

PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR BERKELANJUTAN BERBASIS HIDROINFORMATIKA



Pidato ilmiah dalam rangka pengukuhan Guru Besar Bidang Ilmu
Teknik Sipil – Ranting Ilmu Hidroinformatika

21 Mei 2025

Prof. Dr. Ir. I Gede Tunas, S.T., M.T.

UNIVERSITAS TADULAKO
Mei, 2025

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua
Om Swastyastu, Namu Buddhaya dan Salam Kebajikan

Yang terhormat:

- 1).Bapak Rektor dan Wakil Rektor Universitas Tadulako
- 2).Bapak Ketua, Sekretaris dan Anggota Senat Akademik Universitas Tadulako
- 3).Bapak Ketua, Sekretaris dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Tadulako
- 4).Bapak/Ibu Dekan dan Wakil Dekan Fakultas, Direktur dan Wakil Direktur Pascasarjana, Ketua dan Sekretaris Lembaga, Kepala Biro di lingkungan Universitas Tadulako
- 5).Bapak/Ibu Dosen, Pegawai dan Seluruh Sivitas Akademika Universitas Tadulako
- 6).Tamun undangan, keluarga, sahabat dan semua hadirin yang saya hormmati

Hadirin yang saya muliakan

Puji syukur dan rasa “*angayu bagia*” saya panjatkan ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, atas perkenaan dan kemuliaan -Nya, kita dapat berkumpul dan saya dapat berdiri di tempat yang sangat terhormat ini untuk menyampaikan Pidato Ilmiah dalam rangka pengukuhan saya dalam jabatan Guru Besar Teknik Sipil Sumber Daya Air Ranting Ilmu Hidroinformatika. Terima kasih atas kesempatan ini dan penyediaan waktunya untuk mendengarkan dan menyimak pidato pengukuhan dengan judul: **Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan Berbasis Hidroinformatika**. Saya dan 5 rekan dosen lainnya mengungkapkan rasa suka cita karena di bulan ini, bulan yang memuat Hari Pendidikan Nasional dan Hari Kebangkitan Nasional dikukuhkan sebagai Guru Besar. **Semoga pendidikan di Indonesai bangkit.**

Pendahuluan

Salah satu isu global beberapa tahun terakhir ini, utamanya di Indonesia dan di berbagai wilayah di dunia adalah air. Sebagai salah satu sumber daya alam berperan sangat penting untuk mendukung berlangsungnya kehidupan, air telah menjadi permasalahan yang sangat serius terutama dalam hal kuantitas dan kualitas. Bahkan dalam tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals - SDGs*) sebagai tindak lanjut dari tujuan pembangunan milenium (*Millennium Development Goals - MDGs*), Bulan September 2015 Perserikatan Bangsa – Bangsa (PBB) menempatkan air sebagai Pilar Nomor 6 dari 17 poin “***Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development***” (Colglazier, 2015). Itu menandakan air merupakan masalah krusial global yang harus diprioritaskan pengelolaannya untuk mendukung kehidupan.

Banjir dan kekeringan adalah dua saudara kembar yang terjadi silih berganti sepanjang tahun sebagai indikator utama masalah air selain kualitas air. Seringkali hujan berintensitas tinggi dengan durasi lama dianggap sebagai pemicu

utama banjir, selain beragam faktor lainnya seperti konversi lahan tak terkendali, buruknya sarana dan prasarana pengatusan dan tentunya inkonsistensi pengelolaan ruang (tata ruang) wilayah (Tunas *et al*, 2019). Baru – baru ini, Jumat 25 April 2025 hujan deras dengan durasi lebih dari 3 jam di waktu sore hari telah menyebabkan banjir dan genangan di berbagai tempat di Kota Palu. Demikian pula halnya dengan wilayah – wilayah lain di Indonesia tentunya mengalami hal yang sama. Dampak yang ditimbulkan sangat luas, tidak hanya masalah sanitasi lingkungan, ekonomi, sosial, infrastruktur tetapi juga korban jiwa.

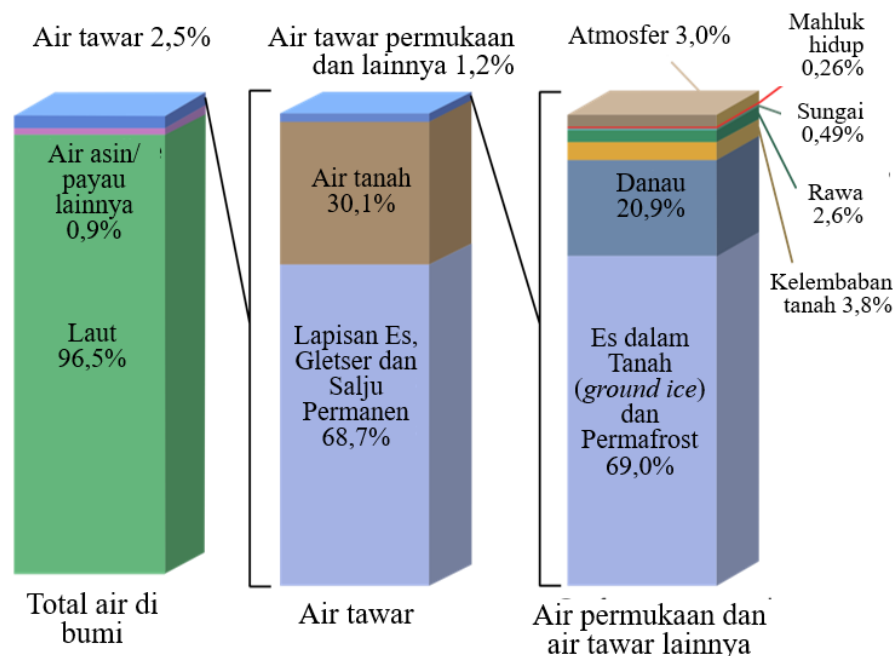
Sebagai saudara kembar, kekeringan juga telah terjadi di mana – mana. Dampak utama kekeringan adalah kelangkaan air. Defisit air akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan air akibat kenaikan pertumbuhan penduduk setiap tahun. Berdasarkan hasil Sensus Penduduk Tahun 2020, BPS memproyeksikan jumlah penduduk Indonesia mencapai 284,43878 juta jiwa pada tahun 2025 dengan laju pertumbuhan di kisaran 1% per tahun (BPS, 2023). Ini artinya kebutuhan air akan selalu bertambah sementara ketersediaannya terbatas. Banyak wilayah di Indonesia terutama yang terletak pada wilayah beriklim semi kering mengalami kesulitan pemenuhan air hanya untuk memenuhi kebutuhan dasar, bahkan pada musim kemarau panjang air benar – benar menjadi barang istimewa, langka dan mahal. Kegagalan panen terutama pertanian beririgasi terjadi di mana – mana, sungai – sungai, danau, waduk, dan sumur mengering, **tinggal mata air yang menetes** memastikan **bahwa hidup harus terus berlangsung**, dan **harapan hidup itu masih ada**. Kita harus tetap optimis.

Isu penting lainnya adalah kualitas air baik air permukaan (sungai, danau dan waduk) maupun air bawah permukaan (air tanah). Banjir dan kekeringan seringkali dianggap kontributor utama penyebab menurunnya kualitas air. Namun jika ditelisik lebih lanjut ternyata faktor *antrophogenic* juga berperan penting dalam mereduksi kualitas air. Dalam skala kecil, perilaku kita sebagai manusia dalam membuang sampah dan limbah rumah tangga ke saluran dan badan air menyebabkan pencemaran air terus meningkat. Sungai – sungai menjadi kumuh, kotor, air keruh, dan beraroma tidak sedap sering kita temui di berbagai tempat. Bahkan dalam skala yang lebih besar, tidak jarang para pelaku industri (UMKM, pertambangan, pariwisata dan industri lainnya) turut memperparah rendahnya kualitas air baik air permukaan maupun air tanah dengan tidak menyediakan instalasi pengolahan air limbah (*water treatment plant*). Pencemaran air telah terjadi di mana – mana, bahkan di lautpun telah terjadi pencemaran.

Anomali iklim akibat pemanasan global (*global warming*) belakangan ini juga sering disebut sebagai sumber penyebab banjir, kekeringan dan menurunnya kualitas air. Hujan ekstrim dengan intensitas lebih dari 150 mm/hari, musim hujan dan musim kemarau berkepanjangan dengan siklus tidak teratur merupakan indikator telah terjadi perubahan iklim sebagai transformasi dari suhu, kelembaban, kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari. Dalam konteks ini, periode musim penghujan dan kemarau dapat bergeser bahkan dapat tidak berpola. Hujan dapat turun di

sepanjang waktu atau tidak ada hujan sama sekali. Seringkali sangat sulit mengenali pola dan distribusi hujan, sehingga hasil perkiraan kadang kala bias dengan deviasi yang besar. Untuk kasus wilayah Indonesia, El Niño dan La Niña, sebagai fenomena iklim alami akibat perubahan suhu permukaan air di Samudera Pasifik juga telah membawa dampak terhadap banjir dan kekeringan di Indonesia (Firmansyah *et al.*, 2022). El Niño dan La Niña dapat terjadi secara berkesinambungan sebagai akibat dari interaksi yang kompleks antara atmosfer dan permukaan perairan. Ancaman permasalahan air begitu nyata: **“Habis Kering Terbitlah Banjir”**.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi harus mampu mencari solusi terhadap permasalahan air. Air harus dikelola dengan baik agar kebutuhan (*demand*) dan ketersediaan (*supply*) selalu seimbang dan kualitas air senantiasa terjaga. Kita telah mengetahui bahwa jumlah air tawar di bumi ini sangat terbatas hanya 2,5% dari 1.386.000.000 km³ total volume air (Razmjoo *et al.*, 2020). Volume 2,5% terbagi atas air permukaan (1,2%), air tanah (30,1%) dan lapisan es, gletser dan salju permanen (68,7%) (Gambar 1). Jumlah air tawar memang sangat terbatas, namun berfluktuasi menurut ruang dan waktu, sementara kebutuhan terus meningkat. Ini persoalan sangat multi kompleks yang harus mendapatkan penyelesaian secara simultan, dalam bentuk **Tata Kelola Air Berkelanjutan**. **Hidroinformatika** dapat menjadi perangkat iptek dengan berbagai pendekatannya untuk pengelolaan sumber daya air (SDA) dengan kompleksitas permasalahannya.



Gambar 1. Distribusi air di bumi (Razmjoo *et al.*, 2020 dengan modifikasi)

Hidroinformatika

Hidroinformatika merupakan bidang interdisipliner yang mengkombinasikan ilmu keairan (*hydroscience*), teknologi informasi, dan metode komputasi untuk memecahkan berbagai persoalan terkait air, yang berfokus pada pemodelan,

pengelolaan, dan pengoptimalan SDA terpadu menggunakan analisis data dan alat simulasi terkini. Pengertian ini awalnya dikemukakan oleh [Abbott \(1991\)](#) ahli hidrolika komputasi yang menggunakan istilah hidrofomatika untuk menggambarkan integrasi dua teknologi: hidrolika komputasi (*computational hydraulics*) dan manajemen serta visualisasi data berbasis komputer. [Abbott \(1999\)](#) memandang hidrofomatika sebagai teknologi untuk membuat pengetahuan yang diperoleh dari pemodelan sistem hidrolis, hidrologi, dan SDA komputasi terintegrasi. Dalam perkembangan selanjutnya hidrofomatika berkembang menjadi teknologi yang telah mendapatkan manfaat dari kontribusi dalam berbagai disiplin ilmu, meliputi ilmu komputer, hidrolika, hidrologi, mekanika fluida, rekayasa air, geografi, dan ilmu lingkungan ([Loucks, 2023](#)).

Belakangan ini, topik kajian hidrofomatika lebih banyak berfokus pada dimensi teknologi, khususnya pada teknik pemodelan empiris atau berbasis data menggunakan kecerdasan buatan seperti pembelajaran mesin, jaringan syaraf, logika fuzzy, algoritma evolusi, pohon keputusan, serta kombinasi hibrida dari berbagai pendekatan ([See et al. 2007](#)). Namun demikian, saat ini pendekatan hidrofomatika lebih menekankan pada beberapa bidang seperti **pemodelan numerik (*numerical modelling*)**, **kecerdasan buatan (*artificial intelligence*)**, **analisis geospasial (*geospatial analysis*)** berbasis Sistem Informasi Geografis (GIS), **pemodelan statistik (*statistical modelling*)**, **optimisasi dan pemrograman komputer untuk pengelolaan SDA** ([Chen and Han, 2016](#); [Vojinovic and Abbott, 2017](#); [Makropoulos and Savić, 2019](#)). Pendekatan ini telah banyak diterapkan untuk manajemen dan perencanaan SDA, perkiraan dan pengelolaan banjir, simulasi sungai dan waduk, pemantauan kualitas air dan optimalisasi sistem penyediaan dan distribusi air perkotaan.

Pengelolaan SDA

Sehubungan dengan berbagai masalah dalam bidang keairan seperti banjir, kekeringan dan kualitas air maka diperlukan pengelolaan secara terpadu dengan melibatkan berbagai stakeholders. Undang – Undang Sumber Daya Air No. 7 Tahun 2004 dan diperbaharui menjadi Undang – Undang Sumber Daya Air No 17 Tahun 2019 menegaskan bahwa **pengelolaan sumber daya air merupakan upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi SDA, pendayagunaan SDA, dan pengendalian daya rusak air**. Pengertian ini juga termuat dengan jelas dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2024 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air. Hal ini mengisyaratkan bahwa pengelolaan sumber daya air melingkupi aspek yang sangat luas mulai dari perencanaan optimal sampai pada tahap evaluasi.

Pengelolaan sumber daya air menekankan pemenuhan pada 3 fungsi ([Tim Penyusun, 2017](#)) yakni: **fungsi sosial** (mendahulukan penggunaan sumber daya air untuk kepentingan umum), **fungsi lingkungan hidup** (sebagai bagian dari ekosistem dan sebagai habitat dari berbagai flora dan fauna air) dan **fungsi**

ekonomi (dapat dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan ekonomi yang diselenggarakan dan diwujudkan dengan bijaksana). Berkaitan dengan itu pengelolaan sumber daya air harus dilaksanakan secara terpadu, menyeluruh dan berwawasan lingkungan, dengan tujuan untuk mewujudkan pemanfaatan berkeadilan dan berkelanjutan, dan dalam konteks Daerah Aliran Sungai (DAS) dinyatakan sebagai “**one river, one plan, one integrated management**”. Konteks pengelolaan rinci memiliki makna sebagai berikut ini (Tim Penyusun, 2017): (1) Terpadu: pengelolaan SDA diselenggarakan dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan (*stakeholders*) antar sektor dan antar wilayah; (2) Menyeluruh: pengelolaan SDA mencakup semua bidang meliputi konservasi dan pendayagunaan SDA, serta pengendalian daya rusak air dalam 1 sistem wilayah pengelolaan; (3) Berwawasan lingkungan hidup: pengelolaan SDA harus memperhatikan keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungan; (4) Berkeadilan: setiap orang harus mempunyai akses terhadap air sebagai hak dasar (*fundamental right*) untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari; dan (5) Berkelanjutan: pengelolaan SDA dilakukan dan ditujukan untuk kepentingan generasi sekarang dan generasi mendatang dengan menekankan keseimbangan antara kebutuhan manusia, kelestarian lingkungan, dan kapasitas sumber daya air itu sendiri.

Pengelolaan SDA Berbasis Hidroinformatika

Pengelolaan sumber daya air terpadu dan berkelanjutan, sebagaimana termuat dalam berbagai dokumen terutama Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, didasarkan pada 5 pilar: (1) konservasi sumber daya air, (2) pendayagunaan sumber daya air, (3) pengendalian daya rusak air, (4) sistem informasi sumber daya air (SISDA), dan (5) peranan masyarakat dan swasta dalam pengelolaan SDA. Kelima pilar ini mengacu pada prinsip-prinsip yang digunakan untuk memastikan ketersediaan, kualitas, dan keberlanjutan air bagi berbagai kebutuhan, dan umumnya digunakan sebagai dasar dalam kebijakan atau strategi nasional di banyak negara, termasuk Indonesia.

1) Konservasi Sumber Daya Air

Dimaknai sebagai upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi sumber daya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang. Konservasi dapat dilakukan dengan melindungi, mengelola, dan menggunakan air secara efisien agar ketersediaannya tetap terjaga untuk kebutuhan saat ini dan masa depan untuk kehidupan manusia, pertanian, industri, dan lingkungan. Bentuk kegiatan konservasi air dapat dilakukan dengan penggunaan air secara efisien di rumah tangga, industri, dan pertanian; pemanenan air hujan dengan membuat sumur resapan atau kolam tadah hujan; rehabilitasi DAS dan reboisasi untuk meningkatkan daya serap air; perlindungan mata air dan kawasan hulu dari kerusakan; pengolahan dan daur ulang air limbah

untuk digunakan kembali; dan kebijakan pengelolaan air terpadu oleh pemerintah dan masyarakat.

Hidroinformatika berperan penting dalam konservasi SDA seperti: **pemantauan dan pengumpulan data hidrologi *real-time*** (data penginderaan jauh dan satelit untuk memantau perubahan karakteristik DAS, dan sensor serta perangkat IoT untuk memantau hujan, debit dan kualitas air), **analisis data dan pemodelan prediktif** (AI untuk memprediksi kekeringan, banjir, atau deplesi air tanah dan penggunaan model hidrologi (Simon *et al.*, 2014) seperti WMS, HMS, SWAT dan Flow3d-Hydro mensimulasikan perilaku DAS dalam berbagai skenario iklim dan penggunaan) dan **perumusan dan pengambilan keputusan/DSS** (mengintegrasikan data, model, dan alat visualisasi untuk membantu pengelola air dalam pengambilan keputusan dan merekomendasikan alokasi air yang optimal, operasi waduk, atau jadwal dan pola tanam irigasi).

2) Pendayagunaan Sumber Daya Air

Pendayagunaan SDA merupakan upaya penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan SDA dan potensi yang terkandung di dalamnya secara optimal agar berhasil guna dan berdaya guna untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia secara berkelanjutan, efisien, dan adil. Pendayagunaan SDA mencakup berbagai aspek, seperti: kebutuhan domestik, irigasi pertanian, industri dan energi, perikanan dan peternakan, transportasi air, pariwisata dan rekreasi, dan lainnya. Prinsip utama dalam pemanfaatan sumber daya air adalah keberlanjutan, efisiensi, dan keadilan, tanpa mengabaikan pelestarian lingkungan serta mempertimbangkan hak dan kebutuhan generasi yang akan datang.

Hidroinformatika memainkan peran penting dalam pemanfaatan sumber daya air dengan mengintegrasikan teknologi informasi, ilmu data, dan hidrologi untuk mendukung pengelolaan air yang efisien, adil, dan berkelanjutan, terutama dalam hal optimisasi penggunaan air. Optimisasi penggunaan air dapat dilakukan berbasis AI seperti penerapan metode metaheuristik berbasis *nature-inspired algorithm* seperti: *evolutionary computation*, *swarm intelligence*, *physical-based*, *human-based* dan *hybrid metaheuristik*. Pendekatan populer saat ini untuk optimisasi penggunaan air adalah komputasi evolusi dengan pendekatan Algoritma Genetika (GA) dan Evolusi Diferensial (DE) yang terinspirasi oleh Seleksi Alam dalam Teori Evolusi Darwin. Metode ini memulai prosedurnya dengan solusi potensial yang dihasilkan secara acak dan menyempurnakan populasi dengan menggabungkan kembali solusi terbaik untuk menciptakan individu baru melalui 3 proses, **seleksi, persilangan (*crossover*) dan mutasi** (Tomar *et al.*, 2023).

3) Pengendalian Daya Rusak Air

Pengendalian daya rusak air didefinisikan sebagai upaya untuk mencegah, menanggulangi, dan memulihkan kerusakan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air. Upaya ini dilakukan untuk meminimalkan efek negatif yang timbul akibat daya rusak air, terutama yang berlebihan atau tidak terkendali, seperti

banjir, erosi, sedimentasi, debris, dan tanah longsor. Air yang tak terkontrol dapat menimbulkan kerusakan pada lingkungan, infrastruktur, serta membahayakan keselamatan manusia. Dalam konteks, *Integrated Water Resources Development* (IWRM), pengendalian daya rusak air dapat diimplementasikan melalui beberapa skenario yaitu: (1) pencegahan yang dilakukan dengan teknologi rekayasa atau non-rekayasa melalui penyeimbangan pengelolaan hulu dan hilir DAS, (2) penanggulangan dalam bentuk mitigasi bencana, dan (3) pemulihan yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi lingkungan hidup dan sistem infrastruktur SDA.

Penggunaan hidroinformatika dalam rangka pengendalian daya rusak air dapat dilakukan mulai dari perkiraan potensi hujan ekstrim sebagai pemicu banjir, genangan dan sistem peringatan dini bahaya banjir (EWS). Penggunaan model prediktif berbasis *machine* dan *deep learning* untuk mentransformasi hujan – banjir terutama hujan ekstrim merupakan salah satu pendekatan untuk meningkatkan akurasi perkiraan banjir, selain menggunakan model hidrologi terutama model berbasis spasial. Perkiraan potensi genangan dapat dilakukan secara hibrid, namun demikian pemodelan hidrolika berbasis numerik masih dianggap memadai saat ini seperti penggunaan HEC - RAS Mapper, Mike, SMS dan model lainnya. Penggunaan sensor *real-time* dan pemodelan AI saat ini juga telah banyak diterapkan untuk EWS dengan tujuan untuk menyiapkan rencana aksi mitigasi bencana optimal. Selain itu penggunaan hibrid GIS dan model hidrologi untuk perencanaan tata ruang merupakan upaya pra mitigasi bencana terkait dengan pengendalian daya rusak air. Rencana tata ruang dapat disusun melalui berbagai skenario dengan mengevaluasi potensi dampak terhadap pengelolaan lingkungan termasuk di dalamnya banjir. Skenario yang disusun dapat mengakomodasi kemungkinan perubahan lingkungan di masa depan sebagai referensi penetapan rencana tata ruang saat ini.

4) Sistem Informasi Sumber Daya Air (SISDA)

Kemajuan teknologi sistem informasi di Indonesia saat ini, terutama dalam hal teknologi jaringan internet, dapat digunakan untuk membangun sistem informasi pengelolaan data yang terpusat dan selalu terhubung *online*. Dalam pengelolaan SDA terpadu, data dan informasi memegang peranan penting, dimana data yang berkualitas tinggi dan komprehensif adalah aset dalam pengelolaan SDA, yang menjadi elemen esensial dalam analisis untuk mendukung proses pengambilan keputusan. SISDA terdiri atas 2 cakupan yaitu jaringan informasi SDA dan penyelenggaraan SISDA dan 3 komponen: kelembagaan, manajemen dan teknologi.

Hidroinformatika memainkan peran krusial dalam pengumpulan, analisis, dan penyajian data terkait sumber daya air. Pengumpulan dan analisis data dapat dilakukan berbasis telemetri, sedangkan penyajian data dapat menggunakan platform Web GIS (Tsihrintzis, 1996). Dalam SISDA dapat memuat berbagai informasi SDA yang berfungsi mengintegrasikan data hidrologi, hidrometri, kualitas air, iklim, infrastruktur SDA, penggunaan SDA dan beragam data terkait lainnya.

SISDA sangat terkait erat dengan teknologi sebagai sistem informasi berbasis komputer yang terdiri atas perangkat keras, perangkat lunak, teknologi penyimpanan data dan teknologi komunikasi.

5) Peranan (Partisipasi) Masyarakat dan Swasta dalam Pengelolaan SDA

Masyarakat dan swasta dapat berperan penting dalam pengelolaan SDA terutama dalam hal perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi. Partisipasi masyarakat dapat diimplementasikan dalam bentuk pengambilan keputusan, pengelolaan berbasis komunitas, pendidikan, penyadaran, pengawasan dan pengendalian. Demikian juga dalam pengelolaan SDA, swasta dapat berperan dalam hal investasi dan teknologi (dalam hal ini penyedia dana, infrastruktur, dan teknologi ramah lingkungan yang dibutuhkan dalam eksplorasi dan pemanfaatan SDA secara efisien), mendorong pengembangan ekonomi lokal melalui program kemitraan masyarakat, dan inovasi dalam pengelolaan berkelanjutan.

Dalam konteks partisipasi masyarakat dan sektor swasta, hidrinformatika berperan penting untuk meningkatkan keterlibatan, transparansi, dan efektivitas pengelolaan sumber daya air. Skenario partisipasi peran masyarakat dan swasta dapat dioptimalkan dengan pemodelan statistik non parameterik berbasis *Structural Equation Modelling* (SEM) atau dengan pendekatan AHP untuk pengambilan keputusan (DSS)

Kesimpulan

Dalam tata kelola SDA terkini, hidrinformatika berperan sangat penting dalam implemetasi 5 pilar pengelolaan SDA: (1) konservasi sumber daya air, (2) pendayagunaan sumber daya air, (3) pengendalian daya rusak air, (4) sistem informasi sumber daya air (SISDA), dan (5) peranan masyarakat dan swasta dalam pengelolaan SDA. Hidrinformatika sebagai sebuah sains dan teknologi menggunakan pendekatan interdisipliner hidrologi, hidrolika, ilmu komputer dan teknologi informasi untuk mendukung pengambilan keputusan, mengoptimalkan operasi, dan memastikan penggunaan sumber daya air yang berkelanjutan. Dalam bentuk nyata peran ini dapat diimplemetasikan dalam hal pengumpulan dan integrasi data, pemodelan dan simulasi, sistem pendukung keputusan, penanggulangan banjir dan kekeringan, manajemen kualitas air, adaptasi iklim dan partisipasi publik.

Ucapan Terima Kasih

Sebagai bagian akhir dari pidato ilmiah ini, perkenankanlah saya menghaturkan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi – tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan kesempatan, dukungan, bantuan, arahan, bimbingan, dan doa yang tulus sejak mengabdikan diri sebagai dosen di Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako pada 1 Maret 2000 sampai hari ini 21 Mei 2025 dikukuhkan sebagai Guru Besar di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya saya haturkan kepada Pemerintah Republik Indonesia, utamanya kepada Menteri Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi atas kesempatan dan penetapan saya sebagai Guru Besar pada Bidang Ilmu Hidroinformatika di Universitas Tadulako dan semua pihak yang telah membantu memfasilitasi, memproses dan menyetujui saya untuk diusulkan pada jenjang fungsional Guru Besar mulai dari Program Studi/Jurusan Teknik Sipil (pimpinan dan staf), Fakultas Teknik (pimpinan, senat dan staf kepegawaian), Rektorat Universitas (pimpinan, senat, dewan guru besar, biro kepegawaian) sampai pada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi.

Penghormatan yang setinggi – tingginya dan terima kasih saya haturkan kepada Rektor Universitas Tadulako Prof. Dr. Ir. Amar, S.T, M.T. dan para Wakil Rektor, Ketua Senat Universitas Tadulako Prof. Dr. H. Djayani Nurdin, S.E., M.Si beserta sekretaris dan anggota, Ketua Dewan Guru Besar Universitas Tadulako Prof. Dr. Ir. H. Fahurrahman, M.P. beserta jajarannya, Dekan Fakultas Teknik Universitas Tadulako Ir. Andi Arham Adam, ST., M.Sc (Eng)., Ph.D beserta wakil dekan, Ketua Senat Fakultas Teknik Universitas Tadulako beserta jajarannya, Ketua Jurusan Teknik Sipil beserta Koorprodi dan seluruh dosen Teknik Sipil.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya saya haturkan kepada Bapak/Ibu Dosen senior di Jurusan Teknik Sipil yang telah membimbing dan menanamkan dasar – dasar keilmuan Teknik Sipil selama menjadi mahasiswa S-1: Prof. Dr. Ir. Muh. Galib Ishak, MS (Pembimbing I sekaligus mahaguru yang sangat mengayomi), Ir. Hasanuddin Azikin, M.Si (Pembimbing II dan selalu memotivasi dalam jenjang karier pencapaian GB), *Alm.* Ir. Haryono Tui (Pembimbing III), Dr. Ir. Tommy A. Tilaar, M.Si. (Dosen Wali sekaligus guru yang selalu berperan sebagai sahabat), Ir. James Nurtanio, M.Si., Ir. Triyanti Anasiru, *Alm.* Ir. Asnah Abu, M.Si., Ir. Hajatni Hasan, M.Si., Ir. Burhan Tatong, M.Si., *Alm.* Ir. Ali Alhadar, MT., Ir. Peter L. Barnabas, MT., Ir. Nicodemus Rupang, M.Si., Ir. Benyamin Bontong, M.,Si., Dr. Ir. Taslim Bahar, MT., Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.Sc., Prof. Dr. Ir. I Wayan Sutapa, M. Eng, Ir. Muh. Kasan, M.T., Ir. Armin Basong, M. Si. (selalu mengingatkan dan menanyakan saya agar mengusulkan fungsional GB), Ir. Syama Maricar, M.Si. (telah memberikan dasar pengetahuan Pemrograman Komputer BASIC sebagai dasar pengembangan pemrograman yang saya tekuni saat ini: FORTRAN, Visual Basic, MATLAB, R, dan Python).

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya saya haturkan kepada Bapak/Ibu Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil di Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta: *Alm.* Prof. Dr. Ir. Bambang Yulistiyanto (Pembimbing I yang telah memperkenalkan kepada saya Sistem Informasi Geografis (GIS) dan mengantarkan saya lulus S-2 dengan predikat Pujian dan Wisudawan Terbaik UGM Juli 2004), Dr. Ir. Istiarto, M. Eng. (Pembimbing 2 yang telah membimbing dan memperkenalkan perangkat lunak pemodelan aliran di sungai) dan secara khusus kepada Prof. Ir. Adam Pamudji Rahardjo, M.Sc., Ph.D. yang telah menanamkan

dasar – dasar pengetahuan tentang Metode Elemen Hingga (FEM) dan aplikasinya dalam hidrodinamika aliran.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya saya haturkan kepada Bapak/Ibu Dosen di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya: *Alm.* Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc., Promotor yang telah mengantarkan saya menjadi Doktor bidang Rekayasa dan Manajemen Sumber Air di Program Doktor Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS (predikat Pujian dan Wisudawan Terbaik ITS Agustus 2017) dengan publikasi selama studi S-3: 2 artikel jurnal nasional, 3 artikel jurnal internasional bereputasi, 1 artikel prosiding seminar nasional, 3 artikel prosiding seminar internasional dalam negeri dan 2 artikel prosiding seminar internasional di Thailand dan Jepang, yang mana artikel berjudul *A Synthetic Unit Hydrograph Model Based on Fractal Characteristics of Watersheds* berhasil terbit di *International Journal of River Basin Management* (JRBM) – Scopus Q2. Penerbit Taylor & Francis (*published on behalf of IAHR, INBO and IAHS*), Dr. techn. Umboro Lasminto, M.Sc. (Co-Promotor yang telah mengarahkan saya pada pendalaman Pemodelan Hidrologi berbasis spasial), Dr. Ir. Edijatno, CES, DEA (Dosen senior yang selalu terbuka untuk berkonsultasi tentang pemodelan hidrograf), Prof. Drs. Basuki Widodo, M.Sc, Ph.D. yang telah memberikan pemahaman mendalam tentang Pemodelan Numerik berbasis Metode Beda Hingga (FDM) dan Elemen Hingga (FEM) menggunakan MATLAB, Dr. techn. Pudjo Aji, ST, MT yang telah memberikan pengetahuan kepada saya tentang *Artificial Intelligence* (AI) untuk terapan bidang Keairan meliputi: *Evolutionary Computation* untuk optimisasi *metaheuristic* berbasis *Genetic Algorithm* dan *Machine/Deep Learning* untuk transformasi hujan - debit dan *data driven* berbasis *Artificial Neural Network* (ANN), dan Prof. Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si. yang telah memberikan pengetahuan pemodelan statistik *time series* (ARMA, ARIMA dan ARFIMA) menggunakan perangkat lunak *R* untuk pembangkitan data hidrologi.

Rasa hormat dan terima kasih kepada seluruh guru – guru saya di SDN Inpres II Suli, SMP Negeri Tolai dan SMA Negeri III Palu yang telah menurunkan dan mengajarkan ilmu – ilmu dasar sehingga amat berguna untuk melanjutkan pendidikan di tingkat universitas sampai menjadi staf pengajar saat ini, dan mereka adalah Pahlawan Tanpa Tanda Jasa. Seluruh rekan dan sahabat Mahasiswa S-1 Teknik Sipil Universitas Tadulako Angkatan 1994 yang tidak dapat disebutkan satu – persatu, saya haturkan terima kasih atas kerjasama yang baik dalam menyelesaikan tugas – tugas kuliah terutama tugas besar sehingga dapat bersama – sama menyelesaikan Pendidikan Sarjana di Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako.

Ungkapan terima kasih yang tak terhingga kepada Ayahanda Nyoman Tindih dan Pitarah Ibunda Nyoman Sandri yang telah menjadi Guru Rupaka dengan tulus ikhlas mengantarkan saya pada semua jenjang pendidikan, Ayahanda dan Ibunda mertua, saudara: Drs. I Putu Tirta, M. Si (Kepala SMAN I Rio Pakava), Ni Ketut Ketis, S. Pd., M.P. Kim (Guru SMAN III Palu) dan I Nengah Geriya, beserta semua ipar yang telah

memberikan dukungan kepada saya. Teristimewa kepada istri Ni Wayan Wartini, SE, anak – anak: Dyastari P. Pravishanti dan Maitriya M. Asvinandari, terima kasih atas keiklasan, kesabaran dan pengorbanannya selama ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh tamu undangan yang sudah berkenan hadir dalam pengukuhan ini.

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Selamat siang dan salam sejahtera untuk kita semua

Om Santih Santih Santih Om, Namo Buddhaya dan Salam Kebajikan

REFERENSI

- Abbott, M. B. (1999). *Introducing hydroinformatics*. Journal of hydroinformatics, 1(1), 3-19. <https://doi.org/10.2166/hydro.1999.0002>
- Abbott, M.B. (1991). *Hydroinformatics: Information Technology and the Aquatic Environment* (pp. xi+-145). Avebury Technical, UK
- BPS (2023). *Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Indonesia 2020 – 2050*. Badan Pusat Statistik, Jakarta
- Chen, Y., and Han, D. (2016). *Big Data and Hydroinformatics*. Journal of Hydroinformatics, 18(4), 599-614. <https://doi.org/10.2166/hydro.2016.180>
- Colglazier, W. (2015). *Sustainable Development Agenda: 2030*. Science, 349(6252), 1048-1050
- Firmansyah, A. J., Nurjani, E., and Sekaranom, A.B. (2022). *Effects of the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) on Rainfall Anomalies in Central Java, Indonesia*. Arabian Journal of Geosciences, 15(24), 1746.
- Loucks, D.P. (2023). *Hydroinformatics: A Review and Future Outlook*. Cambridge Prisms: Water, 1, e10. <https://doi.org/10.1017/wat.2023.10>
- Makropoulos, C., and Savić, D.A. (2019). *Urban Hydroinformatics: Past, Present and Future*. Water, 11(10), 1959. <https://doi.org/10.3390/w11101959>
- Presiden Republik Indonesia (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004: Sumber Daya Air*. Sekretariat Negara, Jakarta
- Presiden Republik Indonesia (2019). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019: Sumber Daya Air*. Sekretariat Negara, Jakarta
- Presiden Republik Indonesia (2024). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2024: Pengelolaan Sumber Daya Air*. Sekretariat Negara: Jakarta
- Razmjoo, A., Khalili, N., Nezhad, M.M., Mokhtari, M., and Davarpanah, A. (2020). *The Main Role of Energy Sustainability Indicators on the Water Management*. Modeling Earth Systems and Environment, 6, 1419–1426. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00758-1>
- See, L., Solomatine, D., Abrahart, R., and Toth, E. (2007). *Hydroinformatics: Computational Intelligence and Technological Developments in Water Science*

Applications. Hydrological Sciences Journal, 52(3), 391-396.
<https://doi.org/10.1623/hysj.52.3.391>

- Simons, F., Busse, T., Hou, J., Özgen, I., and Hinkelmann, R. (2014). *A Model for Overland Flow and Associated Processes within the Hydroinformatics Modelling System*. Journal of Hydroinformatics, 16(2), 375-391.
<https://doi.org/10.2166/hydro.2013.173>
- Tim Penyusun (2017). Modul Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Tomar, V., Bansal, M., and Singh, P. (2023). *Metaheuristic Algorithms for Optimization: A Brief Review*. Engineering Proceedings, 59(1), 238.
<https://doi.org/10.3390/engproc.2023059238>
- Tsihrintzis, V.A., Hamid, R., and Fuentes, H.R. (1996). *Use of Geographic Information Systems (GIS) In Water Resources: A Review*. Water Resources Management, 10, 251-277.
- Tunas, I.G., Anwar, N., and Lasminto, U. (2019). *A Synthetic Unit Hydrograph Model Based on Fractal Characteristics of Watersheds*. International Journal of River Basin Management, 17(4), 465-477.
<https://doi.org/10.1080/15715124.2018.1505732>
- Vojinovic, Z., and Abbott, M.B. (2017). *Twenty-five Years of Hydroinformatics*. Water, 9(1), 59. <https://doi.org/10.3390/w9010059>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

- 1) Nama Lengkap : **I Gede Tunas**
- 2) Tempat/tgl lahir : Negara, 2 April 1975
- 3) Alamat : Jalan Sekunder Raya No. 31. Kel. Birobuli Selatan, Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, Kode Pos : 94231
- 4) Pekerjaan : Dosen Prodi **D4, S1, S2** dan **S3** Teknik Sipil UNTAD
- 5) Pendidikan : SD Inpres 2 Suli (lulusan terbaik 1988), SMP Negeri Tolai (lulusan terbaik 1991), SMA Negeri 3 Palu (lulusan terbaik 1994), S1 Teknik Sipil UNTAD Palu (lulusan Fak. Teknik terbaik 1999 IPK: 3.4), S2 Teknik Sipil SDA UGM Yogyakarta (lulusan S2 terbaik UGM 2004, IPK:4.0 lama studi 1 tahun 11 bulan), S3 Teknik Sipil MRSA ITS Surabaya (lulusan S3 terbaik ITS 2017, IPK:4.0 lama studi 2 tahun 11 bulan 18 hari), Program Profesi Insinyur UNMUL Samarinda 2019.
- 6) Keluarga : Ni Wayan Wartini, S.E. (istri), Dyastari P. Pravishanti (anak), Maitriya M. Asvinandari (anak)
- 7) Bidang Keahlian : Teknik Sipil - Rekayasa dan Manajemen Sumber Daya Air, Ranting Ilmu Hidroinformatika (*Hydroinformatics*): Pengelolaan DAS dan Mitigasi Banjir
- 8) Penguasaan Software : Sistem Informasi Geografis (*ArcView, ArcMap, ArcGIS, QGIS, Global Mapper, Surfer*), Pemrograman (*Visual Basic, Fortran, MATLAB, R, Python*), Hidrologi (*HMS, WMS, SWAT*), Hidrolika/Hidrodinamika (*EPANET, PipeFlow Expert, HEC-RAS, SMS, MIKE, Delf3D*), Statistik (*SPSS, MiniTab, SmartPLS*)
- 9) Publikasi Ilmiah : 33 paper terindeks Scopus dan WoS, *H*-index: 5, SINTA Score: 1266
- 10) Pemakalah Seminar : 8 paper seminar nasional dan 25 paper seminar internasional (Indonesia, Jepang, Thailand, India, Brunei dan Malaysia)
- 11) Reviewer Jurnal : IEEE Acces (Q1), Natural Hazards (NHAZ) – Springer (Q1), Natural Hazards Research (Q1), International Journal of Disaster Risk Reduction (Q1), Geomatics, Natural Hazards and Risk – Taylor & Francis (Q1), International Journal of Water (Q4), Water SA (Q3), Journal of Water and Climate Change – IWA (Q3), Revista de la Construcción (Q3), IJSSE (Q3) dan puluhan jurnal internasional terindeks di database lainnya.
- 12) Organisasi Profesi : PII, HATHI, INACID, IAHR, IAHS, dan IWA
- 13) Penghargaan : UGM 2004, HATHI 2015 dan 2016, UNHAS 2016, ITS 2017, ITK 2018, UNTAD 2020, dan UNS 2020
- 14) Sertifikat Kompetensi : Anggota Tim Penyusun AMDAI (ATPA) BNSP, Ahli Madya Draianse BNSP, dan Ahli Madya SDA BNSP
- 15) Buku : Hidrograf Satuan Sintetik ITS-2 (ITS Press 2018), Sungai dan Muara (Nasya Expanding Managemen, 2023), Perencanaan Jalan Raya (Eureka Media Aksara, 2024), Pengendalian Sungai (Media Sains Indonesia, Bandung, 2024)
- 16) Hibah Penelitian : BBI (2006, 2007), HB (2008, 2009), *Teaching Grant Due-like* (2007) PDD (2017), PFR (2021, 2024), Unggulan UNTAD (2023, 2024)
- 17) Hibah PKM : IPTEKS (2007, 2010), Vucer (2008), PKM (2021)

