

DATA VEKTOR ATRIBUT & DIGITASI

BASIC CLASS | SERI B2 | KEHUTANAN & PERTANIAN



DAFTAR ISI

Pendahuluan: Dari Peta yang Dilihat ke Data yang Dikerjakan.....	1
Prasyarat.....	1
Cara membaca buku ini.....	1
Peta isi buku.....	2
Kelanjutan cerita: KPH Contoh.....	2
Perangkat dan data.....	2
Hak cipta dan penggunaan.....	3
Unduhan: buku dan paket data.....	3
BAB 1: Kartu Data Tiap Petak: Membaca Tabel Atribut.....	5
Studi kasus: "Berapa petak jati kita?".....	5
Konsep: tabel atribut dalam tiga kalimat.....	5
Empat tipe data yang sering Anda temui.....	6
Angka dari data latihan.....	6
Bagian A: Membaca tabel atribut di QGIS.....	7
Menambah field kosong.....	7
Pilihan: membaca tabel lewat Python.....	7
Bagian B: ArcGIS Pro.....	8
Bagian C: ArcMap 10.8.....	8
BAB 2: Pilih yang Anda Butuhkan: Query dan Seleksi.....	10
Studi kasus: "Hanya jati yang tua, tolong".....	10
Konsep: query dan seleksi dalam tiga kalimat.....	10
Cara menulis syarat.....	10
Angka dari data latihan.....	11
Bagian A: Memilih objek di QGIS.....	13
Seleksi dengan ekspresi.....	13
Seleksi dengan nilai (tanpa menulis ekspresi).....	13
Memfilter layer.....	13
Seleksi menurut lokasi.....	13
Menyimpan hasil seleksi.....	14
Pilihan: seleksi lewat Python.....	14
Bagian B: ArcGIS Pro.....	14
Bagian C: ArcMap 10.8.....	15
BAB 3: Menggambar Sendiri: Digitasi dan Edit Objek.....	17
Studi kasus: "Jalan dan persemaian belum ada di peta".....	17
Konsep: digitasi dalam tiga kalimat.....	17
Aturan emas: edit hanya satu layer pada satu waktu.....	17
Angka dari data latihan.....	18
Bagian A: Menggambar dan mengedit di QGIS.....	19
Menyiapkan lapisan dan snapping.....	19
Menggambar jalan (garis).....	19
Menggambar persemaian (poligon).....	19
Memperbaiki simpul yang meleset.....	19
Membelah petak P-12.....	20
Pilihan: menggambar lewat Python.....	20

Bagian B: ArcGIS Pro.....	20
Bagian C: ArcMap 10.8.....	21
BAB 4: Rapat Tanpa Celah: Topologi Dasar.....	23
Studi kasus: "Luas totalnya tidak pas".....	23
Konsep: topologi dalam tiga kalimat.....	23
Mengapa galat kecil tetap berbahaya.....	23
Angka dari data latihan.....	24
Bagian A: Memeriksa topologi di QGIS.....	25
Langkah 1: periksa geometri tidak sah.....	25
Langkah 2: perbaiki geometri tidak sah.....	25
Langkah 3: cari duplikat, tumpang tindih, dan celah.....	25
Langkah 4: perbaiki.....	26
Memeriksa dengan aturan: Topology Checker.....	26
Pilihan: pemeriksaan lewat Python.....	26
Bagian B: ArcGIS Pro.....	27
Bagian C: ArcMap 10.8.....	27
BAB 5: Hitung Sekali, Berlaku untuk Semua: Kalkulasi Field.....	29
Studi kasus: "Luas di tabel itu hasil ukur lama".....	29
Konsep: kalkulasi field dalam tiga kalimat.....	29
Ekspresi yang akan Anda pakai.....	30
Tiga hal yang sering mengejutkan.....	30
Angka dari data latihan.....	30
Bagian A: Field Calculator di QGIS.....	31
Menghitung luas.....	31
Menghitung kolom lain, satu per satu.....	31
Memperbarui kolom yang sudah ada.....	32
Mengisi panjang jalan dan luas persemaian.....	32
Field virtual.....	32
Pilihan: kalkulasi lewat Python.....	32
Bagian B: ArcGIS Pro.....	32
Bagian C: ArcMap 10.8.....	33
BAB 6: Sambungkan Dua Tabel: Join.....	35
Studi kasus: "Datanya ada di dua berkas".....	35
Konsep: join dalam tiga kalimat.....	35
Kunci harus persis sama.....	35
Angka dari data latihan.....	36
Bagian A: Join di QGIS.....	37
Langkah 1: muat tabel CSV.....	37
Langkah 2: join tetap (menghasilkan layer baru).....	37
Langkah 3: perbaiki kunci.....	37
Langkah 4: hitung dari hasil join.....	38
Join virtual (tanpa berkas baru).....	38
Pilihan: join lewat Python.....	38
Bagian B: ArcGIS Pro.....	39
Bagian C: ArcMap 10.8.....	39
BAB 7: Laporan untuk Kepala Seksi: Memadukan Semuanya.....	41
Studi kasus: "Besok pagi saya butuh rekapnya".....	41

Konsep: alur kerja data vektor dalam tiga kalimat.....	41
Angka dari data latihan.....	41
Bagian A: Menyusun laporan di QGIS.....	43
Persiapan.....	43
Hal 1: jumlah pohon per KPH.....	43
Hal 2: petak yang datanya belum lengkap.....	43
Hal 3: jati tua menurut volume.....	43
Menutup pekerjaan.....	43
Pilihan: laporan lewat Python.....	43
Bagian B: ArcGIS Pro.....	44
Bagian C: ArcMap 10.8.....	44
Ceklis kesiapan menuju B3 dan B4.....	44
Penutup dan jalan ke seri berikutnya.....	45
Lanjut belajar.....	45
Glosarium.....	47
Daftar Pustaka.....	50
Dokumentasi resmi.....	50
Aplikasi Live Penulis.....	51

Pendahuluan: Dari Peta yang Dilihat ke Data yang Dikerjakan

Buku ini adalah **Seri B2** dari kelas Basic. Di B1 Anda belajar membuka peta. Di sini Anda belajar **bekerja dengan isi data vektor**: membaca tabelnya, memilih bagian yang dibutuhkan, menggambar objek baru, merapikannya, lalu menghitung dan menggabungkan angka.

Setelah selesai, Anda bisa menjawab pertanyaan seperti "petak jati mana yang ditanam sebelum 2010?" atau "berapa pohon per hektare di tiap petak?" Anda juga bisa menggambar jalan atau lahan baru dengan rapi.

Prasyarat

Anda sudah menyelesaikan **Seri B1**, atau setara. Anda perlu bisa:

- membuka data vektor dan memuatnya ke proyek;
- membedakan vektor dan raster;
- memeriksa CRS dan tahu kapan harus Reproject;
- menyimpan dan membuka proyek.

Bila salah satu masih ragu, baca ulang bab terkait di B1. Seri ini tidak mengulangnya.

Cara membaca buku ini

Pola tiap bab sama dengan B1:

- **Studi kasus**: masalah kecil dari KPH Contoh.
- **Konsep**: inti gagasan dalam tiga kalimat, dengan analogi.
- **Langkah**: **Bagian A** untuk QGIS (acuan utama, paling lengkap). **Bagian B** untuk ArcGIS Pro. **Bagian C** untuk ArcMap 10.8. Bila sebuah fitur tidak ada di perangkat tertentu, buku ini menyebutnya terus terang.
- **Cek paham, Kesalahan umum, Ringkasan dan latihan, dan Tabel perbandingan**.

Pilih satu perangkat, lalu ikuti bagian yang cocok. Langkah bertanda **[CEK]** perlu Anda cocokkan dengan layar Anda. Laporkan bila berbeda.

Peta isi buku

Bab	Anda belajar	Hasil akhirnya
1	Tabel atribut	Anda bisa membaca dan mengurutkan data petak
2	Query dan seleksi	Anda bisa memilih objek dengan syarat
3	Digitasi dan edit	Anda bisa menggambar dan membelah objek
4	Topologi dasar	Anda bisa menemukan dan memperbaiki galat bentuk
5	Kalkulasi field	Anda bisa menghitung kolom baru dengan ekspresi
6	Join	Anda bisa menggabungkan tabel dari luar
7	Laporan akhir	Anda memadukan semuanya untuk Kepala Seksi

Kelanjutan cerita: KPH Contoh

Cerita masih berlangsung di **KPH Contoh**, kantor pengelola hutan fiktif. Tokohnya tetap **Analisis Muda** (itu Anda) dan **Kepala Seksi**. Semua nama dan peristiwa fiktif. Hasil hitung dari data latihan **bukan** kondisi hutan sebenarnya.

Wilayah KPH Contoh kini dibagi lagi menjadi **16 petak** bernomor P-01 sampai P-16. Petak P-01, P-02, P-05, P-06 masuk KPH Alpha. Petak P-03, P-04, P-07, P-08 masuk KPH Beta. Delapan petak di utara (P-09 sampai P-16) masuk KPH Gamma. Luas ketiga KPH tetap 4, 4, dan 8 hektare, sama seperti di B1.

Perangkat dan data

- **QGIS**: buku ini memakai QGIS 4.x. Tampilan versi lain bisa sedikit berbeda.
- **ArcGIS Pro** dan **ArcMap 10.8**: bagian B dan C.
- **Paket data**: folder `paket-b2` dari penulis. Semua data berkoordinat WGS 84 / UTM zona 49S (EPSG:32749).

Berkas	Isi	Dipakai di bab
Petak_KPH.gpkg	16 petak (poligon) dengan jenis pohon, tahun tanam, status	1, 2, 3, 5, 6, 7
Titik_Plot.gpkg	24 titik plot ukur pohon	2
Citra_Sketsa.tif	citra latar buatan untuk latihan menggambar	3
Jalan_Baru.gpkg, Persemaian_Baru.gpkg	lapisan kosong tempat Anda menggambar	3
Petak_Rusak.gpkg	petak dengan galat bentuk yang sengaja dibuat	4
Inventarisasi.csv	tabel jumlah pohon dan volume per petak	6, 7

Skrip Python (`skrip/b2_01_atribut.py` dan seterusnya) bersifat **pilihan**. Semua pekerjaan di buku bisa dilakukan dengan menu. Skrip hanya memberi cara lain dan bukti hitungan.

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.

Bekerjalah di salinan: Salin `paket-b2` ke folder kerja `KPH_Contoh`, lalu bekerja di salinan itu. Data asli di paket tetap utuh untuk mengulang latihan.

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 B2	https://badarmubarok.id/buku-gis/b2/unduhannya.html	semua berkas seri ini
Buku (PDF)	https://badarmubarok.id/buku-gis/b2/unduhannya/BUKU-B2.pdf	buku ini dalam PDF
Paket data latihan	https://badarmubarok.id/buku-gis/b2/unduhannya/data-sintetis-b2.zip	data sintetis latihan
Skrip (zip)	https://badarmubarok.id/buku-gis/b2/unduhannya/skrip-b2.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 B2.



BAB 1: Kartu Data Tiap Petak: Membaca Tabel Atribut

Studi kasus: "Berapa petak jati kita?"

Kepala Seksi membuka rapat dengan satu pertanyaan, "Dari 16 petak, berapa yang ditanami jati? Dan tahun berapa tanaman tertua kita?" Jawabannya tidak ada di gambar peta. Jawabannya ada di **tabel** yang menempel pada tiap petak. Bab ini mengajarkan cara membaca tabel itu.

Konsep: tabel atribut dalam tiga kalimat

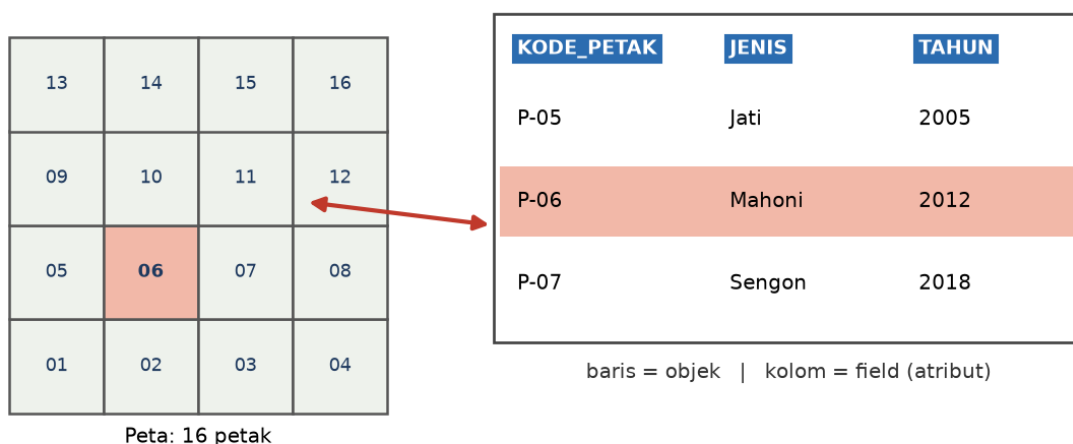
Tiap objek di peta punya **kartu data**, seperti kartu anggota perpustakaan yang memuat nama, alamat, dan nomor. Kumpulan semua kartu itu disebut **tabel atribut**. Satu kartu menjadi satu **baris**, dan tiap keterangan di kartu menjadi satu **kolom** (disebut juga **field**).

Istilah baru bab ini:

- **Tabel atribut**: tabel yang menyimpan keterangan tiap objek peta.
- **Baris (record)**: satu objek, misalnya satu petak.
- **Field**: satu kolom keterangan, misalnya `JENIS`.
- **Tipe data**: jenis isi sebuah field (teks, bilangan bulat, desimal, tanggal).
- **ID unik**: nomor atau kode yang tidak pernah sama antarbaris.

Ilustrasi 1.1: Baris tabel dan objek peta

Satu baris tabel = satu objek di peta



Peta: 16 petak

Skema; bukan tangkapan layar

Empat tipe data yang sering Anda temui

Tipe	Contoh isi	Contoh field di data latihan
Teks	Jati, P-05	JENIS, KODE_PETAK
Bilangan bulat	2008	TAHUN_TANAM
Desimal	1,05	LUAS_LAMA_HA
Tanggal	2026-05-04	TGL_UKUR (di bab 6)

Tipe data penting karena menentukan apa yang boleh dilakukan. Teks tidak bisa dijumlahkan. Angka bisa. Bila angka tahun tersimpan sebagai teks, urutannya bisa kacau.

Angka dari data latihan

Petak_KPH.gpkg berisi 16 baris dan enam field: KODE_PETAK, NAMA_KPH, JENIS, TAHUN_TANAM, STATUS, LUAS_LAMA_HA.

Pertanyaan	Jawaban dari tabel
Jumlah petak	16
Jati	5 petak (P-01, P-02, P-05, P-09, P-13)
Mahoni	4 petak
Sengon	4 petak
Akasia	3 petak
Tahun tanam tertua	2005 (P-05 dan P-13)
Tahun tanam termuda	2020 (P-15)
Rata-rata tahun tanam	2012,94

Jadi jawaban untuk Kepala Seksi: **5 petak jati**, dan tanaman tertua ditanam **2005**.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Membaca tabel atribut di QGIS

1. Buka proyek baru. Tambahkan `Petak_KPH.gpkg` lewat **Layer ► Data Source Manager** (Ctrl+L), tab **Vector**. Pilih layer `Petak`.
2. Klik layer `Petak` di panel Layers. Buka tabelnya lewat **Layer ► Open Attribute Table** (atau tekan **F6**). Anda melihat 16 baris.
3. Perhatikan judul kolom di bagian atas. Itu nama field. Kolom `fid` adalah ID unik yang dibuat GeoPackage.
4. Klik nama kolom `TAHUN_TANAM` sekali. Tabel terurut dari tahun terkecil. Klik lagi, urutannya terbalik. Baris teratas kini menunjukkan 2005.
5. Klik **nomor baris** di sisi kiri tabel, misalnya baris P-06. Baris itu berwarna biru, dan petaknya menyala kuning di peta.
6. Tahan **Ctrl** lalu klik nomor beberapa baris lain untuk memilih lebih dari satu. Klik tombol **Move selection to top** untuk membawa baris terpilih ke atas tabel.
7. Lepas semua pilihan dengan **Ctrl+Shift+A** (Deselect all).
8. Untuk melihat satu petak per layar, klik ikon **Form view** di kanan bawah tabel. Klik ikon **Table view** untuk kembali.
9. Cek tipe data: tutup tabel, klik dua kali layer `Petak`, buka tab **Fields**. Kolom **Type** menampilkan tipe tiap field, misalnya `String` untuk teks dan `Integer` untuk bilangan bulat.
10. Lihat ringkasan angka: buka panel **Statistical Summary** (menu **View ► Statistical Summary**) [CEK: letak menu]. Pilih layer `Petak` dan field `TAHUN_TANAM`. Panel menampilkan Count 16, Minimum 2005, Maximum 2020, dan Mean 2012,94.

Hasilnya: Anda membaca tabel, mengurutkannya, dan menjawab pertanyaan Kepala Seksi tanpa menghitung manual.

Menambah field kosong

Bila perlu kolom baru, misalnya `CATATAN`:

1. Buka tabel, klik **Toggle editing mode** (ikon pensil) atau tekan **Ctrl+E**.
2. Klik **New field** (atau **Ctrl+W**).
3. Isi **Name** `CATATAN`, **Type** `Text (string)`, lalu klik **OK**.
4. Klik ikon pensil lagi, lalu pilih **Save** pada pertanyaan yang muncul.

Tabel hanya bisa diubah bila mode edit menyala: Bila Anda mengetik di sel tabel tetapi tidak ada yang berubah, periksa ikon pensil. Mode edit harus menyala. Mode edit dibahas lengkap di bab 3.

Pilihan: membaca tabel lewat Python

Skrip 1.1 (`skrip/b2_01_atribut.py`) membaca layer yang sama dari Python Console. Ubah baris `DATA` sesuai lokasi folder Anda.

```
python
import os
from qgis.core import QgsVectorLayer

DATA = "C:/KPH_Contoh/paket-b2"
petak = QgsVectorLayer(DATA + "/Petak_KPH.gpkg|layername=Petak", "Petak", "ogr")
print("Jumlah baris:", petak.featureCount())
for fld in petak.fields():
    print(fld.name(), "-", fld.typeName())
print("Jenis unik:", sorted(set(f["JENIS"] for f in petak.getFeatures())))
```

Hasil uji: 16 baris, enam field ditambah fid, dan jenis unik Akasia, Jati, Mahoni, Sengon.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

1. Tambahkan Petak_KPH.gpkg ke peta. Pilih layer Petak.
2. Klik kanan layer di panel **Contents**, lalu pilih **Attribute Table**. [CEK]
3. Klik nama kolom untuk mengurutkan. Klik kanan nama kolom untuk pilihan **Sort Ascending** atau **Sort Descending**. [CEK]
4. Untuk melihat tipe data, klik kanan layer, pilih **Data Design ► Fields**. [CEK]
5. Untuk menambah field kosong, buka tampilan **Fields** di atas, lalu isi baris kosong paling bawah (nama, tipe). Simpan lewat tab **Fields ► Save**. [CEK]
6. Untuk ringkasan angka, klik kanan nama kolom, lalu pilih **Statistics**. [CEK]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Tambahkan Petak_KPH.gpkg (atau Shapefile ekuivalennya). [CEK]
2. Klik kanan layer di Table of Contents, lalu pilih **Open Attribute Table**.
3. Klik kanan nama kolom, lalu pilih **Sort Ascending** atau **Sort Descending**.
4. Klik kanan nama kolom, lalu pilih **Statistics** untuk ringkasan angka. [CEK]
5. Untuk menambah field, klik tombol **Table Options** di kiri atas tabel, lalu pilih **Add Field**. [CEK]

Cek paham

1. Apa beda baris dan field?
2. Mengapa tahun tanam sebaiknya disimpan sebagai bilangan bulat, bukan teks?
3. Pada data latihan, berapa petak jati dan tahun tanam tertuanya?

Jawaban:

1. Baris adalah satu objek (satu petak). Field adalah satu kolom keterangan, misalnya JENIS.
2. Supaya bisa diurutkan dan dihitung sebagai angka. Teks diurutkan huruf demi huruf, hasilnya bisa menyesatkan.

3. Lima petak jati. Tahun tertua 2005.

Kesalahan umum

- **Mengetik di tabel tanpa menyalakan mode edit.** Perubahan tidak tersimpan. Nyalakan pensil dulu, lalu simpan.
- **Mengira urutan tabel mengubah data.** Mengurutkan hanya mengubah tampilan, bukan isi.
- **Lupa melepas pilihan.** Baris yang masih terpilih ikut terhitung di alat berikutnya. Lepas dengan Ctrl+Shift+A.
- **Mengubah nama field sembarangan pada data bersama.** Skrip atau proyek orang lain bisa gagal. Tambah field baru, jangan ganti nama yang sudah dipakai.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: tabel atribut adalah kumpulan kartu data. Baris adalah objek, kolom adalah field. Tipe data menentukan apa yang boleh dilakukan pada sebuah field. Anda bisa mengurutkan, memilih baris, dan melihat ringkasan angka tanpa mengubah data.

Latihan: dengan tabel *Petak*, cari (a) jumlah petak berstatus *Lindung*, (b) jenis pohon di petak P-11, dan (c) petak dengan tahun tanam 2010. (Jawaban: dua petak, yaitu P-06 dan P-13; Sengon; P-09.)

Tabel perbandingan: membaca tabel atribut

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Membuka tabel	Layer ► Open Attribute Table (F6)	Klik kanan layer ► Attribute Table	Klik kanan layer ► Open Attribute Table
Mengurutkan	Klik judul kolom	Klik kanan judul kolom ► Sort	Klik kanan judul kolom ► Sort
Melihat tipe data	Properties ► Fields	Data Design ► Fields [CEK]	Properties ► Fields [CEK]
Ringkasan angka	Panel Statistical Summary	Klik kanan kolom ► Statistics [CEK]	Klik kanan kolom ► Statistics [CEK]
Menambah field	Ctrl+W dalam mode edit	Tampilan Fields [CEK]	Table Options ► Add Field [CEK]

BAB 2: Pilih yang Anda Butuhkan: Query dan Seleksi

Studi kasus: "Hanya jati yang tua, tolong"

Kepala Seksi ingin daftar **petak jati yang ditanam sebelum 2010**. Ia juga ingin tahu plot ukur mana yang **sehat** dan berdiameter besar. Menyisir 16 baris dengan mata memang bisa, tetapi lambat dan mudah keliru. Bayangkan bila petaknya 1.600. Bab ini mengajarkan cara menyuruh GIS memilih objek berdasarkan syarat.

Konsep: query dan seleksi dalam tiga kalimat

Seleksi adalah menandai objek yang Anda butuhkan, seperti memberi stabilo pada baris tertentu di daftar. **Query** (ekspresi) adalah kalimat syarat yang dibaca GIS untuk memutuskan baris mana yang distabilo, misalnya "jenis sama dengan Jati dan tahun tanam kurang dari 2010". Hasil seleksi bisa Anda hitung, simpan sendiri, atau pakai sebagai bahan alat berikutnya.

Istilah baru bab ini:

- **Seleksi:** menandai objek terpilih tanpa mengubah datanya.
- **Query/ekspresi:** kalimat syarat yang dievaluasi untuk tiap baris.
- **Operator logika:** kata penghubung syarat (**AND**, **OR**, **NOT**).
- **Filter:** menyembunyikan objek yang tidak memenuhi syarat.
- **Seleksi menurut lokasi:** memilih objek berdasarkan letaknya terhadap objek lain.

Ilustrasi 2.1: Tiga ekspresi dan hasil seleksinya

Ekspresi menyaring baris, peta ikut menyala

JENIS = 'Jati'				JENIS = 'Jati' DAN TAHUN_TANAM < 2010				JENIS = 'Jati' ATAU STATUS = 'Lindung'			
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
09	10	11	12	09	10	11	12	09	10	11	12
05	06	07	08	05	06	07	08	05	06	07	08
01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04
5 petak terpilih				4 petak terpilih Skema; bukan tangkapan layar				6 petak terpilih			

Cara menulis syarat

Tiga aturan menghemat banyak galat:

1. **Nama field** ditulis dengan tanda kutip ganda: "JENIS".

2. **Nilai teks** ditulis dengan tanda kutip tunggal: 'Jati'.
3. **Angka** ditulis tanpa tanda kutip: 2010.

Beberapa pola yang akan Anda pakai:

Maksud	Ekspresi
Sama dengan	"JENIS" = 'Jati'
Tidak sama dengan	"JENIS" <> 'Jati'
Lebih kecil	"TAHUN_TANAM" < 2010
Salah satu dari	"JENIS" IN ('Jati', 'Mahoni')
Diawali huruf tertentu	"JENIS" LIKE 'S%'
Kedua syarat benar	"JENIS" = 'Jati' AND "TAHUN_TANAM" < 2010
Salah satu syarat benar	"JENIS" = 'Jati' OR "STATUS" = 'Lindung'
Isi kosong	"CATATAN" IS NULL

Tanda % pada LIKE berarti "huruf apa saja". LIKE membedakan huruf besar dan kecil. Bila tidak ingin dibedakan, pakai ILIKE. NULL berarti sel kosong. Untuk memeriksanya, pakai IS NULL, bukan = NULL.

Angka dari data latihan

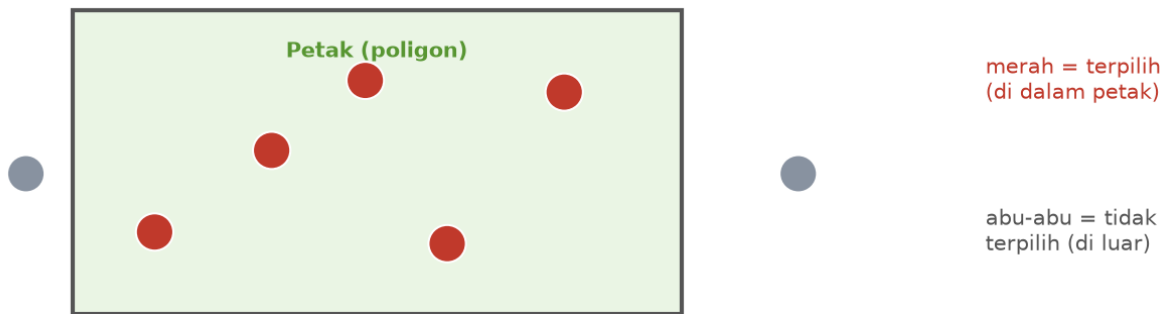
Hasil di bawah diuji dengan skrip 2.1 di QGIS 4.0.2.

Syarat	Petak terpilih
"JENIS" = 'Jati' AND "TAHUN_TANAM" < 2010	4 petak: P-01, P-02, P-05, P-13
"STATUS" = 'Produksi' AND "JENIS" <> 'Jati'	8 petak
"JENIS" LIKE 'S%' OR "STATUS" = 'Lindung'	6 petak: P-04, P-06, P-07, P-11, P-13, P-15
Balikkan seleksi baris di atas	10 petak

Pada lapisan Titik_Plot (24 titik): **22 titik berada di dalam petak** dan 2 di luar (PL-23 dan PL-24). Dari 22 titik itu, **5 plot** berstatus Sehat dengan diameter 30 cm ke atas.

Ilustrasi 2.2: Seleksi titik menurut lokasi

Seleksi menurut lokasi: titik di dalam atau di luar petak



Skema; bukan tangkapan layar

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Memilih objek di QGIS

Seleksi dengan ekspresi

1. Tambahkan `Petak_KPH.gpkg` (layer Petak) dan `Titik_Plot.gpkg`. Klik layer Petak.
2. Buka **Select Features by Expression** (menu **Edit ► Select ► Select Features by Expression...**, atau **Ctrl+F3**) [CEK: letak menu]. Tombol yang sama ada di tabel atribut.
3. Ketik ekspresi di kotak atas:

ekspresi

```
"JENIS" = 'Jati' AND "TAHUN_TANAM" < 2010
```

4. Klik **Select Features**, lalu **Close**. Peta menyalakan empat petak. Pada bar bawah tabel atribut tertulis jumlah terpilih: 4.
5. Buka tabel atribut (F6). Klik **Show Selected Features** di kiri bawah tabel agar hanya baris terpilih yang tampil. Anda melihat P-01, P-02, P-05, P-13.
6. Untuk menggabungkan syarat baru dengan seleksi lama, pilih menu kecil di sebelah tombol **Select Features: Select Features, Add to Current Selection, Remove from Current Selection**, atau **Select Within Selection**. Contoh: setelah langkah 4, pilih **Select Within Selection** dan ketik `"NAMA_KPH" = 'KPH Alpha'` untuk mempersempit. [CEK: teks pilihan]
7. Balikkan seleksi dengan **Ctrl+R** (Invert selection). Lepas dengan **Ctrl+Shift+A**.

Seleksi dengan nilai (tanpa menulis ekspresi)

Bila syaratnya sederhana, buka **Select Features by Value** di tabel atribut atau toolbar [CEK: letak tombol]. Isi nilai pada field yang diinginkan, lalu pilih. Cara ini cepat untuk pencarian sederhana. Untuk syarat berlapis, ekspresi lebih fleksibel.

Memfilter layer

Seleksi hanya menandai. **Filter** benar-benar menyembunyikan objek lain.

1. Klik kanan layer `Petak`, lalu pilih **Filter....** Jendela **Query Builder** terbuka. [CEK: nama menu]
2. Ketik `"JENIS" = 'Jati'`, lalu klik **OK**.
3. Layer kini hanya menampilkan 5 petak jati, baik di peta maupun di tabel. Ikon corong muncul di samping nama layer.
4. Untuk melepas filter, buka lagi **Filter...**, kosongkan kotak, klik **OK**. Layer kembali ke 16 petak.

Seleksi menurut lokasi

1. Buka **Processing ► Toolbox**, ketik `Select by location`, lalu klik dua kali alat itu.
2. **Select features from:** `Titik_Plot`. **Where the features** (predikat geometri): centang **are within**. **By comparing to the features from:** `Petak`. **Modify current selection by:** **creating new selection**. Klik **Run**.

3. Peta menyalakan 22 titik. Dua titik di luar area tidak ikut. Jumlah terpilih terlihat di tabel atribut `Titik_Plot`: 22 dari 24.
4. Persempit dengan ekspresi: buka **Select Features by Expression** di layer `Titik_Plot`, ketik berikut, lalu pilih **Select Within Selection**.

ekspresi

```
"KONDISI" = 'Sehat' AND "DIAMETER_CM" >= 30
```

5. Hasilnya 5 plot: sehat, berdiameter 30 cm ke atas, dan berada di dalam petak.

Menyimpan hasil seleksi

Klik kanan layer, pilih **Export ► Save Selected Features As...** [CEK: letak menu]. Pilih format **GeoPackage**, beri nama berkas, centang **Save only selected features**, lalu **OK**. Anda mendapat layer baru berisi hanya objek terpilih.

Seleksi hilang saat proyek ditutup: Seleksi tidak ikut tersimpan di data. Bila hasilnya perlu dipakai lagi, ekspor ke berkas.

Pilihan: seleksi lewat Python

Skrip 2.1 (`skrip/b2_02_seleksi.py`) mengulang semua langkah di atas.

python

```
petak.selectByExpression("\JENIS\" = 'Jati' AND \"TAHUN_TANAM\" < 2010")
print(petak.selectedFeatureCount())          # 4

processing.run("native:selectbylocation",
    {"INPUT": petak, "PREDICATE": [6], "INTERSECT": petak, "METHOD": 0}) # 6 = are within
print(petak.selectedFeatureCount())          # 22
```

Hasil uji: 4, 8, 6, 10, lalu 22 dan 5, sesuai tabel di atas. Setelah filter `Jati`, layer menampilkan 5 baris.

BAGIAN B | ArcGIS Pro**Bagian B: ArcGIS Pro**

1. Pilih layer `Petak`. Pada tab **Map**, grup **Selection**, klik **Select By Attributes**. [CEK: letak tombol]
2. Atur **Input Rows** ke `Petak`. Buat syarat dengan tombol pilihan field, operator, dan nilai, atau tulis dalam mode SQL: `JENIS = 'Jati' AND TAHUN_TANAM < 2010`. Perhatikan: SQL di sini menulis nama field **tanpa** tanda kutip ganda. [CEK]
3. Klik **OK**. `Petak` terpilih menyala. Jumlahnya tampil di tabel atribut.
4. Untuk **filter**, klik kanan layer ► **Properties** ► tab **Definition Query**, lalu buat syarat yang sama. [CEK]

- Untuk seleksi menurut lokasi, pakai **Select By Location** di grup yang sama. Isi layer masukan `Titik_Plot`, hubungan **Within** atau **Completely within**, dan layer pembanding `Petak`. [CEK: nama hubungan]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

- Menu **Selection ► Select By Attributes....** Pilih layer `Petak`, lalu bentuk syarat dengan klik pada daftar field dan operator. Contoh: `"JENIS" = 'Jati' AND "TAHUN_TANAM" < 2010` (untuk geodatabase file atau Shapefile, nama field memakai tanda kutip ganda). [CEK]
- Klik **Apply**. Petak terpilih menyala.
- Untuk filter, klik kanan layer ► **Properties ► tab Definition Query**. [CEK]
- Menu **Selection ► Select By Location...** untuk seleksi menurut lokasi. [CEK]

Cek paham

- Mengapa `'Jati'` memakai kutip tunggal, sedangkan `"JENIS"` kutip ganda?
- Apa beda seleksi dan filter?
- Bagaimana memilih petak yang kolom `CATATAN`-nya kosong?

Jawaban:

- Kutip tunggal menandai nilai teks. Kutip ganda menandai nama field. Tertukar akan membuat ekspresi galat atau salah arti.
- Seleksi menandai objek tetapi semua objek tetap tampil. Filter menyembunyikan objek yang tidak memenuhi syarat.
- Dengan `"CATATAN" IS NULL`. Jangan memakai `= NULL`, karena hasilnya selalu kosong.

Kesalahan umum

- Kutip tertukar.** `"Jati"` dibaca sebagai nama field, bukan nilai. Gunakan `'Jati'`.
- Salah huruf besar atau kecil.** `LIKE 'jati'` tidak menemukan `Jati`. Pakai `ILIKE` atau samakan hurufnya.
- Lupa tanda kurung pada gabungan `AND` dan `OR`.** `A OR B AND C` dibaca `A OR (B AND C)`. Beri kurung sesuai maksud: `(A OR B) AND C`. Pada data latihan, Sengon atau Akasia berstatus Produksi memberi 5 petak bila dikurung, tetapi 7 petak bila lupa dikurung.
- Mengira seleksi ikut tersimpan.** Seleksi hilang saat proyek ditutup. Ekspor hasilnya.
- Lupa melepas seleksi lama.** Alat berikutnya hanya bekerja pada objek terpilih. Lepas dengan `Ctrl+Shift+A`.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: seleksi menandai, filter menyembunyikan. Syarat ditulis sebagai ekspresi dengan `AND`, `OR`, `NOT`. Pilih objek menurut letaknya dengan **Select by location**. Simpan hasil dengan mengekspor objek terpilih.

Latihan: tuliskan ekspresi untuk "petak Sengon atau Akasia yang statusnya Produksi". Berapa petak yang terpilih? (Petunjuk: ("JENIS" = 'Sengon' OR "JENIS" = 'Akasia') AND "STATUS" = 'Produksi'. Jawaban: 5 petak, yaitu P-04, P-07, P-08, P-12, P-16. Perhatikan P-11 dan P-15 berstatus Rehabilitasi, jadi tidak ikut.)

Tabel perbandingan: seleksi dan filter

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Seleksi dengan syarat	Select Features by Expression	Select By Attributes	Selection ► Select By Attributes
Seleksi menurut lokasi	Alat Select by location	Select By Location	Selection ► Select By Location
Menyembunyikan objek	Filter... (Query Builder)	Definition Query	Definition Query
Menyimpan hasil	Export ► Save Selected Features As	Export Features [CEK]	Data ► Export Data [CEK]
Membalik seleksi	Ctrl+R	Switch Selection [CEK]	Selection ► Switch Selection [CEK]

BAB 3: Menggambar Sendiri: Digitasi dan Edit Objek

Studi kasus: "Jalan dan persemaian belum ada di peta"

Tim lapangan membangun **jalan inspeksi** dan **lahan persemaian** baru. Keduanya belum ada di data. Yang ada hanya sebuah citra sketsa dari udara. Kepala Seksi berpesan, "Tolong gambar keduanya di peta, dan ukur panjang jalan dan luas persemaian." Selain itu, petak P-12 akan dibagi dua karena sebagian ditanami jenis lain. Inilah pekerjaan **digitasi**.

Konsep: digitasi dalam tiga kalimat

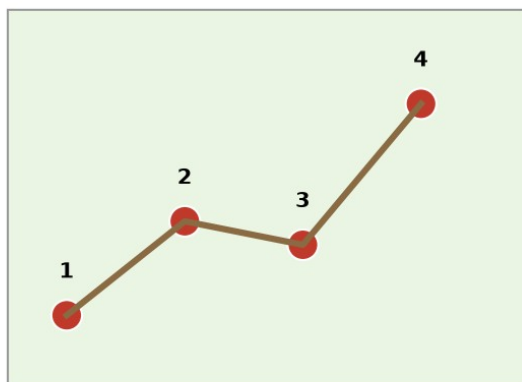
Digitasi adalah menggambar objek peta di layar dengan mengklik titik-titiknya, seperti menjiplak gambar dengan kertas kalkir. Tiap klik menambah satu **simpul** (vertex). Rangkaian simpul membentuk garis atau poligon yang menyimpan koordinat dan bisa diukur.

Istilah baru bab ini:

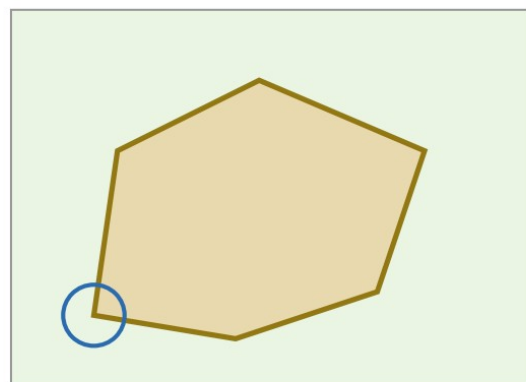
- **Digitasi**: menggambar objek vektor di layar.
- **Mode edit**: keadaan layer yang boleh diubah (ikon pensil).
- **Simpul (vertex)**: titik sudut pada garis atau poligon.
- **Snapping**: tarikan otomatis kursor ke simpul atau tepi yang dekat.
- **Split**: membelah satu objek menjadi dua.

Ilustrasi 3.1: Simpul pada garis dan poligon, serta snapping

Digitasi: klik kiri menambah simpul, klik kanan menutup



Garis: simpul 1, 2, 3, 4



Poligon; lingkaran biru = snapping ke simpul

Skema; bukan tangkapan layar

Aturan emas: edit hanya satu layer pada satu waktu

Layer harus berada dalam **mode edit** sebelum bisa diubah. Selama mode edit, perubahan masih di memori. Perubahan baru masuk ke berkas ketika Anda **menyimpan edit**. Bila tidak jadi, Anda bisa membatalkan seluruhnya.

Angka dari data latihan

Citra sketsa memperlihatkan jalan tanah berwarna coklat dan persemaian berwarna krem. Bila Anda menjiplak dengan enam simpul untuk jalan dan lima simpul untuk persemaian, hasil ukurnya:

Objek	Ukuran	Catatan
Jalan Inspeksi Timur	sekitar 428,5 m	enam simpul, menyeberangi area dari barat ke timur
Persemaian Utara	sekitar 3.700 m² (0,37 ha)	lima simpul
Petak P-12 dibelah	4.906,9 m² dan 4.443,1 m²	jumlahnya 9.350,0 m ² , sama dengan luas semula

Hasil jiplakan Anda dengan mouse tidak akan persis sama. Selisih beberapa meter pada panjang jalan wajar. Selisih besar menandakan ada simpul yang salah tempat.

Untuk latihan yang bisa dibandingkan angka demi angka, koordinat simpul yang dipakai skrip adalah sebagai berikut (UTM 49S, meter).

Objek	Simpul 1	2	3	4	5	6
Jalan	312000, 9996150	312090, 9996160	312180, 9996210	312260, 9996215	312330, 9996260	312400, 9996275
Persemaian	312220, 9996025	312280, 9996020	312290, 9996070	312250, 9996085	312215, 9996065	tidak ada

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Menggambar dan mengedit di QGIS

Menyiapkan lapisan dan snapping

1. Tambahkan `Citra_Sketsa.tif` (raster), `Petak_KPH.gpkg`, `Jalan_Baru.gpkg`, dan `Persemaian_Baru.gpkg`. Taruh citra di urutan paling bawah.
2. Buka **Project ► Snapping Options....** Nyalakan snapping (ikon magnet). Pilih mode **All Layers**, jenis **Vertex**, dengan toleransi beberapa piksel. [CEK: pilihan toleransi]
3. Tutup jendela itu. Tombol **S** menyalakan dan mematikan snapping saat Anda menggambar.

Menggambar jalan (garis)

1. Klik layer `Jalan_Baru` di panel Layers.
2. Klik **Toggle Editing** (ikon pensil) di toolbar, atau tekan **Ctrl+E**. Toolbar digitasi aktif.
3. Klik **Add Line Feature**.
4. Klik **kiri** pada awal jalan coklat di tepi barat citra. Klik kiri lagi di tiap tikungan, ikuti jalan sampai ujung timur. Tiap klik menambah satu simpul.
5. Klik **kanan** untuk mengakhiri. Jendela atribut muncul.
6. Isi `NAMA_JALAN` dengan `Jalan Inspeksi Timur` dan `KELAS` dengan `Jalan tanah`. Biarkan `PANJANG_M` kosong. Klik **OK**.
7. Klik **Save Layer Edits** (ikon disket), lalu matikan mode edit dengan ikon pensil.

Hasilnya: satu garis baru di layer `Jalan_Baru`. Panjangnya dihitung otomatis di bab 5.

Mengetik koordinat, bukan menjiplak: Buka **Advanced Digitizing Panel** dengan **Ctrl+4**, lalu aktifkan ikon `cad`. Di panel itu Anda bisa mengetik nilai x dan y untuk tiap simpul. Pakai tabel koordinat di atas bila ingin hasil yang sama persis. [CEK: urutan mengetik x, y, lalu Enter]

Menggambar persemaian (poligon)

1. Klik layer `Persemaian_Baru`, nyalakan mode edit.
2. Klik **Add Polygon Feature**.
3. Klik kiri di tiap sudut lahan krem pada citra. Klik kanan untuk menutup poligon (Anda tidak perlu mengulang titik pertama).
4. Isi `NAMA` dengan `Persemaian Utara`, lalu **OK**.
5. Simpan edit, lalu matikan mode edit.

Memperbaiki simpul yang meleset

1. Nyalakan mode edit pada layer yang salah.
2. Pilih **Vertex Tool (Current Layer)**.
3. Arahkan kursor ke garis. Simpul muncul sebagai titik. Klik sebuah simpul, geser, lalu klik lagi untuk meletakkannya.
4. Klik pada tengah ruas garis untuk menambah simpul baru. Pilih simpul lalu tekan **Delete** untuk membuangnya.

5. Bila salah, tekan **Ctrl+Z** (Undo). Bila banyak yang salah, matikan mode edit dan pilih **Discard** agar semua kembali ke simpanan terakhir.

Membelah petak P-12

1. Klik layer Petak. Pilih petak P-12 saja: **Select Features by Expression** dengan "`KODE_PETAK = 'P-12'`".
2. Nyalakan mode edit.
3. Klik **Split Features** di toolbar edit lanjutan [CEK: nama tombol].
4. Gambar garis tegak pada $x = 312350$: klik di titik 312350, 9996190 (sedikit di bawah tepi bawah P-12), lalu klik di 312350, 9996310 (sedikit di atas tepi atas), lalu klik kanan.
5. Tabel atribut kini berisi **17 baris**. Dua baris berkode P-12. Ubah kodenya menjadi P-12A (bagian barat) dan P-12B (bagian timur) di tabel atribut.
6. Simpan edit.

Hanya P-12 yang terbelah karena Anda memilihnya lebih dulu. Petak P-08 di bawahnya tetap utuh. Garis belah harus **melewati** tepi petak di kedua ujung. Bila garis berhenti di dalam petak, tidak ada yang terbelah.

Alat pasangan adalah **Merge Selected Features**. Pilih dua petak, klik alat itu, lalu pilih baris atribut yang dipertahankan.

Jangan lupa menyimpan: Mematikan mode edit tanpa menyimpan akan menanyakan Save atau Discard. Pilih Save bila hasilnya benar. Menutup QGIS tanpa menyimpan membuang seluruh jerih payah.

Pilihan: menggambar lewat Python

Skrip 3.1 (`skrip/b2_03_digitasi.py`) menggambar jalan dan persemaian dari koordinat dan membelah P-12. Skrip bekerja pada **salinan** berkas di folder keluaran.

```
python
jalan.startEditing()
f = QgsFeature(jalan.fields())
f.setGeometry(QgsGeometry.fromPolylineXY([titik(x, y) for x, y in simpul_jalan]))
jalan.addFeature(f)
jalan.commitChanges()
```

Hasil uji: warna citra di keenam simpul jalan adalah coklat (150, 118, 78), panjang jalan 428,5 m, luas persemaian 3.700,0 m², dan P-12 terbelah menjadi 4.906,9 m² dan 4.443,1 m² sehingga jumlah petak menjadi 17.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

1. Tambahkan citra dan layer. Pada tab **Edit**, klik **Create** untuk membuka panel **Create Features**. [CEK]

2. Pilih templat layer `Jalan_Baru`, lalu alat **Line**. Klik tiap simpul, kemudian akhiri dengan **F2** atau klik dua kali. [CEK]
3. Isi atribut di panel atau tabel. Klik **Save** pada tab **Edit** untuk menyimpan edit. [CEK]
4. Untuk persemaian, pilih templat `Persemaian_Baru` dan alat **Polygon**.
5. Untuk membelah petak, pilih petak, lalu pada tab **Edit** pakai alat **Split**. [CEK]
6. Snapping diatur lewat tombol **Snapping** di tab **Edit**. [CEK]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Buka toolbar **Editor**. Pilih **Editor ► Start Editing**, lalu pilih sumber data. [CEK]
2. Buka jendela **Create Features**. Pilih templat `Jalan_Baru` dan alat **Line**. [CEK]
3. Klik tiap simpul pada peta, lalu akhiri dengan **F2** (Finish Sketch). [CEK]
4. Simpan lewat **Editor ► Save Edits**, lalu **Editor ► Stop Editing**.
5. Untuk membelah poligon, pilih petak lalu pakai alat **Cut Polygons**. [CEK]
6. Snapping diatur lewat **Editor ► Snapping ► Snapping Toolbar**. [CEK]

Cek paham

1. Mengapa layer harus dalam mode edit sebelum digambar?
2. Apa gunanya snapping?
3. Mengapa P-12 harus dipilih lebih dulu sebelum dibelah?

Jawaban:

1. Mode edit mengizinkan perubahan. Tanpa itu, data terkunci supaya tidak berubah secara tidak sengaja.
2. Snapping menarik klik ke simpul atau tepi di dekatnya, sehingga dua objek menempel rapat tanpa celah.
3. Alat Split membelah semua objek yang dilewati garis. Dengan memilih P-12, hanya P-12 yang terbelah.

Kesalahan umum

- **Lupa menyimpan edit.** Gambar hilang saat QGIS ditutup. Simpan setelah tiap objek selesai.
- **Menggambar di layer yang salah.** Objek masuk ke layer lain. Periksa layer yang aktif sebelum mengklik.
- **Menggambar tanpa snapping.** Poligon bersebelahan jadi bercelah atau tumpang tindih (dibahas di bab 4). Nyalakan snapping.
- **Garis belah berhenti di dalam petak.** Tidak ada yang terbelah. Perpanjang garis melewati tepi di kedua ujung.
- **Belah petak tanpa mengganti kode.** Dua baris berkode sama menyulitkan join. Beri kode baru pada bagian hasil belahan.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: digitasi berarti mengklik simpul dengan layer dalam mode edit. Snapping merapikan sambungan. Perubahan baru permanen setelah disimpan. Alat Vertex memperbaiki simpul, alat Split membelah, alat Merge menggabungkan.

Latihan: gambar ulang persemaian dengan Advanced Digitizing Panel memakai tabel koordinat. Luasnya harus 3.700 m². Lalu belah P-08 dengan garis tegak pada x = 312350 dan periksa bahwa jumlah dua luasnya sama dengan luas P-08 semula.

Tabel perbandingan: menggambar dan mengedit

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Mulai edit	Toggle Editing (Ctrl+E)	Tab Edit (otomatis)	Editor ► Start Editing
Menggambar	Add Line/Polygon Feature	Create Features ► Line/Polygon	Create Features ► Sketch tool
Mengakhiri objek	Klik kanan	F2 atau klik dua kali [CEK]	F2 (Finish Sketch) [CEK]
Menyimpan edit	Save Layer Edits	Tab Edit ► Save	Editor ► Save Edits
Memperbaiki simpul	Vertex Tool	Edit Vertices [CEK]	Edit Vertices [CEK]
Membelah	Split Features	Split [CEK]	Cut Polygons [CEK]

BAB 4: Rapat Tanpa Celah: Topologi Dasar

Studi kasus: "Luas totalnya tidak pas"

Analisa Muda menerima berkas `Petak_Rusak.gpkg` hasil gambar rekan kerja. Saat luas petak dijumlahkan, hasilnya tidak sama dengan luas KPH. Di peta tampak ada garis tipis di antara dua petak, dan satu petak seperti "menimpa" tetangganya. Kepala Seksi bertanya, "Apakah datanya bisa dipercaya?" Jawabannya ada pada **topologi**: aturan bahwa objek bersebelahan harus pas.

Konsep: topologi dalam tiga kalimat

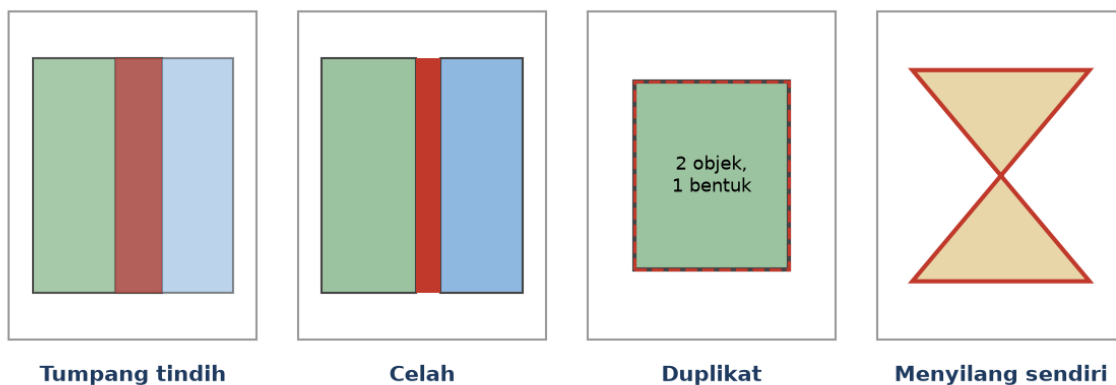
Topologi adalah aturan tentang hubungan antarobjek, seperti ubin lantai yang harus rapat: tidak boleh ada celah, dan tidak boleh ada ubin yang menumpuk di atas ubin lain. Petak hutan juga begitu. Bila ada celah, luas yang hilang tidak terhitung. Bila ada tumpang tindih, luasnya terhitung dua kali.

Istilah baru bab ini:

- **Topologi**: aturan hubungan antarobjek (bersebelahan, bertumpuk, bersilangan).
- **Tumpang tindih (overlap)**: dua poligon berbagi sebagian area.
- **Celah (gap)**: ruang kosong di antara poligon yang seharusnya rapat.
- **Duplikat**: dua objek dengan bentuk sama persis.
- **Geometri tidak sah**: bentuk yang melanggar aturan dasar, misalnya garis tepi menyilang sendiri.

Ilustrasi 4.1: Empat galat topologi

Empat galat topologi yang paling sering muncul



Skema; bukan tangkapan layar

Mengapa galat kecil tetap berbahaya

Galat topologi sering tidak terlihat dengan mata. Namun alat analisis di seri berikutnya bisa gagal atau memberi angka keliru karenanya. Misalnya menghitung luas, menggabungkan petak, atau memotong data. Memeriksa topologi sebelum analisis adalah kebiasaan sehat.

Angka dari data latihan

Petak_Rusak.gpkg berisi 18 objek. Penulis sengaja menyisipkan empat galat. Hasil pemeriksaan di QGIS 4.0.2:

Pemeriksaan	Temuan
Geometri tidak sah	1 objek: P-18 , galat <i>Self-intersection</i>
Duplikat	1 pasangan: P-03 tergambar dua kali
Tumpang tindih	1 tempat: P-06 menimpa P-07 seluas 840 m²
Celah	1 tempat: celah tertutup seluas 265 m² di antara P-09 dan P-10

Setelah duplikat dihapus, jumlah objek menjadi 17. Setelah alat **Delete overlaps** dijalankan, tidak ada tumpang tindih tersisa, dan luas P-06 kembali 9.900 m² seperti di data asli. Perbaikan otomatis P-18 (*Fix geometries*) mengubahnya menjadi **MultiPolygon** seluas 450 m²: dua segitiga, bukan satu persegi. Artinya perbaikan otomatis membuat bentuk **sah**, tetapi belum tentu **benar**. Anda tetap harus memeriksa hasilnya.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Memeriksa topologi di QGIS

Langkah 1: periksa geometri tidak sah

1. Tambahkan `Petak_Rusak.gpkg` (layer `Petak_Rusak`).
2. Buka **Processing ► Toolbox**, cari `Check validity`, lalu klik dua kali.
3. **Input layer:** `Petak_Rusak`. Biarkan **Method** pada pilihan bawaan. Klik **Run**.
4. Tiga layer hasil muncul: **Valid output**, **Invalid output**, dan **Error output**. Buka tabel **Invalid output**. Anda melihat satu baris, P-18, dengan keterangan `Self-intersection`. Layer **Error output** menandai titik silangnya.

Langkah 2: perbaiki geometri tidak sah

1. Di Toolbox, cari `Fix geometries`.
2. **Input layer:** `Petak_Rusak`. Klik **Run**.
3. Layer hasil dipakai untuk langkah berikutnya, karena alat pemeriksa lain menolak geometri yang rusak. Bila tidak diperbaiki, pesan galatnya berbunyi bahwa fitur memiliki geometri tidak sah.
4. Jalankan **Check validity** pada hasilnya. Sekarang 18 objek sah.

Hasil perbaikan otomatis perlu dilihat: P-18 yang menyilang kini menjadi dua segitiga, luasnya separuh dari persegi yang dimaksud. Alat tidak tahu bentuk apa yang Anda inginkan. Gambar ulang bila bentuk aslinya penting.

Langkah 3: cari duplikat, tumpang tindih, dan celah

Toolbox memiliki kelompok alat **Check geometry**. Alat-alat ini membutuhkan sebuah **Unique feature identifier**, yaitu field yang nilainya tidak pernah sama. Pakai `fid`. Jangan pakai `KODE_PETAK`, karena kode P-03 sengaja muncul dua kali.

1. **Duplicated geometries:** **Input layer** = hasil `Fix geometries`, **Unique feature identifier** = `fid`. Hasilnya 1 galat.
2. **Overlaps:** isi sama. Biarkan **Minimum overlap area** pada 0 (artinya semua tumpang tindih dilaporkan). Hasilnya 1 galat dengan luas 840 m².
3. **Small gaps:** isi sama. Isi **Gap threshold** dengan 5000 (celah di bawah 5.000 m² dianggap galat). Hasilnya 1 galat dengan luas 265 m².
4. Buka tabel layer galat. Kolom `gc_error` menyimpan luas atau keterangan galat. Klik baris untuk melihat letaknya di peta.

Langkah 4: perbaiki

Galat	Cara memperbaiki
Duplikat	Alat Delete duplicate geometries . Objek menjadi 17.
Tumpang tindih	Alat Delete overlaps (butuh layer galat dari Overlaps), atau tarik simpul dengan Vertex Tool
Celah	Vertex Tool dengan snapping: tarik simpul yang menjorok ke tepi tetangga. Alat Fill gaps juga ada. Pada data latihan alat itu melaporkan Failed to merge with neighbor, jadi celah ini diperbaiki dengan tangan.

Untuk memperbaiki celah dengan tangan:

1. Aktifkan snapping (Project ► Snapping Options..., jenis **Vertex** dan **Segment**).
2. Pilih layer, nyalakan mode edit, pilih **Vertex Tool**.
3. Klik simpul yang menjorok ke dalam, lalu geser sampai menempel di tepi petak tetangga. Snapping menariknya pas.
4. Simpan edit, lalu jalankan lagi **Small gaps** sampai tidak ada galat.

Memeriksa dengan aturan: Topology Checker

QGIS juga punya plugin **Topology Checker** untuk memeriksa aturan secara terus-menerus.

1. Nyalakan plugin lewat **Plugins ► Manage and Install Plugins** (pencarian `Topology Checker`).
2. Buka panel lewat **Vector ► Topology Checker**.
3. Klik **Configure**, lalu tambahkan aturan untuk layer poligon: **must not overlap**, **must not have gaps**, **must not have duplicates**, dan **must not have invalid geometries**.
4. Klik **Validate All**. Galat tampil sebagai daftar dan tanda merah di peta. Klik satu galat untuk melihatnya, lalu perbaiki dengan alat edit.

Pilihan: pemeriksaan lewat Python

Skrip 4.1 (`skrip/b2_04_topologi.py`) menjalankan semua pemeriksaan di atas.

```
python
v = processing.run("native:checkvalidity", {"INPUT_LAYER": rusak, "METHOD": 2,
      "VALID_OUTPUT": "memory:", "INVALID_OUTPUT": "memory:", "ERROR_OUTPUT": "memory:"})
print("Sah:", v["VALID_COUNT"], "| Tidak sah:", v["INVALID_COUNT"])
```

Hasil uji: sah 17, tidak sah 1 (P-18). Duplikat 1. Tumpang tindih 1 (840). Celah 1 (265). Setelah hapus duplikat: 17 objek. Setelah Delete overlaps: tumpang tindih 0.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Topologi di ArcGIS dibuat pada **geodatabase**, bukan pada GeoPackage.

1. Simpan petak dalam **feature dataset** di file geodatabase. [CEK]
2. Klik kanan feature dataset, pilih **New ► Topology**. Pilih aturan poligon **Must Not Overlap** dan **Must Not Have Gaps**. [CEK: nama aturan]
3. Jalankan **Validate Topology**, lalu periksa galat lewat **Error Inspector** pada tab **Edit**. [CEK]
4. Untuk geometri tidak sah, pakai alat **Check Geometry** dan **Repair Geometry (Data Management Tools ► Features)**. [CEK]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Simpan petak dalam **feature dataset** di geodatabase, lalu buat topologi di **ArcCatalog** (klik kanan feature dataset ► **New ► Topology...**). [CEK]
2. Pilih aturan **Must Not Overlap** dan **Must Not Have Gaps**. [CEK]
3. Buka toolbar **Topology**, jalankan **Validate Topology In Current Extent**, lalu buka **Error Inspector**. [CEK]
4. Untuk geometri tidak sah, pakai alat **Check Geometry** dan **Repair Geometry**. [CEK]

Cek paham

1. Apa bahaya celah di antara dua petak?
2. Mengapa `KODE_PETAK` tidak cocok dipakai sebagai Unique feature identifier pada `Petak_Rusak`?
3. Mengapa hasil Fix geometries tidak boleh langsung dipercaya?

Jawaban:

1. Luas di celah tidak terhitung pada petak mana pun. Total luas jadi lebih kecil dari seharusnya.
2. Karena nilainya ada yang sama (P-03 muncul dua kali). Pengenal unik tidak boleh berulang. `fid` aman dipakai.
3. Alat hanya membuat bentuk menjadi sah. Bentuknya bisa berbeda dari maksud Anda, misalnya persegi menjadi dua segitiga.

Kesalahan umum

- **Langsung menjalankan pemeriksa celah pada data yang geometrinya rusak.** Alat menolak. Perbaiki geometri lebih dulu.
- **Memakai field berulang sebagai pengenal unik.** Alat berhenti dengan pesan nilai tidak unik. Pakai `fid` atau kode yang benar-benar unik.
- **Mengatur ambang celah terlalu kecil.** Celah yang lebih besar dari ambang tidak dilaporkan. Naikkan ambang sampai celah yang Anda cari ikut terdeteksi.

- **Memperbaiki tanpa memeriksa ulang.** Jalankan lagi pemeriksaan setelah memperbaiki. Hasil yang diharapkan: nol galat.
- **Mengedit data asli.** Kerjakan di salinan, supaya data masukan tetap utuh sebagai pembanding.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: topologi menjaga objek bersebelahan tetap rapi. Empat galat dasarnya: tumpang tindih, celah, duplikat, dan geometri tidak sah. Periksa dengan alat **Check validity** dan kelompok **Check geometry**. Perbaiki otomatis bila sesuai, atau dengan Vertex Tool dan snapping. Selalu periksa ulang.

Latihan: jalankan **Check validity** pada `Petak_KPH.gpkg` (data yang bersih). Berapa objek tidak sah? Lalu jalankan **Overlaps** dan **Small gaps** pada data yang sama. (Jawaban yang diharapkan: nol galat.)

Tabel perbandingan: memeriksa topologi

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Geometri tidak sah	Check validity	Check Geometry [CEK]	Check Geometry [CEK]
Memperbaiki geometri	Fix geometries	Repair Geometry [CEK]	Repair Geometry [CEK]
Aturan topologi	Plugin Topology Checker	Topologi di geodatabase [CEK]	Topologi di geodatabase [CEK]
Overlap dan gap	Alat Check geometry (Overlaps, Small gaps)	Aturan Must Not Overlap / Have Gaps [CEK]	Aturan Must Not Overlap / Have Gaps [CEK]
Menghapus duplikat	Delete duplicate geometries	Delete Identical [CEK]	Delete Identical [CEK]

BAB 5: Hitung Sekali, Berlaku untuk Semua: Kalkulasi Field

Studi kasus: "Luas di tabel itu hasil ukur lama"

Kolom `LUAS_LAMA_HA` di tabel petak berasal dari ukuran lama di lapangan. Kepala Seksi curiga angkanya sudah tidak pas. Ia meminta tiga hal: **luas yang dihitung ulang dari bentuk petak, umur tanaman, dan kelas umur** (muda, sedang, tua). Mengetik 16 angka dengan kalkulator memang bisa. Tetapi bila petaknya 1.600, Anda butuh cara yang menghitung semuanya sekaligus.

Konsep: kalkulasi field dalam tiga kalimat

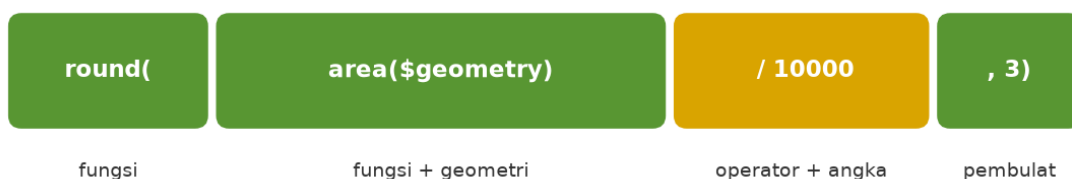
Kalkulasi field adalah menyuruh GIS mengisi satu kolom untuk **semua baris sekaligus** memakai satu rumus, seperti rumus yang diseret ke bawah di lembar hitung. Rumus itu disebut **ekspresi**, dan bisa memakai isi kolom lain, angka, serta **fungsi** (perintah siap pakai seperti `round`). Khusus di GIS, ekspresi juga bisa membaca **bentuk** objek, misalnya luas dan panjangnya.

Istilah baru bab ini:

- **Field Calculator**: alat untuk mengisi kolom dengan ekspresi.
- **Ekspresi**: rumus yang dihitung untuk tiap baris.
- **Fungsi**: perintah siap pakai, ditulis dengan tanda kurung, misalnya `round(...)`.
- **Operator**: tanda hitung atau sambung (+, -, /, ||).
- **Field virtual**: kolom yang dihitung setiap kali dibuka dan tidak ditulis ke berkas.

Ilustrasi 5.1: Bagian-bagian sebuah ekspresi

Ekspresi: gabungan field, angka, operator, dan fungsi



Hasilnya satu nilai untuk tiap baris, misalnya luas petak dalam hektare

Skema; bukan tangkapan layar

Ekspresi yang akan Anda pakai

Maksud	Ekspresi
Luas petak (hektare, 3 desimal)	<code>round(area(\$geometry) / 10000, 3)</code>
Panjang garis (meter, 1 desimal)	<code>round(length(\$geometry), 1)</code>
Selisih dua kolom	<code>round("LUAS_HA" - "LUAS_LAMA_HA", 3)</code>
Umur tanaman (tahun 2026)	<code>2026 - "TAHUN_TANAM"</code>
Kelas dengan banyak pilihan	<code>CASE WHEN "UMUR" < 10 THEN 'Muda' WHEN "UMUR" < 15 THEN 'Sedang' ELSE 'Tua' END</code>
Dua pilihan saja	<code>if("STATUS" = 'Lindung', 'L', 'P')</code>
Menyambung teks	<code>concat("NAMA_KPH", ' / ', "KODE_PETAK")</code>
Huruf besar	<code>upper("NAMA_KPH")</code>
Mengganti teks	<code>replace("NAMA_KPH", 'KPH ', '')</code>
Isi cadangan bila kosong	<code>coalesce("CATATAN", 'tidak ada')</code>

Tiga hal yang sering mengejutkan

- **Pembagian memberi desimal.** `5 / 2` menghasilkan 2.5. Untuk bilangan bulat, pakai `5 // 2` yang menghasilkan 2.
- **Kosong merusak hitungan.** `1 + NULL` menghasilkan kosong (NULL), bukan 1. Bungkus dengan `coalesce(kolom, 0)` bila perlu.
- **Dua cara menghitung luas.** `area($geometry)` menghitung datar di bidang peta (cocok untuk UTM). `$area` memakai elipsoid yang diatur di proyek. Pada data latihan, selisihnya kurang dari 1 m² per petak (diuji dengan elipsoid WGS 84), jadi hasil pembulatan ke tiga desimal hektare hampir selalu sama. Pilih satu cara dan konsisten.

Angka dari data latihan

Hasil skrip 5.1 di QGIS 4.0.2:

Pemeriksaan	Hasil
Luas KPH Alpha, Beta, Gamma	4,000, 4,000, dan 8,000 ha
Total luas 16 petak	16,000 ha
Petak yang selisih luasnya lebih dari 0,06 ha dari ukuran lama	6 petak: P-02, P-04, P-05, P-07, P-12, P-15
Kelas umur	Tua 5 petak, Sedang 7 petak, Muda 4 petak

Contoh baris: P-05 luasnya 1,070 ha, ukuran lama 1,00 ha, selisih +0,070 ha, umur 21 tahun, kelas **Tua**. P-15 luasnya 1,065 ha, umur 6 tahun, kelas **Muda**.

Jadi jawaban untuk Kepala Seksi: luas lama memang meleset, paling jauh sekitar 0,07 ha per petak, meski total tetap 16 ha.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Field Calculator di QGIS

Menghitung luas

1. Klik layer **Petak**, lalu buka **Field Calculator** dengan **Ctrl+I** (atau ikon kalkulator di toolbar atribut).
2. Centang **Create a new field**. Isi:
 - **Output field name:** `LUAS_HA`
 - **Output field type:** `Decimal number (real)`
 - **Output field length:** 10, **Precision:** 3
3. Pada kotak ekspresi, ketik:

ekspresi

```
round(area($geometry) / 10000, 3)
```

4. Lihat kotak **Preview** di bawah ekspresi. Pada baris pertama (P-01) terlihat 1,01. Itu pratinjau untuk satu baris.
5. Klik **OK**. Kolom `LUAS_HA` terisi di semua baris. Nilai tersimpan di data bila Anda menyimpan edit. [CEK: perilaku mode edit otomatis]
6. Matikan mode edit dan simpan. Jumlah ketiga KPH tetap 4, 4, dan 8 ha.

Menghitung kolom lain, satu per satu

Ulangi langkah di atas untuk kolom berikut. Perhatikan urutannya, karena kolom baru memakai kolom sebelumnya.

Nama field	Tipe	Ekspresi
SELISIH_HA	Decimal, presisi 3	<code>round("LUAS_HA" - "LUAS_LAMA_HA", 3)</code>
UMUR	Integer	<code>2026 - "TAHUN_TANAM"</code>
KELAS_UMUR	Text, panjang 10	<code>CASE WHEN "UMUR" < 10 THEN 'Muda' WHEN "UMUR" < 15 THEN 'Sedang' ELSE 'Tua' END</code>
KODE LENGKAP	Text, panjang 30	<code>concat("NAMA_KPH", ' / ', "KODE_PETAK")</code>

Tanda `||` juga menyambung teks, jadi `"NAMA_KPH" || ' / ' || "KODE_PETAK"` memberi hasil yang sama dengan `concat`. Bila tahun bisa berganti, pakai `year(now()) - "TAHUN_TANAM"`. Angka di buku ini memakai 2026 supaya hasilnya tidak berubah.

Memperbarui kolom yang sudah ada

Pada Field Calculator, centang **Update existing field**, lalu pilih kolomnya dari daftar. Alat ini menimpa isi lama. Bila Anda hanya ingin menghitung baris terpilih, centang **Only update selected features**.

Menimpa itu permanen setelah disimpan: Memperbarui kolom yang sudah ada menghapus isi lamanya. Coba dulu di kolom baru, atau kerjakan di salinan berkas.

Mengisi panjang jalan dan luas persemaian

Dari bab 3: pada `Jalan_Baru`, perbarui `PANJANG_M` dengan `round(length($geometry), 1)`. Hasilnya sekitar 428,5. Pada `Persemaian_Baru`, perbarui `LUAS_M2` dengan `round(area($geometry), 1)`. Hasilnya 3.700,0 bila Anda memakai tabel koordinat.

Field virtual

Bila kolom hanya dibutuhkan untuk tampilan, centang **Create virtual field** di Field Calculator. Kolomnya tidak ditulis ke berkas dan selalu mengikuti bentuk terbaru. Cocok untuk luas, yang berubah bila bentuk diedit. Kekurangannya: kolom ini hanya hidup di proyek QGIS Anda dan tidak ikut bila berkas dikirim ke orang lain.

Pilihan: kalkulasi lewat Python

Skrip 5.1 (`skrip/b2_05_kalkulasi.py`) menjalankan alat **Field calculator** lima kali berturut-turut.

```
python
def tambah(lyr, nama, tipe, rumus, panjang=0, presisi=0):
    return processing.run("native:fieldcalculator", {
        "INPUT": lyr, "FIELD_NAME": nama, "FIELD_TYPE": tipe, "FIELD_LENGTH": panjang,
        "FIELD_PRECISION": presisi, "FORMULA": rumus, "OUTPUT": "memory:{}".format(nama)}["OUTPUT"])

h = tambah(petak, "LUAS_HA", 0, "round(area($geometry) / 10000, 3)", 10, 3)
```

Kode tipe: 0 untuk desimal, 1 untuk bilangan bulat, 2 untuk teks. Hasil uji: total luas 16,0 ha dan kelas umur Tua 5, Sedang 7, Muda 4. Hasil disimpan sebagai `Petak_Hitung.gpkg` di folder keluaran, dan dipakai di bab 6.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

1. Klik kanan layer ► **Attribute Table**. Pada tab **Table**, grup **Field**, klik **Add** untuk membuat field baru (nama dan tipe). [CEK]
2. Klik kanan nama kolom ► **Calculate Field**. Alat **Calculate Field** ada di **Data Management Tools**.
3. Pilih **Expression Type: Python 3, Arcade**, atau **SQL**. Pada Python 3, nama field ditulis `NAMA_FIELD!`. Pada Arcade, ditulis `$feature.NAMA_FIELD`.
4. Contoh luas hektare dengan Python 3: `!shape.area@hectares!` [CEK]. Contoh umur: `2026 - !TAHUN_TANAM!`.

5. Contoh kelas dengan Arcade: `When($feature.UMUR < 10, 'Muda', $feature.UMUR < 15, 'Sedang', 'Tua')`. [CEK]
6. Alat ini langsung mengubah data masukan, dan bila ada objek terpilih, hanya objek terpilih yang dihitung.

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Buka tabel atribut. Klik **Table Options ► Add Field...** untuk membuat kolom. [CEK]
2. Klik kanan nama kolom ► **Field Calculator...**
3. Pilih bahasa **Python** atau **VB Script**. Pada Python, nama field ditulis `!NAMA_FIELD!`. [CEK]
4. Contoh umur: `2026 - !TAHUN_TANAM!`. Contoh luas hektare: `!shape.area@hectares!` [CEK].
5. Kelas dengan banyak pilihan memakai **Code Block** (Python). [CEK]

Cek paham

1. Apa yang terjadi bila ekspresi memuat kolom yang isinya kosong (NULL)?
2. Mengapa kolom `UMUR` harus dibuat sebelum `KELAS_UMUR`?
3. Apa beda `area($geometry)` dan `$area`?

Jawaban:

1. Hasil hitungan biasanya ikut kosong. Gunakan `coalesce(kolom, 0)` untuk memberi nilai cadangan.
2. Karena rumus `KELAS_UMUR` membaca isi `UMUR`. Kolom yang dibaca harus sudah ada dan terisi.
3. `area($geometry)` menghitung datar di bidang peta. `$area` mengikuti elipsoid proyek. Pada data latihan, selisihnya di bawah 1 m² per petak.

Kesalahan umum

- **Salah tanda kutip.** "`UMUR`" adalah nama kolom, '`Muda`' adalah teks. Tertukar, ekspresi galat.
- **Tipe kolom tidak cocok.** Menaruh teks ke kolom angka gagal atau menghasilkan kosong. Pilih tipe sesuai isi.
- **Presisi terlalu kecil.** Kolom dengan panjang atau presisi pas-pasan memotong angka. Beri ruang lebih.
- **Menghitung luas di CRS derajat.** Luasnya bermakna ganjil, seperti di bab 5 seri B1. Hitung di CRS meter (UTM).
- **Menimpa kolom penting.** Gunakan kolom baru lebih dulu, bandingkan, baru ganti bila yakin.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: Field Calculator mengisi satu kolom untuk semua baris dengan satu ekspresi. Ekspresi memakai kolom, fungsi, dan operator, dan bisa membaca bentuk objek. Pakai kolom baru, periksa pratinjau, lalu simpan.

Latihan: buat kolom `KATEGORI` dengan ekspresi yang menghasilkan `Jati` bila jenisnya `Jati`, dan `Non-jati` untuk yang lain. Berapa petak berkategori `Jati`? (Petunjuk: `if("JENIS" = 'Jati', 'Jati', 'Non-jati')`. Jawaban: 5 petak.)

Tabel perbandingan: kalkulasi field

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Membuka alat	Field Calculator (Ctrl+I)	Calculate Field	Field Calculator
Menyebut kolom	"KOLOM"	!KOLOM! (Python) atau \$feature.KOLOM (Arcade)	!KOLOM! (Python)
Luas dari bentuk	<code>area(\$geometry)</code>	! <code>shape.area@hectares</code> ! [CEK]	! <code>shape.area@hectares</code> ! [CEK]
Banyak pilihan	<code>CASE WHEN ... END</code>	<code>When(...)</code> Arcade [CEK]	Code Block [CEK]
Kolom tanpa menulis ke berkas	Field virtual	Tidak ada padanan langsung [CEK]	Tidak ada padanan langsung [CEK]

BAB 6: Sambungkan Dua Tabel: Join

Studi kasus: "Datanya ada di dua berkas"

Regu lapangan mengirim `Inventarisasi.csv`: jumlah pohon dan volume kayu tiap petak. Isinya tidak ada di tabel petak, sehingga belum bisa muncul di peta. Kepala Seksi bertanya, "Petak mana yang paling padat kayunya?" Anda perlu menyambungkan dua tabel itu supaya setiap petak membawa angka inventarisasinya.

Konsep: join dalam tiga kalimat

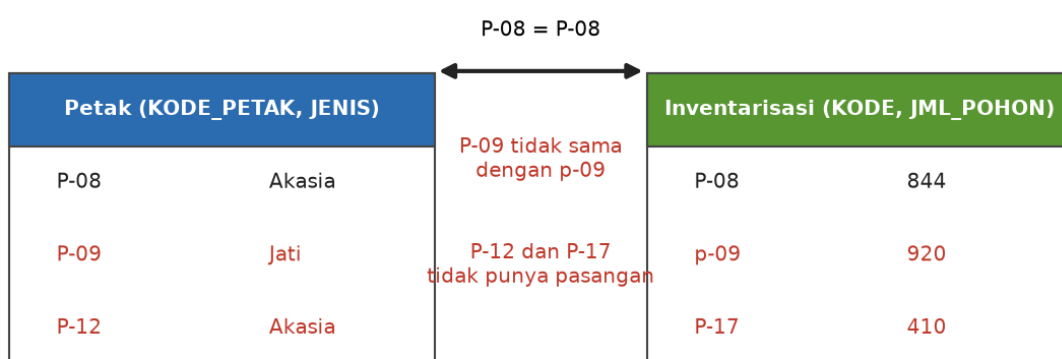
Join adalah menyambung dua tabel lewat satu kolom yang isinya sama, seperti mencocokkan **nomor anggota** di dua daftar berbeda untuk menyatukan data orang yang sama. Kolom pencocok itu disebut **kunci**. Tiap baris di tabel petak dicari pasangannya di tabel inventarisasi, lalu kolom tambahan disalin ke baris petak itu.

Istilah baru bab ini:

- **Join**: menyambung tabel lewat kolom kunci.
- **Kunci (key)**: kolom yang isinya dipakai untuk mencocokkan.
- **Tabel tanpa bentuk**: tabel yang hanya berisi angka dan teks, tanpa gambar di peta (misalnya CSV).
- **Join virtual**: sambungan sementara yang berlaku di proyek, tanpa membuat berkas baru.
- **Tanpa pasangan**: baris yang kuncinya tidak ditemukan di tabel satunya.

Ilustrasi 6.1: Join dua tabel dengan kunci `KODE_PETAK`

Join: dua tabel disambung lewat kunci yang sama



Skema; bukan tangkapan layar

Kunci harus persis sama

Komputer mencocokkan kunci **huruf demi huruf**. `P-09` berbeda dengan `p-09`, dan `P-09` (dengan spasi di ujung) berbeda dengan `P-09`. Hampir semua masalah join berasal dari kunci yang hampir sama tetapi tidak persis sama.

Angka dari data latihan

`Inventarisasi.csv` memiliki 16 baris. Penulis sengaja menyisipkan tiga keanehan: petak P-12 tidak ada, kode P-09 tertulis huruf kecil (`p-09`), dan ada baris `P-17` yang tidak punya petak. Hasil di QGIS 4.0.2:

Tahap	Petak cocok	Petak tanpa pasangan	Baris tabel yang tidak punya petak
Join pertama (kunci apa adanya)	14	P-09, P-12	p-09, P-17
Setelah kunci diperbaiki	15	P-12	P-17

P-12 memang tidak punya data inventarisasi, dan itu bukan galat join. Setelah perbaikan, hasil hitung dari 15 petak berisi data:

Ukuran	Nilai
Total pohon	13.262 pohon
Total volume	2.761,7 m ³
Volume per hektare tertinggi	P-13: 295,4 m ³ /ha
Rekap pohon KPH Alpha / Beta / Gamma	3.595 / 3.475 / 6.192 pohon (4, 4, dan 7 petak berisi data)

Jadi jawaban untuk Kepala Seksi: petak paling padat kayunya adalah **P-13** (jati, tanam 2005), dengan 295,4 m³ per hektare.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Join di QGIS

Langkah 1: muat tabel CSV

1. Buka **Layer ► Add Layer ► Add Delimited Text Layer...** [CEK: letak menu]
2. **File name:** pilih `Inventarisasi.csv`. **File format:** CSV (comma separated values).
3. Pada **Geometry definition**, pilih **No geometry (attribute only table)**.
4. Pastikan opsi deteksi tipe kolom menyala. Lihat tabel contoh di bagian bawah jendela:
JML_POHON harus bilangan bulat dan VOLUME_M3 desimal. Klik **Add**, lalu **Close**.
5. Tabel muncul di panel Layers tanpa ikon peta. Buka tabelnya (F6): 16 baris.

Langkah 2: join tetap (menghasilkan layer baru)

1. Buka **Processing ► Toolbox**, cari `Join attributes by field value`, lalu klik dua kali.
2. Isi:
 - **Input layer:** Petak (atau `Petak_Hitung` dari bab 5), **Table field:** `KODE_PETAK`
 - **Input layer 2:** `Inventarisasi`, **Table field 2:** `KODE_PETAK`
 - **Layer 2 fields to copy:** `JML_POHON`, `VOLUME_M3`, `TGL_UKUR`
 - **Join type:** ambil pasangan pertama saja (satu ke satu)
 - **Discard records which could not be joined:** kosongkan centang
 - **Joined field prefix:** `inv_`
3. Klik **Run**. Layer **Joined layer** muncul. Alat ini juga menghasilkan layer opsional berisi petak yang tidak mendapat pasangan. [CEK: nama pilihan di jendela]
4. Buka tabel layer hasil. Kolom `inv_JML_POHON`, `inv_VOLUME_M3`, dan `inv_TGL_UKUR` ada di ujung kanan.
5. Periksa pasangan yang hilang: **Select Features by Expression**, ketik `"inv_JML_POHON" IS NULL`. Pada join pertama terpilih 2 petak: **P-09 dan P-12**.

Layer hasil masih berupa layer sementara. Simpan permanen lewat klik kanan ► **Export ► Save Features As...** [CEK: letak menu].

Langkah 3: perbaiki kunci

P-09 gagal karena kuncinya `p-09`. Ada dua cara.

Cara A (paling sederhana): buka `Inventarisasi.csv` di Notepad atau lembar hitung, ubah `p-09` menjadi `P-09`, simpan, lalu ulangi join.

Cara B (tanpa menyentuh berkas): buat kolom kunci bersih lewat Processing.

1. Cari alat `Field calculator` di Toolbox (bukan yang di toolbar).
2. **Input layer:** `Inventarisasi`. **Field name:** `KUNCI`. **Result field type:** `Text (string)`, **length** 10.
3. **Formula:**

ekspresi

```
upper(trim("KODE_PETAK"))
```

4. **Run.** Hasilnya tabel sementara dengan kolom `KUNCI` berisi P-09. `trim` membuang spasi di ujung, `upper` mengubah ke huruf besar.
5. Ulangi join, tetapi untuk **Table field 2** pilih `KUNCI`.
6. Sekarang **15 petak cocok**. Hanya P-12 yang kosong, dan itu memang tidak ada datanya.

Langkah 4: hitung dari hasil join

Pada layer hasil join, jalankan **Field Calculator** (bab 5) dua kali:

Nama field	Tipe	Ekspresi
POHON_HA	Decimal, presisi 1	<code>round("inv_JML_POHON" / "LUAS_HA", 1)</code>
VOL_HA	Decimal, presisi 1	<code>round("inv_VOLUME_M3" / "LUAS_HA", 1)</code>

Urutkan `VOL_HA` dari besar ke kecil. Baris teratas: P-13 dengan 295,4. Baris P-12 kosong, jadi hitungannya ikut kosong.

Join virtual (tanpa berkas baru)

Cara lain adalah join yang hidup di proyek saja.

1. Klik dua kali layer `Petak` untuk membuka **Properties**, lalu tab **Joins**.
2. Klik tombol **+** (Add new join).
3. Isi **Join layer:** `Inventarisasi`, **Join field:** `KODE_PETAK`, **Target field:** `KODE_PETAK`.
4. Pilih kolom mana yang disambung. Centang **Custom field name prefix** dan isi `inv_`. Centang **Cache join layer in virtual memory** bila ingin lebih cepat.
5. Klik **OK**. Kolom baru muncul di tabel `Petak`, tetapi **tidak** tertulis ke berkas `Petak_KPH.gpkg`.

Pada data latihan, join virtual dengan kunci apa adanya mengisi **14 petak**, sama seperti join tetap pertama.

Kapan memilih yang mana: Join virtual cepat dan tidak menambah berkas, tetapi hilang bila proyek dipindah tanpa tabelnya. Join tetap (hasil alat Processing) menghasilkan berkas yang bisa dikirim ke orang lain.

Satu petak, banyak baris pengukuran: Join di bab ini mengandaikan satu petak punya paling banyak satu baris. Bila ada beberapa baris per petak, join biasa hanya membawa yang pertama. Untuk kasus itu dipakai relasi atau ringkasan, dibahas di seri Intermediate.

Pilihan: join lewat Python

Skrip 6.1 (`skrip/b2_06_join.py`) menjalankan semua langkah di atas. Jalankan Skrip 5.1 lebih dulu.

python

```
g = processing.run("native:joinattributetable", {
    "INPUT": petak, "FIELD": "KODE_PETAK", "INPUT_2": inv, "FIELD_2": "KODE_PETAK",
    "FIELDS_TO_COPY": ["JML_POHON", "VOLUME_M3", "TGL_UKUR"], "METHOD": 1,
    "DISCARD_NONMATCHING": False, "PREFIX": "inv_", "OUTPUT": "memory:", "NON_MATCHING": "memory:"})
```

Hasil uji: tipe kolom CSV terbaca text, integer, double, date, dan text. Join pertama 14 cocok (tanpa pasangan P-09 dan P-12). Setelah kunci diperbaiki, 15 cocok. Total pohon 13.262, total volume 2.761,7 m³. Join virtual mengisi 14 petak.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

1. Tambahkan `Inventarisasi.csv` ke peta, lalu klik kanan ► **Open** untuk melihat tabelnya. [CEK]
2. Buka alat **Add Join (Data Management Tools)**. Isi **Input Table** `Petak`, **Input Join Field** `KODE_PETAK`, **Join Table** `Inventarisasi`, dan **Join Table Field** `KODE_PETAK`.
3. Opsi **Keep All Target Features** (di Pro disebut **Keep all input records**) menyala: semua petak tetap tampil walau tanpa pasangan. Bila dimatikan, hanya petak yang cocok tampil.
4. Join dari **Add Join** bersifat **sementara**: tinggal di layer, bukan di data. Untuk menjadikannya permanen, pakai alat **Join Field**, atau ekspor hasilnya dengan **Copy Features** atau **Export Features**.
5. Perhatikan: ArcGIS Pro mengenali huruf besar dan kecil pada kunci tergantung sumber datanya. Cocokkan huruf kuncinya lebih dulu. [CEK]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Tambahkan `Inventarisasi.csv`. Klik kanan layer `Petak` ► **Joins and Relates** ► **Join....** [CEK]
2. Pilih **Join attributes from a table**. Isi **field di layer** `KODE_PETAK`, **tabel yang disambung** `Inventarisasi`, dan **field kunci** `KODE_PETAK`.
3. Pilih **Keep all records** agar petak tanpa pasangan tetap tampil. [CEK]
4. Join ini sementara. Untuk membuatnya permanen, ekspor layer lewat **Data** ► **Export Data** atau pakai alat **Join Field**. [CEK]
5. Pada ArcMap, kolom hasil join diberi awalan nama tabel, misalnya `Inventarisasi.JML_POHON`. [CEK]

Cek paham

1. Mengapa p-09 tidak cocok dengan P-09?
2. Apa artinya petak "tanpa pasangan", dan haruskah selalu dianggap galat?

3. Apa beda join virtual dan join tetap?

Jawaban:

1. Pencocokan kunci dilakukan huruf demi huruf, dan huruf kecil berbeda dari huruf besar.
2. Artinya kuncinya tidak ditemukan di tabel satunya. Tidak selalu galat. P-12 memang belum punya data. Yang perlu diperiksa adalah penyebabnya: salah ketik atau memang kosong.
3. Join virtual hidup di proyek dan tidak membuat berkas baru. Join tetap menghasilkan layer atau berkas baru yang membawa kolom hasil sambungan.

Kesalahan umum

- **Kunci beda huruf atau berspasi.** Petak tidak mendapat pasangan. Samakan dengan `upper` dan `trim`.
- **Tidak memeriksa yang tanpa pasangan.** Hasil terlihat benar, padahal sebagian kosong. Hitung baris kosong dengan `IS NULL`.
- **Tipe kunci berbeda.** Kunci angka di satu tabel dan teks di tabel lain tidak cocok. Samakan tipenya.
- **Mengira join virtual mengubah data.** Berkas asli tetap utuh. Bila kolomnya perlu dibawa, ekspor hasilnya.
- **Awalan nama kolom hilang.** Dua kolom bernama sama bertabrakan. Beri awalan, misalnya `inv_`.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: join menyambung dua tabel lewat kunci yang persis sama. Periksa petak tanpa pasangan, perbaiki kunci bila perlu, lalu hitung dari hasil join. Join virtual cepat dan sementara, join tetap menghasilkan layer baru.

Latihan: dengan hasil join, buat kolom `STATUS_DATA` yang bernilai `Lengkap` bila `inv_JML_POHON` terisi dan `Belum ada` bila kosong. Berapa petak `Belum ada`? (Petunjuk: `if("inv_JML_POHON" IS NULL, 'Belum ada', 'Lengkap')`). Jawaban: 1 petak setelah kunci diperbaiki, yaitu P-12.)

Tabel perbandingan: join

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Memuat CSV	Add Delimited Text Layer	Add Data	Add Data
Join sementara	Properties ► Joins	Add Join	Joins and Relates ► Join
Join permanen	Alat Join attributes by field value	Join Field [CEK]	Ekspor layer atau Join Field [CEK]
Petak tanpa pasangan	Tersisa kosong (NULL); bisa dibuang	Keep all input records	Keep all records [CEK]
Awalan kolom	Custom field name prefix	Otomatis oleh alat [CEK]	Nama tabel di depan [CEK]

BAB 7: Laporan untuk Kepala Seksi: Memadukan Semuanya

Studi kasus: "Besok pagi saya butuh rekapnya"

Kepala Seksi memberi tugas penutup, "Saya butuh tiga hal untuk rapat. Jumlah pohon tiap KPH, petak mana yang datanya belum lengkap, dan daftar petak jati tua beserta volume per hektarenya." Semua bahan sudah Anda siapkan di bab 1 sampai 6. Sekarang tinggal memadukannya menjadi satu laporan.

Konsep: alur kerja data vektor dalam tiga kalimat

Pekerjaan dengan data vektor hampir selalu mengikuti urutan yang sama: **baca** tabelnya, **pilih** bagian yang dibutuhkan, **gambar atau edit** bila ada yang kurang, **rapikan** bentuknya, lalu **hitung dan gabungkan** angkanya. Anggap seperti memasak: memeriksa bahan, memilah, memotong, membersihkan, lalu meracik. Urutan yang tertib membuat hasil bisa diulang dan dipercaya.

Ilustrasi 7.1: Alur kerja data vektor di B2



Skema; bukan tangkapan layar

Bab ini tidak memperkenalkan istilah baru. Anda memakai kembali: tabel atribut, ekspresi, seleksi, kalkulasi field, dan join.

Angka dari data latihan

Hasil skrip 7.1 di QGIS 4.0.2, berdasarkan lapisan hasil bab 5 dan 6:

Pertanyaan	Jawaban
Pohon di KPH Alpha	3.595 (4 petak berisi data)
Pohon di KPH Beta	3.475 (4 petak berisi data)
Pohon di KPH Gamma	6.192 (7 petak berisi data)
Petak tanpa data inventarisasi	P-12
Jumlah jati kelas umur Tua	5 petak

Daftar jati tua menurut volume per hektare (dari terbesar):

Petak	KPH	Volume (m ³ /ha)
P-13	KPH Gamma	295,4
P-05	KPH Alpha	257,7
P-02	KPH Alpha	252,7
P-01	KPH Alpha	244,4
P-09	KPH Gamma	217,0

Seluruh angka ini berasal dari data buatan, bukan kondisi hutan sebenarnya.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Menyusun laporan di QGIS

Persiapan

1. Buka proyek baru. Muat layer hasil bab 6 (join tetap dengan kolom `POHON_HA` dan `VOL_HA`). Bila Anda memakai skrip, itu berkas `Petak_Inventarisasi.gpkg` di folder keluaran.
2. Periksa dulu kolomnya di tabel atribut: `LUAS_HA`, `KELAS_UMUR`, `inv_JML_POHON`, `VOL_HA`.

Hal 1: jumlah pohon per KPH

1. Buka **Processing ► Toolbox**, cari `Statistics by categories`, lalu klik dua kali. [CEK: nama kelompok alat]
2. **Input vector layer:** layer hasil join. **Field to calculate statistics on:** `inv_JML_POHON`. **Field(s) with categories:** `NAMA_KPH`.
3. Klik **Run**. Tabel hasil berisi satu baris per KPH, dengan kolom `count`, `sum`, dan `mean`. Kolom `sum` memuat 3.595, 3.475, dan 6.192.

Hal 2: petak yang datanya belum lengkap

1. **Select Features by Expression:** `"inv_JML_POHON" IS NULL`.
2. Satu petak terpilih: **P-12**. Catat untuk laporan.

Hal 3: jati tua menurut volume

1. **Select Features by Expression:**

ekspresi

```
"JENIS" = 'Jati' AND "KELAS_UMUR" = 'Tua'
```

2. Lima petak terpilih. Buka tabel, klik **Show Selected Features**, lalu urutkan `VOL_HA` dari besar ke kecil.
3. Simpan: klik kanan layer ► **Export ► Save Selected Features As....** Buat satu berkas **GeoPackage** (`Jati_Tua.gpkg`) dan satu berkas **CSV** (`Jati_Tua.csv`), dengan **Save only selected features** tercentang. [CEK: letak menu]
4. Berkas CSV bisa dibuka di lembar hitung untuk dilampirkan ke laporan.

Menutup pekerjaan

1. Simpan proyek: **Project ► Save** sebagai `KPH_Contoh_B2.qgz` di folder kerja.
2. Pastikan semua berkas hasil ada dalam folder kerja yang sama. Bila folder dipindah, proyek tetap menemukan datanya.

Pilihan: laporan lewat Python

Skrip 7.1 (`skrip/b2_07_laporan.py`) melakukan ketiga hal di atas dan menyimpan `Jati_Tua.gpkg` dan `Jati_Tua.csv`. Jalankan Skrip 5.1 dan 6.1 lebih dulu. Hasil uji: rekap 3.595, 3.475, 6.192; petak

tanpa data ['P-12']; lima petak jati tua terurut P-13, P-05, P-02, P-01, P-09; dan kedua berkas hasil terbentuk (Jati_Tua.gpkg berisi 5 objek).

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

1. Untuk rekap per KPH, pakai alat **Summary Statistics (Analysis Tools ► Statistics)**. Isi statistik **Sum** pada JML_POHON dengan **Case field** NAMA_KPH. [CEK]
2. Untuk petak tanpa data, pakai **Select By Attributes** dengan syarat JML_POHON IS NULL. [CEK]
3. Untuk jati tua, pakai **Select By Attributes** dengan JENIS = 'Jati' AND KELAS_UMUR = 'Tua'. Ekspor lewat klik kanan layer ► **Data ► Export Features**, dan tabel lewat **Export Table**. [CEK]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Untuk rekap per KPH, klik kanan kolom NAMA_KPH ► **Summarize...**, atau pakai alat **Summary Statistics**. [CEK]
2. Untuk petak tanpa data dan jati tua, pakai **Selection ► Select By Attributes...** [CEK]
3. Ekspor hasil seleksi lewat klik kanan layer ► **Data ► Export Data**. [CEK]

Ceklis kesiapan menuju B3 dan B4

Centang sebelum lanjut:

- Saya bisa membaca tabel atribut dan paham baris, field, dan tipe data.
- Saya bisa memilih objek dengan ekspresi dan dengan lokasi.
- Saya bisa menggambar garis dan poligon, memakai snapping, dan menyimpan edit.
- Saya bisa memeriksa tumpang tindih, celah, duplikat, dan geometri tidak sah.
- Saya bisa menghitung kolom baru dengan Field Calculator.
- Saya bisa menyambung tabel CSV ke layer lewat join dan memeriksa yang tanpa pasangan.
- Saya bisa mengekspor hasil seleksi ke berkas baru.

Seri **B3** (raster dan citra) tidak membutuhkan seri ini, jadi boleh dipelajari lebih dulu. Seri **B4** (kartografi dan layout peta) memakai kolom hasil hitungan di sini untuk simbologi dan label.

Cek paham

1. Urutkan lima tahap alur kerja data vektor di bab ini.
2. Mengapa petak P-12 tidak boleh langsung dianggap galat?
3. Mengapa hasil seleksi sebaiknya diekspor?

Jawaban:

1. Baca tabel, pilih, gambar atau edit, rapikan topologi, hitung dan join.

2. Karena petak itu memang belum punya data inventarisasi. Itu keadaan data, bukan galat teknis.
3. Seleksi hilang saat proyek ditutup. Berkas hasil ekspor bisa dikirim dan dibuka lagi.

Kesalahan umum

- **Menghitung sebelum merapikan.** Luas dari poligon bertumpuk terhitung dua kali. Rapikan topologi lebih dulu.
- **Lupa melepas seleksi lama sebelum membuat seleksi baru.** Hasilnya campur aduk. Lepas dengan Ctrl+Shift+A.
- **Menyerahkan angka tanpa catatan keterbatasan.** Sebutkan petak yang datanya kosong dan sumber angkanya.
- **Mengerjakan di data asli.** Simpan hasil di berkas baru agar data asli tetap utuh.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: alur data vektor: baca, pilih, gambar atau edit, rapikan, hitung dan join. Tiap tahap punya alat dan kebiasaan pemeriksaan. Hasil akhir berupa angka rekap dan berkas yang bisa dilampirkan.

Latihan: ulangi seluruh alur dari `paket-b2` tanpa melihat buku. Tambahkan satu pertanyaan baru: "Berapa total volume petak Mahoni?" (Petunjuk: pilih "JENIS" = 'Mahoni', lalu pakai Statistical Summary pada `inv_VOLUME_M3`. Jawaban: 4 petak Mahoni, yaitu P-03, P-06, P-10, P-14, dengan total volume $202,7 + 181,7 + 180,5 + 179,8 = 744,7 \text{ m}^3$.)

Tabel perbandingan: rekap dan ekspor

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Rekap per kategori	Statistics by categories	Summary Statistics [CEK]	Summarize atau Summary Statistics [CEK]
Mencari nilai kosong	"kolom" IS NULL	kolom IS NULL [CEK]	"kolom" IS NULL [CEK]
Ekspor hasil seleksi	Export ► Save Selected Features As	Export Features [CEK]	Data ► Export Data [CEK]
Menyimpan proyek	Project ► Save	Project ► Save	File ► Save

Penutup dan jalan ke seri berikutnya

Selamat. Anda kini bisa bekerja dengan **isi** data vektor, bukan hanya melihatnya. Seri **B3** mengajak Anda ke dunia raster dan citra. Seri **B4** mengajarkan cara menyajikan hasil kerja ini sebagai peta yang rapi dan siap dicetak. Cerita KPH Contoh berlanjut di sana.

Lanjut belajar

Seri berikutnya adalah **B3: Raster dan Citra Dasar**. Pindai kode QR ini untuk membuka halaman seri tersebut dan unduhannya.



Glosarium

Glosarium ini memuat istilah teknis yang dipakai di buku B2, diurutkan menurut abjad. Bila Anda bertemu istilah yang belum paham, cari di sini, lalu buka bab yang disebut di akhir entri untuk penjelasan lengkap.

Advanced Digitizing Panel: panel QGIS untuk mengetik nilai x dan y simpul saat menggambar, dibuka dengan Ctrl+4. Cocok bila Anda ingin hasil gambar yang persis sama dengan tabel koordinat. *Bab 3.*

Arcade: bahasa ekspresi di ArcGIS Pro. Nama kolom ditulis `$feature.NAMA_FIELD`. *Bab 5.*

Baris (record): satu objek di tabel atribut, misalnya satu petak. *Bab 1.*

Celah (gap): ruang kosong di antara poligon yang seharusnya rapat. Luas di celah tidak terhitung pada petak mana pun. *Bab 4.*

Check validity: alat QGIS yang memisahkan objek sah dari objek bergeometri tidak sah. Hasilnya berupa layer Valid, Invalid, dan Error. *Bab 4.*

CRS (coordinate reference system): sistem acuan koordinat sebuah data. Hitung luas di CRS bermeter seperti UTM, bukan di CRS derajat. *Bab 5.*

CSV (comma separated values): berkas teks berisi tabel dengan kolom dipisah koma. Di buku ini, `Inventarisasi.csv` dimuat sebagai tabel tanpa bentuk. *Bab 6.*

Data vektor (vector data): data peta berupa titik, garis, atau poligon yang tiap objeknya punya tabel atribut. *Pendahuluan.*

Definition Query: cara ArcGIS Pro dan ArcMap menyembunyikan objek yang tidak memenuhi syarat. Padanannya di QGIS adalah Filter. *Bab 2.*

Delete overlaps: alat QGIS yang menghapus bagian tumpang tindih dari sebuah poligon, dengan layer galat dari alat Overlaps sebagai bahan. *Bab 4.*

Digitasi (digitizing): menggambar objek vektor di layar dengan mengklik titik-titiknya. *Bab 3.*

Duplikat (duplicate): dua objek dengan bentuk sama persis. *Bab 4.*

Ekspor (export): menyimpan hasil, misalnya objek terpilih, ke berkas baru. Seleksi sendiri hilang saat proyek ditutup, jadi hasil penting perlu diekspor. *Bab 2.*

Ekspresi (expression): kalimat syarat atau rumus yang dihitung GIS untuk tiap baris. Dipakai untuk memilih objek dan untuk mengisi kolom. *Bab 2, 5.*

Feature dataset: wadah di dalam geodatabase tempat topologi dibuat di ArcGIS. *Bab 4.*

Field: satu kolom keterangan di tabel atribut, misalnya `JENIS`. *Bab 1.*

Field Calculator: alat untuk mengisi kolom untuk semua baris sekaligus memakai satu ekspresi. Di QGIS dibuka dengan Ctrl+I. *Bab 5.*

Field virtual (virtual field): kolom yang dihitung setiap kali dibuka dan tidak ditulis ke berkas. *Bab 5.*

Fill gaps: alat QGIS untuk menutup celah. Pada data latihan alat ini gagal, sehingga celah diperbaiki dengan tangan. *Bab 4.*

Filter: menyembunyikan objek yang tidak memenuhi syarat, baik di peta maupun di tabel. Berbeda dari seleksi yang hanya menandai. *Bab 2.*

Fix geometries: alat QGIS yang membuat geometri tidak sah menjadi sah. Hasilnya belum tentu sesuai maksud Anda, jadi tetap perlu diperiksa. *Bab 4.*

Form view: tampilan tabel atribut yang menunjukkan satu objek per layar. *Bab 1.*

Fungsi (function): perintah siap pakai dalam ekspresi, ditulis dengan tanda kurung, misalnya `round(...)`. *Bab 5.*

Geodatabase: format penyimpanan data Esri. Topologi di ArcGIS dibuat pada geodatabase, bukan pada GeoPackage. *Bab 4.*

Geometri tidak sah (invalid geometry): bentuk yang melanggar aturan dasar, misalnya garis tepi yang menyilang sendiri. *Bab 4.*

GeoPackage: format berkas data peta berekstensi `.gpkg`, tempat data latihan disimpan. GeoPackage membuat kolom `fid` sebagai ID unik. *Bab 1.*

ID unik: nomor atau kode yang tidak pernah sama antarbaris. *Bab 1.*

Invert selection (membalik seleksi): menukar objek terpilih dengan objek yang tidak terpilih, di QGIS dengan `Ctrl+R`. *Bab 2.*

Join: menyambung dua tabel lewat kolom kunci yang isinya sama. *Bab 6.*

Join tetap: join yang menghasilkan layer atau berkas baru dan bisa dikirim ke orang lain. *Bab 6.*

Join virtual: sambungan sementara yang hidup di proyek, tanpa membuat berkas baru. *Bab 6.*

Kelas umur: pengelompokan petak menjadi Muda, Sedang, dan Tua menurut umur tanaman. *Bab 5.*

Kunci (key): kolom yang isinya dipakai untuk mencocokkan baris dua tabel. Kunci harus persis sama, huruf demi huruf. *Bab 6.*

LIKE dan ILIKE: operator pencarian teks di ekspresi. Tanda `%` berarti huruf apa saja. `LIKE` membedakan huruf besar dan kecil, `ILIKE` tidak. *Bab 2.*

Merge Selected Features: alat QGIS untuk menggabungkan beberapa objek terpilih menjadi satu. *Bab 3.*

Mode edit: keadaan layer yang boleh diubah, ditandai ikon pensil. Perubahan baru masuk ke berkas setelah disimpan. *Bab 3.*

MultiPolygon: satu objek yang terdiri atas beberapa poligon terpisah. Fix geometries mengubah P-18 menjadi MultiPolygon berisi dua segitiga. *Bab 4.*

NULL: sel yang kosong. Periksa dengan `IS NULL`, bukan `= NULL`. *Bab 2.*

Operator: tanda hitung atau sambung dalam ekspresi, misalnya `+`, `-`, `/`, dan `||`. *Bab 5.*

Operator logika: kata penghubung syarat, yaitu `AND`, `OR`, dan `NOT`. *Bab 2.*

Pengenal unik (unique feature identifier): field yang nilainya tidak pernah sama, diminta oleh alat Check geometry. Pada `Petak_Rusak` dipakai `fid`, bukan `KODE_PETAK`. *Bab 4.*

Plugin: tambahan program untuk QGIS yang dinyalakan lewat Plugins. Contohnya Topology Checker. *Bab 4.*

Presisi (precision): jumlah angka desimal yang disimpan sebuah kolom. Presisi yang terlalu kecil memotong angka. *Bab 5.*

Processing Toolbox: kotak alat QGIS tempat Anda mencari alat dengan mengetik namanya. *Bab 2.*

Python Console: jendela QGIS untuk menjalankan skrip Python. Skrip di buku ini bersifat pilihan. *Bab 1.*

Query: kalimat syarat yang dibaca GIS untuk memutuskan baris mana yang dipilih. Disebut juga ekspresi. *Bab 2.*

Query Builder: jendela QGIS untuk menulis syarat filter layer. *Bab 2.*

Seleksi (selection): menandai objek yang dibutuhkan tanpa mengubah datanya. Seleksi hilang saat proyek ditutup. *Bab 2.*

Seleksi menurut lokasi (select by location): memilih objek berdasarkan letaknya terhadap objek lain, misalnya titik plot yang berada di dalam petak. *Bab 2.*

Simpul (vertex): titik sudut pada garis atau poligon. Tiap klik saat digitasi menambah satu simpul. *Bab 3.*

Snapping: tarikan otomatis kursor ke simpul atau tepi yang dekat, supaya dua objek menempel rapat. Di QGIS dinyalakan dan dimatikan dengan tombol S. *Bab 3.*

Split: membelah satu objek menjadi dua dengan sebuah garis. Garis harus melewati tepi objek di kedua ujung. *Bab 3.*

Statistical Summary: panel QGIS yang menampilkan ringkasan angka sebuah field, seperti jumlah, minimum, maksimum, dan rata-rata. *Bab 1.*

Statistics by categories: alat QGIS yang merekap angka per kategori, misalnya jumlah pohon per KPH. *Bab 7.*

Tabel atribut (attribute table): tabel yang menyimpan keterangan tiap objek peta. *Bab 1.*

Tabel tanpa bentuk: tabel yang hanya berisi angka dan teks, tanpa gambar di peta, misalnya CSV. *Bab 6.*

Tanpa pasangan: baris yang kuncinya tidak ditemukan di tabel satunya. Tidak selalu galat, karena bisa berarti datanya memang belum ada. *Bab 6.*

Tipe data (data type): jenis isi sebuah field, yaitu teks, bilangan bulat, desimal, atau tanggal. *Bab 1.*

Topologi (topology): aturan hubungan antarobjek, misalnya bersebelahan harus rapat tanpa celah dan tanpa tumpang tindih. *Bab 4.*

Topology Checker: plugin QGIS untuk memeriksa aturan topologi secara terus-menerus. *Bab 4.*

Tumpang tindih (overlap): dua poligon berbagi sebagian area, sehingga luasnya terhitung dua kali. *Bab 4.*

UTM (Universal Transverse Mercator): sistem koordinat bersatuan meter. Data latihan memakai UTM zona 49S (EPSG:32749). *Bab 3.*

Vertex Tool: alat QGIS untuk menggeser, menambah, dan membuang simpul. *Bab 3.*

Daftar Pustaka

Daftar ini memuat sumber yang dipakai menyusun buku ini. Semua tautan dibuka dan dicek pada 7 Oktober 2026. Alamat dokumentasi QGIS memakai versi "latest", yang saat dicek menampilkan versi 3.44.

Dokumentasi resmi

- Esri. (t.t.). *Add Join (Data Management Tools)*. Dokumentasi ArcGIS Pro. <https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/tool-reference/data-management/add-join.html>.
- Esri. (t.t.). *Calculate Field (Data Management Tools)*. Dokumentasi ArcGIS Pro. <https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/tool-reference/data-management/calculate-field.html>.
- QGIS Project. (t.t.). *Editing* (bab 12.3). QGIS Documentation, versi 3.44. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/working_with_vector/editing_geometry_attributes.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Expressions* (bab 9.1). QGIS Documentation, versi 3.44. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/expressions/expression.html.
- QGIS Project. (t.t.). *The Vector Properties Dialog* (bab 12.1). QGIS Documentation, versi 3.44. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/working_with_vector/vector_properties.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Topology Checker Plugin* (bab 25.2.5). QGIS Documentation, versi 3.44. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/plugins/core_plugins/plugins_topology_checker.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Vector general* (bab 24.1.25). QGIS Documentation, versi 3.44. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorgeneral.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Vector selection* (bab 24.1.28). QGIS Documentation, versi 3.44. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorselection.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Working with the Attribute Table* (bab 12.2). QGIS Documentation, versi 3.44. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/working_with_vector/attribute_table.html.

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/

DATA VEKTOR: ATRIBUT, DIGITASI, SELEKSI

Membaca tabel, memilih, menggambar, merapikan, menghitung, dan menyambung data vektor (kehutanan dan pertanian).

Yang akan Anda pelajari

- 1** Kartu Data Tiap Petak: Membaca Tabel Atribut
- 2** Pilih yang Anda Butuhkan: Query dan Seleksi
- 3** Menggambar Sendiri: Digitasi dan Edit Objek
- 4** Rapat Tanpa Celah: Topologi Dasar
- 5** Hitung Sekali, Berlaku untuk Semua: Kalkulasi Field
- 6** Sambungkan Dua Tabel: Join
- 7** Laporan untuk Kepala Seksi: Memadukan Semuanya



**Pindai untuk membuka
seluruh seri buku GIS**

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