

PEMETAAN DAN PEMODELAN DEFORESTASI BERBASIS PEMBELAJARAN MESIN

Prof. Danang Surya Candra, Ph.D. dan Tim

**PUSAT RISET GEOINFORMATIKA
ORGANISASI RISET ELEKTRONIKA DAN INFORMATIKA (OREI)
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL (BRIN)**

PENDAHULUAN

- **Deforestasi** yang terjadi secara cepat dan masif di wilayah daerah aliran sungai (DAS) mempunyai indikasi dapat **meningkatkan risiko bencana hidrometeorologi**, khususnya banjir bandang dan tanah longsor
- **Sistem pemantauan deforestasi** sangat diperlukan untuk mengetahui dimana kejadian deforestasi sebagai informasi untuk **mendukung mitigasi kebencanaan yang terkait**
- Penelitian ini bertujuan untuk **mengembangkan sistem pemetaan dan pemodelan deforestasi berbasis pembelajaran mesin** (machine learning dan deep learning) untuk menyediakan informasi deforestasi secara cepat, akurat, dan operasional dengan target akurasi tinggi
- Hasil pemodelan **diintegrasikan dengan analisis hidrologi** untuk mengkaji **keterkaitan deforestasi di hulu** dengan dinamika aliran dan **kejadian banjir di hilir DAS**
- Hilirisasi dilakukan dengan mengembangkan **platform web-GIS monitoring deforestasi cepat** untuk mendukung **peringatan dini dan kebijakan mitigasi berbasis data** □ **Integrasi dengan SIMONTANA (Sistem Monitoring Hutan Nasional) Kementerian Kehutanan**
- Fokus penelitian di **Prov. Aceh, Sumatera Utara dan Sumatera Barat**



TUJUAN PENELITIAN

1. **Mengembangkan model deforestasi berbasis machine learning dan deep learning yang akurat dan handal**
2. **Menghasilkan peta deforestasi yang dapat diperbarui secara periodik** □ mendukung Program Percepatan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pascabencana dalam menentukan **wilayah prioritas pemulihan tutupan hutan dan DAS sebagai penguatan wilayah penyangga kebencanaan** khususnya banjir dan tanah longsor
3. **Mengintegrasikan hasil deforestasi dengan analisis hidrologi DAS** untuk mitigasi bencana melalui pemahaman yang lebih baik tentang **hubungan antara perubahan tutupan lahan di hulu dengan kejadian bencana di hilir.**
4. **Mengembangkan platform web-GIS monitoring deforestasi** yang dapat digunakan/dintegrasikan oleh Kementerian Kehutanan, pemerintah daerah, dan instansi terkait sebagai alat bantu pengambilan keputusan.

TIM PERISET

Ketua: Prof. Danang Surya Candra, Ph.D.

Penginderaan Jauh (Data dan Aplikasi):

- Prof. Dr. M. Rokhis Khomarudin S.Si., M.Si. (PRGI – BRIN)
- Dr. Rahmat Arief Dipl.Ing. (PRGI – BRIN)
- Athar Abdurrahman Bayanuddin, S.Si., M.Sc. (PRGI – BRIN)

Penginderaan Jauh (Kehutanan dan Hidrologi):

- Dr. Drs. Kustiyo M.Si. (PRGI – BRIN)
- Dra. Tatik Kartika M.Si. (PRGI – BRIN)
- Vicca Karolinoerita, M.Si. (PRGI – BRIN)

Machine Learning:

- Yohanes Fridolin Hestrio S.Si., M.Kom. (PRGI – BRIN)
- Fadhlullah Ramadhani S.Kom., M.Sc., Ph.D. (PRGI – BRIN)
- Gatot Nugroho S.T. (PRGI – BRIN)

Kehutanan:

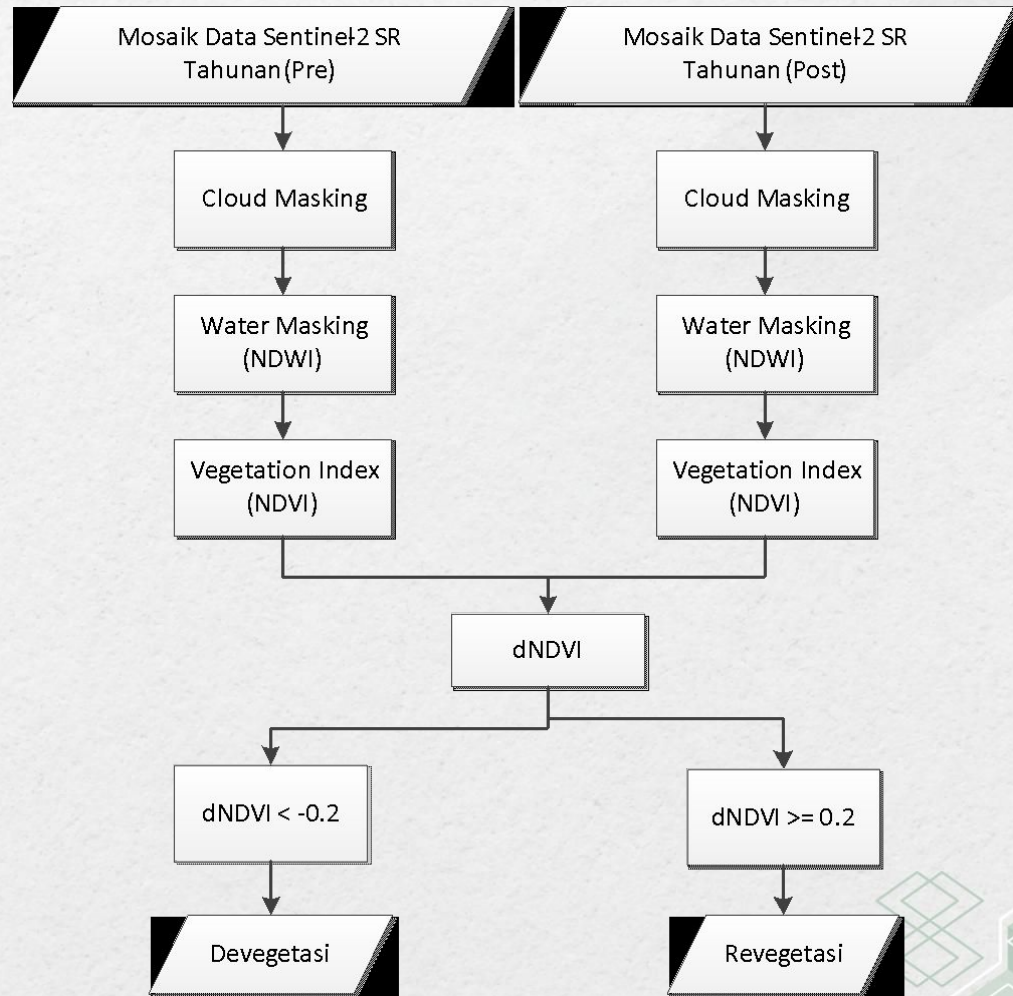
- Dr. Yudi Setiawan, S.P., M.Env.Sc. (Kehutanan IPB)
- Meniy Ratnasari, S.Hut., M.Sc. (Kemenhut)
- Ahmad Basyiruddin Usman, S.Si. (Kemenhut)
- Andi France Daryanto, S.Hut. (Kemenhut)

Platform:

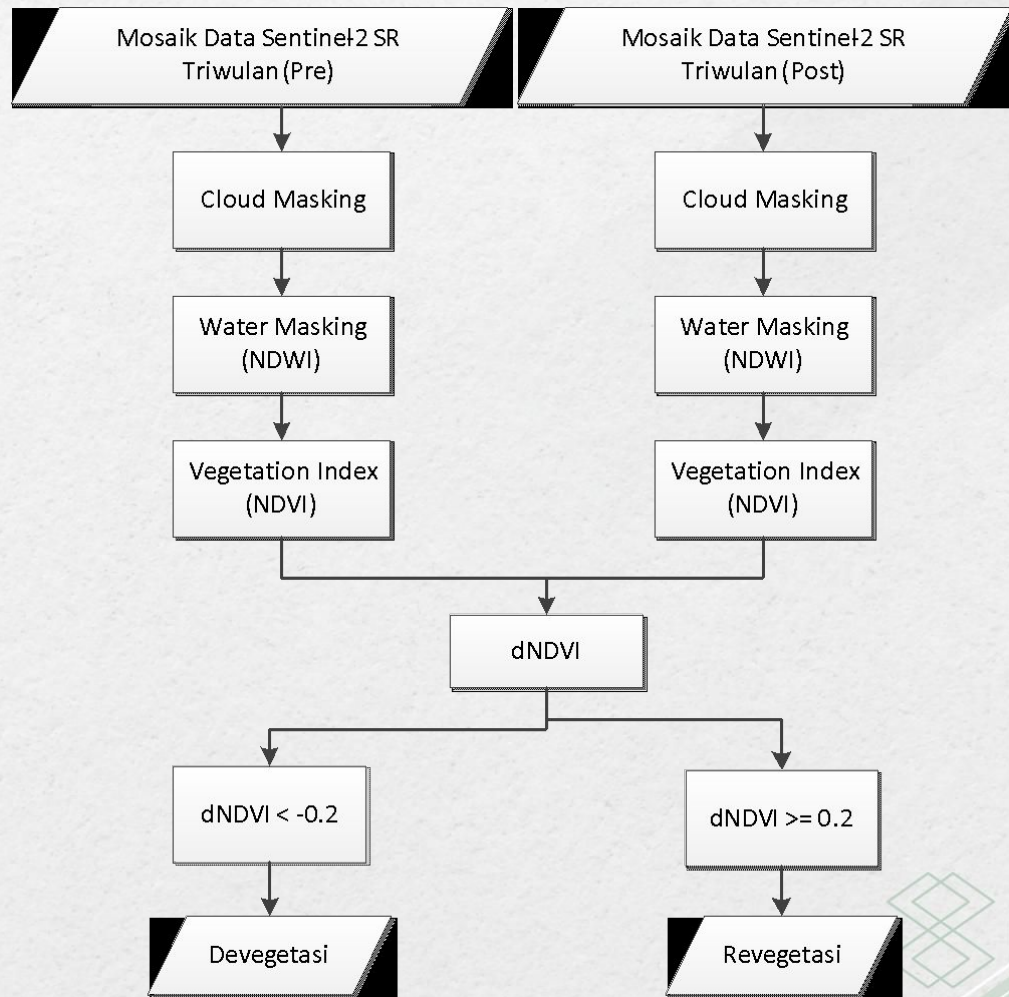
- Wismu Sunarmodo S.T., M.Kom (PRGI – BRIN)

**METODE EKSISTING:
OTOMATISASI DEVEGETASI DAN REVEGETASI
UNTUK MENDUKUNG PEMANTAUAN DEFORESTASI**

DETEKSI DEVEGETASI DAN REVEGETASI TAHUNAN

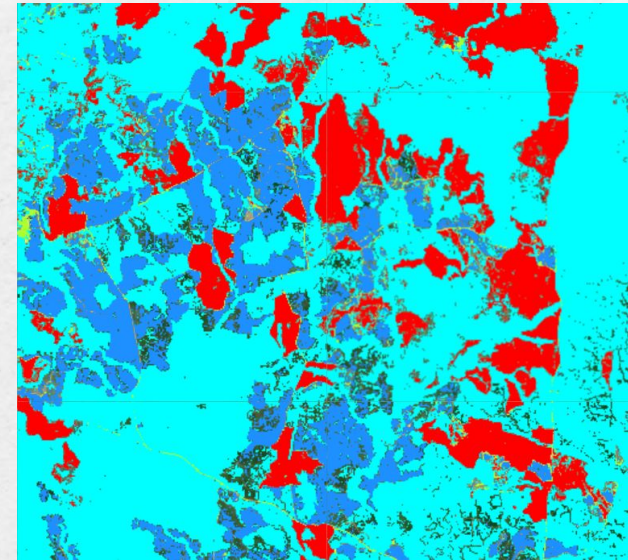
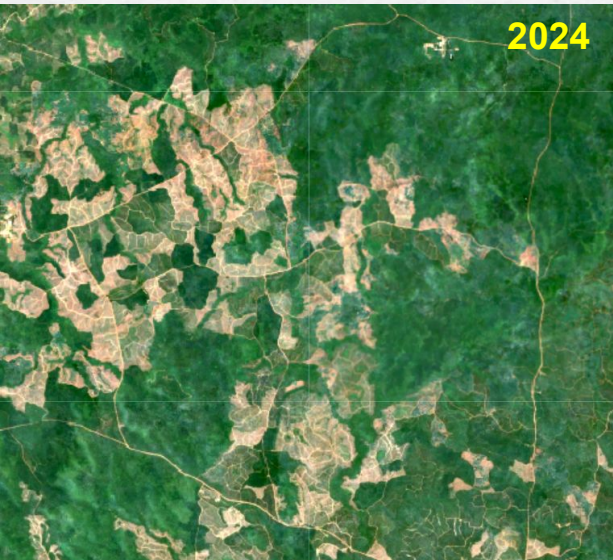


DETEKSI DEVEGETASI DAN REVEGETASI TRIWULAN



**DETEKSI DEVEGETASI DAN REVEGETASI TAHUNAN
MENGUNAKAN DATA MOSAIK SENTINEL-2
TAHUN 2024-2025**

DETEKSI PERUBAHAN VEGETASI (PROV. KALIMANTAN TENGAH)



Devegetasi



Revegetasi

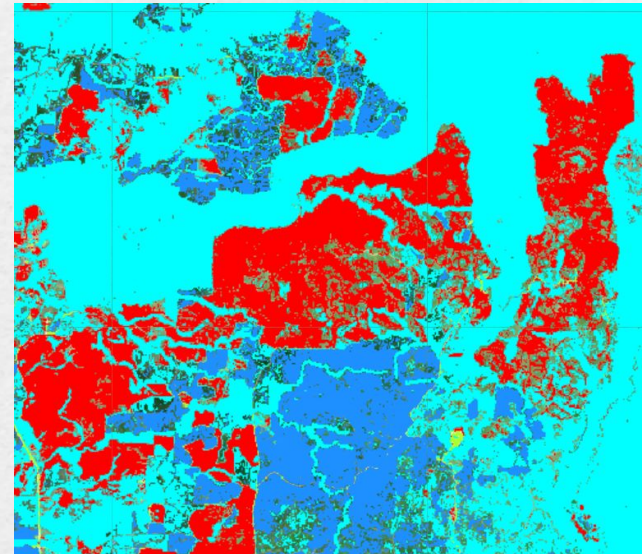
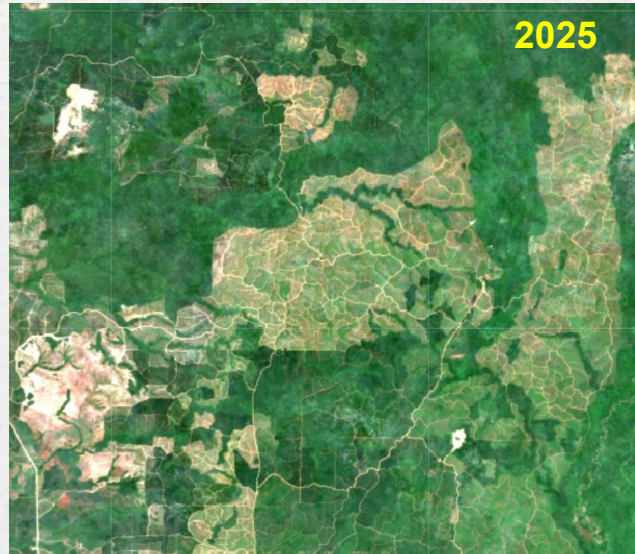
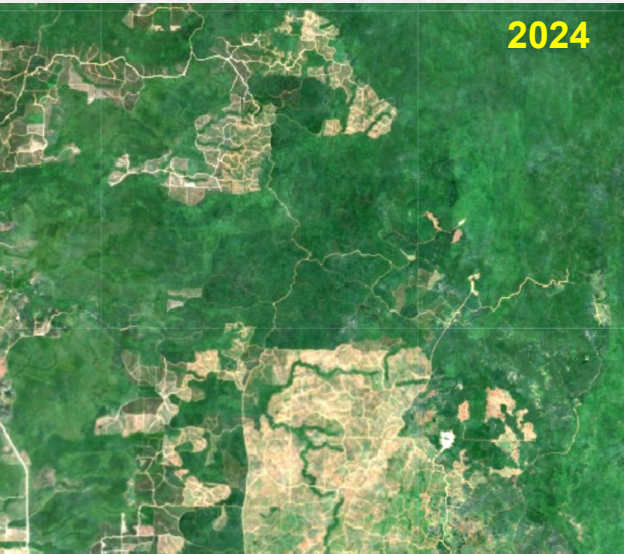


Tetap Vegetasi



Tetap Non-Vegetasi

DETEKSI PERUBAHAN VEGETASI (PROV. KALIMANTAN TIMUR)



Devegetasi



Revegetasi

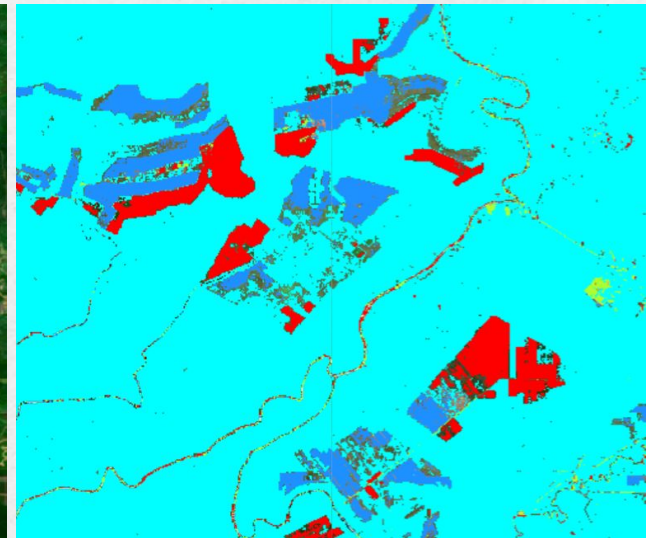


Tetap Vegetasi



Tetap Non-Vegetasi

DETEKSI PERUBAHAN VEGETASI (PROV. KALIMANTAN BARAT)



Devegetasi



Revegetasi

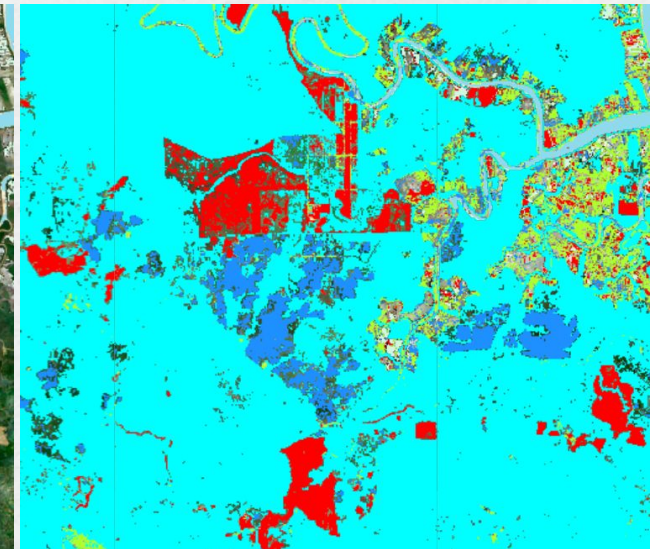


Tetap Vegetasi



Tetap Non-Vegetasi

DETEKSI PERUBAHAN VEGETASI (PROV. KALIMANTAN UTARA)



Devegetasi



Revegetasi

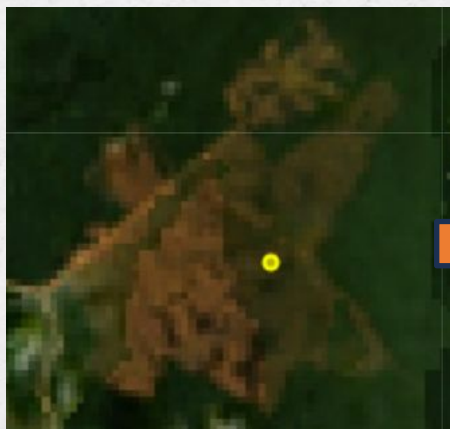


Tetap Vegetasi



Tetap Non-Vegetasi

VALIDASI LAPANGAN DI KALIMANTAN TIMUR

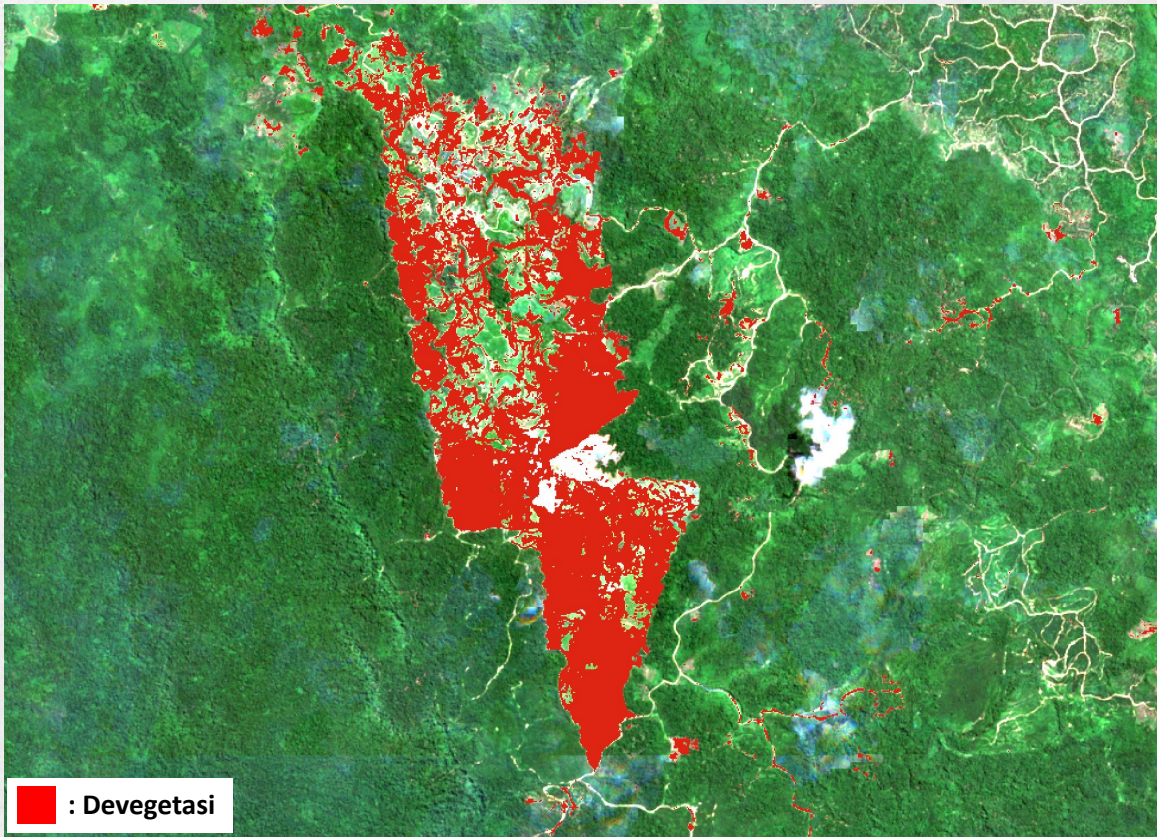
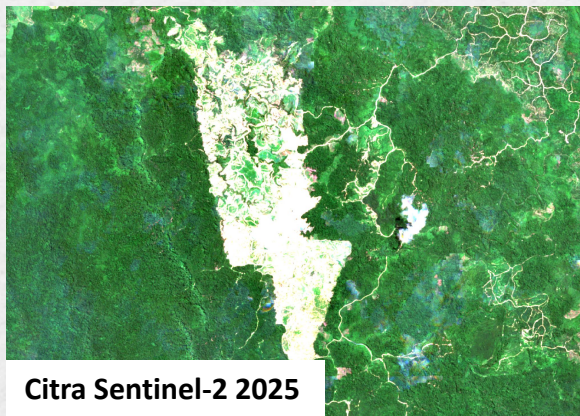


 Devegetasi



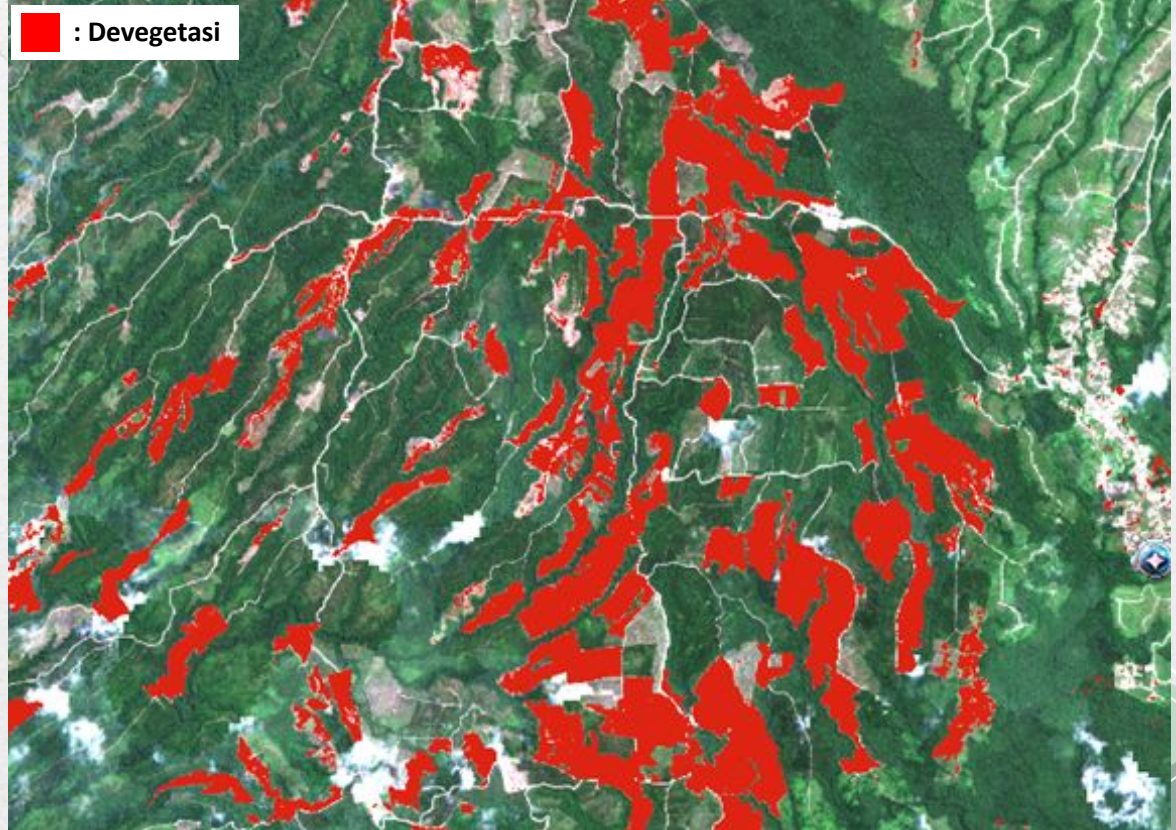
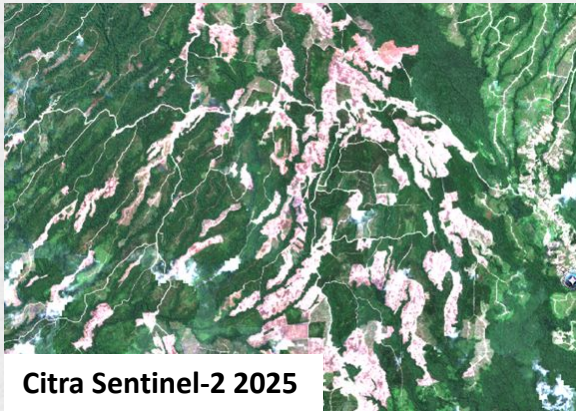
VALIDASI VISUAL DETEKSI DEVEGETASI DI PROVINSI ACEH

Contoh devegetasi di Kabupaten Aceh Timur, Provinsi Aceh. Validasi devegetasi menunjukkan bahwa metode yang digunakan memberikan hasil sesuai dengan kenampakan visual.



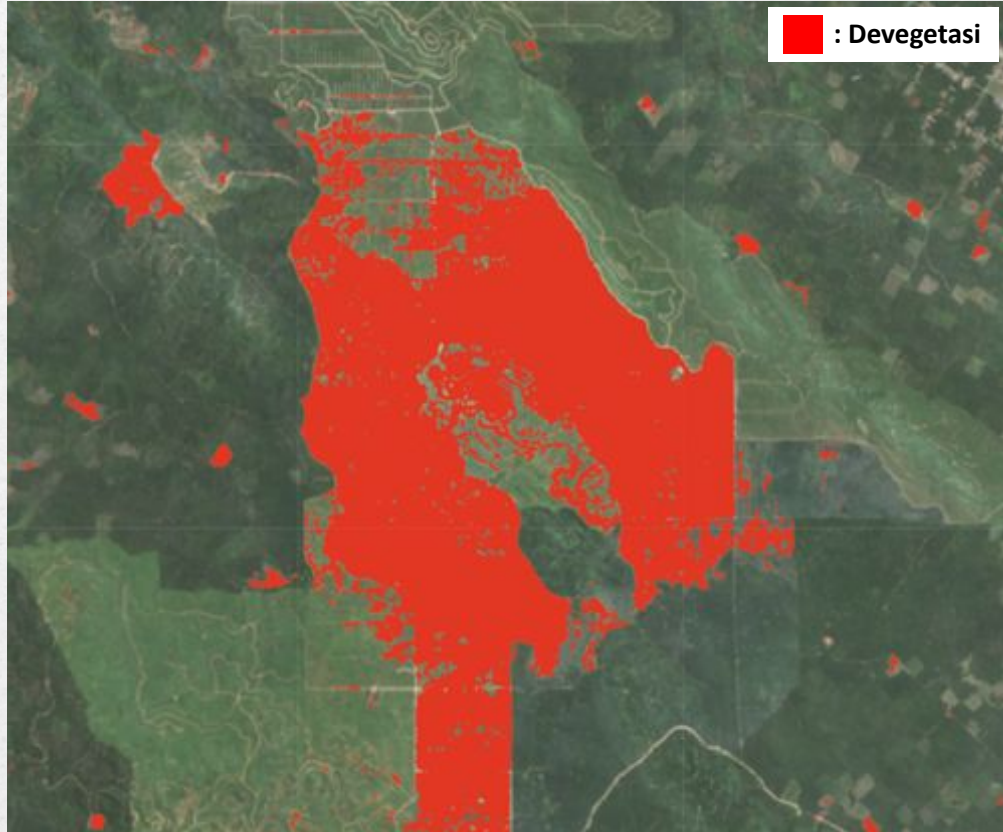
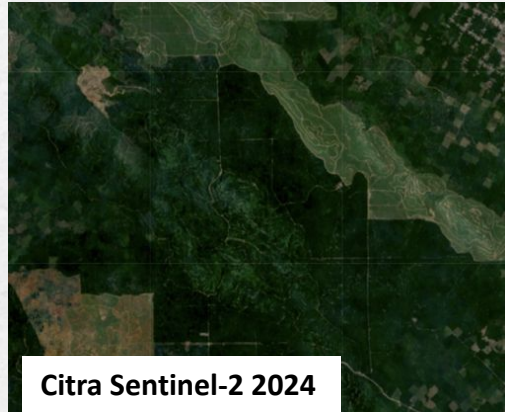
VALIDASI VISUAL DEVEGETASI DI PROVINSI SUMATERA UTARA

Contoh devegetasi di Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. Validasi visual devegetasi menunjukkan bahwa metode yang digunakan memberikan hasil sesuai dengan kenampakan visual.



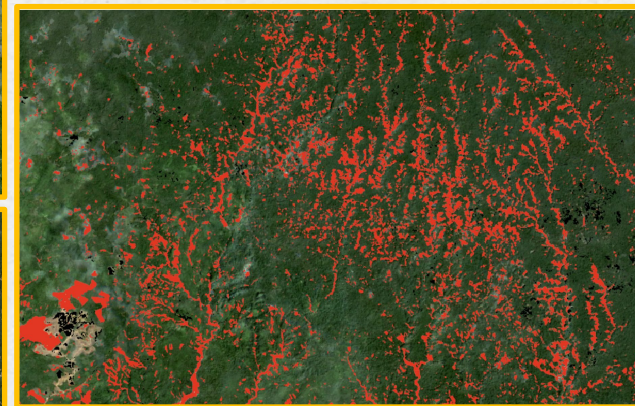
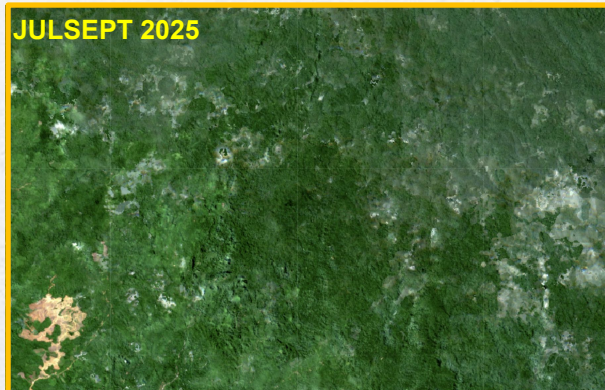
VALIDASI VISUAL DEVEGETASI DI PROVINSI SUMATERA BARAT

Contoh devegetasi di Kabupaten Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat. Validasi visual devegetasi menunjukkan bahwa metode yang digunakan memberikan hasil sesuai dengan kenampakan visual.



**DETEKSI DEVEGETASI DAN REVEGETASI PASCA BENCANA
PROV. ACEH, SUMUT DAN SUMBAR
MENGUNAKAN DATA MOSAIK SENTINEL-2
JULSEPT – OKTDES 2025**

DETEKSI DEVEGETASI WILAYAH BATANG TORU, KABUPATEN TAPANULI SELATAN, PROVINSI SUMATERA UTARA (TRIWULAN 4 - 2025)



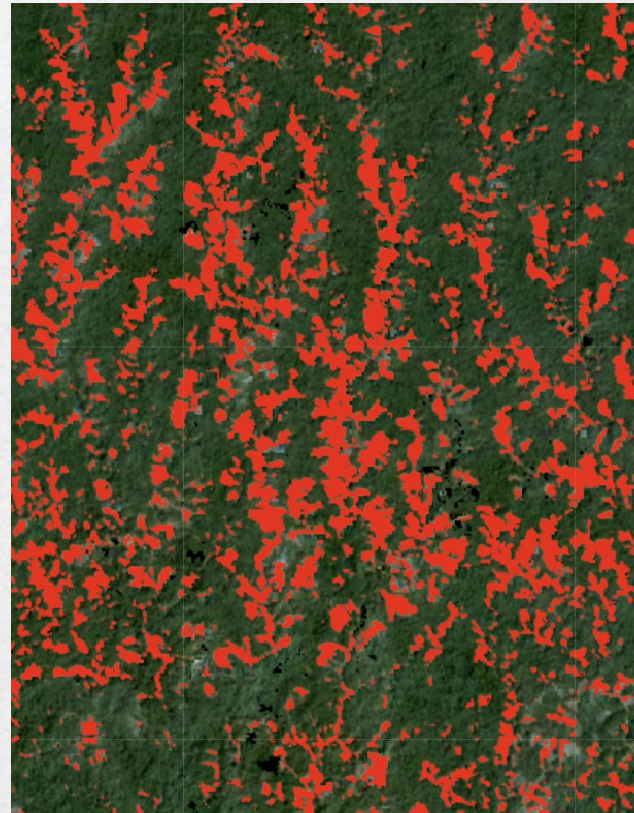
 **Devegetasi**

DETEKSI DEVEGETASI WILAYAH BATANG TORU, KABUPATEN TAPANULI SELATAN, PROVINSI SUMATERA UTARA (TRIWULAN 4 - 2025)

JULSEPT 2025



OKTDES 2025



 Devegetasi



JULSEPT 2025 – ACEH TAMIANG

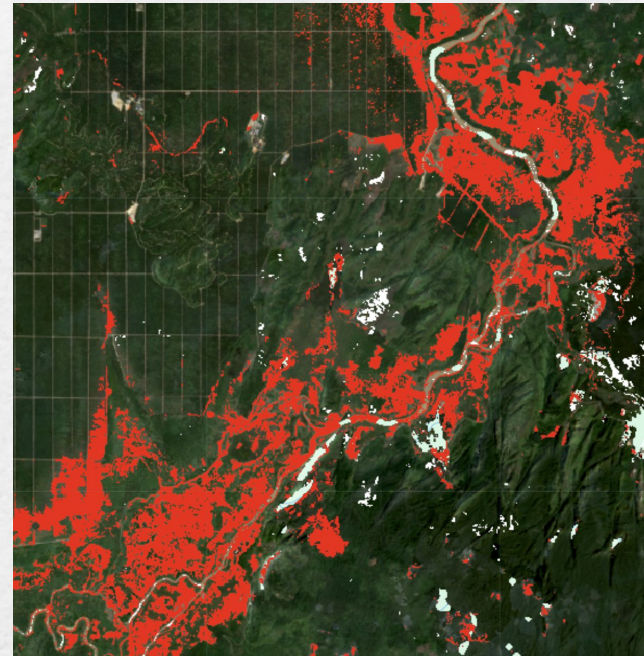
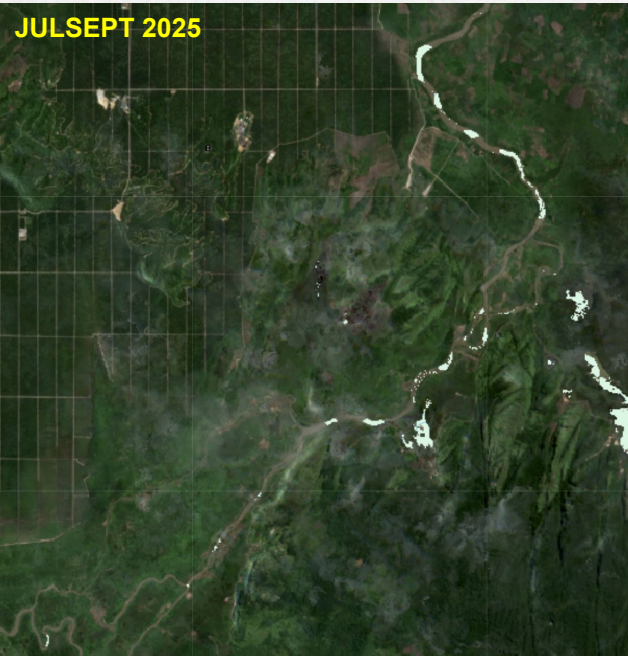


OKTDES 2025 – ACEH TAMIANG



Devegetasi

DETEKSI DEVEGETASI WILAYAH KABUPATEN TAPANULI TENGAH, PROVINSI SUMATERA UTARA (TRIWULAN 4 - 2025)



 **Devegetasi**



DESAIN PEMODELAN DETEKSI DEFORESTASI MENGUNAKAN MACHINE LEARNING

PENGOLAHAN AWAL DATA PENGINDERAAN JAUH (KOREKSI TOPOGRAFI)



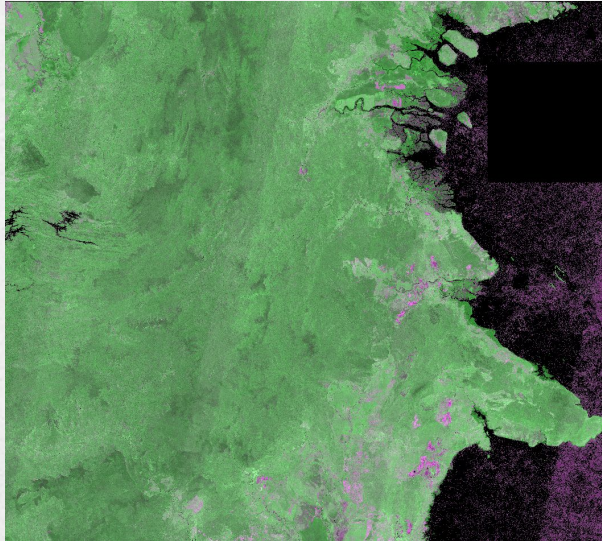
Sebelum Koreksi Topografi



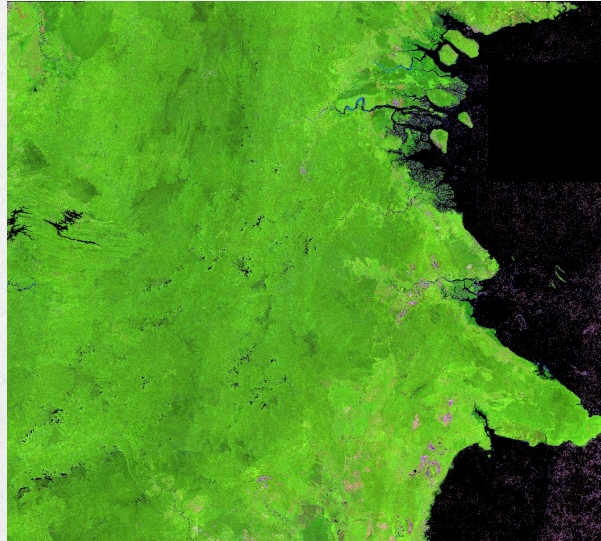
Setelah Koreksi Topografi

CONTOH DATA INPUT

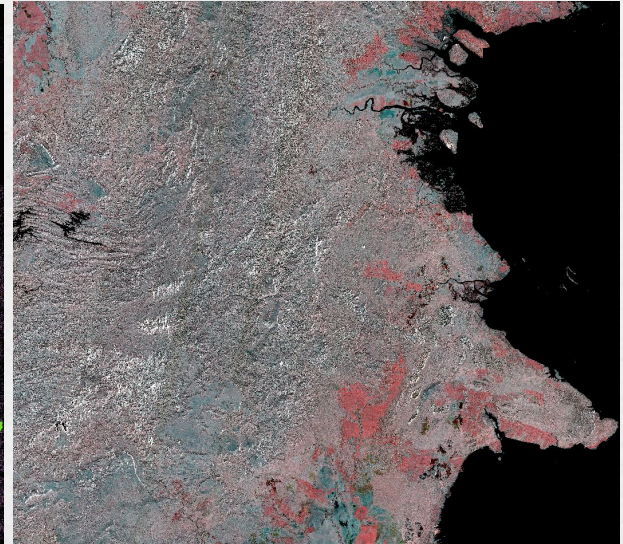
Landsat 8/9 Tahun 2019-2023

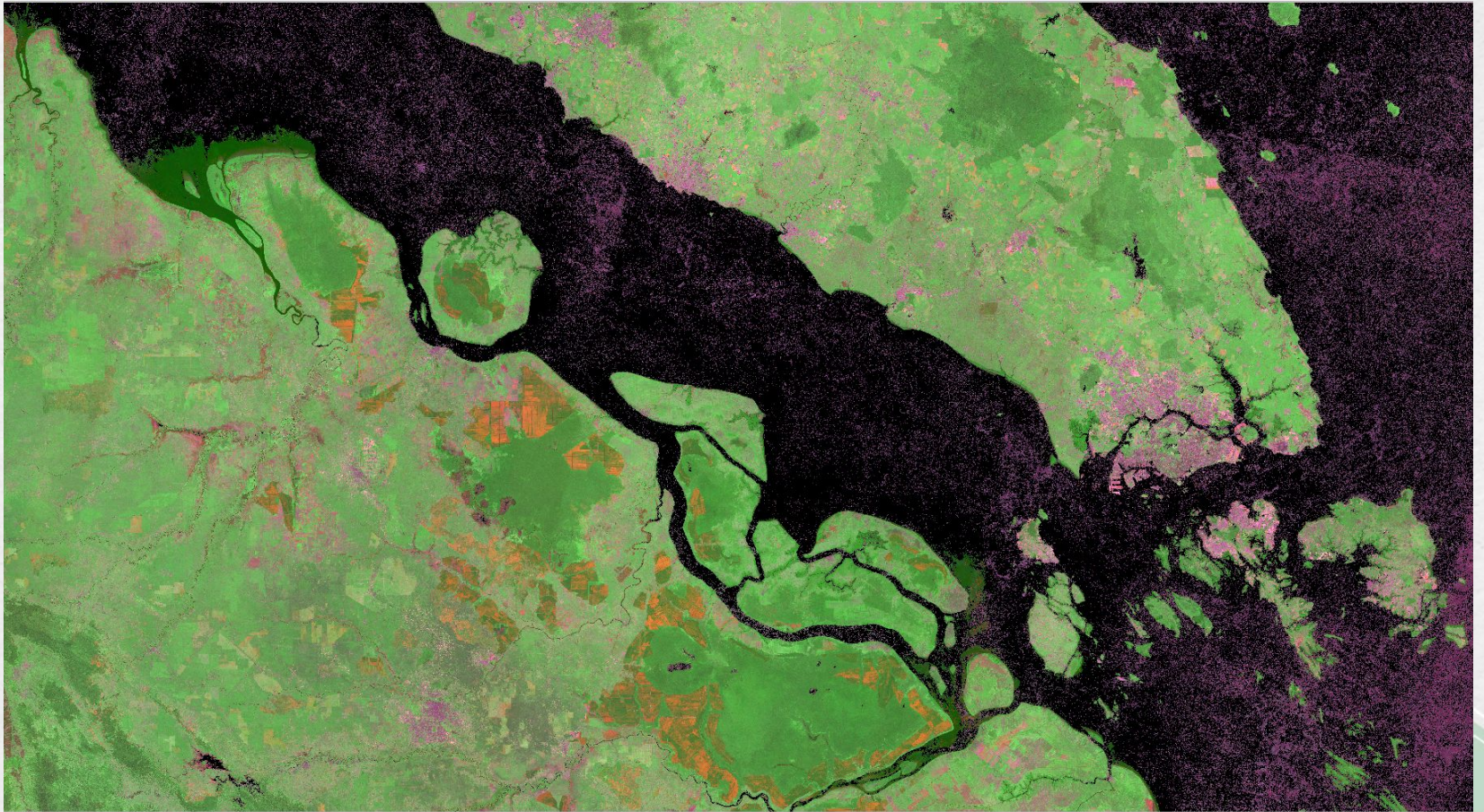


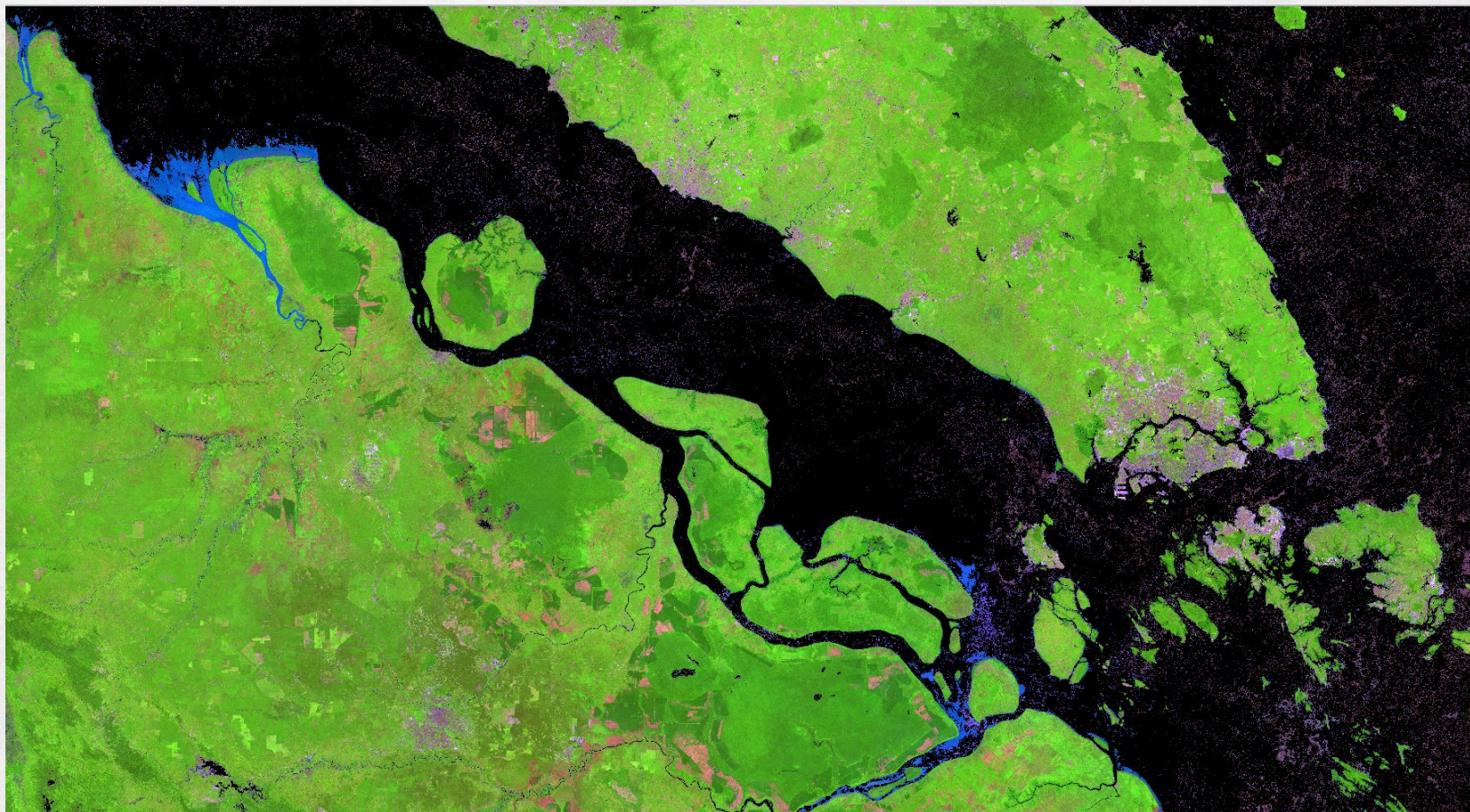
Landsat 8/9 Tahun 2024



Sentinel-1 SAR Tahun 2024



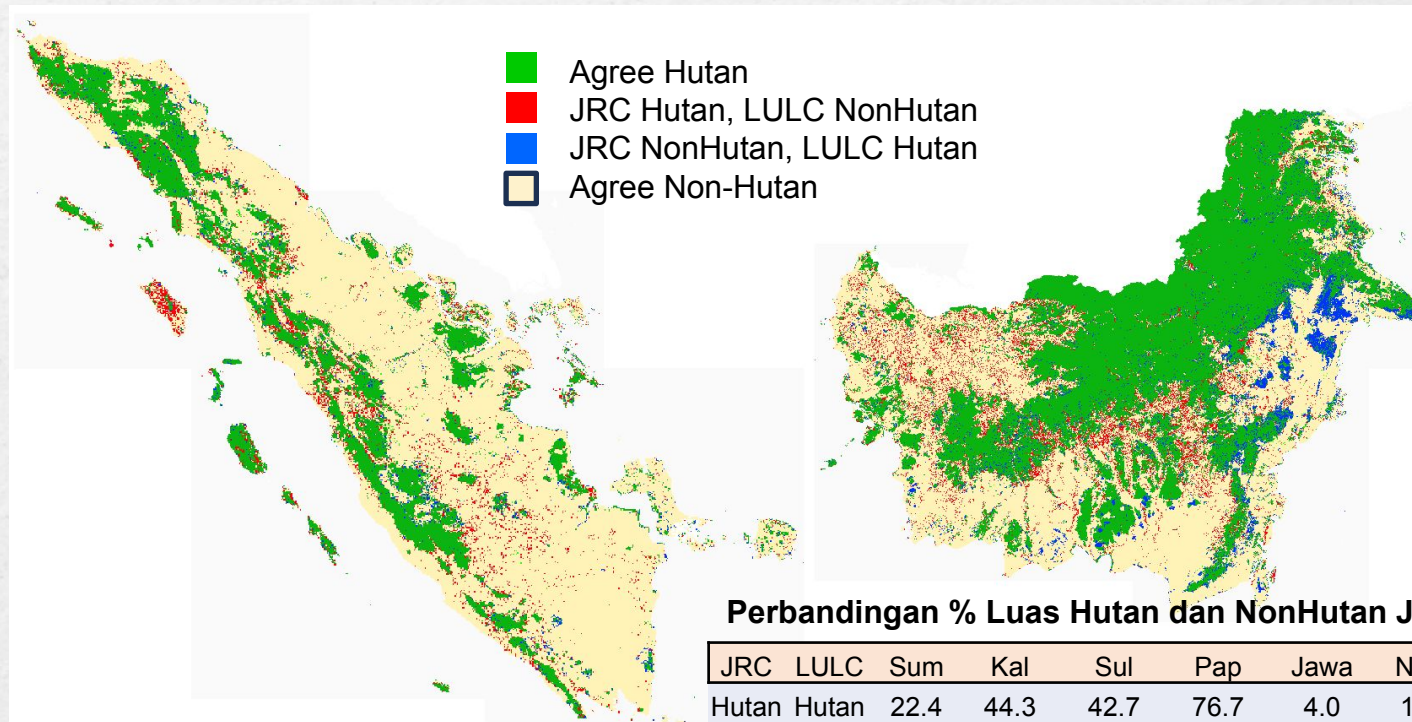




Embedding Sentinel 1- SAR 2024



DATA REFERENSI HUTAN - NONHUTAN (DATA JRC DAN LULC 23 KELAS KEMENHUT TAHUN 2024)

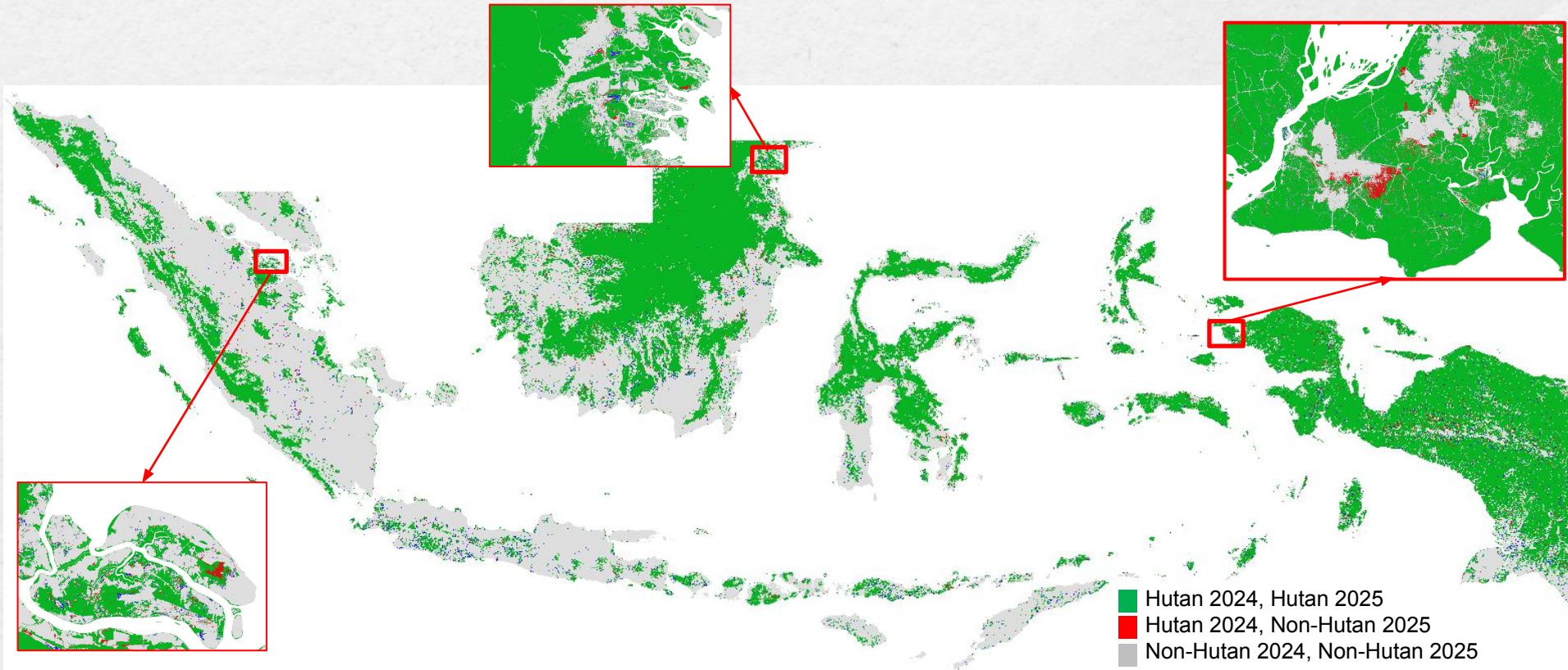


Perbandingan % Luas Hutan dan NonHutan JRC & LULC 2024

JRC	LULC	Sum	Kal	Sul	Pap	Jawa	Nusa	Mal	Ind
Hutan	Hutan	22.4	44.3	42.7	76.7	4.0	13.4	59.7	42.3
Hutan	Non	5.7	6.6	5.1	4.2	3.4	0.7	8.8	5.3
Non	Hutan	2.0	5.4	5.3	6.2	3.1	26.8	6.6	5.4
Non	Non	69.9	43.7	46.8	12.9	89.5	59.1	24.8	47.0
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Label yang digunakan untuk machine learning:
Agree Hutan & Agree NonHutan

HASIL SEMENTARA DETEKSI DEFORESTASI MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING: KELAS HUTAN DAN NON HUTAN TAHUN 2024 DAN 2025



OVERALL ACCURACY

Overall Accuracy	Train (70%)	Test(30%)
Sumatera	94.8	94.4
Kalimantan	94.6	94.6
Sulawesi	94.0	93.8
Papua	92.8	94.4
Jawa	95.6	93.7
Nusa Tenggara	96.7	94.7
Maluku	90.2	90.2
Indonesia	94.1	93.7

Keterangan:

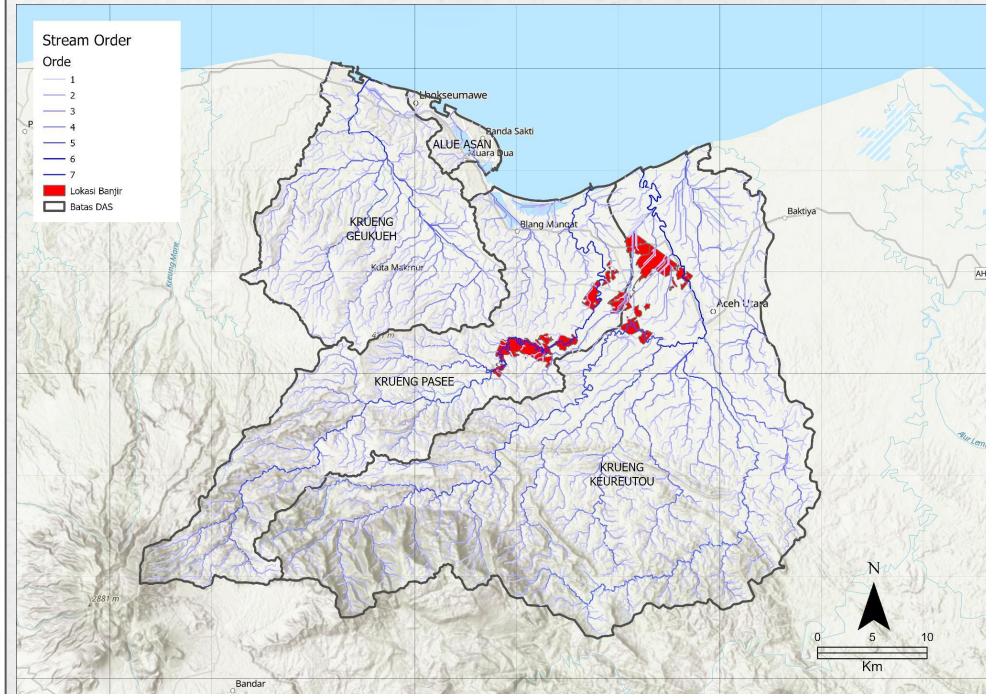
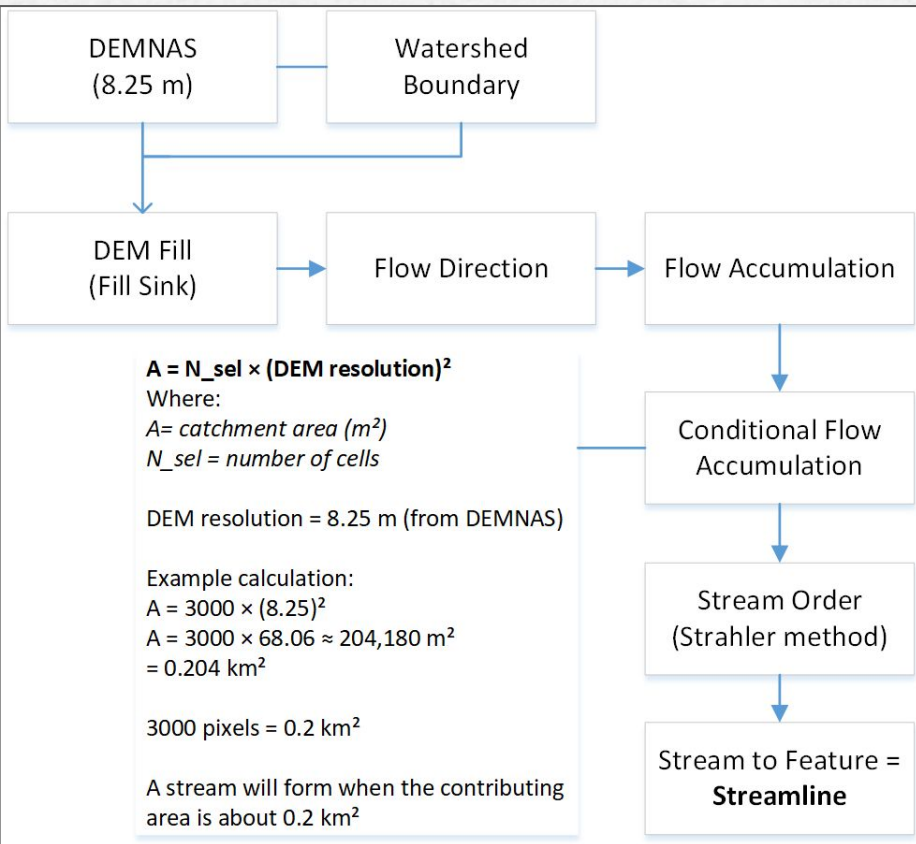
1. Algoritma: Random Forest
2. Data Referensi: JRC dan KLHK tahun 2024
3. Model: Per-Pulau
4. Sample: Balance dan Tanpa balance

Hasil:

- Accuracy Train vs Test ☐ Mirip
- Tidak Overfit
- Dapat diterapkan untuk tahun lainnya

**ANALISIS HIDROLOGI :
MENGAJI KETERKAITAN DEFORESTASI DI HULU DENGAN
DINAMIKA ALIRAN DAN KEJADIAN BANJIR DI HILIR DAS**

ANALISIS HIDROLOGI : MENGKAJI KETERKAITAN DEFORESTASI DI HULU DENGAN DINAMIKA ALIRAN DAN KEJADIAN BANJIR DI HILIR DAS



DAS KRUENG GEUKUEH, PROV. ACEH

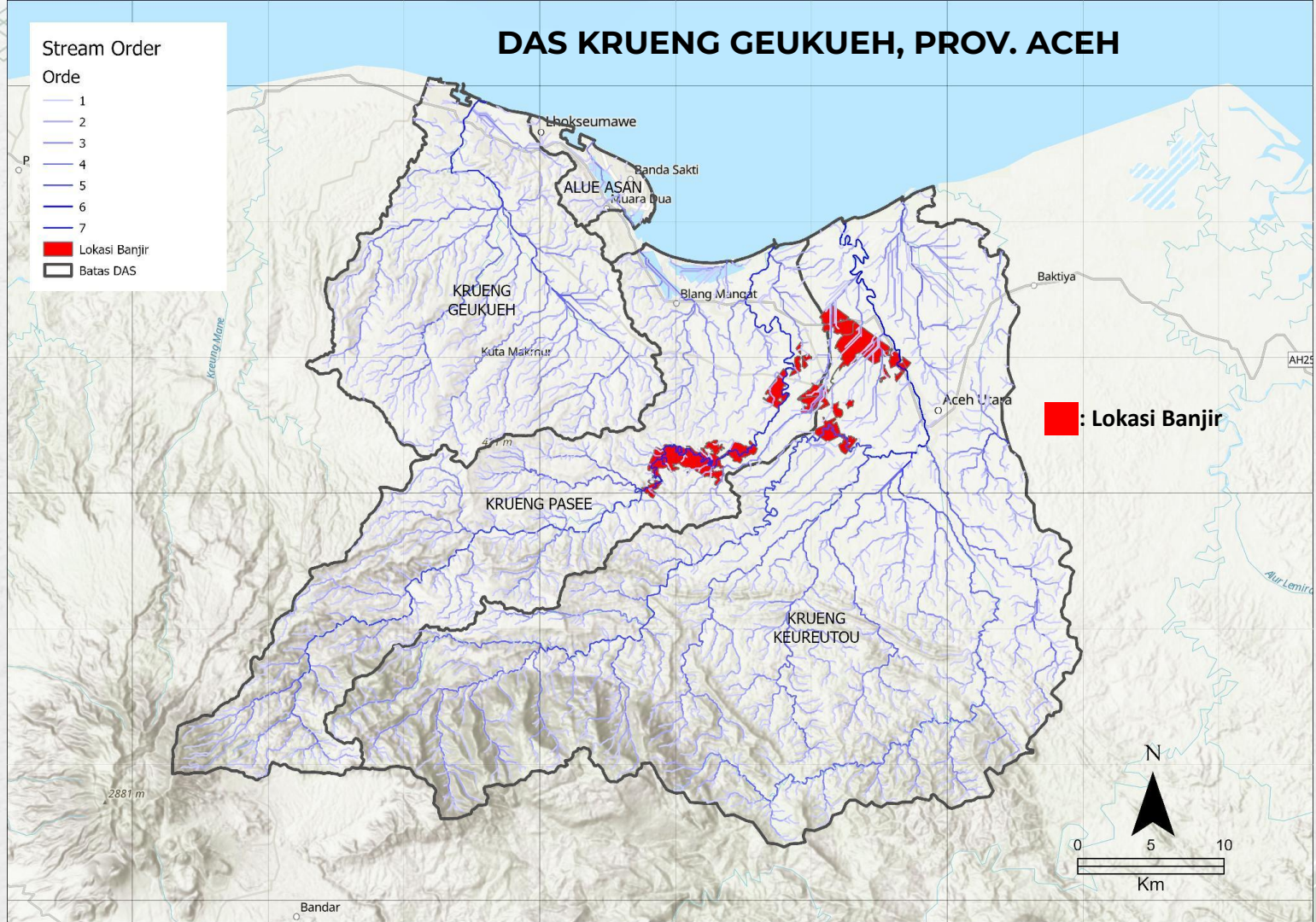
Stream Order

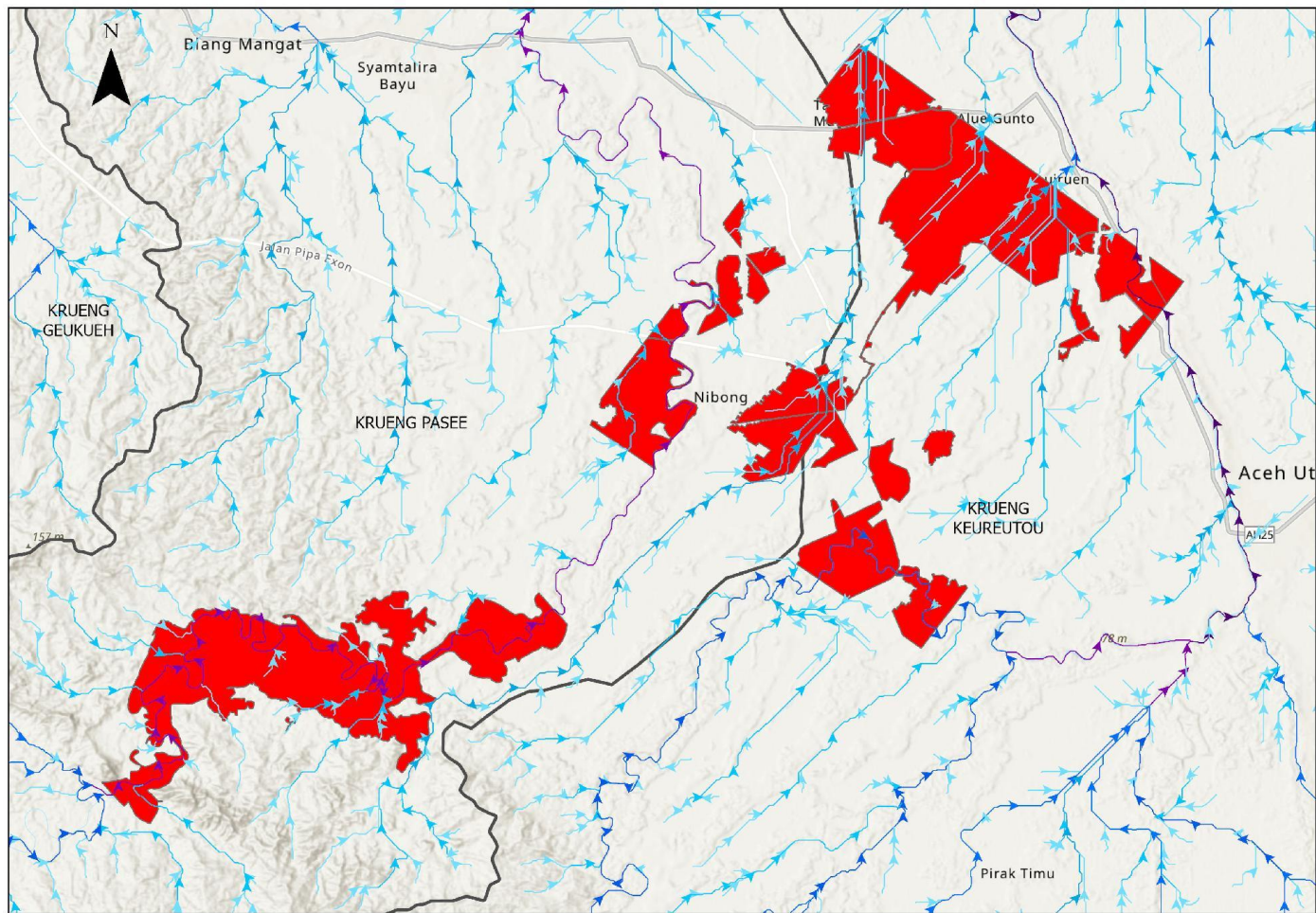
Orde

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

■ Lokasi Banjir

▬ Batas DAS



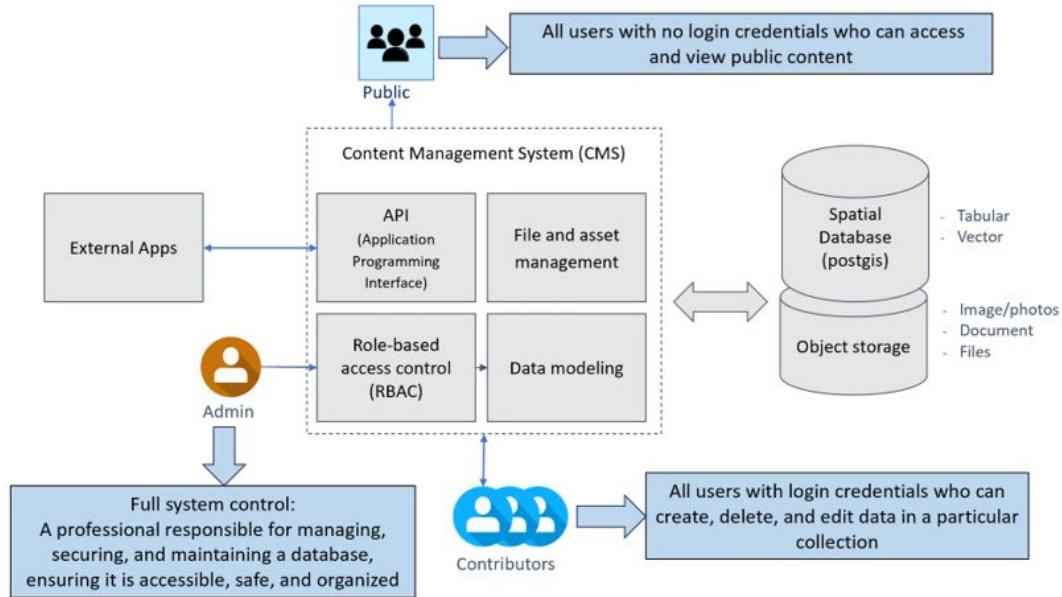


■ : Lokasi Banjir



PLATFORM MONITORING DEFORISTASI

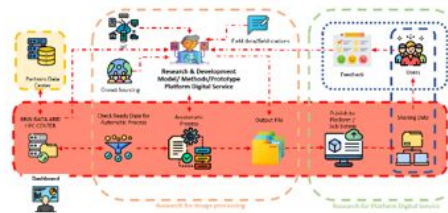
Prototype Platform Monitoring Deforestasi dan Integrasi ke Plaform SIMONTANA dan GEOMIMO



SIMONTANA – Kementerian Kehutanan



GEOMIMO – BRIN



PENUTUP

- **Deteksi deforestasi** menggunakan **data penginderaan jauh dan indeks vegetasi** mempunyai akurasi tinggi, cepat dan cakupan yang luas □ **kendala tutupan awan**
- Deteksi deforestasi menggunakan **pembelajaran mesin (mesin learning)** dapat meningkatkan akurasi
- Hasil deteksi deforestasi **mendukung Program Percepatan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pascabencana Prov. Aceh, Sumatera Utara dan Sumatera Barat** dalam menentukan wilayah **prioritas pemulihan tutupan hutan dan DAS** sebagai penguatan wilayah **penyangga kebencanaan khususnya banjir dan tanah longsor**

Rencana selanjutnya:

- **Peningkatan model deteksi deforestasi menggunakan machine learning dan validasi lapangan** di Prov. Aceh, Sumatera Utara dan Sumatera Barat untuk memastikan kehandalan model yang dibangun
- Hasil model deforestasi **diintegrasikan dengan analisis hidrologi** untuk mengkaji **keterkaitan deforestasi di hulu** dengan dinamika aliran dan **kejadian banjir di hilir DAS**
- Hilirisasi model deforestasi dengan mengembangkan **platform web-GIS monitoring deforestasi cepat** untuk mendukung **peringatan dini dan kebijakan mitigasi berbasis data** □ **Integrasi dengan SIMONTANA (Sistem Monitoring Hutan Nasional) Kementerian Kehutanan**

TERIMA KASIH



**Pusat Riset Geoinformatika
Organisasi Riset Elektronika dan Informatika
Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)**

Jl. Raya Jakarta-Bogor No.KM.47, Nanggewer Mekar, Kec. Cibinong,
Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16911
Email : prgi@brin.go.id