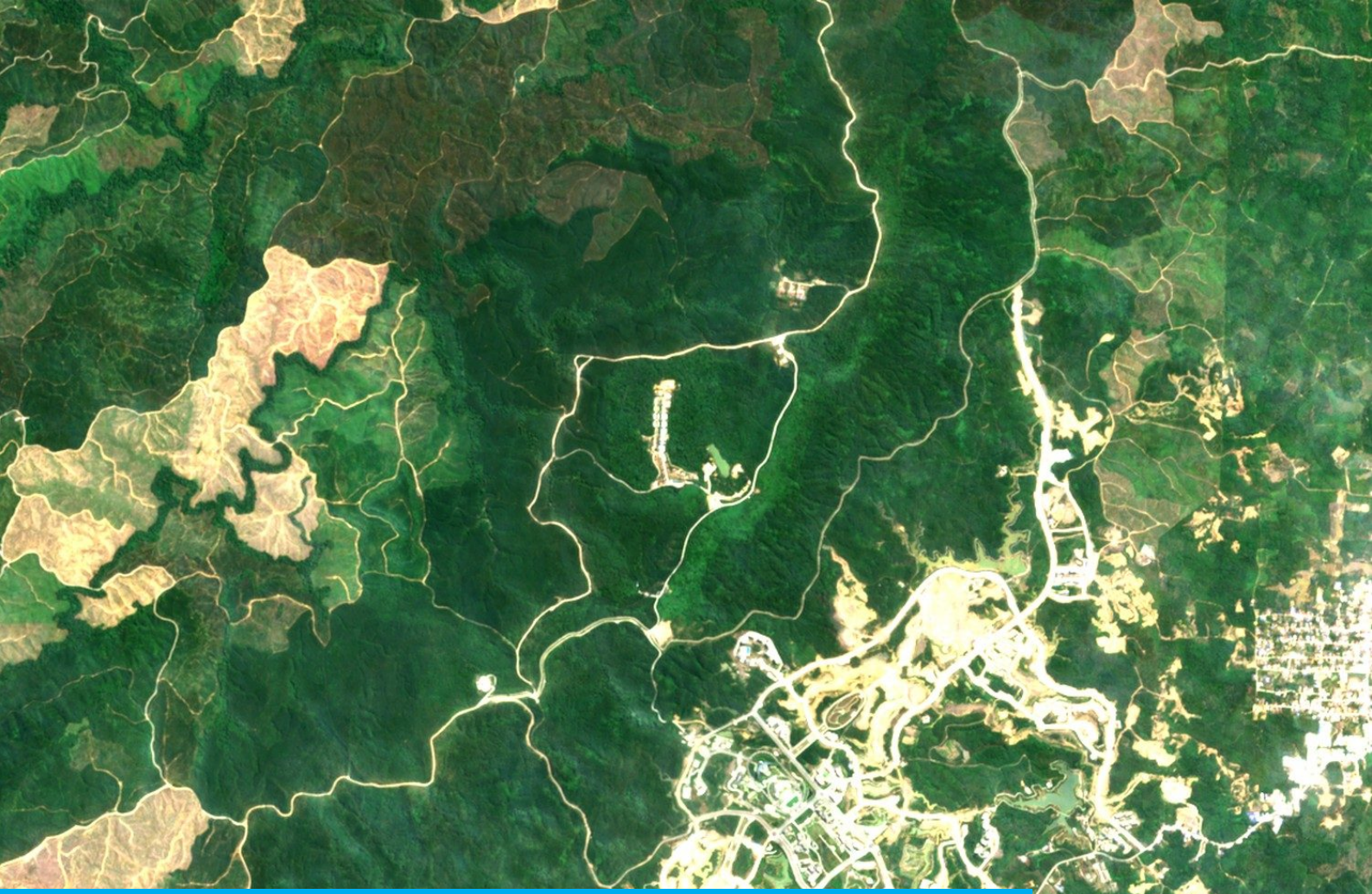


liupurnomo

EBOOK GRATIS

Transformasi Spasial Ibu Kota Nusantara

Time Series Tutupan Lahan 2019-2026 dengan Google Earth Engine dan Series Mapping di QGIS

Geoportal IKN | Sentinel-2 | Cloud Score+ | Dynamic World | Random Forest | Time Series | Bukaan Hutan | Luas UTM | QGIS Atlas | SK 399/2024

Liu Purnomo, S.Kom.

Transformasi Spasial Ibu Kota Nusantara
Time Series Tutupan Lahan 2019-2026 dengan Google Earth Engine dan Series Mapping di QGIS

Penulis: Liu Purnomo, S.Kom.

Ebook ini dibagikan gratis. Boleh disalin dan dibagikan seluas-luasnya dalam bentuk utuh tanpa diubah dan tanpa dipungut biaya. Tidak untuk diperjualbelikan.

Batas wilayah diambil dari Geoportal IKN (geodata.ikn.go.id), layer Delineasi 9 Wilayah Pengembangan dan Wilayah IKN UU 21/2023. Citra Sentinel-2 dari program Copernicus ESA diolah di Google Earth Engine. Tangkapan layar diambil dari QGIS 4.2.3. Data citra tahun 2026 mencakup perekaman sampai 15 November 2026.

Situs: liupurnomo.com
Email: hi@liupurnomo.com

Kata Pengantar

Pembangunan Ibu Kota Nusantara mengubah bentang lahan di Kalimantan Timur dalam waktu yang singkat. Perubahan itu terekam setiap beberapa hari oleh satelit Sentinel-2 dan citranya terbuka untuk siapa saja. Ebook ini menunjukkan cara mengubah arsip citra tersebut menjadi time series tutupan lahan tahunan, menghitung bukaan tutupan pohon, lalu menyajikannya sebagai seri peta yang mengikuti kaidah penyajian peta Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Wilayah kajian adalah Wilayah Perencanaan Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (WP KIPP) dengan batas resmi dari Geoportal IKN. Seluruh pengolahan citra dilakukan di Google Earth Engine, mulai dari komposit tahunan bebas awan, klasifikasi Random Forest, uji akurasi, sampai perhitungan tahun bukaan. Hasilnya diolah di QGIS menjadi atlas delapan halaman, satu halaman untuk setiap tahun dari 2019 sampai 2026.

Setiap angka di ebook ini berasal dari pemrosesan yang dapat diulang. Skrip Code Editor yang dicetak di dalam buku sudah dijalankan dan menghasilkan angka yang sama dengan versi Python. Pembaca dapat memakai alur yang sama untuk wilayah lain cukup dengan mengganti batas wilayahnya.

Jakarta

Liu Purnomo, S.Kom.

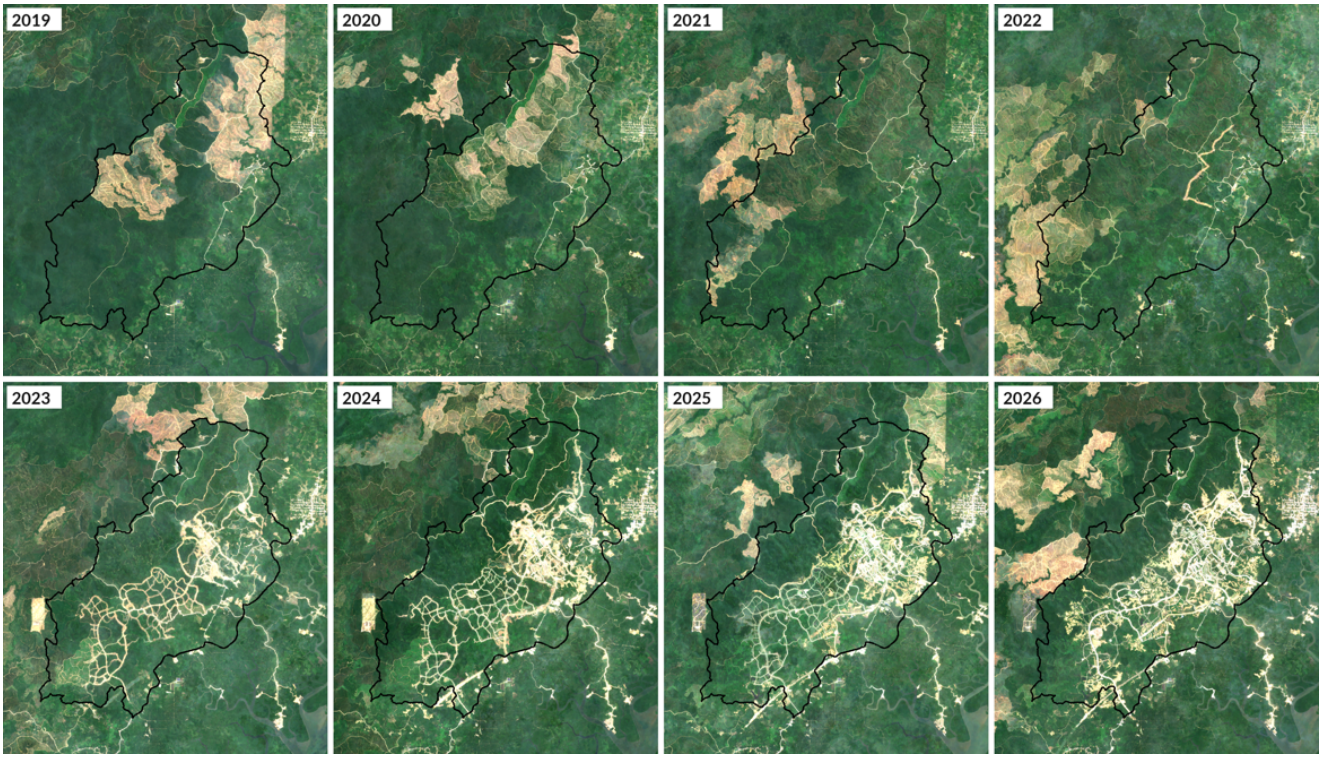
Daftar Isi

01	Membaca Perubahan dari Ruang Angkasa	5
02	Batas Resmi dari Geoportal IKN	7
03	Komposit Sentinel-2 Tahunan Bebas Awan	8
04	Mengapa Dynamic World Saja Tidak Cukup	9
05	Klasifikasi Random Forest	10
06	Time Series Tutupan Lahan 2019-2026	12
07	Bukaan Tutupan Pohon	14
08	Luas Sesuai SK MenLHK 399/2024	16
09	Ekspor ke QGIS dan Struktur Proyek	17
10	Series Mapping dengan Atlas QGIS	19
11	Membaca Hasil dengan Hati-Hati	26
A	Lembar Ringkas	27
B	Tentang Penulis	28

01 Membaca Perubahan dari Ruang Angkasa

Time series tutupan lahan adalah rangkaian peta tutupan lahan dari tahun ke tahun untuk wilayah yang sama, dengan metode yang sama. Karena metodenya seragam, selisih antartahun dapat dibaca sebagai perubahan di lapangan, bukan sebagai perbedaan cara mengolah. Syarat inilah yang membuat seri peta layak dipakai untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah sebuah pembangunan.

Kawasan Inti Pusat Pemerintahan IKN adalah contoh yang baik. Pada 2019 kawasan ini berupa hutan tanaman dan hutan sekunder dengan petak-petak tebangan. Mulai 2022 jaringan jalan pertama terbuka, lalu pada 2023 sampai 2026 kawasan inti berubah menjadi lahan terbangun. Seluruh tahapan itu terlihat jelas pada komposit tahunan Sentinel-2.



Gambar 1.1 Komposit median tahunan Sentinel-2 warna asli untuk WP KIPP (garis hitam), 2019 sampai 2026.

01
Batas resmi
WFS Geoportal IKN, unggah sebagai asset

02
Komposit
Sentinel-2 + Cloud Score+, median tahunan

03
Label latih
Dynamic World berkeyakinan tinggi

04
Klasifikasi
Random Forest, empat kelas, uji akurasi

05
Time series
luas tiap kelas per tahun

06
Bukaan
tahun konversi permanen tutupan pohon

07
Luas SK 399
UTM Zona 50 Selatan

08
Atlas QGIS
delapan halaman, satu per tahun

WP KIPP DALAM ANGKA

6.664,51 Ha
luas WP KIPP menurut Geoportal IKN

8 tahun
seri tahunan 2019 sampai 2026

2.415
citra Sentinel-2 yang masuk komposit

92,2%
akurasi klasifikasi, kappa 0,90

5.576 Ha
tutupan pohon tertinggi, tahun 2021

3.747 Ha
tutupan pohon tahun 2026

890 Ha
bukaan permanen terbesar, tahun 2023

1.854 Ha
lahan terbuka dan terbangun 2026

CAKUPAN: Analisis dibatasi pada WP KIPP seluas 6.664,51 Ha. Peta tetap menampilkan sekitar 1,5 km di luar batas agar konteks bentang lahan terlihat. Untuk wilayah yang lebih luas, misalnya seluruh daratan IKN, alur yang sama dapat dipakai dengan waktu proses yang lebih lama.

02 Batas Resmi dari Geoportal IKN

Hasil analisis hanya sekuat batas wilayah yang dipakai. Otorita IKN menerbitkan data spasial melalui Geoportal IKN di geodata.ikn.go.id, yang dibangun di atas GeoNode dan GeoServer. Dua layer publik dipakai di ebook ini.

Tabel 2.1 Layer batas dari Geoportal IKN

NAMA LAYER WFS	ISI	LUAS
geonode:delineasi_swp	Delineasi 9 Wilayah Pengembangan IKN, termasuk WP KIPP	WP KIPP 6.664,51 Ha
geonode:wilayah_ikn_uu_21_2023	Wilayah daratan IKN menurut UU 21/2023	252.660,91 Ha (CEA)

Layer dapat diunduh langsung sebagai GeoJSON melalui permintaan WFS. Alamat berikut dapat dibuka di peramban atau dimasukkan ke QGIS melalui **Layer → Add Layer → Add WFS Layer**.

```
https://geodata.ikn.go.id/geoserver/ows?service=WFS&version=2.0.0
  &request=GetFeature&typeNames=geonode:delineasi_swp
  &outputFormat=application/json&srsName=EPSG:4326
```

Mengunggah batas sebagai asset

1. Simpan hasil WFS sebagai GeoJSON atau shapefile.
2. Di Code Editor, buka tab **Assets** → **New** → **Shape files** (atau CSV/GeoJSON), pilih berkas, beri nama `ikn/delineasi_swp`.
3. Ulangi untuk `wilayah_ikn_uu_21_2023`.
4. Pantau tab **Tasks** sampai unggahan selesai, lalu panggil asset dengan `ee.FeatureCollection`.

```
var WP   = ee.FeatureCollection('projects/PROYEK/assets/ikn/delineasi_swp');
var KIPP = WP.filter(ee.Filter.eq('bwp', 'WP KIPP')).geometry();
```

GEOMETRI KOMPLEKS: Poligon dari GeoServer kadang menyimpan nilai Z dan simpul berlebih. Bila unggahan gagal, sederhanakan dulu di QGIS dengan **Vector → Geometry Tools → Simplify** bertoleransi 1 m dan buang dimensi Z dengan **Drop M/Z values**.

03 Komposit Sentinel-2 Tahunan Bebas Awan

Kalimantan Timur berawan hampir sepanjang tahun. Satu citra jarang bersih, sehingga peta tahunan dibuat dari komposit, yaitu gabungan seluruh citra satu tahun yang awannya sudah disaring. Ebook ini memakai Sentinel-2 Surface Reflectance (`COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED`) dan penyaring awan Cloud Score+ (`GOOGLE/CLOUD_SCORE_PLUS/V1/S2_HARMONIZED`).

Cloud Score+ memberi setiap piksel nilai `cs_cdf` antara 0 dan 1. Nilai tinggi berarti piksel bersih. Piksel dengan `cs_cdf` di bawah 0,6 dibuang, lalu nilai median dihitung dari piksel yang tersisa. Median tahan terhadap sisa awan dan bayangan yang lolos saringan.

```
function komposit(y, wilayah) {
  var cs = ee.ImageCollection('GOOGLE/CLOUD_SCORE_PLUS/V1/S2_HARMONIZED');
  var m = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
    .filterBounds(wilayah).filterDate(y + '-01-01', (y + 1) + '-01-01')
    .linkCollection(cs, ['cs_cdf'])
    .map(function (i) {
      return i.updateMask(i.select('cs_cdf').gte(0.6)).select(BAND);
    })
    .median();
  return m.addBands([
    m.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI'),
    m.normalizedDifference(['B11', 'B8']).rename('NDBI'),
    m.normalizedDifference(['B3', 'B11']).rename('MNDWI')]);
}
```

Tabel 3.1 Jumlah citra Sentinel-2 yang menyentuh WP KIPP per tahun

TAHUN	CITRA	CATATAN
2019	299	
2020	298	
2021	292	
2022	290	
2023	290	
2024	295	
2025	340	
2026	311	sampai 15 November 2026

Setiap piksel di WP KIPP mendapat paling sedikit 10 pengamatan bersih per tahun, dengan rata-rata 42 sampai 83 pengamatan. Komposit karena itu tidak berlubang di tahun mana pun.

04 Mengapa Dynamic World Saja Tidak Cukup

Dynamic World (`GOOGLE/DYNAMICWORLD/V1`) adalah produk tutupan lahan 10 m yang dibuat Google untuk setiap citra Sentinel-2. Produk ini menggoda untuk langsung dipakai karena sudah berisi sembilan kelas dan probabilitasnya. Masalahnya, Dynamic World hanya dihitung untuk citra yang awannya di bawah 35 persen.

Di WP KIPP, ketentuan itu membuat jumlah pengamatan sangat sedikit. Tahun 2023 hanya punya rata-rata 0,86 pengamatan bersih per piksel, dan lebih dari separuh wilayah tidak punya pengamatan sama sekali. Peta tahunan yang dibuat langsung dari Dynamic World menjadi berlubang dan luas tiap kelas melompat-lompat dari tahun ke tahun karena luas yang terpetakan berubah.

PELAJARAN: Periksa jumlah pengamatan bersih per piksel sebelum memakai produk turunan apa pun. Di daerah tropis berawan, produk yang tampak lengkap di peta global bisa sangat tipis di wilayah kecil.

Dynamic World tetap berguna sebagai sumber **label latih**. Piksel yang pada tahun tertentu diklasifikasikan Dynamic World dengan probabilitas tinggi dapat dipakai untuk melatih model baru, lalu model itu diterapkan pada komposit Sentinel-2 yang bebas lubang. Cara ini menggabungkan kekuatan keduanya.

05 Klasifikasi Random Forest

Empat kelas

Sembilan kelas Dynamic World diringkas menjadi empat kelas yang stabil di resolusi 10 m.

Tabel 5.1 Kelas tutupan lahan

KELAS	DARI KELAS DYNAMIC WORLD	WARNA
Air	water	biru
Tutupan pohon	trees	hijau tua
Vegetasi non-pohon	grass, flooded vegetation, crops, shrub and scrub	hijau zaitun
Lahan terbuka dan terbangun	built, bare	merah

TERBANGUN DAN LAHAN TERBUKA DIGABUNG: Pada citra 10 m, tanah terbuka bekas tebangan hutan tanaman dan lokasi konstruksi punya pantulan yang hampir sama. Percobaan dengan lima kelas menghasilkan 1.478 Ha "terbangun" di KIPP pada 2019, padahal saat itu yang ada adalah petak tebangan. Karena itu kedua kelas digabung.

Sampel latih dan model

Untuk setiap tahun diambil 200 titik per kelas secara acak bertingkat (*stratified*) dari wilayah KIPP yang diperluas 8 km. Label diambil dari Dynamic World tahun yang sama dengan probabilitas kelas teratas paling sedikit 0,6. Nilai fitur diambil dari komposit Sentinel-2 tahun yang sama. Sampel delapan tahun digabung sehingga satu model berlaku untuk semua tahun.

```
var sampelBaru = ee.FeatureCollection(TAHUN.map(function (y) {
  return komposit(y, LATIH).addBands(labelDW(y)).stratifiedSample({
    numPoints: 200, classBand: 'kelas', region: LATIH, scale: 10,
    projection: 'EPSG:32750', seed: y, geometries: true, tileScale: 8
  }).map(function (f) { return f.set('tahun', y); });
})).flatten().randomColumn('acak', 42);
Export.table.toAsset({collection: sampelBaru, description: 'sampel_latih',
                      assetId: 'projects/PROYEK/assets/ikn/sampel_latih'});
```

SIMPAN SAMPEL KE ASSET: Tanpa langkah ini, Earth Engine mengambil ulang ribuan sampel dari delapan komposit setiap kali peta digeser, lalu berhenti dengan pesan *User memory limit exceeded*. Dengan sampel di asset, model dilatih dalam hitungan detik.

```
var sampel = ee.FeatureCollection('projects/PROYEK/assets/ikn/sampel_latih');
var latih = sampel.filter(ee.Filter.lt('acak', 0.7));
var uji   = sampel.filter(ee.Filter.gte('acak', 0.7));
var rf = ee.Classifier.smileRandomForest({numberOfTrees: 150, seed: 7})
  .train(latih, 'kelas', FITUR);
var cm = uji.classify(rf).errorMatrix('kelas', 'classification', [1, 2, 3, 4]);
print('Akurasi', cm.accuracy(), 'Kappa', cm.kappa());
```

Uji akurasi

Sebanyak 4.354 sampel dipakai untuk melatih dan 1.779 sampel disisihkan untuk menguji. Akurasi keseluruhan 92,2 persen dengan kappa 0,896.

Tabel 5.2 Matriks kesalahan sampel uji (baris = label, kolom = hasil model)

LABEL	AIR	POHON	NON-POHON	TERBUKA	AKURASI PRODUSEN
Air	451	0	2	1	99,3%
Tutupan pohon	1	437	32	4	92,2%
Vegetasi non-pohon	2	61	301	14	79,6%
Terbuka dan terbangun	0	2	19	452	95,6%
Akurasi pengguna	99,3%	87,4%	85,0%	96,0%	

Kesalahan terbesar terjadi antara tutupan pohon dan vegetasi non-pohon (61 dan 32 sampel). Ini wajar karena semak tinggi dan hutan tanaman muda memang berada di antara kedua kelas. Air dan lahan terbuka dikenali hampir sempurna.

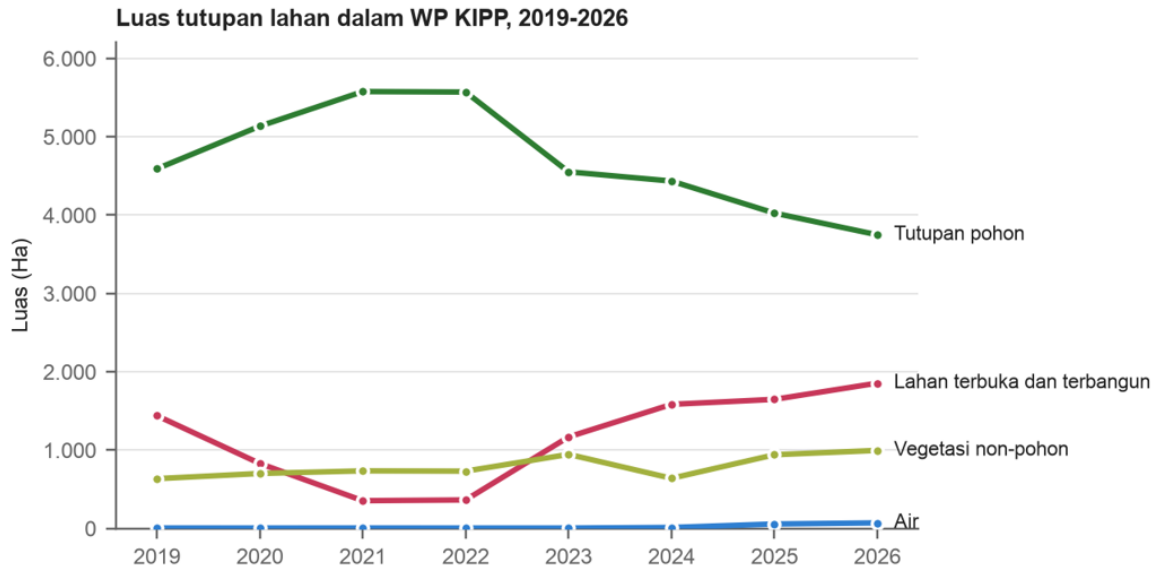
BATAS UJI AKURASI: Sampel uji berasal dari label Dynamic World, bukan pengamatan lapangan. Akurasi ini mengukur seberapa konsisten model meniru label berkeyakinan tinggi pada komposit bebas awan. Untuk pekerjaan resmi, tambahkan titik uji hasil interpretasi citra resolusi tinggi atau cek lapangan.

06 Time Series Tutupan Lahan 2019-2026

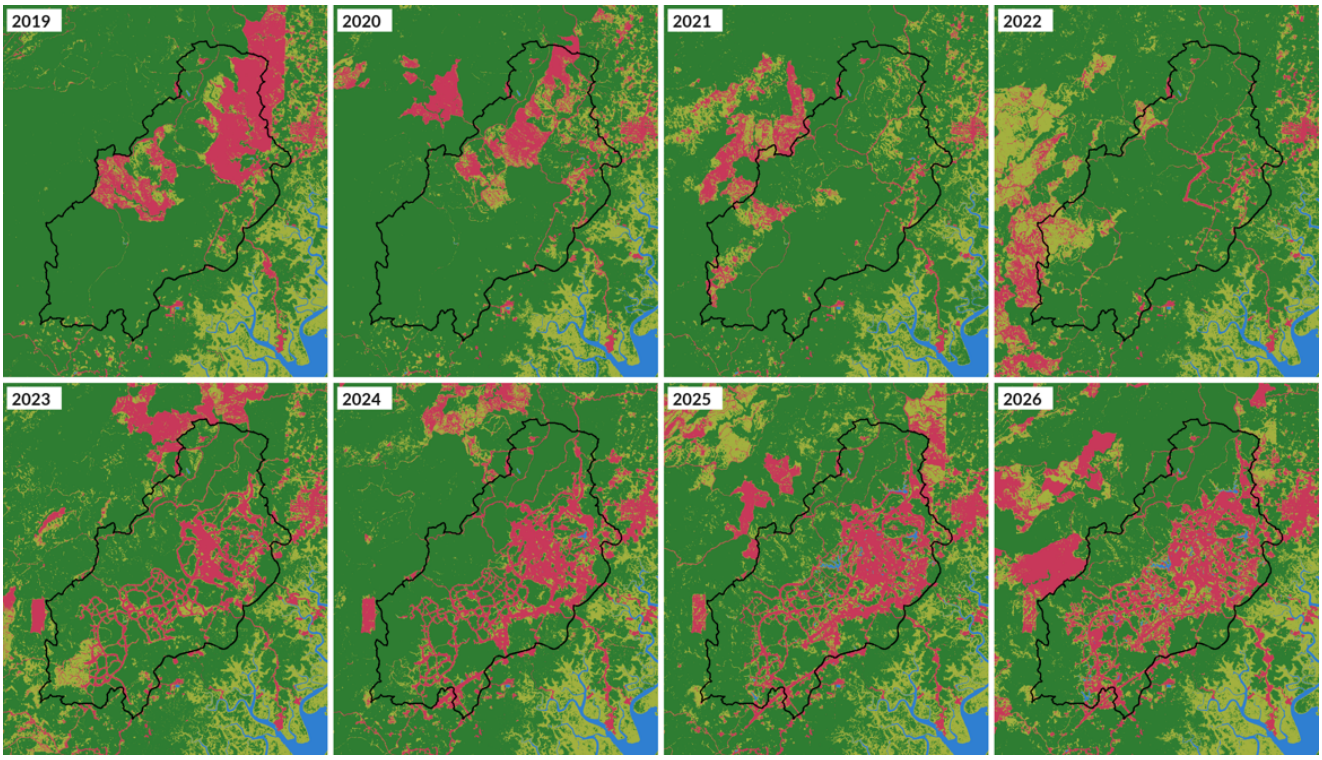
Model diterapkan pada komposit setiap tahun, lalu luas tiap kelas di dalam WP KIPP dihitung pada proyeksi UTM Zona 50 Selatan (bab 08).

Tabel 6.1 Luas tutupan lahan dalam WP KIPP (Ha)

TAHUN	TUTUPAN POHON	NON-POHON	TERBUKA DAN TERBANGUN	AIR	CITRA
2019	4.590,00	633,69	1.437,98	3,27	299
2020	5.134,12	700,34	827,54	2,94	298
2021	5.575,59	733,51	352,56	3,28	292
2022	5.569,78	730,06	362,19	2,91	290
2023	4.550,94	944,34	1.166,77	2,89	290
2024	4.433,30	638,38	1.582,61	10,65	295
2025	4.024,20	939,21	1.646,43	55,10	340
2026	3.747,07	994,78	1.853,58	69,51	311



Gambar 6.1 Grafik luas tiap kelas dalam WP KIPP. Tutupan pohon naik sampai 2021-2022 lalu turun tajam, sedangkan lahan terbuka dan terbangun bergerak sebaliknya.



Gambar 6.2 Peta tutupan lahan 2019 sampai 2026. Hijau tua tutupan pohon, hijau zaitun vegetasi non-pohon, merah lahan terbuka dan terbangun, biru air.

Tiga fase

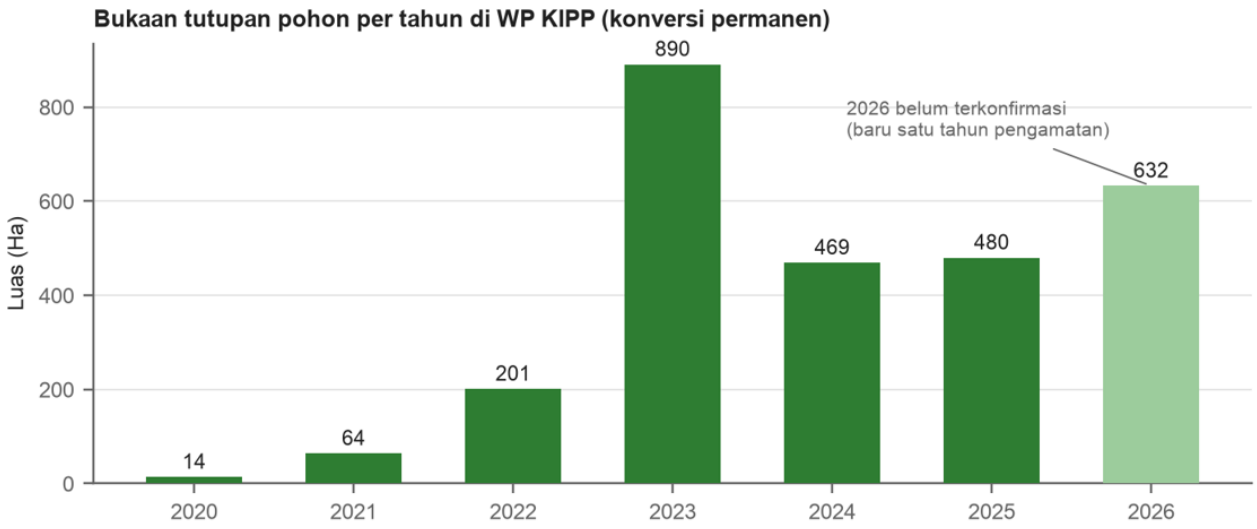
- **2019 sampai 2022, hutan tanaman bergilir.** Lahan terbuka 1.438 Ha pada 2019 adalah petak tebangan hutan tanaman. Petak itu tumbuh kembali sehingga tutupan pohon naik ke 5.576 Ha pada 2021 dan lahan terbuka turun ke 353 Ha.
- **2023, pembukaan besar.** Tutupan pohon turun 1.019 Ha dalam setahun, sementara lahan terbuka dan terbangun naik ke 1.167 Ha. Jaringan jalan kawasan inti tampak jelas di citra.
- **2024 sampai 2026, kawasan terbangun.** Lahan terbuka dan terbangun terus naik sampai 1.854 Ha. Luas air naik dari sekitar 3 Ha menjadi 70 Ha, sejalan dengan munculnya kolam dan embung di kawasan inti.

TUTUPAN POHON TIDAK SAMA DENGAN HUTAN ALAM: Kelas tutupan pohon mencakup hutan alam, hutan sekunder, dan hutan tanaman eukaliptus atau akasia yang banyak terdapat di wilayah IKN. Kenaikan tutupan pohon pada 2020-2021 adalah pertumbuhan kembali hutan tanaman, bukan pemulihan hutan alam.

07 Bukaan Tutupan Pohon

Di lanskap hutan tanaman, pohon ditebang lalu tumbuh lagi setiap beberapa tahun. Bila setiap penurunan tutupan pohon dihitung sebagai bukaan, panen rutin akan terbaca sebagai deforestasi. Karena itu bukaan didefinisikan sebagai **konversi permanen**, yaitu piksel yang tahun sebelumnya masih pohon lalu menjadi bukan pohon dan tetap bukan pohon sampai 2026.

```
var pohon = {};
TAHUN.forEach(function (y) { pohon[y] = kelas[y].eq(2); });
var bukanSejak = {2026: pohon[2026].not()};
for (var y = 2025; y ⩾ 2019; y--) {
  bukanSejak[y] = pohon[y].not().and(bukanSejak[y + 1]);
}
var tahunBuka = ee.Image(0).toUint16();
for (var t = 2026; t ⩾ 2020; t--) {
  tahunBuka = tahunBuka.where(bukanSejak[t].and(pohon[t - 1]), t);
}
```



Gambar 7.1 Bukaan tutupan pohon per tahun di WP KIPP. Bukaan 2026 belum terkonfirmasi karena baru diamati satu tahun.

Tabel 7.1 Bukaan tutupan pohon per tahun dalam WP KIPP

TAHUN	LUAS (HA)	CATATAN
2020	13,72	
2021	63,72	
2022	200,87	
2023	890,48	
2024	469,06	
2025	479,75	
2026	632,48	belum terkonfirmasi
2020-2025	2.117,60	terkonfirmasi

Bukaan terbesar terjadi pada 2023 seluas 890,48 Ha. Pada 2026, bekas tutupan pohon yang dibuka sejak 2020 berupa lahan terbuka dan terbangun 1.723,23 Ha, vegetasi non-pohon 963,56 Ha, dan air 63,29 Ha.

Pembanding dengan Hansen Global Forest Change

Dataset Hansen Global Forest Change v1.13 (`UMD/hansen/global_forest_change_2025_v1_13`) mencatat kehilangan tutupan pohon tahunan sejak 2001. Di WP KIPP, dataset ini mencatat paling banyak 61,9 Ha per tahun antara 2019 dan 2025, jauh di bawah bukaan 890 Ha pada 2023 yang terlihat jelas di citra.

Tabel 7.2 Kehilangan tutupan pohon menurut Hansen v1.13 di WP KIPP (Ha)

PERIODE	LUAS
2008-2015	5.042,8
2019	61,3
2020	28,0
2021	12,2
2022	24,1
2023	61,9
2024	50,4
2025	17,9

Selisih ini berasal dari cara Hansen bekerja. Dataset itu mencatat kehilangan hanya satu kali per piksel sejak tahun 2000. Sebagian besar KIPP adalah hutan tanaman yang sudah ditebang pada 2008-2015 dan tercatat pada tahun itu. Ketika lahan yang sama tumbuh kembali lalu dibuka untuk konstruksi, Hansen tidak mencatatnya lagi. Data global perlu dibaca dengan memahami sejarah lahan setempat.

08 Luas Sesuai SK MenLHK 399/2024

Keputusan Menteri LHK Nomor 399 Tahun 2024, Lampiran bagian Informasi Tepi butir e, mengatur bahwa perhitungan panjang dan luas areal menggunakan sistem proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM) dan/atau Cylindrical Equal Area (World), dan perhitungan dengan UTM dilakukan sesuai zona UTM lokasi. WP KIPP berada di Zona 50 Selatan (EPSG:32750).

Fungsi `ee.Image.pixelArea()` di Earth Engine menghitung luas permukaan sebenarnya pada elipsoid. Hasilnya sedikit berbeda dari luas pada bidang UTM. Karena raster kelas sudah diekspor pada grid UTM 50S dengan piksel 10 m, luas sesuai SK 399 cukup dihitung dari jumlah piksel dikali 100 m².

```
# skrip/luas_utm.py (GDAL)
kipp  = rasterisasi(batas WP KIPP, grid raster kelas)       # 1 = di dalam KIPP
luas  = ((kelas == k) & kipp).sum() * 100 / 1e4            # hektare
```

Tabel 8.1 Perbandingan luas WP KIPP dan tutupan pohon 2026

BESARAN	UTM 50S (SK 399)	ELIPSOID (PIXELAREA)
Luas poligon WP KIPP	6.664,51 Ha	6.664,4 Ha
Tutupan pohon 2026	3.747,07 Ha	3.749,7 Ha
Terbuka dan terbangun 2026	1.853,58 Ha	1.854,8 Ha

Luas poligon WP KIPP pada UTM 50S persis sama dengan angka resmi Geoportal IKN, yaitu 6.664,51 Ha. Di lokasi ini luas UTM sekitar 0,08 persen lebih kecil daripada luas elipsoid karena faktor skala proyeksi di dekat meridian tengah zona.

TULIS METODENYA DI PETA: SK 399 meminta metode perhitungan luas dicantumkan di kotak Catatan, misalnya "Perhitungan luas menggunakan sistem proyeksi UTM Zona 50 Selatan". Penulisan luas mengikuti contoh LUAS : 4.654,67 Ha.

09 Ekspor ke QGIS dan Struktur Proyek

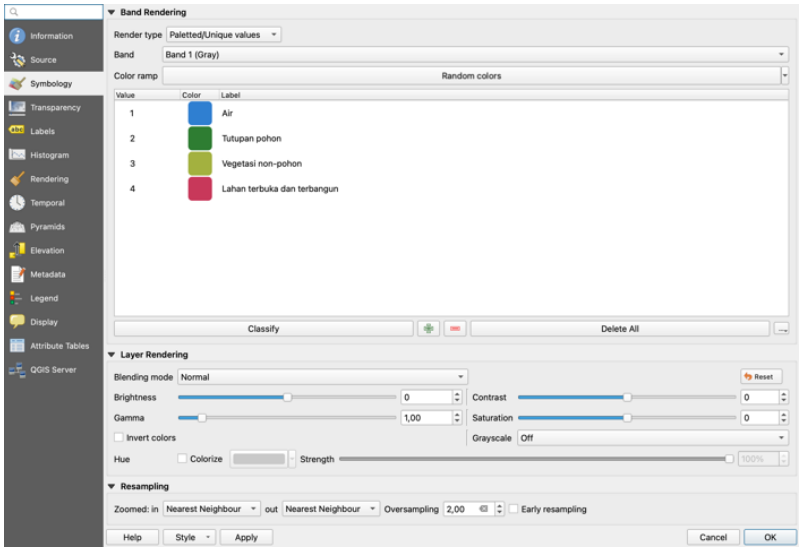
Raster kelas, komposit warna asli, dan tahun bukaan diekspor dari Earth Engine ke Google Drive sebagai GeoTIFF UTM 50S 10 m. Skrip Code Editor di bab sebelumnya sudah membuat 19 tugas ekspor sekaligus. Berkas hasil unduhan disusun dalam folder proyek berikut.

```
IKN_TIME_SERIES/
├── 00_skrip_gee/      ikn_time_series.js, gee_ikn.py, luas_utm.py
├── 01_batas_resmi/    delineasi_swp.geojson, wilayah_ikn_uu_21_2023.geojson
├── 02_unduhan_gee/    tutupan_lahan_2019..2026.tif
│                      sentinel2_rgb_2019..2026.tif, tahun_bukaan.tif
├── 03_basis_data/     ikn_time_series.gpkg
│                      (seri_tahun, wilayah_pengembangan, wilayah_ikn)
├── 04_proyek_qgis/    ikn_time_series.qgz
├── 05_layout/         templat_atlas_sk399_a3.qpt, grafik/
└── 06_ekspor/         atlas_peta_tutupan_lahan_kipp_2019_2026.pdf
                       atlas_tutupan_lahan_kipp_2019_2026.pdf (berdampingan)
```

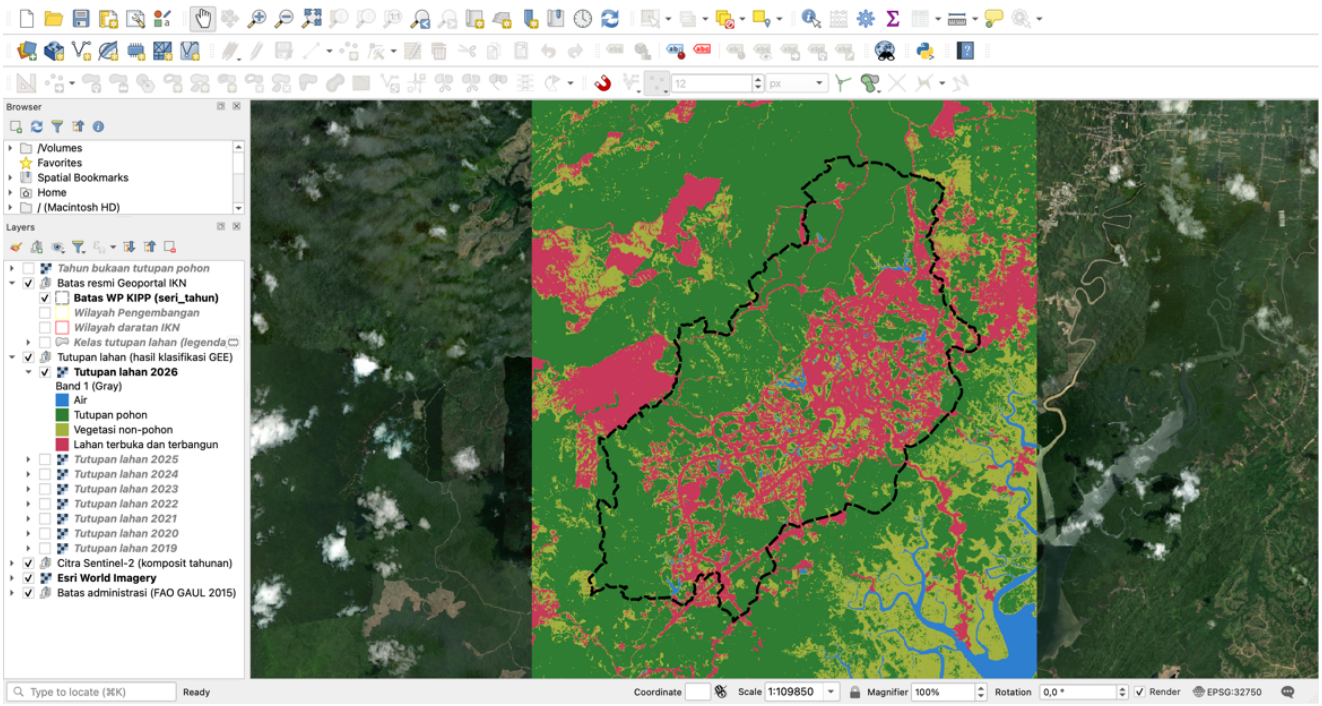
NODATA PADA CITRA WARNA ASLI: GeoTIFF hasil `visualize()` dari Earth Engine menandai nilai 0 sebagai NoData. Piksel hutan yang sangat gelap bisa bernilai 0 di band merah dan tampil sebagai titik putih di QGIS. Hapus penanda itu dengan `gdal_edit -unsetnodata sentinel2_rgb_2026.tif` atau di **Layer Properties** → **Transparency** dengan mengosongkan *No data value*.

Simbologi kelas

Raster kelas diberi simbologi **Paletted/Unique values** dengan empat nilai. Warna yang sama dipakai di semua tahun, di grafik, dan di atlas. Palet sudah diperiksa agar tetap dapat dibedakan oleh pembaca buta warna.



Gambar 9.1 Simbologi Paletted/Unique values pada raster tutupan lahan 2026.



Gambar 9.2 Proyek QGIS dengan grup batas resmi, tutupan lahan, dan citra Sentinel-2 untuk delapan tahun.

10 Series Mapping dengan Atlas QGIS

Atlas QGIS membuat satu halaman peta untuk setiap fitur pada sebuah layer cakupan (*coverage layer*). Pada series mapping waktu, setiap fitur mewakili satu tahun. Layer `seri_tahun` di GeoPackage berisi delapan baris dengan geometri yang sama, yaitu batas WP KIPP, dan atribut luas tiap kelas hasil perhitungan UTM.

Tabel 10.1 Field layer seri_tahun

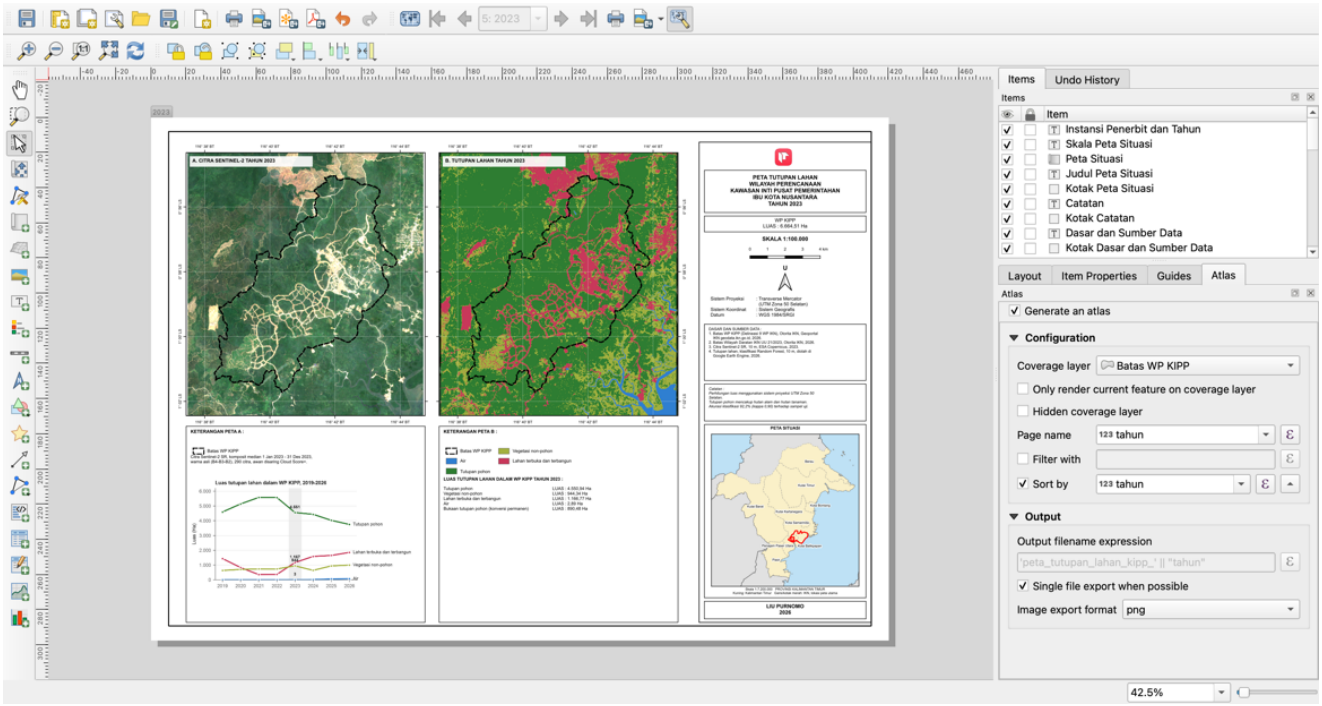
FIELD	ISI
tahun	2019 sampai 2026, dipakai sebagai nama halaman dan urutan
periode	rentang komposit, misalnya 1 Jan 2024 - 31 Des 2024
pohon_ha, nonpohon_ha, terbuka_ha, air_ha	luas tiap kelas (UTM 50S)
buka_ha	bukaan tutupan pohon pada tahun itu
citra_s2	jumlah citra dalam komposit
catatan	keterangan khusus, misalnya acuan sebelum pembangunan

Dua atlas dibuat dari layer cakupan yang sama. **Atlas peta** berisi satu muka peta tutupan lahan skala 1:50.000 per halaman, bentuk baku peta tematik. **Atlas berdampingan** menaruh citra Sentinel-2 dan tutupan lahan berdampingan pada skala 1:100.000 disertai grafik time series, cocok untuk paparan dan pembanding.

Tema peta per tahun

Agar isi peta berganti otomatis setiap halaman, dibuat 16 tema peta (**Map Themes**), yaitu `Citra 2019` sampai `Citra 2026` dan `Tutupan 2019` sampai `Tutupan 2026`. Tema tutupan lahan juga memuat citra Esri World Imagery sebagai latar, sehingga muka peta tidak menyisakan area putih di luar cakupan raster.

1. Di panel Layers, centang hanya batas WP KIPP dan citra 2019, lalu **Manage Map Themes → Add Theme** dengan nama `Citra 2019`. Ulangi untuk semua tahun dan untuk tutupan lahan.
2. Di Layout Designer, pilih peta tutupan lahan. Pada **Item Properties → Layers**, aktifkan **Follow map theme**, lalu klik tombol data-defined di sebelahnya dan isi ekspresi `'Tutupan ' || "tahun"`.
3. Pada atlas berdampingan, peta citra memakai ekspresi `'Citra ' || "tahun"`.
4. Buka panel **Atlas**, centang **Generate an atlas**, pilih coverage layer `seri_tahun`, page name dan sort by `tahun`.
5. Pada label judul dan tabel luas, sisipkan ekspresi seperti `[% "tahun" %]` dan `[% format_number("pohon_ha", 2, 'id') %]`.
6. Grafik time series disisipkan sebagai **Picture** dengan sumber data-defined `'grafik/grafik_luas_' || "tahun" || '.png'`, sehingga tahun yang sedang tampil ditandai pada grafik.



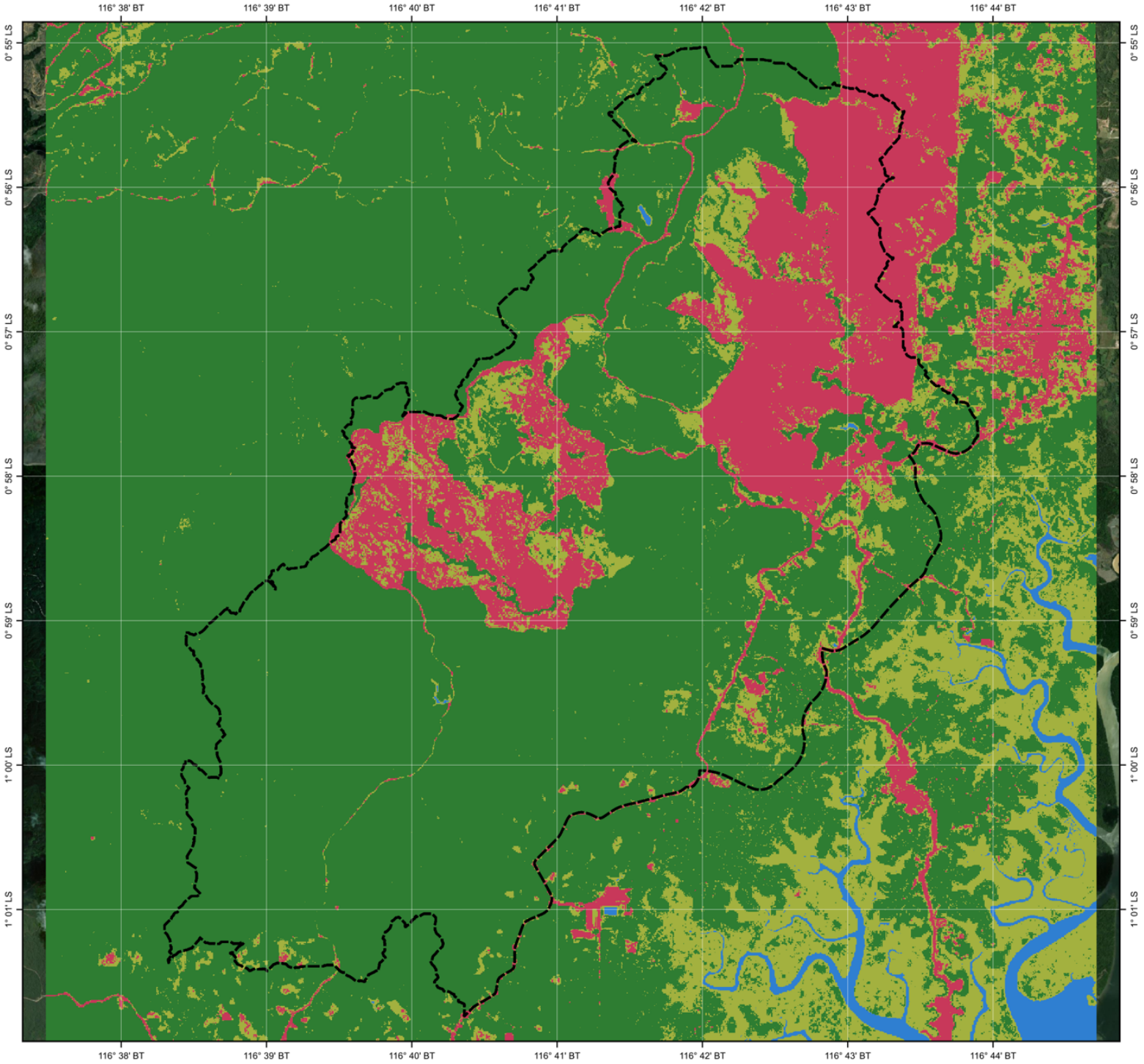
Gambar 10.1 Layout Designer dengan panel Atlas. Toolbar atlas di atas menunjukkan halaman 5 dari 8, tahun 2023.

Kaidah SK 399/2024

Tabel 10.2 Unsur informasi tepi pada atlas

UNSUR	ISI
Judul	PETA TUTUPAN LAHAN, wilayah, dan TAHUN [% "tahun" %], Arial tebal kapital
Luas areal	WP KIPP, LUAS : 6.664,51 Ha
Skala	Skala angka 1:100.000 dan skala batang 0 sampai 4 km
Arah utara	Panah dengan huruf U
Catatan proyeksi	Sistem Proyeksi Transverse Mercator (UTM Zona 50 Selatan), Sistem Koordinat Sistem Geografis, Datum WGS 1984/SRGI
Keterangan	Batas WP KIPP dan empat kelas, di bawah masing-masing peta
Dasar dan sumber data	Nama data, skala, instansi pembuat, tahun
Catatan	Metode luas UTM 50S, cakupan kelas, akurasi, huruf miring
Peta situasi	Provinsi Kalimantan Timur dengan batas kabupaten, wilayah IKN, dan kotak lokasi peta utama, hanya skala angka
Penerbit dan tahun	Nama penerbit dengan tahun pembuatan di bawahnya

BATAS ADMINISTRASI LAMA: Batas FAO GAUL 2015 masih memasukkan Kalimantan Utara ke Kalimantan Timur dan belum memuat Kabupaten Mahakam Ulu. Pada peta situasi, kabupaten Kalimantan Utara dikeluarkan dengan filter `"ADM2_NAME" NOT IN ('Nunukan', 'Kota Tarakan', 'Bulungan', 'Malinau', 'Tana Tidung')`. Untuk peta resmi, gunakan batas administrasi terbaru dari Badan Informasi Geospasial.



PETA TUTUPAN LAHAN
WILAYAH PERENCANAAN
KAWASAN INTI PUSAT PEMERINTAHAN
IBU KOTA NUSANTARA
TAHUN 2019

WP KIPP
LUAS : 6.664,51 Ha

SKALA 1:50.000

0 0,5 1 1,5 2 km

U

Sistem Proyeksi : Transverse Mercator (UTM Zona 50 Selatan)
Sistem Koordinat : Sistem Geografis
Datum : WGS 1984/SRGI

KETERANGAN :

- Batas WP KIPP
- Air
- Tutupan pohon
- Vegetasi non-pohon
- Lahan terbuka dan terbangun

LUAS DALAM WP KIPP TAHUN 2019 :

Tutupan pohon	LUAS : 4.590,00 Ha
Vegetasi non-pohon	LUAS : 633,69 Ha
Lahan terbuka dan terbangun	LUAS : 1.437,98 Ha
Air	LUAS : 3,27 Ha
Bukaan tutupan pohon	LUAS : 0,00 Ha

DASAR DAN SUMBER DATA :
1. Batas WP KIPP, Otorita IKN, geodata.ikn.go.id, 2026.
2. Citra Sentinel-2 SR, 10 m, ESA Copernicus, 2019.
3. Tutupan lahan, Random Forest, 10 m, Google Earth Engine, 2026.
4. Batas administrasi, 1:500.000, FAO GAUL, 2015.
5. Citra latar di luar cakupan, Esri World Imagery.

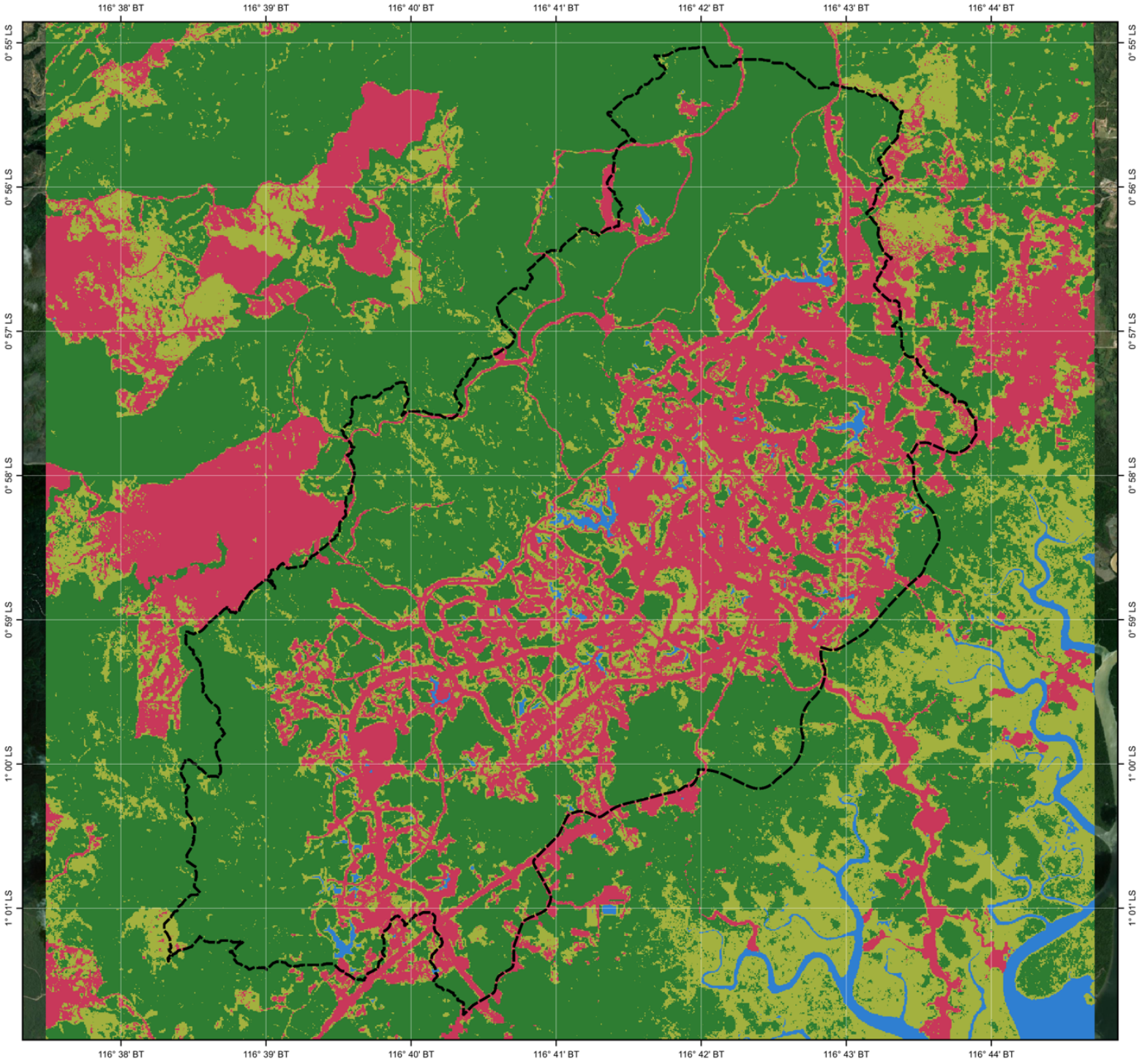
Catatan :
Perhitungan luas menggunakan sistem proyeksi UTM Zona 50 Selatan. Komposit 1 Jan 2019 - 31 Des 2019.
Tutupan pohon mencakup hutan alam dan hutan tanaman.
Akurasi klasifikasi 92,2% (kappa 0,90).

PETA SITUASI



Skala 1:14.200.000 PROVINSI KALIMANTAN TIMUR
Kuning: Kalimantan Timur Garis/kotak merah: IKN, lokasi peta utama

LIU PURNOMO
2026



PETA TUTUPAN LAHAN WILAYAH PERENCANAAN KAWASAN INTI PUSAT PEMERINTAHAN IBU KOTA NUSANTARA TAHUN 2026

WP KIPP
LUAS : 6.664,51 Ha

SKALA 1:50.000

0 0,5 1 1,5 2 km

U

Sistem Proyeksi : Transverse Mercator (UTM Zona 50 Selatan)
Sistem Koordinat : Sistem Geografis
Datum : WGS 1984/SRGI

KETERANGAN :

- Batas WP KIPP
- Air
- Tutupan pohon
- Vegetasi non-pohon
- Lahan terbuka dan terbangun

LUAS DALAM WP KIPP TAHUN 2026 :

Tutupan pohon	LUAS : 3.747,07 Ha
Vegetasi non-pohon	LUAS : 994,78 Ha
Lahan terbuka dan terbangun	LUAS : 1.853,58 Ha
Air	LUAS : 69,51 Ha
Bukaan tutupan pohon	LUAS : 632,48 Ha

DASAR DAN SUMBER DATA :
1. Batas WP KIPP, Otorita IKN, geodata.ikn.go.id, 2026.
2. Citra Sentinel-2 SR, 10 m, ESA Copernicus, 2026.
3. Tutupan lahan, Random Forest, 10 m, Google Earth Engine, 2026.
4. Batas administrasi, 1:500.000, FAO GAUL, 2015.
5. Citra latar di luar cakupan, Esri World Imagery.

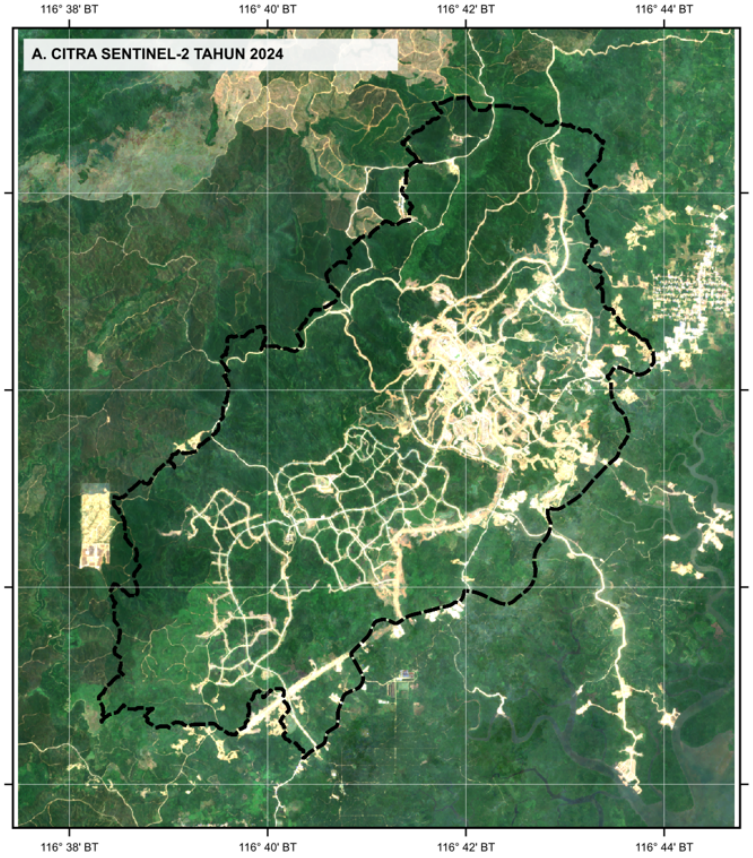
Catatan :
Perhitungan luas menggunakan sistem proyeksi UTM Zona 50 Selatan. Komposit 1 Jan 2026 - 15 Nov 2026.
Tutupan pohon mencakup hutan alam dan hutan tanaman.
Akurasi klasifikasi 92,2% (kappa 0,90).

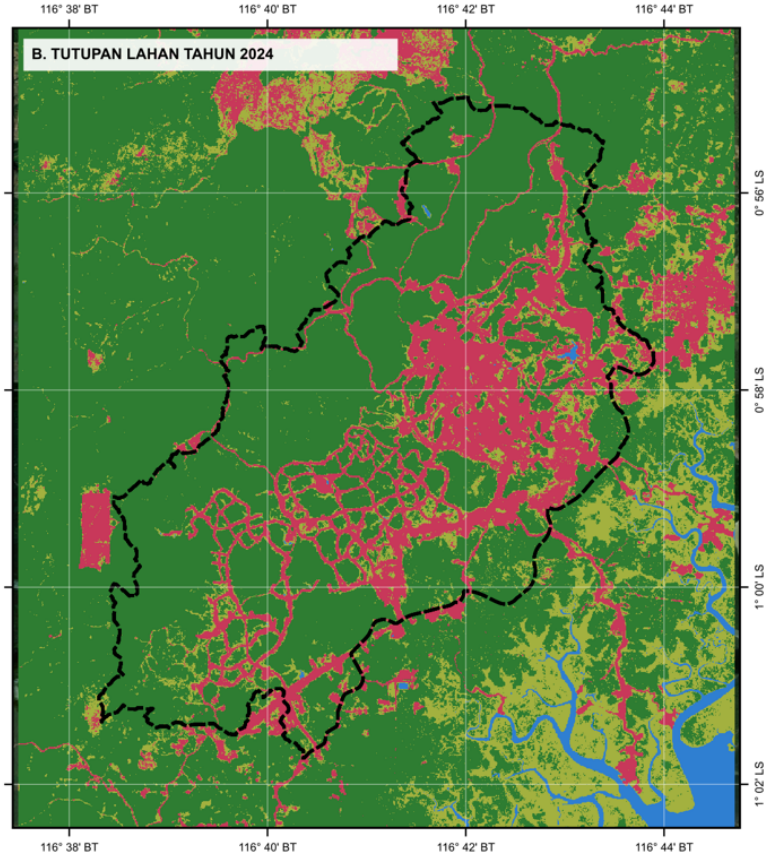
PETA SITUASI



Skala 1:14.200.000 PROVINSI KALIMANTAN TIMUR
Kuning: Kalimantan Timur Garis/kotak merah: IKN, lokasi peta utama

LIU PURNOMO
2026

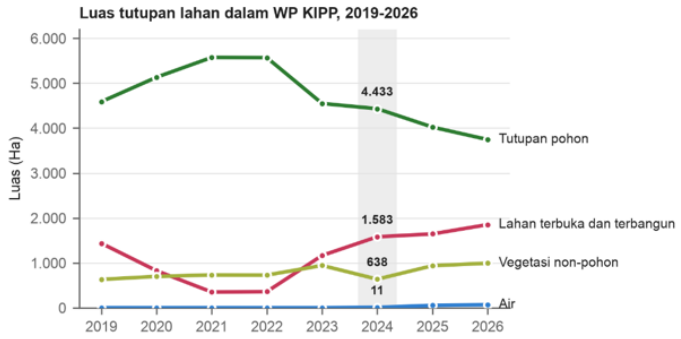




KETERANGAN PETA A :

Batas WP KIPP

Citra Sentinel-2 SR, komposit median 1 Jan 2024 - 31 Des 2024, warna asli (B4-B3-B2), 295 citra, awan disaring Cloud Score+.



KETERANGAN PETA B :

Batas WP KIPP
Air
Tutupan pohon
Vegetasi non-pohon
Lahan terbuka dan terbangun

LUAS TUTUPAN LAHAN DALAM WP KIPP TAHUN 2024 :

Tutupan pohon	LUAS : 4.433,30 Ha
Vegetasi non-pohon	LUAS : 638,38 Ha
Lahan terbuka dan terbangun	LUAS : 1.582,61 Ha
Air	LUAS : 10,65 Ha
Bukaan tutupan pohon (konversi permanen)	LUAS : 469,06 Ha

PETA TUTUPAN LAHAN WILAYAH PERENCANAAN KAWASAN INTI PUSAT PEMERINTAHAN IBU KOTA NUSANTARA TAHUN 2024

WP KIPP
LUAS : 6.664,51 Ha

SKALA 1:100.000

0 1 2 3 4 km

U

Sistem Proyeksi	: Transverse Mercator (UTM Zona 50 Selatan)
Sistem Koordinat	: Sistem Geografis
Datum	: WGS 1984/SRGI

DASAR DAN SUMBER DATA :
1. Batas WP KIPP (Delineasi 9 WP IKN), Otorita IKN, Geoportal IKN geodata.ikn.go.id, 2026.
2. Batas Wilayah Daratan IKN UU 21/2023, Otorita IKN, 2026.
3. Citra Sentinel-2 SR, 10 m, ESA Copernicus, 2024.
4. Tutupan lahan, klasifikasi Random Forest, 10 m, diolah di Google Earth Engine, 2026.

Catatan :
Perhitungan luas menggunakan sistem proyeksi UTM Zona 50 Selatan.
Tutupan pohon mencakup hutan alam dan hutan tanaman.
Akurasi klasifikasi 92,2% (kappa 0,90) terhadap sampel uji.

PETA SITUASI



Skala 1:7.200.000 PROVINSI KALIMANTAN TIMUR
Kuning: Kalimantan Timur Garis/kotak merah: IKN, lokasi peta utama

LIU PURNOMO
2026

Kedua atlas diekspor dengan **Atlas → Export Atlas as PDF** dan opsi *Single file export when possible*, menghasilkan dua PDF delapan halaman di folder `06_ekspor`.

11 Membaca Hasil dengan Hati-Hati

- **Resolusi 10 m.** Bangunan kecil, jalan setapak, dan tepi bukaan tidak terpetakan tajam. Angka luas sebaiknya dibaca dalam puluhan hektare, bukan per meter persegi.
- **Komposit tahunan.** Peta mewakili kondisi rata-rata setahun. Bukaan yang terjadi di akhir tahun bisa baru tampak pada tahun berikutnya.
- **Tahun 2026 belum lengkap.** Komposit 2026 memakai citra sampai 15 November 2026, dan bukaan 2026 belum dapat dikonfirmasi sebagai permanen.
- **Label dari produk global.** Model meniru Dynamic World pada piksel berkeyakinan tinggi. Kesalahan sistematis Dynamic World, misalnya pada semak tinggi, ikut terbawa.
- **Kelas gabungan.** Lahan terbuka dan terbangun tidak dipisahkan. Pemisahan memerlukan citra resolusi lebih tinggi atau data bangunan.
- **Batas dapat berubah.** Batas WP mengikuti versi Geoportal IKN saat data diunduh. Bila batas diperbarui, jalankan ulang perhitungan luas.

Dengan keterbatasan itu, time series ini tetap memberi gambaran yang konsisten dan dapat diulang tentang perubahan tutupan lahan di kawasan inti IKN. Alur yang sama dapat dipakai untuk wilayah pengembangan lain, kawasan tambang, perkebunan, atau proyek infrastruktur di mana pun yang tercakup Sentinel-2.

Lembar Ringkas

Ringkasan parameter yang dipakai di ebook ini.

BATAS

Sumber	**Geoportal IKN WFS**
Layer	**delineasi_swp**
Wilayah	**WP KIPP**
Luas	**6.664,51 Ha**

KOMPOSIT

Koleksi	**S2_SR_HARMONIZED**
Awan	**Cloud Score+ cs_cdf ≥ 0,6**
Statistik	**median tahunan**
Fitur	**9 band + NDVI, NDBI, MNDWI**

LABEL

Sumber	**Dynamic World**
Keyakinan	**≥ 0,6**
Sampel	**200 per kelas per tahun**
Simpan	**asset tabel**

MODEL

Algoritma	**Random Forest 150 pohon**
Uji	**30% sampel**
Akurasi	**92,2%**
Kappa	**0,896**

BUKAAN

Definisi	**konversi permanen**
Acuan	**pohon tahun sebelumnya**
Terbesar	**2023, 890 Ha**
2026	**belum terkonfirmasi**

PETA

Proyeksi	**UTM Zona 50 Selatan**
Luas	**piksel × 100 m²**
Atlas	**seri_tahun, 8 halaman**
Acuan	**SK MenLHK 399/2024**

Tentang Penulis



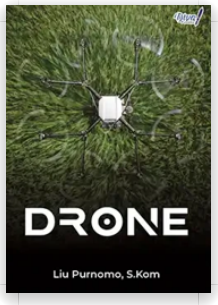
Liu Purnomo, S.Kom. adalah praktisi teknologi dan *software engineer* yang berkecimpung di dunia pesawat tanpa awak sejak 2013 dan menjadi instruktur drone profesional sejak 2014. Ia memegang sertifikasi Master Instructor dari Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) serta sertifikasi Remote Pilot dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara.

Selain melatih pilot dan menangani pekerjaan pemetaan udara di berbagai daerah, ia menulis sejumlah buku tentang drone, di antaranya *The Remote Pilot*, *Seni dan Filosofi Penerbangan Drone*, dan *Aerial Mapping*. Ebook ini dibagikan gratis agar lebih banyak analis SIG, mahasiswa, dan jurnalis data mampu membaca perubahan lahan dari citra satelit secara terbuka dan dapat diulang.

Situs	liupurnomo.com
Email	hi@liupurnomo.com

Karya Lain dari Penulis

Buku dan ebook lain yang bisa Anda baca. Ebook gratis dapat diunduh langsung, buku cetak tersedia melalui penerbit dan toko daring.



BUKU CETAK · CV. DIVA PUSTAKA, 2025

DRONE

Buku rujukan tentang drone sebagai sistem penerbangan

liupurnomo.com/book/drone



BUKU CETAK · CV. DIVA PUSTAKA, 2026

The Remote Pilot

Airmanship, Character, and the Weight of Command in Unmanned Skies

liupurnomo.com/book/the-remote-pilot



BUKU CETAK · ADAB INDONESIA GROUP, 2026

Seni & Filosofi Penerbangan Drone

Panduan Memahami Langit, Data, dan Etika di Balik Remote Control

liupurnomo.com/book/seni-dan-filosofi-penerbangan-drone



EBOOK GRATIS

Yang Anda Terima Bukan Faktur

Waspada Lampiran ZIP di WhatsApp, Apa Isinya, dan ke Mana Data Anda Dikirim

liupurnomo.com/book/yang-anda-terima-bukan-faktur



EBOOK GRATIS

Olah Data Drone di Agisoft Metashape

Panduan Kilat dari Foto Udara Menjadi Ortomosaik dan DSM

liupurnomo.com/book/olah-data-drone-agisoft-metashape

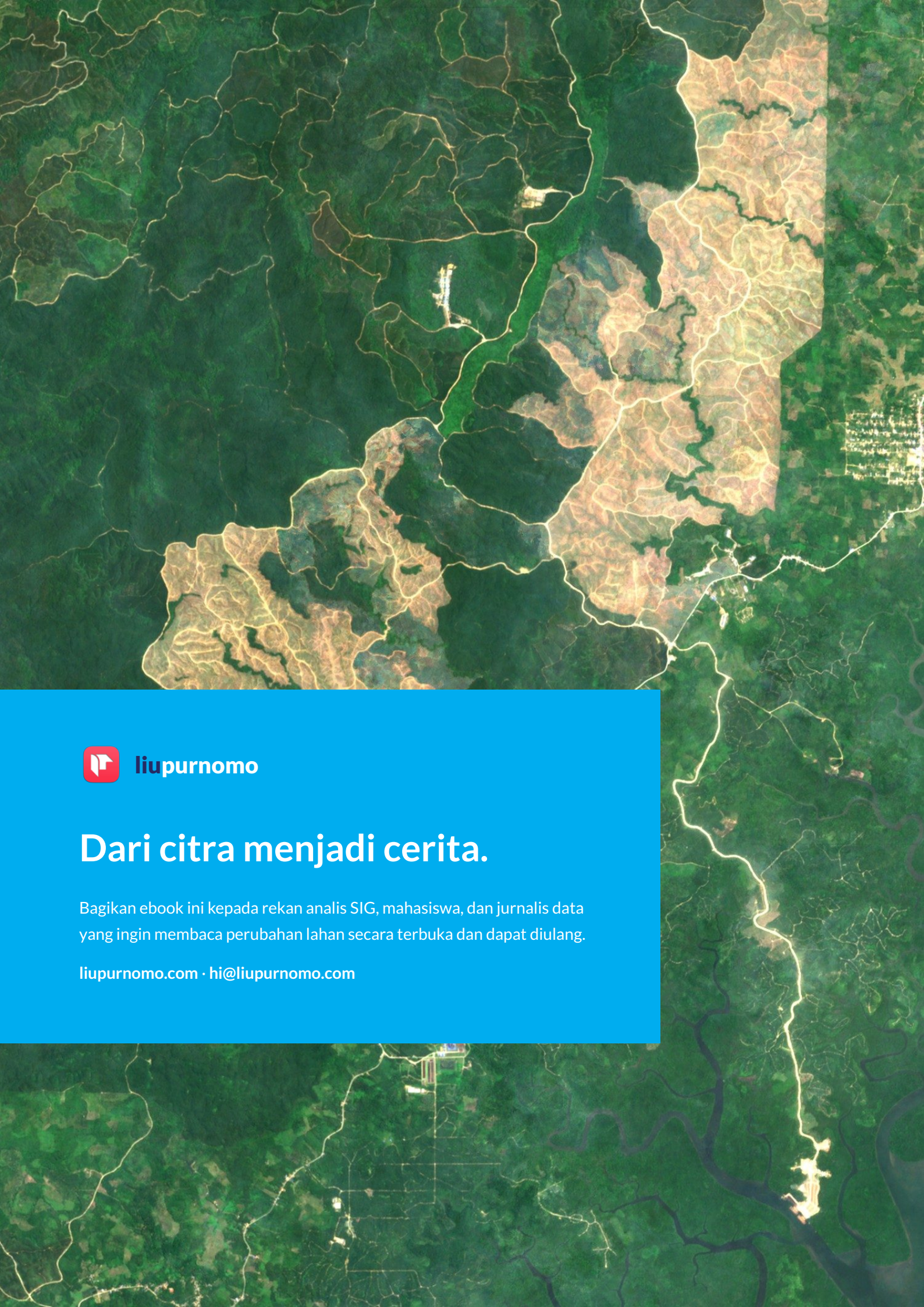


EBOOK GRATIS

Digitasi dan Layout Peta Hasil Drone di QGIS

Panduan Praktis dari Ortofoto Menjadi Basis Data dan Peta Siap Cetak

liupurnomo.com/book/digitasi-layout-peta-drone-qgis



liupurnomo

Dari citra menjadi cerita.

Bagikan ebook ini kepada rekan analis SIG, mahasiswa, dan jurnalis data yang ingin membaca perubahan lahan secara terbuka dan dapat diulang.

liupurnomo.com · hi@liupurnomo.com