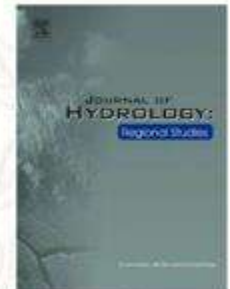


Inovasi Pemanfaatan Waduk Mini untuk Pengendalian Banjir dan Genangan di Kecamatan Panakkukang



**BADAN RISET DAN INOVASI DAERAH (BALITBANGDA)
PEMERINTAH KOTA MAKASSAR**

2025



Journal of Hydrology: Regional Studies

Certificate of Reviewing

Awarded for 11 reviews between August 2023 and October 2025
presented to

RISWAL KARAMMA

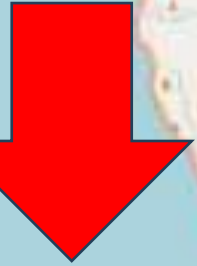
in recognition of the review contributed to the journal

The Editors of Journal of Hydrology: Regional Studies



PENDAHULUAN

BANJIR



$$Q = f(C, I, A)$$

Aliran banjir adalah aliran yang **tidak stasioner** dan **non-uniform**. Model matematis untuk aliran banjir persamaan Saint-Venant, kombinasi dari hukum kontinuitas dan hukum kekekalan momentum

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gA (S_0 - S_f)$$

Model ini memprediksi perubahan kedalaman aliran dan kecepatan sepanjang waktu dan jarak.

Velocity (ms⁻¹) (magnitude)
0.000 1.64 3.28 4.92 6.56



Sistem Tata Air dan Banjir Perkotaan

Pengelolaan DAS

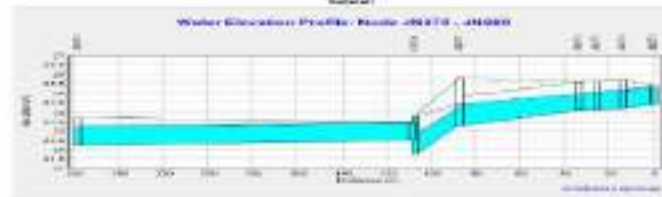
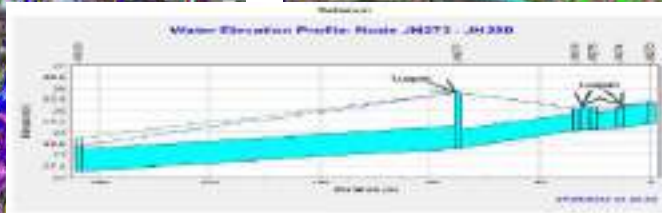
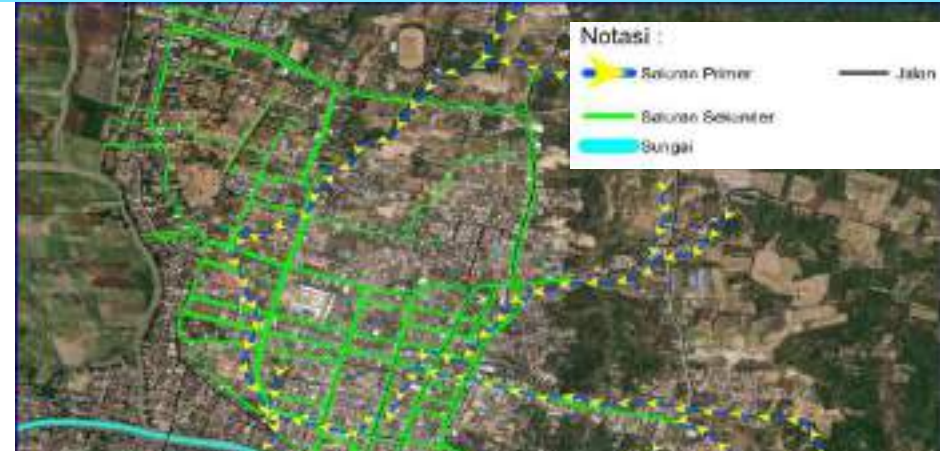
Penting untuk mempertimbangkan aliran air yang berasal dari seluruh wilayah, termasuk area hulu, tengah, dan hilir.



Banjir perkotaan seringkali disebabkan oleh debit aliran air yang tinggi dari hulu, sehingga pengelolaan DAS yang baik dapat membantu mengurangi risiko banjir di perkotaan



Sistem Tata Air dan Banjir Perkotaan



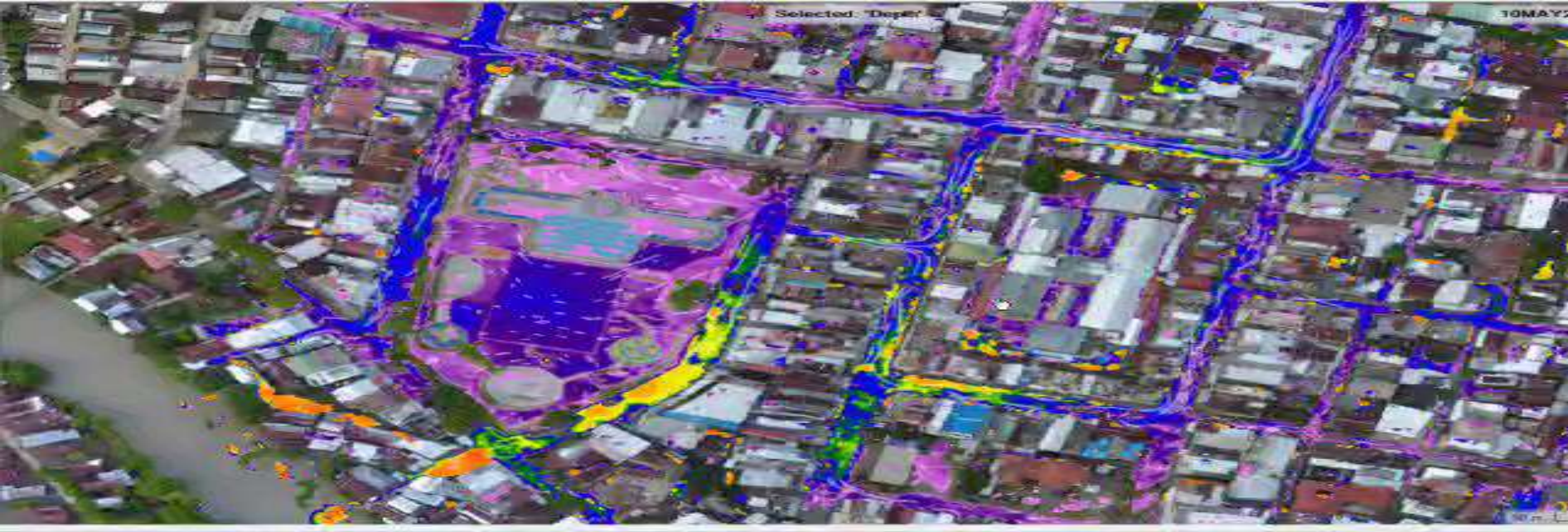
❑ Makro drainase

berfungsi untuk mengalirkan air dalam volume besar dari area perkotaan ke sungai atau laut. Dalam konteks banjir perkotaan, makro drainase membantu:

❑ Mikro drainase

berperan penting dalam mengelola aliran air lokal di perkotaan. Sistem mikro drainase dirancang untuk menangani mengalirkan runoff secara efektif dan efisien pada area perkotaan

PERMASALAHAN DAN PENANGANAN GENANGAN



MASALAH PADA SISTEM MIKRO DRAINASE

- Konsentrasi arah aliran yang terpusat (**Hirarki Saluran dan Rekayasa Aliran**)
- Kapasitas saluran yang tidak mencukupi (**Hidrolika dan Dimensi Saluran**)
- Sedimentasi
- Saluran tertutup tanah dan sampah.

ALTERNATIF PENDEKATAN TEKNIK

- Pembuatan saluran baru
- Perubahan dimensi, Perubahan kemiringan saluran, dan Penataan kembali arah aliran.
- Normalisasi saluran, penggalian sedimentasi, dll
- Penataan Kembali sistem jaringan (primer, sekunder dan tersier)
- Pembuatan kolam retensi dan pemasangan pintu air.

PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN

Flood Risk Assessment and Mitigation Strategies for the Sinjai and Tangka River Catchments in Indonesia using Hydraulic Modeling and Spatial Analysis

Q2**Riswal Karamma**

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Hasanuddin University, Gowa, Indonesia
riswalk@unhas.ac.id (corresponding author)

**Q3**

Numerical Simulation of Flood Propagation in the Kelara River Flood Early Warning System

Farouk Maricar, Riswal Karamma, Muhammad Rifaldi Mustamin and Muhammad Farid Maricar (2023)
Hasanuddin University, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.14796/JWMM.C501>

[JWMM] Editor Decision External Inbox x**Q3**

Laura-Lee Fletcher via lffletcher@management.chjournal.org
to me, Sugianto, Muhammad, Zubair •

Mon, Jul 14, 9:11PM ☆ ↶ ⋮

Riswal Karamma, Sugianto Badaruddin, Muhammad Rifaldi Mustamin, Zubair Saing

We have reached a decision regarding your submission to JWMM Management Site, "Application of Infiltration Wells in Sustainable Drainage Systems (Case Study: Sengkang City, Indonesia)".

Our decision is to: **Accept Submission**

Your paper will now move to the Copyediting stage.

Kindly,

Laura-Lee Fletcher
Journal Manager
Journal of Water Management Modeling
laura-lee@chivwater.com

Application of Infiltration Wells in Sustainable Drainage System

The Revitalization of Makassar Urban Drainage System Based on Eco Drainage Retention Pond

Riswal Karamma^{1,a,*}, Rita Tahir Lopa^{1,b} Mukhsan Putra Hatta^{1,c}

¹Civil Engineering Department, Hasanuddin University, Makassar Indonesia

^{*,a} riswalchiwal@gmail.com (Corresponding Author)



Abstract- One of the causes of flooding in Makassar City is the management of the water system that is not optimal. It is necessary to arrange a drainage system to overcome flooding in Makassar City. In this study the topography on Catchment area analysis, analysis of hydrology and hydraulics analysis. Modeling the distribution of flood performed using HEC-RAS applications. This research was conducted in the Tallo watershed which consists of the Upper Tallo sub-watershed and the Mangalarang sub-watershed. The results of the analysis of flood discharge in the Tallo Hilir sub-watershed are 523.76 m³/s and in the Mangalarang sub-watershed are 886.82 m³/s. The flood overflow of the Tallo River spread over 6.48 km² of Manggala District, 0.31 km² of Rappocini District, 4.24 km² of Panakukang District, 3.37 km² of Tallo District, 11.59 km² of Tamalanrea District and 0.01 km² of Biringkanaya District. The total area of flood distribution is 26 km². The solution to overcome the flooding of

The worst flooding in the last decade in Makassar City occurred in 2019 which submerged 4 sub-districts, namely Panakukang District, Manggala District, and Biringkanaya District as high as 50 cm to 200 cm. The main cause of the flood was due to the relatively high intensity of rainfall on January 21 and 22, 2020 so that the Tallo and Jeneberang Rivers were unable to accommodate the flood discharge [4]. Floods in Makassar City are not only influenced by the relatively high intensity of rainfall, topographical conditions in the form of a basin, increased flow discharge, changes in land use patterns and sea water tides, are also influenced by the inadequate drainage system, although the city government has programmed and building infrastructure

Wilayah Administrasi Kota Makassar

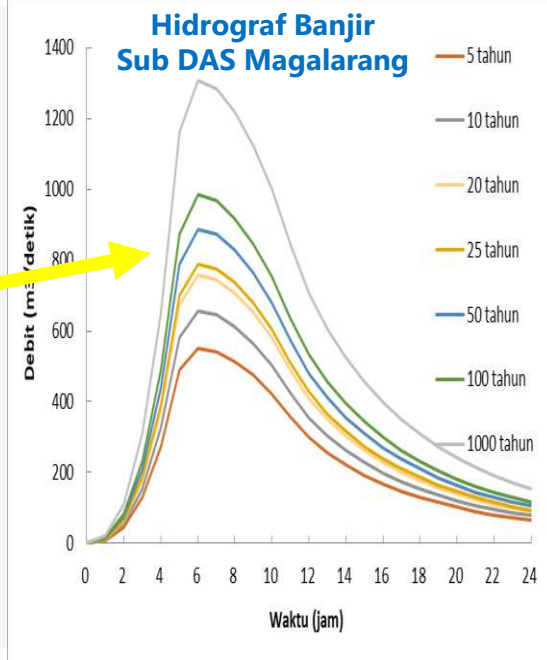
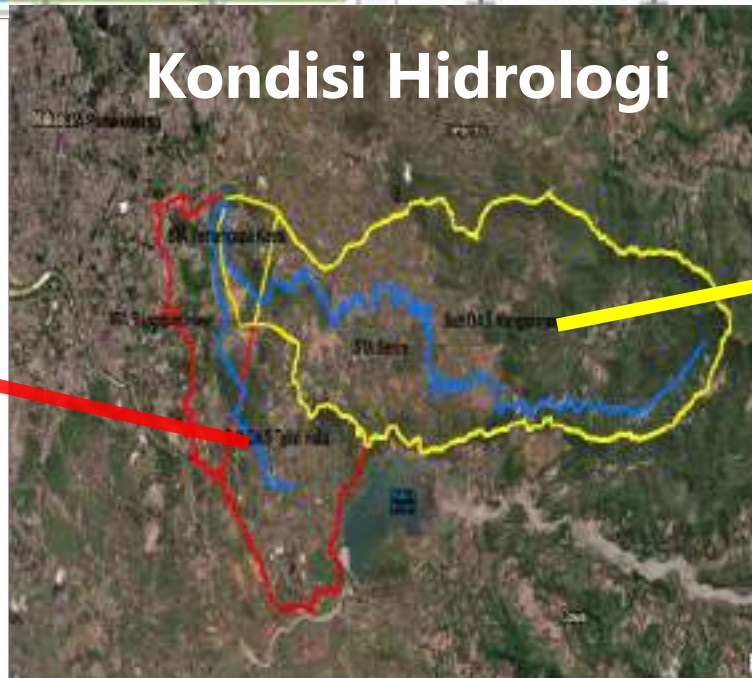
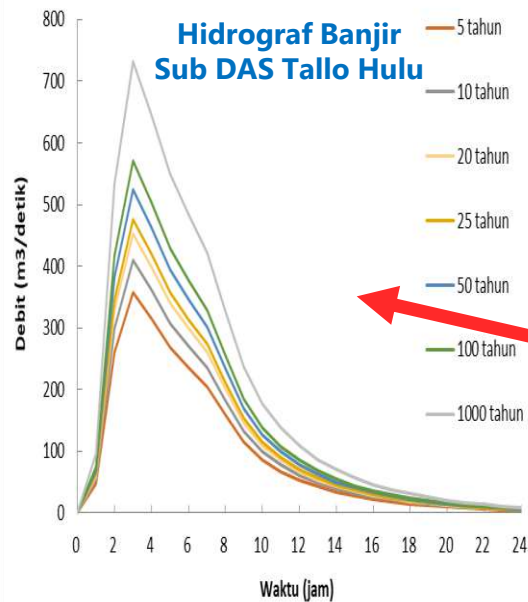
S.Tallo

S.Jeneberang

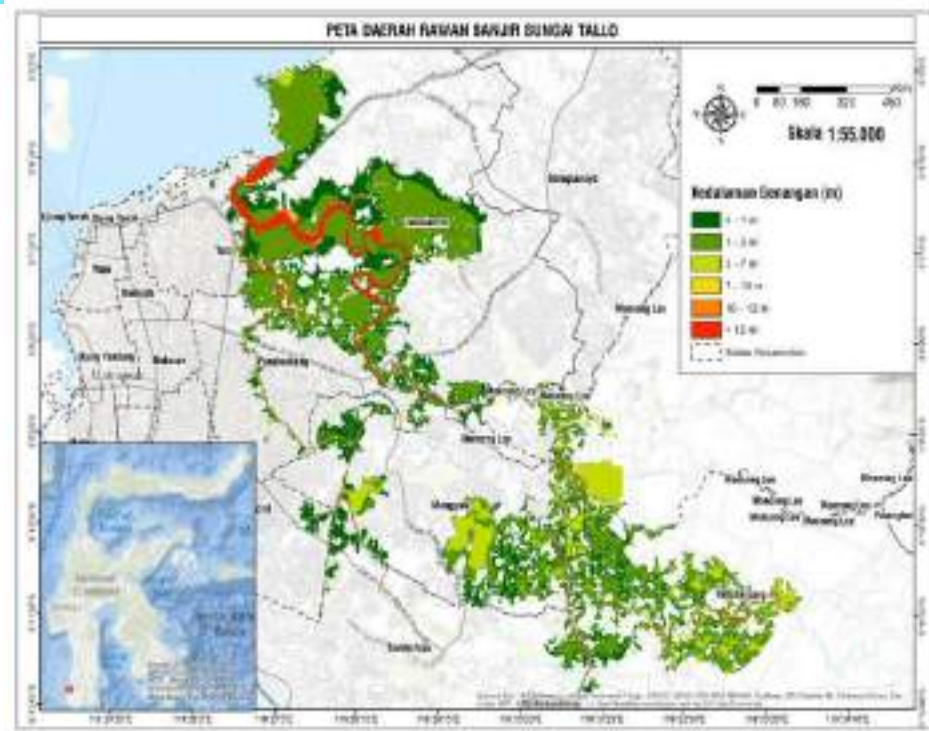
Elevasi rata rata 0-5 m

Kondisi Topografi

Kondisi Hidrologi

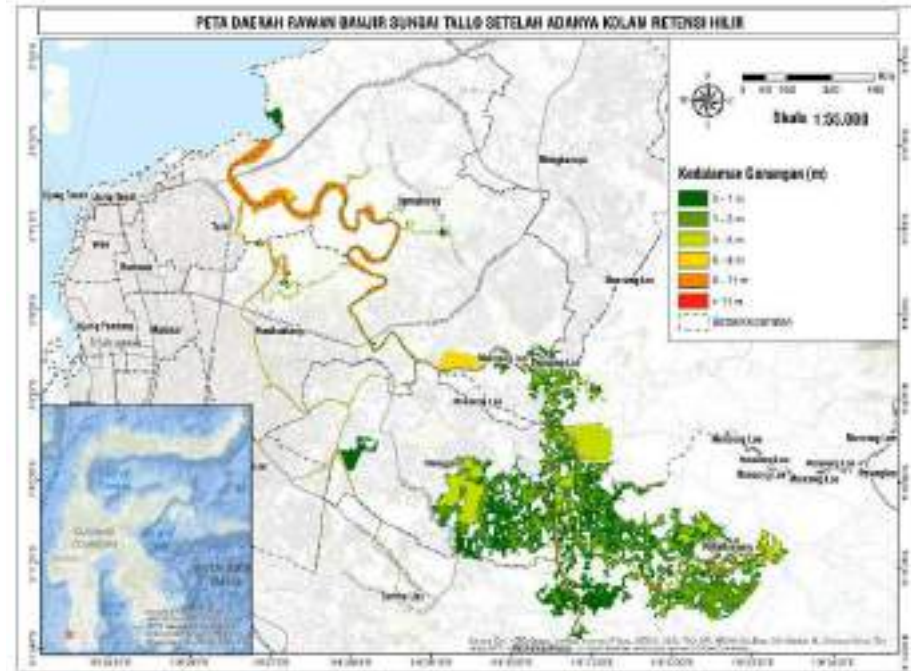
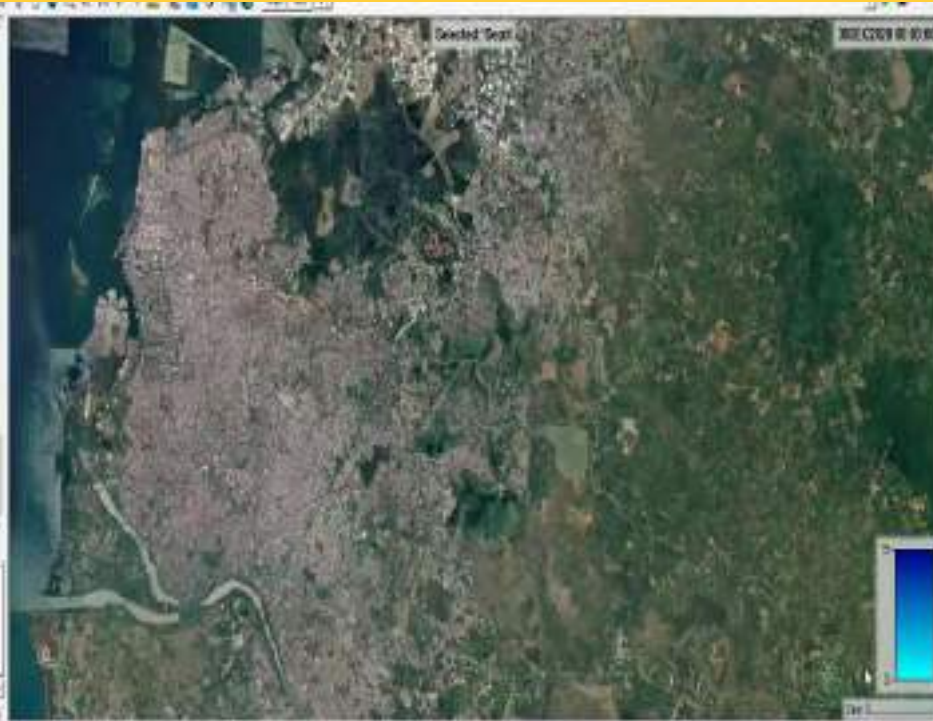


Kinerja Kondisi Eksiting Sungai Tallo



No.	Kecamatan	Luas Daerah Terdampak Banjir (km ²)
1	Manggala	6.48
2	Rappocini	0.31
3	Panakukang	4.24
4	Tallo	3.37
5	Tamalanrea	11.59
6	Biringkanaya	0.01
Total		26,00

Perubahan setelah adanya Kolam Retensi



No.	Kecamatan	Luas Daerah Terdampak Banjir Sebelum Kolam Retensi Hilir (km2)	Luas Daerah Terdampak Banjir Setelah Kolam Retensi Hilir (km2)	Selisih (km2)
1	Manggala	6.48	4,94	1.54
2	Rannocini	0.31	0.05	0.26
3	Panakukang	4.24	0,61	3.63
4	Tallo	3.37	0.92	2,45
5	Tamalanrea	11.59	1.77	9,82
6	Biringkanaya	0.01	0.01	0,00
Total		26,00	8,30	17,70



Latar Belakang Permasalahan

Sebagian besar wilayah kota di Indonesia dilanda banjir setiap tahunnya. Salah satu **penyebab umum yang sering terjadi adalah ketidakmampuan sistem drainase perkotaan dalam menampung dan mengalirkan runoff saat terjadinya curah hujan tinggi.** Akibatnya, air hujan tidak mengalir dengan lancar melalui saluran drainase dan banjir perkotaan pun terjadi.

$$Q = f(C, I, A)$$

Urbanisasi Pesat

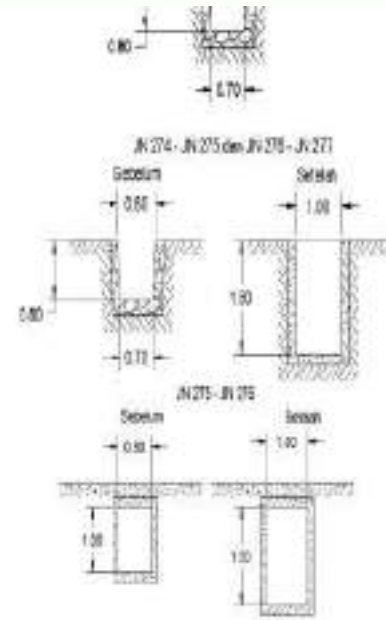
Pertumbuhan kota metropolitan meningkatkan pembangunan infrastruktur, mengurangi area resapan air

Sistem Drainase Tidak Memadai

Kapasitas saluran tidak mampu menampung menampung limpasan air hujan yang meningkat

Genangan Berkepanjangan

Banjir menghambat aktivitas ekonomi dan dan sosial masyarakat Panakkukang



Kecamatan Panakkukang: Pusat Bisnis yang Rentan Banjir

Kecamatan Panakkukang merupakan wilayah permukiman padat dan pusat bisnis utama di Kota Makassar. Peningkatan bangunan dan jalan kedap air membuat sistem drainase tidak mampu menampung limpasan air hujan.

Faktor Penyebab

- Meluapnya air kanal utama
- Kurangnya infrastruktur pengendali air hujan
- Sistem drainase tidak optimal
- Tingginya laju urbanisasi
- Dataran rendah yang rentan genangan



Data Kejadian Banjir dan Genangan

MAKASSAR, **PEDOMAN MEDIA** - Banjir mulai melanda Kota Makassar sejak malam tadi. BPBD melaporkan, banjir terparah terjadi di Kecamatan Panakkukang dan menyebabkan lebih dari 700 jiwa Terdampak.

Berdasarkan data BPBD, sebanyak 67 rumah di Kecamatan Panakkukang dilaporkan terendam banjir. Banjir terjadi di Jalan Adhyaksa Lorong 5 dan 3, RW 2/RT 3, Kelurahan Pandang, Kecamatan Panakkukang, Selasa (10/12) sekitar pukul 08.30 Wita. Tidak ada korban jiwa ataupun luka akibat kejadian itu.

"Kondisi titik rawan banjir meliputi ketinggian air saat ini kurang lebih 100 cm-130 cm," kata Kepala Pelaksana BPBD Makassar Achmad Hendra Hakamuddin dalam keterangannya, Selasa (10/12/2024).



Cari Berita

BERANDA POLITIK POPULER NASIONAL EKOBIS DAERAH HUKUM MEGAPOLITAN

Kepala Pelaksana BPBD Kota Makassar Hendra Hakamuddin saat memantau kondisi banjir di Kelurahan Ljung Bero yang mencapai 1,5 meter, Selasa (11/2/2025).

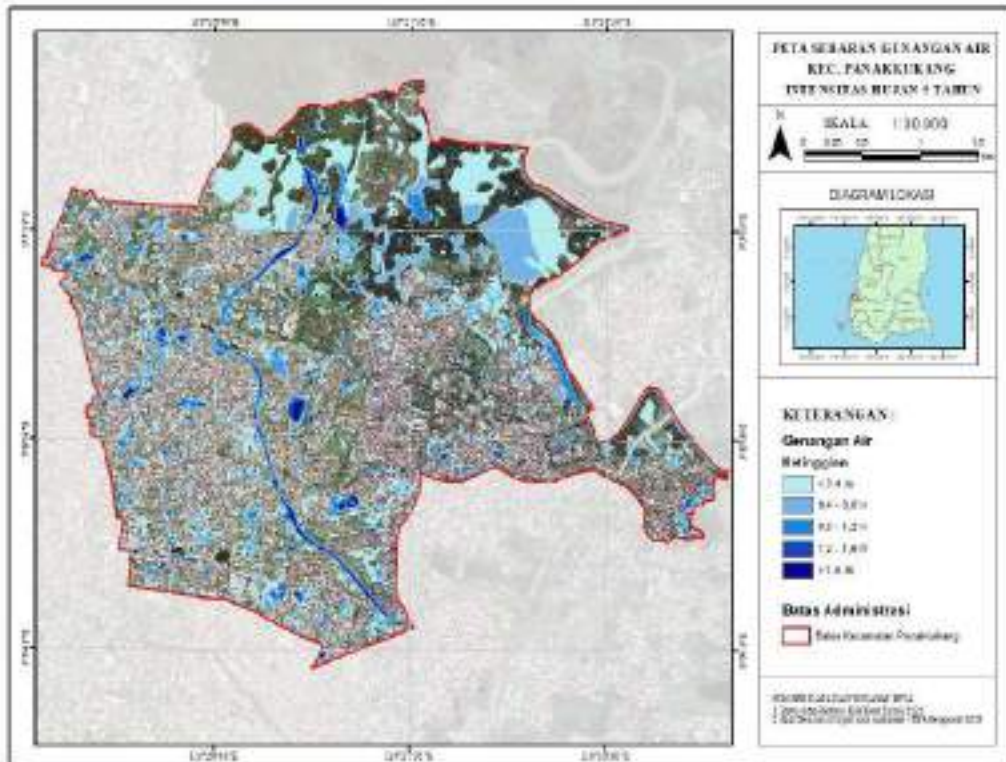
MAKASSAR, **RAKYATSULSEL** - Kota Makassar dilanda cuaca ekstrem selama tiga hari berturut-turut sejak tanggal 9 hingga 11 Februari 2025. Cuaca ekstrem tersebut merupakan hujan dengan intensitas sedang hingga lebat yang disertai angin kencang.

Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Makassar, per tanggal 11 Februari 2025 mencatat tiga kecamatan terendam banjir.

Kecamatan Panakkukang di Kelurahan Pandang lokasi terendam ialah Kompleks CV Dewi dengan ketinggian air sekitar 15 sentimeter (cm), Jalan Adhyaksa Lorong 3, 5 dan 7 dengan ketinggian air mencapai 10 cm, dan Kompleks IDI ketinggian air sekitar 10 cm,



SEBARAN GENANGAN



Jl. A.P Pettaran



Jl. Adiyaksa



Jl. Toddopuli

solusi yang digunakan dalam mengurangi dampak banjir perkotaan adalah **penggunaan kolam detensi dan Kolam Retensi**

DETENSI

Salah satu solusi yang digunakan dalam mengurangi dampak banjir perkotaan adalah **penggunaan kolam detensi**. Kolam detensi adalah sejenis **kolam atau waduk penampungan air dalam jangka waktu tertentu** dalam hal ini ketika curah hujan tinggi. Tujuan utama kolam detensi adalah menampung air hujan berlebih dan menyimpannya sementara waktu agar tidak membebani sistem drainase perkotaan atau menyebabkan banjir. Ketika curah hujan berkurang dan tingkat banjir menurun, air yang ditampung dalam kolam dapat dibebaskan secara bertahap ke saluran drainase sehingga mengurangi tekanan pada sistem drainase perkotaan.

RETENSI

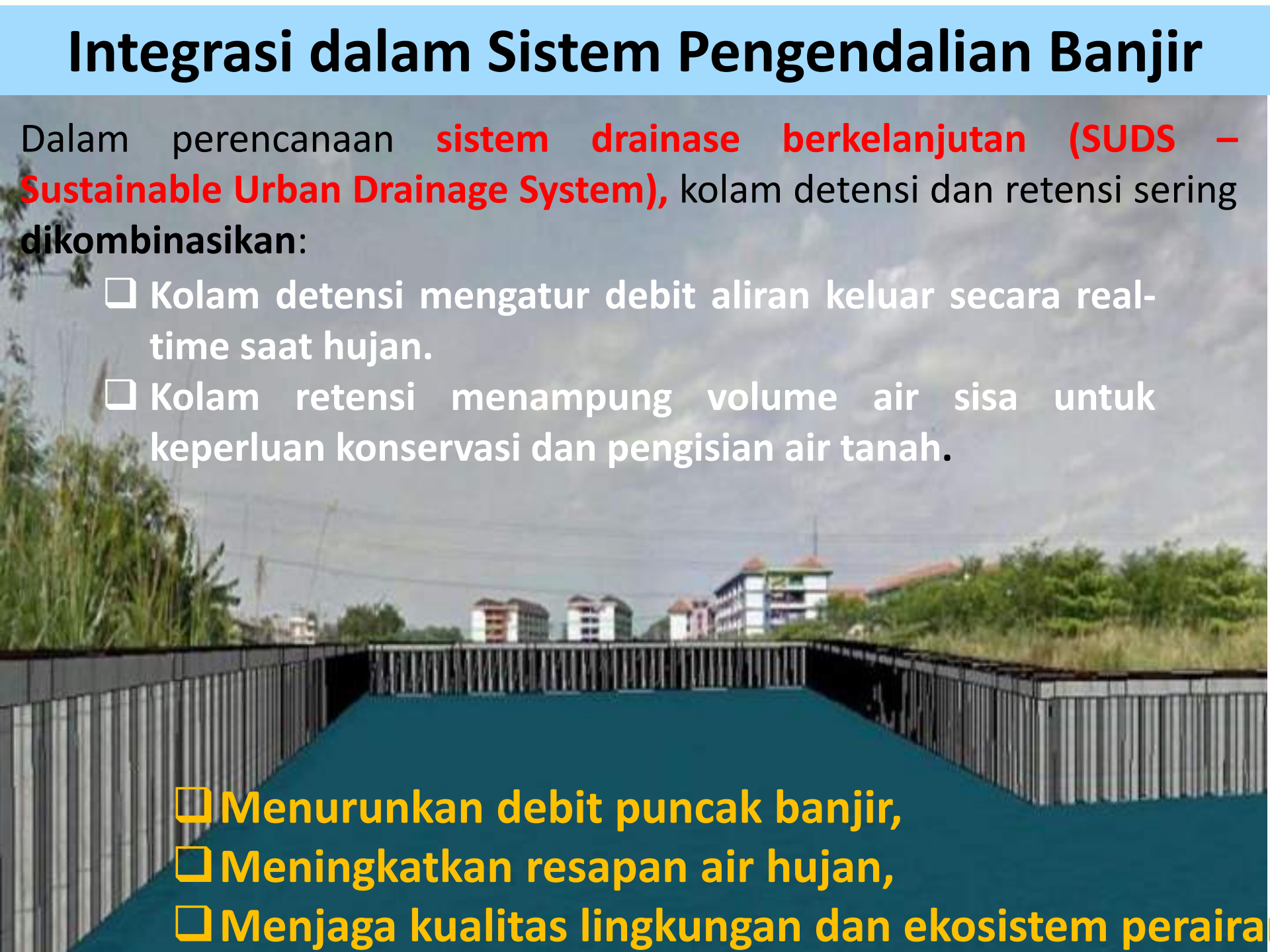
Kolam retensi adalah **kolam penampungan air yang dirancang untuk menampung air hujan secara permanen**. Air yang masuk ke kolam retensi sebagian akan **mengalir keluar secara perlahan melalui outlet yang dikontrol**, dan sebagian lainnya **mengalami infiltrasi ke tanah atau penguapan**.

Integrasi dalam Sistem Pengendalian Banjir

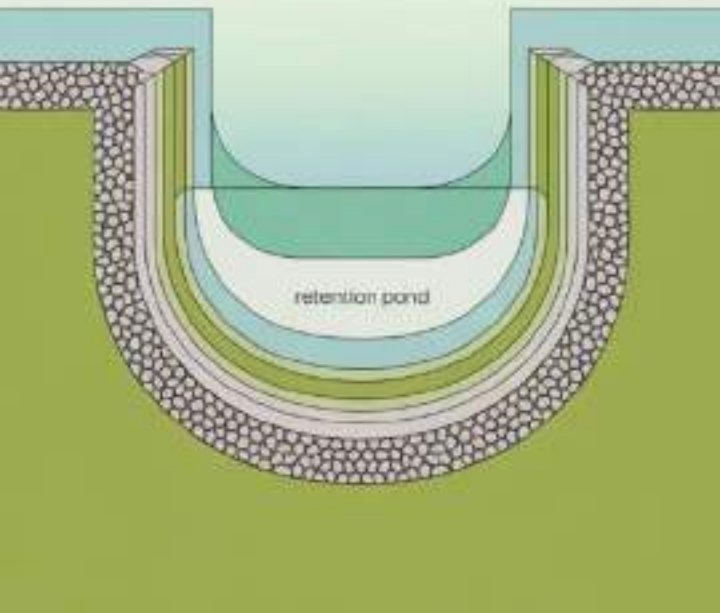
Dalam perencanaan **sistem drainase berkelanjutan (SUDS – Sustainable Urban Drainage System)**, kolam detensi dan retensi sering dikombinasikan:

- ☐ Kolam detensi mengatur debit aliran keluar secara real-time saat hujan.
- ☐ Kolam retensi menampung volume air sisa untuk keperluan konservasi dan pengisian air tanah.

- ☐ Menurunkan debit puncak banjir,
- ☐ Meningkatkan resapan air hujan,
- ☐ Menjaga kualitas lingkungan dan ekosistem perairan



retention pond



Konsep Waduk Mini sebagai sebagai Solusi

Waduk mini atau kolam retensi adalah bak penampung air sementara yang yang menampung volume air saat debit maksimum datang, kemudian mengalirkannya secara perlahan saat debit normal.

01

Penampungan

Menampung air hujan berlebih saat puncak banjir

02

Penyimpanan Sementara

Menyimpan volume air untuk mengurangi beban drainase

03

Pelepasan Bertahap

Mengalirkan air secara perlahan saat debit kembali normal

KONSEP TEORITIS

Koefisien Runoff (C) dan Perubahan Tata Guna Lahan

$$Q = C I A$$

Koefisien runoff C menunjukkan **proporsi air hujan yang berubah menjadi aliran permukaan**

Nilai C meningkat bila:

- ☐ Permukaan lahan menjadi **lebih kedap air** (aspal, beton, atap bangunan)
- ☐ Vegetasi berkurang,
- ☐ Drainase alami terganggu.

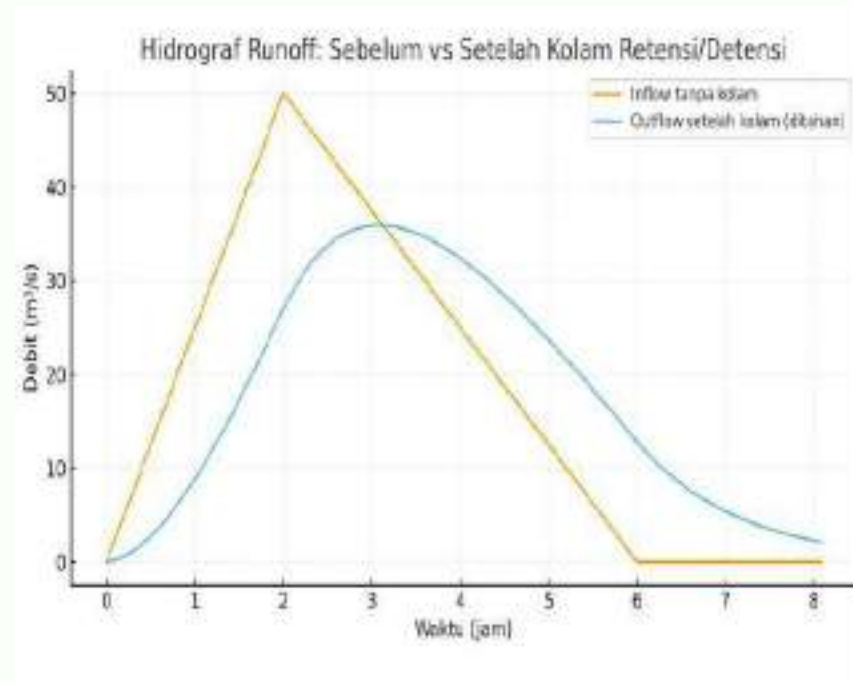
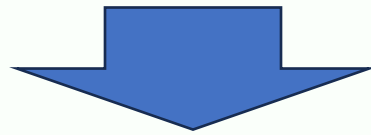
Artinya, perubahan tata guna lahan di perkotaan (urbanisasi) menyebabkan kenaikan signifikan pada C — sehingga volume dan debit puncak limpasan meningkat, memperparah risiko banjir.

KONSEP TEORITIS

Peran Kolam Retensi dalam Sistem Hidrologi

Kolam retensi bekerja dengan menyimpan sebagian volume limpasan dan mengeluarkannya secara terkendali,

- ❑ Mengurangi **debit puncak** (peak discharge),
- ❑ Menunda **waktu puncak aliran** (time to peak),
- ❑ Menurunkan **volume air yang langsung menjadi runoff**.



Secara matematis, meskipun nilai C_{lahan} fisik tetap tinggi (karena permukaannya masih kedap air), **efektifitas sistem secara keseluruhan menurun**. Maka dapat dihitung sebagai **koefisien runoff efektif (C_{ef}) yang lebih kecil dari C_{aktual}** .

KONSEP TEORITIS

Koefisien Runoff Efektif (C_{ef})

Jika total luas daerah tangkapan A dibagi menjadi area lahan kedap air A_1 dan kolam retensi A_2 , maka dapat diturunkan:

$$C_{ef} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

C_1 = koefisien runoff lahan kedap (mis. 0,8–0,9),

C_2 = koefisien kolam retensi (sangat kecil, mis. 0,1–0,3 karena air tertahan dan sebagian menginfiltrasi).

- ❑ Semakin besar kapasitas kolam retensi (A_2 besar, C_2 kecil), maka C_{ef} menurun secara signifikan.
- ❑ Secara hidrologi, ini setara dengan “menurunkan C ” tanpa mengubah lahan.

KONSEP TEORITIS

Interpretasi Fisik dan Hidrologis

Dari sudut pandang **respon DAS (Watershed Response)**:

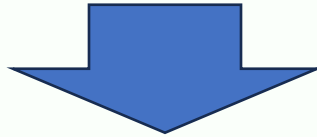
- ❑ Kolam retensi **mengubah karakteristik aliran limpasan** → dari respon cepat menjadi respon tertunda.
- ❑ Hidrograf aliran menjadi **lebih landai dan panjang**, sehingga volume air yang sampai ke hilir lebih terdistribusi dalam waktu.
- ❑ Secara empiris, pengaruhnya dapat diestimasi dengan **penurunan debit puncak**:

$$Q_{retensi} = k \times Q_{tanpa\ retensi}$$

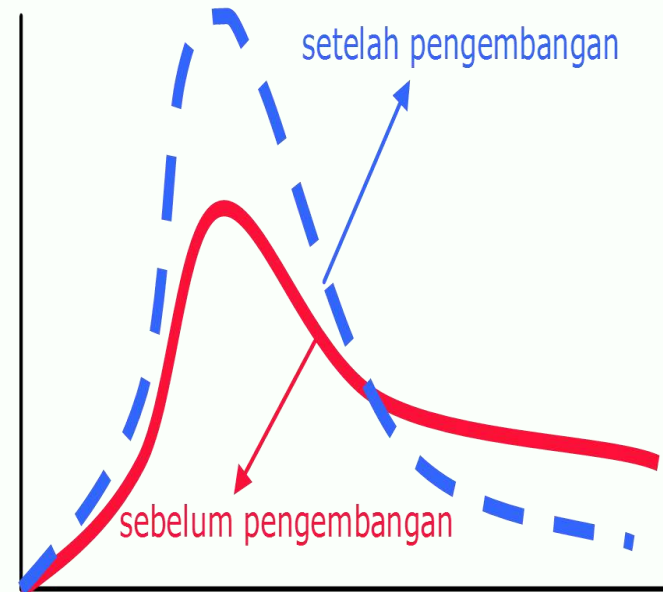
di mana $k < 1$, bergantung pada volume efektif kolam dan waktu pelepasan.

Kesimpulan Konseptual

Aspek	Tanpa Kolam Retensi	Dengan Kolam Retensi
Koefisien runoff (C)	Tetap tinggi	Efektif turun ($C_{ef} < C$)
Debit puncak (Qp)	Tinggi	Menurun
Waktu puncak (Tp)	Cepat	Lebih lambat
Infiltrasi	Rendah	Meningkat
Risiko banjir	Tinggi	Menurun signifikan



kolam retensi berfungsi sebagai intervensi buatan yang secara efektif menurunkan nilai koefisien runoff sistemik, walaupun bukan melalui perubahan tata guna lahan, melainkan dengan modifikasi rezim aliran dan penambahan komponen simpanan (storage) dalam sistem drainase.



Potensi Lahan Budidaya untuk Solusi

Kecamatan Panakkukang memiliki potensi lahan lahan budidaya signifikan dalam RTRW Kota Makassar yang dapat dimanfaatkan untuk waduk waduk mini atau kolam retensi.

Karakteristik Lahan

Lahan budidaya memungkinkan memungkinkan penerapan teknik pengelolaan air seperti seperti penyimpanan air hujan hujan

Pemanfaatan Optimal

Dapat digunakan untuk air air bersih atau pengelolaan pengelolaan air tanah pada pada musim kemarau

Rumusan Masalah Penelitian

1

Karakteristik Sistem Drainase

Bagaimana karakteristik dan kapasitas sistem drainase di Kecamatan Panakkukang dalam menangani limpasan air hujan?

2

Potensi Waduk Mini

Bagaimana potensi waduk mini dalam mereduksi limpasan (run limpasan (run off) sebagai solusi pengendalian banjir dan dan genangan?

Tujuan Penelitian



Menganalisis Faktor Penyebab

Memahami faktor-faktor yang menyebabkan genangan dan banjir, dan banjir, fokus pada ketidakefektifan sistem drainase



Mengevaluasi Potensi Waduk Mini

Menilai kemampuan waduk mini menampung limpasan air hujan berlebih dan mengurangi genangan

Manfaat Penelitian



Pengelolaan Sumber Daya Air

Waduk mini menampung limpasan air hujan, mengurangi beban drainase, dan menjadi cadangan air pada musim kemarau



Infrastruktur Ramah Lingkungan

Mendorong infrastruktur berkelanjutan, meningkatkan nilai properti properti dan daya tarik investasi



Pembangunan Berkelanjutan

Sejalan dengan prinsip ruang terbuka hijau, memberikan manfaat manfaat estetika dan ekologis



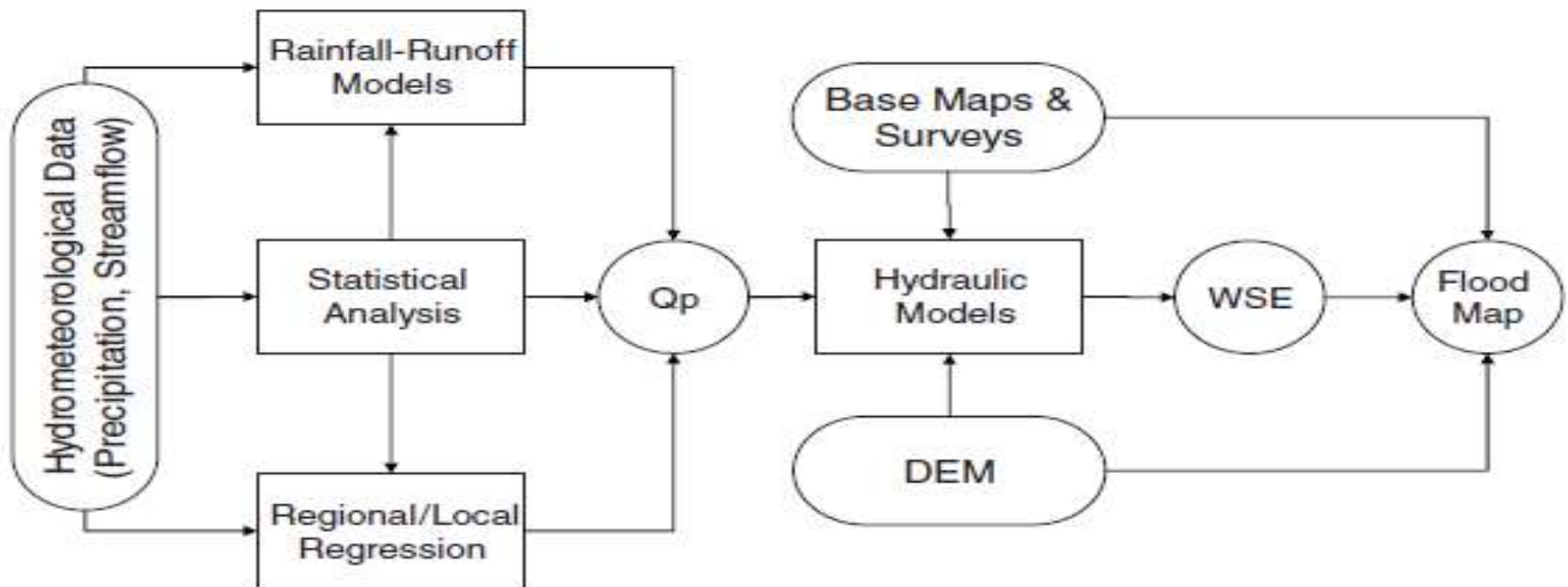
Kontribusi Ilmu Pengetahuan

Referensi untuk penelitian manajemen sumber daya air dan perencanaan kota

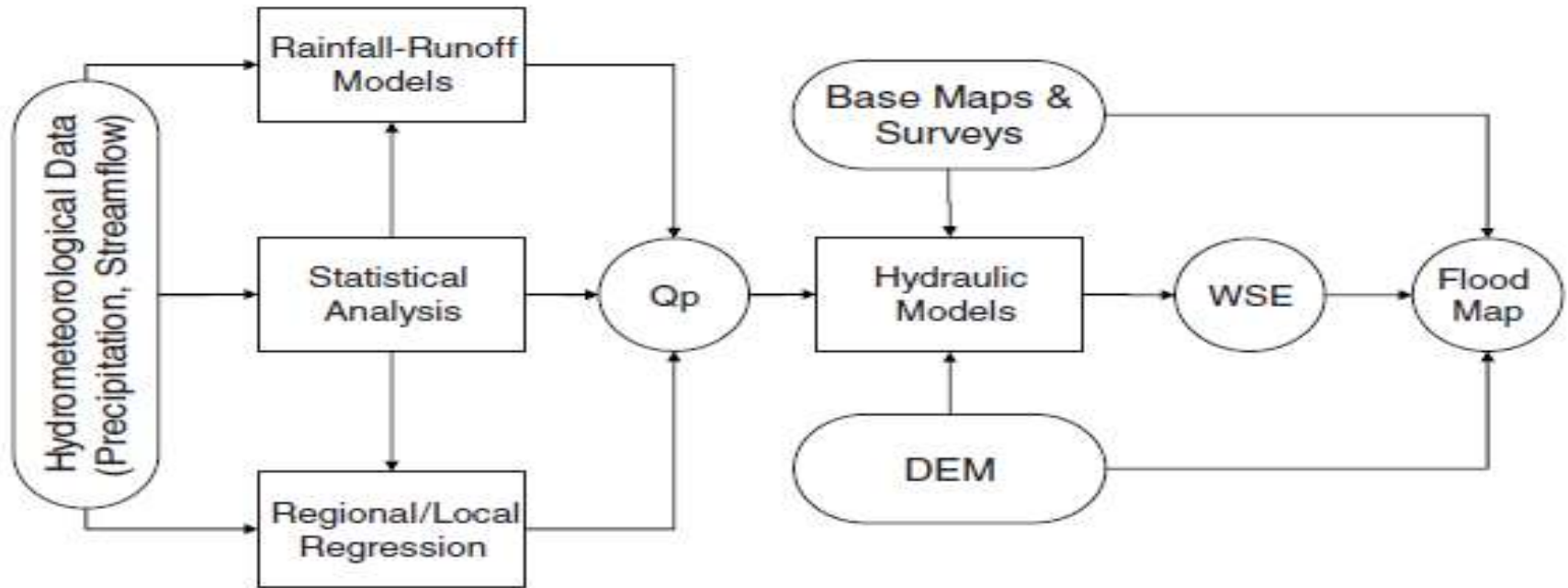
METODOLOGI DAN PENDEKATAN

Pada umumnya banyak penelitian dalam pemetaan genangan banjir menggunakan metode re-delineasi dan kajian pendekatan dikarenakan metode ini terbatas hanya berfokus pada kedalaman genangan dan luasan daerah rawan banjir.

Untuk menghasilkan debit, kecepatan aliran, kedalaman genangan dan luasan sebaran banjir harus dilakukan pemodelan hidrodinamik.

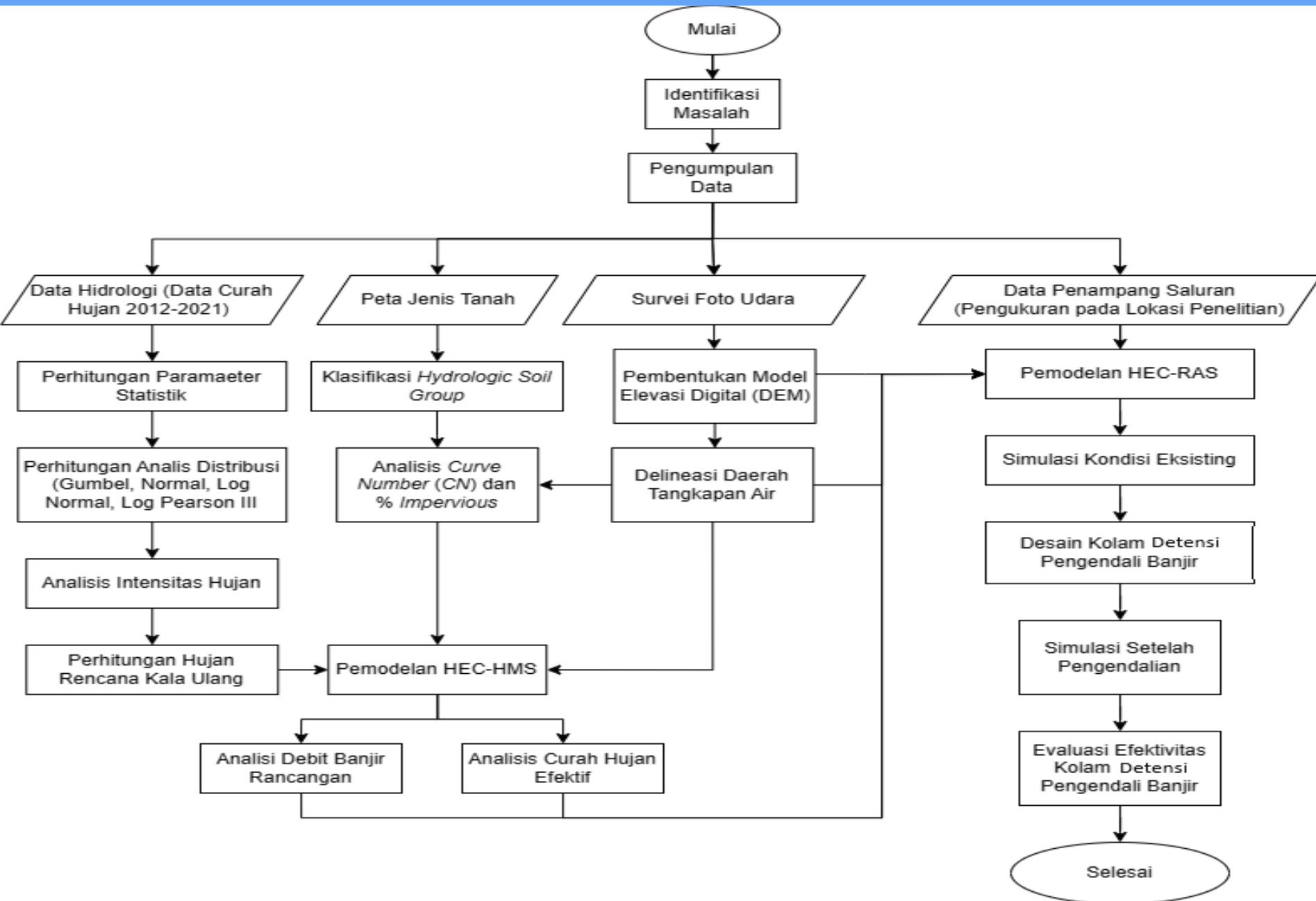


METODOLOGI DAN PENDEKATAN



Berdasarkan skema yang telah digambarkan, analisis hidrologi dilakukan di tahap awal sehingga hasil yang diberikan dapat digunakan dalam proses analisis hidraulika. Data yang diolah seperti hujan, kecepatan, kedalaman dan debit digunakan sebagai *input* yang selanjutnya dihitung menggunakan model hujan limpasan atau model regresi (*rating curve*) yang menghasilkan data hidrograf banjir dan debit puncak (Q_p). Setelah data telah diperoleh selanjutnya dilakukan pemodelan hidraulika dengan *input* berupa data topografi dalam bentuk *digital elevation model* (DEM) dan peta dasar, kemudian dilakukan simulasi yang menghasilkan peta genangan banjir secara lengkap.

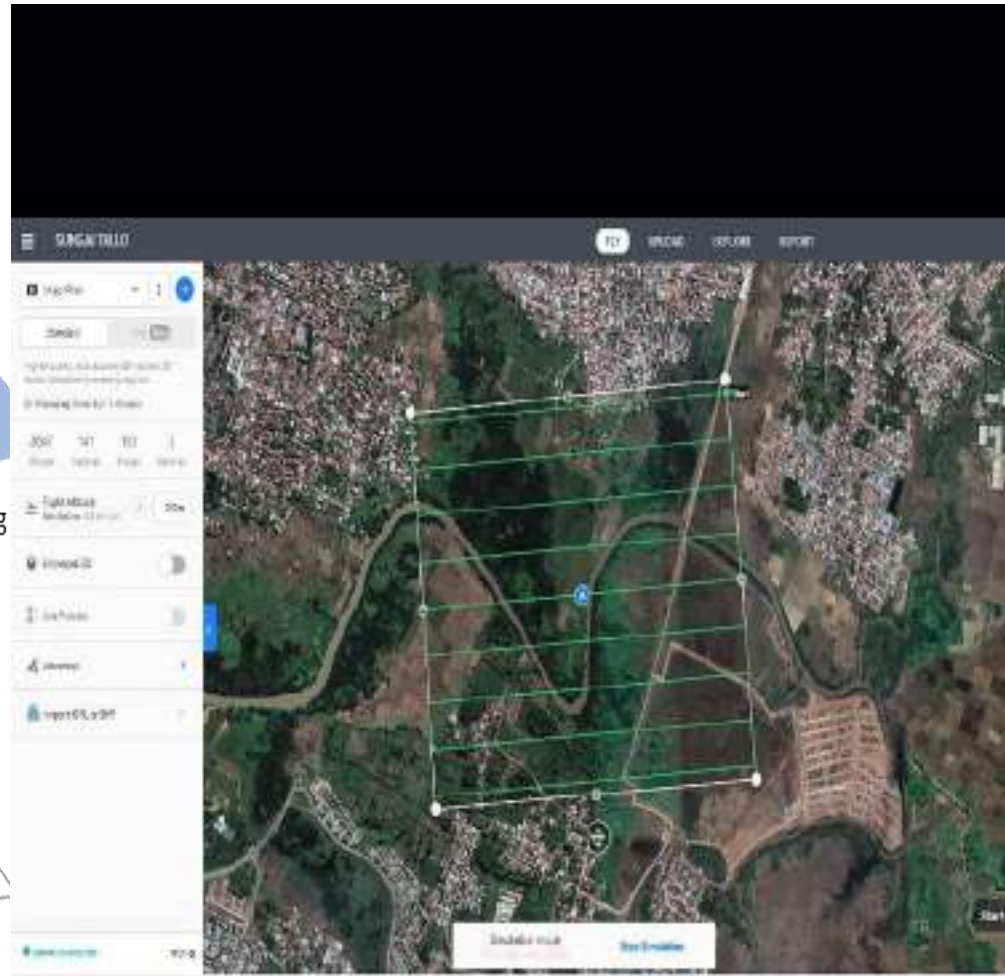
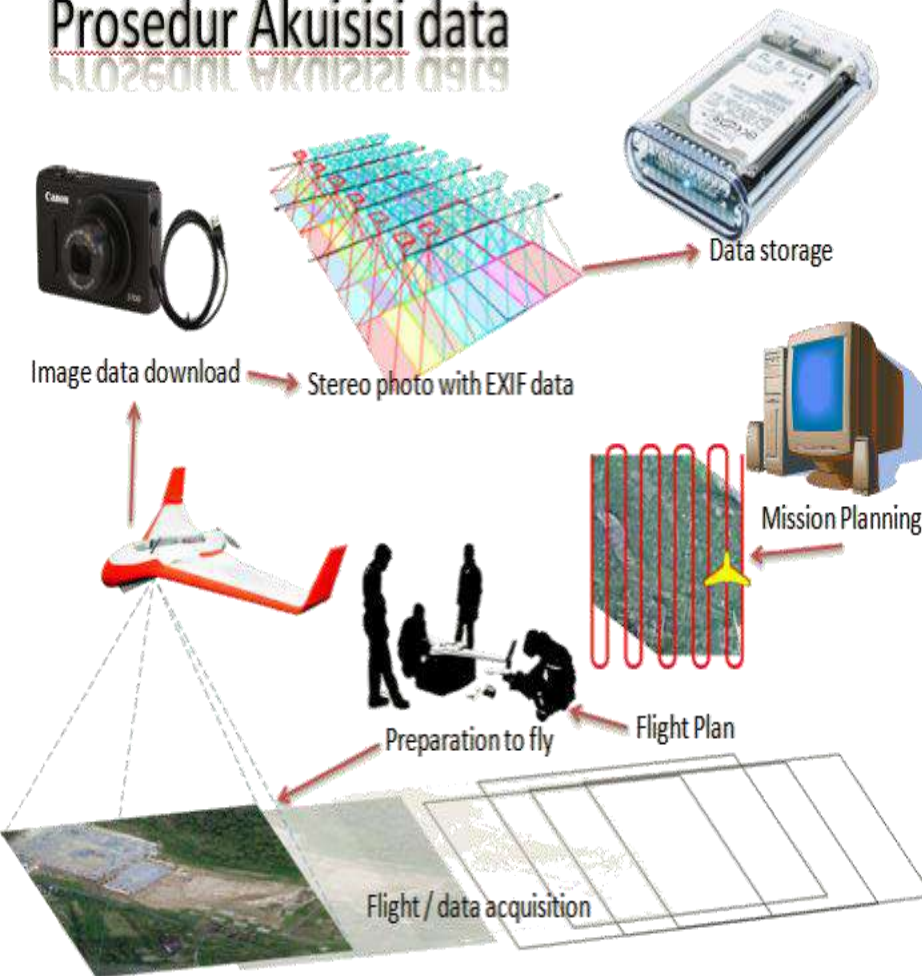
METODOLOGI DAN PENDEKATAN



METODOLOGI DAN PENDEKATAN

TOPOGRAFI

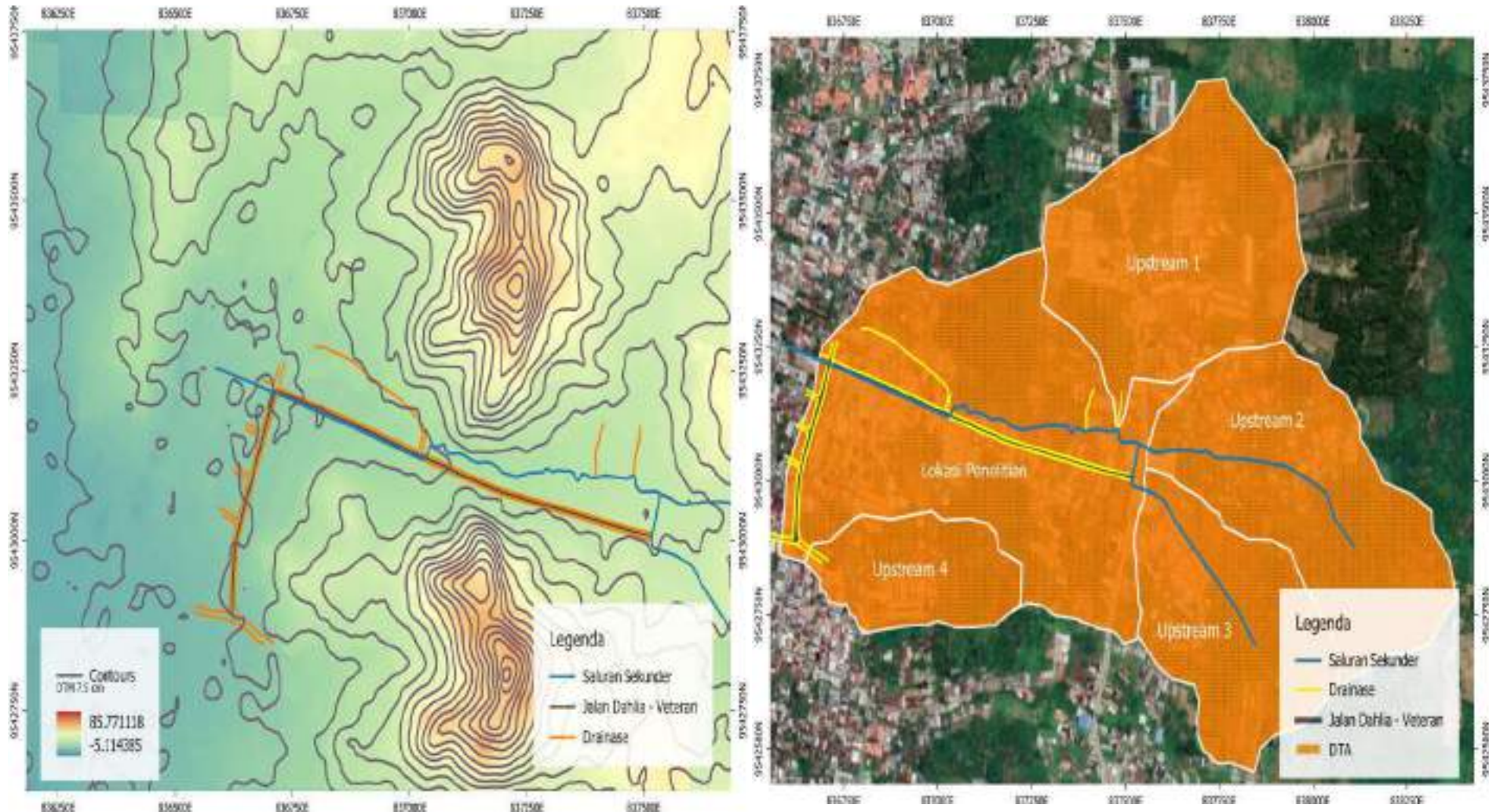
Prosedur Akuisisi data



METODOLOGI DAN PENDEKATAN

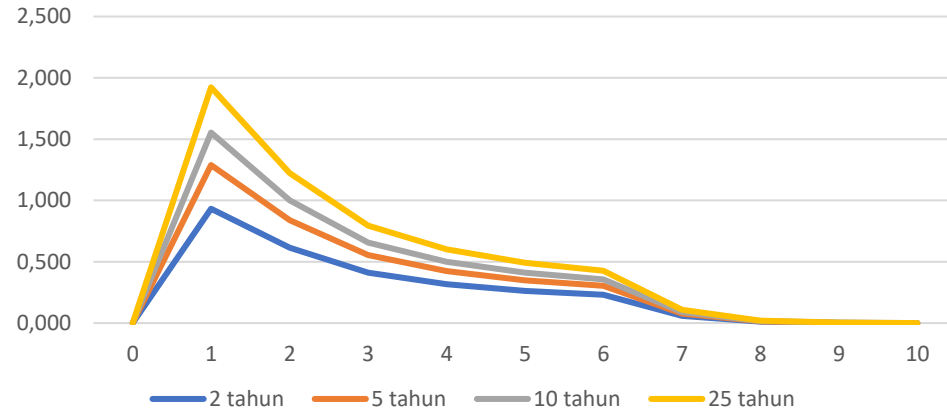
HIDROLOGI

Daerah Tangkapan Air dan Pembagian Sub-DTA

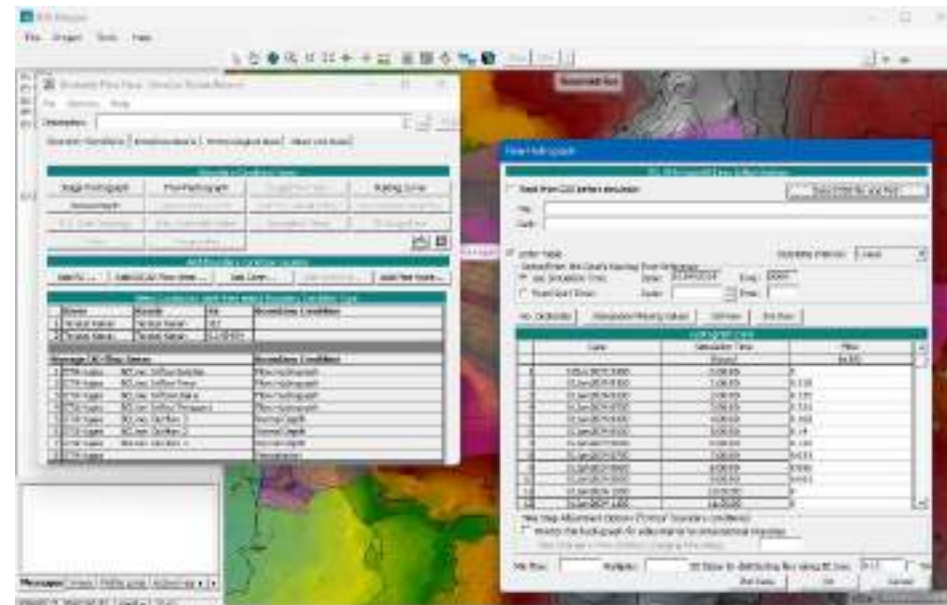
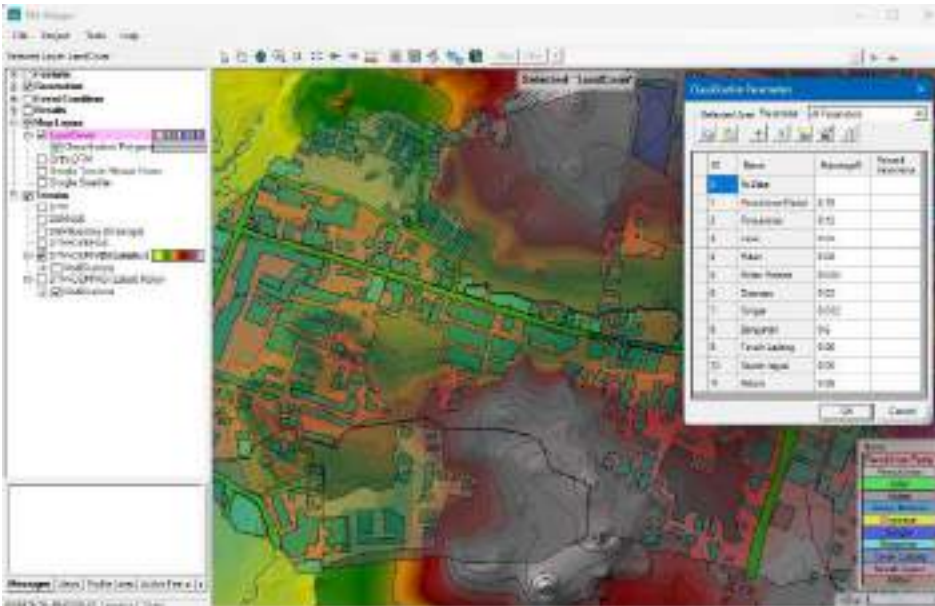


METODOLOGI DAN PENDEKATAN

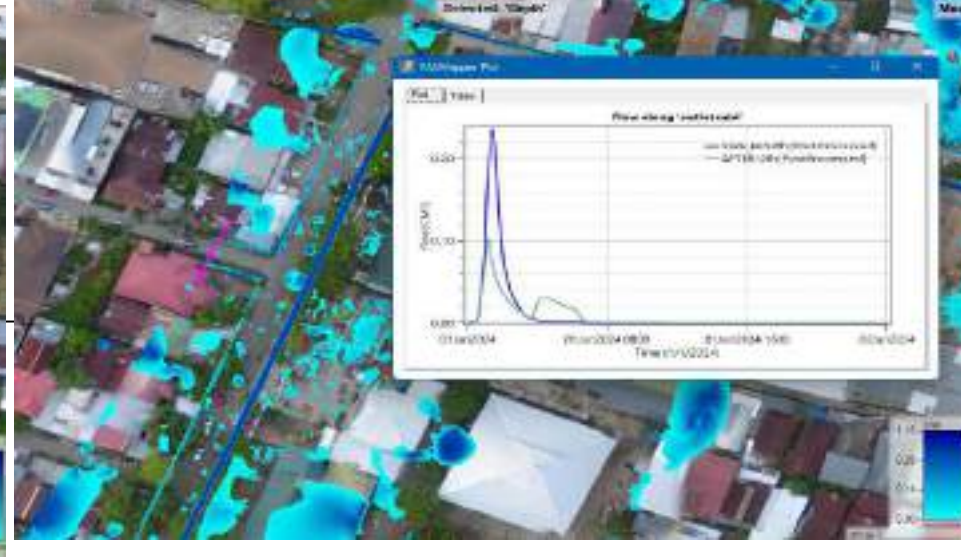
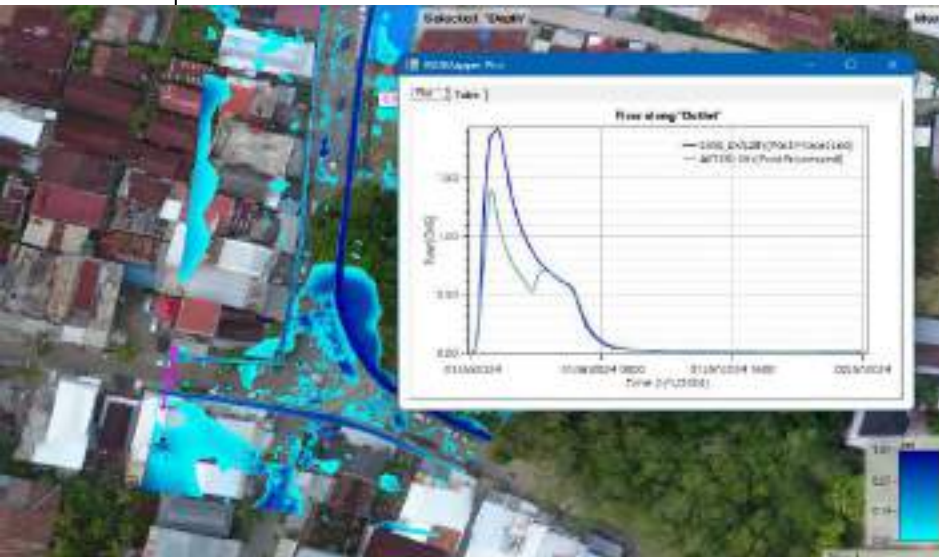
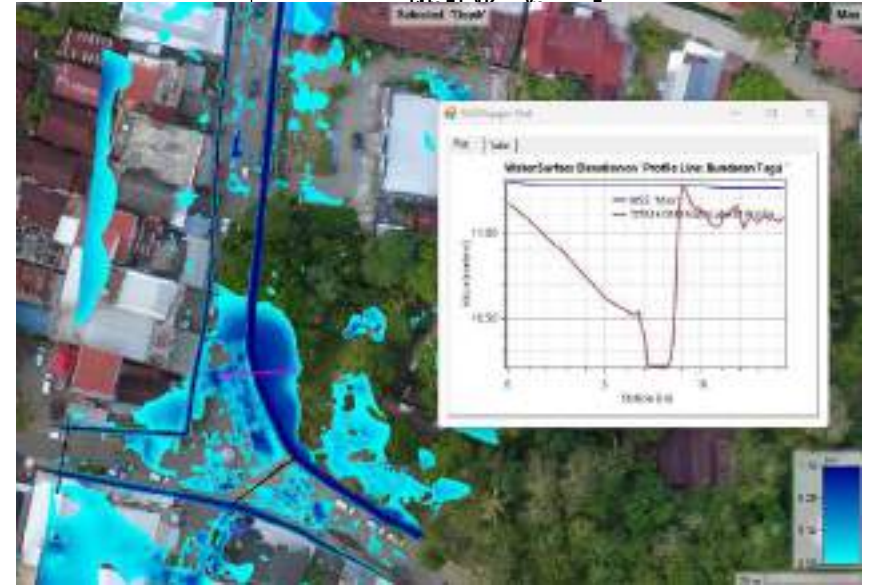
HIDROLOGI



PEMODELAN NUMERIK



4.1.1.1.1. Hilir Lokasi Penelitian



METODOLOGI DAN PENDEKATAN

Kondisi Eksisting Daerah Kajian

