LAPORAN AKHIR INTEGRASI RISET UNGGULAN ITB 2026 (November 2026)

Ringkasan Eksekutif

Program Riset Jalatunda telah menyelesaikan fase fondasi teknologi pemodelan air tanah berbasis metode elemen hingga (FEM) 2D transien. Pustaka Python ini memanfaatkan arsitektur komputasi modern dengan akselerasi GPU berbasis JAX untuk menjawab tantangan krisis air tanah di Indonesia, seperti pemompaan berlebih, subsidensi tanah, intrusi air asin, dan akuifer vulkanik atau karst di Bandung Basin.
Sebagai bagian dari akuntabilitas riset institusional ITB, laporan ini mengintegrasikan seluruh luaran teknis Jalatunda dengan kerangka regulasi Peraturan Senat Akademik (PSA) ITB tentang Norma Karya Ilmiah dan Diferensiasi Target Publikasi. Integrasi ini memastikan bahwa produk komputasi terbuka, validasi numerik, diseminasi akademik, dan penyusunan rekomendasi kebijakan Jalatunda mematuhi prinsip etika, integritas akademik, serta relevansi dampak bagi masyarakat dan bangsa.

Identitas dan Substansi Riset Jalatunda

Formulasi Numerik dan Penguatan Teknologi Komputasi

- **Arsitektur Komputasi**: Pustaka Jalatunda dikembangkan menggunakan ekosistem Python open-source dengan akselerasi JAX GPU untuk efisiensi perakitan matriks dan integrasi waktu transien.
- **Skema Numerik**: Menggunakan diskritisasi FEM Galerkin 2D dan integrasi waktu Crank–Nicolson. Skema ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam mengikuti batas domain yang tidak beraturan, diskontinuitas litologi, dan anisotropi konduktivitas hidraulik dibanding metode Finite Difference (FD) konvensional.
- **Validasi Terhadap Solusi Analitik**: Perangkat lunak diuji ketat terhadap tiga solusi analitik klasik air tanah, yaitu solusi Theis, Hantush–Jacob, dan Neuman. Validasi menunjukkan tingkat konvergensi dan stabilitas numerik yang andal.
- **Studi Kasus Bandung Basin**: Model diterapkan pada sistem akuifer Bandung–Soreang

untuk melakukan kalibrasi awal, analisis dinamika pemompaan, dan evaluasi kesesuaian fisik terhadap penurunan muka air tanah.

- **Prototipe dan Visualisasi**: Prototipe pemodelan menghasilkan simulasi visual evolusi 3D *Cone of Depression* yang dapat diakses secara transparan dan direproduksi.

Keselarasan Strategis dan Kepatuhan Peraturan Senat Akademik ITB

Pengembangan dan penyusunan luaran riset Jalatunda diselaraskan secara eksplisit dengan norma-norma yang ditetapkan dalam Peraturan Senat Akademik ITB.

1. Keselarasan Domain Ranah PIPMKK

Riset Jalatunda memenuhi dua ranah utama Pengelolaan Penelitian, Inovasi, Pengabdian Kepada Masyarakat, Kerja Sama, dan Layanan Kepakaran (PIPMKK) ITB:

- **Frontiers in Sciences dan Critical Technology**: Mengembangkan pustaka FEM berakselerasi GPU (JAX) yang mandiri untuk transformasi digital ilmu kebumian.
- **Kebutuhan Spesifik Daerah dan Strategis Nasional**: Menyediakan alat analisis transparan untuk mengantisipasi subsidensi dan krisis air tanah di kawasan perkotaan dan industri nasional.

2. Penerapan Diferensiasi Target Publikasi dan Luaran Akademik

Sesuai Pasal 1 dan Pasal 3 Peraturan Senat Akademik ITB, pengakuan karya ilmiah di ITB tidak diseragamkan melainkan disesuaikan dengan karakteristik bidang ilmu. Luaran Jalatunda mencakup diferensiasi sebagai berikut:

- **Perangkat Lunak dan Platform Digital**: Kode sumber terbuka (open-source) Jalatunda yang terdaftar di repositori publik GitHub sebagai bentuk invensi dan inovasi komputasi.
- **Artikel Jurnal Bereputasi**: Naskah ilmiah yang disiapkan untuk jurnal internasional bereputasi (*MethodsX*, *Hydrology*, atau setara) dengan mengutamakan kualitas substantif ketimbang pragmatisme kecepatan rilis.
- **Policy Brief**: Ringkasan kebijakan bagi pemerintah daerah dan instansi teknis (Dinas SDA, ESDM) sebagai instrumen hilirisasi hasil riset.
- **Materi Edukasi Terbuka**: Notebook Jupyter interaktif untuk mendukung kurikulum hidrogeologi dan pelatihan instansi.

3. Penegakan Etika Publikasi dan Integritas Akademik

Pengelolaan riset Jalatunda mematuhi prinsip integritas akademik ITB:

- **Pencegahan Publikasi Salami dan Fabrikasi/Falsifikasi**: Data input hidrogeologi, parameter hidraulik, dan hasil eksperimen numerik disajikan secara utuh tanpa dipecah secara tidak etis (*salami publication*).
- **Penggunaan Kecerdasan Artifisial (AI)**: Pemanfaatan AI dan alat bantu komputasi dilakukan secara proporsional, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan.
- **Tata Kelola Sitasi Diri (Self-Citation)**: Pengutipan karya terdalam tim peneliti dilakukan secara proporsional sesuai relevansi ilmiah tanpa niat memanipulasi metrik akademik.
- **Prinsip Open Access**: Publikasi dan diseminasi open access dipilih atas dasar etika keilmuan dan keterbukaan sains (*open science*), bukan sekadar pemenuhan administratif atau finansial.

4. Dampak Penelitian, Hilirisasi, dan SDGs

Sesuai Pasal 7 Peraturan Senat Akademik ITB, indikator keberhasilan riset diukur dari dampak nyata:

- **Dampak Sosial dan Kebijakan**: Policy brief dan instrumen Jalatunda memberi basis ilmiah bagi pengelolaan akuifer berkelanjutan, langsung berkontribusi pada SDGs Tujuan 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak) dan Tujuan 11 (Kota dan Komunitas Berkelanjutan).
- **Hilirisasi Inovasi**: Mengurangi ketergantungan institusi pendidikan dan pemerintah daerah pada perangkat lunak komersial lisensi tinggi melalui platform terbuka yang andal.

Rekapitulasi Capaian dan Penguatan Jejaring Tim Peneliti

Riset Jalatunda dilaksanakan oleh tim multidisiplin Kelompok Keahlian Geologi Terapan FITB ITB dengan pembagian peran terstruktur:

Nama Peneliti	**Keahlian utama**	**Kontribusi substantif dalam riset**
Dr. Dasapta Erwin Irawan	Hidrogeologi dan Hidrogeokimia Lingkungan	Analisis hidrogeologi, karakterisasi akuifer Bandung Basin, dan komunikasi sains.
Prof. Deny Juanda Puradimaja	Hidrogeologi Vulkanik dan Geologi Kuarter	Evaluasi akuifer vulkanik, interaksi air tanah-air permukaan, dan konsep tata kelola neraca air.
Dr. Astyka Pamumpuni	Neotektonik dan Geomorfologi Kuantitatif	Pemetaan kerangka geologi, analisis geomorfologi DEM, dan integrasi bahaya geologi.
Dr. Rendy Dwi Kartiko	Geologi Teknik dan Gerakan Tanah	Analisis infiltrasi, geometri perlapisan, dan pengaruh parameter geoteknik akuifer.
Sandy Hardian Susanto Herho	Komputasi Ilmiah dan Climate Informatics	Desain arsitektur numerik FEM 2D, integrasi backend JAX GPU, dan keterbukaan repositori.

Pengembangan Kapasitas SDM dan Jejaring Kerja Sama

- **Pengembangan Dosen Muda dan Mahasiswa**: Penglibatan mahasiswa S2 dan S3 FITB ITB dalam penyusunan modul mesh, assembler matriks, optimasi kode GPU, dan penulisan notebook praktikum.
- **Jejaring Lintas Disiplin**: Membangun kolaborasi internal antara hidrogeologi, geologi teknik, geofisika, dan komputasi ilmiah di ITB.
- **Jejaring Eksternal**: Menginisiasi komunikasi teknis dengan Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PAAI), Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI), serta dinas teknis pemerintah daerah.

Evaluasi Kinerja dan Peta Jalan Lanjutan

Evaluasi Capaian Jadwal Pelaksanaan (8 Bulan)

Riset Jalatunda telah menyelesaikan seluruh target rencana kerja 8 bulan:

1. Persiapan dan formulasi arsitektur pustaka.
2. Implementasi inti solver FEM 2D Galerkin + Crank–Nicolson.
3. Pengujian numerik analitik (Theis, Hantush–Jacob, Neuman).
4. Aplikasi prototipe pada studi kasus Bandung Basin dan pembuatan visualisasi.
5. Penyusunan paket dokumentasi, notebook, draf artikel ilmiah, dan policy brief.

Peta Jalan (Roadmap) Jalatunda 2026–2030

