

PENGEMBANGAN & PUBLIKASI

MASTER CLASS | SERI M4 | KEHUTANAN & PERTANIAN



BADAR MUBAROK YOGASWARA

DAFTAR ISI

Pendahuluan: Dari Hasil Analisis Menjadi Alat dan Produk	1
Syarat sebelum membaca	1
Cara membaca buku ini	1
Isi seri	1
Tentang "publikasi" di buku ini	2
Kenalan lagi dengan KPH Contoh	2
Perangkat dan data	2
Hak cipta dan penggunaan	2
Unduhan: buku dan paket data	2
BAB 1: Satu Tombol untuk Satu Pekerjaan: Plugin dan Alat Kustom	4
Studi kasus: "Berapa objek dan berapa hektare?"	4
Konsep: plugin dalam tiga kalimat	4
Empat berkas yang harus ada	5
Bagian A: Plugin Ringkas KPH di QGIS	6
Alat bantu pengembang	7
Bagian B: ArcGIS Pro	7
Bagian C: ArcMap 10.8	8
BAB 2: Resep Sekali Tulis, Dipakai Berkali-kali: Processing Script	10
Studi kasus: "Petak mana yang paling rawan?"	10
Konsep: Processing script dalam tiga kalimat	10
Anatomi sebuah script	10
Bagian A: Script Kerapatan Titik Panas di QGIS	12
Memanggil script dari tempat lain	13
Cara ringkas: dekorator @alg	14
Bagian B: ArcGIS Pro	14
Bagian C: ArcMap 10.8	15
BAB 3: Peta yang Bisa Dibuka dari Ponsel: Web Map dan Layanan	17
Studi kasus: "Bisa dibuka tanpa QGIS?"	17
Konsep: web map dalam tiga kalimat	17
Empat jenis kiriman	17
Ubin dan nomornya	18
Bagian A: Web map di QGIS	19
Jalur lain di QGIS	20
Bagian B: ArcGIS Pro	20
Bagian C: ArcMap 10.8	21
BAB 4: Satu Layar, Semua Jawaban: Dasbor	23
Studi kasus: "Ringkasannya satu halaman saja"	23
Konsep: dasbor dalam tiga kalimat	23
Bagian-bagian dasbor	23
Bagian A: Dasbor di QGIS	25
Bagian B: ArcGIS Pro	26
Bagian C: ArcMap 10.8	26
BAB 5: Melihat Hutan sebagai Ruang: Tiga Dimensi	28

Studi kasus: "Jalannya menanjak atau tidak?".....	28
Konsep: 3D dalam tiga kalimat.....	28
Bahan baku 3D.....	28
Bagian A: 3D di QGIS.....	30
Membuat model sendiri lewat skrip.....	30
Bagian B: ArcGIS Pro.....	31
Bagian C: ArcMap 10.8.....	31
BAB 6: Dari Meja Sendiri ke Tangan Orang Lain: Rilis dan Perawatan.....	33
Studi kasus: "Boleh saya pakai juga?".....	33
Konsep: rilis dalam tiga kalimat.....	33
Nomor versi yang bermakna.....	33
Bagian A: Merilis plugin QGIS.....	35
Aturan hidup alat yang sehat.....	35
Bagian B: ArcGIS Pro.....	36
Bagian C: ArcMap 10.8.....	36
Peta penutup: dari bahan ke produk.....	36
Ceklis kesiapan.....	37
Lanjut belajar.....	38
Glosarium.....	39
Daftar Pustaka.....	43
Dokumentasi resmi.....	43
Makalah dan buku.....	44
Data dan layanan.....	44
Aplikasi Live Penulis.....	45

Pendahuluan: Dari Hasil Analisis Menjadi Alat dan Produk

Buku ini adalah **Seri M4** dari kelas Master. Di seri sebelumnya Anda belajar mengolah data. Di sini Anda belajar **mengemas**: membuat alat yang bisa dipakai orang lain, lalu menyajikan hasilnya sebagai peta web, dasbor, dan model 3D.

Bayangkan koki yang sudah pandai memasak. Seri ini mengajarkan cara menulis resep, membuat kemasan, dan menata hidangan di meja tamu.

Syarat sebelum membaca

Anda perlu bekal dari dua tempat:

- **Intermediate 4 (I4), Otomasi Dasar dengan Python:** menulis skrip PyQGIS pendek, memuat layer lewat skrip, menjalankan alat dengan `processing.run`, dan menangani galat sederhana.
- **Master Seri 1 (M1), Masterclass GIS Modern:** citra dan survei, drone dan DSM, LiDAR, serta Atlas. M4 memakai ulang data drone dan LiDAR dari M1.

Bila bekal Python Anda masih tipis, baca ulang bagian skrip di I4 lebih dulu. Seri M4 tidak mengajarkan Python dari nol.

Cara membaca buku ini

Satu bab terbagi dalam bagian dengan pola yang sama:

- **Studi kasus:** masalah kecil di KPH Contoh.
- **Konsep:** inti gagasan dalam tiga kalimat, dengan analogi.
- **Langkah:** **Bagian A** untuk QGIS (acuan utama). **Bagian B** untuk ArcGIS Pro. **Bagian C** untuk ArcMap 10.8, bila ada padanan.
- **Cek paham, Kesalahan umum, Ringkasan dan latihan, dan Tabel perbandingan.**

Pilih satu perangkat, lalu ikuti bagian yang sesuai. Bila sebuah fitur tidak ada di perangkat tertentu, buku ini menyebutnya terus terang.

Isi seri

1. **Plugin dan alat kustom:** membungkus perintah Anda menjadi tombol dan menu.
2. **Processing script:** membuat alat yang tampil di Processing Toolbox.
3. **Web map dan layanan:** mengirim peta lewat browser.
4. **Dasbor:** merangkum angka dan grafik dalam satu halaman.
5. **Tiga dimensi:** melihat DSM dan point cloud sebagai ruang.
6. **Rilis dan perawatan:** mengemas, memberi nomor versi, dan menerbitkan alat Anda.

Tentang "publikasi" di buku ini

Bab web map dan dasbor di sini adalah **materi pelajaran**. Semua contoh dijalankan di komputer Anda sendiri. Buku ini **tidak** meminta Anda mengunggah apa pun ke server nyata. Langkah yang butuh server atau akun (misalnya QGIS Server, ArcGIS Online, atau repositori plugin resmi) dijelaskan sebagai gambaran, dan ditandai **[CEK]**; sesuaikan dengan akun dan server Anda.

Kenalan lagi dengan KPH Contoh

Cerita tetap terjadi di **KPH Contoh**, kantor pengelola hutan fiktif. Tokohnya hanya dikenal lewat peran: **Analisis Muda** (itu Anda) dan **Kepala Seksi**. Semua nama, tempat, dan angka fiktif. Hasil dari data ini **bukan** kondisi lapangan sebenarnya.

Di seri ini area KPH Contoh dibagi menjadi **16 petak** berukuran 100 x 100 m (1 hektare). KPH Alpha punya 4 petak, KPH Beta 4 petak, dan KPH Gamma 8 petak. Cocok dengan paket data lama: 4, 4, dan 8 hektare.

Perangkat dan data

- **QGIS**: buku ini memakai QGIS 4.x. Plugin latihan ditulis agar juga jalan di QGIS 3.34 ke atas [CEK: versi 3.x tidak dicoba]. Tampilan versi lain bisa sedikit berbeda.
- **ArcGIS Pro** dan **ArcMap 10.8**: bagian B dan C. Langkahnya disusun dari dokumentasi Esri dan ditandai **[CEK]**. Artinya: cocokkan dengan perangkat Anda dan laporkan bila ada beda.
- **Paket data**: folder `paket-m4` (16 petak dan tabel titik panas harian) serta `paket-data` dari seri sebelumnya. Koordinat WGS 84 / UTM zona 49S (EPSG:32749). Skrip pembuat data ada di `paket-m4/buat_data_m4.py`.
- **Skrip buku**: semua ada di folder `skrip` dan sudah dijalankan di QGIS 4.0.2 dengan data sintetis. Hasil uji dicatat di tiap bab.

Catatan tentang ilustrasi: Gambar di buku ini adalah **skema buatan penulis**, bukan tangkapan layar. Letak tombol di komputer Anda bisa sedikit berbeda. Ikuti nama menu yang tertulis.

Kontak penulis: badarmubarok@gmail.com.

Hak cipta dan penggunaan

Hak cipta © 2026 Badar Mubarok Yogaswara. All Rights Reserved.

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penulis. Untuk penggunaan lain, misalnya bahan ajar berbayar atau penerbitan ulang, hubungi penulis di badarmubarok@gmail.com.

Data latihan di buku ini buatan (sintetis), bukan data lapangan. Nama produk dan merek, misalnya QGIS dan ArcGIS, milik pemiliknya masing-masing.

Unduhan: buku dan paket data

Buku ini dan semua berkas latihannya tersedia gratis di situs penulis. Alamat lengkapnya tertulis di bawah, jadi bisa Anda ketik langsung bila membaca versi cetak.

Berkas	Tautan	Isi
Halaman unduhan M4	https://badarmubarok.id/buku-gis/m4/unduh.html	semua berkas seri ini
Buku (PDF)	https://badarmubarok.id/buku-gis/m4/unduh/BUKU-M4.pdf	buku ini dalam PDF
Paket data latihan	https://badarmubarok.id/buku-gis/m4/unduh/data-sintetis-m4.zip	data sintetis latihan
Skrip (zip)	https://badarmubarok.id/buku-gis/m4/unduh/skrip-m4.zip	skrip Python dan lainnya
Seluruh seri	https://badarmubarok.id/buku-gis/	12 buku Basic sampai Master

Pindai kode QR ini dengan kamera ponsel untuk membuka halaman unduhan M4.



BAB 1: Satu Tombol untuk Satu Pekerjaan: Plugin dan Alat Kustom

Studi kasus: "Berapa objek dan berapa hektare?"

Kepala Seksi sering bertanya hal yang sama: "Layer ini isinya berapa objek, dan luas totalnya berapa hektare?" Analis Muda sudah punya skrip tiga baris untuk menjawabnya. Tetapi tiap kali harus membuka Python Console, menempel skrip, lalu mengganti nama layer. Rekan kerja lain bahkan tidak berani menyentuh konsol. Solusinya: bungkus skrip itu menjadi satu tombol di menu QGIS.

Konsep: plugin dalam tiga kalimat

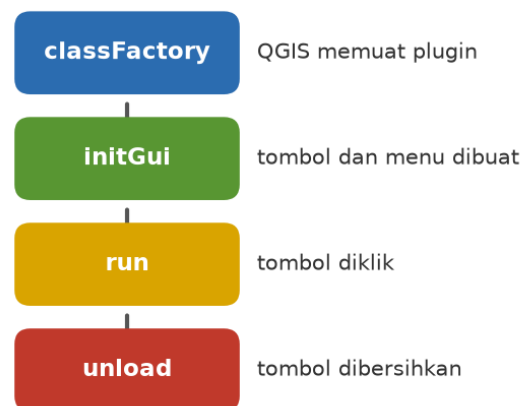
Plugin adalah folder berisi kode Python yang dikenali QGIS, lalu muncul sebagai menu atau tombol. Bayangkan **colokan tambahan di kamera**: badan kameranya tetap, tetapi Anda menambah kemampuan baru tanpa membongkar mesin. QGIS sendiri tahu cara memuat dan membuang plugin, jadi Anda hanya perlu menyediakan folder dengan isi yang benar.

Ilustrasi 1.1: Isi folder plugin dan siklus hidupnya

Isi folder plugin



Siklus hidup



Skema; bukan tangkapan layar

Ilustrasi 1.2: Tangga alat kustom

Makin ke kanan: makin banyak yang dikemas, makin banyak yang dirawat



Skema; bukan tangkapan layar

Empat berkas yang harus ada

Plugin latihan buku ini bernama **Ringkas KPH**. Isinya empat berkas. Tiga istilah baru di sini:

- **metadata.txt**: kartu identitas plugin (nama, versi, penulis).
- **classFactory**: fungsi pintu masuk. QGIS memanggilnya saat memuat plugin.
- **iface**: "remote control" yang diberikan QGIS ke plugin untuk mengatur menu, tombol, dan pesan.

QGIS mewajibkan bidang berikut di `metadata.txt`: `name`, `qgisMinimumVersion`, `description`, `about`, `version`, `author`, `email`, dan `repository` (dokumentasi PyQGIS Developer Cookbook). Plugin juga wajib punya `__init__.py` dengan fungsi `classFactory`.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Plugin Ringkas KPH di QGIS

Berkas lengkap ada di `skrip/plugin_ringkas_kph/`. Berikut cara kerjanya.

1. Buka berkas `metadata.txt`. Bagian pentingnya:

```
metadata.txt
[general]
name=Ringkas KPH
qgisMinimumVersion=3.34
qgisMaximumVersion=4.99
description=Menampilkan jumlah objek dan luas total layer aktif.
version=0.1.0
author=Badar Mubarak Yogaswara
email=badarmubarak@gmail.com
repository=https://example.org/ringkas-kph
```

Alamat `example.org` adalah alamat contoh, bukan repositori nyata. Bidang `about` juga wajib dan ada di berkas lengkap. Baris `qgisMaximumVersion=4.99` menandai plugin cocok untuk QGIS 4. Penanda lama `supportsQt6` sudah tidak dipakai (dokumentasi plugin QGIS tentang migrasi ke QGIS 4).

2. Buka `__init__.py`. Isinya hanya satu fungsi:

```
__init__.py
def classFactory(iface):
    from .ringkas_kph import RingkasKPH
    return RingkasKPH(iface)
```

3. Buka `ringkas_kph.py`. Pekerjaan hitung dipisah dari urusan tombol supaya mudah diuji:

```
ringkas_kph.py
def ringkas_layer(layer):
    da = QgsDistanceArea()
    da.setSourceCrs(layer.crs(), QgsCoordinateTransformContext())
    da.setEllipsoid("WGS84")
    jumlah = 0
    luas_m2 = 0.0
    for f in layer.getFeatures():
        jumlah += 1
        if layer.geometryType() == QgsWkbTypes.GeometryType.PolygonGeometry:
            luas_m2 += da.measureArea(f.geometry())
    return jumlah, luas_m2 / 10000.0
```

4. Di kelas yang sama, `initGui` membuat tombol dan `unload` membersihkannya:

```
ringkas_kph.py
def initGui(self):
    ikon = os.path.join(os.path.dirname(__file__), "icon.png")
    self.action = QAction(QIcon(ikon), "Ringkas layer aktif", self.iface.mainWindow())
```

```

self.action.triggered.connect(self.run)
self.iface.addPluginToMenu("&Ringkas KPH", self.action)
self.iface.addToolBarIcon(self.action)

def unload(self):
    self.iface.removePluginMenu("&Ringkas KPH", self.action)
    self.iface.removeToolBarIcon(self.action)
    self.action = None

```

5. Pasang plugin: salin folder `plugin_ringkas_kph` ke folder plugin profil QGIS Anda. Di Windows, jalurnya `%APPDATA%\QGIS\QGIS4\profiles\default\python\plugins`. Jalur ini dicek penulis di komputer yang memakai QGIS 4.0.2.
6. Buka **Plugins ► Manage and Install Plugins**, tab **Installed**, lalu centang **Ringkas KPH**. [CEK]
7. Muat `Petak_KPH.gpkg` dari paket-m4, klik layernya, lalu pilih **Plugins ► Ringkas KPH ► Ringkas layer aktif**. Bilah pesan menampilkan: `Petak_KPH: 16 objek, luas 16.00 ha`.

Hasilnya: satu klik menggantikan skrip yang dulu ditempel manual.

Hasil uji penulis: Plugin diuji tanpa jendela QGIS, memakai iface tiruan (`skrip/uji_plugin.py`, QGIS 4.0.2). Hasil: menu terbentuk setelah `initGui` dan kosong lagi setelah `unload`; tanpa layer muncul peringatan; dengan `Petak_KPH.gpkg` muncul "16 objek, luas 16.00 ha"; metadata lengkap; arsip zip berisi empat berkas. Letak klik di jendela QGIS bisa sedikit berbeda di versi Anda.

Alat bantu pengembang

Dua plugin bantu dikenal luas: **Plugin Builder** (membuat kerangka plugin) dan **Plugin Reloader** (memuat ulang plugin tanpa menutup QGIS). Keduanya dipasang dari Plugin Manager. [CEK: tidak dipasang penulis]

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

ArcGIS Pro membagi "alat kustom" menjadi dua jalur. Jangan tertukar.

- **Alat geoprocessing** (muncul di panel Geoprocessing): ditulis dengan Python, lewat **Python toolbox** (`.pyt`) atau **script tool**. Ini padanan terdekat dengan Processing script (Bab 2).
- **Menu dan tombol di aplikasi** (padanan plugin): hanya lewat **add-in** yang ditulis dengan **ArcGIS Pro SDK untuk .NET** dan Visual Studio. Pro tidak punya add-in Python. [CEK: dari dokumentasi pengembang Esri; tidak dicoba]

Untuk pekerjaan "hitung objek dan luas", Python toolbox sudah cukup. Sebuah berkas `.pyt` memuat kelas `Toolbox` dan kelas alat. Kelas alat minimal punya `__init__` dan `execute`; `getParameterInfo` mengatur parameter (dokumentasi Esri tentang templat Python toolbox).

```

ringkas.pyt
import arcpy

class Toolbox:

```

```

def __init__(self):
    self.label = "Alat KPH"
    self.alias = "alatkph"
    self.tools = [RingkasLayer]

class RingkasLayer:
    def __init__(self):
        self.label = "Ringkas layer"
        self.description = "Jumlah objek dan luas total (hektare).".

    def getParameterInfo(self):
        p = arcpy.Parameter(displayName="Layer poligon", name="layer",
                             datatype="GPFeatureLayer", parameterType="Required", direction="Input")
        return [p]

    def execute(self, parameters, messages):
        jumlah, luas = 0, 0.0
        with arcpy.da.SearchCursor(parameters[0].valueAsText, ["SHAPE@AREA"]) as cursor:
            for baris in cursor:
                jumlah += 1
                luas += baris[0]
        messages.addMessage("%d objek, luas %.2f satuan peta persegi" % (jumlah, luas))

```

1. Simpan kode di berkas `ringkas.pyt`. [CEK: cocokkan dengan ArcGIS Pro Anda]
2. Di panel **Catalog**, sambungkan folder berisi `ringkas.pyt`, lalu buka alat **Ringkas layer**.
3. Pilih layer petak, jalankan. Pesan hasil muncul di panel pesan alat.

Satuan luas: `SHAPE@AREA` memberi luas dalam satuan peta persegi. Pada EPSG:32749 itu meter persegi. Bagi 10.000 untuk hektare. [CEK]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

ArcMap punya dua jalur yang mirip, dan satu kelebihan: **add-in Python**.

- **Python add-in:** dibuat dengan **Python Add-In Wizard** yang menghasilkan berkas `config.xml` untuk tombol, menu, dan alat. Ini padanan terdekat dengan plugin QGIS. [CEK: dari dokumentasi Esri]
- **Python toolbox** dan **script tool**: sama seperti di Pro, untuk alat geoprocessing. [CEK]

Hati-hati: ArcMap 10.8 memakai Python 2.7, sedangkan QGIS 4 dan ArcGIS Pro memakai Python 3. Kode di Bagian B perlu diperiksa ulang untuk Python 2.7 sebelum dipakai di ArcMap. [CEK]

1. Buka **Python Add-In Wizard**, pilih produk ArcMap, lalu isi nama dan penulis. [CEK]
2. Tambah satu **Button** di wizard, lalu simpan.
3. Isi kode tombol di berkas Python yang dihasilkan wizard, lalu bungkus menjadi berkas add-in. [CEK]

Cek paham

1. Apa dua berkas yang wajib ada supaya QGIS mengenali sebuah folder sebagai plugin?

2. Mengapa `unload` penting?
3. Mengapa menu dan tombol di ArcGIS Pro tidak bisa dibuat dengan add-in Python?

Jawaban:

1. `metadata.txt` dan `__init__.py` yang berisi fungsi `classFactory`.
2. `unload` membersihkan menu dan tombol saat plugin dimatikan. Tanpa itu, tombol bisa muncul ganda saat plugin dimuat ulang.
3. Menurut dokumentasi pengembang Esri, add-in aplikasi Pro hanya lewat .NET. Python dipakai untuk alat geoprocessing.

Kesalahan umum

- **Plugin tidak muncul di daftar Installed.** Biasanya folder diletakkan di tempat yang salah, atau `metadata.txt` kehilangan bidang wajib. Cek jalur folder plugin profil dan lengkapi bidangnya.
- **Muncul galat saat memuat.** `__init__.py` tidak punya `classFactory`, atau nama kelas di dalamnya keliru. Samakan nama kelas.
- **Tombol muncul dua kali.** `unload` tidak menghapus tombol. Pasangkan setiap `addToolBarIcon` dengan `removeToolBarIcon`.
- **Plugin tidak terdaftar untuk QGIS 4.** `qgisMaximumVersion` terlalu rendah. Naikkan ke 4.99 bila kode sudah diuji.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: Plugin adalah folder Python dengan `metadata.txt`, `__init__.py`, dan kelas yang punya `initGui` dan `unload`. Pisahkan pekerjaan hitung dari urusan tombol agar mudah diuji. Di ArcGIS Pro, alat kustom lewat Python toolbox, sedangkan menu dan tombol lewat .NET.

Latihan: Ubah plugin supaya juga menampilkan luas rata-rata per objek. (Petunjuk: bagi luas total dengan jumlah objek; untuk `Petak_KPH` hasilnya 1,00 ha.) Lalu naikkan `version` menjadi 0.1.1.

Tabel perbandingan: alat kustom di tiga perangkat

Hal	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Menu dan tombol baru	Plugin Python	Add-in .NET (SDK)	Python add-in
Alat analisis kustom	Processing script (Bab 2)	Python toolbox, script tool	Python toolbox, script tool
Berkas identitas	<code>metadata.txt</code>	Proyek add-in .NET	<code>config.xml</code> (wizard)
Versi Python	Python 3	Python 3	Python 2.7

BAB 2: Resep Sekali Tulis, Dipakai Berkali-kali: Processing Script

Studi kasus: "Petak mana yang paling rawan?"

Musim kemarau tiba. Kepala Seksi minta daftar petak dengan jumlah titik panas dan kerapatannya, dan permintaan itu akan datang tiap minggu. Analis Muda tidak mau mengulang langkah yang sama secara manual. Ia menulis satu alat yang menerima layer petak dan layer titik, lalu mengembalikan petak lengkap dengan kolom jumlah titik, kerapatan, dan tanda rawan. Alat itu tampil di Processing Toolbox, sama seperti alat bawaan.

Konsep: Processing script dalam tiga kalimat

Processing script adalah berkas Python yang mendaftarkan sebuah algoritma baru ke Processing Toolbox QGIS. Bayangkan **resep standar dengan formulir bahan**: siapa pun yang mengisi formulir (parameter) akan mendapat hasil yang sama. Karena bentuknya algoritma Processing, alat Anda otomatis bisa dipakai di Toolbox, Modeler, mode batch, dan Python.

Ilustrasi 2.1: Kerangka Processing script



Skema; bukan tangkapan layar

Anatomi sebuah script

Lima istilah baru, semuanya bagian dari kerangka yang sama:

- **QgsProcessingAlgorithm**: kelas induk semua algoritma Processing.
- **Parameter**: isian formulir, misalnya layer masukan atau angka batas.
- **Sink**: tempat keluaran ditulis. Pengguna memilih layer sementara atau berkas.
- **Feedback**: saluran untuk mengirim kemajuan dan pesan ke pengguna.
- **Spatial index**: indeks yang mempercepat pencarian titik di dalam poligon.

Metode wajib kelas algoritma: `createInstance`, `name`, `displayName`, `initAlgorithm`, dan `processAlgorithm`. Metode `group`, `groupId`, dan `shortHelpString` bersifat pilihan (dokumentasi

pengguna QGIS tentang Processing script). Dokumentasi yang sama menganjurkan agar script tidak memuat layer hasil sendiri, tetapi menyerahkannya ke Processing.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Script Kerapatan Titik Panas di QGIS

Berkas lengkap: skrip/kerapatan_hotspot.py.

1. Pada panel **Processing Toolbox**, buka menu **Scripts** (ikon Python), lalu pilih **Create New Script from Template**. Templat ini memberi kerangka kosong. [CEK]
2. Daftarkan parameter di `initAlgorithm`. Tiga masukan dan satu keluaran:

kerapatan_hotspot.py

```
def initAlgorithm(self, config=None):
    self.addParameter(QgsProcessingParameterFeatureSource(
        self.PETAK, "Layer petak (poligon)", [QgsProcessing.SourceType.TypeVectorPolygon]))
    self.addParameter(QgsProcessingParameterFeatureSource(
        self.TITIK, "Layer titik panas (titik)", [QgsProcessing.SourceType.TypeVectorPoint]))
    self.addParameter(QgsProcessingParameterNumber(
        self.BATAS, "Batas rawan (titik per hektare)",
        type=QgsProcessingParameterNumber.Type.Double, defaultValue=2.0, minValue=0.0))
    self.addParameter(QgsProcessingParameterFeatureSink(self.HASIL, "Petak dengan kerapatan"))
```

3. Di `processAlgorithm`, samakan CRS titik ke CRS petak, lalu bangun spatial index dari titik:

kerapatan_hotspot.py

```
ke_petak = QgsCoordinateTransform(titik.sourceCrs(), petak.sourceCrs(), context.transformContext())
indeks = QgsSpatialIndex()
geom = {}
for i, f in enumerate(titik.getFeatures()):
    g = f.geometry()
    g.transform(ke_petak)
    fb = QgsFeature(i)
    fb.setGeometry(g)
    indeks.addFeature(fb)
    geom[i] = g
```

4. Masih di `processAlgorithm`, hitung titik di tiap petak dan tulis ke sink:

kerapatan_hotspot.py

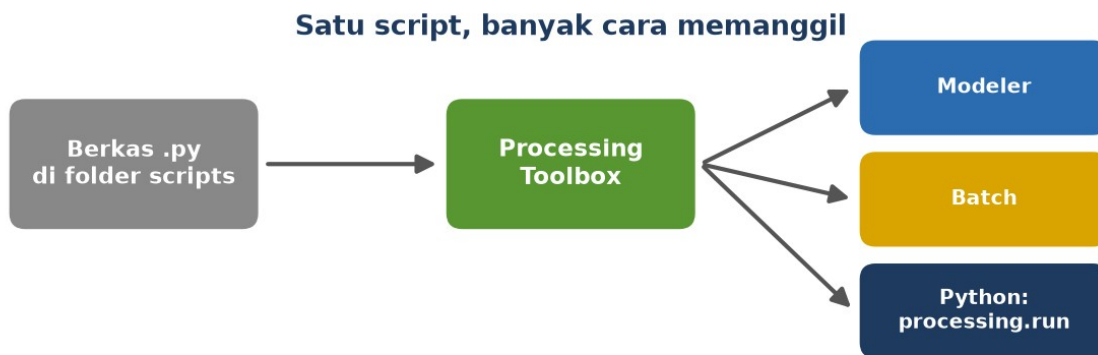
```
for n, f in enumerate(petak.getFeatures()):
    pg = f.geometry()
    kandidat = indeks.intersects(pg.boundingBox())
    jumlah = sum(1 for k in kandidat if pg.contains(geom[k]))
    luas_ha = pg.area() / 10000.0
    kerapatan = jumlah / luas_ha if luas_ha > 0 else 0.0
    baru = QgsFeature(kolom)
    baru.setGeometry(pg)
    baru.setAttributes(f.attributes() + [jumlah, round(kerapatan, 3), 1 if kerapatan > batas else 0])
    sink.addFeature(baru, QgsFeatureSink.Flag.FastInsert)
    feedback.setProgress(100.0 * (n + 1) / total)
```

Spatial index mencari titik kandidat lewat kotak pembatas petak. Pengecekan `contains` lalu memastikan titik benar-benar di dalam poligon.

5. Simpan berkas di folder scripts profil Anda. Jalurnya %APPDATA%\QGIS\QGIS4\profiles\default\processing\scripts (jalur dicek ada). Alat muncul di Toolbox, grup **Kehutanan**. [CEK: kemunculan di Toolbox lewat antarmuka tidak dicek]
6. Jalankan alat dengan Petak_KPH dan Hotspot_Nasional, batas 2. Hasilnya: 16 petak, 12 titik terhitung, dan 1 petak rawan, yaitu P-07 dengan 3 titik per hektare.

Hasilnya: daftar petak lengkap dengan jumlah titik. Per KPH: KPH Alpha 2 titik, KPH Beta 5 titik, KPH Gamma 5 titik.

Ilustrasi 2.2: Satu script, banyak cara memanggil



Skema; bukan tangkapan layar

Memanggil script dari tempat lain

Karena script adalah algoritma Processing, ia bisa dipanggil dengan beberapa cara. Berikut dua yang diuji.

1. **Dari baris perintah** dengan `qgis_process`, memberi jalur berkas script:

`qgis_process`

```
qgis_process-qgis.bat run kerapatan_hotspot.py -- PETAK=Petak_KPH.gpkg TITIK=Hotspot_Nasional.gpkg BATAS=2
HASIL=hasil.gpkg
```

2. **Dari Python** (PyQGIS) setelah script didaftarkan ke sebuah provider, seperti di

`skrip/uji_processing.py`:

`uji_processing.py`

```
r = processing.run("m4:kerapatan_hotspot", {"PETAK": petak, "TITIK": titik, "BATAS": 0.5, "HASIL": "memory:"})
```

Hasil uji penulis (QGIS 4.0.2): Lewat `qgis_process`: berkas hasil berisi 16 petak, jumlah titik 12, petak rawan 1 (batas 2). Lewat `processing.run` dengan batas 0,5: 10 petak rawan (setiap petak dengan 1 titik atau lebih sudah melampaui 0,5 titik per hektare). Daftar kolom hasil: ID_Petak, NAMA_KPH, Jenis, Tahun_Tanam, Luas_Ha, Jml_Titik, Titik_per_Ha, Rawan.

Cara ringkas: dekorator @alg

Untuk alat sederhana, QGIS menyediakan dekorator `@alg` yang menggantikan kelas panjang. Berkas skrip/tambah_luas_ha.py memakainya untuk menambah kolom luas hektare:

tambah_luas_ha.py

```
@alg(name="tambah_luas_ha", label="Tambah kolom luas (hektare)", group="kehutanan", group_label="Kehutanan")
@alg.input(type=alg.SOURCE, name="INPUT", label="Layer poligon", types=[2])
@alg.input(type=alg.SINK, name="OUTPUT", label="Hasil")
def tambah_luas_ha(instance, parameters, context, feedback, inputs):
    ...
```

Angka 2 pada `types` berarti poligon.

Pilih gaya yang cocok: Pakai kelas penuh bila alat punya banyak parameter atau perlu kontrol rinci. Pakai `@alg` untuk alat kecil.

Hasil uji: script ini dimuat dari sebuah folder scripts uji, lalu dijalankan dengan Petak_KPH. Keluarannya 16 objek dengan jumlah kolom luas 16,000 ha. Catatan: `qgis_process run` dengan jalur berkas hanya berhasil untuk script berbentuk kelas. Untuk script `@alg`, `qgis_process` menjawab "Algorithm script:tambah_luas_ha not found" pada percobaan penulis; ia perlu berada di folder scripts yang dikenal profil.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Padanan Processing script adalah **script tool** atau **Python toolbox** (Bab 1). Alur menurut dokumentasi Esri: buat toolbox `.atbx`, klik kanan, pilih **New ► Script**, lalu arahkan ke berkas Python. [CEK]

Inti pekerjaan yang sama (hitung titik per petak) bisa ditulis dengan alat bawaan:

script_tool.py

```
import arcpy

petak = arcpy.GetParameterAsText(0)
titik = arcpy.GetParameterAsText(1)
hasil = arcpy.GetParameterAsText(2)

arcpy.analysis.SpatialJoin(petak, titik, hasil, join_operation="JOIN_ONE_TO_ONE",
                           match_option="CONTAINS")
arcpy.management.AddField(hasil, "Titik_per_Ha", "DOUBLE")
arcpy.management.CalculateField(hasil, "Titik_per_Ha", "!Join_Count! / (!Luas_Ha!)", "PYTHON3")
```

1. Buat script tool dan tambahkan tiga parameter: layer petak, layer titik, dan keluaran. [CEK]
2. Hubungkan berkas Python tadi, lalu jalankan dengan data latihan. [CEK]

Hasil yang diharapkan: kolom `Join_Count` berisi jumlah titik per petak. Bandingkan dengan angka di Bagian A (total 12 titik). [CEK: nama kolom bawaan dan sintaks parameter belum dicocokkan dengan Pro]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

ArcMap mengenal script tool juga, dengan penamaan alat gaya lama dan Python 2.7. Contoh padanan baris SpatialJoin di ArcMap: `arcpy.SpatialJoin_analysis(petak, titik, hasil, "JOIN_ONE_TO_ONE", "KEEP_ALL", "", "CONTAINS")`. [CEK]

1. Klik kanan sebuah toolbox, lalu pilih **Add ► Script**. [CEK]
2. Ikuti wizard: nama alat, berkas skrip, lalu parameter. [CEK]
3. Jalankan, lalu cocokkan angka dengan Bagian A. [CEK]

Cek paham

1. Apa fungsi `initAlgorithm` dan `processAlgorithm`?
2. Mengapa titik disamakan CRS-nya dengan petak sebelum dihitung?
3. Apa untungnya script dibuat sebagai algoritma Processing, bukan skrip biasa?

Jawaban:

1. `initAlgorithm` memasang parameter. `processAlgorithm` melakukan pekerjaannya dan mengembalikan keluaran.
2. Perbandingan "titik di dalam poligon" hanya benar bila keduanya memakai CRS yang sama.
3. Alat otomatis bisa dipakai di Toolbox, Modeler, batch, dan Python tanpa menulis ulang.

Kesalahan umum

- **Script tidak muncul di Toolbox.** Berkas tidak berada di folder scripts yang dikenal, atau ada galat sintaks. Cek jalur folder dan baca pesan galat.
- **Hasil nol di semua petak.** CRS titik dan petak berbeda dan tidak disamakan. Tambahkan transformasi seperti di langkah 3.
- **Script lambat untuk titik banyak.** Setiap petak dibandingkan dengan setiap titik. Pakai spatial index.
- **Layer hasil tidak termuat otomatis.** Itu wajar. Script cukup mengembalikan sink; Processing yang memuatnya.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: Processing script adalah algoritma Python yang tampil di Toolbox. Kerangkanya: parameter, pekerjaan, keluaran. Sekali ditulis, ia bisa dipanggil dari Toolbox, Modeler, batch, `qgis_process`, dan Python.

Latihan: Tambahkan parameter ketiga berupa pilihan KPH (misalnya KPH Gamma) supaya hasil hanya memuat petak KPH itu. (Petunjuk: filter di dalam loop petak; untuk KPH Gamma hasilnya 8 petak dengan total 5 titik.)

Tabel perbandingan: alat analisis kustom

Hal	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Bentuk alat	Processing script	Script tool atau Python toolbox	Script tool atau Python toolbox
Tempat tampil	Processing Toolbox	Panel Geoprocessing	ArcToolbox
Dipanggil dari Python	<code>processing.run</code>	<code>arcpy.<modul>.<Alat></code> >	<code>arcpy.<Alat>_<modul></code> >
Dipanggil dari baris perintah	<code>qgis_process</code>	Tidak ada padanan setara [CEK]	Tidak ada padanan setara [CEK]

BAB 3: Peta yang Bisa Dibuka dari Ponsel: Web Map dan Layanan

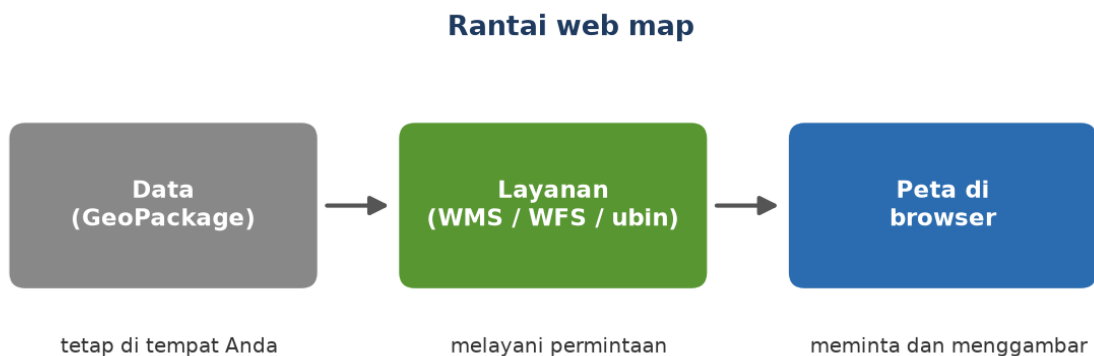
Studi kasus: "Bisa dibuka tanpa QGIS?"

Kepala Seksi mau menunjukkan peta petak dan titik panas ke rapat. Peserta rapat tidak punya QGIS, sebagian hanya membawa ponsel. Analis Muda perlu mengubah peta di komputernya menjadi halaman yang cukup dibuka di browser. Di bab ini ia belajar caranya, dan tetap mencobanya di komputernya sendiri, bukan di server kantor.

Konsep: web map dalam tiga kalimat

Web map adalah peta yang digambar di dalam browser memakai data yang dikirim lewat internet atau jaringan. Bayangkan **restoran**: data adalah dapur, layanan adalah pelayan yang menjawab pesanan, dan browser adalah meja tamu. Pesanan berbeda mendapat kiriman berbeda: ada yang meminta gambar jadi, ada yang meminta bahan mentah.

Ilustrasi 3.1: Rantai web map



Skema; bukan tangkapan layar

Empat jenis kiriman

Empat istilah baru. Pahami dulu apa yang dikirim, baru nama layanannya.

- **WMS** (Web Map Service): mengirim **gambar peta jadi**. Ringan, tetapi atribut tidak bisa ditanya.
- **WFS** (Web Feature Service): mengirim **objek beserta atribut**. Lebih berat, tetapi bisa difilter dan dianalisis.
- **Ubin** (tile): mengirim **kepingan gambar kecil** bernomor. Sangat cepat untuk peta dasar.
- **GeoJSON**: berkas teks berisi objek dan atribut. Cocok untuk data kecil yang ditaruh langsung bersama halaman web.

QGIS Server melayani WMS, WFS, WMTS, WCS, dan OGC API Features dari sebuah proyek QGIS (dokumentasi QGIS Server).

Ilustrasi 3.2: Apa yang dikirim tiap layanan

Apa yang dikirim tiap layanan?



gambar peta jadi

objek + atribut

kepingan gambar kecil

Gambar: ringan, tetapi atribut tak bisa ditanya. Objek: lebih berat, tetapi bisa ditanya.

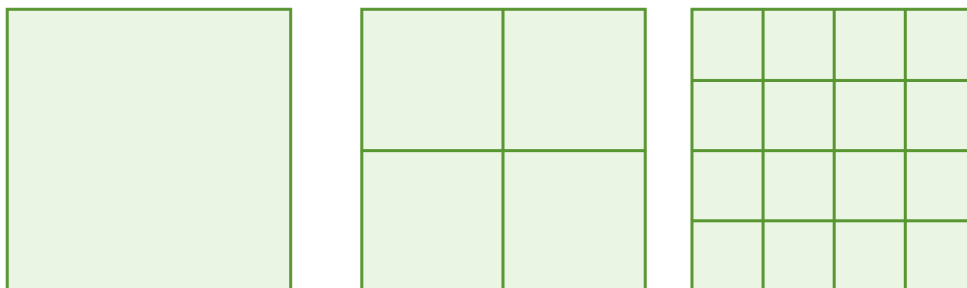
Skema; bukan tangkapan layar

Ubin dan nomornya

Peta dasar web dipotong menjadi ubin bernomor **x**, **y**, dan **zoom**. Tiap kali zoom naik satu tingkat, jumlah ubin menjadi empat kali lipat.

Ilustrasi 3.3: Piramida ubin

Piramida ubin: zoom naik, jumlah ubin berlipat empat



zoom 0: 1 ubin

zoom 1: 4 ubin

zoom 2: 16 ubin

Skema; bukan tangkapan layar

Skrip `skrip/buat_peta_web.py` berisi fungsi `ke_tile` yang menghitung nomor ubin dari bujur dan lintang. Hasil ujinya: titik (0, 0) pada zoom 0 berada di ubin (0, 0), dan pada zoom 1 di ubin (1, 1). Sebagai contoh, bujur 106,85 dan lintang -6,2 pada zoom 10 jatuh di ubin (815, 529).

CRS di web: Berkas GeoJSON standar (RFC 7946) memakai lintang-bujur WGS 84 (EPSG:4326). Ubin web memakai Web Mercator (EPSG:3857). Data latihan ini di UTM, jadi harus diubah dulu sebelum ke web. Alasan inilah mengapa CRS dibahas sejak Basic B1.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Web map di QGIS

Berkas lengkap: `skrip/buat_peta_web.py`. Skrip hanya menulis berkas di komputer Anda.

1. Jalankan skrip dengan Python milik QGIS: `python-qgis.bat buat_peta_web.py`.
2. Skrip membaca `Petak_KPH.gpkg` dan `Hotspot_Nasional.gpkg`, mengubah koordinat ke EPSG:4326, lalu menulis dua berkas GeoJSON. Bagian pentingnya:

```
buat_peta_web.py
opsi = QgsVectorFileWriter.SaveVectorOptions()
opsi.driverName = "GeoJSON"
opsi.ct = QgsCoordinateTransform(lyr.crs(), QgsCoordinateReferenceSystem("EPSG:4326"),
                                QgsCoordinateTransformContext())
opsi.layerOptions = ["COORDINATE_PRECISION=6", "RFC7946=YES"]
hasil = QgsVectorFileWriter.writeAsVectorFormatV3(lyr, berkas, QgsCoordinateTransformContext(), opsi)
```

3. Skrip juga menulis `index.html` yang memakai pustaka **Leaflet 1.9.4** dari alamat unpkg. Halaman memuat dua GeoJSON lalu menggambaranya. Petak diberi jendela info (popup) berisi ID, KPH, jenis, dan luas:

```
index.html
fetch('petak.geojson').then(r => r.json()).then(function (d) {
  var lap = L.geoJSON(d, {
    style: {color: '#2B6CB0', weight: 2, fillOpacity: 0.15},
    onEachFeature: function (f, l) {
      l.bindPopup('<b>' + f.properties.ID_Petak + '</b><br>' + f.properties.NAMA_KPH);
    }
  }).addTo(peta);
  peta.fitBounds(lap.getBounds());
});
```

4. Layani folder keluaran dengan server bawaan Python **di komputer Anda saja**. Dari folder keluaran/peta_web, jalankan `python -m http.server 8765 --bind 127.0.0.1`. Alamat 127.0.0.1 hanya bisa diakses dari komputer Anda sendiri.
5. Buka `http://127.0.0.1:8765/index.html` di browser. Anda melihat 16 petak dan 12 titik panas. Klik petak untuk membuka popup.
6. Hentikan server dengan **Ctrl+C**.

Hasilnya: peta interaktif di browser, tanpa QGIS.

Hasil uji penulis: Skrip menghasilkan 16 fitur petak dan 12 fitur titik panas, koordinat pertama petak (109,310738; -0,036173) berada dalam rentang lintang-bujur yang wajar. Server lokal menjawab kode 200 untuk `index.html` dan `petak.geojson`. Di browser panel pratinjau, Leaflet termuat dan menggambar 28 elemen interaktif (16 petak + 12 titik). Server dihentikan setelah uji. Halaman butuh internet untuk mengunduh Leaflet; tanpa peta dasar, hanya data Anda yang tampil.

Mengapa tidak langsung klik dua kali pada index.html?: Banyak browser menolak `fetch` terhadap berkas lokal (alamat `file://`). Karena itu halaman dilayani lewat server lokal. [kemungkinan: alasan umum browser; tidak diuji di semua browser]

Jalur lain di QGIS

Tiga jalur lain ini perlu Anda cocokkan. [CEK]

- **Plugin qgis2web:** mengekspor proyek QGIS menjadi peta web Leaflet atau OpenLayers lengkap dengan gaya dan popup. Hasilnya berkas statis (HTML, JavaScript, CSS) yang bisa dibuka di browser. Pasang lewat **Plugins ► Manage and Install Plugins**.
- **QGIS Server:** melayani proyek QGIS sebagai WMS, WFS, dan lainnya. Pengaturan layanan ada di **Project ► Properties ► QGIS Server**, dengan opsi mengaktifkan kemampuan layanan (Service Capabilities). Pemanggilan layanan memakai parameter `MAP` yang menunjuk berkas proyek.
- **Memakai layanan orang lain:** lewat **Layer ► Data Source Manager** (Ctrl+L), tab **WMS/WMTS** atau **WFS**, lalu isi alamat layanan. Alamat layanan WMS biasanya diberi `REQUEST=GetCapabilities` untuk melihat daftar layer yang tersedia.

Latihan aman: Menjalankan QGIS Server sungguhan berarti memasang server dan membuka jaringan. Itu pekerjaan administrator sistem, dan di luar cakupan buku ini. Cukup pahami urutannya: proyek, pengaturan layanan, alamat, klien.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

ArcGIS Pro menerbitkan lewat **portal**, yaitu ArcGIS Online atau ArcGIS Enterprise. Alurnya (dokumentasi Esri): pada tab **Share**, grup **Share As**, buka panah **Web Layer**, lalu pilih **Publish Web Layer**. Web feature layer mendukung kueri, tampilan, dan penyuntingan. [CEK: butuh akun portal]

1. Masuk (sign in) ke portal organisasi Anda. [CEK]
2. Siapkan layer petak di peta, lalu pilih **Share ► Web Layer ► Publish Web Layer**. [CEK]
3. Isi nama, ringkasan, dan siapa yang boleh melihat. Pilih pembagian terbatas bila datanya belum untuk umum. [CEK]
4. Periksa halaman item di portal setelah selesai. [CEK]

Hasilnya, layer bisa dipakai di web map dan dasbor (Bab 4). Pro tidak memerlukan Anda menjalankan server sendiri bila memakai ArcGIS Online.

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

ArcMap menerbitkan peta sebagai **layanan peta** ke **ArcGIS Server**. Menurut dokumentasi Esri: buka dokumen peta, pilih **File ► Share As ► Service**, lalu **Publish a service**, dan pilih koneksi server.

[CEK: butuh ArcGIS Server]

1. Simpan dulu dokumen peta (.mxd). [CEK]
2. Pilih **File ► Share As ► Service**, lalu **Publish a service**. [CEK]
3. Pilih koneksi GIS Server dari daftar, atau tambah koneksi baru. [CEK]
4. Ikuti wizard sampai layanan terbit. [CEK]

Tidak ada padanan langsung untuk "ekspor ke peta statis Leaflet" seperti qgis2web. [CEK]

Cek paham

1. Apa beda WMS dan WFS?
2. Mengapa data UTM harus diubah sebelum menjadi GeoJSON?
3. Mengapa halaman latihan dilayani lewat 127.0.0.1?

Jawaban:

1. WMS mengirim gambar peta jadi. WFS mengirim objek beserta atributnya.
2. GeoJSON standar memakai lintang-bujur WGS 84 (EPSG:4326), bukan UTM.
3. Alamat itu hanya bisa diakses dari komputer Anda. Aman untuk latihan, dan tidak membuka data ke orang lain.

Kesalahan umum

- **Peta kosong atau titik jatuh di Samudra.** Koordinat tidak diubah ke EPSG:4326, atau urutan bujur-lintang tertukar. Ubah dulu CRS-nya.
- **Halaman tidak memuat data.** Dibuka lewat `file:///`. Layani lewat server lokal.
- **Halaman kosong tanpa internet.** Pustaka Leaflet diunduh dari internet. Simpan Leaflet di folder sendiri bila perlu bekerja luring. [CEK]
- **Data sensitif ikut terbit.** GeoJSON memuat semua kolom. Hapus kolom yang tidak untuk umum sebelum mengeksport.
- **Lupa atribusi.** Peta dasar dari pihak lain punya syarat pencantuman sumber. Baca syarat sebelum memakainya.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: Web map adalah rantai data, layanan, dan browser. Pilih kiriman sesuai kebutuhan: gambar (WMS), objek (WFS), kepingan (ubin), atau berkas teks (GeoJSON). Ubah CRS ke lintang-bujur sebelum ke web. Latihlah di komputer sendiri.

Latihan: Ubah `buat_peta_web.py` supaya titik panas diberi popup berisi `ID_Titik`. (Petunjuk: tambah `onEachFeature` pada layer titik. Nilai ID seperti `HS-001` ada di kolom `ID_Titik`.)

Tabel perbandingan: menerbitkan peta ke web

Hal	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Peta web statis	Skrip sendiri atau plugin qgis2web	Tidak ada padanan setara [CEK]	Tidak ada padanan setara [CEK]
Layanan peta	QGIS Server	Web layer ke portal	Layanan peta di ArcGIS Server
Alur menu	Project ► Properties ► QGIS Server	Share ► Web Layer ► Publish Web Layer	File ► Share As ► Service
Kebutuhan	Server sendiri	Akun portal	ArcGIS Server

BAB 4: Satu Layar, Semua Jawaban: Dasbor

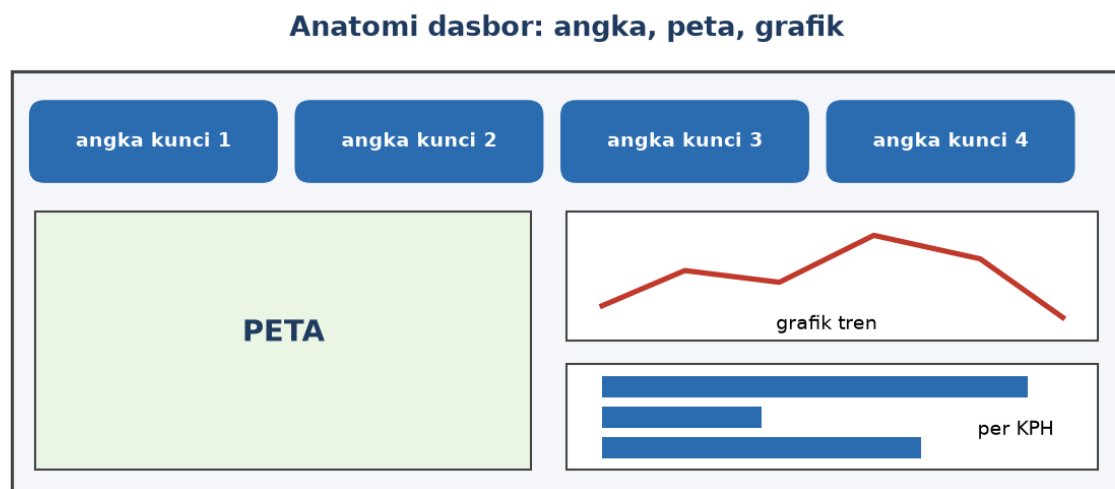
Studi kasus: "Ringkasannya satu halaman saja"

Rapat pimpinan hanya memberi waktu lima menit. Kepala Seksi meminta satu halaman yang menjawab: berapa total titik panas bulan September, kapan puncaknya, KPH mana yang paling terdampak, dan petak mana yang perlu didatangi lebih dulu. Analis Muda tidak mau memotret tabel. Ia membuat dasbor.

Konsep: dasbor dalam tiga kalimat

Dasbor adalah satu layar yang merangkum angka, grafik, dan peta untuk satu pertanyaan. Bayangkan **dasbor mobil**: Anda tidak perlu membuka kap mesin, cukup melirik kecepatan dan bahan bakar. Dasbor yang baik menjawab satu pertanyaan dan membuang hal lain.

Ilustrasi 4.1: Anatomi dasbor



Skema; bukan tangkapan layar

Bagian-bagian dasbor

Empat istilah baru:

- **Indikator:** satu angka besar yang penting, misalnya total titik panas.
- **Grafik tren:** garis yang menunjukkan perubahan menurut waktu.
- **Filter:** kontrol untuk menyaring tampilan, misalnya memilih satu KPH.
- **Dasbor statis:** dasbor yang dibuat sekali dari data tertentu. Kebalikannya, dasbor hidup, terhubung ke data yang terus diperbarui.

Aturan rancangan sederhana:

1. Satu dasbor, satu pertanyaan.
2. Paling banyak enam elemen. Lebih dari itu, mata kehilangan arah.
3. Beri judul yang menjawab, bukan yang menamai.

4. Tulis sumber dan keterangan data (di sini: data sintetis).
5. Jangan memotong sumbu grafik supaya perbedaan tampak lebih besar daripada aslinya.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Dasbor di QGIS

QGIS tidak punya pembuat dasbor interaktif bawaan setara ArcGIS Dashboards. Ada tiga jalur: laporan PDF lewat Layout dan Atlas (dibahas di M1), plugin grafik seperti DataPlotly [CEK: tidak dipasang penulis], atau menulis HTML sendiri. Bab ini memakai jalur ketiga karena hasilnya satu berkas mandiri.

Berkas: `skrip/buat_dasbor.py`. Datanya: `Petak_KPH.gpkg` dan `Hotspot_Harian.csv` (jumlah titik panas per petak per hari selama 30 hari, 1 sampai 30 September 2026, data sintetis).

1. Baca data dan hitung angka kunci. Fungsi `hitung` menjumlahkan per hari, per petak, dan per KPH:

```
buat_dasbor.py
with open(os.path.join(PAKET, "Hotspot_Harian.csv"), encoding="utf-8") as fh:
    for b in csv.DictReader(fh):
        j = int(b["Jumlah"])
        per_hari[b["Tanggal"]] += j
        per_petak[b["ID_Petak"]] += j
        per_kph[petak[b["ID_Petak"]]["kph"]] += j
```

2. Gambar grafik dengan SVG buatan sendiri, tanpa pustaka luar. Contohnya grafik garis:

```
buat_dasbor.py
pts = " ".join("%.1f,%.1f" % (10 + i * (w - 20) / (len(hari) - 1),
                             h - 15 - v * (h - 30) / mx) for i, (_, v) in enumerate(hari))
```

3. Jalankan: `python-qgis.bat buat_dasbor.py`. Skrip menulis keluaran `keluaran/dasbor/dasbor.html`.
4. Buka berkas itu di browser dengan klik dua kali. Berbeda dengan Bab 3, halaman ini tidak memuat berkas lain, jadi tidak perlu server.

Hasilnya, dasbor menampilkan empat indikator dan dua grafik. Angka dari data latihan:

Ukuran	Nilai
Total titik panas, 30 hari	385
Hari puncak	21 September, 34 titik
KPH Alpha (4 ha)	91 titik, 22,75 per ha
KPH Beta (4 ha)	65 titik, 16,25 per ha
KPH Gamma (8 ha)	229 titik, 28,63 per ha
Tiga petak teratas	P-14 (33), P-12 (31), P-13 (31)

Bandingkan KPH dengan kerapatan per hektare, bukan jumlah mentah. KPH Gamma lebih luas, jadi jumlah mentahnya wajar lebih tinggi. Pada data latihan Gamma tetap tertinggi (28,63 titik per ha, di atas Alpha 22,75).

Hasil uji penulis: Total 385 dihitung dua kali dengan cara berbeda (skrip dan penjumlahan terpisah dari berkas CSV) dan cocok. Jumlah per KPH (91 + 65 + 229) juga sama dengan 385. Berkas HTML dibuka di panel pratinjau browser: empat kartu indikator dan dua grafik tampil. Tampilan di ponsel dan browser lain bisa sedikit berbeda.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

ArcGIS Pro sendiri tidak membuat dasbor. Dasbor dibuat di **ArcGIS Dashboards**, bagian dari ArcGIS Online dan ArcGIS Enterprise. Dari layer yang diterbitkan (Bab 3), Anda menyusun elemen dasbor. [CEK: butuh akun portal]

1. Terbitkan layer petak dan data titik panas sebagai web layer (Bab 3, Bagian B). [CEK]
2. Di portal, buat dasbor baru, lalu tambah elemen lewat tombol **Add element** di bilah alat. [CEK]
3. Tambah **Indicator** untuk total titik panas, **Serial chart** untuk tren harian, dan **Map** untuk peta. Serial chart menampilkan satu atau lebih deret data sebagai garis atau batang. [CEK]
4. Simpan, lalu atur siapa yang boleh melihat. [CEK]

Padanan "laporan PDF" ada di Pro lewat **layout**. Itu bukan dasbor, karena tidak interaktif.

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

ArcMap tidak punya padanan dasbor. Untuk ringkasan satu halaman, gunakan **Data Driven Pages** dan layout untuk menghasilkan PDF, atau ekspor tabel ke aplikasi lain. [CEK]

1. Buat layout dengan peta dan teks angka kunci. [CEK]
2. Ekspor ke PDF. [CEK]

Tidak ada padanan langsung untuk dasbor web interaktif. Gunakan ArcGIS Online dan ArcGIS Dashboards bila tersedia. [CEK]

Cek paham

1. Apa yang dimaksud "satu dasbor, satu pertanyaan"?
2. Mengapa KPH dibandingkan dengan kerapatan per hektare, bukan jumlah titik?
3. Apa kelemahan dasbor statis?

Jawaban:

1. Semua elemen di dasbor menjawab satu pertanyaan utama. Elemen lain dibuang.
2. Luas KPH berbeda. Jumlah mentah menyesatkan, sedangkan kerapatan per hektare adil.
3. Angkanya tidak berubah ketika data berubah. Skrip harus dijalankan ulang.

Kesalahan umum

- **Terlalu banyak grafik.** Pembaca tidak tahu mana yang penting. Pangkas sampai enam elemen.
- **Membandingkan jumlah mentah antarwilayah.** Bagi dengan luas atau jumlah yang relevan.
- **Judul tidak menjawab.** "Grafik titik panas" kalah jelas dibanding "Titik panas memuncak pada 21 September".
- **Warna merah-hijau saja.** Sebagian orang tidak membedakannya. Tambahkan label angka.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: Dasbor merangkum satu pertanyaan dalam satu layar: indikator, grafik, dan peta. Skrip bisa membuat dasbor statis satu berkas. Di ArcGIS, dasbor interaktif dibuat di ArcGIS Dashboards.

Latihan: Tambahkan satu indikator "Petak rawan" yang menghitung petak dengan 30 titik panas atau lebih. (Petunjuk: hasil yang benar adalah 4 petak, yaitu P-12, P-13, P-14, dan P-16 yang tepat 30 titik.)

Tabel perbandingan: dasbor di tiga perangkat

Hal	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Dasbor interaktif	Tidak bawaan; skrip HTML atau plugin	ArcGIS Dashboards (portal)	Tidak ada padanan
Ringkasan cetak	Layout dan Atlas	Layout	Layout, Data Driven Pages
Sumber data	Berkas lokal	Web layer di portal	Tidak berlaku

BAB 5: Melihat Hutan sebagai Ruang: Tiga Dimensi

Studi kasus: "Jalannya menanjak atau tidak?"

Rapat perencanaan jalan sarad (jalan untuk mengeluarkan kayu) membutuhkan gambaran yang sulit ditangkap dari peta datar. Kepala Seksi bertanya, "Bagian mana yang berbukit, dan seberapa rapat tajuk pohonnya?" Analis Muda sudah punya DSM dari drone dan point cloud dari LiDAR (M1). Kini ia menyajikannya sebagai pemandangan 3D yang bisa diputar.

Konsep: 3D dalam tiga kalimat

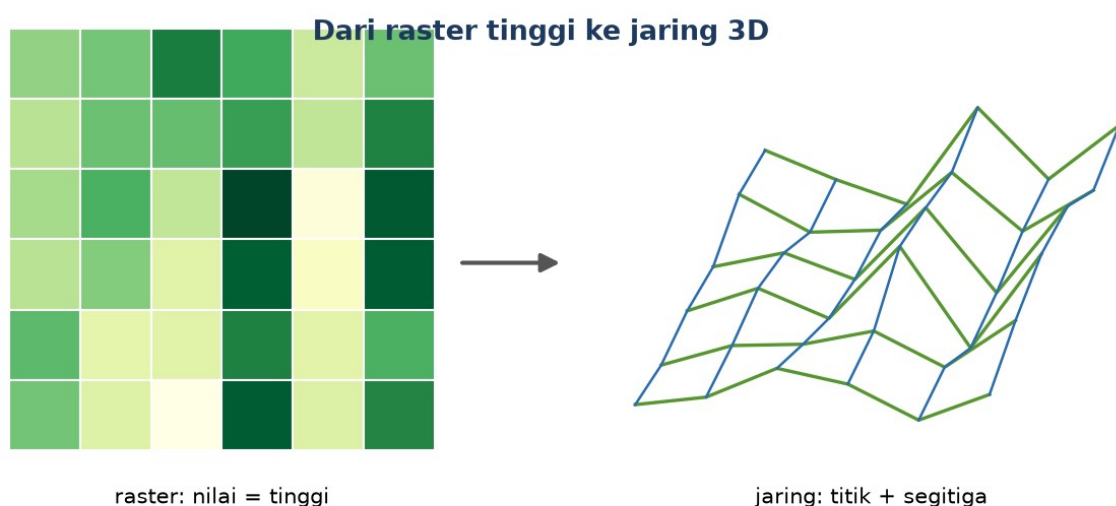
Tiga dimensi menambahkan sumbu tinggi pada peta datar, sehingga bukit dan tajuk tampak sebagai bentuk. Bayangkan **maket dari kardus berlapis**: tiap lapis kardus mewakili ketinggian, dan Anda bisa memutarnya untuk dilihat dari segala sisi. Data tingginya sudah Anda punya: DSM (raster tinggi) dan point cloud (titik-titik tiga dimensi).

Bahan baku 3D

Lima istilah baru:

- **DSM**: raster tinggi permukaan, termasuk tajuk pohon dan bangunan (dari M1).
- **Terrain**: permukaan dasar 3D yang dibentuk dari raster tinggi.
- **Skala vertikal**: pengali tinggi, supaya bentuk landai terlihat jelas.
- **Point cloud**: kumpulan titik berkoordinat x, y, z dari LiDAR.
- **Mesh (jaring)**: permukaan yang tersusun dari segitiga yang saling menempel.

Ilustrasi 5.1: Dari raster tinggi ke jaring 3D



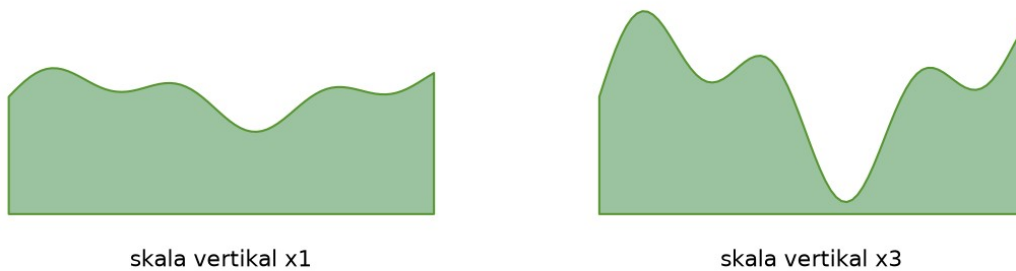
Skema; bukan tangkapan layar

Data latihan: DSM_Drone.tif: 800 x 800 piksel, tiap piksel 0,5 m, tinggi 15,03 sampai 38,80 m (diukur penulis). Hutan_Contoh.laz: 15.000 titik.

Skala vertikal itu seperti zoom pada sumbu tinggi saja. Terlalu besar akan menipu, terlalu kecil membuat bukit tampak rata. Selalu tulis skala yang dipakai.

Ilustrasi 5.2: Skala vertikal

Skala vertikal: tinggi dilebihkan agar bentuk terlihat



Skema; bukan tangkapan layar

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: 3D di QGIS

Mulai dari tampilan di antarmuka, lalu skrip untuk mengeluarkan model.

1. Muat `DSM_Drone.tif` dari paket-data ke proyek QGIS. Periksa CRS-nya EPSG:32749.
2. Buka **View ► 3D Map Views ► New 3D Map View**. Jendela 3D terbuka. (Dokumentasi QGIS: menu 3D Map Views berisi New dan Manage 3D Map Views.) [CEK]
3. Klik tombol **Configure** di bagian atas jendela 3D. Buka tab **Terrain**.
4. Pada **Type**, pilih terrain dari raster DEM. Pada **Elevation**, pilih layer `DSM_Drone`. Isi **Vertical scale** dengan 2. [CEK]
5. Putar pandangan dengan tetikus. Perhatikan bagian tinggi dan bagian rendah petak.
6. Untuk point cloud, muat `Hutan_Contoh.laz`, buka properti layer, lalu aktifkan renderer 3D di bagian tampilan 3D. [CEK]
7. Untuk membawa model keluar, buka menu **Export** (ikon berbagi) di panel atas jendela 3D, lalu pilih **Export 3D Scene**. QGIS menyimpan format `.obj` yang bisa dibuka di aplikasi lain, misalnya Blender. [CEK]

Hasilnya: pemandangan 3D yang bisa diputar, plus berkas model.

Membuat model sendiri lewat skrip

Berkas `skrip/dsm_ke_obj.py` mengubah DSM menjadi jaring `.obj` tanpa antarmuka, dan itu cocok untuk pekerjaan berulang. Inti pekerjaannya:

1. Ambil satu piksel tiap 16 piksel (jarak 8 m) supaya berkas tidak raksasa.
2. Tiap piksel terpilih menjadi satu titik sudut dengan koordinat (x, tinggi dikali skala, y).
3. Tiap kotak empat titik dipecah dua segitiga:

```

dsm_ke_obj.py
for j in range(len(baris) - 1):
    for i in range(len(kolom) - 1):
        a, b, c, d = idx[(j, i)], idx[(j, i + 1)], idx[(j + 1, i + 1)], idx[(j + 1, i)]
        fh.write("f %d %d %d %d\nf %d %d %d\n" % (a, d, c, a, c, b))

```

4. Jalankan: `python-qgis.bat dsm_ke_obj.py`. Keluaran: `keluaran/tiga_d/dsm.obj`.

Skrip yang sama memeriksa dua hal lain lewat PyQGIS. Pertama, layer point cloud terbaca. Kedua, pengaturan terrain 3D bisa dibentuk dari kode (kelas `Qgs3DMapSettings` dan `QgsDemTerrainSettings` pada modul `qgis._3d`):

```

dsm_ke_obj.py
s = Qgs3DMapSettings()
s.setCrs(r.crs())
s.setExtent(r.extent())
t = QgsDemTerrainSettings()
t.setLayer(r)
t.setVerticalScale(2.0)

```

```
s.setTerrainSettings(t)
```

Hasil uji penulis (QGIS 4.0.2): Berkas `.obj` berisi 2.500 titik sudut (50 x 50) dan 4.802 segitiga (cocok dengan 2 x 49 x 49). Bentang x 0 sampai 392 m. Tinggi dalam berkas, setelah skala 2, dari 33,26 sampai 64,42 (artinya 16,63 sampai 32,21 m pada titik yang disampel). Layer point cloud valid dengan 15.000 titik. Pengaturan terrain dibentuk dengan jenis DEM dan skala vertikal 2.

Belum diuji: membuka `.obj` di aplikasi 3D untuk melihat arah permukaan, serta menyimpan tampilan 3D ke dalam proyek.

Skrip ini hanya mengambil titik pada piksel baris dan kolom kelipatan 16. Karena itu sisi timur dan selatan model terpotong sekitar 8 m dari tepi data. Itu keputusan penyederhanaan, bukan galat.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

ArcGIS Pro membuka 3D lewat **scene**. Setiap peta 2D bisa diubah: pada tab **View**, grup **View**, klik **Convert**, lalu pilih **To Local Scene**. Mode lokal cocok untuk area kecil seperti KPH Contoh (dokumentasi Esri). [CEK]

1. Buka proyek dengan peta KPH Contoh. [CEK]
2. Pada tab **View**, klik **Convert ► To Local Scene**. [CEK]
3. Tambahkan `DSM_Drone.tif` sebagai sumber elevasi dari panel Contents. [CEK: langkah rinci belum dicocokkan]
4. Putar tampilan dan periksa bentuknya. [CEK]

Pro juga bisa menampilkan point cloud dalam scene. Detail format LAS dan LAZ yang didukung perlu dicek di dokumentasi versi Anda. [CEK]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

ArcMap menampilkan 3D lewat aplikasi terpisah, **ArcScene**, yang termasuk ekstensi 3D Analyst. ArcScene cocok untuk area kecil dengan data tidak terlalu banyak. [CEK: butuh lisensi 3D Analyst]

1. Buka ArcScene, lalu tambahkan data lewat **Add Data**. [CEK]
2. Atur tinggi dasar layer raster (base height) dari properti layer sehingga permukaan DSM terlihat. [CEK]
3. Atur eksagerasi tinggi dari properti scene bila perlu. [CEK]

Cek paham

1. Apa beda DSM dengan terrain 3D?
2. Mengapa skala vertikal harus selalu ditulis?

3. Berapa segitiga bila grid titiknya 50 x 50?

Jawaban:

1. DSM adalah data raster tinggi. Terrain 3D adalah permukaan yang dibentuk dari data itu untuk dilihat.
2. Skala vertikal mengubah kesan landai atau curam. Pembaca perlu tahu agar tidak tertipu.
3. $2 \times 49 \times 49 = 4.802$ segitiga.

Kesalahan umum

- **Terrain tampak rata.** Skala vertikal masih 1 atau layer elevasi belum dipilih. Pilih layer DSM dan naikan skala.
- **Bentuk tampak berlebihan.** Skala vertikal terlalu besar. Turunkan, lalu catat nilai akhirnya.
- **Berkas model terlalu besar.** Terlalu banyak titik. Naikkan langkah pengambilan piksel.
- **Satuan tidak cocok.** Tinggi dalam meter, tetapi koordinat dalam derajat. Pakai CRS terproyeksi seperti UTM.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: 3D memerlukan data tinggi: DSM dan point cloud. QGIS menampilkan terrain dari raster, mengekspor model `.obj`, dan bisa dikendalikan lewat kode. Skala vertikal membantu, tetapi harus dicantumkan.

Latihan: Ubah `langkah` dari 16 menjadi 32 dan jalankan ulang. Hitung perkiraan jumlah titik sudut dan segitiganya. (Petunjuk: $800 / 32 = 25$ titik per sisi, jadi 625 titik sudut dan $2 \times 24 \times 24 = 1.152$ segitiga.)

Tabel perbandingan: 3D di tiga perangkat

Hal	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Tempat 3D	Jendela 3D Map View	Scene (lokal atau global)	ArcScene
Dari peta datar	View ► 3D Map Views ► New	View ► Convert ► To Local Scene	Aplikasi terpisah
Ekspor model	Export 3D Scene (.obj)	Perlu dicek [CEK]	Perlu dicek [CEK]
Ekstensi	Bawaan	Bawaan (lisensi menentukan) [CEK]	3D Analyst

BAB 6: Dari Meja Sendiri ke Tangan Orang Lain: Rilis dan Perawatan

Studi kasus: "Boleh saya pakai juga?"

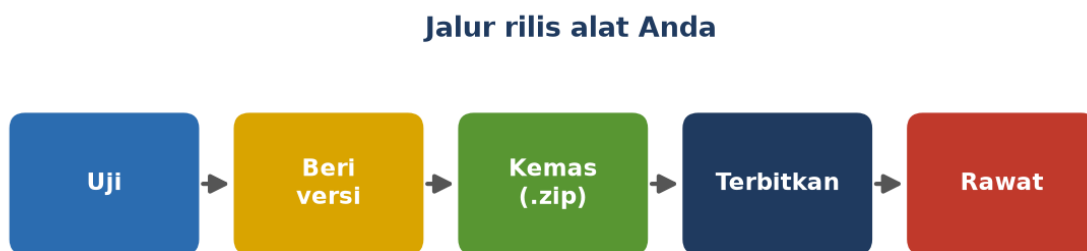
Rekan dari kantor lain mendengar tentang plugin Ringkas KPH dan ingin memakainya. Analis Muda sadar bahwa mengirim folder lewat pesan singkat itu rawan: folder mana yang terbaru, siapa yang bertanggung jawab bila ada galat, dan apakah boleh dipakai ulang? Ia perlu mengemas alatnya dengan benar, memberinya nomor versi, dan menyiapkan cara merawatnya.

Konsep: rilis dalam tiga kalimat

Rilis adalah versi alat yang sudah diuji, diberi nomor, dan dikemas untuk dipakai orang lain.

Bayangkan **makanan kemasan**: ada nama, tanggal produksi, komposisi, dan nomor kontak. Tanpa itu, pembeli tidak tahu apa yang ia bawa pulang.

Ilustrasi 6.1: Jalur rilis



Rawat: terima laporan masalah, perbaiki, naikan versi, ulangi

Skema; bukan tangkapan layar

Nomor versi yang bermakna

Lima istilah baru untuk bab ini:

- **Nomor versi**: tiga angka mayor.minor.tambal, misalnya 0.1.0.
- **Changelog**: catatan perubahan tiap versi.
- **Lisensi**: aturan yang menyatakan apa yang boleh dilakukan orang lain dengan alat Anda.
- **Repositori**: tempat menyimpan dan menerbitkan kode atau paket.
- **Tracker**: tempat pengguna melapor masalah.

Aturan nomor versi yang lazim: naikkan **mayor** bila ada perubahan yang membuat pemakaian lama tidak cocok. Naikkan **minor** bila menambah fitur dengan tetap cocok. Naikkan **tambal** bila hanya memperbaiki kesalahan.

Ilustrasi 6.2: Naik versi

Naik versi: tiga angka, tiga arti



Skema; bukan tangkapan layar

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Merilis plugin QGIS

1. **Uji dulu.** Jalankan `skrip/uji_plugin.py` (Bab 1) sampai semua langkahnya lolos.
2. **Periksa metadata.** Berkas `skrip/kemas_plugin.py` memeriksa tiga hal: ada `__init__.py` dengan `classFactory`, semua bidang wajib `metadata.txt` terisi, dan versi berpola tiga angka. Bagian pemeriksa:

```
kemas_plugin.py
if g.get("version") and not POLA_VERSI.match(g["version"]):
    masalah.append("versi bukan pola mayor.minor.tambal: " + g["version"])
```

3. **Naikkan versi.** Ubah `version` di `metadata.txt` dan tambahkan baris di `changelog`. Misalnya dari 0.1.0 ke 0.1.1 untuk perbaikan kecil.
4. **Kemas.** Jalankan `python kemas_plugin.py`. Hasilnya `plugin_ringkas_kph-0.1.0.zip`. Satu aturan penting: isi zip harus berupa **satu folder** bernama sama dengan plugin. Folder itulah yang nanti berada di folder plugin QGIS.
5. **Pasang dari zip.** Pada mesin lain, buka **Plugins ► Manage and Install Plugins**, pilih **Install from ZIP**, lalu tunjuk berkas zip. [CEK]
6. **Terbitkan (bila perlu).** Repositori plugin resmi QGIS (plugins.qgis.org) menerima plugin yang metadata-nya lengkap. Syarat rinci, termasuk akun dan lisensi, perlu dibaca di situs itu. [CEK: tidak dilakukan penulis]
7. **Rawat.** Siapkan tempat pelaporan masalah (kolom `tracker`), perbaiki, naikkan versi, kemas ulang.

Hasil uji penulis: `kemas_plugin.py` untuk plugin Ringkas KPH menghasilkan "LOLOS" dan zip berisi satu folder `plugin_ringkas_kph/` dengan empat berkas: `icon.png`, `metadata.txt`, `ringkas_kph.py`, dan `__init__.py`. Uji tandingan dengan folder rusak (tanpa metadata dan tanpa `classFactory`) menghasilkan dua pesan masalah dan tidak membuat zip.

Buku ini tidak menerbitkan apa pun: Alamat `repository` dan `tracker` di metadata adalah alamat contoh (example.org). Mengganti dengan alamat nyata dan menerbitkan ke repositori resmi adalah keputusan Anda sendiri, di luar latihan buku ini.

Aturan hidup alat yang sehat

- **Jangan menyimpan kata sandi, kunci, atau alamat internal** di dalam kode alat. Alat yang dibagikan akan ikut membawanya.
- **Jangan menyertakan data asli** di dalam paket. Pakai data sintetis untuk contoh.
- **Cantumkan lisensi** dan penulis. Tanpa lisensi, orang lain tidak tahu apa yang boleh mereka lakukan.

- **Tulis pesan galat yang ramah.** "Pilih dulu satu layer vektor di panel Layers" lebih berguna daripada jejak galat panjang.
- **Catat apa yang sudah diuji, dan di versi mana.** Seperti pada buku ini: bagian yang belum teruji diberi tanda.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Bentuk berbagi tergantung jalurnya (Bab 1):

- **Python toolbox atau script tool:** bagikan berkas toolbox (.pyt atau .atbx) bersama folder skripnya. Penerima menyambungkannya lewat panel Catalog. [CEK]
- **Add-in .NET:** dikemas oleh Visual Studio menjadi berkas add-in yang dipasang oleh penerima. Pembuatannya mengikuti dokumentasi ArcGIS Pro SDK untuk .NET. [CEK]
- **Berbagi lewat portal:** alat geoprocessing dan layer juga bisa dibagikan lewat ArcGIS Online atau Enterprise, dengan pengaturan siapa yang boleh melihat. [CEK]

Aturan nomor versi, lisensi, dan perawatan berlaku sama.

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

Python add-in dikemas wizard menjadi satu berkas add-in yang bisa dibagikan. Penerima memasangnya lewat **Add-In Manager** atau dengan klik dua kali berkas itu. [CEK: dari dokumentasi Esri]

Toolbox Python dibagikan seperti di Pro. Karena ArcMap memakai Python 2.7, uji ulang kode di versi itu. [CEK]

Peta penutup: dari bahan ke produk

Enam bab seri ini membangun satu jalur kerja untuk KPH Contoh:

Bab	Produk	Berkas	Angka uji
1	Plugin Ringkas KPH	plugin_ringkas_kph/	16 objek, 16,00 ha
2	Processing script	kerapatan_hotspot.py	12 titik, 1 petak rawan (batas 2)
3	Peta web lokal	buat_peta_web.py	16 petak, 12 titik
4	Dasbor	buat_dasbor.py	385 titik panas, puncak 21 September
5	Model 3D	dsm_ke_obj.py	2.500 titik sudut, 4.802 segitiga
6	Paket rilis	kemas_plugin.py	zip 4 berkas

Ceklis kesiapan

Sebelum merasa mahir pada bahan seri ini, periksa dengan jujur:

- Saya bisa menjelaskan fungsi `initGui` dan `unload` pada plugin.
- Saya bisa menulis Processing script dengan parameter dan keluaran.
- Saya bisa menjelaskan perbedaan WMS, WFS, ubin, dan GeoJSON.
- Saya tahu mengapa CRS harus diubah sebelum ke web.
- Saya bisa membuat dasbor yang menjawab satu pertanyaan.
- Saya bisa menyebut skala vertikal pada model 3D.
- Saya tidak menaruh kata sandi atau data asli di dalam paket alat.

Cek paham

1. Kapan menaikkan angka mayor pada versi alat?
2. Mengapa isi zip plugin harus satu folder?
3. Apa risiko menaruh kata sandi di dalam kode plugin?

Jawaban:

1. Saat ada perubahan yang membuat pemakaian lama tidak lagi cocok.
2. Folder itulah yang diletakkan di folder plugin QGIS. Bila berkas berserakan, plugin tidak dikenali.
3. Siapa pun yang menerima plugin bisa membacanya.

Kesalahan umum

- **Zip berisi berkas langsung tanpa folder.** Plugin gagal dipasang. Kemas ulang dengan satu folder induk.
- **Versi tidak dinaikkan setelah perbaikan.** Pengguna tidak tahu mana yang terbaru. Naikkan versi tiap rilis.
- **Alamat contoh ikut terbit.** Ganti `example.org` sebelum menerbitkan sungguhan.
- **Tanpa lisensi.** Orang ragu memakai atau memperbaiki alat Anda. Cantumkan lisensi.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: Rilis berarti uji, beri versi, kemas, terbitkan, dan rawat. Nomor versi tiga angka menyampaikan jenis perubahan. Alat yang sehat tidak membawa rahasia dan menyebut lisensinya.

Latihan: Naikkan versi plugin ke 0.1.1, tambahkan baris changelog, lalu jalankan `kemas_plugin.py`. (Petunjuk: nama zip hasilnya `plugin_ringkas_kph-0.1.1.zip`.)

Tabel perbandingan: berbagi alat kustom

Hal	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Berkas yang dibagikan	Zip plugin	Toolbox atau add-in	Berkas add-in atau toolbox
Pemasangan	Install from ZIP	Sambung lewat Catalog atau pasang add-in	Add-In Manager atau toolbox
Penerbitan resmi	Repositori plugin QGIS	Lewat portal Esri [CEK]	Tidak ada padanan setara [CEK]

Lanjut belajar

Ini seri terakhir. Pindai kode QR ini untuk membuka seluruh seri buku GIS dan unduhannya.



Glosarium

Glosarium ini memuat istilah teknis yang dipakai di buku Seri M4. Cari istilah menurut abjad, lalu buka bab yang tertera bila Anda ingin membaca penjelasan lengkapnya.

3D (tiga dimensi): peta yang diberi sumbu tinggi, sehingga bukit dan tajuk tampak sebagai bentuk yang bisa diputar. *Bab 5.*

Add-in (add-in): paket tambahan yang menambah menu atau tombol di aplikasi. Di ArcGIS Pro dibuat dengan .NET, di ArcMap dengan Python. *Bab 1, 6.*

Alat geoprocessing (geoprocessing tool): alat analisis di ArcGIS yang muncul di panel Geoprocessing. Dibuat dengan Python lewat Python toolbox atau script tool. *Bab 1.*

@alg (dekorator): cara ringkas menulis Processing script untuk alat sederhana, tanpa kelas yang panjang. *Bab 2.*

Algoritma Processing (Processing algorithm): alat di QGIS yang punya parameter dan keluaran. Alat jenis ini bisa dipakai di Toolbox, Modeler, mode batch, dan Python. *Bab 2.*

ArcGIS Dashboards (ArcGIS Dashboards): tempat membuat dasbor interaktif di ArcGIS Online dan ArcGIS Enterprise. *Bab 4.*

ArcScene (ArcScene): aplikasi 3D terpisah di ArcMap, bagian dari ekstensi 3D Analyst. *Bab 5.*

Atribusi (attribution): pencantuman sumber peta dasar milik pihak lain, sesuai syaratnya. *Bab 3.*

Atribut (attribute): data yang menempel pada sebuah objek, misalnya nama KPH atau jenis tanaman. *Bab 3.*

[CEK] (tanda cek): penanda bahwa sebuah langkah belum diuji penulis. Cocokkan dengan perangkat Anda dan laporkan bila ada beda. *Pendahuluan.*

Changelog (changelog): catatan perubahan pada tiap versi alat. *Bab 6.*

classFactory (classFactory): fungsi pintu masuk plugin di `__init__.py`. QGIS memanggilnya saat memuat plugin. *Bab 1.*

CRS (coordinate reference system): sistem koordinat tempat posisi objek dinyatakan. Titik dan petak harus memakai CRS yang sama sebelum dibandingkan. *Bab 2, 3.*

Dasbor (dashboard): satu layar yang merangkum angka, grafik, dan peta untuk satu pertanyaan. *Bab 4.*

Dasbor statis (static dashboard): dasbor yang dibuat sekali dari data tertentu. Angkanya tidak berubah bila data berubah, jadi skrip harus dijalankan ulang. *Bab 4.*

Data Driven Pages (Data Driven Pages): fitur ArcMap yang disebut buku ini, bersama layout, untuk menghasilkan ringkasan PDF. *Bab 4.*

DataPlotly (DataPlotly): plugin QGIS untuk membuat grafik. *Bab 4.*

Data sintetis (synthetic data): data buatan untuk latihan. Hasilnya bukan kondisi lapangan sebenarnya. *Bab 4, 6.*

DSM (digital surface model): raster tinggi permukaan, termasuk tajuk pohon dan bangunan. *Bab 5.*

Feedback (feedback): saluran untuk mengirim kemajuan dan pesan dari alat ke pengguna. *Bab 2.*

Filter (filter): kontrol untuk menyaring tampilan dasbor, misalnya memilih satu KPH. *Bab 4.*

GeoJSON (GeoJSON): berkas teks berisi objek dan atribut. Cocok untuk data kecil yang ditaruh bersama halaman web. *Bab 3.*

Grafik tren (trend chart): garis yang menunjukkan perubahan menurut waktu. *Bab 4.*

iface (interface): "remote control" yang diberikan QGIS ke plugin untuk mengatur menu, tombol, dan pesan. *Bab 1.*

Indeks spasial (spatial index): indeks yang mempercepat pencarian titik di dalam poligon. *Bab 2.*

Indikator (indicator): satu angka besar yang penting di dasbor, misalnya total titik panas. *Bab 4.*

initGui (initGui): metode plugin yang membuat tombol dan menu. Pasangannya adalah `unload`. *Bab 1.*

Jalan sarad (skidding road): jalan untuk mengeluarkan kayu. *Bab 5.*

Kerapatan titik panas (hotspot density): jumlah titik panas dibagi luas petak dalam hektare. Satuannya titik per hektare. *Bab 2, 4.*

KPH Contoh: kantor pengelola hutan fiktif tempat semua cerita di buku ini terjadi. Isinya KPH Alpha, KPH Beta, dan KPH Gamma. *Pendahuluan.*

Layanan peta (map service): peta yang dilayani server dan bisa dipakai lewat jaringan. *Bab 3.*

Layout (layout): tata letak peta untuk dicetak atau diekspor ke PDF. Ini bukan dasbor, karena tidak interaktif. *Bab 4.*

Leaflet (Leaflet): pustaka JavaScript untuk menggambar peta di browser. *Bab 3.*

LiDAR (LiDAR): sumber point cloud, yaitu titik-titik tiga dimensi dari hasil survei. *Bab 5.*

Lisensi (license): aturan yang menyatakan apa yang boleh dilakukan orang lain dengan alat Anda. *Bab 6.*

Mesh (mesh, jaring): permukaan yang tersusun dari segitiga yang saling menempel. *Bab 5.*

metadata.txt (metadata.txt): kartu identitas plugin yang memuat nama, versi, penulis, dan bidang wajib lain. *Bab 1.*

Nomor versi (version number): tiga angka mayor.minor.tambal, misalnya 0.1.0. Mayor naik bila pemakaian lama tidak cocok, minor bila ada fitur baru, tambal bila hanya memperbaiki kesalahan. *Bab 6.*

OBJ (`.obj`): format berkas model 3D yang bisa dibuka di aplikasi lain, misalnya Blender. *Bab 5.*

Objek (feature): satu unit data di layer vektor, misalnya satu petak atau satu titik. *Bab 1.*

Parameter (parameter): isian formulir sebuah alat, misalnya layer masukan atau angka batas. *Bab 2.*

Petak: unit kerja berukuran 100 x 100 m (1 hektare) di KPH Contoh. Ada 16 petak. *Pendahuluan.*

Plugin (plugin): folder berisi kode Python yang dikenali QGIS, lalu muncul sebagai menu atau tombol. *Bab 1.*

Plugin Builder dan Plugin Reloader: dua plugin bantu pengembang. Yang pertama membuat kerangka plugin, yang kedua memuat ulang plugin tanpa menutup QGIS. *Bab 1.*

Point cloud (point cloud): kumpulan titik berkoordinat x, y, z dari LiDAR. *Bab 5.*

Popup (popup): jendela info yang muncul saat objek di peta web diklik. *Bab 3.*

Portal (portal): ArcGIS Online atau ArcGIS Enterprise, tempat ArcGIS Pro menerbitkan layer. *Bab 3.*

Processing script: berkas Python yang mendaftarkan algoritma baru ke Processing Toolbox QGIS. *Bab 2.*

Processing Toolbox: panel QGIS tempat alat Processing, termasuk script Anda, ditampilkan. *Bab 2.*

Python Add-In Wizard: alat bantu di ArcMap yang membuat kerangka add-in Python dan berkas `config.xml`. *Bab 1.*

Python toolbox (.pyt): berkas Python di ArcGIS yang memuat kelas `Toolbox` dan kelas alat. *Bab 1.*

qgis2web: plugin QGIS yang mengeksport proyek menjadi peta web Leaflet atau OpenLayers berupa berkas statis. *Bab 3.*

qgis_process: perintah baris perintah untuk menjalankan algoritma Processing tanpa membuka jendela QGIS. *Bab 2.*

QGIS Server: layanan yang menyajikan proyek QGIS sebagai WMS, WFS, dan layanan lain. *Bab 3.*

QgsProcessingAlgorithm: kelas induk semua algoritma Processing. *Bab 2.*

Raster (raster): data berbentuk kotak-kotak bernilai. Di bab ini rasternya menyimpan tinggi, misalnya DSM. *Bab 5.*

Repositori (repository): tempat menyimpan dan menerbitkan kode atau paket. *Bab 6.*

Rilis (release): versi alat yang sudah diuji, diberi nomor, dan dikemas untuk dipakai orang lain. *Bab 6.*

Scene (scene): tampilan 3D di ArcGIS Pro. Bisa berupa scene lokal untuk area kecil atau scene global. *Bab 5.*

Script tool (script tool): alat ArcGIS yang menjalankan berkas Python. Padanan terdekat Processing script. *Bab 1, 2.*

Server lokal (local server): server yang hanya bisa dibuka dari komputer Anda sendiri lewat alamat 127.0.0.1. Aman untuk latihan. *Bab 3.*

Sink (sink): tempat keluaran alat ditulis. Pengguna memilih layer sementara atau berkas. *Bab 2.*

Skala vertikal (vertical scale): pengali tinggi supaya bentuk landai terlihat jelas. Nilainya harus selalu ditulis. *Bab 5.*

Terrain (terrain): permukaan dasar 3D yang dibentuk dari raster tinggi. *Bab 5.*

Titik panas (hotspot): titik yang menandai lokasi panas pada data latihan. Dihitung per petak dan per hari. *Bab 2, 4.*

Tracker (tracker): tempat pengguna melaporkan masalah pada alat Anda. *Bab 6.*

Ubin (tile): kepingan gambar peta kecil bernomor x, y, dan zoom. Sangat cepat untuk peta dasar. *Bab 3.*

unload (unload): metode plugin yang membersihkan menu dan tombol saat plugin dimatikan. *Bab 1.*

UTM (Universal Transverse Mercator): sistem koordinat terproyeksi dalam meter. Data latihan memakai WGS 84 / UTM zona 49S (EPSG:32749). *Pendahuluan, 3.*

Web layer (web layer): layer yang diterbitkan dari ArcGIS Pro ke portal. Web feature layer mendukung kueri, tampilan, dan penyuntingan. *Bab 3.*

Web map (web map): peta yang digambar di dalam browser memakai data yang dikirim lewat internet atau jaringan. *Bab 3.*

Web Mercator (EPSG:3857): sistem koordinat yang dipakai ubin web. Data UTM harus diubah dulu sebelum ke web. *Bab 3.*

WFS (Web Feature Service): layanan yang mengirim objek beserta atribut. Lebih berat, tetapi bisa difilter dan dianalisis. *Bab 3.*

WMS (Web Map Service): layanan yang mengirim gambar peta jadi. Ringan, tetapi atribut tidak bisa ditanya. *Bab 3.*

ZIP, Install from (Install from ZIP): pilihan di Plugin Manager untuk memasang plugin dari berkas zip. Isi zip harus berupa satu folder. *Bab 6.*

Daftar Pustaka

Daftar ini memuat sumber yang dipakai menyusun buku ini. Semua tautan dibuka dan dicek pada 7 Oktober 2026. Dokumentasi QGIS yang dibuka bernomor versi 3.44; tahun terbit halaman dokumentasi tidak tertera, sehingga ditulis (t.t.).

Dokumentasi resmi

- Esri. (t.t.). *Convert a map to a scene*. ArcGIS Pro documentation (versi 3.3). <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.3/get-started/convert-a-map-to-a-scene.htm>.
- Esri. (t.t.). *Creating an add-in project*. ArcGIS Desktop documentation (ArcMap). <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/analyze/python-addins/creating-an-add-in-project.htm>.
- Esri. (t.t.). *3D Analyst and ArcScene*. ArcGIS Desktop Help (versi 10.5). <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.5/extensions/3d-analyst/3d-analyst-and-arcscene.htm>.
- Esri. (t.t.). *Publish a map service from ArcMap*. ArcGIS Desktop documentation (ArcMap). <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/publish-map-services/publishing-a-map-service.htm>.
- Esri. (t.t.). *Python toolbox template*. ArcGIS Pro documentation. https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/arcpy/geoprocessing_and_python/a-template-for-python-toolboxes.html.
- Esri. (t.t.). *Serial chart*. ArcGIS Dashboards documentation. <https://doc.arcgis.com/en/dashboards/latest/get-started/serial-chart.htm>.
- Esri. (t.t.). *Share a web feature layer*. ArcGIS Pro documentation. <https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/help/sharing/overview/web-feature-layer.html>.
- Esri. (t.t.). *ArcGIS Pro SDK for Microsoft .NET*. GitHub (Esri/arcgis-pro-sdk). <https://github.com/Esri/arcgis-pro-sdk/>.
- QGIS Project. (t.t.). *3D Map View*. QGIS Documentation (versi 3.44). https://docs.qgis.org/3.44/en/docs/user_manual/map_views/3d_map_view.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Migrate Your Plugin to QGIS 4*. QGIS Plugins. <https://plugins.qgis.org/docs/migrate-qgis4>.
- QGIS Project. (t.t.). *QGIS Server Guide/Manual*. QGIS Documentation. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/server_manual/index.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Structuring Python Plugins*. Dalam PyQGIS Developer Cookbook, QGIS Documentation (versi 3.44). https://docs.qgis.org/latest/en/docs/pyqgis_developer_cookbook/plugins/plugins.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Writing new Processing algorithms as Python scripts*. Dalam QGIS User Manual, QGIS Documentation (versi 3.44). https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/processing/scripts.html.

Makalah dan buku

- Butler, H., Daly, M., Doyle, A., Gillies, S., Hagen, S., & Schaub, T. (2016). *The GeoJSON Format* (RFC 7946). Internet Engineering Task Force (IETF).
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7946>.

Data dan layanan

- Agafonkin, V., & kontributor Leaflet. (t.t.). *Leaflet: a JavaScript library for interactive maps*.
<https://leafletjs.com/>.
- Ghetta, M. (t.t.). *Data Plotly*. QGIS Plugins. <https://plugins.qgis.org/plugins/DataPlotly/>.
- Ordonselli, A., Chadwin, T., Klinger, R., Olaya, V., & Dawson, N. (t.t.). *qgis2web*. QGIS Plugins.
<https://plugins.qgis.org/plugins/qgis2web/>.
- QGIS Project. (t.t.). *QGIS Plugins Web Portal*. <https://plugins.qgis.org/>.

Aplikasi Live Penulis

Berikut aplikasi web milik penulis yang bisa Anda buka langsung. Daftar ini dicek pada 7 Oktober 2026. Sumbernya bagian Aplikasi Live di <https://badarmubarok.id/#aplikasi-live>.

No.	Aplikasi	Tautan
1	SIM RHL — Sistem Informasi Manajemen Rehabilitasi Hutan dan Lahan (Fakultas Kehutanan UGM), Versi PC	https://simrhl.badarmubarok.id
2	SIM RHL, Versi HP	https://m.simrhl.badarmubarok.id
3	ScienceThink — RAD Tool (Rapid Application Development)	https://sciencethink.badarmubarok.id
4	Peta Landsystem Indonesia — peta landsystem dan peta tematik lainnya	https://landsystem.badarmubarok.id
5	Analisis Kebutuhan Unsur Hara — aplikasi Web GIS analisis unsur hara	https://unsurhara.badarmubarok.id
6	Analisa Karbon — Web GIS estimasi cadangan karbon dari citra satelit	https://karbon.badarmubarok.id
7	Aplikasi Deforestasi — deteksi perubahan tutupan hutan (2001–2025)	https://deforestasi.badarmubarok.id
8	Deteksi Area Terbakar — pemetaan tingkat keparahan area terbakar (NBR/dNBR)	https://kebakaran.badarmubarok.id
9	Mata Elang — platform deteksi konservasi berbasis AI	https://mataelang.badarmubarok.id
10	SIM Konflik — Sistem Informasi Manajemen Konflik	https://simkonflik.badarmubarok.id
11	Seri Buku GIS Kehutanan dan Pertanian — 12 buku praktik GIS (dalam bahasa Indonesia)	https://badarmubarok.id/buku-gis/

MASTER CLASS • SERI M4

PENGEMBANGAN DAN PUBLIKASI

Dari skrip menjadi alat, dari hasil analisis menjadi peta web, dasbor, dan model 3D (kehutanan dan pertanian).

Yang akan Anda pelajari

- 1 Satu Tombol untuk Satu Pekerjaan: Plugin dan Alat Kustom
- 2 Resep Sekali Tulis, Dipakai Berkali-kali: Processing Script
- 3 Peta yang Bisa Dibuka dari Ponsel: Web Map dan Layanan
- 4 Satu Layar, Semua Jawaban: Dasbor
- 5 Melihat Hutan sebagai Ruang: Tiga Dimensi
- 6 Dari Meja Sendiri ke Tangan Orang Lain: Rilis dan Perawatan



**Pindai untuk membuka
seluruh seri buku GIS**

Buku PDF, paket data, dan skrip
<https://badarmubarok.id/buku-gis/>