dampak yang buruk bagi kehidupan. Banjir merupakan proses terjadi luapan air yang melebihi kapasitas rata-rata yang seharusnya terjadi. Hal ini bisa diakibatkan oleh beberapa faktor seperti aliran drainase yang kurang baik atau beralih fungsi lahan dari resapan menjadi lahan pemukiman yang minim resapan. Di Kabupaten Gowa tepatnya di kecamatan Somba Opu dengan scope area Jalan Tumanurung Raya, banjir kerap terjadi akibat adanya luapan air berasal drainase yang tidak sanggup lagi menampung debit air yang ada. Kondisi ini pada saat hujan dengan intensitas tinggi terjadi pada kurun waktu yang tergolong cepat. Namun, yang terjadi pada daerah perkotaan adalah kurang tersedianya lahan apabila dilakukan penambahan atau ukuran kapasitas drainase. Pada dasarnya, drainase vertikal bisa diterapkan untuk hal ini dengan konsep sumur resapan.

Penelitian ini menggunakan metode pengukuran langsung dari lapangan yang mengidentifikasi daerah yang terjadi genangan serta penyebabnya. Sedangkan data sekunder adalah data curah hujan yang dikumpulkan dari laman LAPAN dan data kejadian banjir dari pemkab Gowa. Yang kemudian diolah pada *software* EPA-SWMM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi saluran pada Jalan Tumanurung 1 yaitu pada saluran kiri tidak efektif dalam mengalirkan debit air hujan yang merupakan limpasan dari 5 subcatchment yaitu Warung, Toko, FoodCourt, Perumahan dan Kantor Golkar sehingga mengakibatkan banjir pada jalan tersebut dan kondisi saluran pada Jalan Tumanurung 2 tidak efektif dalam mengalirkan debit air hujan yang merupakan limpasan dari 6 subcatchment yaitu Lapangan Syech Yusuf, Lapangan Bulutangkis, Kantor BAPPEDA, Kementrian Perdagangan, Gedung Haji Bate, dan Kantor Samsat sehingga mengakibatkan banjir pada jalan tersebut.

Kata Kunci: EPA-SWMM, Banjir

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| ABSTRAK..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| BAB 1. PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 3 |
| C. Tujuan Penelitian | 3 |
| D. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| E. Batasan Masalah | 3 |
| F. Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| A. Drainase..... | 6 |
| B. Genangan | 10 |
| C. Analisa Hidrologi | 12 |
| D. Analisa Hidrolika | 21 |
| E. Aplikasi EPA-SWMM 5.2..... | 23 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN..... | 28 |
| A. Lokasi Penelitian | 28 |
| B. Jenis Penelitian | 29 |
| C. Sumber Data..... | 30 |
| D. Teknik Analisis Data..... | 30 |
| E. Bagan Alir Penelitian..... | 32 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 33 |
| A. Analisa Daerah Studi..... | 33 |
| B. Analisa Hidrologi | 34 |

| | |
|--|----|
| C. Metode Log Person III..... | 40 |
| D. Perhitungan Intensitas Curah Hujan..... | 45 |
| E. Analisa Hidraulika | 49 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 65 |
| A. Kesimpulan | 65 |
| B. Saran | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 67 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Penampang Saluran Persegi | 12 |
| Gambar 2. Poligon Thiessen | 13 |
| Gambar 3. Legenda EPA-SWMM 5.2 | 25 |
| Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian..... | 28 |
| Gambar 5. Peta Administrasi Kabupaten Gowa..... | 29 |
| Gambar 6. Bagan Alir Metode Penelitian | 32 |
| Gambar 7. Lokasi Penelitian..... | 33 |
| Gambar 8. Studi Area Map EPA-SWMM 5.2..... | 49 |
| Gambar 9. Subcatchment pada Area Studi Map..... | 50 |
| Gambar 10. Junction dan Saluran Area Studi Map | 51 |
| Gambar 11. Indikator Kapasitas Saluran | 56 |
| Gambar 12. Hasil <i>Running</i> EPA-SWMM Kala Ulang 2 tahun..... | 57 |
| Gambar 13. Potongan memanjang T1.1 sampai P1 kala ulang 2 tahun...58 | |
| Gambar 14. Potongan memanjang T1.6 sampai Outfall kala ulang 2 tahun | 59 |
| Gambar 15. Potongan memanjang T2.1 sampai T2.2 kala ulang 2 tahun | 59 |
| Gambar 16. Potongan memanjang T2.3 sampai Outfall kala ulang 2 tahun | 60 |
| Gambar 17. Hasil <i>Running</i> EPA-SWMM kala 5 tahun..... | 60 |
| Gambar 18. Potongan memanjang T1.1 sampai P1 kala ulang 5 tahun...61 | |
| Gambar 19. Potongan memanjang T1.6 sampai Outfall kala ulang 5 tahun | 61 |
| Gambar 20. Potongan memanjang T2.1 sampai T2.2 kala ulang 5 tahun | 62 |
| Gambar 21. Potongan memanjang T2.3 sampai Outfall kala ulang 5 tahun | 62 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Koefisien Manning Untuk Saluran Tertutup | 22 |
| Tabel 2. Koefisien Manning Untuk Overland Flow | 23 |
| Tabel 3. Situasi Eksisting dimensi saluran Jl. Tamarunang..... | 34 |
| Tabel 4. Data Curah Hujan Stasiun Lembayya (2010-2019) | 34 |
| Tabel 5. Data Curah Hujan Stasiun Kajenjeng (2010-2019)..... | 35 |
| Tabel 6. Data Curah Hujan Maksimum | 35 |
| Tabel 7. Syarat Distribusi..... | 36 |
| Tabel 8. Standar Deviasi..... | 36 |
| Tabel 9. Koefisien Skewness | 37 |
| Tabel 10. Koefisien Kuortosis | 38 |
| Tabel 11. Jenis Sebaran | 39 |
| Tabel 12. Harga rata-rata..... | 40 |
| Tabel 13. . Perhitungan standar deviasi Log Person III | 41 |
| Tabel 14. Perhitungan koefisien Log Person III..... | 42 |
| Tabel 15. Nilai K distribusi Log Person III | 43 |
| Tabel 16. Rekapitulasi nilai K tiap periode | 43 |
| Tabel 17. Nilai curah hujan rencana tiap triode ulang | 44 |
| Tabel 18. Tabel rekapitulasi perhitungan curah hujan rencana | 45 |
| Tabel 19. Rekapitulasi Intensitas Hujan tiap Jam..... | 47 |
| Tabel 20. Perhitungan Kapasitas Saluran | 52 |
| Tabel 21. Subcatchment EPA-SWMM | 53 |
| Tabel 22. Junction dan Outfall | 54 |
| Tabel 23. Data Conduit | 54 |
| Tabel 24. Data Rain Gage untuk aplikasi EPA-SWMM | 55 |
| Tabel 25. Presentase Efektifitas Saluran | 63 |

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting bagi makhluk hidup di bumi. Air adalah sumber kehidupan yang dikelola secara optimal untuk kemaslahatan bersama maka dari itu diperlukan berbagai upaya untuk menjaga ketersediaannya. Disisi lain pengelolaan air yang kurang baik dapat mengakibatkan dampak buruk bagi manusia.

Ketersediaan air pada hakikatnya baik kecil maupun besar memiliki suatu dampak yang buruk bagi kehidupan. Seperti contohnya apabila kondisi air mencapai kondisi *too little* ini berdampak pada kekeringan dan kekurangan pasokan air untuk kebutuhan sedangkan pada kondisi *too much water* ini akan berakibat pada kondisi kelebihan air yang bisa berdampak pada banjir dan lainnya.

Banjir merupakan proses terjadi luapan air yang melebihi kapasitas rata-rata yang seharusnya terjadi. Hal ini bisa diakibatkan oleh beberapa faktor, baik faktor alam seperti curah hujan yang tinggi disertai pasang surut di laut, hingga faktor manusia itu sendiri seperti aliran drainase yang kurang baik atau beralih fungsi lahan dari resapan menjadi lahan pemukiman yang minim resapan.

Di Kabupaten Gowa tepatnya di kecamatan Somba Opu dengan scope area Jalan Tumanurung Raya, banjir kerap terjadi akibat adanya luapan air berasal drainase yang tidak sanggup lagi menampung debit air

yang ada. Kondisi ini pada saat hujan dengan intensitas tinggi terjadi pada kurun waktu yang tergolong cepat .

Permasalahan ini pada dasarnya melalui analisis hidrologi dan simulasi yang dilakukan akan memunculkan Analisa apakah kondisi eksisting drainase sekarang masih mampu atau perlu dilakukan re desain. Salah satu aplikasi yang bergerak pada bidang keairan khususnya untuk memetakan situasi drainase dalam bentuk 1 dimensi adalah Enviromental Protection Agency - Storm Water Management Model (EPA–SWMM) . Aplikasi ini akan memberikan informasi terkait titik-titik dimana terjadi ketidakmampuan saluran dalam menampung air yang mengalir didalamnya.

Aplikasi ini pada dasarnya menganalisis data berdasarkan Analisa hidrologi dipadukan terhadap data topografi saluran. Melalui permodelan 1 Dimensi ini, situasi dari drainase yang ada di Kabupaten Gowa diharapkan bisa termodelisasi melalui EPA-SWMM sebagai Langkah awal dalam merencanakan kondisi baik itu untuk melihat eksisting maupun melakukan penanganan.

Berdasar dari latar belakang inilah penulis mengangkat tema penelitian **“Studi Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Enviromental Protection Agency - Storm Water Management Model (Studi Kasus Jalan Tumanurung Raya)”**

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana efektivitas saluran drainase pada Jalan Tumanurung Raya dalam mengalirkan debit air?
2. Bagaimana kapasitas debit air yang dapat dialirkan oleh saluran drainase pada Jalan Tumanurung Raya?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui efektivitas saluran drainase pada Jalan Tumanurung Raya dalam mengalirkan debit air.
2. Untuk menghitung kapasitas debit air yang dapat dialirkan oleh saluran drainase pada Jalan Tumanurung Raya.

D. Manfaat Penelitian

1. Diharapkan dapat dijadikan sebagai evaluasi dan bahan pertimbangan bagi instansi yang terkait untuk menyelesaikan permasalahan mengenai kondisi jaringan drainase di Kabupaten Gowa.
2. Sebagai bahan kajian untuk mengetahui kapasitas debit banjir drainase Kabupaten Gowa yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan perencanaan ulang drainase.

E. Batasan Masalah

Untuk mengantisipasi adanya penyimpangan dalam pembahasan ini, maka perlu adanya batasan masalah untuk memperjelas arah dari rumusan masalah di atas dimana penelitian ini dilakukan di Jalan

Tumanurung Raya, Kabupaten Gowa dan data yang digunakan merupakan data primer dan data sekunder yang didapatkan pada penyedia data pemerintah setempat.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut :

BAB 1. Pendahuluan

Pendahuluan memuat suatu gambaran secara singkat dan jelas tentang latar belakang mengapa penelitian ini perlu dilaksanakan. Dalam pendahuluan ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB 2. Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini berisi mengenai teori-teori yang relevan dengan topik permasalahan yang dijadikan sebagai landasan atau acuan dalam melakukan penelitian dan memberikan gambaran mengenai metode pemecahan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini.

BAB 3. Metode Penelitian

Bab ini membahas mengenai metode yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi prosedur penelitian yang dituangkan dalam bentuk bagan alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data.

BAB 4. Hasil Dan Pembahasan

Dalam bab ini memuat hasil-hasil pengujian serta analisa data perhitungan menggunakan rumus-rumus empiris diantaranya adalah

BAB 5. Kesimpulan Dan Saran

Bab ini merupakan penutup dari penulisan tugas akhir yang memuat kesimpulan hasil dari analisis penelitian yang disertai dengan saran-saran mengenai keseluruhan penelitian maupun untuk penelitian yang akan datang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Drainase

Menurut Gunadarma (2007:1) Ilmu drainase perkotaan bermula tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan kebutuhan sosial budaya.

Drainase (*drainage*) adalah kata yang berasal dari kata kerja '*to drain*' yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air. Itu adalah terminologi yang digunakan untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah.

Menurut Halim Hasmar (2012;1), 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 untuk mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada pada kawasan kota. Drainase perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, kampus dan sekolah, rumah sakit dan fasilitas umum, lapangan olahraga, lapangan parkir, instalasi militer, listrik, telekomunikasi, dan pelabuhan udara.

A.1 Fungsi Drainase

Di dalam buku "Penataan Drainase Perkotaan", Mulyanto (2013) menyebutkan bahwa fungsi drainase adalah sebagai berikut :

1. Membuang air lebih

Fungsi ini berjalan dengan mengalirkan air lebih ke tujuan akhirnya, yaitu perairan bebas yang dapat berupa sungai, danau, maupun laut. Ini merupakan fungsi utama untuk mencegah menggenangnya air pada lahan perkotaan maupun di dalam parit-parit.

2. Mengangkut limbah dan mencuci polusi dari daerah perkotaan

Di atas lahan perkotaan tertumpuk bahan polutan berupa debu dan sampah organik yang berpotensi mencemari lingkungan hidup. Oleh air hujan yang jatuh, polutan akan terbawa ke dalam sistem drainase dan dialirkan pergi sambil dinetralisir secara alami. Secara alami suatu badan air seperti sungai, saluran drainase mempunyai kemampuan untuk menetralsasi cemaran yang memasuki/terbawa alirannya dalam jumlah terbatas menjadi zat-zat anorganik yang tidak berbahaya atau tidak mencemari lingkungan.

3. Mengatur Arah dan kecepatan aliran

Air buangan berupa air hujan dan limbah harus diatur alirannya melewati sistem drainase dan diarahkan ke tempat penampungan akhir atau perairan bebas di mana sistem bermuara. Arah aliran akan ditentukan melewati sistem drainase sehingga tidak menimbulkan kekumuhan. Di samping itu, kecepatan alirannya

dapat diatur sebaik mungkin sehingga tidak akan terjadi penggerusan atau pengendapan pada saluran-saluran drainase.

4. Mengatur elevasi muka air tanah

Pada kondisi muka air tanah dangkal, daya serap lahan terhadap hujan kecil dan dapat menambah potensi banjir. Muka air tanah yang dalam akan menyulitkan tetumbuhan penghijauan kota untuk menyerapnya khususnya pada musim kemarau tetapi daya serap terhadap hujan tinggi. Di samping itu, jika terjadi penurunan air maka air tanah akan terjadi pemadatan atau subsidensi : penurunan muka tanah di atas muka air tanah. Pemadatan ini disebabkan ruang antar butir dalam tanah yang tadinya terisi air akan menjadi kosong sehingga tanah memadat.

5. Menjadi sumber daya air alternatif

Makin bertambahnya kebutuhan akan air makin dibutuhkannya sumber daya air. Daur ulang air dari sistem drainase dapat menjadi alternatif pemenuhan akan sumber daya air dengan beberapa syarat.

A.2 Jenis-Jenis Drainase

a. Menurut cara terbentuknya

1) Drainase Alami

Saluran ini terbentuk secara alami, tidak ada unsur campur tangan manusia serta tidak terdapat bangunan-bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain-lain.

2) Drainase Buatan

Terbentuk atas keahlian drainase. Dibuat guna menentukan debit akibat hujan, cepat atau lambatnya resapan air dalam tanah serta dimensi saluran. Saluran ini dapat berfungsi atau memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

b. Menurut Letak Saluran

1) Drainase Muka Tanah

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

2) Drainase bawah tanah

Saluran drainase bawah tanah ini berguna untuk mengalirkan air limpasan dari area permukaan menggunakan saluran yang berada di bawah permukaan tanah, dikarenakan alasan-alasan tertentu. Beberapa alasan itu itu antara lain: tuntutan artistik dan estetika, permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepakbola, taman dan lain-lain.

c. Menurut Fungsi

1) Single Purpose

Saluran berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau jenis air buangan seperti air limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

2) Multi Purpose

Saluran berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian

d. Menurut Konstruksi

1) Saluran terbuka

Saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas. Juga untuk saluran air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.

2) Saluran tertutup

Saluran air untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Juga untuk saluran dalam kota.

B. Genangan

Genangan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Poerwadarminta, 1990:313), berasal dari kata “genang” yang artinya terhenti mengalir. Sehingga, pengertian genangan air adalah air yang berhenti mengalir pada suatu area tertentu yang bukan merupakan badan air atau tempat air. Tetapi, masyarakat secara umum memahami bahwa baik genangan maupun banjir merupakan istilah yang sama. Mereka akrab menyebutnya

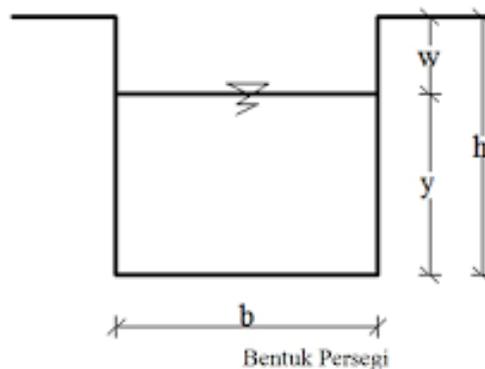
sebagai banjir. Banjir adalah kumpulan air yang mengalir dengan kecepatan tertentu dalam suatu penampang.

Genangan adalah peristiwa manakala kawasan dipenuhi air karena tidak ada drainase yang mematus air tersebut keluar kawasan (Sobirin,2007). Sebab itu, genangan memiliki kaitan erat dengan drainase. Genangan didefinisikan pula sebagai kumpulan air yang berhenti mengalir di tempat-tempat yang tidak termasuk dari badan air. Oleh sebagian pengamat perkotaan dan lingkungan, genangan dicurigai muncul sebagai dampak dari konflik kepentingan antara air dan manusia. Tarik menarik itu dapat disaksikan secara nyata melalui konflik antara daratan yang dibangun dan ruang terbuka hijau; antara ruang bangunan dan tata ruang air, serta antara penataan ruang wilayah kota dan pengelolaan sumber daya air.

Rachmat Fajar Lubis pada Juni 2006 dalam Majalah Inovasi Online ISSN: 0917-8376 Vol. 7, menulis bahwa Air merupakan salah satu parameter kendali dalam tata ruang. Pengembangan tata ruang sangat berdampak terhadap siklus air yang ada di suatu wilayah sungai. Siklus air tersebut maksudnya adalah siklus hidrologi, yaitu siklus keseimbangan antara air hujan, air permukaan, dan air bawah tanah (air tanah). Air yang harusnya meresap sebagai infiltrasi dan menjadi imbuhan bagi air tanah bila terhalang akan berakibat meningkatnya aliran permukaan dan menyebabkan genangan air bila tidak diarahkan masuk ke badan air.

C. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi ialah sebuah langkah awal dalam menganalisis cara penanganan banjir atau genangan, serta perencanaan sistem drainase untuk mengetahui seberapa besar debit yang akan dialirkan. Data itu yang kemudian hari digunakan untuk menentukan besar dimensi saluran. Besarnya debit yang dipakai sebagai dasar perencanaan dalam penanggulangan banjir adalah debit rancangan yang didapat dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air buangan dari daerah tersebut.



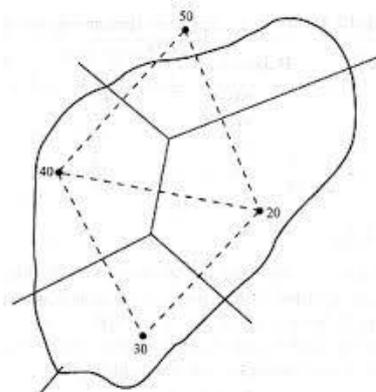
Gambar 1. Penampang Saluran Persegi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Ini meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan penghidupan di planet bumi ini (Soemarto, 1986:15)

C.1 Perhitungan Hujan Wilayah

Dalam siklus hidrologi, kami mengolah data menggunakan 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, pada metode ini stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

Metode poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Poligon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru. (Triatmodjo, 2008).



Gambar 2. Poligon Thiessen

Metode Poligon Thiessen dapat dilakukan dengan mengikuti langkah berikut:

1. Stasiun pengamat digambar pada peta, dan ditarik garis hubung masing-masing stasiun.
2. Garis bagi tegak lurus dari garis hubung tersebut membentuk poligon-poligon mengelilingi tiap–tiap stasiun, dan hindari bentuk poligon segitiga tumpul.
3. Sisi tiap poligon merupakan batas-batas daerah pengamat yang bersangkutan.
4. Hitung luas tiap poligon yang terdapat di dalam DAS dan luas DAS seluruhnya dengan planimeter dan luas tiap poligon dinyatakan sebagai persentase dari luas DAS seluruhnya. Selain itu, menghitung luas juga bisa menggunakan kertas milimeter blok.
5. Faktor bobot dalam menghitung hujan rata–rata daerah di dapat dengan mengalikan hujan rata–rata area yang didapat dengan mengalikan presipitasi tiap stasiun pengamat dikalikan dengan persentase luas daerah yang bersangkutan.

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

Keterangan :

\bar{R} = curah hujan daerah (mm)

n = jumlah titik–titik (pos) pengamatan

R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan (km^2)

C.2 Analisis Curah Hujan Maksimum

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik (Suripin, 2004).

Analisa curah hujan maksimum didapatkan melalui mengumpulkan data hasil olahan menggunakan metode Poligon Thiessen dan Aljabar, kemudian mencari hujan harian maksimal, menyesuaikan tanggal dan intensitas curah hujannya lalu kemudian dirata-ratakan.

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2)$$

Keterangan:

X = Curah hujan maksimum harian rata-rata

n = Banyaknya jumlah data

$\sum X_i$ = Jumlah seluruh curah hujan maksimum harian per stasiun

C.3 Analisis Curah Hujan Rencana

Di dalam perhitungan curah hujan rancangan, dapat digunakan analisa frekuensi. Suripin (2003) dalam Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan menyatakan bahwa Frekuensi adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya,

kala ulang (return) periode adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui.

Dalam menghitung analisa frekuensi, maka dapat digunakan metode-metode berikut Log Pearson Tipe III (CD.Soemarto, 1999) :

$$\text{Log XT} = \sqrt{\log x} + \text{KT Sd} \quad (3)$$

$$\text{Sd} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$\overline{\log x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \quad (5)$$

$$\text{Cs} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)\text{Sd}^3} \quad (6)$$

Keterangan:

KT = koefisien penambahan karena faktor kemencengan

Log XT = logaritma curah hujan maksimal untuk periode ulang T

Log X = logaritma rata-rata curah hujan

Sd = standar deviasi

Cs = koefisien kemencengan distribusi data

C.4 Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, kemungkinan ada nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya.

Besarnya derajat dari sebaran variat di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi (*variation*) atau dispersi (*dispersion*).

Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi. Pengukuran ini meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi, dan pengukuran kurtosis.

$$S = \left[\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - X_{rt})^2}{n-1} \right]^{0.5} \quad (7)$$

$$Cv = \frac{S}{X_{rt}} \quad (8)$$

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (9)$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log X_{rt}\}^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (10)$$

Keterangan:

S = standar deviasi.

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm).

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

n = jumlah kelas

Cv = Koefisien Variasi.

Cs = Keofisien Kemencengan

Ck = Koefisien Kurtosis

C.5 Uji Chi-Kuadrat

Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa atau dengan kata lain apakah distribusi yang telah dipilih benar atau dapat digunakan untuk menghitung sampel data. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut *uji chi-kuadrat*. (Suripin,2004).

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (11)$$

Keterangan:

X^2 = Harga chi-kuadrat terhitung

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-1

E_i = Jumlah nilai teoritas pada sub kelompok ke-1

n = Jumlah data.

C.6 Perhitungan Debit Aliran

Debit aliran ialah satuan guna mendekati nilai-nilai hidrologis proses yang terjadi di lapangan. Ilmu pengukuran debit aliran diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di wilayah DAS tertentu. Debit aliran bisa dijadikan alat untuk MonEv (Monitoring dan Evaluasi) neraca air suatu kawasan dengan pendekatan potensi sumber day aair di permukaan yang ada.

Ini memberikan gambaran kepada kita tentang berbagai metode dan teknik pengukuran debit aliran dengan berbagai peralatan yang diperlukan.

Pemahaman terhadap metode pengukuran debit aliran dapat jadi bekal untuk melakukan pengukuran-pengukuran potensi air permukaan yang dapat bermanfaat dalam pengelolaan sumberdaya air.

Faktor-faktor untuk menentukan debit aliran, yaitu (SNI 03-3424, 1994:12)

a. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan (I) adalah rata-rata dari hujan yang durasinya sama dengan waktu konsentrasi (t_c) dengan masa ulang tertentu. Hubungan antara intensitas curah hujan dengan lama hujan berlangsung, digunakan rumus berikut (Suripin, 2004:68) :

Rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (12)$$

Keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R24 = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

Untuk menentukan waktu Konsentrasi (t_c), digunakan Rumus

Kirpich :

$$t_c = \frac{0.87xL^2}{1000xS} \quad (13)$$

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau(Km)

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan

Waktu konsentrasi aliran adalah waktu yang dibutuhkan air hujan yang jatuh diseluruh daerah tangkapan untuk mengalir ketitik yang ditinjau, (SNI, 1994:17).

Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus: $t_c = t_1 + t_2$

$$t_2 = \frac{L}{60xV} \quad (14)$$

Keterangan :

t_1 = Waktu untuk mencapai awal saluran (menit)

t_2 = Waktu pengaliran (menit) t_c = waktu konsentrasi (jam)

n_d = Koefisien hambatan (Tabel 2.19)

L_o = Jarak aliran dari titik terjauh sampai sarana drainase

L = Panjang saluran yang ditinjau (m)

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = Kecepatan pengaliran (m/dtk)

b. Luas Penampang Saluran

Untuk menghitung luas penampang saluran menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = \frac{Q}{V}$$

Keterangan:

Q = Debit saluran (m^3)

A = Luas penampang saluran (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/det)

Menghitung dimensi penampang berbentuk trapesium :

$$A = \frac{(b + mh)}{h}$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Keterangan:

A = Luas penampang basah saluran (m²)

P = Keliling penampang basah saluran(m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

h = Tinggi air dalam saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

m = Kemiringan dinding saluran

D. Analisa Hidrolika

Mempertimbangkan kapasitas tampungan saluran wajib dilakukan ketika mencoba merencanakan saluran drainase, baik tinjauan hidrolis maupun elevasi kondisi lapangan.

Studi hidrolis ini bertujuan untuk menghitung elevasi kapasitas tampungan saluran debit banjir ulang selama 10 tahun. Pengukuran kondisi lapangan adalah didasarkan pengamatan secara langsung di lapangan agar diketahui bahwa saluran yang ada mampu mengalirkan air secara *clear* saat terjadi hujan. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi saluran menggunakan rumus Manning :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Keterangan:

V = kecepatan rata-rata (m/dt)

n = koef. Manning

R = jari-jari hidrolis

S = kemiringan dari muka air atau gradient energi dari dasar saluran.

Tabel 1. Koefisien Manning Untuk Saluran Tertutup

| Material Saluran | Manning n |
|---|------------------|
| Asbestos-cement pipe | 0.011 - 0.015 |
| Brick | 0.013 - 0.017 |
| Cast iron pipe | |
| -Cement-lined & seal coated | 0.011 - 0.015 |
| Concrete | |
| -Smooth forms | 0.012 - 0.014 |
| -Rough forms | 0.015 - 0.017 |
| Concrete pipe | 0.011 - 0.015 |
| Corrugated-metal-pipe (1/2-in. X 2-2/3-in. Corrugations) | |
| -Plain | 0.022 - 0.026 |
| -Paved invert | 0.018 - 0.022 |
| -Spun asphalt lined | 0.011 - 0.015 |
| Plastic pipe (smooth) | 0.011 - 0.015 |
| Vitrified clay | |
| -Pipes | 0.011 - 0.015 |
| -Liner plates | 0.013 - 0.017 |

Tabel 2. Koefisien Manning Untuk Overland Flow

| Material Saluran | Manning n |
|---------------------------|------------------|
| Smooth Asphalt | 0.011 |
| Smooth Concrete | 0.012 |
| Ordinary concrete lining | 0.013 |
| Good Wood | 0.014 |
| Brick with cement mortar | 0.014 |
| Vitrified clay | 0.015 |
| Cast iron | 0.015 |
| Corrugated metal pipes | 0.024 |
| Cement rubble surface | 0.024 |
| Fallow soils (no residue) | 0.05 |
| Cultivated soils | |
| Residue Cover <20% | 0.06 |
| Residue cover >20% | 0.017 |
| Range (natural) | 0.013 |
| Grass | |
| Short, prarie | 0.15 |
| Dense | 0.24 |
| Bermuda Grass | 0.41 |
| Woods | |
| Light underbrush | 0.60 |
| Dense underbrush | 0.80 |

E. Aplikasi EPA-SWMM 5.2

Studi Hidrolika ini dijalankan dengan menggunakan aplikasi EPA-SWMM 5.2 (Environmental Protection Agency- Storm Water Management Model). Aplikasi ini ialah aplikasi yang dikembangkan untuk simulasi proses

hidrologi dan hidrolika di wilayah perkotaan. Biasa digunakan untuk simulasi limpasan dan uji kelayakan drainase dalam rentang waktu yang terus menerus atau kejadian banjir sesaat. EPA SWMM (Environmental Protection Agency Storm Water Management Model) adalah sebuah software yang didesain untuk membuat model simulasi hujan-runoff dinamik. Software ini mampu mensimulasikan pengaruh hujan-runoff dari suatu wilayah pada sistem drainasenya untuk jangka pendek maupun jangka panjang sekaligus memiliki fasilitas alternatif untuk mengantisipasi masalah banjir. Kemampuan EPA SWMM Kemampuan ini meliputi:

1. Tangkai jaringan dengan ukuran tidak terbatas,
2. menggunakan standar yang luas untuk menutup dan membuka saluran seperti halnya saluran alami,
3. model khusus seperti penyimpangan, pembagi aliran, pompa, bendungan,
4. penerapan air dan masukan arus eksternal berkualitas dari permukaan aliran, aliran bawah tanah,
5. penggunaan gelombang baik kinematik maupun arus gelombang yang penuh,
6. berbagai macam arus, seperti air yang tertahan karena pasang, pembalikan arus dan permukaan kolam,
7. menerapkan kendali dinamis untuk menirukan operasi pompa mulut yang membuka dan tingkatan puncak bendungan.

Dalam aplikasi EPA-SWMM 5.2, ada beberapa komponen data yang harus dimasukkan agar program ini dapat dijalankan.



Gambar 3. Legenda EPA-SWMM 5.2

1. **Rain gages (Curah Hujan)**

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh selama periode waktu tertentu yang pengukurannya menggunakan satuan tinggi di atas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi infiltrasi, run off, maupun evaporasi.

Definisi curah hujan atau yang sering disebut presipitasi dapat diartikan jumlah air hujan yang turun di daerah tertentu dalam satuan waktu tertentu. Jumlah curah hujan merupakan volume air yang terkumpul di permukaan bidang datar dalam suatu periode tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau tahunan).

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (Suroso 2006).

2. **Subcatchment (Daerah Tangkapan Hujan)**

Daerah tangkapan hujan merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang

berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis yang dapat berupa punggung-punggung bukit atau gunung dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Daerah aliran sungai, suatu kawasan berupa cekungan yang dibatasi oleh pembatas topografi berupa igir yang didalamnya terdapat jaringan sungai, dimana hujan yang jatuh kedalam kawasan ini dikeluarkan melalui satu keluaran (outlet) (Linsley et al,1975).

3. Junction (Titik pertemuan air)

Junction adalah lokasi yang menjadi titik pertemuan antara saluran satu dengan jaringan-jaringan yang lain. Dapat berupa manhole ataupun hanya titik tempat mengalirnya air dari suatu subcatchment.

4. Conduit (Drainase)

Conduit adalah bahasa yang digunakan aplikasi EPA-SWMM dalam menjelaskan drainase. Dalam EPA-SWMM, titik-titik berupa Junction dihubungkan oleh garis yang disebut Conduit. Conduit ini kemudian dilengkapi dengan data yang telah diinput berdasarkan kondisi ril di lapangan.

Untuk menjalankan conduit sebagaimana mestinya, conduit ini mesti dihubungkan dengan manhole berdasarkan hulu dan hilirnya.

5. Outfall (Jalur keluar)

Outfall adalah titik tempat keluarnya air dari rangkaian yang telah dibuat di aplikasi EPA-SWMM. Ini adalah titik hilir. Oleh karena itu, Outfall ini adalah titik dengan elevasi terendah di dalam aplikasi.