

EFISIENSI KONTRUKSI *GRILL* DRAINASE DALAM MENGURANGI BANJIR PERKOTAAN (STUDI KASUS : JL. SOEKARNO HATTA KOTA MALANG)

Nanda Difa Cahyani^{1*}, Azizah Rokhmawati² dan Ade Fitriyanti Ulul Azmi³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 22101051092@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: Azizah.rachmawati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: adefitriyanti@unisma.ac.id

ABSTRACT

Flooding and water inundation remain major problems in urban areas due to increased surface runoff that is not balanced by adequate drainage system performance. In Malang City, particularly on Soekarno Hatta Street, inundation frequently occurs during heavy rainfall, indicating that the existing drainage system has not functioned optimally. In addition to channel capacity, drainage components such as grill inlets play an important role in determining the effectiveness of stormwater flow. Drainage grills function as inlets and initial filters for debris; however, improper design can cause flow obstruction, increased energy loss, and clogging, which worsen inundation. This study aims to analyze the efficiency of various drainage grill designs in terms of flow discharge, channel capacity, and energy loss, as well as to compare the performance of several grill types with conditions without grills as a reference for urban drainage planning. The method used is Research and Development (R&D) with hydrological and hydraulic analysis approaches. The research stages include identifying existing conditions, designing variations of drainage grills, and evaluating their performance through runoff discharge, channel capacity, inlet capacity, and head loss analysis. The results show that flow efficiency is influenced by the effective opening area of the grill. Type 4 has the highest discharge (0.0756 m³/s), while Type 2 is the most optimal (0.0739 m³/s; 6.45%), followed by Type 1 (0.0672 m³/s), and Type 3 has the lowest performance (0.0483 m³/s; Ae 0.1152 m²). Waste accumulation reduces efficiency by up to 50–90%. Under a rainfall intensity of 376.5 mm/hour, Type 2 is the most effective in meeting the channel capacity of 1.146 m³/s without causing inundation. Therefore, Type 2 is recommended and can be further optimized through eco-drainage implementation, reducing runoff by 20% (0.229 m³/s) with a remaining discharge of 0.917 m³/s.

Keyword: *Drainage Grill Efficiency, Flow Discharge, Channel Capacity, Energy Loss, Hydrological-Hydraulic Analysis, Urban Flooding.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peristiwa banjir di Indonesia tidak terlepas dari kondisi lingkungan serta tata kelola wilayah yang kurang optimal. Banjir umumnya terjadi ketika curah hujan menghasilkan limpasan air yang melebihi kapasitas sungai dan sistem drainase dalam menampung serta mengalirkannya, sehingga air meluap ke daratan dan menimbulkan genangan serta

kerugian bagi masyarakat [1]. Kota Malang merupakan salah satu wilayah perkotaan yang masih kerap menghadapi permasalahan banjir dan genangan, terutama akibat pertumbuhan permukiman yang pesat tanpa diimbangi penyediaan infrastruktur drainase yang memadai. Perkembangan kawasan hunian di berbagai lokasi, termasuk area resapan alami, meningkatkan risiko limpasan permukaan dan memperburuk potensi genangan [2]. Kondisi ini

turut diperparah oleh perubahan penggunaan lahan dari kawasan terbuka hijau menjadi kawasan terbangun seperti permukiman, industri, perkantoran, dan perdagangan yang padat, sehingga meningkatkan limpasan permukaan dan membebani kapasitas sistem drainase [3].

Di Kecamatan Lowokwaru, permasalahan banjir salah satunya dipicu oleh kapasitas saluran drainase yang tidak lagi mampu menampung debit air akibat penurunan kualitas saluran serta penumpukan sedimen [4]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan evaluasi terhadap kondisi saluran drainase eksisting agar kinerjanya dapat diketahui dan ditingkatkan secara optimal. Sistem drainase berfungsi mengalirkan kelebihan air permukaan serta mengendalikan muka air tanah sehingga lingkungan tetap aman dari risiko genangan dan banjir [5]. Upaya pengendalian banjir tidak hanya berfokus pada peningkatan kapasitas saluran utama, tetapi juga memerlukan optimalisasi bangunan pelengkap drainase seperti *grill*. *Grill* drainase berfungsi sebagai penyaring sampah dan material padat agar tidak masuk ke saluran utama, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh desain, dimensi, dan pemeliharaan rutin. Pada kawasan padat aktivitas seperti Jl. Soekarno Hatta Kota Malang, desain *grill* yang tidak efisien dapat menjadi hambatan aliran dan memperparah genangan [6].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat efisiensi konstruksi *grill* drainase dalam mengurangi genangan dan risiko banjir perkotaan. Kajian difokuskan pada kemampuan desain dan material *grill* dalam memperlancar aliran, meminimalkan penyumbatan akibat sampah dan sedimen, serta mengevaluasi kinerjanya pada lokasi studi. Hasil penelitian diharapkan menjadi rekomendasi teknis dalam pengembangan sistem drainase yang lebih efektif dan berkelanjutan, sekaligus mendukung implementasi SDG 9 (infrastruktur tangguh dan inovatif) dan SDG 11 (kota berkelanjutan) melalui pengelolaan air hujan yang lebih terintegrasi [7].

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka identifikasi masalah yang di dapat adalah:

1. Belum diketahuinya secara pasti tingkat efisiensi debit aliran pada berbagai variasi desain *grill* drainase (baik tipe eksisting, inovasi luar negeri, maupun kondisi tanpa *grill*) ketika terjadi penumpukan sampah lokal dan aliran permukaan.
2. Belum adanya kajian mendalam mengenai pengaruh perbedaan desain *grill* drainase terhadap kapasitas tampung saluran dalam menghadapi curah hujan dengan intensitas ekstrem di wilayah perkotaan.
3. Perlu adanya rekomendasi bentuk dan kriteria desain *grill* drainase yang paling optimal untuk diterapkan sebagai solusi teknis jangka panjang di wilayah perkotaan Indonesia.

1.3 Rumusan Masalah

Bedasarkan identifikasi masalah diatas, penulis merumuskan masalah di dapat sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat efisiensi debit aliran pada masing-masing variasi *grill* drainase, yaitu *grill* tipe 1 dan tipe 2 (kondisi eksisting), *grill* tipe 3 (inovasi luar negeri), serta tipe 4 kondisi tanpa *grill*, khususnya pada kondisi adanya aliran permukaan dan penumpukan sampah lokal?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan desain *grill* drainase meliputi *grill* tipe 1 dan tipe 2 (kondisi eksisting), *grill* tipe 3 (inovasi luar negeri), serta tipe 4 kondisi tanpa *grill* terhadap kapasitas saluran dalam menghadapi hujan dengan intensitas ekstrem di wilayah perkotaan?
3. Bagaimana bentuk *grill* yang paling optimal yang dapat direkomendasikan dalam upaya mengurangi risiko genangan maupun banjir perkotaan?

1.4 Batasan masalah

Agar pembatasan masalah dari penulisan ini lebih terarah, untuk itu perlu diberikan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dibatasi pada sistem drainase di Jalan Soekarno Hatta, Kota

Malang, sebagai salah satu kawasan padat aktivitas dan rawan genangan.

2. Variasi *grill* drainase yang diuji hanya meliputi beberapa bentuk umum yang diterapkan di perkotaan (misalnya grill lurus, melintang, dan kombinasi celah).
3. Parameter yang dianalisis terbatas pada efisiensi debit aliran, kapasitas saluran, serta pengaruh penumpukan sampah lokal (daun, plastik, ranting).

1.5 Tujuan

Mengacu pada rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis tingkat efisiensi debit aliran pada masing-masing variasi grill drainase, yaitu *grill* tipe 1 dan tipe 2 (kondisi eksisting), *grill* tipe 3 (inovasi luar negeri), serta tipe 4 (kondisi tanpa *grill*), khususnya pada kondisi adanya aliran permukaan dan penumpukan sampah lokal.
2. Menganalisis pengaruh perbedaan desain *grill* drainase meliputi *grill* tipe 1 dan tipe 2 (kondisi eksisting), *grill* tipe 3 (inovasi luar negeri), serta tipe 4 (kondisi tanpa *grill*) terhadap kapasitas saluran dalam menghadapi hujan dengan intensitas ekstrem di wilayah perkotaan.
3. Menentukan bentuk *grill* drainase yang paling optimal untuk direkomendasikan dalam upaya mengurangi risiko genangan maupun banjir perkotaan.

1.6 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

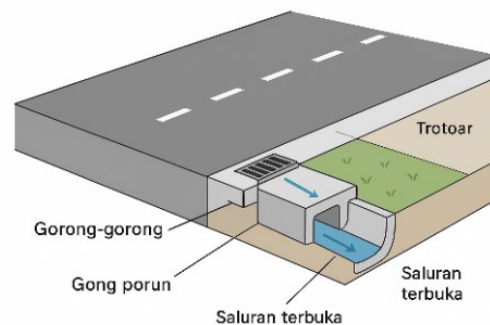
1. Dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya terkait desain dan evaluasi penutup drainase (*grill*) yang efektif dalam mengurangi genangan dan banjir perkotaan.
2. Memberikan gambaran nyata mengenai kinerja berbagai bentuk *grill* di lapangan, sehingga dapat membantu instansi terkait, seperti Dinas Pekerjaan Umum atau pemerintah daerah, dalam memilih desain *grill* yang lebih efisien untuk diaplikasikan pada sistem drainase kota.

3. Dapat mengurangi kejadian banjir lokal, meningkatkan kenyamanan dan keamanan masyarakat, serta menjaga infrastruktur jalan dari kerusakan akibat genangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Drainase Perkotaan

Sistem drainase perkotaan merupakan bagian penting dari infrastruktur kota yang berperan dalam pengelolaan tata ruang serta pengendalian limpasan air hujan guna menciptakan lingkungan yang aman dan berkelanjutan. Kurangnya pengelolaan dan pemeliharaan drainase menyebabkan banyak saluran tidak berfungsi optimal, sehingga tidak mampu menampung debit limpasan saat hujan berintensitas tinggi dan menimbulkan genangan hingga banjir perkotaan (Eri Prawati, 2022). Berdasarkan skala dan fungsinya, sistem drainase perkotaan terdiri atas drainase makro yang berfungsi menyalurkan aliran air skala wilayah menuju badan air penerima, serta drainase mikro yang berperan mengalirkan air dari kawasan lokal seperti jalan dan permukiman melalui saluran kecil dan bangunan pelengkap, sehingga kinerjanya sangat menentukan terjadinya genangan lokal.



Gambar 1. Saluran Drainase
Sumber: Kementerian PUPR, 2025

2.2 Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan tahapan penting dalam perencanaan sistem drainase untuk menentukan besarnya debit banjir rencana berdasarkan karakteristik hujan dan daerah tangkapan air. Analisis diawali dengan pengolahan data curah hujan historis melalui uji konsistensi dan analisis frekuensi menggunakan

distribusi statistik seperti Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson III untuk memperoleh curah hujan rencana (X_t) yang salah satunya dapat dihitung dengan Distribusi Gumbel menggunakan persamaan $x_T = \bar{x} + k \cdot S$. Curah hujan rencana selanjutnya digunakan untuk menentukan intensitas hujan (I), yang pada data hujan harian dapat dihitung dengan rumus Mononobe, yaitu $I = \frac{R^{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m$. Besarnya limpasan permukaan ditentukan oleh koefisien limpasan (C) yang dipengaruhi oleh kondisi tata guna lahan, kemudian digunakan untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional, yaitu $Q_p = 0,278 \times C \times I \times A$, di mana Q_p adalah debit puncak (m^3/s), I intensitas hujan (mm/jam), dan A luas daerah tangkapan (km^2). Hasil analisis ini menjadi dasar evaluasi dan perencanaan kapasitas saluran drainase agar mampu mengalirkan debit puncak secara aman dan efektif.

2.3 Analisa Hidraulika

Analisis hidraulika dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem drainase dalam mengalirkan debit banjir rencana serta menilai pengaruh elemen konstruksi terhadap aliran. Debit limpasan ditentukan menggunakan Metode Rasional, yaitu $Q_r = \frac{1}{3,6} C \cdot I \cdot A$, dengan mempertimbangkan koefisien aliran, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan. Kapasitas saluran dihitung berdasarkan hubungan antara luas penampang basah dan kecepatan aliran melalui persamaan kontinuitas $Q_{sal} = A \cdot V$, sedangkan kecepatan aliran diperoleh menggunakan Persamaan Manning $V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$, sehingga debit saluran dapat dinyatakan sebagai $Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$. Kehilangan energi aliran dianalisis melalui head loss mayor menggunakan persamaan Darcy-Weisbach $h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$, dan head loss minor akibat perubahan geometri atau keberadaan struktur seperti grill drainase dengan persamaan $h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$. Selain itu, kinerja hidraulik grill dievaluasi menggunakan koefisien hambatan $CD = \frac{FD}{\frac{1}{2} \rho v^2 A}$, serta koefisien

aliran $CD = \frac{Q_{aktual}}{Q_{teoritis}}$, di mana nilai CD yang mendekati satu menunjukkan efisiensi aliran yang tinggi dan kehilangan energi yang rendah.

2.4 Grill Drainase

Grill drainase merupakan salah satu bangunan pelengkap pada sistem drainase perkotaan yang dipasang pada inlet saluran air, khususnya di permukaan jalan. *Grill* berfungsi sebagai pintu masuk air hujan ke saluran drainase sekaligus sebagai penyaring material padat seperti sampah, daun, dan sedimen agar tidak masuk ke dalam saluran utama. Bentuk dan desain *grill* drainase sangat beragam, baik dari segi pola celah, ukuran bukaan, maupun material yang digunakan. Pemilihan desain *grill* harus mempertimbangkan kapasitas aliran, keselamatan pengguna jalan, serta kemudahan pemeliharaan. *Grill* dengan desain yang tidak sesuai dapat menyebabkan hambatan aliran dan meningkatkan potensi genangan. *Grill* Drainase tersebut terbagi menjadi 4 tipe yaitu *Grill* Tipe 1 (Kondisi Eksisting - Standard), *Grill* Tipe 2 (Kondisi Eksisting - Heavy Duty), *Grill* Tipe 3 Sistem (*Slotted Drain* dan *Kerb Inlet*), *Grill* Tipe 4 Tanpa *Grill* (*Grill-less Curb Opening*). Misalnya pada contoh:

1. Grill Tipe 1 (Kondisi Eksisting - Standard)

Tipe ini biasanya berupa grill besi cor (*cast iron*) standar yang dipasang di bahu jalan atau saluran samping. Memiliki celah horizontal yang sejajar dengan arah arus lalu lintas.



Gambar 2. *Grill Standart Duty*

Sumber : Kementrian PUPR, 2025.

2. Grill Tipe 2 (Kondisi Eksisting - Heavy Duty)

Tipe ini merupakan pengembangan dari tipe 1, biasanya digunakan pada area dengan beban lalu lintas berat (*heavy duty*) seperti jalan raya utama atau kawasan industri



Gambar 3. Grill Heavyt Duty
Sumber: Kementrian PUPR, 2025.

3. Grill Tipe 3 Sistem (Slotted Drain dan Kerb Inlet)

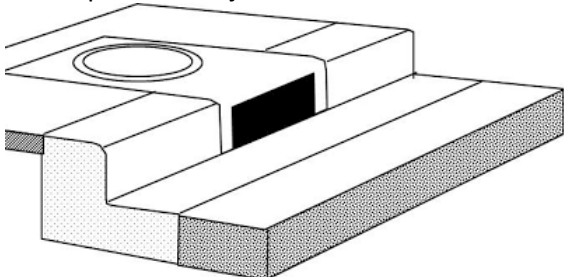
Merupakan kombinasi infrastruktur drainase modern yang dirancang untuk efisiensi penangkapan air hujan di permukaan jalan tanpa mengganggu kenyamanan lalu lintas. Tipe ini inovasi luar negeri dari sisi hidrolika (kemampuan menyerap air) dan ergonomi (keamanan bagi pesepeda dan estetika kota).



Gambar 4. Grill Slotted Drain
Sumber: Kementrian PUPR, 2025.

4. Grill Tipe 4 Tanpa Grill (Grill-less Curb Opening).

Sistem kerb inlet yang hanya mengandalkan lubang vertikal pada sisi kanstin/kerb jalan tanpa menggunakan kisi-kisi besi di permukaan jalan.



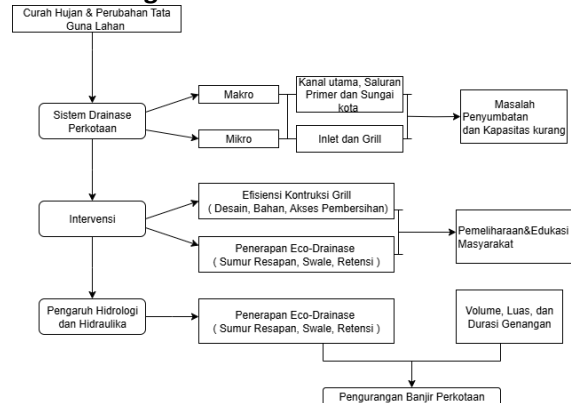
Gambar 5. Grill-less Curb Opening
Sumber: Kementrian PUPR, 2025

2.5 Banjir Perkotaan

Banjir perkotaan (*urban flooding*) merupakan genangan yang terjadi ketika curah hujan menghasilkan limpasan permukaan

melebihi kapasitas sistem drainase dalam menampung dan menyalurkan air, yang umumnya dipengaruhi oleh keterbatasan kapasitas saluran, perubahan tata guna lahan, topografi rendah, serta penyumbatan oleh sampah. Kondisi ini dapat menimbulkan kerusakan infrastruktur, gangguan aktivitas sosial ekonomi, dan penurunan kualitas kesehatan lingkungan. Penanganan banjir perkotaan dilakukan melalui pendekatan terpadu berupa peningkatan kapasitas drainase, penerapan *green infrastructure* seperti sumur resapan dan kolam retensi, pengelolaan tata ruang, serta peningkatan partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan saluran agar risiko genangan dapat dikurangi secara berkelanjutan.

2.6 Kerangka Berfikir



Gambar 6. Kerangka Berfikir
Sumber: Data Diolah Peneliti, 2025

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

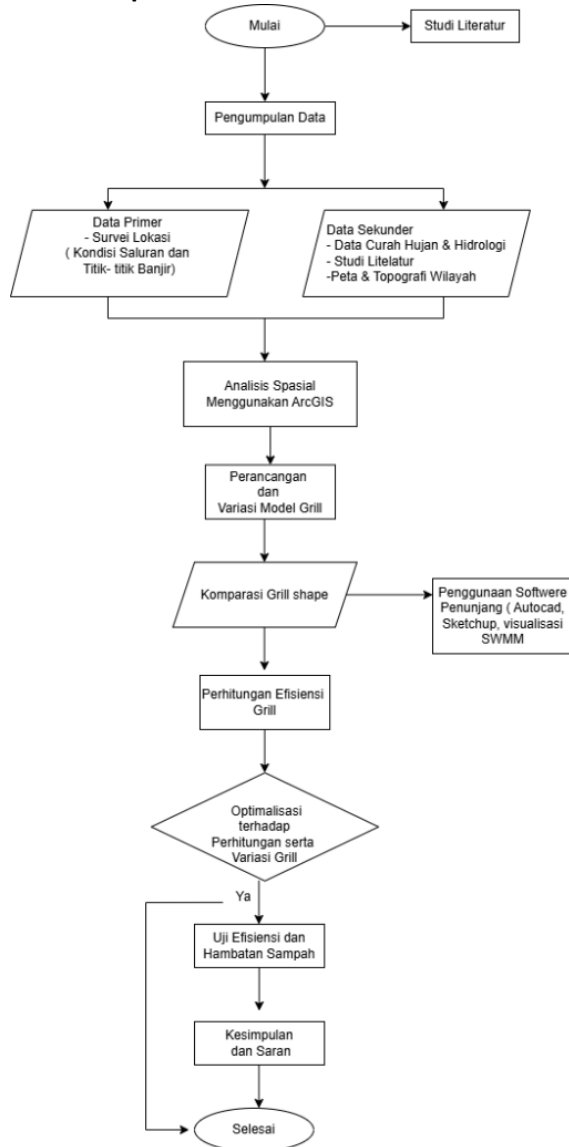


Gambar 7. Lokasi Penelitian
Sumber: google maps, 2025

Lokasi penelitian difokuskan pada Jalan Soekarno Hatta, Kota Malang, yang merupakan kawasan komersial dan jalur arteri utama dengan tingkat aktivitas lalu lintas yang tinggi.

Dibandingkan kawasan permukiman seperti Sawojajar yang memiliki sistem drainase relatif tertata dan genangan berskala lokal, Jalan Soekarno Hatta menunjukkan permasalahan drainase yang lebih kompleks. Dilampirkan pada **Gambar 7** peta google maps

3.2 Tahapan Penelitian



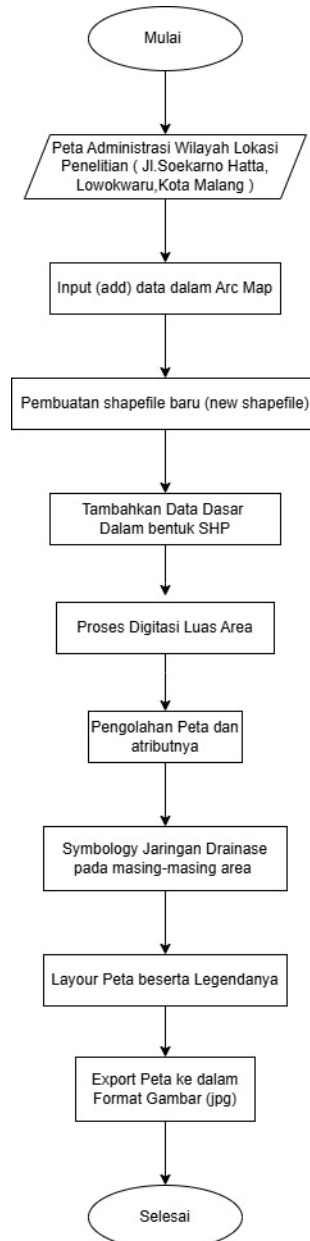
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Diolah Peneliti,2025

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai kinerja konstruksi grill drainase dalam mereduksi genangan dan aliran banjir perkotaan. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data

primer diperoleh melalui survei lapangan dan dokumentasi pada lokasi penelitian di Jalan Soekarno Hatta, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, meliputi data curah hujan, peta jaringan drainase, peta topografi atau DEM, data historis kejadian banjir, serta standar dan spesifikasi teknis *grill* drainase, yang digunakan sebagai dasar analisis karakteristik aliran, kondisi saluran, serta kesesuaian konstruksi *grill* terhadap standar perencanaan.

3.4 Diagram Alir ArcGIS



Gambar 9. Diagram *Software* ArcGis
Sumber: Diolah Peneliti,2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Efisiensi dan Kinerja Hidraulika Grill

4.1.1 Analisis Luas Bukaannya Efektif (A_e)

Perhitungan luas bukaannya efektif dilakukan untuk mengetahui seberapa besar area terbuka yang dapat dilalui air pada masing-masing tipe grill. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai sebagai berikut:

- Tipe 1 (jarak 2 cm) : $A_e = 0,160 \text{ m}^2$
- Tipe 2 (jarak 3 cm) : $A_e = 0,176 \text{ m}^2$
- Tipe 3 (slot rapat) : $A_e = 0,1152 \text{ m}^2$
- Tipe 4 (tanpa grill) : $A_e = 0,18 \text{ m}^2$

Persentase bukaannya efektif menunjukkan bahwa Tipe 2 memiliki rasio bukaannya paling mendekati kondisi tanpa *grill*, yaitu sebesar 97,8%, sedangkan Tipe 3 hanya 64%.

Secara hidraulik, semakin besar nilai A_e , maka semakin besar pula potensi debit yang dapat tertangkap. Namun demikian, peningkatan bukaannya harus tetap mempertimbangkan fungsi penyaringan sampah.

4.1.2 Analisis Debit Tertangkap (*Inlet Capacity*)

Pengujian debit tertangkap menunjukkan perbedaan signifikan antar tipe grill:

- Tipe 4 (tanpa *grill*) : $0,0756 \text{ m}^3/\text{det}$
- Tipe 2 : $0,0739 \text{ m}^3/\text{det}$
- Tipe 1 : $0,0672 \text{ m}^3/\text{det}$
- Tipe 3 : $0,0483 \text{ m}^3/\text{det}$

Hasil ini menunjukkan bahwa kapasitas debit tertangkap berbanding lurus dengan luas bukaannya efektif.

Tipe 2 menjadi tipe paling optimal karena:

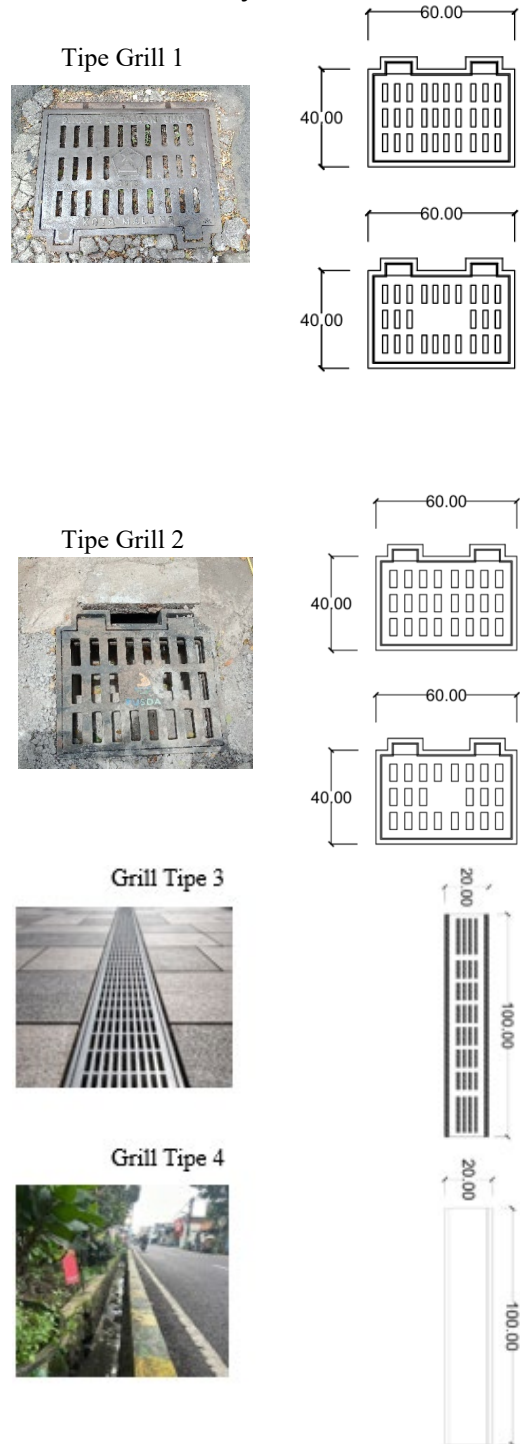
- Kapasitas debit mendekati kondisi tanpa *grill*,
- Tetap memiliki proteksi terhadap sampah.

4.1.3 Pengaruh Penumpukan Sampah terhadap Efisiensi

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa sampah plastik dan sedimen menjadi faktor utama penurunan kinerja *grill*.

Tingkat penyumbatan pada kondisi aktual mencapai 50–90%, yang secara signifikan menurunkan efisiensi semua tipe *grill*. Artinya, meskipun suatu tipe memiliki bukaannya besar, tanpa manajemen pemeliharaan yang baik, kapasitas hidrauliknya tetap akan menurun drastis.

4.2 Pengaruh Desain *Grill* terhadap Kapasitas Saluran saat Hujan Ekstrem



Gambar 10. Kondisi Pada lokasi Penelitian
Sumber: Diolah Peneliti, 2026

Analisis menunjukkan bahwa pada intensitas hujan ekstrem sebesar 376,5 mm/jam, desain grill sangat menentukan kemampuan sistem drainase dalam mencegah genangan.

- Tipe 1 dan Tipe 3 dengan bukaan kecil menimbulkan hambatan aliran yang tinggi sehingga air melimpas kembali ke badan jalan .
- Tipe 2 mampu memenuhi kapasitas saluran sebesar 1,146 m³/det lebih cepat dibanding tipe lainnya .

Hal ini menunjukkan bahwa desain grill berperan sebagai titik kritis (*critical control point*) dalam sistem drainase mikro.

4.3 Integrasi *Eco-Drainage* sebagai Variabel Moderator

Dalam kerangka penelitian, efisiensi *grill* merupakan variabel bebas (X), sedangkan *eco-drainage* bertindak sebagai variabel moderator (M) yang memperkuat pengaruh terhadap pengurangan banjir (Y) .

Simulasi menunjukkan bahwa penerapan *eco-drainage* mampu mereduksi debit limpasan sebesar 0,229 m³/det (20%) .

Dengan reduksi tersebut, beban yang diterima *grill* menjadi:

$$Q_{\text{sisir}} = 1,146 - 0,229 = 0,917 \text{ m}^3/\text{det}$$

Nilai ini berada dalam rentang aman kapasitas Tipe 2 .

Artinya, kombinasi desain grill yang tepat dan sistem *eco-drainage* memberikan efek sinergis dalam menurunkan risiko genangan.

4.4 Bentuk *Grill* Paling Optimal

Berdasarkan seluruh hasil analisis, bentuk *grill* yang direkomendasikan adalah Tipe 2 karena:

1. Memiliki kapasitas debit tangkap mendekati tanpa grill.
2. Tetap memberikan perlindungan fisik terhadap saluran.
3. Lebih stabil saat hujan ekstrem.
4. Dapat bekerja optimal jika dikombinasikan dengan *eco-drainage*.

Rekomendasi ini secara langsung menjawab rumusan masalah penelitian.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, pengujian efisiensi bentukan *grill*, serta evaluasi kinerja hidraulika pada sistem drainase Jalan

Soekarno Hatta Kota Malang, dapat disimpulkan bahwa desain *grill* memiliki pengaruh signifikan terhadap kapasitas debit tertangkap dan kemampuan sistem dalam mereduksi genangan saat hujan ekstrem. Efisiensi debit aliran terbukti berbanding lurus dengan luas bukaan efektif (*Ae*), dimana semakin besar bukaan maka semakin besar pula kapasitas debit yang dapat masuk ke saluran. *Grill* tanpa batang (Tipe 4) memiliki kapasitas tertinggi, namun tidak memiliki proteksi terhadap sampah dan sedimen sehingga tidak direkomendasikan untuk kondisi lapangan. Di antara variasi yang diuji, *Grill* Tipe 2 (jarak batang 3 cm) menunjukkan performa paling optimal karena memiliki kapasitas debit tangkap mendekati kondisi tanpa grill, namun tetap memberikan perlindungan fisik terhadap saluran.

Pada kondisi hujan ekstrem dengan intensitas 376,5 mm/jam, desain *grill* dengan bukaan kecil seperti Tipe 1 dan Tipe 3 menimbulkan hambatan aliran yang lebih besar sehingga meningkatkan potensi limpasan kembali ke badan jalan sebelum air masuk ke saluran. Selain itu, hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa penumpukan sampah plastik dan sedimen hingga 50–90% menjadi faktor utama penurunan efisiensi seluruh tipe *grill*. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas desain tidak hanya ditentukan oleh parameter hidraulik, tetapi juga oleh manajemen pemeliharaan dan pengendalian sampah.

Integrasi konsep *eco-drainage* dalam sistem drainase mikro terbukti mampu mereduksi debit limpasan sebesar 0,229 m³/det atau sekitar 20%, sehingga beban yang diterima grill menjadi lebih ringan dan risiko genangan dapat ditekan secara signifikan. Dengan demikian, optimalisasi sistem drainase perkotaan tidak cukup hanya melalui peningkatan kapasitas saluran, tetapi harus dilakukan secara terpadu melalui pemilihan desain *grill* yang efisien, pengelolaan sampah yang berkelanjutan, serta penerapan teknologi resapan air. Secara keseluruhan, *Grill* Tipe 2 direkomendasikan sebagai bentuk paling optimal untuk diterapkan pada kawasan perkotaan dengan karakteristik hujan tinggi dan

potensi penyumbatan sampah yang besar, karena mampu memberikan keseimbangan antara kapasitas hidraulik dan fungsi proteksi saluran.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemerintah daerah menerapkan *Grill* Tipe 2 pada titik-titik rawan genangan karena memiliki keseimbangan terbaik antara kapasitas debit dan fungsi penyaringan sampah. Selain itu, perlu dilakukan pemeliharaan rutin dan pengelolaan sampah yang terjadwal untuk mencegah penyumbatan yang dapat menurunkan efisiensi hingga 50–90%. Implementasi konsep *eco-drainage* seperti sumur resapan dan *bioswale* juga direkomendasikan untuk mengurangi debit limpasan secara signifikan sehingga beban sistem drainase menjadi lebih ringan dan risiko genangan dapat diminimalkan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agil Wong H, Ahsanul In'am S, Alvi Wardatun N, Erni Yusnia, Sendryna Mey H, & Hany Nurpratiwi. (2023). Persebaran Daerah Rawan Banjir Di Wilayah Tulungagung. *Dewantara : Jurnal Pendidikan Sosial Humaniora*, 2(2), 136–148.
- [2] Hadi, F., Rachmawati, A., & Ingsih, I. S. (n.d.). STUDI EVALUASI DRAINASE JALAN SOEKARNO HATTA KOTA PROBOLINGGO MENGGUNAKAN PROGRAM EPA SWMM 5.2. In *Jurnal Rekayasa Sipil* / (Vol. 152, Issue 2).
- [3] Rokhmawati, A., Ilhamsyah, F., & Suprpto, B. (2023). *RECHARGE WELLS MODEL BASED ON SHAPE FACTORS FOR FLOOD MANAGEMENT IN KLOJEN DISTRICT, MALANG CITY* (Vol. 4, Number 2).
- [4] Wulandari, E., Suprpto, B., & Rokhmawati, A. (2022). Evaluasi Saluran Drainase Perkotaan Pada Kecamatan
- [5] Rokhmawati, A., & Bakhtiar, A. (2021). PERENCANAAN TEKNIK REHABILITASI SALURAN DRAINASE DI KELURAHAN BELIMBING. In *Jurnal Rekayasa Sipil* / (Vol. 10, Number 5).
- [6] Wilujeng Nugroho, H., & Ulfa Aryani, Z. (n.d.). Desain Sistem Drainase Perkotaan Sustainability dengan Pendekatan Saluran Bertingkat dan Grill Sampah di Kota Pekanbaru. In *IPTEKIN Jurnal Kebijakan Pembangunan dan Inovasi* (Vol. 7, Issue 2).
- [7] Azmi, A. F., Mustika, S. N., Noerhayati, E., Rochman, B. A., & Mohamad, I. N. (2026). Modelling And Laboratory Test of An IoT–Solar Energy Based Automatic Irrigation Gate System. *BIO Web of Conferences*, 1-9