ISSN : 2089-6743
e-ISSN : 2797-426X

# INTEGRASI *BAGA PALEMAHAN* DAN INFRASTRUKTUR SIPIL: MODEL MANAJEMEN BANJIR ROB DAN FLUVIAL BERBASIS KEARIFAN LOKAL DI DESA ADAT SIDAKARYA, DENPASAR

**Ida Bagus Suryatmaja[1], Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa[2*], Ni Luh Made Ayu Mirayani Pradnyadari[3]**

*[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati Denpasar*
*[*]Email: ritaka2020@unmas.ac.id*
*This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.*

**ABSTRAK:** Desa Adat Sidakarya yang terletak di kawasan pesisir Kota Denpasar menghadapi ancaman ganda berupa banjir rob akibat pasang laut maksimum dan banjir fluvial akibat luapan sungai saat curah hujan tinggi. Pendekatan infrastruktur teknis semata (*hard engineering*) sering kali tidak optimal akibat alih fungsi lahan yang masif dan lemahnya kepatuhan sosial terhadap sempadan sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan merumuskan model manajemen banjir hibrida yang menyatukan kearifan lokal tata ruang Bali, yaitu Baga Palemahan, dengan infrastruktur sipil. Melalui pendekatan kualitatif-deskriptif dan strategi studi kasus, data dikumpulkan melalui observasi spasial, wawancara mendalam, serta telaah dokumen awig-awig. Hasil penelitian menunjukkan bahwa infrastruktur fisik seperti pintu air pasang surut, sumur resapan, dan sistem polder dapat disinergikan dengan revitalisasi Telajakan dan Teba sebagai bioretensi alami. Selain itu, penegakan Awig-awig terkait kesucian Loloan (muara/sungai) terbukti efektif sebagai perisai non-struktural yang melindungi infrastruktur fisik. Model integrasi ini direkomendasikan untuk dilegalisasi melalui Peraturan Tata Ruang Air Desa Adat yang tidak hanya meningkatkan resiliensi hidrologis kawasan pesisir, tetapi juga melestarikan nilai-nilai ekologis dan kultural masyarakat Bali.

**Kata kunci**: Baga Palemahan, Infrastruktur Sipil, Manajemen Banjir, Banjir Rob, Desa Adat Sidakarya.

***ABSTRACT**: Sidakarya Traditional Village, located in the coastal area of Denpasar City, faces a double threat in the form of flash floods due to maximum sea tides and fluvial floods due to river overflows during high rainfall. The approach of technical infrastructure alone (hard engineering) is often not optimal due to massive land conversion and weak social compliance with river boundaries. This research aims to fill this gap by formulating a hybrid flood management model that unites the local wisdom of Balinese spatial planning, namely Baga Palemahan, with civil infrastructure. Through a qualitative-descriptive approach and case study strategy, data were collected through spatial observation, in-depth interviews, and document analysis. The results of the study show that physical infrastructure, such as tidal floodgates, infiltration wells, and polder systems, can be integrated with the revitalization of Telajakan and Teba to serve as natural bioretention. In addition, the enforcement of Awig-awig related to the sanctity of Loloan (estuary/river) has proven effective as a non-structural shield that protects physical infrastructure. This integration model is recommended to be legalized through the Customary Village Water Spatial Regulation, which not only increases the hydrological resilience of coastal areas but also preserves the ecological and cultural values of the Balinese people.*

***Keywords:** Baga Palemahan, Civil Infrastructure, Flood Management, Coastal Flooding, Sidakarya Traditional Village*

## PENDAHULUAN

Kota Denpasar saat ini menghadapi tantangan besar berupa laju urbanisasi yang memicu alih fungsi lahan secara masif. Perkembangan pesat di sektor pariwisata dan permukiman telah mereduksi luasan kawasan resapan air alami secara drastis. Kondisi ini secara langsung meningkatkan kerentanan kawasan pesisir terhadap ancaman bencana hidrometeorologi di tengah isu perubahan iklim global. Oleh karena itu, perencanaan tata ruang perkotaan harus segera mengevaluasi daya dukung lingkungan pesisir agar kerugian infrastruktur dapat diminimalkan (Bappeda Kota Denpasar, 2023).

Desa Adat Sidakarya merupakan salah satu kawasan pesisir di selatan Denpasar yang memiliki karakteristik topografi dataran rendah dan berbatasan langsung dengan estuari. Posisi geografis ini menjadikannya sangat rentan terhadap ancaman banjir fluvial akibat luapan Tukad Punggawa saat curah hujan tinggi. Pada saat yang sama, desa ini juga menghadapi ancaman banjir rob akibat kenaikan muka air laut yang mendorong air masuk melalui muara sungai. Pertemuan antara debit limpasan permukaan dan pasang air laut ekstrem menciptakan efek air balik (*backwater*) yang memperparah genangan di permukiman warga (Kodoatie & Sjarief, 2010). Selama ini, intervensi pemerintah dalam menangani

banjir di kawasan tersebut lebih didominasi oleh pendekatan infrastruktur fisik (*hard engineering*). Pembangunan tanggul beton dan normalisasi saluran sering kali menghadapi kendala teknis, seperti pembebasan lahan yang mahal dan birokrasi yang rumit. Selain itu, pendekatan struktural semata sering mengabaikan dinamika sosial masyarakat, sehingga fasilitas yang dibangun cepat rusak akibat rendahnya tingkat kepedulian warga. Padahal, penyelesaian masalah tata air di kawasan urban yang kompleks selalu membutuhkan integrasi yang seimbang antara rekayasa teknis dan adaptasi perilaku masyarakat setempat (Suhardiman et al., 2014).

Masyarakat Bali memiliki kearifan lokal yang sangat kuat dalam menata ruang berdasarkan filosofi Tri Hita Karana, khususnya pada aspek Baga Palemahan. Konsep Baga Palemahan secara mendalam menekankan pentingnya menjaga keharmonisan dan keseimbangan antara aktivitas peradaban manusia dan ekosistem alam di sekitarnya. Praktik tradisional seperti keberadaan telajakan (taman transisi hijau di depan pekarangan) dan teba (pekarangan terbuka di belakang rumah) dalam arsitektur Bali sesungguhnya berfungsi secara ekologis sebagai area bioretensi alami, yaitu sistem retensi vegetatif yang memanfaatkan tanaman dan pori tanah untuk menangkap, menyaring, sekaligus meresapkan air hujan secara biologis. Eksistensi kedua ruang ini krusial untuk mencegah kondisi zero infiltration (fenomena kedap air total akibat penutupan permukaan tanah oleh semen/beton yang memangkas kapasitas infiltrasi hingga nol dan memicu 100% air hujan langsung menjadi limpasan permukaan). Selain itu, penyucian kawasan loloan (muara sungai) dalam kaidah hukum adat sangat efektif untuk mencegah pendirian bangunan permanen yang menghalangi laju aliran air (Wiryawan & Ernawati, 2024).

Pengintegrasian antara kearifan ekologis tradisional dan teknologi infrastruktur sipil modern menawarkan paradigma baru berupa model hibrida untuk mitigasi bencana pesisir. Infrastruktur sipil seperti pintu air pasang surut dan sistem polder berkapasitas besar sangat krusial untuk menangani volume air ekstrem yang tidak lagi dapat dikendalikan secara alami. Di sisi lain, instrumen Baga Palemahan bertindak sebagai mitigasi nonstruktural yang memastikan kedisiplinan masyarakat agar tidak mengalihfungsikan daerah tangkapan air dan melanggar sempadan sungai. Sinergi harmonis dari kedua pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan resiliensi kawasan karena masyarakat merasa memiliki tanggung jawab kultural terhadap infrastruktur yang telah dibangun (Sudaryono, 2017).

Berbagai penelitian terdahulu pada umumnya masih memisahkan rumusan teknis rekayasa hidrologi dari kajian tata kelola budaya masyarakat adat. Sebagai contoh, (Suputra et al., 2020) Telah merumuskan model mitigasi bencana banjir rob berbasis partisipasi masyarakat di kawasan Bali Selatan. Namun, studi tersebut belum mengintegrasikannya dengan penanganan banjir fluvial secara simultan serta belum menjabarkan pelembagaan hukum adat yang spesifik untuk melindungi infrastruktur drainase perkotaan. Oleh karena itu, masih terdapat kesenjangan literatur yang signifikan terkait model tata kelola hibrida yang komprehensif. Artikel ini bertujuan merumuskan model manajemen banjir rob dan banjir fluvial yang adaptif serta spesifik terhadap kondisi topografi dan demografi di Desa Adat Sidakarya. Kebaruan penelitian konseptual ini terletak pada formulasi model manajemen hibrida yang secara eksplisit menyinergikan infrastruktur sipil modern dengan tiga pilar Baga Palemahan (Telajakan, Teba, dan Loloan) melalui pembagian tiga zona spasial intervensi (mikro, meso, makro) yang diperkuat secara legal melalui Perarem Tata Ruang Air Desa Adat.

**Dinamika Banjir Fluvial dan Rob di Kawasan Pesisir Urban**

Kawasan pesisir urban merupakan wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana hidrometeorologi, terutama akibat kombinasi faktor darat dan laut. Banjir pesisir tidak hanya dipicu oleh kenaikan muka air laut global, tetapi juga diperparah oleh penurunan muka tanah akibat ekstraksi air tanah berlebihan di perkotaan (Marfai & King, 2008). Di daerah estuari seperti Denpasar Selatan, ancaman tersebut menjadi ganda akibat interaksi antara banjir fluvial (luapan sungai akibat curah hujan tinggi di hulu) dan banjir rob (pasang surut air laut). Ketika debit puncak limpasan permukaan dari wilayah hulu bertabrakan dengan elevasi pasang laut maksimum (*backwater effect*), sistem drainase alamiah maupun buatan akan kehilangan kapasitas pengalirannya, sehingga menyebabkan genangan berdurasi panjang di wilayah dengan elevasi rendah seperti Desa Adat Sidakarya (Abidin et al., 2015).

**Pendekatan Infrastruktur Sipil dalam Pengendalian Banjir**

Secara konvensional, penanganan banjir di perkotaan sangat bergantung pada pendekatan rekayasa struktural (*hard engineering*). Infrastruktur sipil seperti pembangunan tanggul (*levee*), normalisasi sungai, pembuatan polder, dan instalasi pintu air pasang surut (*tidal gate*) merupakan instrumen utama

dalam tata ruang air perkotaan (Kodoatie, 2021). Sistem polder yang dilengkapi pompa berkapasitas besar menjadi solusi mutlak bagi kawasan yang elevasinya berada di bawah atau sama dengan muka air laut pasang (Tucci, 2007). Akan tetapi, ketergantungan penuh pada infrastruktur fisik memiliki kelemahan mendasar; selain membutuhkan biaya pembangunan dan pemeliharaan yang sangat tinggi, pendekatan ini sering gagal dalam jangka panjang jika tidak diiringi dengan manajemen ruang resapan di daerah tangkapan air (*catchment area*) serta pengendalian perilaku sosial masyarakat dalam membuang limbah (Tucci, 2007).

**Konsep *Baga Palemahan* dalam Tata Ruang Tradisional Bali**

Dalam struktur sosial dan ekologis masyarakat Bali, pengelolaan tata ruang tidak dapat dilepaskan dari filosofi Tri Hita Karana, yang menekankan keseimbangan antara manusia dengan Tuhan (*Parahyangan*), sesama manusia (*Pawongan*), dan lingkungan alam (*Palemahan*) (Windia & Wiguna, 2013). *Baga Palemahan* pada skala mikro (pekarangan rumah) diwujudkan melalui eksistensi *Telajakan* (area transisi hijau antara batas luar pekarangan dan jalan) serta *Teba* (pekarangan belakang) (Samadhi, 2001). Kedua area ini secara tradisional berfungsi ganda sebagai ruang estetika-kultural dan area resapan air hujan yang sangat efektif. Di skala makro, elemen air seperti sungai dan muara (*Loloan*) diposisikan sebagai ruang yang disucikan (Wiryawan & Ernawati, 2024). Kawasan *Loloan* dijaga melalui aturan tak tertulis dan *awig-awig* (hukum adat) yang melarang keras pencemaran serta pembangunan fisik yang menghalangi aliran air, sehingga menjadikannya sempadan alamiah yang kuat secara kultural.

**Sinergi Kearifan Lokal dan Rekayasa Sipil (Pendekatan Hibrida)**

Menghadapi kompleksitas bencana iklim, paradigma manajemen bencana modern mulai bergeser dari dominasi infrastruktur fisik semata menuju pendekatan hibrida yang mengintegrasikan pengetahuan dan kearifan lokal (*indigenous knowledge*). Penggabungan strategi ilmiah (infrastruktur teknis) dengan strategi kultural (kearifan lokal) akan menghasilkan tingkat resiliensi komunitas yang jauh lebih tangguh dan berkelanjutan (Mercer et al., 2010). Secara historis, struktur masyarakat Bali memang menempatkan nilai kultural dan institusi adat sebagai pusat pengorganisasian sosial dan ruang komunal (Geertz, 1980). Dalam konteks Bali *modern*, kelembagaan Desa Adat memiliki otoritas sosial yang sangat dihormati melebihi struktur administratif formal (Suhardiman et al., 2014). Sinergi ini tercapai ketika infrastruktur sipil seperti pintu air otomatis dan drainase modern dibangun oleh otoritas teknis (pemerintah), sementara operasional sosial, perlindungan area resapan (*Palemahan*), dan pemeliharaan ruang sungai ditegakkan melalui instrumen hukum adat seperti *Awig-awig* dan *Perarem* (Sudaryono, 2017). Upaya penguatan kapasitas kelembagaan lokal dan pelestarian nilai adat ini secara legal-formal juga telah dijamin oleh regulasi pemerintah daerah (Pemerintah Provinsi Bali, 2020).

## METODE PENELITIAN

**Pendekatan dan Desain Penelitian**

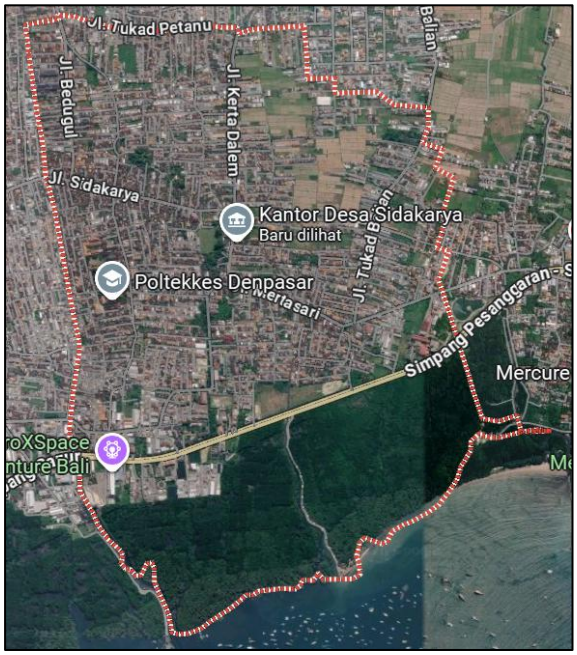
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-deskriptif dengan strategi studi kasus tunggal terjalin (*single-case embedded design*). Secara keilmuan, kajian ini mengadopsi pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan parameter teknis-hidrologis dari ilmu teknik sipil dengan analisis spasio-kultural dari ilmu arsitektur tradisional dan antropologi hukum adat. Pendekatan ini digunakan untuk merumuskan solusi mitigasi banjir yang tidak hanya valid secara teknis, tetapi juga adaptif terhadap nilai-nilai budaya setempat. Unit analisis terjalin (*embedded units*) yang dievaluasi secara spesifik meliputi tata guna lahan mikro persil pekarangan, zonasi fisik sempadan Tukad Punggawa, serta mekanisme penegakan sanksi tata air dalam dokumen komunal Desa Adat.

**Lokasi dan Penentuan Informan**

Lokasi penelitian ditetapkan di Desa Adat Sidakarya, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*) dengan mempertimbangkan dua karakteristik utama:

1. Karakteristik Geografis: Wilayah pesisir yang rentan terhadap risiko banjir rob (*tidal flood*) sekaligus banjir fluvial.
2. Karakteristik Kelembagaan: Memiliki kelembagaan adat yang kuat dalam pengelolaan ruang dan lingkungan.

Informan kunci (*key informants*) dalam penelitian ini ditentukan secara *purposive*, meliputi unsur otoritas adat (*Bendesa* dan *Prajuru* Desa Adat), otoritas teknis (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang/PUPR), serta masyarakat yang terdampak langsung oleh bencana banjir.




*Gambar 1. Lokasi Penelitian di Desa Sidakarya*
*Sumber: Google Maps, 2026.*

**Jenis, Sumber, dan Teknik Pengumpulan Data**

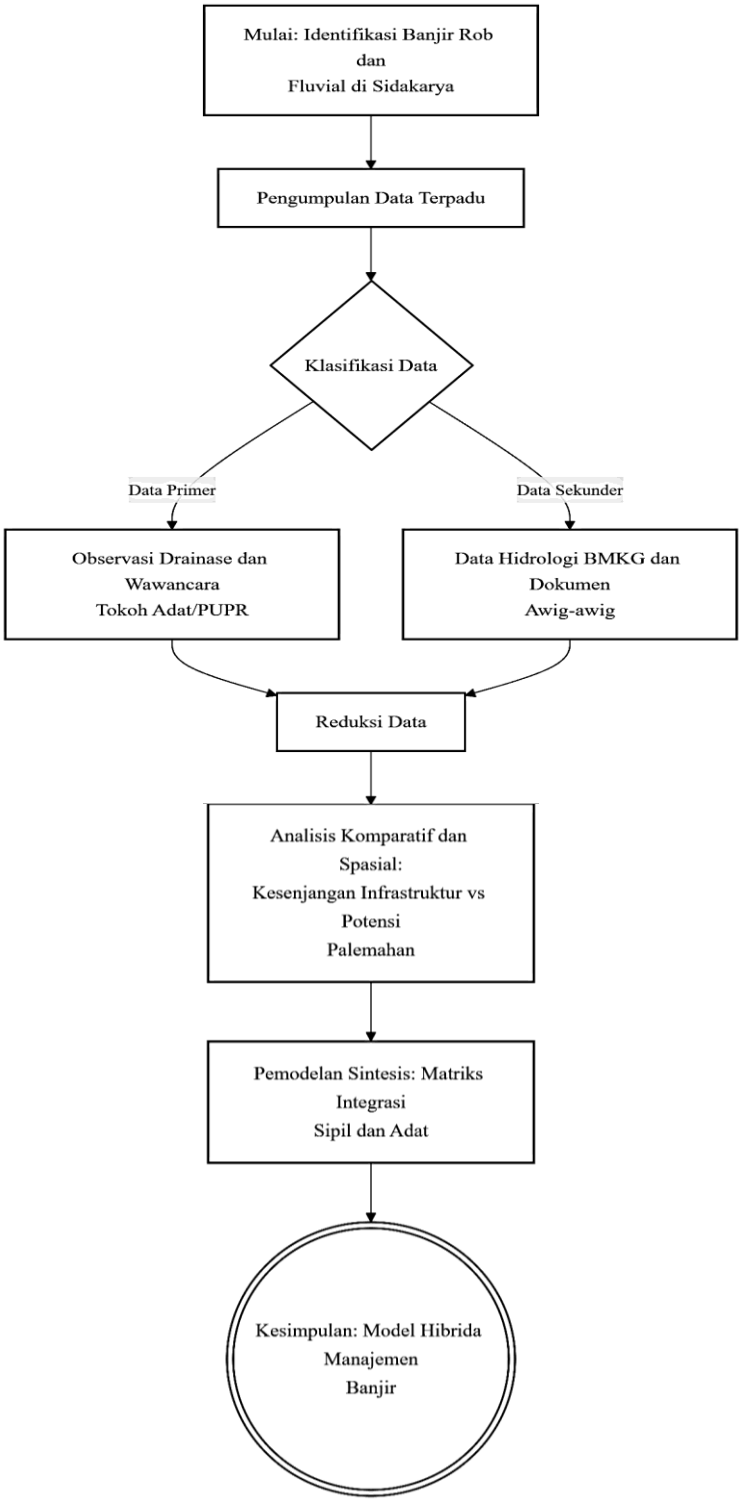
Untuk menjaga keabsahan data, penelitian ini menerapkan teknik triangulasi data (sumber dan metode). Data yang dikumpulkan diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama:

1. Data Primer: Diperoleh melalui observasi lapangan secara langsung terhadap kondisi fisik elemen *Palemahan* (tata ruang hilir/pesisir) dan infrastruktur sistem drainase yang eksisting, serta melalui wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan para informan kunci mengenai kondisi banjir aktual dan peran kelembagaan adat.
2. Data Sekunder: Diperoleh melalui studi dokumentasi yang meliputi peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Denpasar, data pasang surut air laut dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), serta dokumen regulasi lokal berupa *Awig-awig* Desa Adat Sidakarya yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan.

**Prosedur Tahapan Penelitian dan Analisis Data**

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis dan divisualisasikan pada Gambar 1. Proses ini dibagi ke dalam empat tahap utama:

1. Tahap Identifikasi Awal: Mengidentifikasi karakteristik, penyebab, dan dampak banjir rob serta banjir fluvial di Desa Adat Sidakarya untuk memetakan kebutuhan data.
2. Tahap Reduksi Data: Proses penyaringan, pemilihan, dan penyederhanaan seluruh data primer dan sekunder yang telah terkumpul agar terfokus pada tujuan penelitian berdasarkan kerangka analisis kualitatif (Miles et al., 2014).
3. Tahap Analisis Spasial-Komparatif: Membandingkan kondisi infrastruktur drainase eksisting dengan potensi kerawanan fisik wilayah. Analisis ini ditujukan untuk mengidentifikasi kesenjangan (*gap*) antara kapasitas sistem drainase aktual dan kebutuhan penanganan banjir di lapangan.
4. Tahap Pemodelan Sintesis (Matriks Integrasi): Menyusun matriks integrasi yang menghubungkan parameter teknis teknik sipil dengan aspek hukum adat dan/atau kearifan lokal. Hasil sintesis ini mendasari penarikan kesimpulan berupa Model Hibrida Manajemen Banjir, yaitu model rekomendasi mitigasi dan adaptasi banjir berkelanjutan yang mengombinasikan solusi rekayasa teknis dengan basis budaya masyarakat adat setempat.




*Gambar 2. Bagan Alir Penelitian*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Kerentanan Banjir dan Kesenjangan Infrastruktur

Desa Adat Sidakarya yang berbatasan langsung dengan estuari Teluk Benoa memiliki karakteristik hidrologis yang sangat kompleks. Untuk menilai skala risiko hidrometeorologi di wilayah studi secara terukur, karakteristik fisik dan parameter kuantitatif banjir di Desa Adat Sidakarya dipetakan melalui integrasi data sekunder BMKG (BMKG, 2025) Serta hasil observasi lapangan ekstrem yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

*Tabel 1. Parameter Hidrologi Eksisting dan Skala Genangan Banjir di Desa Adat Sidakarya*

| Parameter Hidro-Oseanografi | Nilai / Ukuran Kuantitatif | Dampak Spasial Terukur di Lapangan |
|---|---|---|
| Elevasi Topografi Wilayah | 0 hingga 3 mdpl | Wilayah dataran rendah sangat rawan terhadap *backwater effect* saat pasang laut. |
| Elevasi Pasang Maksimum (*Spring Tide*) | +2,1 meter (di atas permukaan laut) | Air laut menyusup sejauh 1,2 km ke daratan melalui muara Tukad Punggawa. |
| Intensitas Curah Hujan Ekstrem (BMKG) | > 100 mm/hari (Kategori Hujan Sangat Lebat) | Limpasan permukaan dari hulu Denpasar melonjak drastis hingga melampaui kapasitas tampung saluran. |
| Rata-rata Tinggi Genangan Banjir Fluvial | 30 cm hingga 75 cm (Kondisi Eksisting) | Melumpuhkan akses jalan utama gang dan merendam area *nista mandala* (pelataran luar) pura jajaran. |
| Durasi Genangan Terlama | 4 hingga 7 jam pasca-hujan | Akibatnya, laju pengaliran menuju muara terhambat oleh elevasi pasang surut yang tinggi. |

Ketika curah hujan ekstrem bertepatan dengan pasang surut, terjadi *efek backwater* (efek air balik). Debit air limpasan tertahan dan tidak dapat mengalir ke laut, sehingga meluap dan merendam permukiman di wilayah hilir seperti Banjar Suwung Kangin. Genangan yang berlangsung lama ini tidak hanya merusak fasilitas publik dan rumah warga, tetapi juga mengganggu aktivitas perekonomian lokal serta ritual keagamaan di area komunal (pura).

Secara teknis, infrastruktur sipil yang sudah ada, seperti pintu air pasang surut, mengalami penurunan fungsi yang parah. Kapasitas pengaliran tereduksi secara signifikan akibat penumpukan sedimen dan limbah domestik. Selain itu, pelanggaran sempadan sungai yang masif akibat bangunan permanen warga membatasi akses alat berat dari Dinas PUPR, sehingga normalisasi alur sungai tidak dapat dilakukan secara optimal. Wilayah ini dalam RTRW Kota Denpasar sejatinya ditetapkan dengan kode R-2 untuk permukiman dengan kepadatan menengah, namun implementasi sempadan fisiknya masih lemah.

**Degradasi Implementasi *Baga Palemahan***

Di sisi lain, instrumen tata ruang kultural Bali di Sidakarya juga mengalami pelemahan drastis akibat tekanan ekonomi dan kepadatan penduduk di kawasan perkotaan. Secara tradisional dalam konsep *Baga Palemahan*, setiap persil rumah harus memiliki *Telajakan* (area hijau transisi di depan tembok pekarangan) dan *Teba* (halaman belakang) yang berfungsi secara ekologis sebagai bioretensi alami (menyerap air hujan).

Namun, observasi spasial menunjukkan bahwa saat ini mayoritas pekarangan warga di Sidakarya telah mengalami betonisasi atau pengaspalan total (*zero infiltration*). Ruang-ruang resapan ini diubah fungsinya menjadi area parkir, ruko komersial, atau rumah indekos. Hilangnya vegetasi dan pori-pori tanah ini secara tajam meningkatkan koefisien limpasan (*runoff coefficient*). Air hujan tidak lagi diserap oleh tanah, melainkan langsung melimpah menjadi beban tambahan bagi drainase mikro di gang-gang desa yang kapasitasnya sangat terbatas. Selain itu, kawasan sempadan sungai (*Loloan*) yang secara tradisional disucikan kini semakin terdesak pemukiman padat.

**Model Sintesis Integrasi: Manajemen Banjir Berbasis *Palemahan* dan Sipil**

Mengatasi kegagalan pendekatan tunggal yang hanya bertumpu pada cor beton, penelitian ini merumuskan Model Manajemen Banjir Hibrida. Model ini memposisikan infrastruktur sipil sebagai komponen fungsional hidrologis (perisai keras), sedangkan nilai-nilai *Baga Palemahan* dan hukum adat berfungsi sebagai instrumen perlindungan nonstruktural serta perekat kohesi sosial (perisai lunak).

Integrasi antar dua disiplin ini dipetakan secara spasial pada tabel berikut:

*Tabel 2. Matriks Integrasi Infrastruktur Sipil dan Baga Palemahan*

| Zona Spasial | Solusi Infrastruktur Sipil (*Hard Engineering*) | Pendekatan *Baga Palemahan* dan Hukum Adat |
|---|---|---|
| **Zona Mikro (Permukiman)** | Pembuatan sumur resapan, biopori, dan perbaikan dimensi drainase lingkungan. | Kewajiban mempertahankan 15% lahan untuk *Telajakan/Teba*. Pelarangan betonisasi pekarangan 100%. |
| **Zona Meso (Sempadan Sungai)** | Pembangunan tanggul penahan tanah yang ramah lingkungan serta pengerukan alur sungai. | Mengaktifkan kembali status *Loloan* sebagai area suci. Penegakan sempadan fisik melalui pengawasan *Pecalang*. |

| Zona Spasial | Solusi Infrastruktur Sipil (*Hard Engineering*) | Pendekatan *Baga Palemahan* dan Hukum Adat |
|---|---|---|
| **Zona Makro (Muara Estuari)** | Instalasi pintu klep otomatis, stasiun pompa air, dan kolam retensi (*polder*). | Implementasi tradisi *Ngayah* dan *Mareresik* secara komunal di fasilitas pompa dan muara air. |

Skema integrasi antar dua disiplin ini diwujudkan melalui pembagian zona dan peran kelembagaan seperti yang divisualisasikan pada:




*Gambar 3. Skema Integrasi Hibrida*

**Efektivitas Operasionalisasi Kelembagaan Adat**

Kekuatan model hibrida ini bertumpu pada analisis komparatif efektivitas instrumen hukum adat (*Awig-awig*/*Perarem*) dan instrumen hukum formal pemerintah (Perda RTRW Kota Denpasar). Selama ini, instrumen formal seperti Perda RTRW memiliki kelemahan dalam pengawasan lapangan dan rentang kendali birokrasi yang jauh, sehingga sanksi administratif sering kali terlambat dijatuhkan

kepada warga yang melanggar sempadan sungai atau membeton seluruh pekarangan. Sebaliknya, *Awig-awig* Desa Adat memiliki keunggulan kompetitif berupa pengawasan melekat secara *real-time* oleh kelembagaan *Pecalang*. Perbandingan deterministik kedua sistem tata kelola ini disajikan pada Tabel 3.

*Tabel 3. Analisis Komparatif Instrumen Kelembagaan Formal dengan Kelembagaan Adat Bali dalam Tata Kelola Air*

| Atribut Komparasi | Kelembagaan Formal (Perda RTRW / Dinas PUPR) | Kelembagaan Adat (Awig-awig / Perarem Desa Adat) |
|---|---|---|
| Dasar Hukum | Undang-Undang Formal dan Peraturan Daerah | Hukum Adat, Filosofi Tri Hita Karana (Baga Palemahan) |
| Mekanisme Kontrol | Patroli berkala Satpol PP / Aparat Birokrasi | Pengawasan melekat harian oleh *Pecalang* dan *Prajuru* |
| Sifat Sanksi | Material-Administratif (Denda uang, penyegelan formal) | Berlapis: *Sekala* (Denda *artha*, fisik) dan *Niskala* (Sanksi moral/sosial dalam *Sangkep*) |
| Tingkat Kepatuhan Warga | Moderat (Sering terjadi kucing-kucingan dengan petugas) | Sangat Tinggi (Adanya rasa takut secara kultural dan sanksi sosial *lek*) |
| Respons Terhadap Kerusakan | Lambat (Menunggu siklus anggaran APBD tahunan) | Cepat dan Responsif (Langsung melalui mekanisme gotong royong/*Ngayah*) |

Sinergi pada Gambar 3 terbukti sangat efektif untuk diaplikasikan karena memanfaatkan otoritas sosial yang masih hidup di masyarakat Bali. Legitimasi kelembagaan tradisional ini tidak hanya berlaku secara internal-komunal, melainkan juga diperkuat secara hukum oleh pemerintah daerah melalui kebijakan pelestarian nilai-nilai budaya lokal (Pemerintah Provinsi Bali, 2020). Pemerintah (Dinas PUPR) mengambil peran pada ranah makro, yaitu menangani konstruksi alat berat dan instalasi sistem pompa yang membutuhkan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) berskala besar. Di sisi lain, pemeliharaan operasional lingkungan di wilayah hilir diawasi secara ketat oleh Desa Adat melalui kelembagaan *Prajuru* dan *Pecalang*.

Penegakan tata ruang air dan kebersihan fasilitas sipil melalui sanksi *awig-awig* atau *Perarem* jauh lebih dipatuhi oleh masyarakat. Hal ini karena hukum adat Bali bersifat mengikat secara berlapis. Pelanggar dikenakan sanksi fisik atau material (sekala), seperti denda uang (*denda artha*) atau kewajiban untuk membersihkan selokan. Lebih dari itu, sanksi adat juga mengikat secara spiritual dan sosial (*Niskala*), di mana pelanggar harus menyampaikan permohonan maaf secara terbuka di depan rapat desa (*Sangkep*), yang menimbulkan efek jera berupa sanksi moral (*lek* atau rasa malu). Kepatuhan berbasis sanksi moral dan ekspresi kultural ini sejalan dengan karakteristik masyarakat Bali yang menempatkan nilai adat sebagai instrumen utama dalam menjaga keteraturan sosial (Geertz, 1980).

Tingkat kepatuhan komunal yang sangat tinggi ini secara langsung berdampak pada efisiensi APBD di tingkat pemerintah daerah. Beban pemeliharaan (*maintenance cost*) infrastruktur sungai dan drainase menurun drastis karena masyarakat, melalui tradisi Ngayah, secara sukarela bergotong royong (*Mareresik*) merawat fasilitas hidrologis di wilayah desa mereka. Integrasi ini membuktikan bahwa hukum adat merupakan instrumen terkuat untuk memastikan keberlanjutan umur rencana infrastruktur perkotaan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai integrasi tata ruang adat dan infrastruktur pengendali banjir di Desa Adat Sidakarya, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Kegagalan Pendekatan Tunggal: Kerentanan ganda Desa Adat Sidakarya terhadap banjir rob dan limpasan fluvial tidak dapat diselesaikan semata-mata melalui pendekatan teknis struktural. Infrastruktur sipil seperti pintu air dan tanggul mengalami penurunan fungsi akibat faktor sosial-antropogenik, seperti alih fungsi sempadan sungai dan hilangnya area resapan pekarangan akibat betonisasi masif.
2. Model Manajemen Hibrida: Pengendalian banjir yang adaptif memerlukan integrasi antara infrastruktur sipil dan kearifan lokal *Baga Palemahan*. Model ini membagi intervensi ke dalam tiga zona: (1) Zona Mikro, menyinergikan sumur resapan dengan revitalisasi *Telajakan* dan *Teba* sebagai area bioretensi; (2) Zona Meso, mengawinkan tanggul sungai dengan penegakan kesucian *Loloan* bebas bangunan; dan (3) Zona Makro, menggabungkan operasional polder mekanis dengan tradisi *Mareresik* (gotong royong) masyarakat.

3. Kekuatan Kelembagaan Adat: Instrumen hukum adat (*Awig-awig*) memiliki daya ikat kepatuhan yang jauh lebih kuat di masyarakat Bali dibandingkan dengan sanksi administratif formal. Oleh karena itu, hukum adat berfungsi secara efektif sebagai perisai nonstruktural yang melindungi dan memastikan keberlanjutan infrastruktur fisik dari kerusakan akibat perilaku manusia.

## SARAN DAN REKOMENDASI

Untuk mengimplementasikan model integrasi ini dan menyempurnakan kajian di masa mendatang, diajukan beberapa rekomendasi kepada para pemangku kepentingan:

1. Bagi Otoritas Desa Adat Sidakarya: Disarankan untuk segera merumuskan dan mengesahkan *Peraturan Tata Ruang Air* (aturan turunan tertulis dari *Awig-awig*). Peraturan ini harus memuat detail teknis, seperti persentase minimal kewajiban lahan hijau (*telajakan*) sebesar 15% pada setiap persil rumah, batas ukur sempadan sungai, serta sanksi adat yang terukur bagi pelanggar.
2. Bagi Pemerintah Kota Denpasar (Dinas PUPR): Dalam merencanakan tata ruang dan infrastruktur air, pemerintah diharapkan mengadopsi pendekatan kolaboratif. Pembangunan fisik harus didahului dengan pelibatan *prajuru* Desa Adat agar desain infrastruktur sejalan dengan nilai *Palemahan*, sehingga memunculkan rasa memiliki warga untuk turut memeliharanya.
3. Bagi peneliti selanjutnya: Karena kajian ini dibatasi pada pendekatan deskriptif-kualitatif, antropologi hukum, dan sintesis konseptual arsitektur, penelitian lanjutan sangat direkomendasikan untuk beralih ke analisis kuantitatif numerik. Peneliti selanjutnya diharapkan mampu melengkapi studi ini dengan memproduksi visualisasi kuantitatif berupa peta genangan banjir dua dimensi, grafik hidrograf curah hujan rencana, serta diagram kapasitas tampung penampang drainase menggunakan perangkat lunak hidrolika seperti EPA SWMM atau HEC-RAS. Simulasi tersebut penting untuk mengukur secara presisi persentase reduksi debit banjir saat skenario kewajiban lahan hijau *telah diterapkan secara masif sebesar 15%* di Desa Adat Sidakarya.

## DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., & Brinkman, J. (2015). Study on the risk and impacts of land subsidence in Jakarta. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, *372*, 115–120. https://doi.org/10.5194/piahs-372-115-2015

Bappeda Kota Denpasar. (2023). Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Denpasar Tahun 2023-2043. In *Pemerintah Kota Denpasar*.

BMKG. (2025). Laporan Curah Hujan Indonesia. Di *Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*.

Geertz, C. (1980). Negara: The Theatre State in Nineteenth-Century Bali. In *Princeton University Press*. Princeton University Press.

Kodoatie, R. J. (2021). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi.

Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. Penerbit Andi.

Marfai, M. A., & King, L. (2008). Potential vulnerability implications of sea-level rise-induced coastal inundation in the coastal zone of Semarang City, Indonesia. *Environmental Geology*, *54*(6), 1235–1245.

Mercer, J., Kelman, I., Taranis, L., & Suchet-Pearson, S. (2010). Framework for integrating indigenous and scientific knowledge for disaster risk reduction. *Disasters*, *34*(1), 214–239.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis*. sage.

Pemerintah Provinsi Bali. (2020). Peraturan Daerah Provinsi Bali Nomor 4 Tahun 2020 tentang Penguatan dan Pemajuan Kebudayaan Bali. In *Lembaran Daerah Provinsi Bali*.

Samadhi, T. N. (2001). The urban design of a Balinese town: placemaking issues in the Balinese urban setting. *Habitat International*, *25*(4), 559–575.

Sudaryono. (2017). Sinergitas Kebijakan Berbasis Kultural dalam Manajemen Kebencanaan Lingkungan. *Jurnal Penataan Ruang*, *12*(2), 89–102.

Suhardiman, D., Kumnerdpet, W., & Giordano, M. (2014). Customary water rights and local institutions in the face of urban spatial dynamics in Bali. *Human Ecology*, *42*(6), 875–889.

Suputra, I. G. N., Sutapa, I. K., & Widnyana, I. N. (2020). Model Mitigasi Bencana Banjir Rob Di Kawasan Bali Selatan Berbasis Partisipasi Masyarakat. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, *24*(1), 45–56.

Tucci, C. (2007). Urban Flooding Management. World Meteorological Organization. *Cap-Net International Network for Capacity Building in Integrated Water Resources Management. WMO/TD No. 1372.*

Windia, I. W., & Wiguna, W. A. A. (2013). Subak dan Sistem Irigasi Tradisional Bali: Dinamika Kultural Tata Ruang Air. In *Udayana University Press*. Udayana University Press.

Wiryawan, I., & Ernawati, N. (2024). Tri Hita Karana in the Spatial Planning of Bali Province in National and Regional Regulations as an Environmental Conservation Effort. *International Journal of Environmental Impacts*, *7*, 31–40. https://doi.org/10.18280/ijei.070104