



ISSN 3090-8485

ORASI ILMIAH: RISET DAN INOVASI
DINAMIKA DAN MEKANISME
SISTEM HIDROLOGI LAHAN BASAH
DATARAN BANJIR TROPIS

ORASI ILMIAH PROFESOR RISET
ILMU PERAIRAN
BIDANG HIDROLOGI
KEPAKARAN HIDROLOGI AIR PERMUKAAN



OLEH:
HIDAYAT

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

**DINAMIKA DAN MEKANISME SISTEM
HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN
BANJIR TROPIS**

Diterbitkan pertama pada 2026 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



DINAMIKA DAN MEKANISME SISTEM HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN BANJIR TROPIS

**ORASI ILMIAH PROFESOR RISET
ILMU PERAIRAN
BIDANG HIDROLOGI
KEPAKARAN HIDROLOGI AIR PERMUKAAN**

**OLEH:
HIDAYAT**

Penerbit BRIN

© 2026 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Dinamika dan Mekanisme Sistem Hidrologi Lahan Basah Dataran Banjir Tropis/Hidayat-
Jakarta: Penerbit BRIN, 2026.

ix + 103 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| 1. Hidrologi Air Permukaan | 2. Lahan Basah |
| 3. Dataran Banjir | 4. Sungai Mahakam |
| 5. Sungai Kapuas | |

551.48

Copy editor : Rahma Hilma Taslima
Proofreader : Hilda Yunita
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : Rahma Hilma Taslima

Edisi pertama : Juli 2026



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id
 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	1
PRAKATA PENGUKUHAN	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. PERKEMBANGAN IPTEK SISTEM HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN BANJIR.....	11
A. Perkembangan Hidrologi Lahan Basah	12
B. Penginderaan Jauh dan Komputasi dalam Studi Lahan Basah .	17
C. Mekanisme Hidrologi dan Dinamika Dataran Banjir	19
D. Tantangan Utama dan Kesenjangan Pengetahuan.....	20
III. RISET SISTEM HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN BANJIR.....	23
A. Karakterisasi Hidrologi Dataran Rendah Tropis	24
B. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Pembelajaran Mesin untuk Hidrologi Dataran Rendah Tropis	33
C. Pemodelan Hidrologi dan Simulasi Sistem Danau–Delta	39
D. Denyut Banjir dan Fungsi Ekologi	43
E. Kontribusi Ilmiah terhadap Ilmu Hidrologi dan Ekohidrologi Tropis	45
IV. KONTRIBUSI UMUM RISET HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN BANJIR.....	49
V. KESIMPULAN	55
VI. PENUTUP.....	57
UCAPAN TERIMA KASIH	59
DAFTAR PUSTAKA.....	63
DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI.....	73
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	87
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lahan basah dataran banjir dalam sistem daerah aliran sungai. Gambar dibuat oleh ChatGPT dengan <i>prompt</i> dari Penulis [8 Mei 2026], OpenAI, https://chatgpt.com	11
Gambar 2.2	Peta wilayah penelitian di DAS Kapuas dan DAS Mahakam. Kotak merah menunjukkan wilayah fokus riset di lahan basah dataran rendah Kapuas dan Mahakam. Lingkaran merah menunjukkan lokasi pengamatan curah hujan, kelembaban tanah, dan air tanah. Stasiun pemantauan debit terletak di Kota Sanggau untuk Sungai Kapuas dan di Kota Melak untuk Sungai Mahakam (Hidayat et al., 2017a).	14
Gambar 2.3	Skema model ANN untuk prediksi debit (<i>Discharge</i>) Sungai Mahakam di Samarinda menggunakan tinggi muka air (<i>WL</i>) di bagian hilir kawasan danau Mahakam dan prediksi pasang surut (<i>Tide</i>) di wilayah delta (Hidayat et al., 2014a)	19
Gambar 3.1	Peta elevasi wilayah dataran banjir Mahakam bagian tengah beserta danau-danau kaskadanya (Hidayat et al., 2012a)	25
Gambar 3.2	Hasil pengukuran debit dari stasiun pemantauan aliran Sungai Mahakam di Melak dengan <i>scatterplot</i> yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air dan debit (Hidayat et al., 2017a)	26
Gambar 3.3	Tinggi muka air (<i>h</i>) dan debit (<i>Q</i>) saat pengosongan (atas) dan pengisian danau (bawah) yang menunjukkan perbedaan karakteristik profil <i>h-Q</i> akibat efek air balik dari danau-danau dataran banjir dan beberapa anak sungai yang bermuara di Sungai Mahakam bagian tengah (Hidayat et al., 2011a)	27

Gambar 3.4	Tinggi muka air (h) Vs debit (Q) di Melak dengan berbagai metode estimasi debit. Beberapa <i>loop</i> dan osilasi debit menunjukkan bahwa efek arus balik (<i>backwater</i>) yang bervariasi juga terjadi dalam <i>loop</i> histeresis (Hidayat et al., 2011a).....	28
Gambar 3.5	Respons muka air tanah (GWL) terhadap kejadian curah hujan dan luapan tepian sungai (<i>bank overtopping</i>) di area hutan gambut Mahakam dekat Danau Melintang (Hidayat et al., 2017a).....	29
Gambar 3.6	Hasil pengukuran debit dari stasiun pemantauan aliran Sungai Kapuas di Sanggau dengan <i>scatterplot</i> hubungan tinggi muka air dan debit (Hidayat et al., 2017a).....	30
Gambar 3.7	Respons muka air tanah (GWL) dan kelembaban tanah (SM) terhadap kejadian curah hujan (tidak adanya curah hujan) di Kapuas (Hidayat et al., 2017a).....	31
Gambar 3.8	Rezim hidroklimatologi dan kekeringan di dataran rendah Kapuas dan Mahakam: (a) diagram biola dan kotak yang menunjukkan distribusi pengisian ulang air tanah bulanan selama periode data TRMM (1998–2014); (b) kekeringan dalam pengisian ulang (<i>recharge</i>) air tanah yang menunjukkan durasi yang berbeda (Hidayat et al., 2017a).....	33
Gambar 3.9	Curah hujan bulanan di dataran rendah Kapuas (garis putus-putus) dan Mahakam (garis kontinu) diplot bersama Indeks Osilasi Selatan (SOI). Diagram kotak menunjukkan variabilitas curah hujan bulanan di kedua wilayah dataran rendah tersebut (Hidayat et al., 2017a).....	34
Gambar 3.10	Peta penggenangan untuk perairan terbuka dan genangan di bawah tutupan vegetasi pada lahan basah Mahakam dari sembilan citra PALSAR tahun 2008 dan 2009 (Hidayat et al., 2012a).....	36

Gambar 3.11	Estimasi total volume danau di dataran rendah Kapuas (a) dan Mahakam (b) yang diperoleh dari interpretasi area piksel tergenang pada citra PALSAR (Hidayat et al, 2017a) serta curah hujan rata-rata bergerak 10-harian dari TRMM (c). Data TRMM diunduh dari https://giovanni.gsfc.nasa.gov	38
Gambar 3.12	Prediksi debit Sungai Mahakam di Samarinda yang dihasilkan model ANN pada periode validasi dengan hasil pengukuran (<i>Obs</i>) (Hidayat et al., 2014a)	39
Gambar 3.13	Neraca air musiman DAS Mahakam hulu titik observasi debit di Melak ($P = Q + ET + S$). Jumlah curah hujan bulanan P, debit Q, evapotranspirasi aktual ET, dan perubahan simpanan S dirata-ratakan selama periode simulasi model HBV Januari 1998 - Desember 2009 (Hidayat, 2013)	41
Gambar 3.14	Simulasi Debit (<i>Discharge</i>) oleh model HEC-RAS untuk bagian hilir Sungai Kapuas di stasiun pengukuran Sanggau dan di Sintang yang terletak di pertengahan antara kawasan lahan basah kompleks Danau Sentarum dan Sanggau (Hidayat et al., 2017a)	43
Gambar 3.15	Rekonstruksi tinggi muka air Danau Sentarum (1999–2015) menggunakan simulasi debit sungai utama Kapuas di Sanggau dan estimasi curah hujan dari satelit TRMM (Hidayat et al., 2020)	44
Gambar 3.16	Kedalaman air dan jumlah spesies ikan yang ditemukan di Sungai Tawang (merah) yang menghubungkan Sungai Kapuas dengan kompleks Danau Sentarum, Danau Pengembung (oranye) dan Danau Belida (biru) dua diantara danau-danau kompleks Danau Sentarum (Haryani et al., 2020)	45
Gambar 3.17	Konstruksi rumah panggung yang menyesuaikan dengan muka air tertinggi periode penggenangan sebagai salah satu bentuk kearifan lokal masyarakat di kawasan Danau dataran banjir Mahakam. Rumah yang lebih baru (kanan) telah beradaptasi dengan tinggi genangan terakhir dalam catatan kolektif masyarakat setempat (Foto: Hidayat et al., 2017a)	48

BIODATA RINGKAS



Dr. Hidayat, S.Kom, M.Sc., lahir di Bogor pada tanggal 16 Agustus 1970, adalah anak ke-tujuh dari Bapak H. Jumena Nawawi (Alm.) dan Ibu Hj. Mari'ah (Almh.). Menikah dengan Sumiati, SKM, M.Epid dan dikaruniai dua orang anak yaitu Muhammad Kharis Nurrasyid, SKM dan Ahmad Rafi Nurhadi.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 6/M/2023 tanggal 25 Januari 2023, yang bersangkutan diangkat menjadi Peneliti Ahli Utama di Badan Riset dan Inovasi Nasional terhitung mulai tanggal 21 Maret 2023.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 135/I/HK/2026 tanggal 3 Juni 2026 yang bersangkutan dapat melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri I Cileungsi tahun 1983, Sekolah Menengah Pertama Negeri I Ciawi tahun 1986 dan Sekolah Menengah Atas Negeri I Ciawi tahun 1989, Program Diploma III Politeknik Institut Teknologi Bandung tahun 1997. Memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Universitas Pakuan, tahun 2002, gelar Magister *Water Science and Engineering* spesialisasi Hidroinformatika dari UNESCO-IHE Delft, Belanda, tahun 2007 dan gelar Doktor bidang *Hydrology and*

Quantitative Water Management dari Wageningen University, Belanda, tahun 2013.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: *Training Workshop on Ecohydrology* di Cibinong (2003), *Database and Biodiversity Network* di Bogor (2004), *Socio-Economic and Natural Sciences of the Environment* di Belanda (2013) Pelatihan Reviewer Penelitian K/L Angkatan I - Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional secara daring (2021), *Indonesian Lake Conservation Programme* Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan *International Lake Environment Committee* secara daring (2021).

Pernah menduduki jabatan sebagai Kepala Sub-Bidang Pengelolaan Hasil Penelitian, Pusat Penelitian Limnologi – LIPI (tahun 2017–2018), Plt. Kepala Pusat Riset Limnologi - BRIN (tahun 2021–2022), dan Kepala Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air - BRIN (tahun 2022–2024).

Jabatan fungsional Peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Pertama golongan III/a tahun 2005, Peneliti Ahli Muda golongan III/c tahun 2013, Peneliti Ahli Muda golongan III/d tahun 2015, Peneliti Ahli Madya golongan IV/a tahun 2017, Peneliti Ahli Madya golongan IV/b tahun 2021, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/d bidang Hidrologi Air Permukaan dan Ekohidrologi tahun 2023.

Menghasilkan 75 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk jurnal, prosiding, dan buku. Sebanyak 53 KTI dalam Bahasa Inggris.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional Peneliti pada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia/Badan Riset dan Inovasi Nasional,

sebagai pembimbing skripsi (S1) pada Institut Pertanian Bogor; pembimbing internship pada *Wageningen University*; pembimbing thesis (S2) pada Institut Pertanian Bogor dan *Wageningen University*; serta penguji thesis (S2) pada Institut Pertanian Bogor. Sebagai Asesor Peneliti Instansi dan Pusat di LIPI/BRIN sejak tahun 2021.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, antara lain anggota *European Geoscience Union* (2011-2017), anggota *American Geophysical Union* (2011-2017), anggota Masyarakat Limnologi Indonesia (MLI) sejak 2013, ketua MLI (2017-2021), anggota *International Society of Limnology* (2019), anggota Masyarakat Hidrologi Indonesia (sejak 2020), anggota Himpunan Peneliti Indonesia (2017-2021), anggota Persatuan Periset Indonesia (PPI, sejak 2022), anggota Dewan Pembina MLI (2021-sekarang).

Menerima penghargaan PNS Teladan dari Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara RI tahun 2002, *StuNed Scholarship Awardee* dari NEC-Belanda (2005), Satyalancana Karya Satya X tahun (2001), XX tahun (2010), dan XXX tahun (2021) dari Presiden Republik Indonesia. Menerima tanda penghargaan terbaik ke-2 Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjut dari LIPI (2016), menerima *The Ibaraki Kasumigaura Prize* dari Gubernur Ibaraki *Prefecture* pada *World Lake Conference* ke-17 di Tsukuba, Jepang (2018).

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada hari ini tanggal 16 Juli 2026 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“Dinamika dan Mekanisme Sistem Hidrologi Lahan Basah
Dataran Banjir Tropis”

Orasi ini merupakan refleksi ilmiah atas perjalanan panjang penelitian di bidang hidrologi lahan basah, khususnya pada sistem-sistem dataran banjir di Indonesia khususnya di Sungai Mahakam, Sungai Kapuas, dan kawasan Danau Sentarum. Melalui kegiatan riset lapangan, analisis hidrometeorologi, serta pendekatan penginderaan jauh dan pemodelan, penulis berupaya memahami bagaimana sistem air di lahan basah tropis berfungsi sebagai pengatur utama keseimbangan ekosistem dan kehidupan masyarakat di sekitarnya.

I. PENDAHULUAN

Lahan basah merupakan komponen kunci dalam sistem hidrologi global dan berperan fundamental dalam menjaga keseimbangan siklus air, fungsi ekosistem, serta keanekaragaman hayati (Mitsch & Gosselink, 2000). Salah satu tipe lahan basah yang paling dinamis adalah lahan basah dataran banjir, yang dicirikan oleh genangan air secara periodik akibat limpasan sungai atau pengaruh pasang, serta oleh tanah aluvial yang relatif subur dan kaya nutrisi. Dinamika genangan musiman pada sistem ini membentuk kondisi lingkungan yang mendukung produktivitas biologis tinggi dan menyediakan habitat penting bagi beragam flora dan fauna akuatik maupun semi-akuatik. Lahan basah dataran banjir juga memiliki peran strategis dalam konteks perubahan iklim global, khususnya sebagai penyimpan karbon organik dalam jumlah besar (Guan et al., 2025). Kondisi tanah yang jenuh air memperlambat proses dekomposisi bahan organik, sehingga menjadikan lahan basah sebagai salah satu penyerap karbon alami yang efektif dan berkontribusi penting terhadap upaya mitigasi perubahan iklim (Guan et al., 2025).

Lahan basah memiliki potensi besar dalam mengatasi masalah hidrologi sekaligus berfungsi sebagai komponen penting dalam pengurangan risiko bencana. Secara hidrologis, lahan basah berperan sebagai penyimpan air alami yang mampu menahan limpasan pada musim hujan dan melepaskannya secara perlahan pada musim kemarau. Fungsi retensi ini membantu menurunkan puncak banjir, memperpanjang waktu konsentrasi aliran, serta menjaga aliran dasar (*base flow*) sungai pada periode kering (Mitsch & Gosselink, 2000). Selain itu, lahan basah juga

berfungsi dalam meningkatkan infiltrasi, menahan sedimen, memperbaiki kualitas air, serta menjaga stabilitas ekologis kawasan perairan.

Di wilayah tropis seperti Indonesia, lahan basah dataran banjir memiliki dinamika yang khas—ditandai oleh interaksi kompleks antara sungai, danau, rawa, serta ekosistem perairan sekitarnya. Sistem ini berfungsi sebagai penyimpan air alami, penyangga banjir, serta habitat bagi spesies endemik yang bergantung pada variabilitas hidrologi musiman (Marthews et al., 2022), antara lain variabilitas iklim akibat pengaruh *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO).

Lahan basah dataran banjir merupakan sistem hidrologi yang dikenal memiliki tingkat kompleksitas dan dinamika yang tinggi, terutama di kawasan tropis. Pada konteks Indonesia, ekosistem ini mencakup lebih dari 39 juta hektar (Margono et al., 2014) dan terdiri atas mosaik habitat yang saling terhubung yang meliputi rawa air tawar, danau banjiran, hutan rawa gambut, dan lahan basah pesisir. Keragaman tipologi tersebut mencerminkan adanya gradien hidrologi dan geomorfologi yang luas, yang terbentuk melalui interaksi antara fluktuasi muka air, aliran permukaan, proses sedimentasi, serta suplai air dari sungai utama dan anak-anak sungainya. Hubungan antar unit habitat ini menciptakan sistem ekologis yang berfungsi secara terintegrasi, sehingga perubahan pada satu komponen dapat memengaruhi dinamika keseluruhan lanskap banjiran.

Kompleksitas tersebut semakin dipertegas oleh dominasi proses hidrologi musiman yang mengendalikan ritme banjir, retensi air, dan konektivitas lateral antara sungai dan dataran banjir (Junk et al., 1989). Variabilitas hidrologi ini memainkan peran fundamental dalam menentukan struktur komunitas biota dan ketersediaan habitat bagi berbagai spesies akuatik maupun

semi-akuatik, sebagaimana ditunjukkan dalam kajian regional mengenai lahan basah tropis (Junk & Wantzen, 2004). Dengan demikian, dinamika hidrologi tidak hanya berfungsi sebagai pengatur kondisi fisik lingkungan, tetapi juga sebagai determinan utama fungsi ekologis, stabilitas sistem, dan kapasitas pemulihan lahan basah dataran banjir.

Pulau Kalimantan merupakan salah satu kawasan terpenting dalam sistem lahan basah tropis Indonesia karena memiliki jaringan sungai besar dengan paparan banjir yang luas dan dinamis, seperti DAS Kapuas, Mahakam, Barito, dan Kahayan. Pada kawasan ini, fluktuasi muka air sungai yang dikendalikan oleh curah hujan regional menghasilkan dinamika banjir musiman yang membentuk mosaik habitat rawa, danau banjiran, dan hutan rawa. Pada sistem dataran banjir seperti Mahakam dan Kapuas, konektivitas antara sungai utama, rawa, dan danau dataran banjir memungkinkan distribusi air secara lateral sehingga energi banjir dapat teredam secara alami (Hidayat et al., 2017). Dinamika hidrologi tersebut mendukung produktivitas perairan darat, menjaga konektivitas ekologi, serta mempertahankan stabilitas hidrologi kawasan hilir (Junk et al., 1989).

Meskipun perannya sangat vital, antara lain sebagai penyangga hidrologis yang mampu mengurangi risiko banjir sekaligus menjaga ketersediaan air pada musim kemarau, lahan basah tropis hingga kini masih menjadi salah satu ekosistem yang paling rentan terhadap perubahan lingkungan dan tekanan antropogenik. Perubahan tata guna lahan, eksploitasi sumber daya air, serta pembangunan infrastruktur di dataran rendah seperti pembangunan kanal drainase sering kali mengubah rezim banjir yang meningkatkan kerentanan terhadap banjir maupun kekeringan serta menurunkan fungsi ekologis sistem ini

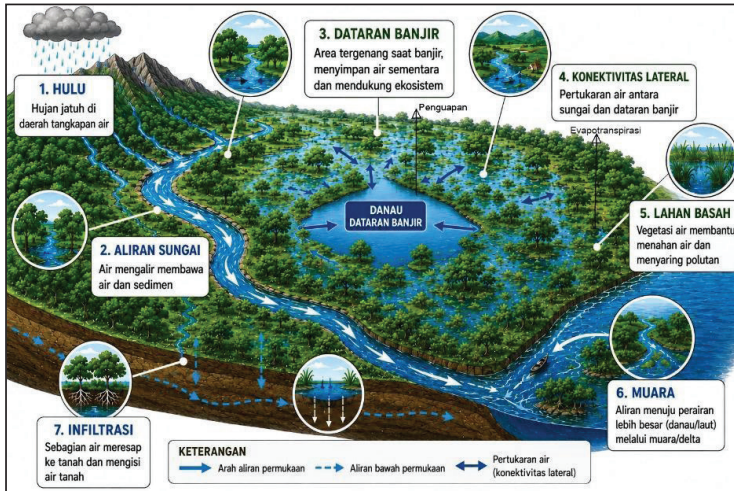
(de Jong et al., 2015; Cole et al., 2021). Fluktuasi muka air yang ekstrem, hilangnya konektivitas antara sungai dan dataran banjir, serta penurunan kapasitas penyimpanan air menjadi isu penting yang perlu pemahaman mendalam dari perspektif ilmiah. Oleh sebab itu, pemahaman mengenai sistem hidrologi lahan basah menjadi sangat penting sebagai dasar ilmiah bagi perencanaan tata ruang, pengelolaan sumber daya air, dan restorasi ekosistem lahan basah tropis secara berkelanjutan.

Dalam konteks ini, penelitian hidrologi lahan basah tropis menjadi relevan. Melalui serangkaian penelitian di Daerah Aliran Sungai (DAS) Mahakam dan DAS Kapuas telah dihasilkan dasar ilmiah untuk memahami keterkaitan hidrologi lateral antara sungai, dataran banjir, dan danau dataran banjir. Penelitian ini juga memperkuat pengembangan pendekatan ekohidrologi yang menekankan pentingnya hubungan antara proses fisik hidrologi dan fungsi ekologis dalam sistem tropis.

Naskah orasi ini terbagi menjadi enam bab, dimulai dengan Bab 1, Pendahuluan, sebagaimana disampaikan sebelumnya. Selanjutnya, Bab II menyajikan perspektif perkembangan Iptek hidrologi lahan basah dataran banjir. Bab III menguraikan esensi riset hidrologi lahan basah dataran banjir dan temuan ilmiah serta kontribusi ilmiah terhadap pengembangan ilmu hidrologi dan eko-hidrologi tropis. Bab IV menyajikan implikasi hasil riset bagi pengelolaan sumber daya air dan ekosistem berkelanjutan, dilanjutkan dengan Bab V Kesimpulan serta Bab VI berisi Penutup.

II. PERKEMBANGAN IPTEK SISTEM HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN BANJIR

Perkembangan iptek dalam beberapa dekade terakhir telah mengubah cara kita memahami sistem hidrologi, khususnya pada ekosistem lahan basah tropis. Lahan basah dataran banjir merupakan sistem ekologis yang sangat dinamis (Gambar 2.1), di mana interaksi antara air, tanah, vegetasi, dan organisme berlangsung dalam skala temporal dan spasial yang kompleks. Kompleksitas inilah yang menuntut hadirnya pendekatan ilmiah yang lebih maju, pengukuran yang lebih akurat, dan teknologi analisis yang mampu menggambarkan dinamika proses secara lebih utuh.



Gambar 2.1 Lahan basah dataran banjir dalam sistem daerah aliran sungai. Gambar dibuat oleh ChatGPT dengan *prompt* dari Penulis [8 Mei 2026], OpenAI, <https://chatgpt.com>.

A. Perkembangan Hidrologi Lahan Basah

Iptek sistem hidrologi lahan basah mulai berkembang secara signifikan pada akhir dekade 1970-an, dan mengalami lompatan paradigma pada akhir 1980-an dengan diperkenalkannya konsep denyut banjir (*flood pulse*) sebagai dasar pemahaman hidrologi dataran banjir. Sejak saat itu, hidrologi lahan basah berkembang menjadi bidang kajian interdisipliner yang terintegrasi dalam kerangka eko-hidrologi dan solusi berbasis alam (*nature-based solutions*).

1. Perkembangan Iptek Hidrologi Lahan Basah di Masa Lalu

Ilmu hidrologi telah berevolusi dari kajian kuantitatif mengenai curah hujan, limpasan, dan penyimpanan air menuju pendekatan sistemik yang menekankan keterhubungan antara air, tanah, atmosfer, vegetasi, dan aktivitas manusia. Transformasi ini diperkaya oleh konsep daerah tangkapan air sebagai sistem biofisik (Beven, 2006) dan berbagai temuan mengenai umpan balik ekohidrologis yang menegaskan peran biota dalam memodifikasi aliran energi dan air dalam lanskap (Rodriguez-Iturbe, 2000). Namun demikian, sejarah perkembangan hidrologi menunjukkan bahwa sebagian besar teori fundamental dirumuskan di wilayah beriklim sedang, sehingga proses hidrologi di kawasan tropis yang memiliki curah hujan tinggi, intensitas badai besar, dan dinamika kelembaban tanah yang cepat, masih kurang tereksplorasi dalam literatur global (Blöschl et al., 2013).

Kesenjangan ini semakin nyata di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, yang memiliki karakteristik hidrologis khas seperti curah hujan monsunial, variabilitas intra-musiman, serta sistem lahan basah dataran banjir yang sangat dinamis. Kajian regional

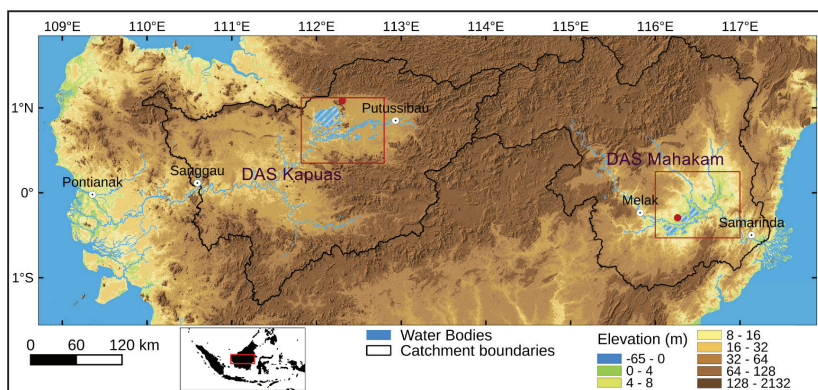
menunjukkan bahwa sistem hidrologi tropis, misalnya pada DAS Mekong dan dataran banjir Kalimantan, memiliki pola fluktuasi muka air, kejadian banjir, serta respons biofisik yang unik dan tidak dapat digeneralisasikan dari teori hidrologi dengan rezim iklim berbeda (Arias et al., 2014).

Di Indonesia, perkembangan ilmu dan teknologi sistem hidrologi lahan basah mulai terlihat sejak awal hingga pertengahan 1990-an, dan mengalami percepatan signifikan sejak awal 2000-an, seiring dengan meningkatnya pemahaman bahwa lahan basah merupakan sistem hidrologi yang kompleks dan berperan penting dalam pengendalian banjir, ketahanan air, serta fungsi ekosistem. Dengan demikian, perluasan basis penelitian hidrologi tropis menjadi agenda strategis untuk mengisi kesenjangan pemahaman ilmiah sekaligus meningkatkan kapasitas pengelolaan ekosistem basah.

2. Perkembangan Iptek Hidrologi Lahan Basah di Masa Sekarang

Perubahan paradigma dalam beberapa dekade terakhir menekankan pentingnya memahami interaksi spasial dan temporal antar-komponen hidrologi, termasuk hubungan lateral antara sungai dan dataran banjir. Hal ini yang kemudian menjadi salah satu landasan bidang ekohidrologi, yaitu integrasi antara proses hidrologi dan fungsi ekosistem. Ekohidrologi menempatkan air sebagai faktor pengatur utama fungsi ekosistem. Pendekatan ekohidrologi mendorong regulasi ganda proses-proses dalam ekosistem baru untuk meningkatkan daya dukung, keanekaragaman hayati, layanan ekosistem, dan ketahanan sumber daya air (Zalewski, 2015). Konsep ekohidrologi mulai diperkenalkan di Indonesia pada era 2000-an antara lain dengan penyelenggaraan *Asia Pacific Workshop on Ecohydrology* oleh LIPI di Cibinong pada tahun 2001.

Dalam sistem tropis, banjir musiman tidak selalu dipandang sebagai gangguan, tetapi sebagai mekanisme ekologis utama yang mengatur ritme kehidupan. Konsep denyut banjir (*flood pulse*) (Junk et al., 1989) menjadi pijakan penting, namun implementasi dan validasinya di Indonesia baru berkembang pada dekade terakhir. Melalui serangkaian riset lapangan dan analisis sistem DAS Mahakam dan DAS Kapuas (Gambar 2.2), konsep ini diperluas menjadi pendekatan hidrologi terhubung, yang menekankan keterkaitan fungsional antara sungai, rawa, dan danau dalam mengatur siklus air.



Gambar 2.2 Peta wilayah penelitian di DAS Kapuas dan DAS Mahakam. Kotak merah menunjukkan wilayah fokus riset di lahan basah dataran rendah Kapuas dan Mahakam. Lingkaran merah menunjukkan lokasi pengamatan curah hujan, kelembaban tanah, dan air tanah. Stasiun pemantauan debit terletak di Kota Sanggau untuk Sungai Kapuas dan di Kota Melak untuk Sungai Mahakam (Hidayat et al., 2017a).

3. Perkembangan Iptek Hidrologi di Masa yang Akan Datang

Perkembangan iptek hidrologi di masa yang akan datang cenderung bergeser menuju pendekatan yang semakin terintegrasi, adaptif, dan berbasis data beresolusi tinggi. Perubahan iklim global, peningkatan frekuensi kejadian hidrometeorologi ekstrem, degradasi ekosistem, serta kebutuhan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan mendorong berkembangnya paradigma baru hidrologi lahan basah yang tidak lagi hanya berorientasi pada analisis aliran air, tetapi juga pada keterkaitan antara proses hidrologi, ekologi, biogeokimia, dan sistem sosial-ekonomi. Pendekatan ini dikenal sebagai socio-ecohydrology, yaitu kerangka ilmiah yang memandang manusia, ekosistem, dan air sebagai sistem yang saling berinteraksi secara dinamis (Blöschl et al., 2019; Di Baldassarre et al., 2019). Dalam konteks tersebut, lahan basah diposisikan sebagai infrastruktur ekologis penting yang menentukan ketahanan air, stabilitas iklim, dan resiliensi sosial-ekologis kawasan tropis.

Perspektif iptek hidrologi di masa depan juga semakin diarahkan pada pendekatan berbasis solusi alam (*nature-based solutions*) dan restorasi ekosistem sebagai bagian dari strategi adaptasi perubahan iklim. Pengembangan iptek hidrologi ke depan tidak hanya menekankan inovasi teknologi, tetapi juga integrasi antara sains, kebijakan publik, tata ruang, dan partisipasi Masyarakat (Blöschl et al., 2019; Di Baldassarre et al., 2019). Dalam konteks Indonesia, arah pengembangan ini sejalan dengan agenda pembangunan rendah karbon, ketahanan air nasional, serta target adaptasi perubahan iklim sebagaimana tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (Kementerian PPN/Bappenas, 2025).

Perkembangan teknologi observasi bumi menjadi salah satu pendorong utama kemajuan hidrologi lahan basah modern.

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan satelit resolusi tinggi, radar *Synthetic Aperture Radar* (SAR), LiDAR, serta misi satelit hidrologi generasi baru seperti *Surface Water and Ocean Topography* (SWOT) telah meningkatkan kemampuan pemantauan dinamika muka air, luas genangan, dan konektivitas sungai–dataran banjir secara spasial dan temporal dengan ketelitian yang jauh lebih baik (Zhan et al., 2025). Integrasi data penginderaan jauh multi-sensor dengan sensor lapangan berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan sistem pemantauan hidrologi hampir *real-time*, termasuk pada wilayah lahan basah tropis yang selama ini memiliki keterbatasan jaringan hidrometri. Teknologi tersebut diperkirakan akan menjadi fondasi utama dalam pengembangan sistem peringatan dini banjir dan kekeringan yang lebih akurat di masa depan.

Perkembangan *machine learning* (ML) dan *artificial intelligence* (AI) telah membuka pendekatan baru dalam analisis sistem hidrologi lahan basah, terutama untuk memahami dinamika genangan, prediksi banjir, estimasi kelembapan tanah, serta deteksi perubahan ekosistem berbasis data multi-sumber. Integrasi algoritma seperti *Artificial Neural Networks* (ANN), *Random Forest*, dan *Deep Learning* dengan data penginderaan jauh dan sensor hidrometeorologi memungkinkan identifikasi pola hidrologi kompleks yang sulit dijelaskan melalui pendekatan konvensional (Shen, 2018). Dalam sistem lahan basah tropis yang umumnya memiliki keterbatasan data lapangan, pendekatan AI juga meningkatkan kemampuan prediksi spasial-temporal terhadap dinamika muka air dan paparan banjir, sehingga mendukung pengelolaan sumber daya air yang lebih adaptif dan berbasis data (Mahecha et al., 2020). Di masa depan, pemanfaatan AI tidak hanya diarahkan untuk meningkatkan akurasi prediksi hidrologi, tetapi juga mendukung pengelolaan sumber daya air yang adaptif dan berbasis ekosistem. Model AI dapat membantu analisis dampak perubahan iklim, perubahan

tata guna lahan, serta degradasi lahan basah terhadap kestabilan tata air dan risiko bencana (Maity et al., 2024).

B. Penginderaan Jauh dan Komputasi dalam Studi Lahan Basah

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dalam iptek lahan basah berkembang secara signifikan pada 1990-an seiring digunakannya sensor radar untuk memantau dinamika genangan di wilayah berawan dan bervegetasi lebat (Hess et al., 1995). Sejak awal 2000-an, penginderaan jauh menjadi komponen utama dalam analisis sistem hidrologi lahan basah (Prigent et al., 2007), khususnya di wilayah tropis yang memiliki keterbatasan data hidrometri.

Keberadaan sensor optik, radar, LiDAR, dan satelit dengan waktu observasi ulang (*revisit time*) semakin cepat, memungkinkan pemantauan lahan basah sepanjang waktu, bahkan radar dapat digunakan pada kondisi tutupan awan tebal yang merupakan keunggulan penting di wilayah tropis seperti Indonesia. Kemampuan ini membuka peluang untuk antara lain: mengidentifikasi konversi lahan dalam jangka panjang, mendeteksi kekeringan hidrologis di lahan basah gambut melalui perubahan tinggi muka air, memantau perubahan morfologi sungai dan dataran banjir, dan memetakan sebaran dan luas genangan secara temporal (Hidayat et al., 2012a; Margono et al., 2014).

Analisis berbasis citra multiwaktu juga memperkuat kemampuan mengamati fenomena seperti pulsasi banjir musiman, variabilitas genangan antar tahun, serta degradasi habitat (Prigent et al., 2007). Peningkatan resolusi spasial dan temporal, ditambah data penginderaan jauh multi-sensor, membuat model hidrologi semakin mampu merepresentasikan

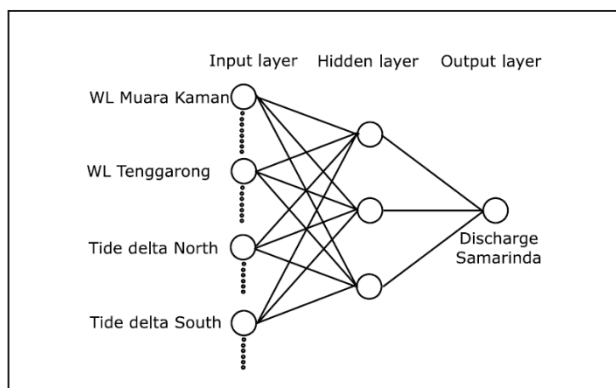
dinamika kompleks lahan basah tropis (Alsdorf et al., 2007). Integrasi kompartemen—sungai, dataran banjir, rawa, dan danau—menjadi kunci dalam memahami bagaimana sistem dataran banjir berfungsi sebagai penyimpanan sementara, regulator banjir, dan habitat (Junk et al., 1989).

Dengan semakin banyaknya data berbasis penginderaan jauh yang dipadukan dengan hasil pengukuran di lapangan, hidrologi memasuki era *big data*. Pengelolaan lahan basah kini tidak lagi mengandalkan satu jenis data, melainkan integrasi multi-sumber yang melibatkan ribuan titik pengamatan. Konsep integrasi data terbuka memungkinkan: analisis multi-dekade perubahan hidrologi, pemodelan berbasis data (*data-driven*) untuk prediksi banjir dan kekeringan (Hidayat, 2007), pendataan cepat kondisi ekosistem untuk kebutuhan pengelolaan adaptif, dan menjadi solusi bagi keterbatasan data di wilayah dengan kuantitas pengukuran terbatas (Hidayat, 2013).

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) menawarkan pendekatan prediktif yang sangat kuat dalam sistem hidrologi yang bersifat non-linear, kompleks, dan dipengaruhi banyak variabel. Pemanfaatan teknologi komputasi berbasis pembelajaran mesin (*machine learning*) dan jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network/ANN*) dalam iptek lahan basah mulai berkembang pada awal 2000-an, terutama untuk pemetaan dan klasifikasi lahan basah berbasis penginderaan jauh. Sejak dekade 2010-an, pendekatan ini berkembang pesat dan digunakan untuk menganalisis dinamika hidrologi, konektivitas dataran banjir, serta prediksi banjir dan kekeringan dalam sistem lahan basah yang kompleks.

ANN telah digunakan untuk meramalkan debit sungai, puncak banjir, dan variasi muka air dengan akurasi tinggi (Corzo et al., 2009). Hidayat et al. (2014a) telah menerapkan ANN

untuk memprediksi debit pada segmen sungai dataran rendah (Gambar 2.3). Lebih jauh, revolusi terkini dalam hidrologi telah memasukkan konsep *physics-aware machine learning*, di mana model AI diintegrasikan dengan pengetahuan fisik dasar untuk meningkatkan interpretabilitas dan keandalan prediksi (Xu et al., 2023). Pendekatan ini tidak hanya memperkuat kemampuan prediksi, tetapi juga menyediakan pemahaman ilmiah yang mendalam tentang proses fisik yang mendasari dinamika hidrologi.



Gambar 2.3 Skema model ANN untuk prediksi debit (*Discharge*) Sungai Mahakam di Samarinda menggunakan tinggi muka air (*WL*) di bagian hilir kawasan danau Mahakam dan prediksi pasang surut (*Tide*) di wilayah delta (Hidayat et al, 2014a)

C. Mekanisme Hidrologi dan Dinamika Dataran Banjir

Salah satu karakteristik mendasar dari sistem banjiran tropis adalah keberadaan siklus banjir-surut tahunan yang mengatur dinamika hidrologi dan ekologi kawasan tersebut. Denyut banjir

ini menentukan durasi dan luas genangan, konektivitas lateral antara sungai dan dataran banjir, serta memfasilitasi pertukaran air, sedimen, nutrien, dan materi organik antara sungai dengan floodplain. Konsep *flood pulse* menyatakan bahwa denyut banjir adalah kekuatan utama yang mengendalikan produktivitas dan interaksi biotik di sistem sungai–dataran banjir (Bayley, 1995).

Konsep *flood pulse* menjadi salah satu dasar dari kerangka ekohidrologi, di mana air tidak hanya dipandang sebagai elemen fisik, tetapi juga sebagai pengatur utama fungsi ekosistem (Junk et al., 1989). Di sistem Mahakam dan Kapuas, fluktuasi genangan berperan sebagai “denyut nadi” ekosistem, menjaga konektivitas lateral antara sungai dan rawa, serta mendukung fungsi biologis melalui siklus basah-kering yang teratur (Hidayat et al., 2017a; Hidayat et al., 2020).

Seiring berkembangnya perspektif ekohidrologi, lahan basah tidak lagi dipahami sebagai wilayah pasif yang tergenang, melainkan sebagai komponen aktif sistem hidrologi yang memiliki kapasitas alami untuk meredam puncak banjir, menyimpan air, dan melepaskannya secara bertahap. Oleh karena itu, potensi lahan basah dataran banjir dalam mengurangi risiko banjir semakin mendapat perhatian sebagai bagian dari pendekatan solusi berbasis alam. Pengembangan pendekatan ini menuntut intensifikasi riset yang berfokus pada pemahaman mekanisme hidrologi, dinamika genangan, serta respon sistem lahan basah terhadap variabilitas iklim dan perubahan tata guna lahan.

D. Tantangan Utama dan Kesenjangan Pengetahuan

Perkembangan iptek telah membuka cakrawala baru dalam memahami dan mengelola sistem hidrologi lahan basah dataran banjir. Kombinasi antara pemodelan proses, penginderaan jauh,

pembelajaran mesin, sensor *real-time*, dan solusi berbasis alam memberikan landasan ilmiah yang kuat untuk pengelolaan adaptif ekosistem tropis (Alsdorf et al., 2007, Shen, 2018). Namun, keberhasilan implementasi iptek tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh integrasi antar-disiplin, kesiapan kelembagaan, serta pemahaman mendalam terhadap dinamika ekologis dan sosial di tingkat lokal (Sivapalan et al., 2012).

Walaupun perkembangan iptek sangat pesat, ada beberapa tantangan fundamental:

- 1) Kesenjangan data lapangan: sebagian besar lahan basah tropis masih minim pengukuran langsung. Tanpa data lapangan, kalibrasi model dan interpretasi citra menjadi kurang akurat (Alsdorf et al., 2007).
- 2) Kompleksitas proses hidrologis-ekologis: integrasi proses fisik, biologis, dan sosial dalam satu model komprehensif masih menjadi tantangan besar (Sivapalan et al., 2012).
- 3) Implementasi kebijakan: meskipun basis ilmiah kuat, implementasi sering terkendala aspek kelembagaan, anggaran, dan koordinasi antarinstansi (Kodoatie & Sjarief, 2010).
- 4) Perubahan iklim: perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi kejadian ekstrem, dan kenaikan muka air laut mengubah dinamika sistem lahan basah dengan cara yang belum sepenuhnya dipahami (IPCC, 2022).

III. RISET SISTEM HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN BANJIR

Lahan basah memiliki mekanisme alami yang sangat penting dalam menanggulangi banjir melalui fungsi retensi, penyimpanan, dan pengaturan aliran air. Ketika curah hujan tinggi atau debit sungai meningkat, kawasan lahan basah terutama rawa, dataran banjir, dan danau dataran banjir akan menerima limpasan air dan menyimpannya sementara sebelum dilepaskan kembali secara perlahan ke sungai utama. Proses ini menurunkan puncak debit banjir, memperlambat kecepatan aliran, serta memperpanjang waktu konsentrasi banjir sehingga risiko genangan ekstrem di wilayah hilir dapat berkurang (Mitsch & Gosselink, 2000). Dalam sistem paparan banjir tropis seperti Mahakam dan Kapuas, konektivitas lateral antara sungai utama, rawa, dan danau banjiran memungkinkan distribusi energi banjir secara lebih merata sehingga sistem hidrologi bekerja sebagai ruang tampung alami (Hidayat et al., 2017).

Rangkaian riset untuk memahami dinamika hidrologi lahan basah telah dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Mahakam dan Kapuas, khususnya pada area dataran banjir yang terletak di segmen tengah kedua DAS. Hasil-hasil riset ini tidak hanya menghasilkan temuan empiris, tetapi juga memperkenalkan pendekatan metodologis yang menggabungkan hidrologi klasik, radar satelit, kecerdasan buatan, pemodelan numerik, serta konsep-konsep ekohidrologi dalam menjelaskan mekanisme sistem dataran banjir tropis. Esensi utama penelitian berpusat pada pemahaman proses hidrologi yang mengatur dinamika genangan, interaksi sungai–dataran banjir, serta fungsi ekologi banjir musiman yang menopang keberlanjutan sistem perairan

darat melalui pendekatan lintas skala dari survei lapangan, analisis spasial, hingga pemodelan proses.

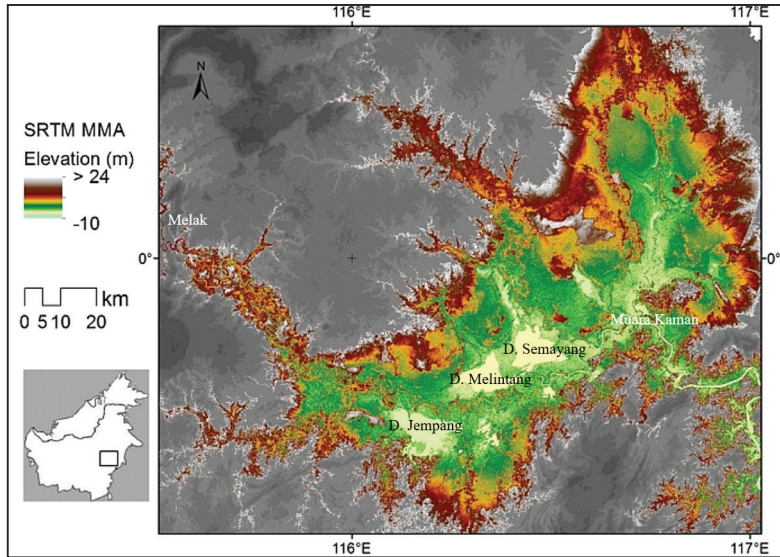
A. Karakterisasi Hidrologi Dataran Rendah Tropis

Penelitian di DAS Mahakam dan DAS Kapuas termasuk area danau dan lahan basah dataran banjirnya telah mengidentifikasi dasar fenomena hidrologi di dataran rendah Kalimantan. Melalui integrasi observasi lapangan dan citra radar, diperoleh pemahaman komprehensif tentang: interaksi sungai–lahan basah yang dipengaruhi efek balik aliran sungai (*backwater effects*) dan pasang surut (Hidayat et al., 2011a; Sassi et al, 2011; Vermeulen et al., 2014), perbedaan respon hidrologi antara daerah bervegetasi dan daerah terbuka (Hidayat et al, 2012a), variasi spasial–temporal genangan (Hidayat et al., 2011b), dan dinamika banjir–kekeringan (Hidayat et al., 2011c).

1. Karakteristik Hidrologi Sungai Mahakam

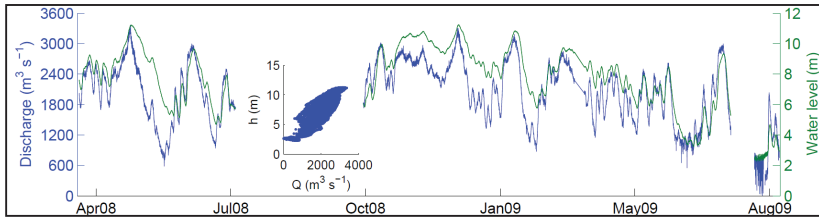
Riset hidrologi Sungai Mahakam (Hidayat, 2013) memberikan kontribusi mendasar dalam memahami hubungan curah hujan, limpasan dan kejadian banjir pada daerah aliran sungai yang minim pengukuran. Pendekatan multi-metode yang merupakan gabungan pengukuran lapangan, radar, pemodelan hidrologi, dan analisis statistika telah menghasilkan deskripsi mengenai:

- 1) keterlambatan respon hujan-limpasan akibat fisiografi wilayah dataran banjir Mahakam yang luas (Gambar 3.1),
- 2) hubungan tinggi muka air dan debit di wilayah danau dataran banjir,
- 3) pengaruh kondisi *backwater* terhadap bentuk hidrograf,
- 4) kendala estimasi curah hujan dan debit di sungai besar yang minim stasiun ukur permanen.



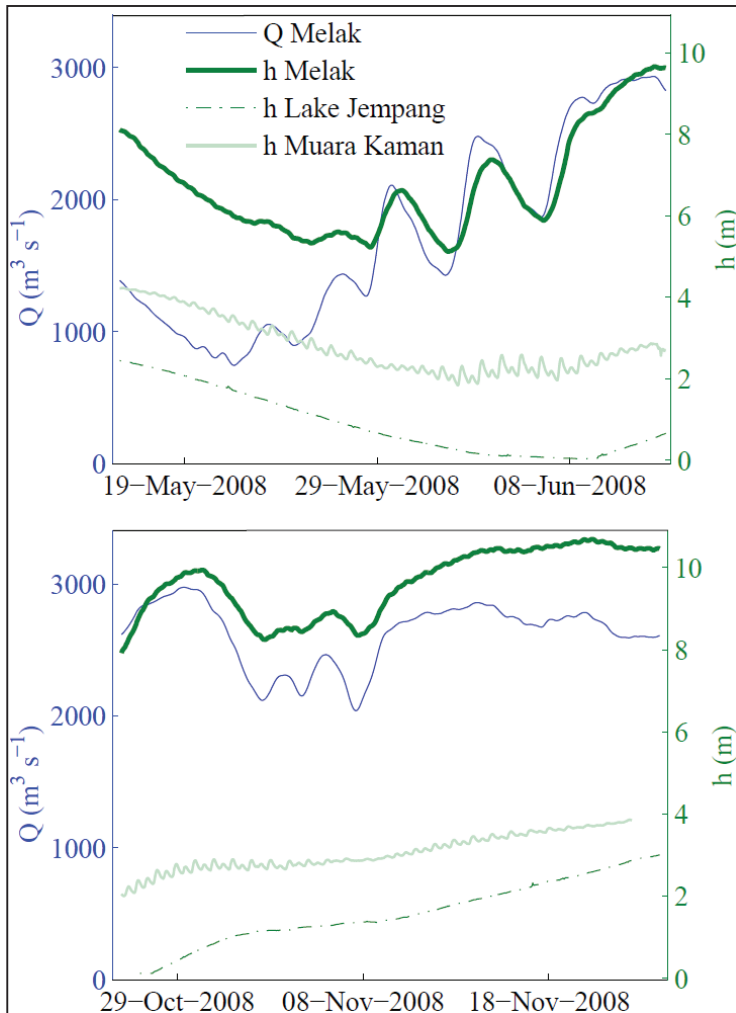
Gambar 3.1 Peta elevasi wilayah dataran banjir Mahakam bagian tengah beserta danau-danau kaskadenya (Hidayat et al., 2012a)

Sebagaimana umumnya sungai yang berada pada iklim tropis basah, dinamika hidrologi Sungai Mahakam sangat dipengaruhi oleh curah hujan. Gambar 3.2 menunjukkan debit Sungai Mahakam di stasiun pemantauan aliran Melak hasil pengukuran menggunakan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) (Hidayat et al., 2011a). Perilaku hidrograf di stasiun pemantauan umumnya sesuai dengan perilaku curah hujan rata-rata bulanan dengan sedikit *delay*. Debit rata-rata Mahakam di Melak sekitar 2.000 m³/s. Selama aliran rendah pada bulan Juli–Agustus, seri data debit menunjukkan fluktuasi sub-harian, yang sesuai dengan sinyal pasang surut. Energi pasang surut dapat mencapai segmen tengah sungai karena topografi di wilayah tengah dan hilir Mahakam relatif datar. Temuan ini memperbaiki cara memahami perilaku banjir panjang yang khas di Mahakam dan daerah dataran banjir tropis lainnya.



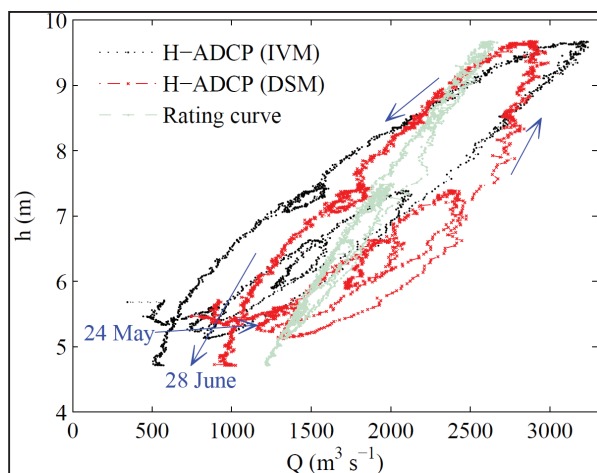
Gambar 3.2 Hasil pengukuran debit dari stasiun pemantauan aliran Sungai Mahakam di Melak dengan *scatterplot* yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air dan debit (Hidayat et al., 2017a)

Putaran *loop* yang lebar pada grafik tinggi muka air- debit adalah akibat dari kompleksitas geografis di wilayah tempat stasiun Melak berada, yang mengalami debit besar dari hulu dan efek air balik dari hilir. Rezim debit ini berkaitan dengan tingginya curah hujan di sebagian besar daerah tangkapan air di hulu Melak, yang mendominasi efek moderasi dari hutan hujan. Efek air balik disebabkan oleh danau dataran banjir maupun beberapa anak sungai yang memengaruhi profil muka air. Proses pengosongan dan pengisian danau berkontribusi untuk memperlambat dan mempercepat kecepatan aliran sungai. Gambar 3.3 menggambarkan pengosongan dan pengisian danau yang memengaruhi tinggi muka air dan debit di hulu. Pada awal pengosongan danau, ketika level danau masih tinggi, tinggi muka air (TMA) di Melak relatif tinggi untuk debit yang relatif rendah. Ketika level danau turun, efek air balik berkurang dan debit meningkat sementara TMA terus menurun hingga titik di mana debit cukup tinggi (Hidayat, 2011a).



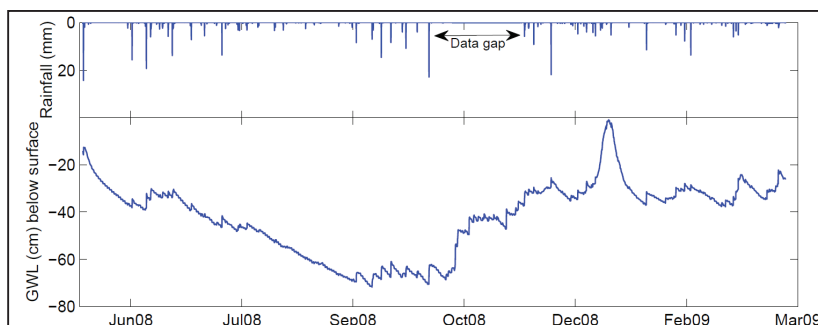
Gambar 3.3 Tinggi muka air (h) dan debit (Q) saat pengosongan (atas) dan pengisian danau (bawah) yang menunjukkan perbedaan karakteristik profil h - Q akibat efek air balik dari danau-danau dataran banjir dan beberapa anak sungai yang bermuara di Sungai Mahakam bagian tengah (Hidayat et al., 2011a)

Hubungan TMA-debit yang tidak pasti karena adanya efek aliran balik diamati dalam seri debit dari stasiun debit di Melak, yang terletak di hulu area lahan basah Mahakam dengan topografi yang relatif landai. Efek aliran balik yang bervariasi dari dampak dataran banjir, danau dan anak sungai, serta efek interaksi sungai-pasang surut, tampak jelas dalam hubungan tinggi muka air-debit yang ambigu (Gambar 3.4). Fluktuasi muka air sekitar 10 m tercatat selama pengamatan (April 2008–Agustus 2009) di stasiun Melak. Dari catatan ketinggian air, terlihat bahwa lahan basah, termasuk sekitar 30 danau di wilayah Mahakam bagian tengah, berperan dalam atenuasi puncak ketinggian air melalui mekanisme pengisian dan pengosongan danau.



Gambar 3.4 Tinggi muka air (h) Vs debit (Q) di Melak dengan berbagai metode estimasi debit. Beberapa *loop* dan osilasi debit menunjukkan bahwa efek arus balik (*backwater*) yang bervariasi juga terjadi dalam *loop* histeresis (Hidayat et al., 2011a)

Gambar 3.5 menunjukkan curah hujan dan muka air tanah yang diukur di lokasi hutan gambut di dekat Danau Melintang. Selama periode normal, respons muka air tanah terhadap kejadian hujan agak lambat karena keberadaan danau di dekatnya. Responsnya sedikit lebih cepat saat kondisi kering karena muka air danau juga rendah. Oleh karena hutan gambut Melintang merupakan bagian dari dataran rendah Mahakam, muka air tanah di kawasan ini tidak hanya merupakan fungsi dari curah hujan lokal, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi hulu. Luapan tepian sungai di hulu wilayah danau menyebabkan peningkatan mendadak muka air yang diamati selama puncak periode basah (Hidayat et al., 2014b).

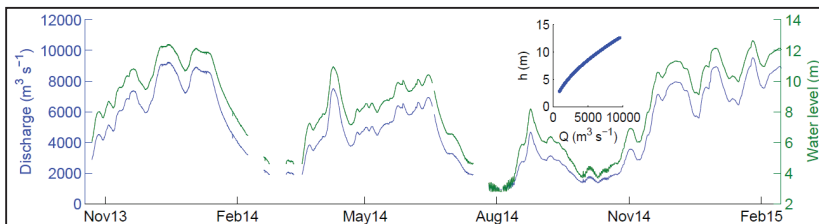


Gambar 3.5 Respons muka air tanah (GWL) terhadap kejadian curah hujan dan luapan tepian sungai (*bank overtopping*) di area hutan gambut Mahakam dekat Danau Melintang (Hidayat et al., 2017a)

2. Karakteristik Hidrologi Sungai Kapuas

Sama halnya dengan Sungai Mahakam, dinamika hidrologi Sungai Kapuas sangat dipengaruhi oleh curah hujan, dimana perilaku hidrograf umumnya sesuai dengan pola curah hujan rata-rata bulanan dengan sedikit *delay*. Gambar 3.6 menunjukkan

debit Sungai Kapuas di stasiun pemantauan aliran di Sanggau hasil pengukuran menggunakan ADCP (Kastner et al., 2015). Debit rata-rata Sungai Kapuas di Sanggau sekitar 5.000 m³/s. Selama aliran rendah pada bulan Juli–Agustus, seri data debit Kapuas juga menunjukkan fluktuasi sub-harian, yang sesuai dengan sinyal pasang surut.

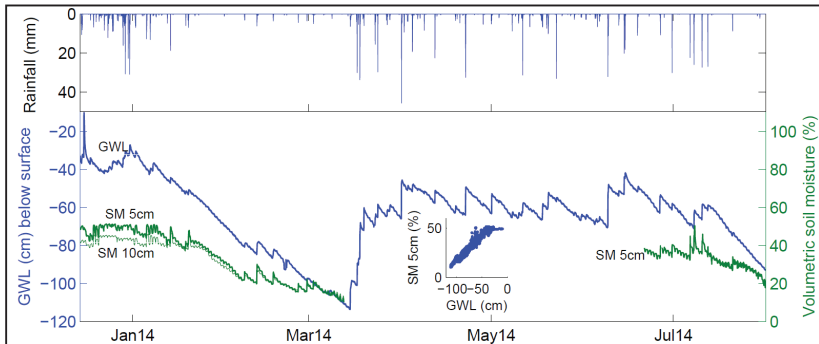


Gambar 3.6 Hasil pengukuran debit dari stasiun pemantauan aliran Sungai Kapuas di Sanggau dengan *scatterplot* hubungan tinggi muka air dan debit (Hidayat et al., 2017a)

Ketinggian air di stasiun pemantauan debit Sungai Kapuas di Sanggau juga berfluktuasi dengan kisaran 10 m selama periode pengamatan (November 2013–Februari 2015). Tidak ditemukan histeresis dalam hubungan antara TMA dan debit di stasiun pemantauan aliran di stasiun Sanggau (Hidayat 2017a), sehingga model *rating curve* dapat digunakan untuk estimasi debit Sungai Kapuas di stasiun ini.

Air tanah merespons relatif cepat terhadap curah hujan. Gambar 3.7 menunjukkan peningkatan/penurunan muka air dan kelembaban tanah akibat curah hujan/tidak ada curah hujan di wilayah Kapuas Hulu. Peningkatan muka air tanah terlihat jelas setelah terjadinya hujan. Tanah jenuh air selama periode pengukuran pada bulan Desember–Januari, yang merupakan periode puncak curah hujan, diikuti oleh kondisi yang cukup kering pada bulan Februari yang menyebabkan pengeringan

danau-danau/lahan basah dataran banjir Kapuas. Air tanah dan kelembaban tanah berkorelasi kuat.



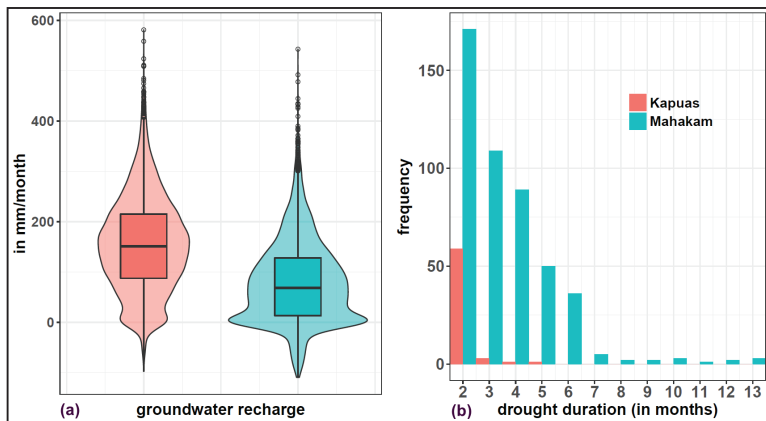
Gambar 3.7 Respons muka air tanah (GWL) dan kelembaban tanah (SM) terhadap kejadian curah hujan (tidak adanya curah hujan) di Kapuas (Hidayat et al., 2017a)

3. Rezim Hidroklimatologi dan Kekeringan di Dataran Rendah Mahakam dan Kapuas

Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) di dataran rendah Kalimantan biasanya dangkal (kedalaman air tanah <1 m pada titik-titik pengukuran dataran rendah Mahakam dan Kapuas), dimana kenaikan kapiler dari TMAT memasok air tanah di lapisan tanah atas untuk (sebagian) mengkompensasi kehilangan air akibat evapotranspirasi. Pengisian ulang (*recharge*) air tanah mencerminkan proses hidrologi tanah dengan baik, termasuk kenaikan kapiler dan evapotranspirasi. Selama musim kemarau, *recharge* yang rendah sering terjadi dan bahkan bisa menjadi negatif, yang berarti kelembaban lapisan tanah atas terlalu rendah untuk mengkompensasi fluks evapotranspirasi. Kedua

dataran rendah yang diteliti menunjukkan rezim hidroklimat yang berbeda.

Di Kapuas, pengisian ulang air tanah (*recharge*) bulanan sebesar 161 mm/bulan, dua kali lebih tinggi daripada dataran rendah Mahakam (Gambar 3.8, panel kiri). Dataran rendah Kapuas memiliki sedikit periode dengan pengisian ulang air tanah yang rendah selama musim kemarau. Kekeringan berkepanjangan jarang terjadi di Kapuas (hanya beberapa kejadian yang berlangsung hingga 3 bulan (Gambar 3.8, panel kanan). Sebaliknya, wilayah lahan basah Mahakam secara teratur menunjukkan pengisian ulang air tanah yang rendah, yang dapat menyebabkan kekeringan berkepanjangan yang pada periode kondisi ekstrim dapat berlangsung hingga 13 bulan. Akibatnya, dataran rendah Mahakam lebih rentan terhadap kekeringan hidrologis, yang menyebabkan risiko kebakaran yang lebih tinggi. Kekeringan hidrologis dalam konteks ini didefinisikan sebagai anomali negatif pada muka air tanah sehingga kekeringan berlanjut meskipun ada selingan periode basah (*wet intermission*) selama muka air tanah masih dibawah normal. TMA normal biasanya bukan angka yang tetap, tetapi merupakan kondisi dasar (*baseline*) yang dihasilkan dari pemantauan jangka panjang TMA dan ditentukan secara statistik dengan membandingkan TMA saat ini dengan catatan historis untuk mengidentifikasi anomali (Van Loon & Van Lanen, 2012).



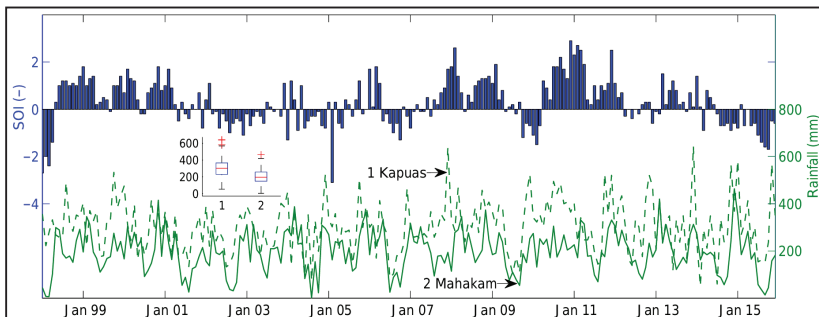
Gambar 3.8 Rezim hidroklimatologi dan kekeringan di dataran rendah Kapuas dan Mahakam: (a) diagram biola dan kotak yang menunjukkan distribusi pengisian ulang air tanah bulanan selama periode data TRMM (1998–2014); (b) kekeringan dalam pengisian ulang (*recharge*) air tanah yang menunjukkan durasi yang berbeda (Hidayat et al., 2017a)

B. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Pembelajaran Mesin untuk Hidrologi Dataran Rendah Tropis

Untuk mengatasi kendala keterbatasan cakupan pengukuran curah hujan di Kalimantan, curah hujan berbasis satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) yang memiliki resolusi spasial $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ ($27,5 \times 27,5 \text{ km}^2$) digunakan dalam studi ini. Curah hujan umumnya lebih tinggi di Kapuas daripada di Mahakam. Curah hujan rata-rata terendah, sekitar 5 mm/hari, ditemukan di wilayah lahan basah Mahakam, sementara curah hujan rata-rata tertinggi, sekitar 11 mm/hari, ditemukan di wilayah Kapuas Hulu. Karena resolusi spasial data TRMM relatif kasar, variasi skala kecil tidak dapat diamati. Variabilitas spasial curah hujan terlihat jelas dalam pengamatan lapangan harian

skala sub-DAS. Sebagian besar hujan dengan intensitas tinggi di sebuah sub-DAS di wilayah Kapuas Hulu, dapat berbeda secara signifikan dalam jarak pendek. Oleh karena variasi yang besar ini, alat pengukur hujan hanya akan memiliki area representatif yang kecil. Karena TRMM mengukur total curah hujan di area seluas $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ (sekitar 756 km^2), jumlah yang terukur diharapkan mewakili rata-rata curah hujan di area tersebut.

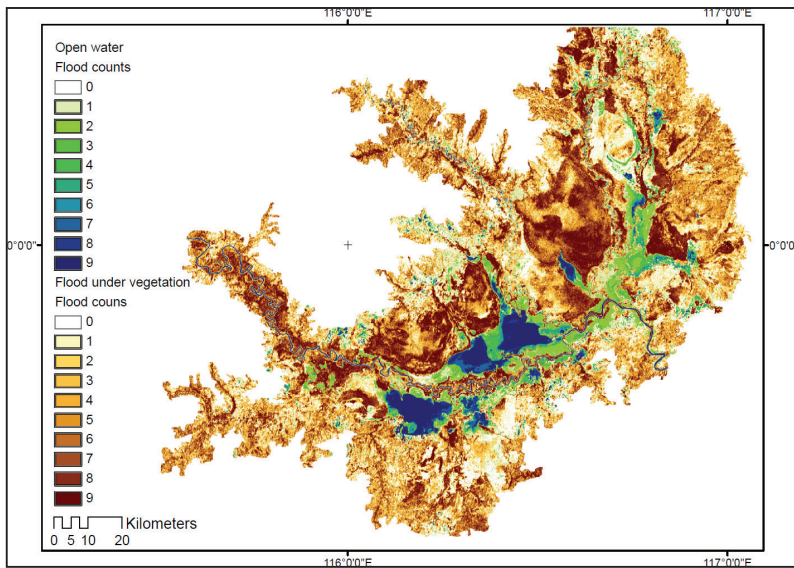
Catatan estimasi curah hujan TRMM selama 17 tahun (Gambar 3.9) mengonfirmasi bahwa pola curah hujan di DAS Kapuas dan Mahakam bersifat bimodal dengan rata-rata curah hujan tahunan masing-masing sekitar 3.630 dan 3.000 mm (Hidayat et al., 2017a). Jika diperbesar ke daerah dataran rendah, lahan basah Kapuas menerima rata-rata curah hujan tahunan sebesar 3.700 mm, sementara lahan basah Mahakam menerima rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2.690 mm. Puncak curah hujan biasanya terjadi pada bulan Desember–Januari, dengan puncak kedua pada bulan Maret–April dan bulan terkering sekitar bulan Juni–Agustus. Pola ini dapat bergeser mundur akibat pengaruh ENSO (Hidayat, 2019).



Gambar 3.9 Curah hujan bulanan di dataran rendah Kapuas (garis putus-putus) dan Mahakam (garis kontinu) diplot bersama Indeks Osilasi Selatan (SOI). Diagram kotak menunjukkan variabilitas curah hujan bulanan di kedua wilayah dataran rendah tersebut (Hidayat et al., 2017a)

Berdasarkan analisis data estimasi curah hujan berbasis satelit TRMM, pengaruh ENSO di DAS Kapuas dan Mahakam mengakibatkan variasi curah hujan tahunan yang signifikan. Gambar 3.6 menunjukkan hubungan antara SOI dan curah hujan bulanan di wilayah lahan basah Mahakam dengan koefisien korelasi (r) masing-masing sebesar 0,212 dan 0,358. Namun, korelasi ini tidak seragam sepanjang musim. Untuk lahan basah Kapuas, nilai r tertinggi sebesar 0,725 ditemukan pada bulan Agustus, sedangkan untuk lahan basah Mahakam, nilai r tertinggi sebesar 0,732 ditemukan pada bulan Oktober. Nilai koefisien r ini menunjukkan bahwa lahan basah Mahakam lebih terdampak oleh ENSO, yang juga dikonfirmasi oleh tingkat curah hujan dan durasi kekeringan (Gambar 3.8).

Penelitian dinamika penggenangan dan pemetaan frekuensi genangan menggunakan seri citra *Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar* (PALSAR) (Hidayat et al., 2012a; Hidayat et al., 2012b; Hidayat et al. 2013) berhasil mengidentifikasi penggenangan pada perairan terbuka dan penggenangan dengan tutupan vegetasi, memetakan frekuensi genangan pada lahan basah (Gambar 3.10) dan memetakan dinamika genangan tahunan dan musiman pada sistem rawa–danau dataran banjir. Hasil penelitian ini memberikan gambaran spasial mendetail tentang zona kritis, area genangan tetap, dan area genangan musiman, yang semuanya penting untuk pengelolaan dan konservasi.



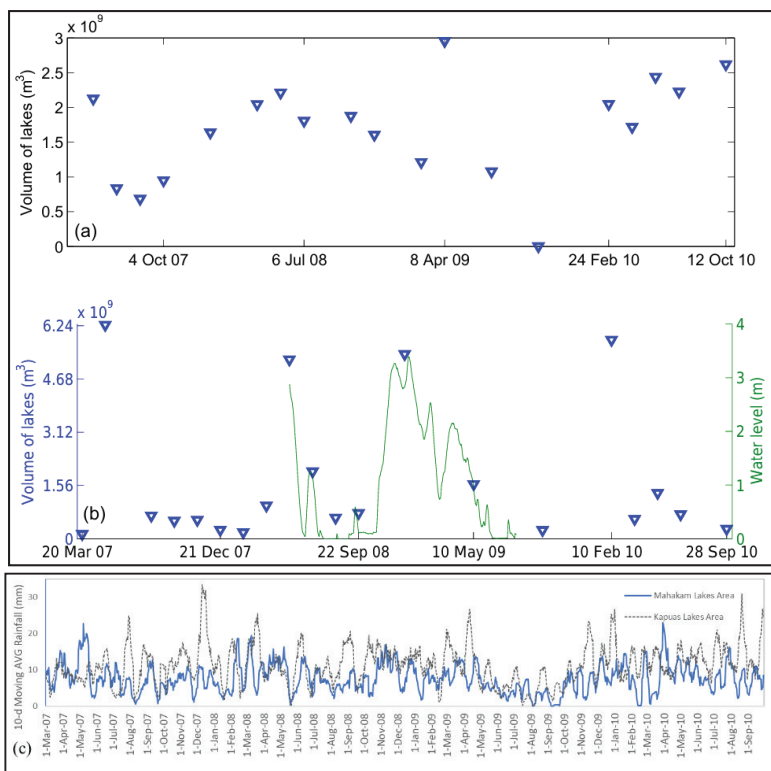
Gambar 3.10 Peta penggenangan untuk perairan terbuka dan genangan di bawah tutupan vegetasi pada lahan basah Mahakam dari sembilan citra PALSAR tahun 2008 dan 2009 (Hidayat et al., 2012a)

Peta penggenangan yang diperoleh dari algoritma yang dikembangkan menawarkan wawasan detail tentang periode penggenangan (*hidro-period*) dan luas penggenangan di wilayah dataran rendah Mahakam, yang menggambarkan nilai tambah penginderaan jauh radar untuk studi hidrologi lahan basah. Selain itu, ditemukan bahwa statistik sederhana dari peta hamburan balik radar seperti rata-rata, jangkauan total, dan perubahan rata-rata dapat digunakan untuk meningkatkan peta klasifikasi lahan. Hal ini dapat membantu upaya untuk mengklasifikasikan lahan dan lahan basah yang kompleks.

Pemanfaatan data hasil penginderaan jauh membuktikan bahwa radar altimetri, SAR, dan gabungan dari hasil observasi

penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk memantau tinggi muka air (Sulistioadi et al., 2015), perubahan volume danau banjiran (Hidayat et al., 2017a), luasan genangan (Hidayat et al., 2015; Hidayat et al., 2017b), validasi model hujan-limpasan-inundasi untuk estimasi dimensi dan periode lama genangan di danau banjiran (Apip et al., 2015). Hal ini membuka peluang monitoring lahan basah skala luas dengan pengukuran lapangan yang terbatas.

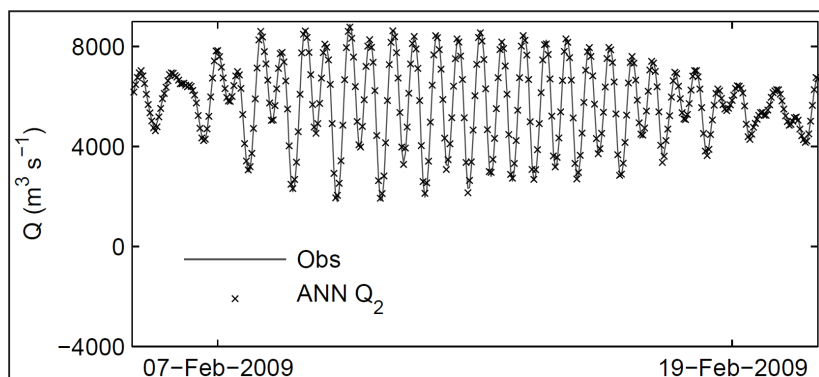
Estimasi total volume danau di wilayah Kapuas dan Mahakam dari hasil interpretasi area piksel tergenang pada citra PALSAR serta curah hujan rata-rata bergerak 10-harian dari TRMM di kedua wilayah ditunjukkan pada Gambar 3.11. Karena estimasi ini diperoleh tanpa memperhitungkan batimetri danau, yang umumnya datar, nilai yang disajikan di sini hanya sebagai estimasi kasar kapasitas penyimpanan. Dengan mempertimbangkan luas genangan di bawah tutupan vegetasi (Gambar 3.10), sementara yang diperhitungkan hanya luasan danau. Hal ini menjelaskan variasi debit yang sangat besar, yang dapat dicirikan oleh tinggi muka air, seperti pada Gambar 6, di stasiun pengamatan di hulu wilayah lahan basah Mahakam.



Gambar 3.11 Estimasi total volume danau di dataran rendah Kapuas (a) dan Mahakam (b) yang diperoleh dari interpretasi area piksel tergenang pada citra PALSAR (Hidayat et al, 2017a) serta curah hujan rata-rata bergerak 10-harian dari TRMM (c). Data TRMM diunduh dari <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>.

Aplikasi jaringan syaraf buatan (*Artificial Neural Network/ANN*) untuk hidrologi sungai pasang surut (Hidayat et al. 2014a) menunjukkan manfaat inovasi pendekatan pembelajaran mesin (*machine learning*) dalam memprediksi debit di sungai yang dipengaruhi pasang surut (Gambar 3.12), termasuk di

lahan basah pesisir. Sementara itu penelitian Hidayat (2015) mengembangkan model prediksi muka air guna memperkirakan periode banjir. Artikel ini menegaskan bahwa ANN mampu mengatasi non-linearitas dan interaksi kompleks antara pasang surut dan debit serta menghasilkan prediksi debit yang andal. Teknik *data mining* dapat merekonstruksi data hilang pada sistem pasang surut (Hidayat et al. 2014c). Metode ini membuka jalan pemanfaatan AI dalam pemodelan hidrologi dan merupakan salah satu penerapan awal AI dalam hidrologi sungai di Indonesia.

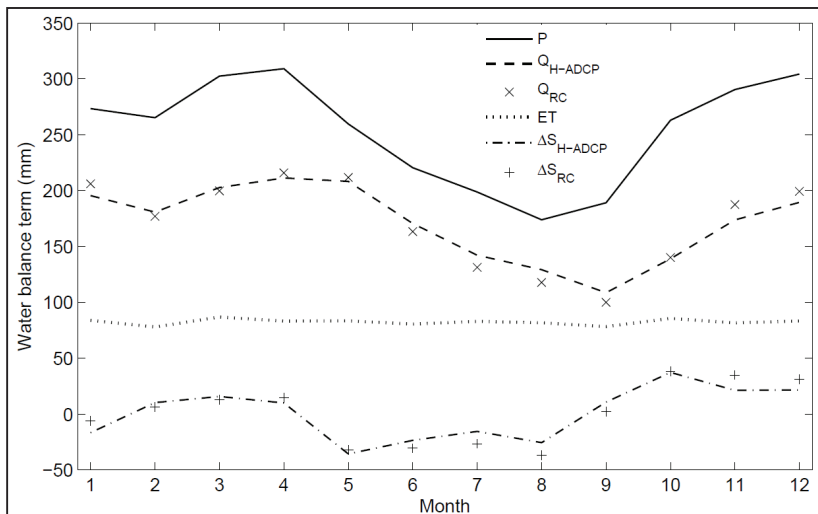


Gambar 3.12 Prediksi debit Sungai Mahakam di Samarinda yang dihasilkan model ANN pada periode validasi dengan hasil pengukuran (*Obs*) (Hidayat et al., 2014a)

C. Pemodelan Hidrologi dan Simulasi Sistem Danau–Delta

Model curah hujan-limpasan (*runoff*) banyak digunakan dalam studi hidrologi, menjadi alat standar untuk mempelajari neraca air, memperkirakan aliran sungai (Hidayat, 2018b), dan memprediksi bagaimana skenario perubahan iklim dan

pengembangan tata guna lahan akan berdampak pada debit sungai. Pemodelan hidrologi untuk DAS Mahakam bagian hulu dari kompleks danau dataran banjir kaskade Mahakam dilakukan dengan menggunakan model HBV (*Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning*), model hidrologi konseptual sederhana yang banyak digunakan dan relatif mudah diparameterisasi (Seibert et al., 2000; Hidayat, 2013). Komponen utama model ini adalah curah hujan, evapotranspirasi, penyimpanan, dan limpasan. Komponen-komponen ini saling terkait dan berpengaruh satu sama lain pada periode waktu tertentu. Hasil simulasi dengan model HBV mengindikasikan bahwa pada daerah tangkapan air yang terdampak aliran balik, model konseptual yang terkalibrasi sangat tepat untuk memodelkan tren dan anomali perilaku musiman, seperti dampak variabilitas iklim dan neraca air (Gambar 3.13), tetapi kurang tepat untuk menyelidiki perilaku debit puncak, yang tidak dapat dicapai tanpa mempertimbangkan efek aliran balik dari segmen sungai bagian hilir.



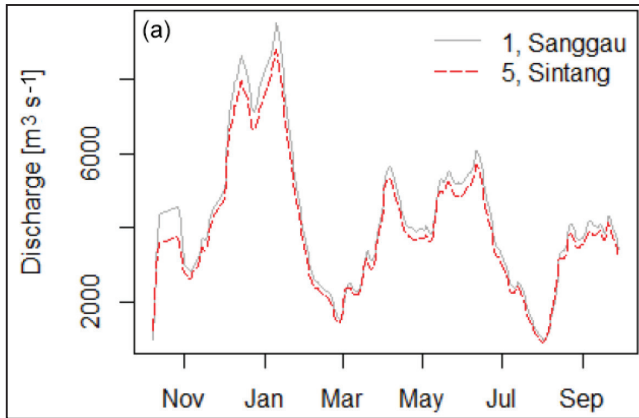
Gambar 3.13 Neraca air musiman DAS Mahakam hulu titik observasi debit di Melak ($P = Q + ET + S$). Jumlah curah hujan bulanan P, debit Q, evapotranspirasi aktual ET, dan perubahan simpanan S dirata-ratakan selama periode simulasi model HBV Januari 1998 - Desember 2009 (Hidayat, 2013)

Melalui kolaborasi internasional, Van et al. (2016) mensimulasikan aliran pada sistem Mahakam–danau–delta dengan model dua dimensi – tiga dimensi (2D–3D). Dengan pendekatan ini pengaruh kompleks danau dataran banjir Mahakam terhadap aliran di bagian hilir Sungai Mahakam diquantifikasi. Ditemukan bahwa danau-danau ini berkontribusi sekitar 20% dari debit sungai tahunan rata-rata Sungai Mahakam pada periode aliran rendah. Wilayah danau-danau tersebut, yang terletak sekitar 150 km di hulu Delta Mahakam merupakan batas perambatan pasang surut dalam sistem sungai-danau-delta Mahakam.

Stasiun pemantauan aliran Sungai Kapuas di Sanggau (Gambar 3.6) terletak di bagian hilir wilayah lahan basah Kapuas. Untuk mengevaluasi profil muka air dan aliran dari stasiun ini ke hulu melalui wilayah lahan basah dataran banjir Kapuas, representasi hidrolis satu dimensi sungai dibuat dalam model HEC-RAS, sebuah sistem analisis sungai perangkat lunak terbuka yang dikembangkan oleh *US Hydrological Engineering Centre*. Dua komponen HEC-RAS digunakan: perhitungan air permukaan aliran tunak (*steady flow*), untuk menentukan profil dan elevasi air rata-rata untuk debit minimum dan maksimum, dan simulasi aliran tak tunak (*unsteady flow*), untuk mensimulasikan aliran tak tunak satu dimensi melalui jaringan penuh saluran terbuka. Simulasi model berhasil merepresentasikan bimodalitas pola curah hujan di wilayah studi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.14.

Data seri yang dihasilkan dari studi karakterisasi Sungai Kapuas dan Sungai Mahakam telah digunakan untuk validasi model hidrologi gambut tropis pada skala global (Apers et al. 2022). Kolaborasi riset ini menjadi jembatan antara pengetahuan hidrologi lokal dan sistem pemodelan global yang menghasilkan kontribusi berupa:

- 1) integrasi data hidrologi gambut Indonesia dalam model global,
- 2) peningkatan representasi hidrologi gambut tropis dalam model permukaan bumi,
- 3) pemahaman hubungan hidrologi lokal–global untuk simulasi iklim.



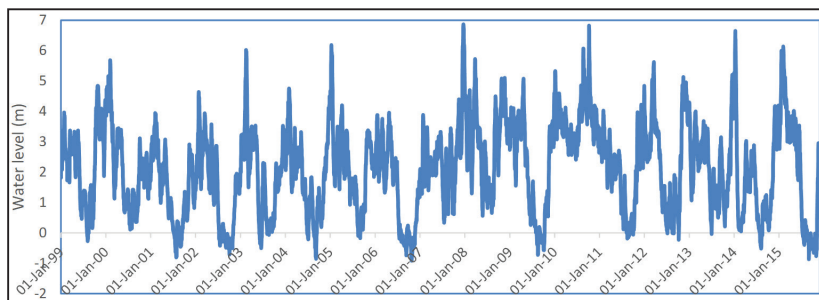
Gambar 3.14 Simulasi Debit (*Discharge*) oleh model HEC-RAS untuk bagian hilir Sungai Kapuas di stasiun pengukuran Sanggau dan di Sintang yang terletak di pertengahan antara kawasan lahan basah kompleks Danau Sentarum dan Sanggau (Hidayat et al., 2017a)

D. Denyut Banjir dan Fungsi Ekologi

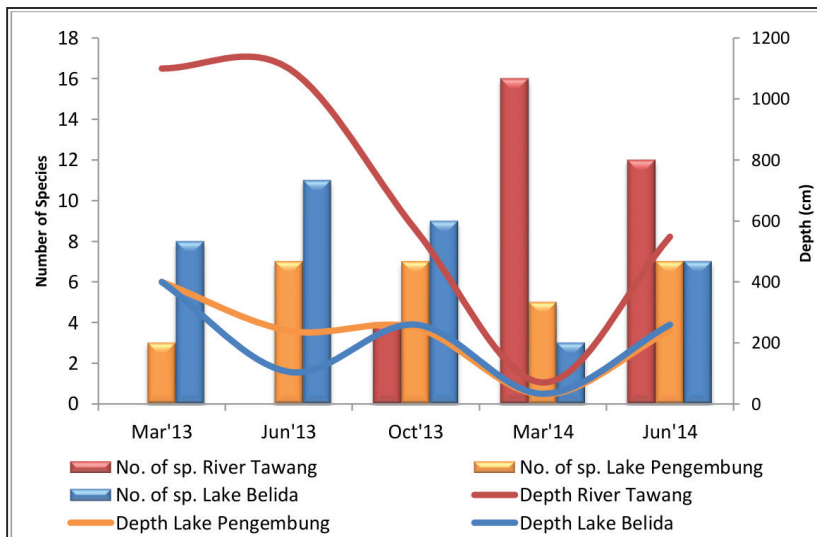
Riset hidrologi sistem danau–rawa Kapuas dan Mahakam (Hidayat et al., 2017a) merupakan tonggak integrasi pengetahuan hidrologi lahan basah tropis. Dengan menggabungkan radar, hidrologi pengamatan langsung, dan pemodelan proses, penelitian ini mengungkap mekanisme pengaturan muka air pada sistem danau dataran banjir serta hubungan erat antara fluktuasi sungai utama dan volume air danau rawa banjiran. Dinamika dua sistem sungai besar, Kapuas dan Mahakam, menunjukkan pola serupa: kontrol hidrologi dominan oleh denyut banjir (*flood pulse*).

Penelitian tentang *flood pulse* di Danau Sentarum, salah satu situs lahan basah Ramsar di Indonesia, (Hidayat et al.

2020; Haryani et al. 2020; Hidayat et al. 2017b; Ridwansyah et al. 2016) menunjukkan hubungan erat antara dinamika hidrologi yang memiliki fluktuasi tinggi muka air hingga 6–8 meter (Gambar 3.15) dengan dinamika sedimen dan nutrien, produktivitas habitat perairan, migrasi dan siklus reproduksi ikan, serta keragaman jenis biota (Gambar 3.16). Keanekaragaman spesies yang diamati di kompleks Danau Sentarum dapat dijelaskan dengan sangat baik oleh hubungan antara ketinggian air – hidrologi – habitat – produktivitas perairan – migrasi, sebagaimana dicontohkan oleh konsep denyut banjir. Dengan demikian, konsep *flood pulse* yang pada awalnya bersifat teoritis pada sistem besar seperti Amazon dan Kongo terbukti relevan secara kuantitatif pada sistem tropis Indonesia.



Gambar 3.15 Rekonstruksi tinggi muka air Danau Sentarum (1999-2015) menggunakan simulasi debit sungai utama Kapuas di Sanggau dan estimasi curah hujan dari satelit TRMM (Hidayat et al., 2020)



Gambar 3.16 Kedalaman air dan jumlah spesies ikan yang ditemukan di Sungai Tawang (merah) yang menghubungkan Sungai Kapuas dengan kompleks Danau Sentarum, Danau Pengembung (oranye) dan Danau Belida (biru) dua diantara danau-danau kompleks Danau Sentarum (Haryani et al., 2020)

E. Kontribusi Ilmiah terhadap Ilmu Hidrologi dan Ekohidrologi Tropis

Dari keseluruhan karya ilmiah, terdapat beberapa kontribusi utama yang dapat diringkas sebagai berikut:

- 1) Pengembangan paradigma baru: Hidrologi dataran rendah tropis.

Paradigma hidrologi tradisional sering berangkat dari model yang menekankan aliran longitudinal dan distribusi air dalam sungai atau DAS secara linear, seperti kurva limpasan, aliran

permukaan dibandingkan dengan infiltrasi, dan model sungai yang memperlakukan sungai sebagai saluran utama tanpa mempertimbangkan hubungan lateral yang dinamis dengan dataran banjir. Penelitian ini memperkenalkan *framework* konseptual bahwa dataran rendah tropis dikendalikan oleh relasi saling mempengaruhi (*interplay*) antara sungai utama, danau, rawa, pasang surut, dan curah hujan, serta memiliki respon hidrologis lambat namun stabil karena kapasitas penyimpanan besar. Oleh karena itu dibutuhkan pendekatan hidrologi berbeda dari DAS hulu–pegunungan. Kontribusi ini memperluas cakupan teori hidrologi klasik.

2) Inovasi metodologis dalam pemetaan dan pemodelan genangan.

Melalui kombinasi radar, ANN, pemodelan 1D-2D, dan metode data-driven, penelitian ini memperkenalkan: (a) teknik pemetaan genangan vegetasi tebal, (b) rekonstruksi data hidrologi menggunakan *machine learning*, (c) pendekatan multi-sensor untuk frekuensi genangan, (d) teknik prediksi debit sungai pasang surut yang reliabel.

3) Pendirian fondasi empiris–proses lahan basah Kalimantan.

Melalui puluhan perjalanan lapangan dan pengukuran jangka panjang, penelitian ini menghasilkan: (a) basis data hidrologi danau rawa di Indonesia, (b) penjelasan proses fisik yang mengatur dinamika dataran banjir Kapuas–Mahakam, (c) deskripsi sistematis hubungan hidrologi–ekologi (*flood pulse–keanekaragaman biota*). Temuan ini menjadi dasar ilmiah untuk pengelolaan lahan basah dataran banjir.

4) Integrasi hidrologi–ekologi untuk konservasi dan kebijakan.

Kontribusi ilmiah ini juga berdampak langsung pada: (a) konsep daya dukung ekosistem danau (Ridwansyah et al. 2016),

(b) penilaian kondisi habitat ikan (Haryani et al., 2020), (c) rekomendasi pengelolaan banjir–genangan untuk konservasi dan adaptasi masyarakat terhadap kondisi wilayah dataran banjir, antara lain konstruksi rumah panggung dengan tinggi yang disesuaikan dengan tinggi genangan terakhir (Gambar 20).

5) Kontribusi Global pada Hidrologi Gambut Tropis

Keterlibatan dalam pemodelan global (Apers et al. 2022) memastikan bahwa karakteristik hidrologi unik lahan basah Indonesia masuk ke dalam sistem pemodelan permukaan daratan global dan pengetahuan lokal terdifusi dalam komunitas ilmiah internasional.



Gambar 3.17 Konstruksi rumah panggung yang menyesuaikan dengan muka air tertinggi periode penggenangan sebagai salah satu bentuk kearifan lokal masyarakat di kawasan Danau dataran banjir Mahakam. Rumah yang lebih baru (kanan) telah beradaptasi dengan tinggi genangan terakhir dalam catatan kolektif masyarakat setempat (Foto: Hidayat et al., 2017a)

Esensi karya ilmiah menunjukkan perkembangan pengetahuan yang konsisten dan mendalam mengenai hidrologi lahan basah tropis. Kontribusi yang dihasilkan tidak hanya memperkaya literatur ilmiah internasional, tetapi juga berperan dalam penyusunan kebijakan, sistem monitoring, dan konservasi ekosistem lahan basah Indonesia. Melalui integrasi iptek dan pemahaman ekologis, penelitian ini menjadi fondasi penting bagi pengembangan ilmu ekohidrologi dan pengelolaan lahan basah dataran banjir di kawasan tropis.

IV. KONTRIBUSI UMUM RISET HIDROLOGI LAHAN BASAH DATARAN BANJIR

Penelitian mengenai sistem hidrologi lahan basah dataran banjir yang dilakukan dalam beberapa tahun terakhir memberikan kontribusi ilmiah bagi penguatan pemahaman tentang dinamika hidrologi tropis. Kajian ini menegaskan bahwa fluktuasi genangan musiman dan konektivitas hidrologi lateral antara sungai, rawa, dan badan air dataran banjir merupakan mekanisme fundamental yang mengatur fungsi ekosistem, ketersediaan air, serta produktivitas hayati. Temuan ini memperkuat landasan ilmiah bahwa lahan basah dataran banjir tidak hanya berperan sebagai penyimpan air dan penyangga banjir, tetapi juga sebagai sistem penopang ketahanan air, keanekaragaman hayati, dan keberlanjutan sosial-ekonomi masyarakat. Dalam konteks nasional, kontribusi ilmiah ini sejalan dengan arah Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional yang menempatkan pengelolaan sumber daya air, pengurangan risiko bencana, dan perlindungan ekosistem sebagai bagian integral dari pembangunan berkelanjutan (Kementerian PPN/Bappenas, 2025).

Implikasi kebijakan dari hasil penelitian ini menuntut penguatan integrasi ilmu hidrologi lahan basah ke dalam kebijakan pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) dan agenda perubahan iklim nasional. Pemerintah perlu mengarusutamakan fungsi lahan basah dataran banjir dalam perencanaan tata ruang dan pengelolaan DAS sebagai zona retensi alami yang mendukung pengendalian banjir, pengurangan kekeringan, dan adaptasi terhadap variabilitas iklim. Pendekatan ini selaras dengan kebijakan SDA yang mendorong pengelolaan air secara

terpadu berbasis DAS, serta dengan strategi adaptasi perubahan iklim nasional yang menekankan solusi berbasis alam. Selain itu, hasil penelitian ini mendukung perlunya kebijakan restorasi dan perlindungan lahan basah, penguatan sistem pemantauan hidrologi jangka panjang, serta pemanfaatan informasi ilmiah dalam pengurangan risiko bencana. Dengan demikian, pengembangan dan pemanfaatan iptek hidrologi lahan basah dataran banjir tidak hanya berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan, tetapi juga menjadi dasar ilmiah bagi perumusan kebijakan publik yang adaptif terhadap perubahan iklim dan berorientasi pada keberlanjutan pembangunan nasional.

Lahan basah di Indonesia yang merupakan salah satu yang terbesar di dunia memiliki potensi yang sangat besar dalam mengatur tata air dan mengurangi berbagai permasalahan hidrologi yang semakin sering terjadi, seperti banjir, kekeringan, penurunan kualitas air, dan ketidakstabilan aliran sungai. Secara alami, lahan basah bekerja sebagai sistem penyimpanan air yang mampu menahan limpasan saat musim hujan dan melepaskannya kembali secara perlahan pada musim kemarau (Hidayat, 2013). Mekanisme pengisian dan pengosongan kawasan danau-danau dataran banjir Mahakam memberikan efek peredaman puncak banjir seperti tercatat pada stasiun pengukuran di Muara Kaman yang berimplikasi pada terpangkasnya puncak banjir (Hidayat et al., 2011a) termasuk di wilayah perkotaan bagian hilir Mahakam seperti Tenggarong dan Samarinda. Fungsi ini sangat penting bagi Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi, variabilitas iklim musiman yang kuat, serta banyak DAS dengan respon hidrologi cepat terhadap hujan ekstrem. Dalam sistem rawa, gambut, dan dataran banjir, air yang melimpas dari sungai atau permukaan lahan akan disimpan sementara sehingga mengurangi debit puncak banjir dan memperlambat aliran menuju wilayah hilir.

Isu sentral yang diangkat dalam orasi ini adalah bagaimana sistem hidrologi lahan basah dataran banjir yang dicirikan oleh dinamika genangan periodik, fluktuasi muka air, serta keterhubungan antara proses hidrologi, ekologi, dan sosial mampu mempertahankan fungsi ekologis sekaligus menyokong ketahanan sumber daya air pada ekosistem tropis yang rentan mengalami tekanan lingkungan. Berdasarkan rangkaian hasil penelitian yang dilakukan pada berbagai tipe lahan basah, sungai dataran banjir, dan danau-danau tropis Indonesia, beberapa jawaban ilmiah dapat disimpulkan sebagai berikut.

Pertama, sistem hidrologi lahan basah dataran banjir terbukti dikendalikan oleh interaksi spasial-dinamis antara curah hujan, konektivitas hidrologis, dan kondisi geomorfologi setempat. Hal ini ditunjukkan dalam studi di sistem Mahakam dan Kapuas (Hidayat et al., 2017a), yang mengungkap bahwa variabilitas hidrometeorologi dan keterhubungan lateral menentukan dinamika muka air dan luas genangan. Variabilitas musiman dan antar-tahunan dalam input hidrometeorologi menentukan pola naik-turunnya muka air, luas genangan, serta durasi dataran banjir, yang pada gilirannya memengaruhi proses fisik dan biogeokimia (Hidayat et al., 2020). Perubahan kecil pada rezim hidrologi, terutama yang terkait intensifikasi hujan ekstrem dan perubahan tata lahan, mampu menghasilkan respons non-linear terhadap kestabilan sistem lahan basah.

Kedua, mekanisme internal lahan basah yang meliputi kapasitas retensi air, peran vegetasi dalam memoderasi aliran, siklus sedimen terlarut dan partikulat, serta dinamika oksigen dan nutrisi atau unsur hara menjadi faktor kunci dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Lahan basah dataran banjir berfungsi sebagai penyangga hidrologis alami melalui proses penundaan aliran, penyerapan puncak banjir, dan pelepasan aliran dasar

secara bertahap, sehingga meningkatkan regulasi hidrologi pada skala DAS. Hasil kajian ekohidrologi menunjukkan bahwa konektivitas lateral antara sungai-dataran banjir bersifat esensial untuk mempertahankan produktivitas biota perairan dan keberlanjutan jasa ekosistem. Pada Tahun 2018, sebagian hasil penelitian ini (Hidayat et al., 2018) dipresentasikan pada *World Lake Conference* ke 17 di Tsukuba, Jepang, dan terpilih sebagai salah satu penerima *The Ibaraki Kasumigaura Prize* yang menandakan kontribusi penting bagi riset perairan danau di negara berkembang.

Ketiga, lahan basah tropis memiliki peran strategis dalam ketahanan sosial-ekologis, terutama melalui kontribusinya dalam menjaga kualitas air, habitat keanekaragaman hayati, serta sumber penghidupan masyarakat lokal (Haryani et al., 2020; Hidayat et al., 2020). Namun, perubahan penggunaan lahan, pembangunan infrastruktur, degradasi vegetasi riparian, serta peningkatan kebutuhan pemanfaatan ruang dapat menimbulkan tekanan yang berpotensi menurunkan kapasitas regulasi hidrologi.

Keempat, sintesis hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan lahan basah dataran banjir di kawasan tropis perlu berpijak pada prinsip konektivitas hidrologis, konservasi fungsi retensi air, dan restorasi dinamika aliran (Junk et al., 1989; Hidayat et al., 2020). Pendekatan ilmiah yang mengintegrasikan hidrologi, geomorfologi, biologi perairan, dan sistem sosial-ekonomi menjadi dasar penyusunan kebijakan tata ruang, perlindungan kawasan basah, dan strategi adaptasi perubahan iklim pada berbagai skala (Sivapalan et al., 2012; ; Hidayat et al., 2017a). Dengan demikian, sistem lahan basah dataran banjir bukan hanya elemen pasif dalam lanskap hidrologi, tetapi komponen aktif yang menentukan resiliensi sumber daya air

Indonesia di masa depan. Hasil-hasil riset terkait danau dataran banjir berkontribusi untuk pengayaan riset bagi tim di internal instansi (BRIN) dan Perguruan Tinggi maupun secara praktis bagi pihak eksternal seperti kementerian Pekerjaan Umum, Lingkungan Hidup, Kehutanan, dan Pemerintah Daerah.

Pemanfaatan lahan basah paparan banjir perlu diterapkan di daerah lain yang rutin mengalami banjir. Pemanfaatan ini sebagai *Nature based Solution* tidak hanya untuk mengurangi masalah banjir namun juga menjaga ketersediaan air pada musim kemarau, mencegah intrusi air laut, dan mencegah penurunan muka tanah.

V. KESIMPULAN

Sistem hidrologi lahan basah dataran banjir di kawasan tropis ditentukan oleh dinamika alami antara curah hujan, karakteristik daerah tangkapan, konektivitas hidrologis, serta interaksi fisik–biogeokimia yang membentuk ritme banjir–surut. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan pada rezim hidrologi, baik akibat variabilitas iklim maupun perubahan tata guna lahan, dapat memengaruhi stabilitas ekosistem secara signifikan dan bersifat non-linear.

Lahan basah dataran banjir memiliki peran penting dalam regulasi hidrologi, termasuk penyimpanan air, penundaan puncak banjir, peningkatan aliran dasar, serta pemeliharaan produktivitas biota perairan. Konektivitas lateral antara sungai dan dataran banjir terbukti menjadi faktor kunci untuk menjaga kualitas air, siklus nutrien, serta keberlanjutan keanekaragaman hayati. Gangguan terhadap konektivitas ini menyebabkan penurunan integritas ekosistem dan kapasitas regulasi hidrologi.

Secara ilmiah dapat disimpulkan bahwa mempertahankan dinamika hidrologi alami merupakan syarat utama bagi keberlanjutan fungsi ekosistem lahan basah tropis. Pengelolaan kawasan basah perlu menggunakan pendekatan ekohidrologi yang mengintegrasikan proses fisik, biogeokimia, ekologi, dan sosial untuk mendukung kebijakan tata ruang, adaptasi perubahan iklim, serta ketahanan air nasional. Dengan demikian, lahan basah dataran banjir bukan hanya komponen pasif, tetapi elemen kunci dalam mempertahankan resiliensi ekosistem tropis dan ketahanan sumber daya air Indonesia.

VI. PENUTUP

Perkembangan ilmu pengetahuan mengenai sistem hidrologi lahan basah dataran banjir menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki peran strategis dalam menjaga stabilitas ekosistem tropis dan ketahanan sumber daya air. Di tengah meningkatnya tekanan perubahan iklim, degradasi lahan, dan intensifikasi pemanfaatan ruang, tantangan terbesar ke depan adalah bagaimana mempertahankan dinamika banjir-surut yang alami agar fungsi ekosistem tetap terjaga.

Ke depan, disiplin ekohidrologi tropis perlu dikembangkan lebih jauh melalui integrasi ilmu hidrologi, ekologi, pemodelan spasial, observasi satelit, serta pendekatan sosial-kebijakan. Disiplin geomorfologi fluvial, ekologi ruang (*spatial ecology*), dan hidroinformatika juga perlu diperkuat untuk mendukung upaya restorasi dan konservasi berbasis bukti ilmiah. Upaya penguatan sistem pemantauan hidrologi, pengembangan model prediksi berbasis data mutakhir, dan peningkatan kapasitas pengelolaan adaptif menjadi sangat penting untuk mendukung kebijakan pemerintah dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

Dalam konteks nasional, lahan basah tropis memainkan peran strategis dalam ketahanan air, mitigasi bencana hidrometeorologi, dan konservasi keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, pengembangan disiplin ekohidrologi tropis yang memadukan proses hidrologi, dinamika ekosistem, dan pengelolaan lanskap perlu menjadi prioritas untuk menjawab tantangan strategis pemerintah terkait perubahan iklim, pengendalian banjir, pengelolaan danau, serta perlindungan

kawasan konservasi. Pendekatan lintas disiplin ini diharapkan mampu menghasilkan kerangka pengelolaan yang lebih adaptif, berbasis bukti, dan berorientasi keberlanjutan jangka panjang.

Dengan memperkuat pemahaman ilmiah dan memperluas kolaborasi lintas disiplin, lahan basah dataran banjir dapat terus dipertahankan sebagai penyangga ekologis yang penting bagi keberlanjutan ekosistem, ketahanan air nasional, serta kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, rasa syukur saya kepada Allah SWT yang dengan izinnya saya dapat menyelesaikan tahapan ini. Pada kesempatan ini, izinkan saya untuk mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan untuk proses akademik yang saya jalani.

Pertama, penghargaan dan ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Presiden RI Bapak Jenderal TNI (Purn.) Prabowo Subianto dan Presiden ke-7 Republik Indonesia Bapak Ir. H. Joko Widodo atas penetapan Keputusan Presiden tentang Pengangkatan Peneliti Ahli Utama saya; Kepala BRIN Prof. Dr. Arif Satria, M.Sc.; Wakil Kepala BRIN Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian M.Sc, DESD, ASEAN Eng.; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D.; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset Prof. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc; Sekretaris Utama BRIN, Rr. Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.I.P., M.A.; Kepala Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air sekaligus selaku Plt. Kepala Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim, Dr. Luki Subehi, M.Sc; Kepala BOSDM BRIN, Ratih Retno Wulandari, M.Si.; serta Tim Penelaah Naskah Orasi, yaitu Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani, Prof. Dr. Irfan Budi Pramono, M.Sc. dan Prof. Dr. Muh. Taufik, S.Si., M.Si.

Kedua, selama lebih dari tiga dasawarsa saya berkarir di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), saya telah dikaruniai banyak kesempatan mulai dari pengenalan dunia penelitian pada masa-masa awal sebagai Teknisi Litkayasa bersama team Ir. Feizal Sabar, M.Sc. (Alm.) selaku Kabalitbang

Biologi Perairan dan Dr. Anugerah Nontji sebagai Kapuslitbang Limnologi LIPI. Kapuslitbang selanjutnya, mendiang Ir. Peter Hehanussa, M.Sc. memperkenalkan saya pada instrumentasi untuk riset akuatik dan pengelolaan terbitan ilmiah. Prof. Dr. Hery Harjono, M.Sc., Kapuslitbang Limnologi berikutnya, memperkenalkan pentingnya komputasi dalam riset kebumian dan mengizinkan saya untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang S1. Pada masa kepemimpinan Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani sebagai Kapuslit Limnologi saya beralih jabatan fungsional menjadi peneliti dan mendapat kesempatan untuk melanjutkan pendidikan S-2 dan S-3 di Belanda. Prof. Dr. Jan Sopaheluwakan selaku Deputy Ilmu Pengetahuan Kebumian LIPI saat itu berperan besar dalam pengembangan karir saya melalui studi lanjut ini. Pada masa kepemimpinan Dr. Tri Widiyanto, M.Si. sebagai Kapuslit Limnologi saya menyelesaikan S-3 dan mengikuti program *Post-doctoral* di *Wageningen University*. Pada masa kepemimpinan Dr. Fauzan Ali, MSc sebagai Kapuslit Limnologi saya mendapatkan banyak kesempatan untuk mengembangkan penelitian maupun kompetensi manajerial. Untuk itu saya mengucapkan banyak terima kasih atas dukungan, bimbingan, kontribusi beliau semua. Terima kasih kepada sivitas Puslit Limnologi LIPI atas kerja sama serta kontribusi dalam perjalanan karir saya hingga saat ini.

Ketiga, selama lima tahun interaksi di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) telah memberi pengalaman luar biasa, dimana periset yang terdistribusi di berbagai kementerian dan lembaga terintegrasi ke dalam BRIN dengan sistem dan budaya kerja yang baru. Begitupun periset keairan dari berbagai institusi Litbang di kementerian dan lembaga tergabung dalam Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air (PRLSDA) di bawah naungan Organisasi Riset Kebumian dan Maritim (ORKM). Terima kasih kepada segenap sivitas PRLSDA atas dukungan

dan kontribusinya untuk kemajuan bersama dalam berbagai bidang riset keairan. Kepada segenap pimpinan dan sivitas ORKM saya ucapkan terima kasih atas kerja sama yang terjalin selama ini.

Keempat, saya sampaikan apresiasi kepada guru-guru yang telah mendidik saya mulai dari pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi. Alm. H. Dadang Suganda beserta para guru SDN Cileungsi I dan Madrasah Ibtidaiyah yang telah memberikan bekal ilmu dan pendidikan mental spiritual selama pendidikan dasar yang saya jalani, jazaakumullah. Terima kasih yang tidak terhingga kepada para guru beserta segenap sivitas SMP Negeri I Ciawi dan SMA Negeri I Ciawi – Bogor serta para dosen Politeknik ITB dan Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Pakuan Bogor. Prof Dimitri Solomatine dan Dr. Gerald Corzo di IHE Delft, Prof. Dr. Remko Uijlenhoet dan Prof. Dr. Ton Hoitink selaku promotor dan co-promotor serta kolega seperjuangan Dr. Bart Vermeulen, Dr. Maximilano Sassi, Dr. Ryan Teuling, Syarif Budhiman, M.Sc. dan kolega EKP telah banyak berkontribusi dalam studi lanjut dan pengembangan karir saya sebagai peneliti.

Kelima, saya berterima kasih kepada istri saya, Sumiati, SKM, M.Epid yang telah memberikan motivasi dan dukungannya yang luar biasa selama ini, juga kedua anak kami Muhammad Kharis Nurrasyid, SKM dan Ahmad Rafi Nurhadi. Kepada kedua orang tua saya, Bapak H. Jumena (Alm) dan Ibu Hj. Mari'ah (Almh) yang telah membesarkan dan mendidik saya serta Bapak dan Ibu mertua, keluarga besar H. Jumena (Alm) dan keluarga besar H. Misnan Sandi (Alm) dan Ibu Hj. Titi Mena (Almh) terima kasih yang tidak terkira.

Terakhir, saya ucapkan terima kasih kepada Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Panitia Penyelenggara Orasi

Pengukuhan Profesor Riset BRIN, dan seluruh undangan sehingga acara ini dapat terselenggara dengan baik. Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT, saya akhiri orasi ilmiah ini. Terima kasih atas perhatian para hadirin semua, mohon maaf atas kekurangan dan kekhilafan dalam penyampaian orasi ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsdorf, D. E., Rodríguez, E., & Lettenmaier, D. P. (2007). Measuring surface water from space. *Reviews of Geophysics*, 45. <https://doi.org/10.1029/2006RG000197>
- Arias, M. E., Cochrane, T. A., Norton, D., Killeen, T. J., Khon, P. (2014). The flood pulse as the underlying driver of vegetation in the largest wetland complex in the Mekong Basin. *Ambio* 43(6), 864–876, <https://doi.org/10.1007/s13280-013-0424-4>
- Apers, S, De Lannoy, G. J. M., Baird, A. J., Cobb, A.R., Dargie, G. C., del Aguila Pasquel, J., Gruber, A., Hastie, A., **Hidayat**, et al. (2022). Tropical peatland hydrology simulated with a global land surface model. *Journal of Adv. in Modeling Earth Systems* 14(3), e2021MS002784. <https://doi.org/10.1029/2021MS002784>
- Apip, **Hidayat**, Ridwansyah, I., Daruati, D. (2015). Pemodelan 2-D hujan-limpasan-inundasi untuk estimasi dimensi dan periode lama genangan di danau banjir: kompleks Danau Sentarum, Kalimantan Barat. *Pros. Seminar Nasional Limnologi VII*, Cibinong
- Bayley, P. B. (1995). Understanding Large River–Floodplain Ecosystems. *BioScience* 45(3), 153–158. <https://doi.org/10.2307/1312554>
- Beven, K. (2006). A manifesto for the equifinality thesis. *Journal of Hydrology* 320(1–2), 18–36. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.07.007>
- Blöschl, G., Sivapalan, M., Wagener, T., Viglione, A., & Savenije, H. H. G. (2013). Runoff prediction in ungauged basins: Synthesis across processes, places and scales. *Cambridge University Press*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139235761>

- Blöschl, G., Bierkens, M.F.P., Chambel, A. et al. (2019). Twenty-three unsolved problems in hydrology. *Hydrological Sciences Journal*, 64(10), 1141–1158. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1620507>
- Cole, L. E. S., Bhagwat, S. A., & Willis, K. J. (2021). The future of Southeast Asia's tropical peatlands: Local and global perspectives. *Anthropocene* 34, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2021.100292>
- Corzo, G. A., Solomatine, D. P., **Hidayat**, de Wit, M., Werner, M., Uhlenbrook, S., Price, R. K. (2009). Combining semi-distributed process-based and data-driven models in flow simulation: a case study of the Meuse river basin. *Hydrology & Earth System Sciences* 13(9). <https://doi.org/10.5194/hess-13-1619-2009>
- de Jong, E. B. P., Ragas, A. M. J., Nooteboom, G., & Mursidi, M. (2015). Changing water quality in the Middle Mahakam Lakes: rapid deforestation, mining and palm oil plantation development in Indonesia's Middle Mahakam Wetlands. *Wetlands* 35(4), 733–744. <https://doi.org/10.1007/s13157-015-0665-z>
- Di Baldassarre, G., Sivapalan, M., Rusca, M., Cudennec, C., Garcia, M., Kreibich, H., et al. (2019). Sociohydrology: Scientific challenges in addressing the sustainable development goals. *Water Resources Research*, 55, 6327–6355. <https://doi.org/10.1029/2018WR023901>
- Guan, Y., Jin, S., Zhang, Z, Chen, S., Chen, Y, Liu, S., Fan, M., Ding, Y. and Yuan, X. (2025). A comprehensive review of climate warming and carbon dynamics in wetland ecosystems. (2025). *Discover Sustainability*, 6, 672. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01579-x>
- Haryani, G. S., **Hidayat**, Samir, O. (2020). Diversity of fish caught using gill nets in Lake Sentarum, West Kalimantan – Indonesia. *Proc. International Conference on Tropical Limnology, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 535, 012037 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/535/1/012037>

- Hess, L. L., Melack, J. M., Filoso, S., & Wang, Y. (1995). Delineation of inundated area and vegetation along the Amazon floodplain with the use of imaging radar. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33(4), 896–904. <https://doi.org/10.1109/36.406675>
- Hidayat** (2007). Application of Data-Driven Techniques in Semi-Distributed Hydrological Modelling. *MSc thesis*. UNESCO IHE Institute for Water Education, Delft
- Hidayat**, H., Vermeulen, B., Sassi, M. G., Torfs, P. J. J. F., and Hoitink, A. J. F. (2011a). Discharge estimation in a backwater affected meandering river. *Hydrology & Earth System Sciences* 15(8), 2717–2728. <https://doi.org/10.5194/hess-15-2717-2011>
- Hidayat**, Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., and Hoitink, A. J. F. (2011b). Combining ALOS-PALSAR imagery with field water level measurements for flood mapping of a tropical floodplain. *Proc. Int. Symp. on LIDAR and Radar Mapping: Technologies and Applications*. <https://doi.org/10.1117/12.912735>
- Hidayat**, H., Hoitink, A. J. F., Hoekman, D. H., Vermeulen, B., Sassi, M. G., Torfs, P. J. J. F., and Uijlenhoet, R. (2011c). Flood and droughts in the Mahakam lowlands: insights from radar data and a hydrological model. *Proc World Delta Summit*, Jakarta
- Hidayat**, Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., and Hoitink, A. J. F. (2012a). Flood occurrence mapping of the middle Mahakam lowland area using satellite radar. *Hydrology & Earth System Sciences* 16(7), 1805–1816. <https://doi.org/10.5194/hess-16-1805-2012>
- Hidayat**, Hoekman, D. H., Hoitink, A.J.F. (2012b). Identifikasi Pola Genangan pada Lahan Bervegetasi di Lahan Basah Kutai, Kalimantan Timur, dengan Citra Radar. *Pros. Seminar Ilmiah Se-Eropa Berkarya untuk Indonesia*, Wageningen

- Hidayat**, Setiawan, F., Handoko, U., Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., Hoitink, A. J. F. (2013). Inundation Dynamics of the Mahakam Cascade Lakes from on-Ground and Satellite Radar Observations. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia* 20(1) 1-9. https://karya.brin.go.id/id/eprint/23414/1/2549-8029_20-1_2013-1.pdf
- Hidayat**, 2013. Runoff, discharge and flood occurrence in a poorly gauged tropical basin: the Mahakam River, Kalimantan. *PhD Thesis*, Wageningen University. ISBN: 978-94-6173-743-4. 10.18174/277585
- Hidayat**, Hoitink, A. J. F., Sassi, M., and Torfs, P. (2014a). Prediction of Discharge in a Tidal River Using Artificial Neural Networks. *J. Hydrol. Eng.* 19(8). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000970](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000970)
- Hidayat**, Setiawan, F., Handoko, U. (2014b). Morfometri dan aliran air pada sungai dataran rendah: Mahakam segmen tengah dan hilir. *Pros. pertemuan ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia I*, Cibinong
- Hidayat**, Setiawan, F., Handoko, U. (2014c). Reconstructing Disrupted Water Level Records in A Tide Dominated Region Using Data Mining Technique. *Indonesian Journal of Geospatial* 3(2). <https://journals.itb.ac.id/index.php/ijog/article/view/2164>
- Hidayat**, Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., Hossain, Md. M., Teuling, A. J., and Haryani, G. S. (2015). Inundation Frequency Mapping of the Upper Kapuas Wetlands Using Radar Imagery. *Proc. Int. Conf. on Ecohydrology*, Yogyakarta
- Hidayat** (2015). Pemodelan tinggi muka air menggunakan Jaringan syaraf tiruan. *Pros. Seminar Nasional Limnologi VII*. Cibinong

- Hidayat**, Teuling, A. J., Vermeulen, B., Taufik, M., Kastner, K., Geertsema, T. J., Bol, D. C. C., Hoekman, D. H., Haryani, G. S., Van Lanen, H. A. J., Delinom, R. M., Dijkma, R., Anshari, G. Z., Ningsih, N. S., Uijlenhoet, R., Hoitink, A. J. F. (2017a). Hydrology of inland tropical lowlands: the Kapuas and Mahakam wetlands. *Hydrology and Earth System Sciences* 21(5), 2579–2594. <https://doi.org/10.5194/hess-21-2579-2017>
- Hidayat**, Hoekman, D. H., Teuling, R., Haryani, G. S., Hoitink, A. J. F. (2017b). Estimating Lake Extent and Water Volume of Floodplain Lakes of Kalimantan Using Radar Images. *Proc. of the 16th World Lake Conference*, Bali
- Hidayat** (2018a). Karakterisasi lahan basah di daerah aliran Sungai Kapuas bagian hulu dengan topographic wetness index dan survey lapangan. *Pros. Pertemuan Ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia Tahun 2017*, Bogor
- Hidayat** (2018b). Analisis Variabilitas Iklim pada Daerah Aliran Sungai Kapuas (Kalimantan Barat) dengan Data Satelit TRMM dan Model Konseptual. *Pros. Pertemuan Ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia Tahun 2017*, Bogor
- Hidayat**, Aisyah, S., Kurniawan, R., Ridwansyah, I., Samir, O., Haryani, G.S. (2018). Flood Pulse in A Tropical Floodplain Lake and Its Implication on Aquatic Habitat Dynamics: Case study in the Sentarum Lakes Area, Kalimantan – Indonesia. *Proc. 17th World Lake Conference*, Tsukuba, Japan
- Hidayat** (2019). Trend of rainfall over Indonesian major lakes from tropical rainfall measuring mission data. *IOP Conf. Ser: Earth Environ. Science* 303(1), 012019
- Hidayat**, Aisyah, S., Kurniawan, R., Ridwansyah, I., Samir, O., Haryani, G. S. (2020). Flood Pulse and Aquatic Habitat Dynamics of The Sentarum Floodplain Lakes Area. *Indonesian Journal of Limnology* 1(1), 27-37. <https://doi.org/10.51264/inajl.v1i1.2>

- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press
- Junk, W. J., Bayley, P. B., and Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplains systems. In: D. P. Dodge (ed.), *Proc. Int. Large River Symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science* 106: 110-127
- Junk W.J. Wantzen K.M. (2004). The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches and Applications—An Update. *Proc. 2nd Int. Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Mekong River Commission*
- Kastner, K., Hoitink, A. J. F., Vermeulen, B., **Hidayat**, Sassi, M. G., Pramulya, M., and Ningsih, N. S. (2015). Comparison of discharge estimates from a rating curve and ADCP measurements. *E-Proc. 36th IAHR world congress: Delta of the future and what happens upstream*. The Hague
- Kementerian PPN/Bappenas (2025). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025 – 2029, Bersama Indonesia Maju Menuju Indonesia Emas 2045, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 290 hal.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Andi.
- Mahecha, M. D., Gans, F., Brandt, G., et al. (2020). Earth system data cubes unravel global multivariate dynamics. *Earth System Dynamics*, 11, 201–234. <https://doi.org/10.5194/esd-11-201-2020>
- Maity, R., et al. (2024). Revolutionizing the future of hydrological science: Impact of machine learning and deep learning amidst emerging explainable AI and transfer learning. *Applied Computing and Geosciences*, 24, 100206. <https://doi.org/10.1016/j.acags.2024.100206>

- Margono, B. A., Bwangoy, J-R. B., Potapov, P. V., Hansen M. C. (2014). Mapping wetlands in Indonesia using Landsat and PALSAR datasets and derived topographical indices, *Geo-spatial Information Science* 17(1), 60-71, <https://doi.org/10.1080/10095020.2014.898560>
- Marthews, T. R., Dadson, S. J., Clark, D. B., Blyth, E. M., Hayman, G. D., Yamazaki, D., Becher, O. R. E., Martínez-de la Torre, A., Prigent, C., & Jiménez, C. (2022). Inundation prediction in tropical wetlands from JULES-CaMa-Flood global land surface simulations. *Hydrology and Earth System Sciences* 26(12), 3151–3173. <https://doi.org/10.5194/hess-26-3151-2022>
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). *Wetlands* (3rd ed.). New York: Wiley.
- Pahl-Wostl, C., et al. (2007). Managing change toward adaptive water management. *Ecology and Society*, 12(2), 30. <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art30/>
- Prigent, C., Papa, F., Aires, F., Rossow, W. B., & Matthews, E. (2007). Global inundation dynamics inferred from multiple satellite observations. *Journal of Geophysical Research*, 112. <https://doi.org/10.1029/2006JD007847>
- Ridwansyah, I., Lukman, **Hidayat**, Nomosatryo, S., Kurniawan, Riki., Dianto, A., Samir, O., Handoko, U., Mulyana, S. (2016). Rancangan Konsep Pengelolaan Danau Berbasis Daya Dukung Ekosistem, Studi Kasus: Danau Sentarum. *Pros. PIT MLI 2015*
- Rodriguez-Iturbe, I. (2000). Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate–soil–vegetation dynamics. *Water Resources Research*, 36(1), 3–9. <https://doi.org/10.1029/1999WR900210>
- Sassi, M. G., Hoitink, A. J. F., Vermeulen, B., and **Hidayat** (2011). Discharge estimation from H-ADCP measurements in a tidal river subject to sidewall effects and a mobile bed. *Water Resource Research* 47, W06504. <https://doi.org/10.1029/2010WR009972>

- Seibert, J., Uhlenbrook, S., Leibundgut, C., and Halldin, S. (2000). Multiscale calibration and validation of a conceptual rainfall-runoff model, *Phys. Chem. Earth*, 25(1), 59-64. [https://doi.org/10.1016/S1464-1909\(99\)00121-5](https://doi.org/10.1016/S1464-1909(99)00121-5)
- Shen, C. (2018). A transdisciplinary review of deep learning research for hydrology. *Water Res. Research*, 54(11), 8558–8593. <https://doi.org/10.1029/2018WR022643>
- Sivapalan, M., Savenije, H. H. G., & Blöschl, G. (2012). Socio-hydrology: A new science of people and water. *Hydrological Processes*, 26(8), 1270–1276. <https://doi.org/10.1002/hyp.8426>
- Sulistioadi, Y. B., Tseng, K.-H., Shum, C. K., **Hidayat**, Sumaryono, M., Suhardiman, A., Setiawan, F., and Sunarso, S. (2015). Satellite radar altimetry for monitoring small river and lakes in Indonesia. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 19(1), 341–359. <https://doi.org/10.5194/hess-19-341-2015>
- Tockner, K., Malard, F., & Ward, J. V. (2000). An extension of the flood pulse concept. *Hydrological Processes*, 14(16–17), 2861–2883.
- Van, C. P., de Brye, B., Deleersnijder, E., Hoitink, A.J.F., Sassi, M.G., Spinewine, B., **Hidayat**, Soares-Frazão, S. (2016). Simulations of the flow in the Mahakam-lake-delta system, Indonesia. *Environmental Fluid Mechanics* 16(3), 603-633. <https://doi.org/10.1007/s10652-016-9445-4>
- Van Loon, A. F. & Van Lanen, H. A. J. (2012). A process-based typology of hydrological drought. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 16: 1915–1946. <https://doi.org/10.5194/hess-16-1915-2012>
- Vermeulen, B., Hoitink, A. J. F., van Berkum, S. W., and **Hidayat** (2014). Sharp bends associated with deep scours in a tropical river: the River Mahakam (East Kalimantan, Indonesia). *J. Geophys. Res.* 119(7), 1441–1454 <https://doi.org/10.1002/2013JF002923>

- Di Baldassarre, G., Sivapalan, M., Rusca, M., Cudennec, C., Garcia, M., Kreibich, H., et al. (2019). Sociohydrology: Scientific challenges in addressing the sustainable development goals. *Water Resources Research*, 55, 6327–6355. <https://doi.org/10.1029/2018WR023901>
- Xu, Q., Shi, Y., Bamber, J., Tuo, Y., Ludwig, R., & Zhu, X. X. (2023). Physics-aware machine learning revolutionizes scientific paradigm for machine learning and process-based hydrology. *arXiv – Earth and Planetary Science*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.05227>
- Zalewski, M. (2015). Ecohydrology and Hydrologic Engineering: Regulation of Hydrology-Biota Interactions for Sustainability *J. Hydrol. Eng.* 20(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000999](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000999)
- Zhan, P., Jiang, L., Liu, K., Chen, T., Fan, C., Zeng, F., & Song, C. (2025). Unveiling the floodplain river-lake hydrological interactions by SWOT observations. *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL118459. <https://doi.org/10.1029/2025GL118459>

DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

Karya Tulis Ilmiah

1) Buku Nasional	3 buah
2) Bagian dari Buku Internasional	1 buah
3) Jurnal Internasional	18 buah
4) Jurnal Nasional	9 buah
5) Prosiding Internasional	28 buah
6) Prosiding Nasional	16 buah

Kekayaan Intelektual

1) Paten Nasional	
a) Terdaftar	2 buah
2) Hak Cipta	1 buah

DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

Karya Tulis Ilmiah

Buku Nasional

1. Lukman, **Hidayat**, Haryani, G. S., Chrismada, T., Henny, C., Fakhruddin, M., Widiyanto T., dan Sulastri (2018). *Tiga Dasawarsa Berkarya. Pusat Penelitian Limnologi LIPI*. LIPI Press
2. Said, D. S. dan **Hidayat** (2015). 101 *Ikan Hias Air Tawar Nusantara*. LIPI Press
3. Hehanusa, P. E., Haryani, G.S., **Hidayat** dan Hamid, A. (2004). *Katalog Sungai Indonesia, Citarum, Bengawan Solo, Kali Brantas, Sungai Asahan, Sungai Citanduy, Sungai Progo*. Terjemahan Catalogue of Rivers for Southeast Asia and the Pacific Volume I dan II. IHP-UNESCO

Bagian dari Buku Internasional

4. Yuniarti, I., Glenk, K., Utami, R. R., Fitriyah, A., Yoga, G. P., **Hidayat**, Rahmadya, A. (2026). Introduction: context and knowledge gaps in Glenk, K., Yuniarti, I., Utami, R. R., Fitriyah, A., Yoga, G. P. (Eds.) *Decision Support Systems for Multisectoral Tropical Lake Management in Indonesia Nature and Anthropocene in Lake Singkarak*. Springer. <https://link.springer.com/book/9783032112675>

Jurnal Internasional

5. Corzo, G. A., Solomatine, D. P., **Hidayat**, de Wit, M., Werner, M., Uhlenbrook, S., Price, R. K. (2009). Combining semi-distributed process-based and data-driven models in flow simulation: a case study of the Meuse river basin. *Hydrology & Earth System Sciences* 13 (9)
6. **Hidayat**, H., Vermeulen, B., Sassi, M. G., Torfs, P. J. J. F., and Hoitink, A. J. F. (2011). Discharge estimation in a backwater affected meandering river. *Hydrology & Earth System Sciences*, No. 15
7. Sassi, M. G., Hoitink, A. J. F., Vermeulen, B., and **Hidayat** (2011). Discharge estimation from H-ADCP measurements in a tidal river subject to sidewall effects and a mobile bed. *Water Resource Research*, 47, W06504
8. **Hidayat**, Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., and Hoitink, A. J. F. (2012). Flood occurrence mapping of the middle Mahakam lowland area using satellite radar. *Hydrology & Earth System Sciences*, No. 16
9. Buschman, F. A., Hoitink, A. J. F., de Jong, S. M., Hoekstra, P., **Hidayat**, and Sassi, M. G. (2012). Suspended sediment load in the tidal zone of an Indonesian river. *Hydrology & Earth System Sciences*, No. 16
10. Sassi, M. G., Hoitink, A. J. F., Vermeulen, B., and **Hidayat** (2013). Sediment discharge division at two tidally influenced river bifurcations. *Water Resour. Res.*
11. Vermeulen, B., Hoitink, A. J. F., van Berkum, S. W., and **Hidayat** (2014). Sharp bends associated with deep scours in a tropical river: the River Mahakam (East Kalimantan, Indonesia). *J. Geophys. Res.*

12. **Hidayat**, Hoitink, A. J. F., Sassi, M., and Torfs, P. (2014). Prediction of Discharge in a Tidal River Using Artificial Neural Networks. *J. Hydrol. Eng.*
13. Sulistioadi, Y. B., Tseng, K.-H., Shum, C. K., **Hidayat**, Sumaryono, M., Suhardiman, A., Setiawan, F., and Sunarso, S. (2015). Satellite radar altimetry for monitoring small river and lakes in Indonesia. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*
14. Van, C. P., de Brye, B., Deleersnijder, E., Hoitink, A.J.F., Sassi, M.G., Spinewine, B., **Hidayat**, Soares-Frazão, S. (2016). Simulations of the flow in the Mahakam-lake-delta system, Indonesia. *Environmental Fluid Mechanics* 16 (3), 603-633
15. **Hidayat**, Teuling, A. J., Vermeulen, B., Taufik, M., Kastner, K., Geertsema, T. J., Bol, D. C. C., Hoekman, D. H., Haryani, G. S., Van Lanen, H. A. J., Delinon, R. M., Dijkma, R., Anshari, G. Z., Ningsih, N. S., Uijlenhoet, R., Hoitink, A. J. F. (2017). Hydrology of inland tropical lowlands: the Kapuas and Mahakam wetlands. *Hydrology and Earth System Sciences* 21 (5), 2579
16. Lukman, **Hidayat**, Subehi L., Dina R., Mayasari N., Melati I., Sudriani Y. (2021). Loads of pollution to Lake Toba and their impacts. *Int. J. on Adv. Sci. Eng. IT* Vol. 11 No. 3
17. Vriend, P., **Hidayat**, van Leeuwen, J., Cordova, M. R., Purba, N. P., Löhr, A. J., Faizal, I., Agustina, K., Husrin, S., Suryono, D.D., Hantoro, I., Widianarko, B., Lestari, P., Vermeulen, B., van Emmerik, T. H. M. (2021). Plastic pollution research in Indonesia: state of science and future research directions to reduce impacts. *Frontiers in Environmental Science* 9
18. Apers, S, De Lannoy, G. J. M., Baird, A. J., Cobb, A.R., Dargie, G. C., del Aguila Pasquel, J., Gruber, A., Hastie, A., **Hidayat**, Hirano, T., Hoyt, A. M., Jovani-Sancho, A., Katimon, J., A., Kurnain, A., Koster, R. D., Lampela, M., Mahanama, S. P. P., Melling, L., Page, S.E., Reichle, R. H., Taufik, M., Vanderborght, J., Bechtold, M. (2022). Tropical peatland hydrology simulated with a global land surface model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*

19. Hermana, I. S., Hariyadi, S., Taryono, **Hidayat** (2023). Microplastic Abundance in The Waters of The Middle Section of The Citarum River, Karawang, West Java. *Journal of Natural Resources and Environmental Management JPSL*, 14(1)
20. Fakhruddin, M., Setiawan, F., **Hidayat**, Apip, Hakim, A. M. Y., Yusuf, S. M., Turmudi, Ridwansyah, I., Wibowo, H. (2024). LULC Change Impact on Runoff Coefficient and Its Implications for Areal Prioritization in Flood Control: A Case Study of The Cikapundung River, West Java, Indonesia. *Journal of Southwest Jiaotong University*
21. Nastiti, A, Utami, R. R., Ramadhina, S. Q., Fathonah, N., Yoga, G. P., Ariesyady, H.D., Kusumah, S. W. D., **Hidayat** (2025). Disposal practices, risk perceptions, and quantification of potential active pharmaceutical ingredients (APIs) from used human medicine in Upper Citarum River Basin. *International Journal of Environmental Health Research*, DOI: 10.1080/09603123.2024.2445162
22. Dwinovantyo, A., Triyanto, Triwisesa, E., Samir, O., Haryani, G. S. Wibowo, H., **Hidayat**, Sulawesty, F., Nafisyah, E., Lukman, Ali, F., Setiawan, F. A., (2025). Target Strength of Eels from Echosounder and Calibrated Fish Finder Using Acoustic Measurement and Numerical Model. *International Journal of Technology*
23. Rahmadya, A., Zanjabila, **Hidayat**, Hermana, I. S., Setiawan, F. (2025). Utilization of Deep Learning and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Monitoring Plastic Debris. *Natural and Life Sciences Communications*

Jurnal Nasional

24. Lukman dan **Hidayat** (2002). Pembebanan dan Distribusi Bahan Organik di Waduk Cirata. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(2)

25. Apip, Ridwansyah I., dan **Hidayat** (2005). Kuantitas Neraca Air DAS Way Ratai Sebagai Informasi Awal Pendugaan Distribusi Temporal Beban Sedimen. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia*, XII(2), 16-32
26. Said D. S. dan **Hidayat** (2005). Kekerabatan Beberapa Spesies Ikan Pelangi Irian (Famili Melanotaeniidae) Berdasarkan Karyotipe. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(1)
27. **Hidayat** dan Lukman (2005). Kajian Awal Karakteristik Ekohidrologi Daerah Aliran Sungai Cimanuk Bagian Hulu. *WIDYARISSET Kapita Selekta LIPI*, 9(2), 49-57.
28. **Hidayat**, Setiawan, F., Handoko, U., Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., Hoitink, A. J. F. (2013). Inundation Dynamics of the Mahakam Cascade Lakes from on-Ground and Satellite Radar Observations. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia*
29. **Hidayat**, Setiawan, F., Handoko, U. (2014). Reconstructing Disrupted Water Level Records in A Tide Dominated Region Using Data Mining Technique. *Indonesian Journal of Geospatial* 3(2).
30. **Hidayat**, Aisyah, S., Kurniawan, R., Ridwansyah, I., Samir, O., Haryani, G. S. (2020). Flood Pulse and Aquatic Habitat Dynamics of The Sentarum Floodplain Lakes Area. *Indonesian Journal of Limnology*, 1(1): 27-37
31. Hermana, I. H., **Hidayat** H., Hariyadi, S., Taryono, Yoga, G. P., Suryono, T., Triwisesa, E. (2025). Microplastics in Sediment and Digestive Tract of Amazon Sailfin Catfish (*Pterygoplichthys* Spp.) in the middle segment of the Citarum River, Karawang, West Java, Indonesia. *Limnotek*

Prosiding Internasional

32. Crismadha, T., **Hidayat**, Rosidah dan Mardiaty, Y. (1998). Developing Tubular Photobioreactor for Enhancement of Photosynthetic Efficiency in Algal Culture. *Proc. South East Asian Workshop on Photobiology in the Tropics*, Hasanudin University
33. Crismadha, T., Sutapa, I. D. A. **Hidayat**, Rosidah, Mardiaty, Y. (2000). Photosynthetic Efficiency Enhancement in Algal Culture by Application of Flashing Light Effect in a Tubular Photobioreactor. *Proc. SEAWPIT 98 & SEAWPIT 2000*, Vol. 2
34. Said, D. S., **Hidayat**, Carman O., Abinawanto (2002). Karyotype of Papua's Rainbowfish (*Melanotaenia maccullochi*). *Proc. of the International Symposium on Land Management Biodiversity in Southeast Asia*
35. Apip, Fakhrudin, M., **Hidayat**, Subehi, L., Wibowo, H., Ridwansyah I., Aisyah, S. (2003). Developing an Inland Water Resources Information System Case Study: Ciliwung Watershed-Indonesia. *Proc. of the 2nd Asia Pacific Training Workshop on Ecohydrology*
36. Apip, Fakhrudin M., **Hidayat** (2005). Preliminary Basin Water Balance Model Estimation of Temporal Distribution of Dissolved Sediment Load Into Rantai Bay, Lampung. *Proc. International Symposium on Ecohydrology*, Kuta Bali Indonesia
37. Sassi, M. G., Schellen, S., Vermeulen, B., **Hidayat**, Hoitink, A.J.F. (2010). Tidal impact on river discharge in the Mahakam River and tributary channels, East Kalimantan, Indonesia. *Proc. of the 15th Physics of Estuaries and Coastal Seas (PECS) Conference*, Colombo, Sri Lanka
38. Subehi, L., **Hidayat**, Setiawan, F. (2011). Analysis of Water Temperature Changes as an Indicator for Sustainable Water Management on the River Forested Watershed. *Proc. The 3rd International Conference on Water Supply Management System and Social Capital*

39. **Hidayat**, H., Hoitink, A. J. F., Sassi, M. G., Vermeulen, B., Hurkmans, R. T. W. L., Torfs, P. J. J. F., Uijlenhoet, R. (2011). Added value of H-ADCP data in rainfall-runoff models driven by satellite rainfall input in a tropical basin. *Proc. EGU general assembly meeting*
40. **Hidayat**, H., Hoitink, A. J. F., Hoekman, D. H., Vermeulen, B., Sassi, M. G., Torfs, P. J. J. F., and Uijlenhoet, R. (2011). Flood and droughts in the Mahakam lowlands: insights from radar data and a hydrological model. *Proc World Delta Summit*
41. **Hidayat**, Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., and Hoitink, A. J. F. (2012). Combining ALOS-PALSAR imagery with field water level measurements for flood mapping of a tropical floodplain. *Proc. Int. Symp. on LIDAR and Radar Mapping: Technologies and Applications*
42. Kastner, K., Hoitink, A. J. F., Vermeulen, B., **Hidayat**, Sassi, M. G., Pramulya, M., and Ningsih, N. S. (2015). Comparison of discharge estimates from a rating curve and ADCP measurements. *E-Proceedings of the 36th IAHR world congress: Delta of the future and what happens upstream*. The Hague
43. Sassi, M. G., Hoitink, A. J. F., Vermeulen, B., **Hidayat** (2015). Towards a continuous monitoring method of water and sediment discharge in the Mahakam River and tributary channels. *E-Proceedings of the 36th IAHR world congress: Delta of the future and what happens upstream*. The Hague
44. **Hidayat**, Hoekman, D. H., Vissers, M. A. M., Hossain, Md. M., Teuling, A. J., and Haryani, G. S. (2015). Inundation Frequency Mapping of the Upper Kapuas Wetlands Using Radar Imagery. *Proc. Int. Conf. on Ecohydrology*, Yogyakarta
45. **Hidayat**, Hoekman, D.H., Teuling, R., Haryani, G.S, Hoitink, A.J.F. (2017b). Estimating Lake Extent and Water Volume of Floodplain Lakes of Kalimantan Using Radar Images. *Proc. of the 16th World Lake Conference*, Bali

46. **Hidayat** (2019). Trend of rainfall over Indonesian major lakes from tropical rainfall measuring mission data. *IOP Conf. Ser: Earth Environ. Science*, 303 (1), 012019
47. **Hidayat**, Aisyah, S., Kurniawan, R., Ridwansyah, I., Samir, O, Haryani, G.S. (2018). Flood Pulse in A Tropical Floodplain Lake and Its Implication on Aquatic Habitat Dynamics: Case study in the Sentarum Lakes Area, Kalimantan – Indonesia. *Proc. 17th World Lake Conference*, Tsukuba, Japan
48. Haryani, G. S., **Hidayat**, Samir, O. (2020). Diversity of fish caught using gill nets in Lake Sentarum, West Kalimantan – Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*
49. Haryani, G. S., Triyanto, Samir, O., Lukman, **Hidayat**, Ali, F., Sulawesty, F., Wibowo, H., Setiawan, F.A., Triwisesa, E., Riyanto, M., Dwinovantyo, A., Nafisyah, E. (2021). Development of the silver eel (*Anguilla marmorata*) gonad during downstream migration in the Lake Poso system, Central Sulawesi. *E3S Web of Conferences* 322, 01012
50. Triyanto, Haryani, G. S, Lukman, Wibowo, H., Ali, F., **Hidayat**, Sulawesty, F., Setiawan, F. A., Triwisesa, E., Dwinovantyo, A., Riyanto, M., Samir, O., and Nafisyah, E., (2021). Perspective plan for sustainable eel management in Lake Poso, Central Sulawesi. *E3S Web of Conferences* 322, 05014
51. Sumiati, **Hidayat**, Suprono, Fachrudin, and Satyaningsih (2021). Developing an Early Warning System Based on Correlation Analysis for Dengue Haemorrhagic Fever. *KnE Life Sciences: The 2nd International Scientific Meeting on Public Health and Sports*
52. **Hidayat**, Aisyah, S., Rahmadya, A., Husrin, S., Hermana, I. S., Hurley, R., Olsen, M. (2022). Quantification of Riverbank Macroplastic Contamination in The Lower Citarum River. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 950 (1), 012010

53. Husrin, S., **Hidayat**, Rahmadya, A., Aisyah, S., Hurley, R., Braaten, H. F. V., Olsen, M. (2022). Riverine Plastic Monitoring during the Rainy Season in the Citarum Estuary of Muara Gembong. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 950 (1)
54. Aisyah, S., **Hidayat**, Rahmadya, A., Husrin, S., Hurley, R., and Olsen, M. (2022). Observation of floating inorganic macro-debris in the downstream Citarum River using manual counting. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 950 (1)
55. Rahmadya, A., **Hidayat**, Aisyah, S., Husrin, S., and Olsen, M. (2022). Monitoring of plastic debris in the lower Citarum River using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 950 (1)
56. Aisyah, S., **Hidayat** and Verawati, D. (2022). Statistical Assessment of Some Water Quality and Rainfall Data in Ciliwung River, Indonesia. *IOP Conf. Ser: Earth Environ. Science*, MLI conf
57. Suryono, D D, Salim, H. L., Solihuddin, T., Husrin, S., **Hidayat**, Sudirman, N., Heriati A. (2023). Assessment of The Antropogenic Impact on Mangrove Ecosystem and Endemic Fauna in Muaragembong, Bekasi, West Java. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1148, 012016
58. Sulawesty, F., Triyanto, Haryani, G. S., Samir, O., **Hidayat**, Wibowo, H., Lukman, Ali, F., Setiawan, F. A., Riyanto, M., Dwinovantyo, A., Triwisesa, E., Nafisyah E. (2024). Assessment of water quality in the Poso Watershed based on the pollution index and carlson trophic status index. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1436 (2024) 012008
59. Handoko, U., Fakhruddin, M., Apip, **Hidayat**, Turmudi, and Triwisesa, E. (2025). Trend analysis of extreme rainfall in Cikapundung Watershed, West Java, Indonesia. *BIO Web of Conferences* 156, 02016

Prosiding Nasional

60. Crismadha, T., Sutapa, I. D. A., **Hidayat**, Rosidah, Mardiaty, Y. (2000). *Pros. Seminar Nasional Biologi XVI*
61. Said, D.S., **Hidayat**, Carman, O., dan Abinawanto (2002). Kromosom Ikan Pelangi Mungil (Dwarf Rainbowfish) *Melanotaenia praecox* (Famili Melanotaeniidae). *Pros. Simposioun Interaksi Daratan dan Lautan, Ilmu Pengetahuan Kebumihan*
62. Said, D. S., Carman, O., Abinawanto, dan **Hidayat**, 2002. Karyotipe Ikan Pelangi Irian (*Melanotaenia boesemani*). *Pros. Seminar Nasional Limnologi*, Puslit Limnologi LIPI.
63. Said, D. S., Carman, O., **Hidayat**, and Abinawanto, 2002. Chromosome Study of Rainbowfish (*Melanotaenia lacustris*). *Pros. Seminar Ikan ke 2 dan Kongres MII*, Puslit Biologi LIPI
64. Sutapa, I. D. A., Crismadha, T., dan **Hidayat** (2003). Penentuan Laju Fotosintesis Mikroalga Berdasarkan Koefisien Transfer Massa (KLA). *Pros. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*
65. **Hidayat**, Apip, dan Kodarsyah (2004). Perancangan dan Penyusunan Apikasi Basis Data Sumberdaya Perairan Darat Terintegrasi Data Spasial. *Pros. Seminar Nasional Limnologi*, Bogor
66. **Hidayat**, Hoekman, D. H., Hoitink, A.J.F. (2012). Identifikasi Pola Genangan pada Lahan Bervegetasi di Lahan Basah Kutai, Kalimantan Timur, dengan Citra Radar. *Pros. Seminar Ilmiah Se-Eropa Berkarya untuk Indonesia*
67. **Hidayat**, Setiawan, F., Handoko, U. (2014). Morfometri dan aliran air pada sungai dataran rendah: Mahakam segmen tengah dan hilir. *Pros. pertemuan ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia I*, Cibinong
68. **Hidayat** (2015). Pemodelan tinggi muka air menggunakan jaringan syaraf tiruan. *Pros. Seminar Nasional Limnologi VII*.

69. Apip, **Hidayat**, Ridwansyah, I., Daruati, D. (2015). Pemodelan 2-D hujan-limpasan-inundasi untuk estimasi dimensi dan periode lama genangan di danau banjir: kompleks Danau Sentarum, Kalimantan Barat. *Pros. Seminar Nasional Limnologi VII*
70. Sumiati, **Hidayat**, Octavia, D. (2016). Korelasi Curah Hujan dengan Peningkatan Kasus Demam Berdarah Dengue di Wilayah DKI Jakarta. *Pros. PIT MLI 2015*
71. Ridwansyah, I., Lukman, **Hidayat**, Nomosatryo, S., Kurniawan, R., Dianto, A., Samir, O., Handoko U. (2016). Rancangan Konsep Pengelolaan Danau Berbasis Daya Dukung Ekosistem, Studi Kasus: Danau Sentarum. *Pros. PIT MLI 2015*
72. **Hidayat** (2018). Karakterisasi lahan basah di daerah aliran Sungai Kapuas bagian hulu dengan topographic wetness index dan survey lapangan. *Pros. Pertemuan Ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia Tahun 2017*
73. **Hidayat** (2018). Analisis Variabilitas Iklim pada Daerah Aliran Sungai Kapuas (Kalimantan Barat) dengan Data Satelit TRMM dan Model Konseptual. *Pertemuan Ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia Tahun 2017*
74. Haryani, G. S., Samir, O., Lukman, **Hidayat** (2018). Kegiatan Perikanan Tangkap dengan Waring di Danau Sentarum, Kalimantan Barat. *Pros. Seminar Nasional Ikan ke-10*
75. **Hidayat** dan Haryani, G. S. (2020). Tren Penelitian Limnologi Berdasarkan Analisis Bibliometrik. *Prosiding PIT MLI 2019*

Kekayaan Intelektual

Paten Nasional

Terdaftar

76. I. S. Hermana dkk, Alat Penangkap Sampel Mikroplastik (*Microplastic Trap*) di Permukaan Air, Paten Sederhana, No Pendaftaran S00202505996

77. I. S. Hermana dkk, Alat untuk Pengambilan Sedimen (*Sediment Corer Tube*), Paten Sederhana, No Pendaftaran S00202414791

Hak Cipta

78. F.A. Setiawan dkk, Aplikasi Web Sistem Monitoring Sidat (SIMOSAT), No Sertifikat KI 000535522

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. **Hidayat** (1993). Lahan Basah: Suatu Pengantar (Terjemahan makalah 'Wetlands: An Introduction' karya G. Claridge). *Warta Limnologi*, Nomor 23, Tahun VII
2. Subehi, L. dan **Hidayat** (2003). Bendungan Serbaguna Sempor Proyek Serbaguna Kedu Selatan. *Warta Limnologi*, Nomor 36, Tahun XVII
3. **Hidayat** (2007). Application of Data-Driven Techniques in Semi-Distributed Hydrological Modelling. *MSc thesis*. UNESCO IHE Institute for Water Education, Delft
4. **Hidayat**, Hoitink, A.J.F., Uijlenhoet, R., Torfs, P.J.J.F., Sassi, M.G., Vermeulen, B., Hurkmans, R.T.W.L. (2010). Dependence of rainfall-runoff model performance on discharge estimates from H-ADCP data and rating curves. *EGU Leonardo topical conference series on the hydrological cycle*. Luxembourg
5. **Hidayat**, H., Hoitink, A.J.F., Sassi, M.G., Vermeulen, B., Hurkmans, R.T.W.L., Torfs, P.J.J.F., Uijlenhoet R (2011). Added value of H-ADCP data in rainfall-runoff models driven by satellite rainfall input in a tropical basin. *EGU general assembly*, Vienna
6. **Hidayat**, H., Vermeulen, B., Sassi, M.G., Torfs, P.J.J.F., and Hoitink, A.J.F (2011). Rating curve fails to model discharge in a backwater affected river reach. *EGU general assembly*, Vienna
7. Hoitink, A.J.F., Vermeulen, B., **Hidayat**, de Vries, B.W.H., van Berkum, S.W. (2011). Alluvial morphology in a subsiding lowland area: the Mahakam River. *Int. conference on the status and future of the world's large rivers*, Vienna

8. **Hidayat**, H., Hoitink, A.J.F., Hoekman, D.H., Vermeulen, B., Sassi, M.G., Torfs, P.J.J.F., and Uijlenhoet, R. (2011). Flood and droughts in the Mahakam lowlands: insights from radar data and a hydrological model. *World Delta Summit*, Jakarta
9. Sassi, M., Hoitink, A.J.F., Vermeulen, B., **Hidayat**, H. Monitoring water and suspended sediment discharge in the Mahakam river and distributary channels. *World Delta Summit*, Jakarta, November 2011
10. Vermeulen, B.; **Hidayat**, Sassi, M.G., Hoitink, A.J.F. (2011). Flow and morphodynamics in the Middle Mahakam River. *World Delta Summit*, Jakarta, November 2011
11. **Hidayat**, Hoekman, D.H., Vissers, M.A.M. and Hoitink, A.J.F. (2011). Flood frequency mapping of the middle Mahakam lowland area using satellite radar. *AGU fall meeting*, San Francisco
12. Sassi, M., Hoitink, A.J.F., Vermeulen, B., **Hidayat**, H., Brye, B. de, Deleersnijder, E. Hydraulic geometry of a tidally influenced delta channel network: the Mahakam Delta, East Kalimantan, Indonesia. *AGU fall meeting*, San Francisco, December 2011.
13. Hoitink, A.J.F., Buschman, F.A., Sassi, M., Brye, B. de, Tarya, A., **Hidayat**, H., Vermeulen, B., Vegt, M. van der, Hoekstra, P., Deleersnijder, E. River-tide interactions observed from novel measurement methods and modelling: implications for pathways of sediment and delta morphology. *AGU fall meeting*, San Francisco, December 2011.
14. **Hidayat**, Sassi, M.G., Vermeulen, B., and Hoitink, A.J.F. (2012). H-ADCP discharge monitoring of a large tropical river. *AGU fall meeting*, San Francisco
15. Vermeulen, B., Hoitink, A.J.F., Sassi, M.G., Buschman, F.A., **Hidayat**. Methods to estimate river discharge from horizontally deployed acoustic Doppler current profilers. *Hydraulic Measurements and Experimental Methods Conference*, Utah, USA, August 2012.

16. **Hidayat** (2013). Runoff, discharge and flood occurrence in a poorly gauged tropical basin: the Mahakam River, Kalimantan. *PhD Thesis*, Wageningen University. ISBN: 978-94-6173-743-4
17. Ridwansyah, I. dan **Hidayat**, (2013). Karakteristik Morfometri Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Warta Limnologi*
18. **Hidayat**, F. Setiawan, U. Handoko, & A.J.F. Hoitink (2019). Electric conductivity monitoring in a lowland river: Added value for discharge estimation. *International Conference on Tropical Limnology*, Bogor
19. **Hidayat** (2020). Dinamika Massa Air pada Ekosistem Dataran Banjir. *Lecture Series MLI Seri II sesi kedua: Ekosistem Lahan Basah*
20. **Hidayat**, Ridwansyah, I., Rustini, H.A., Fakhrudin, M., Apip, Subehi, L., Jasalesmana, T., Henny, C., Ajie, G.S., Santoso, A.B., Chrismadha, T., Said, D.S., Wibowo, H., Ali, F., Haryani, G.S. (2021). Ecohydrology-based inland waters disaster mitigation Case study: Lake Maninjau, West Sumatra. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI*
21. **Hidayat** (2022). Monitoring of Plastic Litter Transport in River Citarum, Indonesia. *ASEAN Regional Conference: Science Based Solution for Marine Plastic Pollution in ASEAN Countries*, Da Nang, Vietnam
22. **Hidayat**, Husrin, S., Aisyah, S., Rahmadya, A., Apip, Hermana, I.S., Braaten, H.F.V., Olsen, M., Hurley R. (2021). Polusi Sampah Plastik Makro di Hilir Sungai Citarum. *Seminar Nasional Solusi Mengurangi Pencemaran Sungai Citarum: Perspektif Akademisi*
23. **Hidayat** (2023). Inland Water Research Program: Towards Implementation of DSS for Watershed and Lake Management. *SMILS II in conjunction with TROPLIMNO IV*, Bogor

24. **Hidayat** (2024). Good governance for conservation and restoration of freshwater ecosystem: Bridging research and innovation for water resource sustainability. *Young Water Sustainability Leaders Bootcamp*
25. **Hidayat** (2024). Bridging Hydrology Research and Innovation for Water Resource Sustainability. *International Seminar of the Indonesian National Committee for UNESCO IHP in Conjunction with MHI Annual Meeting*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. DATA PRIBADI

Nama	: Dr. Hidayat, S.Kom, M.Sc.
Tempat, Tanggal Lahir	: Bogor, 16 Agustus 1970
Anak ke	: 7 dari 10 bersaudara
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Nama Ayah Kandung	: H. Jumena Nawawi
Nama Ibu Kandung	: Hj. Mari'ah
Nama Istri/Suami	: Sumiati, SKM, M.Epid
Jumlah Anak	: 2
Nama Anak	: Muhammad Kharis Nurrasyid, SKM Ahmad Rafi Nurhadi
Nama Unit	: Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air
Nama Organisasi	: Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim
Nama Instansi	: BRIN
Judul Orasi	: Sistem Hidrologi Lahan Basah Dataran Banjir: Dinamika, Mekanisme, dan Peranannya dalam Ekohidrologi Tropis
Ilmu	: Perairan
Bidang	: Hidrologi
Kepakaran	: Hidrologi Air Permukaan dan Ekohidrologi
No. SK Pangkat Terakhir	: Keputusan Presiden RI Nomor 10/K tahun 2024 tanggal 17 Mei 2024

No. SK Peneliti Ahli : Keputusan Presiden RI Nomor 6/M/2023
 Utama tanggal 25 Januari 2023

Tautan Scopus : <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56619608400>

Tautan Google Scholar : <https://scholar.google.co.uk/citations?hl=en&user=f2GFypkAAAAJ>

B. PENDIDIKAN FORMAL

No	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/ Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SD Negeri I Cileungsi	Kab. Bogor	1983
2.	SMP	SMP Negeri I Ciawi	Kab. Bogor	1986
3.	SMA	SMA Negeri I Ciawi	Kab Bogor	1989
4.	D3	Politeknik ITB	Bandung	1997
5.	S1	Universitas Pakuan	Bogor	2002
6.	S2	UNESCO – IHE Institute for Water Education	Delft, Belanda	2007
7.	S3	Wageningen University	Wageningen, Belanda	2013

C. PENDIDIKAN NONFORMAL

No	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Latihan Prajabatan Tingkat II	Jakarta	1990
2.	Training Workshop on Ecohydrology	Cibinong	2003
3.	Database and Biodiversity Network	Bogor	2004

No	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
4.	Training Asesor Laboratorium Uji	Bandung	2004
5.	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat I	Bogor	2005
6.	Socio-Economic and Natural Sciences of the Environment	Belanda	2013
7.	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjut	Cibinong	2016
8.	Indonesian Lake Conservation Programme	Daring	2021
9.	Pelatihan Reviewer Penelitian K/L	Daring	2021
10.	Leadership 5.0: Agile People Development	Daring	2022

D. JABATAN STRUKTURAL/SETARA

No	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1.	Kepala Sub-Bidang Pengelolaan Hasil Penelitian, Pusat Penelitian Limnologi	LIPI	2017–2018
2.	Plt. Kepala Pusat Riset Limnologi	BRIN	2021–2022
3.	Kepala Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air	BRIN	2022–2024

E. JABATAN FUNGSIONAL

No	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Peneliti Ahli Pertama	1 Oktober 2005
2.	Peneliti Ahli Muda	1 September 2013
3.	Peneliti Ahli Madya	1 November 2017
4.	Peneliti Ahli Utama	21 Maret 2023

F. PENUGASAN KHUSUS NASIONAL/ INTERNASIONAL

No	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Wakil Direktur Bidang Kerjasama ICIAR-LIPI	Direktur ICIAR-LIPI	2016–2018
2.	Ketua Tim Teknis Pembangunan Fasilitas Lab Genomik dan Lingkungan	Kepala LIPI	2020

G. KEIKUTSERTAAN DALAM KEGIATAN ILMIAH

No	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	Asia Pacific Workshop on Ecohydrology	Peserta/ Panitia	Cibinong	2001/ 2003
2.	Seminar Nasional Limnologi	Pemakalah Poster	Bogor	2004
3.	The 2 nd SENSE Remote Sensing Symposium	Pemakalah Oral	Delft, NL	2010

No	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
4.	EGU Leonardo Tropical Conference Series	Pemakalah Poster	Luxembourg	2010
5.	International Symposium on LIDAR and Radar Mapping	Pemakalah Oral	Nanjing, RRC	2011
6.	World Delta Summit	Pemakalah Oral	Jakarta	2011
7.	AGU fall meeting	Pemakalah Poster	San Fancisco, USA	2011/ 2012
8.	EGU General Assembly	Pemakalah Poster	Wina, Austria	2011
9.	Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012	Pemakalah Poster	Bogor	2012
10	Seminar Ilmiah Pelajar Indonesia se-Eropa,	Pemakalah Poster	Wageningen, NL	2012
11.	NCR Days	Pemakalah Oral	Delft, NL	2013
12.	Pertemuan Ilmiah Masyarakat Hidrografi Indonesia	Pemakalah Poster	Batam	2013
13.	Pertemuan Ilmiah MLI I 2013	Pemakalah Oral	Cibinong	2013
14.	Seminar Nasional Limnologi VII	Pemakalah Oral	Cibinong	2014

No	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
15.	Pertemuan Ilmiah MLI II	Pemakalah Poster	Bogor	2015
16.	World Lake Conference XVI	Pemakalah Oral/Panitia	Bali	2016
17.	Pertemuan Ilmiah MLI III	Pemakalah Poster/ Panitia	Bogor	2017
18.	World Lake Conference XVII	Pemakalah Oral	Tsukuba, Jepang	2018
19.	Pertemuan Ilmiah MLI IV	Pemakalah Oral	Bogor	2019
20.	International Conference on Tropical Limnology (TropLimno)	Pemakalah Oral/ Panitia	Bogor	2019
21.	Lecture Series Limnologi (Seri 2) MLI	Narasumber	Daring	2020
22.	Limnology & Conservation Talk Tana Bentarum 2020	Narasumber	Daring	2020
23.	International Seminar on Natural Resources and Environmental Management	Pemakalah Oral	Bogor	2021

No	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
24.	Seminar Nasional Solusi Mengurangi Pencemaran Sungai Citarum	Narasumber	Daring	2021
25.	Rakor Danau Prioritas - BIG	Narasumber	Daring	2021
26.	EAS Congress: Replicable Models on Marine Plastic Pollution Monitoring	Narasumber	Daring	2021
27.	5th MLI Congress and International Conference on Limnology	Pemakalah Oral	Daring	2021
28.	International Workshop on Technology transfer & commercialization in NAM State	Narasumber	Daring	2021
29.	ASEAN Regional Conference: Science Based Solution for Marine Plastic Pollution in ASEAN Countries	Invited Speaker	Da Nang, Vietnam	2022
30.	Seminar Nasional Teknologi Industri Pertanian	Invited Speaker	Daring	2022

No	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
31.	Seminar River Pollution in Indonesia: How to Improve Water Quality?	Narasumber	Daring	2023
32.	FGD Penanganan Banjir Kota Sungai Penuh Berbasis Peran Serta Stakeholder	Narasumber	Jambi	2023
34.	TropLimno -Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI 2023	Invited Speaker	Bogor	2023
35.	FGD Ketahanan Air Nasional - Dewan Ketahanan Nasional	Narasumber	Jakarta	2023
36.	FGD Pengelolaan Danau Maninjau - ATR BPN	Narasumber	Jakarta	2023
37.	Rakor Penyelamatan Danau - Kemenkomarves	Narasumber	Jakarta	2023
31.	Seminar River Pollution in Indonesia: How to Improve Water Quality?	Narasumber	Daring	2023

H. KETERLIBATAN DALAM PENGELOLAAN JURNAL ILMIAH

No	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	Limnotek Perairan Darat Tropis Di Indonesia	LIPI	Anggota Dewan Redaksi	2015 – 2020
2.	Hydrological Sciences Journal	Taylor & Francis	Mitra Bestari	2016
3.	Geomatics, Natural Hazards and Risk	Taylor & Francis	Mitra Bestari	2016
4.	Continental Shelf Research	Elsevier	Mitra Bestari	2017
5.	Agromet	Perhimpni – IPB University	Mitra Bestari	2018
6.	Applied Sciences	Springer-Nature	Mitra Bestari	2018
7.	Hydrology Research	IWA Publishing	Mitra Bestari	2019
8.	OLDI	LIPI	Mitra Bestari	2019
9.	Indonesian Journal of Limnology	MLI	Anggota Dewan Redaksi	2020 – 2024
10	Jurnal Geoelebes,	Universitas Hasanudin	Mitra Bestari	2025

I. CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

1. Karya Tulis Ilmiah

a) Kualifikasi Karya

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Buku Nasional	3
2.	Bagian dari Buku Internasional	1
3.	Jurnal Internasional	18
4.	Jurnal Nasional	9
5.	Prosiding Internasional	28
6.	Prosiding Nasional	16
7.	Paten Nasional	
	Terdaftar	2
	Tersertifikasi	
8.	Hak Cipta	1

b) Kualifikasi Penulis

No	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	4
2.	Bersama Penulis Lainnya	71
	Total	75

c) Kualifikasi Bahasa

No	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	22
2.	Bahasa Inggris	53
	Total	75

2. Kekayaan Intelektual

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Paten Nasional	
	Terdaftar	2
	Tersertifikasi	
2.	Hak Cipta	1

J. PEMBINAAN KADER ILMIAH

Pejabat Fungsional Peneliti atau Perekayasa

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Aiman Ibrahim, M.Si	LIPI	Pembimbing Diklat Pembentukan JF Peneliti	2018
2.	Nurul Setiadewi M.T.	LIPI	Pembimbing Diklat Pembentukan JF Peneliti	2018
3.	Siti Aisyah, S.Si	BRIN	Pembimbing riset – KTI	2021
4.	Aldiano Rahmadya M.Si.	BRIN	Pembimbing riset – KTI	2022

Mahasiswa

No	Nama	Perguruan Tinggi/ Universitas	Peran/Tugas	Tahun
1.	Annette Janssen	Wageningen University	Pembimbing Tugas Akhir S-2	2011
2.	Dinja Bol	Wageningen University	Pembimbing Tugas Akhir S-2	2014

No	Nama	Perguruan Tinggi/ Universitas	Peran/Tugas	Tahun
3.	Md. Monowar Hossain	Wageningen University	Pembimbing Tugas Akhir S-2	2014
4.	Inneke Putri	IPB	Pembimbing Tugas Akhir S-1	2017
5.	Paul Vriend	Wageningen University	Pembimbing internship S-2 - KTI	2020
6.	Indra Setiadi Hermana	IPB	Pembimbing Tugas Akhir S-2	2022

K. Organisasi Profesi Ilmiah

No	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	American Geophysical Union	2011 – 2017
2.	Anggota	European Geosciences Union	2011 – 2017
3.	Anggota Ketua Pembina	Masyarakat Limnologi Indonesia (MLI)	2013 – 2017 2017 – 2021 2022 – 2025
4.	Anggota	Masyarakat Hidrologi Indonesia	2020– sekarang
5.	Anggota	International Society of Limnology	2020
6.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia	2019 - 2021
7.	Anggota	Perhimpunan Periset Indonesia	2022– sekarang

L. Tanda Penghargaan

No	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	2001
2.	Penghargaan PNS Teladan	Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara	2002
3.	Satyalancana Karya Satya XX Tahun	Presiden RI	2010
4.	Penghargaan terbaik ke-2 Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjut	LIPI	2016
5.	Ibaraki Kasumigaura Prize	Governor of Ibaraki, Japan	2018
6.	Satyalancana Karya Satya XXX Tahun	Presiden RI	2021

Buku ini menyajikan analisis komprehensif mengenai dinamika dan mekanisme hidrologi pada ekosistem lahan basah dataran banjir tropis, dengan memfokuskan studi pada wilayah Sungai Mahakam dan Sungai Kapuas. Melalui pendekatan ekohidrologi, naskah ini mengintegrasikan observasi lapangan, teknologi penginderaan jauh, dan pemodelan komputasi untuk menguraikan interaksi kompleks antara aliran sungai, danau, rawa, dan variabilitas iklim. Karya ini mengonfirmasi bahwa siklus denyut banjir musiman berperan krusial dalam menjaga konektivitas hidrologis, stabilitas ekosistem, serta ketahanan sumber daya air. Buku ini merupakan referensi penting bagi kalangan akademisi, peneliti, dan pembuat kebijakan sebagai landasan ilmiah dalam merumuskan strategi pengelolaan dan perlindungan ekosistem lahan basah tropis secara berkelanjutan.

