

LAPORAN PENELITIAN



**DAMPAK PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP
KOEFSISIEN LIMPASAN PERMUKAAN PADA LAHAN GAMBUT**

**Gusti Iqbal Tawaqal, ST.,MT
(1111028902)**

**Rudy Yoga Lesmana, ST., M.Si
(1114118801)**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALANGKARAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Pengabdian : Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Koefisien Limpasan Permukaan (Run-off) pada Lahan Gambut

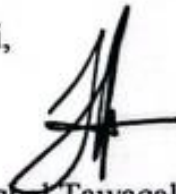
Nama Peneliti, : Gusti Iqbal Tawaqal, ST., MT
NIDN : 1111028902
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : S1 Teknik Lingkungan
Nomor HP : 085292329838
Alamat email : gustiiqbaltawaqal@gmail.com

Nama Anggota 1 : Ir. Rudy Yoga Lesmana, ST., M.Si
NIDN : 1114118801
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : S1 Teknik Lingkungan

Paraf Kaprodi Teknik Lingkungan  Ir. Rudy Yoga L, ST., M.Si NIK. 15.0403.035	1. Pengabdian diusulkan Sesuai dengan Rencana Induk Penelitian 2. Penelitian yang diusulkan sesuai dengan bidang ilmu PS 3. Usulan Pengabdian telah dibukukan Prodi
---	---

Palangka Raya, 12 Juni 2026

Peneliti,



Gusti Iqbal Tawaqal, ST., MT.
NIDN.1111028902



Ir. Norseta Aji Saputra, ST., MT
NIK. 15.0501.047

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
DAFTAR ISI	iv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tata Guna Lahan dan Klasifikasi Penggunaan Lahan	3
2.2. Dinamika Perubahan Lahan	4
2.3. Dampak Perubahan Lahan terhadap Ekosistem	5
2.4. Karakteristik Lahan Gambut	7
2.5. Siklus Hidrologi dan Limpasan Permukaan (<i>Run-off</i>)	8
2.6. Koefisien Pengaliran/Limpasan	10
2.7. Intensitas Curah Hujan dan Analisis Frekuensi	12
2.8. Metode Rasional.....	14
2.9. Mitigasi Banjir dan Drainase Berwawasan Lingkungan.....	15
2.10. Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III. METODE PENELITIAN	20
3.1. Tahapan Penelitian	20
3.2. Lokasi Penelitian.....	20
3.3. Variabel Penelitian	20
3.4. Analisis Data	20
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Tata Guna Lahan	25
4.2. Intensitas Curah Hujan.....	27
4.3. Koefisien Aliran	28
4.4. Debit Limpasan	30

4.5. Dampak Perubahan Tata guna Lahan	30
4.6. Mitigasi Dampak Lingkungan.....	31
BAB V. KESIMPULAN.....	35
DAFTAR PUSTAKA	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan penduduk dan laju urbanisasi yang masif telah memicu kebutuhan ruang yang sangat besar bagi sektor permukiman. Fenomena ini menyebabkan terjadinya transformasi tata guna lahan secara drastis, di mana lahan-lahan terbuka dan area resapan air alami dikonversi menjadi kawasan perumahan dan infrastruktur pendukungnya. Di kota-kota berkembang, ekspansi lahan terbangun sering kali merambah ekosistem sensitif, termasuk kawasan rawa dan lahan gambut yang secara alami memiliki fungsi krusial dalam siklus hidrologi.

Permasalahan ini semakin kompleks dengan adanya fenomena perubahan iklim global yang memengaruhi pola hidrometeorologi secara tidak menentu. Perubahan iklim telah memicu peningkatan intensitas curah hujan yang lebih ekstrem dalam durasi yang singkat. Bagi wilayah perkotaan, kombinasi antara curah hujan tinggi dan hilangnya vegetasi menciptakan beban hidrologis yang berat. Tanaman yang seharusnya berperan dalam proses intersepsi dan infiltrasi menghilang, sehingga air hujan tidak lagi meresap ke dalam tanah melainkan langsung berubah menjadi aliran permukaan (*run-off*).

Kota Palangka Raya, sebagai pusat pertumbuhan ekonomi di Kalimantan Tengah, tidak luput dari tantangan ini. Dalam periode tahun 2014 hingga 2025, terjadi pembangunan permukiman yang sangat intensif di berbagai sudut kota. Salah satu area yang mengalami perubahan signifikan adalah kawasan yang secara topografis relatif datar dan memiliki karakteristik lahan gambut. Secara alami, lahan gambut berfungsi sebagai area retensi atau penampung air alami (*spons*) yang akan tergenang saat musim hujan untuk menjaga keseimbangan neraca air.

Namun, pengalihan fungsi lahan gambut menjadi kawasan permukiman sedang di wilayah ini membawa dampak ekologis yang serius. Pembangunan perumahan diikuti dengan penutupan permukaan tanah oleh material kedap air seperti beton, aspal, dan atap bangunan. Hal ini secara langsung meningkatkan nilai koefisien pengaliran (*runoff coefficient*), yang berarti porsi air hujan yang berubah menjadi limpasan permukaan semakin besar. Dampaknya terlihat nyata di lapangan, di mana saat ini hujan dengan intensitas tinggi sering kali menyebabkan luapan pada saluran drainase dan terbentuknya genangan di area permukiman yang sebelumnya adalah rawa.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem drainase yang ada mungkin tidak lagi mampu menampung peningkatan debit puncak yang dihasilkan dari perubahan tata guna lahan tersebut. Tanpa adanya analisis kuantitatif mengenai sejauh mana perubahan lahan memengaruhi volume air limpasan, upaya mitigasi bencana banjir di masa depan akan sulit dilakukan secara efektif. Oleh karena itu, penelitian mengenai "Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Koefisien Limpasan Permukaan (*Run-off*)" di Kota Palangka Raya menjadi sangat urgensi untuk dilakukan sebagai dasar perencanaan tata ruang dan sistem drainase berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penggunaan lahan di lokasi penelitian 11 tahun terakhir.
2. Bagaimana perubahan volume air limpasan akibat perubahan tataguna lahan selama 11 tahun terakhir

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perubahan penggunaan lahan 11 tahun terakhir.
2. Mengetahui perubahan volume air limpasan akibat perubahan tataguna lahan selama 11 tahun terakhir.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan data empiris mengenai pengaruh nyata perubahan penggunaan lahan terhadap siklus hidrologi, khususnya di ekosistem spesifik seperti lahan gambut tropis.
2. Menjadi rujukan bagi peneliti lain yang ingin mengkaji topik serupa, terutama dalam penggunaan Metode Rasional untuk memprediksi debit banjir di kawasan yang mengalami urbanisasi pesat.
3. Menyediakan data akurat mengenai nilai koefisien pengaliran aktual pada permukiman sedang di Palangka Raya, yang mungkin berbeda dengan tabel standar di literatur umum.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tata Guna Lahan dan Klasifikasi Penggunaan Lahan

2.1.1 Pengertian Umum Tata Guna Lahan

Tata guna lahan (*land use*) didefinisikan sebagai setiap bentuk intervensi, pemanfaatan, dan susunan pembagian lahan yang dilakukan oleh manusia secara menetap ataupun berkala untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, baik yang bersifat material maupun spiritual. Tata guna lahan merupakan refleksi dari aktivitas sosial-ekonomi masyarakat serta kebijakan tata ruang yang berlaku di suatu wilayah. Dalam studi lingkungan dan hidrologi, penting untuk membedakan antara istilah Tutupan Lahan (*land cover*) dan Penggunaan Lahan (*land use*). Tutupan lahan merujuk pada kondisi fisik dan biofisik permukaan bumi yang tampak (misalnya vegetasi, air, atau tanah terbuka), sedangkan penggunaan lahan lebih menekankan pada dimensi fungsional atau kegunaan ekonomis dari lahan tersebut bagi manusia (misalnya hutan produksi, kawasan industri, atau permukiman).

2.1.2 Klasifikasi Penggunaan Lahan

Dalam pemodelan hidrologi perkotaan (khususnya Metode Rasional), klasifikasi penggunaan lahan umumnya dikelompokkan berdasarkan karakteristik permukaan tanah dan kemampuannya dalam meloloskan air hujan (infiltrasi) ke dalam tanah. Berdasarkan variasi tutupan lahan pada kawasan studi, klasifikasi penggunaan lahan dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu:

1. Lahan Terbuka (*Open Land / Bare Land*)

Lahan terbuka adalah lahan yang tidak memiliki penutup tajuk pohon permanen, yang dapat berupa tanah kosong, lahan terlantar, maupun area yang sedang mengalami pembersihan (*land clearing*). Meskipun tidak tertutup oleh material keras buatan manusia, lahan terbuka memiliki kapasitas infiltrasi yang bervariasi tergantung tingkat pemadatannya. Jika struktur tanahnya alami dan belum terganggu, kemampuan menyerap airnya cenderung baik. Namun, jika tanahnya telah mengalami pemadatan akibat aktivitas alat berat, strukturnya menjadi tidak porus sehingga laju erosi dan limpasan permukaan meningkat. Pada umumnya memiliki nilai koefisien berkisar antara 0,05 – 0,30 tergantung pada kemiringan lereng dan jenis tanah.

2. Kawasan Permukiman (*Settlement / Residential Area*)

Kawasan permukiman merupakan area lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian yang didominasi oleh bangunan rumah tinggal, dilengkapi dengan sarana dan prasarana lingkungan (fasilitas umum, utilitas, dan jalan lokal). Kawasan permukiman dicirikan oleh tingginya persentase permukaan kedap air (*impervious surfaces*) akibat pembangunan atap rumah, semen, paving, dan jalan. Pembangunan ini secara langsung menutup pori-pori tanah, memotong siklus infiltrasi alami, dan mempercepat akumulasi air hujan di permukaan. Untuk kategori permukiman tingkat sedang, masih terdapat ruang terbuka hijau (RTH) atau pekarangan non-permanen di antara bangunan rumah warga. Nilai koefisien area permukiman sedang berkisar antara 0,30 – 0,60.

3. Lahan Bervegetasi (*Vegetated Land*)

Lahan bervegetasi didefinisikan sebagai wilayah permukaan bumi yang didominasi oleh tutupan tanaman hidup, baik berupa hutan sekunder, semak belukar, area perkebunan, maupun taman kota. Memiliki nilai koefisien yang paling rendah, yaitu berkisar antara 0,05 – 0,20. Lahan bervegetasi memiliki fungsi hidrologis paling optimal dalam mereduksi limpasan permukaan melalui tiga mekanisme utama:

- a. *Intersepsi*: Tajuk dan daun pepohonan menahan butiran air hujan agar tidak langsung menghantam tanah, sehingga mengurangi energi kinetik hujan.
- b. *Infiltrasi*: Sistem perakaran tanaman menggemburkan struktur tanah dan membentuk pori-pori makro yang memudahkan air masuk ke dalam tanah.
- c. *Retensi*: Seresah atau sisa tumbuhan di permukaan tanah memperlambat laju aliran air, memberikan waktu lebih lama bagi air untuk meresap.

2.2 Dinamika Perubahan Lahan

2.2.1 Konsep Dinamika Perubahan Lahan

Dinamika perubahan lahan merupakan cerminan dari interaksi yang terus-menerus antara aktivitas manusia dengan lingkungan alamnya (Lambin & Geist, 2006). Perubahan penggunaan lahan tidak terjadi secara acak, melainkan melalui proses transformasi struktural fungsi ruang yang dipicu oleh kebutuhan ruang yang dinamis. Menurut teori struktur keruangan perkotaan, konversi lahan umumnya bergerak secara sentrifugal, di mana perkembangan area terbangun meluas dari pusat aktivitas (intikota) menuju pinggiran kota atau *urban fringe* (Yunus, 2000). Dalam konteks lingkungan, perubahan tata guna lahan perkotaan memiliki pola perpindahan fungsional yang seragam: lahan basah, rawa, kawasan hutan, atau lahan pertanian dialihkan

menjadi permukaan kedap air (*impervious surfaces*) untuk memfasilitasi aktivitas sosial-ekonomi manusia (Chow et al., 1988; Arnold & Gibbons, 1996).

2.2.2 Faktor Pendorong Utama Perubahan Lahan

Secara teoritis, pendorong utama (*driving forces*) dari masifnya alih fungsi lahan di kawasan perkotaan dapat dikelompokkan ke dalam dua faktor yang saling berinteraksi:

1. Pertumbuhan Penduduk (*Population Growth*)

Pertumbuhan penduduk, baik akibat angka kelahiran alami (*natural increase*) maupun migrasi, adalah motor penggerak utama di balik kebutuhan ruang fisik. Pertumbuhan populasi yang mengikuti deret ukur menuntut ketersediaan sarana dan prasarana penunjang hidup yang juga terus meningkat. Populasi yang bertambah secara langsung meningkatkan permintaan akan lahan perumahan (*residential demand*), fasilitas umum, dan pusat kegiatan ekonomi. Akibat keterbatasan lahan kering (*dryland*) di pusat kota, tekanan populasi yang tinggi memaksa masyarakat dan pengembang mengalihkan pembangunan ke lahan-lahan marginal di pinggiran kota yang secara alami merupakan kawasan tangkapan air, seperti lahan rawa atau gambut. Pembangunan di atas lahan marginal ini membutuhkan rekayasa pengurukan dan pengeringan (*drainase mikro*) yang mengubah total karakteristik asli hidrologi tanah.

2. Urbanisasi (*Urbanization*)

Urbanisasi memicu fenomena *urban sprawl*, yaitu perembetan kenampakan fisik perkotaan ke arah luar secara tidak teratur dan tidak kompak (Bruegmann, 2005). Daerah pinggiran kota yang awalnya berfungsi sebagai zona penyangga ekologis dipaksa berubah fungsi menjadi kawasan permukiman sedang atau padat (Yunus, 2000). Proses urbanisasi ini pada akhirnya mengubah lanskap hidrologi alami secara radikal melalui intensifikasi pembangunan permukaan kedap air yang menyebabkan koefisien pengaliran wilayah urban meningkat drastis serta memicu terjadinya debit puncak limpasan permukaan (*peak run-off*) yang jauh lebih besar dan cepat (Leopold, 1968; Chow et al., 1988; Triatmodjo, 2008).

2.3 Dampak Perubahan Lahan terhadap Ekosistem

2.3.1 Stabilitas Lingkungan Lokal dan Alih Fungsi Lahan

Ekosistem lokal merupakan kesatuan fungsional antara komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik (lingkungan fisik) yang saling berinteraksi untuk menjaga keseimbangan dinamis lingkungan. Konversi lahan secara masif, seperti pengalihan lahan terbuka atau lahan basah alami menjadi kawasan permukiman yang secara radikal mendegradasi stabilitas lingkungan ini. Ketika struktur bentang alam diubah demi kepentingan sosial-ekonomi manusia, fungsi

regulasi alami dari ekosistem tersebut akan mengalami disrupsi. Dampak konversi lahan terhadap penurunan stabilitas lingkungan lokal bermanifestasi pada aspek-aspek berikut:

1. Gangguan Siklus Hidrologi dan Retensi Air

Alih fungsi lahan terbuka hijau menjadi kawasan permukiman dicirikan oleh ekspansi permukaan kedap air (*impervious surfaces*) secara intensif. Pembangunan atap rumah, jalan aspal, dan perkerasan beton memotong jalur infiltrasi alami air hujan ke dalam tanah. Penurunan kapasitas infiltrasi ini secara drastis melipatgandakan volume dan kecepatan aliran permukaan (*surface run-off*). Dalam ekosistem sensitif seperti lahan gambut atau bekas rawa, hilangnya fungsi vegetasi dan pengeringan lahan menyebabkan hilangnya kemampuan tanah bertindak sebagai "spons" penampung air alami, sehingga memicu risiko genangan dan luapan drainase yang signifikan saat curah hujan tinggi (Twisa & Buchroithner, 2019; Newbold et al., 2016).

2. Degradasi Fisik Tanah dan Subsistensi

Proses pembersihan lahan (*land clearing*) dan pemadatan tanah menggunakan alat berat selama konstruksi permukiman merusak struktur pori-pori tanah secara permanen. Khusus pada wilayah dengan karakteristik tanah gambut atau rawa, pembuatan jaringan parit/drainase untuk mengeringkan lahan agar dapat menahan beban bangunan memicu terjadinya proses konsolidasi dan oksidasi material organik. Dampak jangka panjang dari aktivitas ini adalah penurunan muka tanah (*subsistensi*) secara berkala setiap tahunnya. Subsistensi ini menurunkan elevasi kawasan permukiman sehingga posisinya menjadi lebih rendah dari saluran drainase utama, memperparah durasi genangan air (Hooijer et al., 2012; Dohong et al., 2017).

3. Peningkatan Suhu Udara dan Modifikasi Iklim Mikro

Penyusutan luasan vegetasi lokal secara drastis mengurangi proses evapotranspirasi, yaitu mekanisme penguapan air oleh tanaman yang berfungsi sebagai pendingin udara alami. Penggantian kanopi hijau dengan material bangunan buatan (seperti beton dan aspal) yang memiliki kapasitas menyimpan panas yang tinggi memicu terjadinya fenomena *Urban Heat Island* (UHI) pada skala lokal. Akibatnya, terjadi peningkatan suhu udara rata-rata harian dan penurunan kelembapan di kawasan permukiman baru, yang menciptakan iklim mikro yang lebih panas dan ekstrem (Manoli et al., 2019; Ward et al., 2016).

4. Kehilangan Biodiversitas dan Fragmentasi Habitat

Konversi lahan merusak struktur komunal dari habitat flora dan fauna lokal. Kawasan rawa atau lahan terbuka yang awalnya menjadi tempat tinggal, mencari makan, dan berkembang

biak bagi berbagai organisme (termasuk mikroba tanah, tanaman perintis, dan fauna air) hancur akibat proses pengurukan. Kehilangan spesies-spesies penyangga ini merusak rantai makanan lokal, mengurangi tingkat biodiversitas, dan melemahkan daya dukung alam dalam mendegradasi polutan secara alami (Newbold et al., 2016; IPBES, 2019).

2.4 Karakteristik Lahan Gambut

2.4.1 Definisi dan Sifat Fisik Gambut

Gambut tropis merupakan jenis tanah organik yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa vegetasi (pohon, ranting, dan daun) yang terlapuk sebagian karena kondisi lingkungan yang jenuh air dan anaerob. Menurut standar ilmu tanah, suatu lahan dikategorikan sebagai lahan gambut jika memiliki kandungan bahan organik lebih dari 65% dengan ketebalan minimal 50 cm.

Salah satu sifat fisik paling khas dari tanah gambut adalah porositasnya yang sangat tinggi (berkisar antara 80% hingga 95% dari total volume tanah). Porositas yang masif ini memberikan kemampuan luar biasa bagi gambut untuk bertindak sebagai penyimpan air (*water storage*) yang sangat tinggi. Gambut alami yang belum terganggu mampu menahan volume air hingga 300% bahkan 800% dari berat keringnya sendiri. Karakteristik ini membuat lahan gambut mampu menyimpan cadangan air dalam jumlah raksasa pada saat surplus air (musim hujan) dan melepaskannya secara perlahan.

2.4.2 Hidrologi Lahan Gambut

Secara hidrologis, lahan gambut tropis memiliki dua lapisan utama yang menentukan bagaimana air bergerak di dalamnya:

1. Lapisan Akrotelm (*Acrotelm*): Lapisan bagian atas yang bersifat aktif, berpori longgar, dan memiliki konduktivitas hidrolis (kemampuan meloloskan air) yang sangat tinggi. Di lapisan inilah fluktuasi muka air tanah terjadi secara dinamis.
2. Lapisan Katotelm (*Catotelm*): Lapisan bagian bawah yang selalu jenuh air, memiliki tingkat dekomposisi yang lebih matang, dan bersifat sangat padat sehingga pergerakan air di dalamnya berjalan sangat lambat.

Perpaduan struktur ini membuat lahan gambut memiliki fungsi ekologis sebagai area retensi alami atau bentang alam penampung air (*spons*). Saat curah hujan dengan intensitas tinggi jatuh di atas wilayah gambut, lapisan akrotelm akan menyerap dan mengikat air tersebut dengan cepat, sehingga mengurangi volume air yang langsung mengalir menjadi limpasan permukaan (*surface run-off*). Air ditahan di dalam kubah gambut (*peat dome*) dan dialirkan ke badan sungai sekitarnya secara bertahap, sehingga secara alami berfungsi mencegah terjadinya banjir bandang di daerah hilir.

2.4.3 Dampak Drainase dan Reklamasi Gambut

Ketika tata guna lahan gambut diubah menjadi kawasan permukiman atau infrastruktur perkotaan, langkah pertama yang dilakukan umumnya adalah pembuatan parit atau kanal drainase untuk menurunkan muka air tanah (*water table drawn down*), serta pengurukan menggunakan tanah mineral. Aktivitas ini memicu kerusakan hidrologis yang bersifat irreversible (tidak dapat kembali seperti semula):

- a. Subsiden (Penurunan Muka Tanah): Ketika air dikeluarkan dari pori-pori gambut melalui drainase, berat volume tanah meningkat dan gambut mengalami pemadatan (*compaction*). Selain itu, masuknya oksigen ke dalam lapisan gambut yang mengering memicu proses oksidasi biologis, di mana bahan organik gambut berubah menjadi gas karbon dioksida (CO_2). Kombinasi pemadatan dan oksidasi ini menyebabkan permukaan tanah gambut turun secara bertahap (*subsiden*) setiap tahunnya. Akibatnya, elevasi area permukiman melosot dan memicu terjadinya genangan banjir stagnan yang sulit surut karena posisi tanah menjadi lebih rendah dari saluran pembuangan utama.
- b. Hilangnya Kapasitas Serap Air: Gambut yang telah dikeringkan atau ditimbun akan kehilangan sifat koloidnya dan mengalami fenomena kering tak balik (*irreversible drying*). Dalam kondisi ini, gambut berubah sifat menjadi hidrofobik (menolak air) mirip seperti arang. Ketika hujan deras kembali mengguyur, tanah tidak lagi mampu menyerap air ke dalam pori-porinya. Kapasitas retensi "spons" alami tersebut hilang sepenuhnya, yang secara langsung melonjakkan nilai koefisien pengaliran (C) dan melipatgandakan debit limpasan permukaan di wilayah permukiman baru tersebut.

2.5 Siklus Hidrologi dan Limpasan Permukaan (*Run-off*)

2.5.1 Siklus Hidrologi Perkotaan

Siklus hidrologi adalah gerakan sirkulasi air bumi yang berlangsung secara terus-menerus dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Pada kawasan yang telah mengalami urbanisasi, siklus alami ini mengalami modifikasi signifikan menjadi sistem siklus hidrologi perkotaan (*urban hydrological cycle*). Komponen-komponen utama dalam siklus ini meliputi:

- a. Presipitasi: Segala bentuk curahan air yang berasal dari atmosfer ke permukaan bumi, di mana dalam konteks iklim tropis perkotaan bermanifestasi dalam bentuk hujan.

- b. Infiltrasi: Proses meresapnya air hujan ke bawah permukaan tanah melalui pori-pori tanah. Di kawasan perkotaan, jalur infiltrasi ini mengalami penyusutan drastis karena tanah dilapisi oleh material buatan.
- c. Evaporasi / Evapotranspirasi: Proses penguapan air kembali ke atmosfer, baik dari badan air terbuka (evaporasi) maupun melalui aktivitas metabolisme jaringan tanaman (transpirasi). Penebangan vegetasi di perkotaan otomatis menurunkan laju evapotranspirasi secara lokal.
- d. Limpasan Permukaan (*Run-off*): Bagian dari curah hujan yang tidak sempat meresap ke dalam tanah akibat laju presipitasi melampaui laju infiltrasi, sehingga air mengalir di atas permukaan tanah menuju elevasi yang lebih rendah (saluran drainase atau sungai).

2.5.2 Faktor yang Memengaruhi Limpasan

Besar kecilnya volume serta kecepatan aliran limpasan permukaan pada suatu daerah tangkapan air dipengaruhi oleh interaksi kompleks dari tiga faktor utama:

1. Karakteristik Curah Hujan

- a. *Intensitas Hujan*: Jumlah hujan yang jatuh dalam satuan waktu tertentu (mm/jam). Semakin tinggi intensitas hujan, semakin cepat kapasitas infiltrasi tanah terlampaui, sehingga persentase air yang menjadi limpasan langsung meningkat drastis.
- b. *Durasi Hujan*: Lama waktu terjadinya hujan. Durasi yang panjang menyebabkan tanah mencapai titik jenuh air (*saturated*), sehingga air hujan yang jatuh di fase berikutnya akan dikonversi seluruhnya menjadi limpasan permukaan.

2. Karakteristik Lahan (Kolektif Wilayah)

- a. *Tutupan Lahan*: Jenis pemanfaatan permukaan bumi. Kawasan dengan tutupan vegetasi rapat memiliki limpasan kecil karena adanya hambatan fisik akar dan daun. Sebaliknya, wilayah perumahan dengan material kedap air tinggi memicu laju limpasan yang sangat masif.
- b. *Kemiringan Lereng*: Topografi wilayah. Semakin miring suatu lahan, kecepatan gravitasi aliran air semakin tinggi, memberikan waktu yang sangat sedikit bagi air untuk meresap (waktu konsentrasi pendek). Namun pada wilayah dengan topografi datar (seperti dataran rendah eks-rawa), kecepatan aliran yang rendah justru berpotensi menimbulkan genangan air stagnan jika saluran drainase tidak memiliki kemiringan yang cukup.

3. Kondisi Tanah

Jenis, tekstur, dan kadar air awal tanah sangat menentukan laju infiltrasi. Tanah berpasir berbutir kasar memiliki laju infiltrasi tinggi (limpasan rendah), sedangkan tanah berlempung padat atau tanah gambut yang telah mengering dan mengalami hidrofobik memiliki kemampuan menyerap air yang buruk, sehingga mempercepat pembentukan aliran permukaan.

2.5.3 Konsep Debit Puncak (*Peak Flow*)

Debit puncak (Q_p) didefinisikan sebagai volume aliran limpasan maksimum per satuan waktu yang melintasi satu titik kontrol (misalnya outlet saluran drainase) selama atau segera setelah terjadinya badai hujan tunggal. Konsep debit puncak merupakan parameter paling krusial dalam perencanaan rekayasa sipil dan lingkungan.

Dalam analisis hidrologi menggunakan Metode Rasional, debit puncak terjadi ketika seluruh bagian dari daerah tangkapan air (*catchment area*) telah berkontribusi secara simultan menyumbang aliran air menuju titik outlet. Waktu yang diperlukan agar air yang jatuh dari titik terjauh dalam wilayah tangkapan mengalir sampai ke outlet disebut Waktu Konsentrasi (*Time of Concentration* - T_c). Jika durasi hujan sama atau lebih besar dari T_c , maka laju limpasan permukaan akan mencapai kondisi konstan dan menghasilkan nilai debit maksimum (puncak). Pertumbuhan permukiman yang masif secara linier mempercepat T_c dan melonjakkan nilai debit puncak ini, yang apabila melampaui kapasitas tampung saluran, secara otomatis mengakibatkan bencana luapan atau banjir banjir lokal.

Daftar Pustaka (Referensi)

2.6 Koefisien Pengaliran/ Limpasan

2.6.1 Pengertian Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran atau koefisien limpasan (*runoff coefficient*) yang disimbolkan dengan variabel C , didefinisikan sebagai angka tak berdimensi yang menunjukkan rasio antara volume aliran limpasan permukaan (*surface run-off*) terhadap total volume curah hujan yang jatuh di atas suatu daerah tangkapan air (*catchment area*). Secara matematis, konsep ini dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$C = \frac{\text{Volume Limpasan Permukaan}}{\text{Volume Curah Hujan}}$$

Nilai koefisien C berkisar antara 0 hingga 1. Nilai $C = 0$ mengindikasikan bahwa seluruh air hujan yang jatuh berhasil diresap ke dalam tanah atau diuapkan kembali ke atmosfer, sehingga tidak ada aliran permukaan yang terbentuk. Sebaliknya, nilai $C = 1$ menunjukkan bahwa

seluruh air hujan langsung dikonversi menjadi limpasan permukaan karena tanah dalam kondisi kedap air total. Angka koefisien ini mencerminkan karakteristik biofisik permukaan tanah yang mengintegrasikan proses infiltrasi, intersepsi vegetasi, penguapan, serta penyimpanan cekungan (*depression storage*).

2.6.2 Penentuan Nilai Koefisien Pengaliran

Dalam praktiknya, penentuan nilai koefisien C dilakukan secara empiris menggunakan tabel standar nilai koefisien yang disesuaikan dengan jenis tutupan lahan, kondisi topografi, serta kerapatan vegetasi suatu kawasan. Di Indonesia, acuan penentuan nilai C didasarkan pada regulasi teknis nasional seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) maupun Peraturan Menteri Pekerjaan Umum.

Secara umum, tabel standar mengklasifikasikan nilai C ke dalam beberapa kategori utama:

- a. Permukaan Kedap Air Tinggi (Kawasan Urban/Pusat Kota/Jalan Aspal): Memiliki nilai C berkisar antara 0,70 – 0,95. Material perkerasan semen dan aspal menyisakan sangat sedikit pori tanah, sehingga hampir seluruh air hujan langsung dialirkan ke sistem drainase.
- b. Kawasan Permukiman: Memiliki nilai C yang bervariasi bergantung tingkat kepadatan bangunannya. Untuk permukiman jarang bernilai 0,30 – 0,40, sedangkan untuk perumahan berkepadatan sedang berkisar antara 0,40 – 0,60 karena masih memiliki kombinasi antara atap bangunan dan halaman atau pekarangan tanah.
- c. Kawasan Terbuka Hidrolis Hijau (Taman/Pertanian/Hutan): Memiliki nilai C yang rendah, berkisar antara 0,05 – 0,25. Struktur tanah yang alami dan keberadaan akar tanaman mengoptimalkan proses penyerapan air ke dalam tanah.

2.6.3 Konsep Koefisien Gabungan (*Weighted Runoff Coefficient*)

Kondisi riil suatu daerah tangkapan air di lapangan (seperti sub-DAS atau wilayah permukiman perkotaan) jarang sekali bersifat homogen. Kawasan studi umumnya berupa mosaik spasial yang terdiri dari berbagai variasi tata guna lahan yang berbeda, seperti kombinasi area rumah tinggal, jalan aspal, jalan tanah, dan lahan kosong bervegetasi.

Untuk menghitung debit limpasan permukaan pada wilayah yang heterogen tersebut menggunakan Metode Rasional, diperlukan satu nilai koefisien yang representatif melalui teori Koefisien Gabungan (*Weighted C*). Koefisien pengaliran rata-rata ditimbang (*weighted average*) ini dihitung berdasarkan proporsi luas dari masing-masing jenis tata guna lahan yang ada di dalam kawasan tersebut. Rumus matematika untuk menentukan nilai Koefisien Gabungan adalah sebagai berikut:

$$C_{weighted} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot A_i)}{A_{total}} = \frac{(C_1 \cdot A_1) + (C_2 \cdot A_2) + \dots + (C_n \cdot A_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana:

- $C_{weighted}$ = Koefisien pengaliran rata-rata gabungan untuk wilayah studi.
- C_i = Koefisien limpasan untuk jenis tutupan lahan ke-i.
- A_i = Luas area untuk jenis tutupan lahan ke-i (m^2 atau ha).
- A_{total} = Luas total daerah tangkapan air (m^2 atau ha).

Melalui pendekatan Koefisien Gabungan ini, setiap dinamika perubahan pemanfaatan ruang, seperti beralihnya fungsi lahan terbuka menjadi bangunan rumah yang secara otomatis akan menaikkan nilai $C_{weighted}$ kawasan secara kolektif, yang pada akhirnya berkontribusi langsung pada peningkatan estimasi debit limpasan permukaan secara akurat.

2.7 Intensitas Curah Hujan dan Analisis Frekuensi

2.7.1 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan (I) didefinisikan sebagai jumlah atau tinggi air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dalam kurun waktu (durasi) tertentu. Satuan standar yang digunakan dalam analisis hidrologi teknik adalah milimeter per jam (mm/jam). Angka ini tidak berarti bahwa hujan harus berlangsung selama satu jam penuh, melainkan mencerminkan laju kecepatan curahan air seandainya hujan terjadi dengan kestabilan yang sama selama durasi tersebut.

Metode pengukurannya di lapangan secara umum dibagi menjadi dua pendekatan:

1. Pengukuran Langsung (Stasiun Otomatis): Menggunakan alat pencatat hujan otomatis (*Automatic Rain Gauge*) seperti tipe *Tipping Bucket* atau *Siphon* yang mampu merekam fluktuasi volume hujan dari menit ke menit, sehingga intensitas hujan aktual dapat langsung dihitung.
2. Pengukuran Tidak Langsung (Data Hujan Harian): Jika stasiun cuaca setempat hanya menyediakan data curah hujan maksimum harian, maka nilai intensitas hujan dihitung menggunakan pendekatan matematis. Rumus yang paling umum dan diakui secara luas di Indonesia adalah Rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana T_c adalah waktu konsentrasi wilayah (jam) dan R_{24} adalah curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

2.7.2 Analisis Hidrologi dan Periode Ulang (*Return Period*)

Dalam perencanaan infrastruktur keairan seperti saluran drainase perkotaan, tidak mungkin merancang dimensi saluran untuk menampung seluruh kemungkinan hujan terbesar sepanjang sejarah bumi karena ketidakpastian biaya ekonomi dan ketersediaan ruang fisik. Oleh karena itu, digunakan konsep Periode Ulang atau Kala Ulang (*Return Period / Recurrence Interval*). Kala ulang (T) adalah waktu hipotetis di mana suatu nilai curah hujan dengan besaran tertentu diperkirakan akan disamai atau dilampaui satu kali dalam rentang waktu tersebut.

- Kala Ulang 2 Tahun: Hujan rencana yang memiliki probabilitas kejadian sebesar 50% untuk terjadi atau dilampaui di setiap tahunnya. Biasanya digunakan untuk drainase lingkungan/perumahan kecil.
- Kala Ulang 5 Tahun: Memiliki probabilitas kejadian sebesar 20% di setiap tahunnya. Umum digunakan untuk kawasan permukiman sedang hingga padat.
- Kala Ulang 10 Tahun: (Sesuai dengan intensitas yang digunakan pada data wilayah Palangka Raya Anda), memiliki probabilitas kejadian sebesar 10% di setiap tahunnya. Skala ini merupakan standar baku minimal untuk kawasan komersial, jalan utama, atau area permukiman yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap risiko genangan banjir. Semakin besar kala ulang yang dipilih, semakin besar pula intensitas hujan rancangannya, sehingga infrastruktur drainase menjadi lebih aman namun membutuhkan dimensi fisik saluran yang lebih besar.

2.7.3 Teori Distribusi Frekuensi

Untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu (misal kala ulang 10 tahunan), data historis curah hujan harian maksimum tahunan (*annual maximum series*) yang diperoleh dari badan meteorologi seperti BMKG harus diolah menggunakan metode statistik berbasis Distribusi Frekuensi.

Dua metode distribusi probabilitas yang paling umum digunakan dalam standar hidrologi di Indonesia adalah:

1. Distribusi Gumbel

Metode ini dirancang khusus untuk menganalisis nilai-nilai ekstrem (seperti banjir maksimum atau hujan lebat). Distribusi Gumbel mengasumsikan bahwa variabilitas data tidak memiliki kemiringan koefisien skewness yang ekstrem. Rumus umumnya adalah:

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S$$

Dimana X_T adalah curah hujan rencana periode ulang T , $\bar{X}$ adalah rata-rata data, S adalah standar deviasi, dan K adalah faktor frekuensi Gumbel yang bergantung pada jumlah sampel data (n) dan kala ulang (T).

2. Distribusi Log Pearson Tipe III

Distribusi ini merupakan metode yang sangat fleksibel dan paling direkomendasikan jika sebaran data curah hujan di lapangan bersifat tidak simetris (mempunyai nilai koefisien kemencengan/*skewness* (C_s) yang signifikan). Langkah awal metode ini adalah mengubah seluruh nilai data curah hujan aktual ke dalam bentuk logaritma berbasis 10 ($\log X$), kemudian menghitung parameter statistik rata-rata log, standar deviasi log, dan koefisien kemencengan log sebelum menentukan nilai hujan rencana akhir.

2.8 Metode Rasional

2.8.1 Prinsip Dasar Metode Rasional

Metode Rasional merupakan salah satu model deterministik hidrologi paling klasik, sederhana, dan paling luas digunakan di dunia untuk mengestimasi debit puncak limpasan permukaan (*peak run-off*) dari suatu daerah tangkapan air (*catchment area*). Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Mulvaney pada tahun 1851 dan kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Kuichling pada tahun 1889.

Prinsip dasar dari Metode Rasional bertumpu pada asumsi bahwa debit limpasan permukaan mencapai nilai maksimum (puncak) ketika seluruh bagian dari daerah tangkapan air telah berkontribusi secara simultan menyumbang aliran air menuju titik kontrol (outlet). Kondisi konstan ini tercapai apabila durasi badai hujan yang terjadi sama dengan atau lebih lama daripada Waktu Konsentrasi (T_c) wilayah tersebut.

Secara matematis, hubungan empiris antara karakteristik hujan, luas area, dan kondisi fisik permukaan tanah diekspresikan melalui rumus dasar:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

Q = Debit limpasan permukaan maksimum atau debit puncak (volume/waktu).

C = Koefisien pengaliran atau koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan rata-rata sepanjang durasi yang sama dengan T_c (satuan panjang/waktu).

A = Luas daerah tangkapan air (satuan panjang²)

Dalam aplikasinya, karena parameter input lapangan sering kali menggunakan kombinasi satuan yang tidak seragam, digunakan konstanta konversi standar (SI).

- a. Apabila luas area (A) menggunakan satuan Hektar (ha) dan intensitas (I) menggunakan mm/jam, maka untuk menghasilkan debit puncak (Q) dalam satuan m³/detik, rumus praktisnya dimodifikasi menjadi:

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{atau} \quad Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

- b. Apabila luas area (A) diinput langsung dalam satuan m² dengan intensitas (I) tetap dalam mm/jam, konstanta pembagi yang digunakan untuk mendapatkan satuan m³/detik adalah:

$$Q = \frac{1}{3.600.000} \cdot C \cdot I \cdot A$$

2.8.2 Batasan Metode Rasional

Meskipun Metode Rasional sangat populer karena kemudahan struktur rumusnya, metode ini memiliki beberapa batasan fisis yang ketat dan tidak dapat diterapkan secara sembarangan pada semua skala hidrologi. Asumsi dasar metode ini menganggap bahwa intensitas curah hujan jatuh secara seragam (*uniform spatial distribution*) di seluruh permukaan daerah tangkapan air dalam waktu yang bersamaan. Fenomena hujan riil di alam menunjukkan bahwa semakin luas suatu area, semakin kecil kemungkinan hujan jatuh dengan intensitas yang sama di setiap sudut wilayah tersebut. Oleh karena itu, literatur hidrologi membatasi penggunaan Metode Rasional hanya untuk daerah tangkapan dengan luas kurang dari 2,5 km², atau beberapa referensi ketat membatasinya hingga maksimal 500 Hektar. Metode ini mengasumsikan bahwa intensitas hujan bersifat konstan sepanjang durasi badai hujan tunggal. Batasan ini membuat Metode Rasional hanya andal untuk menghitung debit puncak tunggal (*peak flow*), namun tidak dapat digunakan untuk menyusun grafik hidrograf banjir (distribusi volume air terhadap waktu) secara detail, yang biasanya lebih dibutuhkan pada analisis DAS skala makro.

2.9 Mitigasi Banjir dan Drainase Berwawasan Lingkungan

2.9.1 Sistem Drainase Perkotaan Konvensional

Sistem drainase perkotaan secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian infrastruktur keairan yang meliputi saluran pembuangan, gorong-gorong, bangunan bagi, kolam penampung, hingga stasiun pompa yang dirancang untuk mengelola dan mengalirkan kelebihan air, baik air hujan maupun air buangan lokal.

Dalam paradigma konvensional (*traditional drainage system*), fungsi utama dari saluran drainase perkotaan bertumpu pada prinsip pembuangan air permukaan secepat-cepatnya (*rapid disposal*). Filosofi dasar metode ini adalah mengalirkan air hujan yang jatuh di kawasan permukiman sesegera mungkin menuju badan air penerima terdekat (seperti sungai atau laut) melalui saluran buatan yang diperkeras oleh dinding semen atau beton.

Meskipun efektif untuk mencegah genangan lokal dalam jangka pendek, sistem konvensional ini memiliki kelemahan hidrologis yang fatal di daerah hilir. Saluran yang licin memotong waktu konsentrasi (T_c) menjadi sangat pendek, sehingga memicu akumulasi volume air secara masif dalam waktu singkat yang berujung pada terjadinya bencana luapan drainase akibat beban debit puncak (*peak flow*) yang melampaui daya tampung saluran baku.

2.9.2 Konsep *Ecodrainage* dan *Low Impact Development* (LID)

Seiring dengan masifnya alih fungsi lahan akibat urbanisasi, pengelolaan air modern bergeser dari paradigma konvensional menuju paradigma Drainase Berwawasan Lingkungan (*Ecodrainage*) atau secara global dikenal sebagai konsep *Low Impact Development* (LID) atau *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS).

Prinsip utama dari *Ecodrainage*/LID adalah mengelola air hujan sedekat mungkin dengan sumber jatuhnya hujan dengan prinsip menahan, meresapkan, dan menyimpan air. Konsep ini bertujuan meniru kondisi hidrologis alami sebelum lahan dikonversi menjadi permukiman, sehingga nilai Koefisien Pengaliran (C) wilayah dapat dipertahankan tetap rendah meskipun luas area terbangun terus bertambah. Beberapa bentuk infrastruktur hijau yang diterapkan dalam konsep LID antara lain:

1. Sumur Resapan

Sumur resapan adalah bangunan rekayasa sipil berbentuk sumur silindris dengan kedalaman tertentu yang dibuat untuk menampung air hujan yang jatuh dari atap bangunan atau permukaan tanah, sebelum dialirkan ke lapisan akuifer tanah bawah. Sumur ini secara langsung mengintersepsi aliran air permukaan, memaksa terjadinya proses infiltrasi buatan, dan mengurangi beban volume air yang masuk ke jaringan drainase utama jalan.

2. Lubang Resapan Biopori (LRB)

Biopori merupakan teknologi tepat guna skala mikro berbentuk lubang silindris vertikal berdiameter kecil (sekitar 10 cm) yang dimasukkan sampah organik ke dalamnya. Sampah organik tersebut akan memicu aktivitas fauna tanah (seperti cacing) dan akar tanaman untuk membentuk rongga-rongga atau struktur pori makro alami di dalam tanah. Keberadaan biopori

ini secara signifikan melipatgandakan laju infiltrasi tanah lokal, mengurangi potensi genangan air stagnan di pekarangan rumah, sekaligus menyuburkan tanah.

3. Kolam Retensi (*Retention Pond*)

Kolam retensi adalah cekungan atau kolam buatan yang berfungsi sebagai penampung air hujan sementara (*temporary storage*) selama terjadi badai hujan dengan intensitas tinggi. Air limpasan dari saluran permukiman dialirkan terlebih dahulu ke dalam kolam ini untuk memotong energi puncak aliran air. Setelah hujan mereda atau debit sungai utama mulai turun, air di dalam kolam retensi akan dialirkan kembali secara bertahap menuju outlet pembuangan akhir menggunakan sistem gravitasi ataupun bantuan pompa air.

Melalui kombinasi integrasi metode-metode LID di atas pada kawasan permukiman sedang, terutama yang memiliki latar belakang sejarah sebagai lahan eks-rawa seperti karakteristik wilayah Palangka Raya, peningkatan volume limpasan permukaan akibat penutupan lahan oleh aspal dan beton dapat diredam secara optimal, sehingga menciptakan ketangguhan lingkungan terhadap ancaman bencana banjir hidrometeorologi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Secara umum, penelitian dilakukan dalam tiga tahap yaitu (1) Tinjauan Pustaka dan penentuan lokasi penelitian, (2) Survey dan pengumpulan data, (3) Analisis data.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Fokus lokasi penelitian dilakukan di wilayah jalan Adonis Samad, Kelurahan Panarung, Kecamatan Pahandut. Penentuan lokasi ini didasarkan pesatnya pertumbuhan permukiman di area ini terutama dalam 11 tahun terakhir. Area ini juga pada awalnya merupakan lahan gambut yang pada musim penghujan atau pada saat hujan terendam.

Penentuan lokasi penelitian ini didasarkan pada wilayah yang memiliki ragam penggunaan lahan, seperti permukiman, perkantoran, lahan terbuka maupun lahan dengan vegetasi yang beragam. Selain itu lokasi ini dalam beberapa tahun terakhir banyak dilakukan pembangunan perumahan sehingga banyak terjadi perubahan tutupan dan tataguna lahan.

3.3. Variabel Penelitian

Jenis data yang digunakan untuk penelitian ini ada dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari pengamatan secara langsung dilapangan seperti kondisi permukaan, tataguna lahan, tutupan lahan, jenis vegetasi dan jenis tanah. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait berupa data hidrologi (curah hujan, jumlah hari hujan, lama hujan harian), peta topografi, peta batas administrasi.

3.4. Analisis Data

Data yang diperoleh diolah untuk mendapatkan model dalam mengidentifikasi limpasan permukaan. Analisis yang dilakukan antara lain:

1. Analisis Data Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu parameter meteorologi yang sangat penting dalam memahami dinamika iklim dan kondisi cuaca di suatu wilayah. Analisis distribusi curah hujan digunakan untuk menggambarkan sebaran intensitas hujan di berbagai tempat dan periode waktu tertentu. Dengan memahami pola distribusi curah hujan, dapat diprediksi potensi

bencana alam seperti banjir dan kekeringan, serta merencanakan pengelolaan sumber daya alam secara lebih efektif.

Untuk memperkirakan curah hujan rencana maksimum dan banjir dengan peluang tertentu maka digunakan distribusi Normal, Log-Normal, Log Pearson type III, dan Gumbel. Pengujian ini terbagi menjadi uji Deskriptor Statistik merupakan pengujian terhadap besaran statistik data (nilai koefisien kurtosis, nilai koefisien skewness nilai koefisien Variasi), yang akan dibandingkan dengan nilai tabel untuk dibandingkan dan uji Chi-Kuadrat membandingkan antara frekuensi yang diamati atau terjadi di lapangan dengan frekuensi yang diharapkan pada setiap kelasnya.

2. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus mononobe dan waktu konsentrasi dengan rumus kiprich.

Rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = Intensitas CH (mm/jam)

t = lama CH (menit atau jam)

R_{24} = CH maksimum dalam 24 jam

Rumus Kiprich:

$$t_c = \frac{0,6628 L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

Keterangan:

t_c : Waktu konsentrasi (jam)

L : panjang lintasan air dari titik terjauh sampai ke titik yg di tinjau (km)

S : kemiringan lahan antara elevasi maks dan min

n : koefisien kekerasan

3. Koefisien Permukaan Air Limpasan

Koefisien permukaan air limpasan, atau sering disebut koefisien aliran limpasan (*runoff coefficient*), adalah salah satu parameter penting dalam studi hidrologi yang digunakan untuk menggambarkan proporsi air hujan yang menjadi limpasan permukaan setelah jatuh

ke permukaan tanah. Dalam sistem hidrologi, air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dapat diserap oleh tanah (infiltrasi), mengalir di permukaan sebagai limpasan, atau menguap kembali ke atmosfer. Koefisien ini berperan dalam memodelkan dan menghitung jumlah limpasan yang terjadi pada suatu wilayah, yang sangat penting dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air serta mitigasi bencana alam seperti banjir.

Koefisien permukaan air limpasan (C) adalah rasio antara volume limpasan permukaan yang terjadi setelah hujan dengan volume total air hujan yang jatuh di suatu area selama periode tertentu. Koefisien ini berkisar antara 0 hingga 1. Jika $C = 0$, berarti tidak ada limpasan permukaan yang terjadi (semua air hujan diserap oleh tanah), sementara jika $C=1$, seluruh air hujan langsung mengalir sebagai limpasan permukaan tanpa ada infiltrasi ke dalam tanah.

Terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi nilai koefisien permukaan air limpasan, di antaranya:

a. Jenis Permukaan Tanah (Land Use)

- Permukaan terpadat (seperti beton, aspal): Permukaan seperti jalan raya atau bangunan menghasilkan koefisien yang tinggi karena sedikitnya infiltrasi air hujan. Air cenderung mengalir langsung ke saluran air atau sungai.
- Permukaan terbuka (seperti tanah atau vegetasi): Tanah yang lebih permeabel, seperti tanah bervegetasi atau tanah gembur, memiliki koefisien yang lebih rendah karena lebih banyak air hujan yang diserap oleh tanah.

b. Kondisi Tanah

- Tanah yang kering: Tanah yang kering cenderung memiliki daya serap yang rendah, sehingga limpasan lebih banyak terjadi.
- Tanah yang jenuh air: Jika tanah sudah jenuh oleh air sebelumnya, maka kemampuan tanah untuk menyerap air hujan akan berkurang, yang menyebabkan peningkatan limpasan permukaan.
- Jenis tanah: Tanah dengan tekstur pasir, misalnya, lebih mudah menyerap air daripada tanah liat, yang memiliki daya serap lebih rendah.

c. Kondisi Vegetasi

- Vegetasi lebat: Daerah yang memiliki vegetasi lebat, seperti hutan atau ladang, akan mengurangi limpasan karena akar tanaman membantu menyerap air hujan.
- Tanah terbuka atau gundul: Di daerah dengan sedikit vegetasi, air hujan akan lebih mudah mengalir sebagai limpasan permukaan.

d. Kemiringan Permukaan

Permukaan yang lebih miring: Semakin miring permukaan tanah, semakin besar kemungkinan terjadinya limpasan permukaan. Kecuraman yang tinggi mengurangi waktu yang diperlukan air untuk meresap ke dalam tanah, yang meningkatkan aliran air ke saluran air.

e. Kondisi Curah Hujan

- Intensitas hujan: Hujan dengan intensitas tinggi cenderung menyebabkan limpasan lebih banyak karena tanah tidak dapat menyerap air secara cepat.
- Durasi hujan: Hujan yang berlangsung lama namun dengan intensitas rendah mungkin menghasilkan sedikit limpasan, sementara hujan singkat dengan intensitas tinggi akan menghasilkan limpasan yang lebih besar.

Tabel 3.1. Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban
(Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, 2008)

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1.	Daerah perdagangan ▪ Perkotaan (<i>down town</i>) ▪ Pinggiran	0,70 – 0,90 0,50 – 0,70
2.	Permukiman ▪ Perumahan satu keluarga ▪ Perumahan berkelompok, terpisah-pisah ▪ Perumahan berkelompok, bersambungan ▪ Suburban ▪ Daerah apartemen	0,30 – 0,50 0,40 – 0,60 0,60 – 0,75 0,25 – 0,40 0,50 – 0,70
3	Industri ▪ Daerah industri ringan ▪ Daerah industri berat	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
4.	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
5	Tempat bermain	0,20 – 0,35
6	Daerah stasiun kereta api	0,20 – 0,40
7	Daerah belum diperbaiki	0,10 – 0,30
8	Jalan	0,70 – 0,95
9	Bata ▪ Jalan, hamparan ▪ Atap	0,75 – 0,85 0,75 – 0,95

4. Analisis Perhitungan Debit Limpasan

Analisis perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional. Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan hujan kecil. Suatu daerah tangkapan hujan disebut kecil apabila distribusi curah hujan dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan

biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi. Beberapa ahli memandang bahwa luas daerah tangkapan hujan kurang dari 2,5 km² dapat dianggap kecil (Ponce, 1989).

Pemakaian metode rasional sangat sederhana, dan sering digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan. Beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan adalah intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas daerah tangkapan hujan, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi, tampungan permukaan) dan konsentrasi aliran. Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan:

- Q : Debit Puncak (m³/detik)
- I : Intensitas Hujan (mm/jam)
- A : Luas daerah Tangkapan Hujan (km²)
- C : Koefisien Aliran Permukaan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tataguna Lahan

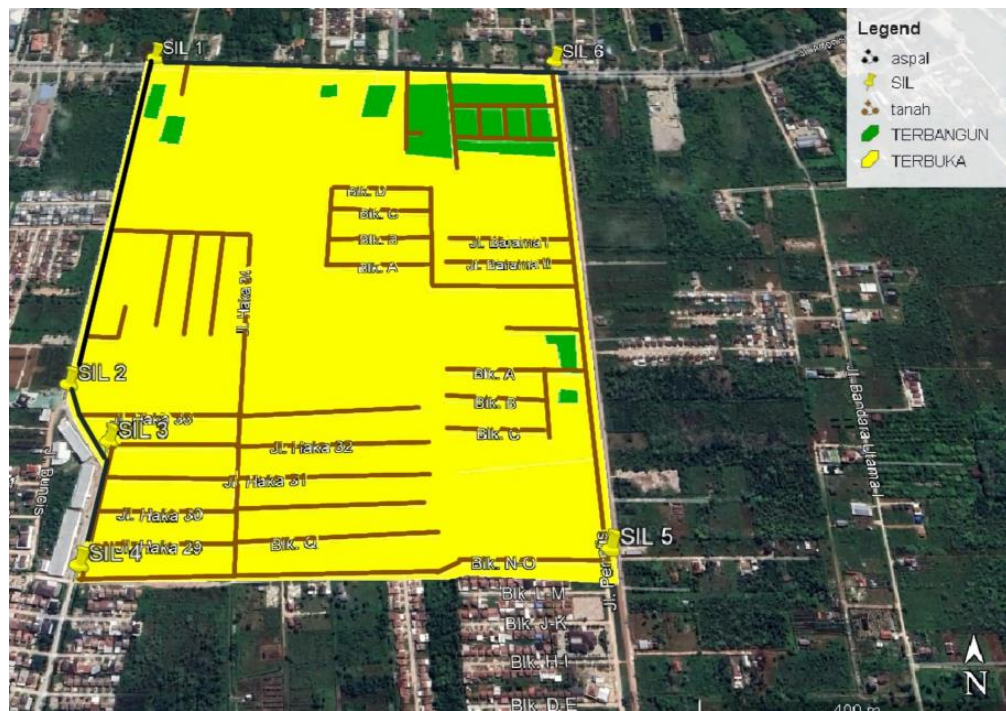
Perubahan tata guna lahan merupakan faktor kunci yang mengubah perilaku hidrologi suatu wilayah. Secara mendasar, tata guna lahan menentukan seberapa besar porsi air hujan yang dapat masuk ke dalam tanah (infiltrasi) dan seberapa besar yang mengalir di permukaan (limpasan). Lahan alami (hutan/kebun) memiliki tanah yang gembur dan berpori. Saat lahan berubah menjadi permukiman, permukaan tanah ditutup oleh material kedap air seperti atap rumah, semen, dan aspal. Hal ini menghilangkan kemampuan tanah untuk menyerap air.

Tanaman dan pepohonan berfungsi sebagai penghalang pertama hujan. Daun-daun menahan tetesan air (intersepsi) dan mengalirkannya secara perlahan melalui batang (*stemflow*). Tanpa vegetasi, air hujan langsung menghantam tanah dengan energi penuh, mempercepat kejenuhan tanah dan pembentukan aliran permukaan. Lahan dengan vegetasi memiliki hambatan fisik (rumput, seresah, akar) yang memperlambat laju air. Permukiman memiliki permukaan yang licin dan saluran drainase yang licin, sehingga air mengalir jauh lebih cepat menuju titik terendah, yang menyebabkan debit puncak banjir datang lebih singkat dan lebih besar.

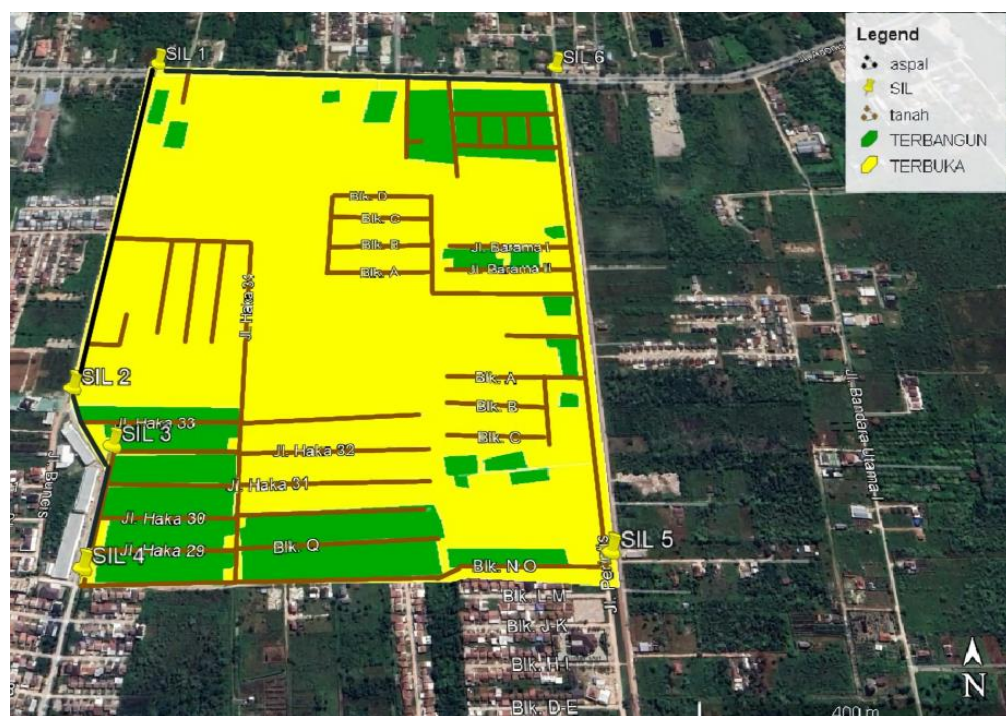
Transformasi lahan bervegetasi menjadi area permukiman membawa konsekuensi ekologis yang mendalam. Lahan alami seperti hutan dan kebun berfungsi sebagai pengatur siklus hidrologi dan pelindung tanah, namun alih fungsi lahan ini justru melenyapkan vegetasi esensial dan merusak keseimbangan ekosistem setempat. Infrastruktur perumahan yang didominasi oleh material kedap air, seperti aspal dan beton, secara drastis menurunkan daya serap tanah terhadap air hujan. Akibatnya, terjadi peningkatan risiko banjir dan genangan, yang dalam jangka panjang dapat memicu perubahan iklim mikro serta penurunan kualitas lingkungan secara menyeluruh.

Perubahan signifikan sangat terlihat di area penelitian dari tahun 2014 sampai 2025. Lahan terbangun (perumahan) meningkat dari 7% pada 2014, 21% pada 2020, menjadi 39% atau 263.000 m² pada 2025. Total area penelitian adalah 670.000 m². Dibandingkan dengan area terbuka terjadi penurunan dari 93% pada 2014 menjadi 61% pada 2025. Analisis spasial menunjukkan sebelum dilakukan pembangunan sudah tersedia jalan yang terbuat dari tanah

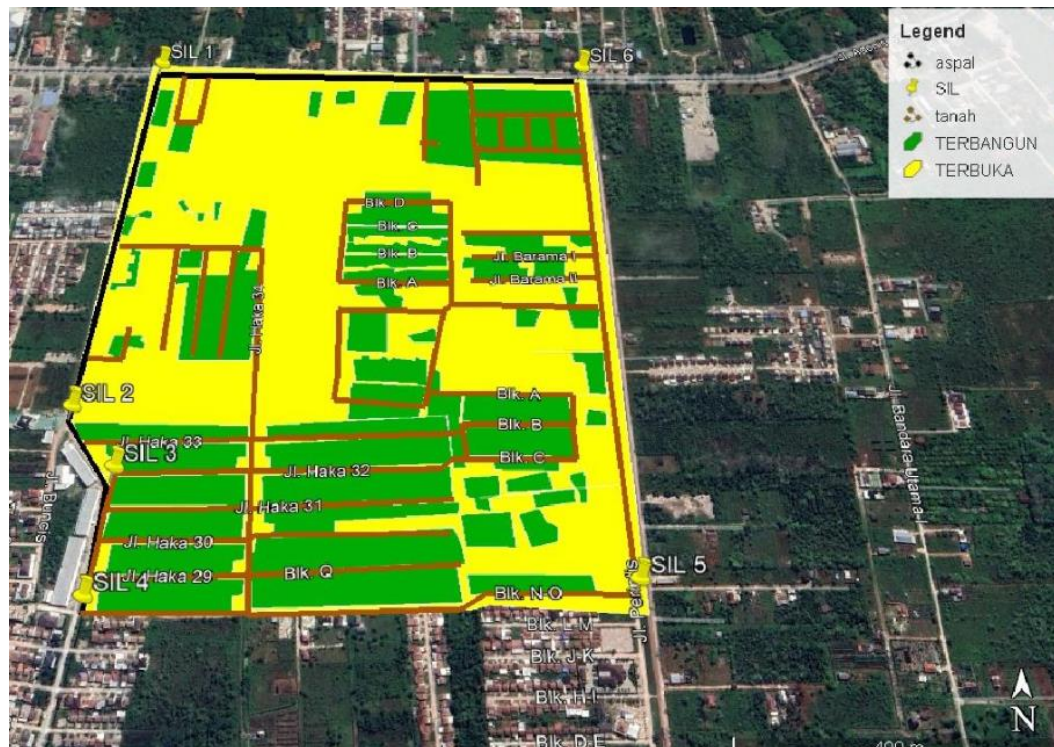
dan aspal. Hal ini mengindikasikan pada area tersebut memang direncanakan menjadi permukiman.



Gambar 4.1. Tataguna Lahan Tahun 2014



Gambar 4.2. Tataguna Lahan Tahun 2020



Gambar 4.2. Tataguna Lahan Tahun 2025

4.2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan didefinisikan sebagai volume presipitasi dalam kurun waktu tertentu, yang dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara dinamika atmosfer, temperatur, kelembapan, dan karakteristik topografi. Fenomena ini sangat bervariasi secara geografis, wilayah tropis umumnya memiliki intensitas tinggi, sementara kawasan gersang menunjukkan angka yang minimal. Saat ini, anomali pola hujan akibat perubahan iklim global semakin meningkatkan risiko terjadinya cuaca ekstrem. Mengingat curah hujan tinggi dalam durasi singkat berpotensi besar memicu bencana seperti banjir dan kerusakan infrastruktur, pemahaman mendalam mengenai variabel ini menjadi fondasi utama dalam perancangan infrastruktur drainase dan sistem mitigasi bencana yang efektif.

Berdasarkan data curah hujan BMKG, curah hujan di Kota Palangka Raya dari tahun 2023 hingga awal 2026 menunjukkan fluktuasi musiman yang konsisten dengan adanya peningkatan pada nilai intensitas dan curah hujan maksimum harian di beberapa periode tertentu.

Pada tahun 2023, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret dengan curah hujan maksimum harian sebesar 99,0 mm dan intensitas rata-rata 13,62 mm/jam. Sebaliknya, titik

terendah terjadi pada bulan Agustus dengan curah hujan maksimum hanya 15,6 mm dan intensitas 2,15 mm/jam, yang menandakan puncak musim kemarau pada tahun tersebut.

Tren pada tahun 2024 menunjukkan pergeseran bulan basah. Curah hujan harian maksimum tertinggi tercatat pada bulan November sebesar 89,2 mm dengan intensitas 12,27 mm/jam. Meskipun demikian, bulan Maret tetap menunjukkan curah hujan yang tinggi (81,4 mm). Periode dengan curah hujan terendah terlihat pada bulan Juli dengan intensitas 3,77 mm/jam.

Tahun 2025 mencatatkan angka curah hujan yang lebih ekstrem dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Curah hujan harian maksimum tertinggi mencapai 122,8 mm pada bulan Oktober dengan intensitas sangat tinggi sebesar 16,89 mm/jam. Bulan April juga mencatatkan angka yang signifikan dengan curah hujan maksimum 114,2 mm dan intensitas 15,71 mm/jam. Sama seperti tahun sebelumnya, bulan Juli menjadi periode paling kering dengan intensitas hanya 1,84 mm/jam.

Data untuk tahun 2026 baru tersedia untuk empat bulan pertama. Tren awal tahun menunjukkan penurunan intensitas secara bertahap:

- a. Januari: Intensitas 8,64 mm/jam dengan maksimum 62,8 mm.
- b. Februari: Intensitas 6,48 mm/jam dengan maksimum 47,1 mm.
- c. Maret: Intensitas 5,97 mm/jam dengan maksimum 43,4 mm.
- d. April: Intensitas 5,90 mm/jam dengan maksimum 42,9 mm.

Secara keseluruhan, terlihat adanya tren peningkatan pada nilai maksimum harian dari tahun 2023 (99,0 mm) ke tahun 2025 (122,8 mm). Selain itu, terdapat pola berulang di mana intensitas hujan cenderung menurun drastis di pertengahan tahun (Juli-Agustus) dan meningkat kembali menjelang akhir tahun. Namun, data awal tahun 2026 menunjukkan intensitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun 2025. Analisis distribusi data curah hujan tahunan pada penelitian ini menggunakan log pearson III dan intensitas dengan mononobe menghasilkan intensitas sebesar 14,44 mm/jam pada periode ulang 10 tahun.

4.3. Koefisien Aliran

Koefisien pengaliran atau sering disebut koefisien limpasan/runoff yang disimbolkan dengan variabel C, adalah sebuah nilai tak berdimensi yang menunjukkan rasio antara jumlah air yang mengalir di atas permukaan tanah (limpasan) terhadap total jumlah air hujan yang jatuh di wilayah tersebut.

Secara matematis, jika nilai C adalah 0,25, artinya 25% dari air hujan akan menjadi aliran permukaan, sedangkan 75% sisanya meresap ke dalam tanah (infiltrasi), menguap (evaporasi), atau tertahan oleh tanaman (intersepsi). Nilai koefisien pengaliran sangat bergantung pada karakteristik permukaan tanah. Perubahan tataguna lahan terhadap koefisien antara lain karena transformasi permukaan porous menjadi impermeabel, hilangnya kapasitas retensi alami, dan perubahan morfologi dan kemiringan lahan

Tabel 4.1. Perubahan Tataguna Lahan

Tahun	Total Luas (m ²)	Terbuka		Terbangun		Jalan Aspal	Jalan Tanah
		Luas (m ²)	Persen	Luas (m ²)	Persen	Panjang (m)	Panjang (m)
2014	670.000	622.000	93%	48.000	7%	1.603	9.630
2020	670.000	527.500	79%	142.500	21%	1.603	9.630
2025	670.000	406.500	61%	263.500	39%	1.603	9.630

Perubahan koefisien aliran (koefisien limpasan) di area penelitian menunjukkan tren peningkatan yang signifikan, yang berbanding lurus dengan perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun. Berdasarkan data penelitian, berikut adalah penjelasan detail mengenai keterkaitan tersebut:

1. Pergeseran Tata Guna Lahan (2014–2025)

Terjadi perubahan drastis pada komposisi pemanfaatan lahan di area seluas 670.000 m². Lahan terbuka mengalami penurunan luas yang konsisten, dari 93% (622.000 m²) pada tahun 2014 menjadi hanya 61% (406.500 m²) pada tahun 2025. Lahan terbangun mengalami peningkatan pesat, dari hanya 7% (48.000 m²) pada tahun 2014 naik menjadi 39% (263.500 m²) pada tahun 2025. Adapun Infrastruktur jalan luas jalan aspal dan jalan tanah cenderung tetap selama periode tersebut.

2. Dampak terhadap Koefisien Aliran Total

Peningkatan luas lahan terbangun (yang memiliki karakteristik permukaan kedap air) menyebabkan kemampuan tanah untuk menyerap air berkurang, sehingga Total Koefisien Limpasan Daerah Aliran meningkat,:

- Tahun 2014: Koefisien limpasan total adalah 0,260.
- Tahun 2020: Koefisien limpasan total naik menjadi 0,274.
- Tahun 2025: Koefisien limpasan total mencapai 0,292.

Secara spesifik, kontribusi lahan terbangun terhadap nilai koefisien total melonjak dari 0,021 di tahun 2014 menjadi 0,118 di tahun 2025, sementara kontribusi lahan terbuka terus menurun seiring menyusutnya luas area tersebut.

Tabel 4.2. Perubahan Koefisien Limpasan

Tahun	Koefisien Limpasan				Total Koef. Limpasan daerah aliran
	Terbuka	Terbangun	Jalan Aspal (lebar 9 meter)	Jalan Tanah (lebar 5 meter)	
2014	0,186	0,021	0,017	0,036	0,260
2020	0,157	0,064	0,017	0,036	0,274
2025	0,121	0,118	0,017	0,036	0,292

4.4. Debit limpasan

Perubahan tata guna lahan dan kenaikan koefisien aliran ini berdampak langsung pada peningkatan volume air yang tidak terserap ke tanah (limpasan permukaan). Dengan intensitas hujan periode ulang 10 tahun yang diasumsikan tetap (14,45 mm/jam), debit limpasan meningkat dari 700,54 m³/det pada 2014, 738,49 m³/det pada 2020, hingga 787,09 m³/det pada 2025. Semakin luas lahan yang diubah menjadi area terbangun maka semakin tinggi nilai koefisien alirannya, yang pada akhirnya meningkatkan risiko banjir atau genangan karena volume debit limpasan yang harus dialirkan oleh sistem drainase menjadi semakin besar.

4.5. Dampak Perubahan Tata guna lahan

Lahan gambut memiliki karakteristik unik karena sifatnya yang seperti "spons" (menyerap air dalam jumlah besar). Ketika fungsinya berubah dari lahan terbuka bervegetasi menjadi permukiman, terjadi perubahan fisik dan kimia yang drastis:

1. Kehilangan Fungsi Retensi Air (Efek Spons)

Lahan gambut alami dalam kondisi basah dan bervegetasi mampu menyimpan air hingga berlipat-lipat dari berat keringnya. Untuk membangun pondasi bangunan, lahan gambut biasanya dikeringkan melalui pembuatan parit atau kanal (drainase). Hal ini menyebabkan pori-pori gambut yang tadinya berisi air menjadi kosong dan mengerut. Kemampuan menyerap air saat hujan pun hilang secara permanen.

2. Subsiden (Penurunan Muka Tanah)

Gambut yang dikeringkan akan mengalami oksidasi dan pemadatan, yang menyebabkan permukaan tanah turun secara bertahap setiap tahunnya. Penurunan muka

tanah seringkali membuat elevasi permukiman menjadi lebih rendah dari saluran drainase utama atau sungai di sekitarnya. Inilah mengapa area eks-rawa/gambut di Palangka Raya sering mengalami genangan yang sulit surut karena air tidak bisa mengalir secara gravitasi.

3. Perubahan Koefisien Limpasan yang Ekstrem

Gambut bervegetasi memiliki koefisien limpasan yang sangat rendah karena hampir semua air diserap atau tertahan di permukaan yang kasar. Pengurukan lahan gambut dengan tanah mineral (tanah uruk) untuk stabilitas bangunan menciptakan lapisan baru yang lebih padat di atas gambut. Dikombinasikan dengan bangunan, nilai koefisien limpasan (C) bisa melonjak drastis (dari sekitar 0,1-0,2 menjadi 0,6-0,8), yang secara langsung melipatgandakan debit air yang harus dibuang ke drainase.

4. Risiko Banjir Berulang

Karena sifat asli gambut sebagai cekungan penampung air, mengubahnya menjadi permukiman berarti menempatkan manusia di area yang secara alami adalah "parkiran air". Tanpa sistem pompa atau kolam retensi yang memadai, luapan drainase menjadi fenomena rutin karena air tidak lagi memiliki ruang di dalam tanah yang sudah padat dan kering.

4.6. Mitigasi Dampak Lingkungan

Berdasarkan dampak-dampak lingkungan yang telah diidentifikasi, strategi mitigasi harus difokuskan pada pemulihan fungsi hidrologi lahan gambut dan pengendalian volume limpasan permukaan di kawasan permukiman. Langkah mitigasi yang dapat dilakukan antara lain:

1. Mitigasi Teknis: Sistem Drainase Berkelanjutan

Penerapan konsep Sustainable Drainage System of Urban Settlement on Peatland. Sistem ini merupakan kesatuan dari beberapa tindakan teknis dari pembangunan kolam retensi, pemanenan air hujan, sumur resapan dan biopori, serta sistem bioretensi.

- a. Pembangunan Kolam Retensi ini dilakukan dengan menambahkan kolam untuk menampung dan meresapkan air hujan secara sementara. Penelitian terdahulu yaitu upaya mereduksi dan meretensi kelebihan air pada kawasan perumahan di lahan gambut, melakukan simulasi yang menunjukkan bahwa kolam retensi dapat mengurangi total limpasan (*runoff*) hingga 24,7% dan debit puncak sebesar 22,66% (Nomeritae, 2022).
- b. Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) sebagai teknologi tepat guna yang berfungsi penampungan air hujan dari atap bangunan agar tidak langsung jatuh ke tanah dan menjadi limpasan.

- c. Sumur Resapan dan Biopori: Penerapan teknik ini di setiap unit bangunan bertujuan agar air hujan meresap sebanyak-banyaknya ke dalam tanah, sehingga mengurangi beban saluran drainase.
- d. Sistem Bioretensi: Menggunakan media vegetasi untuk menyerap dan menyaring air limpasan sebelum dialirkan ke sistem pembuangan.

2. Pengendalian Subsiden dan Karakteristik Gambut

Untuk mengatasi penurunan muka tanah (subsiden) dan hilangnya "efek spons" gambut, mitigasi dilakukan melalui manajemen tinggi muka air tanah dan sekat kanal. Manajemen Tinggi Muka Air Tanah (TMA) agar lahan gambut tetap basah dengan meminimalkan kedalaman drainase. Menurut PP No. 71 Tahun 2014 lahan gambut fungsi budidaya dinyatakan rusak jika TMA lebih dari 0,4 meter di bawah permukaan. Sekat Kanal dilakukan dengan membangun sekat pada parit atau kanal untuk mencegah pengeringan gambut yang berlebihan (*over-drained*) yang dapat memicu kebakaran dan subsiden permanen.

3. Mitigasi Struktural dan Penataan Ruang

Mitigasi struktural dan penataan ruang harus berdasarkan risiko. Perlu dilakukan review Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang terintegrasi dengan kajian risiko bencana untuk menghindari pembangunan di area rawan banjir atau bantaran sungai. Sehingga review tersebut sedapat mungkin mengarahkan pembangunan untuk menghindari daerah tangkapan air (DTA) dan mengharuskan adanya area terbuka hijau sebagai penghambat fisik laju air permukaan. Karena sumber air sebagian besar berasal dari air hujan maka perlu merancang infrastruktur drainase berdasarkan analisis intensitas curah hujan, seperti periode ulang 10 tahun sebesar 14,45 mm/jam. Sebagai upaya antisipasi debit puncak yang semakin besar akibat alih fungsi lahan.

4. Restorasi dan Konservasi Vegetatif

Konsep Reforestasi dan Rehabilitasi adalah melakukan penanaman kembali vegetasi alami di lahan kritis untuk mengembalikan fungsi intersepsi (menahan tetesan hujan) dan memperlambat aliran permukaan melalui hambatan akar dan seresah. Upaya restorasi lahan gambut di beberapa tempat sekitar penelitian sangat diperlukan untuk mengembalikan kondisi fisik dan hidrologis lahan yang telah rusak agar mampu kembali menyimpan air secara alami.

5. Mitigasi Non-Struktural (Sosial & Kebijakan)

Selain mitigasi secara teknis, diperlukan juga mitigasi melalui kebijakan dan sosial. Bidang kebijakan dilakukan dengan beberapa upaya seperti dibawah ini:

- a. Penguatan Regulasi Daerah: Provinsi Kalimantan Tengah perlu menetapkan dan memperkuat peraturan daerah (Perda) tentang penyelenggaraan penanggulangan bencana, termasuk melegalkan Dokumen Kajian Risiko Bencana (KRB) agar menjadi landasan hukum yang kuat bagi pembangunan daerah.
- b. Integrasi dalam Penataan Ruang: Melakukan pemutakhiran Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang terintegrasi dengan kajian risiko bencana,. Hal ini bertujuan untuk mengontrol penggunaan lahan, seperti mengarahkan pembangunan agar menghindari daerah rawan banjir atau kawasan lindung.
- c. Penegakan Hukum yang Tegas: Menerapkan sanksi tegas terhadap pelanggaran hukum terkait budidaya dan konversi lahan gambut untuk meminimalkan risiko kebakaran hutan dan lahan. Kebijakan ini juga mencakup larangan penambangan pasir di area pesisir yang rawan abrasi.
- d. Sinkronisasi Program: Menyelaraskan rekomendasi KRB dengan Rencana Nasional Penanggulangan Bencana (RENAS PB) untuk memastikan konektivitas program dari tingkat pusat hingga kabupaten/kota.
- e. Kebijakan Komunikasi Lintas Lembaga: Memperkuat mekanisme komunikasi bencana antar-instansi untuk melaksanakan program bersama, seperti sistem peringatan dini dan rencana evakuasi yang terstruktur.

Bidang sosial dapat dilakukan dengan beberapa upaya dibawah ini:

- a. Edukasi Masyarakat: Melakukan penyuluhan dan kampanye secara rutin mengenai mitigasi bencana, respon saat kejadian, serta pentingnya menjaga lingkungan.
- b. Pembangunan Desa Tangguh Bencana: Meningkatkan kapasitas masyarakat melalui pelatihan fasilitator dan penerapan indikator desa secara komprehensif di desa-desa yang berada pada kawasan risiko tinggi.
- c. Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat: Mendorong pembentukan kelompok-kelompok kesiapsiagaan mandiri yang mampu melakukan simulasi/geladi secara periodik dan mengoperasikan sistem peringatan dini di tingkat lokal.
- d. Integrasi Kearifan Lokal: Mengakomodasi dan menghormati pengetahuan tradisional masyarakat (seperti sistem *Petak Sahep* Dayak Ngaju atau konsep

Pamali) dalam praktik konservasi modern untuk menciptakan pengelolaan lingkungan yang lebih inklusif dan diterima masyarakat.

- e. Manajemen Konflik Tenurial: Mengembangkan model pengelolaan kolaboratif (*co-management*) dan dialog autentik untuk menyelesaikan sengketa lahan serta memastikan masyarakat memiliki akses legal melalui skema Perhutanan Sosial atau Objek Reforma Agraria.

BAB V

KESIMPULAN

1. Perubahan terjadi pada penggunaan lahan yang sangat drastis di area seluas 670.000 m² dari tahun 2014 hingga 2025. Lahan terbangun (permukiman) meningkat pesat dari 7% menjadi 39%, sementara lahan terbuka mengalami penyusutan dari 93% menjadi hanya 61%. Hal ini menunjukkan adanya intensifikasi pembangunan kawasan perumahan yang mengubah karakteristik permukaan tanah.
2. Perubahan tata guna lahan dari permukaan berpori menjadi kedap air (semen, aspal, atap) menyebabkan koefisien limpasan C meningkat dari 0,260 pada tahun 2014 menjadi 0,292 pada tahun 2025. Dampak langsungnya adalah peningkatan volume air yang tidak terserap ke tanah, di mana debit limpasan melonjak dari 700,54 m³/detik menjadi 787,09 m³/detik pada periode yang sama.
3. Terdapat tren peningkatan nilai curah hujan harian maksimum di Kota Palangka Raya, dari 99,0 mm pada tahun 2023 menjadi 122,8 mm pada tahun 2025. Analisis frekuensi menunjukkan intensitas hujan periode ulang 10 tahun sebesar 14,44 mm/jam, yang menjadi beban utama bagi sistem drainase wilayah.
4. Alih fungsi lahan gambut untuk permukiman mengakibatkan hilangnya kemampuan menyimpan air serta memicu terjadinya subsidensi akibat oksidasi dan pengeringan gambut. Tanpa mitigasi, hal ini menciptakan risiko banjir berulang karena elevasi permukiman yang semakin rendah dibandingkan saluran pembuangan.
5. Mitigasi dampak lingkungan harus dilakukan melalui kombinasi teknis (drainase berkelanjutan/SDgS), struktural (penataan ruang berbasis risiko), dan non-struktural (kebijakan dan sosial). Penerapan kolam retensi terbukti efektif mereduksi total limpasan hingga 24,7%, sementara menjaga tinggi muka air tanah di atas 0,4 meter sangat krusial untuk mencegah kerusakan permanen ekosistem gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari, G. Z., & Syaifuddin, S. (2023). Sifat fisik-mekanis dan kapasitas retensi air pada lahan gambut terdegradasi di Kalimantan Tengah. *Jurnal Pengelolaan Lahan Basah*, 11(2), 89-101.
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Brueggemann, R. (2005). *Sprawl: A Compact History*. Chicago: University of Chicago Press.
- Butler, D., & Davies, J. (2011). *Urban Drainage* (3rd ed.). London: Spon Press.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Dohong, A., Harrison, M. E., & Headhunter, S. (2017). *A review of the drivers of tropical peatland degradation in South East Asia*. *Land Degradation & Development*, 28(7), 2036-2048.
- Eckart, J., Chang, Z., & Ghisi, E. (2017). *Low Impact Development practices: A review of current research and future perspectives*. *Water*, 9(12), 912.
- Gandois, L., & Dohong, A. (2022). *Water table drawdown and carbon emissions from drained tropical peatlands in Central Kalimantan*. *Peatland Conservation and Management*, 5(4), 212-226.
- Hans, M., & Harrison, M. E. (2023). *Physical degradation and irreversible drying of tropical peat due to micro-drainage channels in urban settlements*. *Land Degradation & Development*, 34(8), 2241-2255.
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES Secretariat, Bonn, Germany.
- Kuichling, E. (1889). *The relation between the rainfall and the discharge of sewers in populous districts*. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 20(1), 1-56.
- Lambin, E. F., & Geist, H. J. (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Leopold, L. B. (1968). *Hydrology for Urban Land Planning: A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use*. Washington DC: USGS Circular 554.
- Malthus, T. R. (1798). *An Essay on the Principle of Population*. London: J. Johnson.
- Manoli, G., Fatichi, S., Schläpfer, M., Yu, K., Zhou, X., Bou-Zeid, & Katul, G. G. (2019). *Magnitude of urban heat islands explained by biophysical drivers*. *Nature*, 573(7772), 55-60.
- McCuen, R. H. (2016). *Hydrologic Analysis and Design* (4th ed.). Pearson.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Arnell, A. P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S., ... & Purvis, A. (2016). *Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment*. *Science*, 353(6296), 288-291.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12/PRT/M/2014 tentang *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Ponce, V. M. (2014). *Engineering Hydrology: Principles and Practices* (2nd ed.). Online Edition.
- Prince, V. M. (2014). *Engineering Hydrology: Principles and Practices* (2nd ed.). Online Edition.
- Seto, K. C., Guneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). *Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.

- SNI 03-3424-1994. *Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Permukaan Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data* (Vol. 1). Bandung: Nova.
- Subramanya, K. (2013). *Engineering Hydrology* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Subramanya, K., & Kumar, R.** (2022). *Statistical hydrology: Application of Log-Pearson Type III and Gumbel distributions for urban drainage designs in tropical zones*. *Hydrology Research*, 53(4), 567-582.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sutapa, I. W.** (2021). Evaluasi kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) menggunakan Rumus Mononobe untuk wilayah dengan data takaran hujan harian terbatas. *Jurnal Teknik Hidrolik*, 12(2), 105-118.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Twisa, S., & Buchroithner, M. F. (2019). *Land-use and land-cover changes and their impact on surface runoff in the Wami River Basin, Tanzania*. *Land*, 8(9), 132.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 26 Tahun 2007 tentang *Penataan Ruang*. Jakarta.
- United States Geological Survey (USGS). (2001). *Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data*. Geological Survey Professional Paper 964. Washington.
- Ward, K., Lauf, S., Kleinschmit, B., & Endlicher, W. (2016). *Can carbon-centric land use planning mitigation strategies also reduce urban heat island effects?* *Urban Climate*, 15, 1-12.
- Yunus, J. A. (2000). *Struktur Tata Ruang Kota*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.