

SURVEI LAPANGAN & BASIS DATA

INTERMEDIATE CLASS | SERI I3 | KEHUTANAN & PERTANIAN



BADAR MUBAROK YOGASWARA

DAFTAR ISI

Pendahuluan: Dari Hutan ke Basis Data yang Bisa Dipercaya	1
Prasyarat	1
Isi buku	1
Cara membaca buku ini	1
Cerita di KPH Contoh	2
Perangkat dan data	2
Hubungan dengan seri lain	2
Hak cipta dan penggunaan	3
Unduhan: buku dan paket data	3
BAB 1: Titik Ini Benar-Benar di Sini? GNSS dan Akurasi	4
Studi kasus: "Tunggaknya ada di mana?"	4
Konsep: GNSS dalam tiga kalimat	4
Akurasi dan presisi: dua hal yang berbeda	5
Berapa besar galatnya?	5
Apa yang membuat titik meleset?	6
Cara menurunkan galat	6
Bagian A: Mengukur galat GNSS di QGIS	8
Bagian B: ArcGIS Pro	9
Bagian C: ArcMap 10.8	9
BAB 2: Satu Lemari untuk Semua Data: GeoPackage dan Geodatabase	12
Studi kasus: "Kirimannya tidak lengkap"	12
Konsep: wadah data dalam tiga kalimat	12
Apa yang saya buktikan di data latihan	13
Perbandingan tiga wadah	13
Aturan membawa GeoPackage	13
Bagian A: Membuat GeoPackage survei di QGIS	14
Bagian B: ArcGIS Pro	15
Bagian C: ArcMap 10.8	15
BAB 3: Pilihan yang Dijaga: Domain Nilai dan Aturan Isian	18
Studi kasus: "Satu kondisi, empat ejaan"	18
Konsep: domain dalam tiga kalimat	18
Tiga lapis penjagaan	18
Memilih jenis pilihan	19
Aturan isian dan nilai bawaan	20
Bagian A: Domain dan formulir di QGIS	21
Bagian B: ArcGIS Pro	23
Bagian C: ArcMap 10.8	24
BAB 4: Formulir yang Ramah Lapangan: Merancang Isian Survei	26
Studi kasus: "Layarnya terlalu panjang"	26
Konsep: formulir dalam tiga kalimat	26
Pegangan merancang formulir	27
Foto sebagai bukti	27
Bagian A: Merancang formulir di QGIS	28

Bagian B: ArcGIS Pro.....	29
Bagian C: ArcMap 10.8.....	29
BAB 5: Dari Kantor ke Hutan dan Kembali: Aplikasi Lapangan Dasar.....	31
Studi kasus: "Di sana tidak ada sinyal".....	31
Konsep: aplikasi lapangan dalam tiga kalimat.....	31
Pilihan yang ada, tanpa memihak.....	31
Pertanyaan sebelum memilih.....	32
Bahaya bentrok ID.....	32
Ceklis sebelum berangkat.....	33
Bagian A: Menyiapkan paket lapangan dari QGIS.....	34
Bagian B: ArcGIS Pro dan Field Maps.....	34
Bagian C: ArcMap 10.8.....	35
BAB 6: Periksa Dulu Sebelum Dipercaya: Kualitas Data.....	37
Studi kasus: "Angka finalnya berapa?".....	37
Konsep: kualitas data dalam tiga kalimat.....	37
Enam pemeriksaan dan temuannya.....	37
Aturan sebagai ekspresi.....	38
Memperbaiki dengan aman.....	39
Bagian A: Memeriksa data di QGIS.....	41
Bagian B: ArcGIS Pro.....	42
Bagian C: ArcMap 10.8.....	42
BAB 7: Bertanya ke Basis Data: SQL Dasar.....	44
Studi kasus: "Per petak, berapa yang sehat?".....	44
Konsep: SQL dalam tiga kalimat.....	44
Sepuluh pertanyaan pada data survei.....	44
SQL atau ekspresi QGIS?.....	47
Bagian A: Menjalankan SQL di QGIS.....	48
Bagian B: ArcGIS Pro.....	49
Bagian C: ArcMap 10.8.....	49
Ceklis kesiapan menuju seri berikutnya.....	50
Penutup dan jalan ke seri berikutnya.....	51
Lanjut belajar.....	51
Glosarium.....	52
Daftar Pustaka.....	56
Dokumentasi resmi.....	56
Makalah dan buku.....	57
Aplikasi Live Penulis.....	58

Pendahuluan: Dari Hutan ke Basis Data yang Bisa Dipercaya

Buku ini adalah **Seri I3** dari kelas Intermediate. Judulnya: **Survei Lapangan dan Basis Data**. Di sini Anda belajar mengumpulkan data di lapangan dan menyimpannya dengan rapi, supaya angka yang masuk ke peta layak dipercaya.

Peta sebagus apa pun akan menyesatkan bila datanya ngawur. Titik meleset beberapa meter, ejaan berbeda-beda, atau foto yang hilang adalah hal sehari-hari. Seri ini mengajarkan Anda mencegahnya sejak awal, lalu memeriksanya bila terlanjur terjadi.

Prasyarat

Anda sebaiknya sudah menyelesaikan **Seri B2: Data Vektor**. Dari seri itu, Anda perlu bisa:

- membuka tabel atribut dan membaca isinya,
- membuat pencarian (query) dan seleksi,
- menambah atau mengubah objek lewat digitasi dan edit,
- mengisi kolom dengan kalkulasi field,
- menggabungkan tabel dengan join.

Dari **Seri B1**, Anda perlu paham CRS dan UTM zona 49S (EPSG:32749). Semua data di buku ini memakai CRS itu.

Isi buku

Bab	Pertanyaan yang dijawab
1. GNSS dan akurasi	Seberapa jauh titik dari ponsel atau alat GNSS boleh dipercaya?
2. GeoPackage dan geodatabase	Di mana data survei disimpan supaya tidak tercecer?
3. Domain nilai	Bagaimana mencegah ejaan yang berbeda-beda?
4. Formulir survei	Bagaimana membuat isian yang mudah dipakai di lapangan?
5. Aplikasi lapangan	Bagaimana data berpindah dari kantor ke hutan dan kembali?
6. Kualitas data	Bagaimana memeriksa data yang masuk?
7. SQL dasar	Bagaimana bertanya langsung ke basis data?

Cara membaca buku ini

Satu bab terbagi dalam bagian dengan pola yang sama:

- **Studi kasus:** masalah kecil dari "KPH Contoh", kantor pengelola hutan fiktif.
- **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 sebuah fitur tidak ada di perangkat tertentu, buku ini menyebutnya terus terang.
- **Cek paham, Kesalahan umum, Ringkasan dan latihan**, serta **Tabel perbandingan** tiga perangkat.

Pilih satu perangkat, lalu ikuti bagian yang sesuai. Langkah bertanda **[CEK]** perlu Anda cocokkan dengan perangkat Anda. Laporkan bila ada beda.

Cerita di KPH Contoh

Anda masih **Analisis Muda** di KPH Contoh. **Kepala Seksi** kini meminta survei kondisi pohon di tiga petak: **KPH Alpha**, **KPH Beta**, dan **KPH Gamma**. Tim surveyor akan membawa ponsel ke lapangan. Tugas Anda menyiapkan basis datanya, formulirnya, dan pemeriksaan hasilnya.

Semua nama dan peristiwa fiktif. Data latihan buatan dan **bukan** kondisi lapangan sebenarnya.

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-i3` dari penulis. Semua data berkoordinat EPSG:32749.
- **Cara pengujian**: skrip Python dan angka di buku ini dijalankan dan diuji di QGIS 4.0.2. Langkah lewat menu mengikuti dokumentasi resmi dan hasil uji setara lewat skrip. Letak tombol di layar bisa sedikit berbeda di versi Anda. Bagian yang perlu dicocokkan diberi tanda **[CEK]**.

Berkas	Isi	Dipakai di
Gnss_Uji.gpkg dan Gnss_Uji.csv	400 pembacaan GNSS (4 cara ukur, masing-masing 100) di sekitar satu titik referensi	Bab 1
Survei_Lapangan.gpkg	61 titik survei pohon (sebagian sengaja bermasalah), batas KPH, dan dua tabel acuan	Bab 6 dan 7
hasil_diharapkan.json	Angka yang seharusnya Anda peroleh	Semua bab

Skrip Python bab ini ada di folder `skrip`, diberi nomor **I3.1** sampai **I3.9**. Skrip diuji di QGIS 4.0.2 dengan data sintetis. Untuk membuat ulang data, jalankan `buat_data_i3.py`.

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.

Hubungan dengan seri lain

- **Sebelumnya**: B2 mengajari Anda tabel atribut, query, dan join. I3 memakai semuanya untuk data lapangan.

- **Sesudahnya:** I4 mengotomatiskan pekerjaan dengan Python. Banyak skrip I3 adalah pemanasan untuk itu.
- **Masterclass Seri 1 (M1):** Bab 2 M1 membahas sinkronisasi lapangan dan menganggap Anda sudah paham GeoPackage, domain, dan formulir. Bab 2 sampai 4 buku ini mempersiapkan Anda untuk itu.
- **M2:** basis data lanjut seperti PostGIS melanjutkan SQL dasar dari Bab 7.

Kontak penulis: badarmubarok@gmail.com.

Hak cipta dan penggunaan

Hak cipta © 2026 Badar Mubarak 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 I3	https://badarmubarok.id/buku-gis/i3/unduhannya.html	semua berkas seri ini
Buku (PDF)	https://badarmubarok.id/buku-gis/i3/unduhannya/BUKU-I3.pdf	buku ini dalam PDF
Paket data latihan	https://badarmubarok.id/buku-gis/i3/unduhannya/data-sintetis-i3.zip	data sintetis latihan
Skrip (zip)	https://badarmubarok.id/buku-gis/i3/unduhannya/skrip-i3.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 I3.



BAB 1: Titik Ini Benar-Benar di Sini? GNSS dan Akurasi

Studi kasus: "Tunggaknya ada di mana?"

Tim surveyor mencatat sebuah tunggak bekas terbang liar memakai ponsel. Seminggu kemudian, Kepala Seksi menyuruh petugas kembali ke titik itu. Mereka tidak menemukan apa-apa. Setelah dicari, tunggaknya ternyata berjarak sekitar enam langkah dari titik di peta.

"Salah siapa?" tanya Kepala Seksi. Anda menjawab, "Mungkin tidak ada yang salah. Titiknya memang tidak pernah setepat yang kita kira." Bab ini menjelaskan mengapa, dan bagaimana mengukurnya.

Konsep: GNSS dalam tiga kalimat

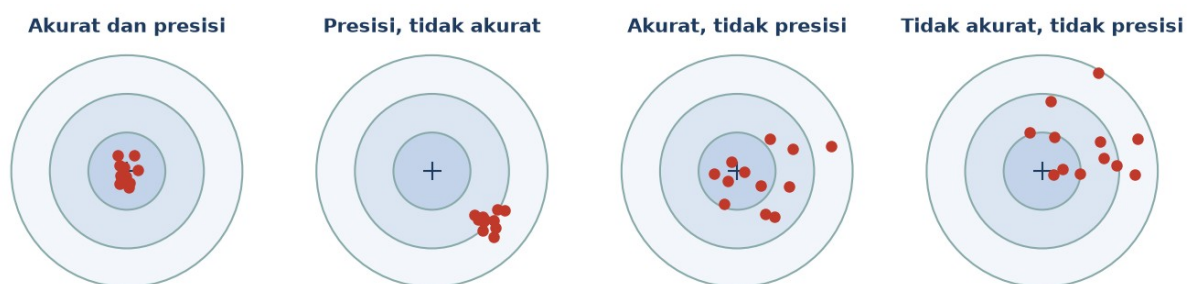
GNSS adalah sistem satelit yang membantu penerima di tangan Anda menghitung letaknya di bumi. Seperti menebak posisi Anda dari jarak ke beberapa menara yang letaknya sudah diketahui, hasilnya selalu mengandung **galat**, yaitu selisih dari posisi yang benar. Karena itu setiap titik lapangan perlu dicatat bersama seberapa besar ia boleh dipercaya.

Satu istilah mungkin terdengar asing. GPS hanyalah salah satu sistem GNSS, yaitu milik Amerika Serikat. Sistem lain antara lain GLONASS, Galileo, dan BeiDou. Sebagian penerima memakai beberapa sistem sekaligus. [kemungkinan: pengetahuan umum]

Istilah baru bagian ini:

- **GNSS**: sistem satelit penentu posisi.
- **Galat**: selisih antara posisi hasil ukur dan posisi yang benar.
- **Akurasi**: seberapa dekat hasil ukur ke posisi yang benar.
- **Presisi**: seberapa rapat pembacaan berulang saling berdekatan.
- **HDOP**: angka yang menggambarkan susunan satelit di langit. Makin kecil makin baik.

Ilustrasi 1.1: Akurasi dan presisi



Pusat sasaran = titik yang benar. Titik merah = pembacaan GNSS. Skema; bukan tangkapan layar

Akurasi dan presisi: dua hal yang berbeda

Bayangkan Anda menembak sasaran. Bila semua peluru menumpuk di satu sisi, tembakan Anda **presisi** tetapi tidak **akurat**. Bila peluru tersebar tetapi rata-ratanya di tengah, Anda akurat tetapi tidak presisi. Yang kita cari adalah keduanya.

Untuk titik GNSS, kedua hal itu bisa dihitung. Anda butuh sebuah **titik referensi** yang koordinatnya sudah diketahui, lalu mengukur berulang-ulang di titik itu. Dalam data latihan, titik referensinya bernama `TR-01`, dan ada 100 pembacaan untuk tiap cara ukur.

Berapa besar galatnya?

Tabel berikut dihitung dari data latihan `Gnss_Uji.gpkg` dengan skrip I3.1. Semua dalam meter.

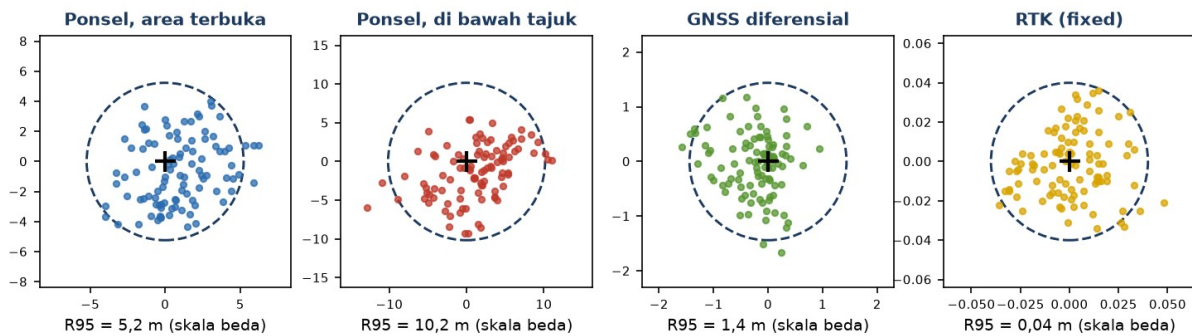
Cara ukur	Bias	Presisi	Galat RMS	CEP50	R95
Ponsel, area terbuka	1,10	3,14	3,32	2,94	5,23
Ponsel, di bawah tajuk	1,70	5,62	5,87	5,23	10,16
GNSS diferensial	0,24	0,74	0,78	0,63	1,44
RTK (fixed)	0,002	0,024	0,024	0,020	0,040

Angka ini dari data sintetis: Data latihan dibuat dengan sebaran galat yang saya tetapkan sendiri. Angka di atas **bukan** spesifikasi alat apa pun. Untuk alat Anda, ukur sendiri di titik referensi.

Cara membaca tabel:

- **Bias:** jarak antara titik rata-rata pembacaan dan titik referensi. Ini ukuran akurasi.
- **Presisi:** sebaran pembacaan di sekitar titik rata-ratanya sendiri.
- **Galat RMS:** akar dari rata-rata kuadrat galat. Satu angka yang memuat bias dan sebaran.
- **CEP50:** jarak yang mencakup separuh pembacaan. Sama dengan nilai tengah (median) galat.
- **R95:** jarak yang mencakup 95 dari 100 pembacaan. Ini yang paling jujur untuk menjawab "seburuk apa kemungkinan terburuknya".

Ilustrasi 1.2: Sebaran pembacaan



Tanda + = titik referensi. Lingkaran putus-putus = jarak yang mencakup 95% pembacaan. Data sintetis. Skema; bukan tangkapan layar

Perhatikan bahwa ponsel di bawah tajuk memberi R95 sekitar dua kali ponsel di area terbuka. Ini sejalan dengan keterangan resmi bahwa akurasi ponsel memburuk di dekat gedung, jembatan, dan pohon. Menurut GPS.gov, ponsel yang mendukung GPS biasanya akurat dalam radius 4,9 m di langit terbuka. Angka data latihan (R95 sekitar 5,2 m) sengaja dibuat dekat dengan itu. [kemungkinan: angka 4,9 m saya peroleh dari hasil pencarian yang mengutip GPS.gov; halaman aslinya tidak berhasil dibuka. Data latihan dibuat penulis]

Apa yang membuat titik meleset?

- **Tajuk pohon dan bangunan** menghalangi atau memantulkan sinyal.
- **Satelit yang terlihat sedikit**, atau tersebar di satu sisi langit (HDOP besar).
- **Gangguan atmosfer** yang membuat sinyal sedikit melambat.
- **Mutu penerima.** Penerima survei lebih baik daripada penerima ponsel biasa.

Dalam data latihan, mode "ponsel di bawah tajuk" memang dibuat dengan satelit lebih sedikit (5 sampai 9, bukan 8 sampai 14) dan HDOP lebih besar.

Cara menurunkan galat

1. **Ukur berulang** dan ambil rata-ratanya. Ini mengecilkan sebaran acak, tetapi tidak menghilangkan bias.
2. **Pindah ke tempat yang lebih terbuka** bila bisa, lalu catat jarak dan arah dari titik itu ke objek yang disurvei.
3. **Pakai koreksi.** Pada GNSS diferensial dan RTK, sebuah stasiun di titik yang sudah diketahui menghitung galat sinyal. Koreksinya dikirim ke penerima yang bergerak. RTK yang berstatus *fixed* bisa mencapai tingkat sentimeter. [kemungkinan: dokumentasi NOAA dan sumber umum]
4. **Catat mutu setiap titik.** Simpan akurasi yang dilaporkan alat, jumlah satelit, dan HDOP bersama titiknya. Data tanpa catatan mutu sulit diperiksa kemudian.

Pilih alat sesuai kebutuhan: Tanyakan dulu: seberapa kecil galat yang masih bisa diterima? Untuk sebaran sampel di petak 200 m, galat beberapa meter biasanya cukup. Untuk membedakan pohon yang jaraknya 3 m, galat 5 m jelas tidak cukup. Alat yang lebih baik berarti proses yang lebih rumit, jadi pilih yang pas.

Titik yang diuji dulu: Sebelum survei besar, ukur satu titik referensi dengan alat tim Anda (misalnya 30 sampai 100 pembacaan), lalu hitung R95-nya. Angka itu menjadi dasar batas akurasi yang Anda tetapkan di Bab 3.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Mengukur galat GNSS di QGIS

Data yang dipakai: `Gnss_Uji.gpkg` di folder `paket-i3`. Isinya dua layer: `Gnss_Uji` (400 titik) dan `Titik_Referensi` (satu titik).

1. Buka **Layer ► Data Source Manager** (Ctrl+L), pilih tab **Vector**. Tambahkan kedua layer dari `Gnss_Uji.gpkg`.
2. Buka **Select by Expression** (Ctrl+F3) pada layer `Gnss_Uji`. Ketik ekspresi berikut. Kotak **Preview** menampilkan jarak titik pertama ke titik referensi, dalam meter. Hasil yang akan terlihat: angka sekitar 0,28.

EKSPRESI

```
distance($geometry, geometry(get_feature('Titik_Referensi', 'Nama', 'TR-01')))
```

3. Ganti ekspresinya dengan yang berikut, untuk melihat **galat RMS** cara ukur RTK. Hasil yang akan terlihat: sekitar 0,024.

EKSPRESI

```
sqrt(aggregate('Gnss_Uji', 'mean',
  distance($geometry, geometry(get_feature('Titik_Referensi', 'Nama', 'TR-01')))) ^ 2,
  filter := "Mode" = 'RTK_Fix'))
```

4. Untuk **CEP50** (median galat), pakai ekspresi berikut. Hasilnya sekitar 0,020. Untuk cara ukur lain, ganti `'RTK_Fix'` dengan `'Ponsel_Terbuka'`, `'Ponsel_Tajuk'`, atau `'Diferensial'`.

EKSPRESI

```
aggregate('Gnss_Uji', 'median',
  distance($geometry, geometry(get_feature('Titik_Referensi', 'Nama', 'TR-01'))),
  filter := "Mode" = 'RTK_Fix')
```

5. R95 tidak punya fungsi siap pakai di ekspresi. Jalankan skrip **I3.1** di **Plugins ► Python Console** (buka editor dengan ikon Show Editor). Skrip ini mencetak bias, presisi, galat RMS, CEP50, dan R95 untuk semua cara ukur sekaligus.

PYTHON

```
# Inti skrip I3.1 (berkas lengkap: skrip/i3_01_statistik_gnss.py)
jarak = [math.hypot(x - titik_ref.x(), y - titik_ref.y()) for x, y in pts] # galat tiap pembacaan
bias = math.hypot(cx - titik_ref.x(), cy - titik_ref.y()) # geser titik rata-rata
presisi = math.sqrt(sum((x - cx) ** 2 + (y - cy) ** 2 for x, y in pts) / len(pts))
rmse = math.sqrt(sum(j * j for j in jarak) / len(jarak))
```

Hasil uji skrip (QGIS 4.0.2) sama persis dengan tabel di atas.

6. Lihat kembali tabel. Bandingkan **Bias** dan **Presisi** setiap baris. Pada ponsel, mana yang lebih besar? Sebaran (presisi) lebih besar dari bias, jadi rata-rata dari banyak pembacaan akan lebih baik daripada satu pembacaan.

Menyambungkan penerima GNSS: QGIS punya panel **GPS Information** (menu **View ► Panels** atau **Ctrl+0**) dengan tombol **Connect**. Panel ini menampilkan posisi, HDOP, jumlah satelit, dan akurasi horizontal bila penerima terhubung. Di panel itu juga ada pilihan merekam jejak ke GeoPackage. Karena penerima tidak tersedia saat buku ini diuji, langkah penyambungan ditandai **[CEK]**. Sumber: dokumentasi QGIS 3.44; cek kembali di QGIS 4.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Alat berikut ada di Pro. Cocokkan dengan versi Anda. **[CEK]**

1. Tambahkan `Gnss_Uji.csv` ke peta, lalu jalankan **XY Table To Point**. Isi **X Field** dengan `Easting`, **Y Field** dengan `Northing`, dan sistem koordinat **WGS 1984 UTM Zone 49S**. **[CEK]**
2. Buka **Calculate Field** pada layer hasil. Buat field `galat_m` bertipe **Double** dengan ekspresi Python berikut, yang menghitung jarak ke titik referensi (312200, 9996200). **[CEK]**

PYTHON

```
((!Easting! - 312200.0) ** 2 + (!Northing! - 9996200.0) ** 2) ** 0.5
```

3. Jalankan **Summary Statistics** pada `galat_m` dengan **Case field Mode**. Pilih statistik rata-rata, sebaran (STD), dan nilai maksimum. **[CEK]**
4. Untuk melihat bias, jalankan **Mean Center** dan **Standard Distance** (kelompok **Spatial Statistics ► Measuring Geographic Distributions**) dengan **Case field Mode**. Mean Center memberi titik rata-rata, Standard Distance memberi lingkaran sebaran. Tool ini ada di dokumentasi Pro. **[CEK]**

Metadata GNSS di Esri: Untuk survei lapangan, Esri menyediakan alat **Add GPS Metadata Fields** (Data Management) yang menambahkan kolom mutu GNSS seperti akurasi horizontal, HDOP, jumlah satelit, dan jenis fix. ArcGIS Field Maps mengisinya otomatis bila kolomnya ada. [kemungkinan: dokumentasi Esri]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Tambahkan `Gnss_Uji.csv`, klik kanan ► **Display XY Data**. Pilih `Easting` sebagai X dan `Northing` sebagai Y, lalu atur sistem koordinat ke **WGS 1984 UTM Zone 49S**. Ekspor hasilnya menjadi feature class. **[CEK]**
2. Buka tabel atribut, tambahkan field `galat_m` bertipe **Double**. Klik kanan judul kolom ► **Field Calculator**, pilih parser **Python**, lalu pakai ekspresi yang sama dengan Bagian B. **[CEK]**

3. Jalankan **Mean Center** dan **Standard Distance** dari **ArcToolbox ► Spatial Statistics Tools ► Measuring Geographic Distributions** dengan **Case field** *Mode*. [CEK]

Lisensi untuk jarak ke titik referensi: Di ArcMap, alat **Near** dan **Generate Near Table** memerlukan lisensi Advanced, sehingga cara Field Calculator di atas lebih aman. Di ArcGIS Pro, kedua alat itu tersedia di semua level lisensi. [kemungkinan: dokumentasi Esri]

Cek paham

1. Titik pembacaan Anda tersebar rapat, tetapi pusat sebarannya 3 m dari titik referensi. Apakah ini akurat, presisi, atau keduanya?
2. Mengapa R95 lebih berguna daripada rata-rata galat untuk menentukan batas "titik boleh dipakai"?
3. Mengapa rata-rata dari banyak pembacaan tidak menghilangkan bias?

Jawaban:

1. Presisi, tetapi tidak akurat. Pembacaannya rapat, tetapi pusatnya menyimpang.
2. R95 memberi jarak yang mencakup 95% pembacaan, jadi menunjukkan kemungkinan buruknya. Rata-rata menyembunyikan titik yang meleset jauh.
3. Rata-rata hanya meredam sebaran acak. Bias berasal dari penyebab yang sama pada semua pembacaan, seperti tajuk atau koreksi yang kurang, sehingga tetap ada setelah dirata-rata.

Kesalahan umum

- **Menyamakan "jumlah desimal koordinat" dengan akurasi.** Koordinat bertulis sampai enam desimal tidak berarti tepat sampai sentimeter. Akurasi ditentukan alat dan kondisinya.
- **Memakai satu pembacaan sebagai titik survei.** Satu pembacaan bisa saja yang paling meleset. Ambil beberapa pembacaan bila memungkinkan.
- **Tidak mencatat mutu titik.** Bila akurasi atau HDOP tidak disimpan, Anda tidak bisa menyaring titik buruk di kantor.
- **Membandingkan galat dari kondisi yang berbeda.** Uji di tempat terbuka tidak berlaku untuk titik di bawah tajuk.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: semua titik GNSS punya galat. Akurasi (dekat ke yang benar) dan presisi (rapat berulang) berbeda. Ukur galat di titik referensi, laporkan dengan R95, dan catat mutu di setiap titik survei.

Latihan: buka `Gnss_Uji.gpkg`. Dengan ekspresi atau skrip I3.1, hitung CEP50 untuk cara ukur *Diferensial*. Jawaban yang diharapkan: sekitar 0,63 m. Lalu tulis satu kalimat tentang alat apa yang Anda pilih bila sebaran pohon di petak berjarak 3 m.

Tabel perbandingan: mengukur galat GNSS

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Hitung jarak ke titik referensi	Ekspresi <code>distance</code> dengan <code>get_feature</code>	Calculate Field (Python)	Field Calculator (parser Python)
Rata-rata, median, sebaran	Ekspresi <code>aggregate</code> atau skrip I3.1	Summary Statistics	Statistics dan Summary Statistics [CEK]
Titik rata-rata dan sebaran	Skrip I3.1	Mean Center, Standard Distance	Mean Center, Standard Distance
Metadata GNSS	Panel GPS Information [CEK]	Add GPS Metadata Fields	Perlu dicek [CEK]
Menyambung penerima	Panel GPS Information, tombol Connect [CEK]	Aplikasi Field Maps	Tidak ada padanan yang diuji

BAB 2: Satu Lemari untuk Semua Data: GeoPackage dan Geodatabase

Studi kasus: "Kirimannya tidak lengkap"

Seorang surveyor mengirim hasil kerja lewat pesan. Hanya satu berkas yang sampai, yaitu `.shp`. Berkas `.dbf` yang memuat atributnya tertinggal. Fotonya ada di folder lain. Saat Anda memperbaikinya, kolom `Diameter_cm` ternyata terpotong menjadi `Diameter_c`.

Kepala Seksi bertanya, "Bisa tidak semuanya dibungkus jadi satu?" Bisa. Bab ini membahas dua pembungkus yang dipakai di dunia GIS: **GeoPackage** dan **file geodatabase**.

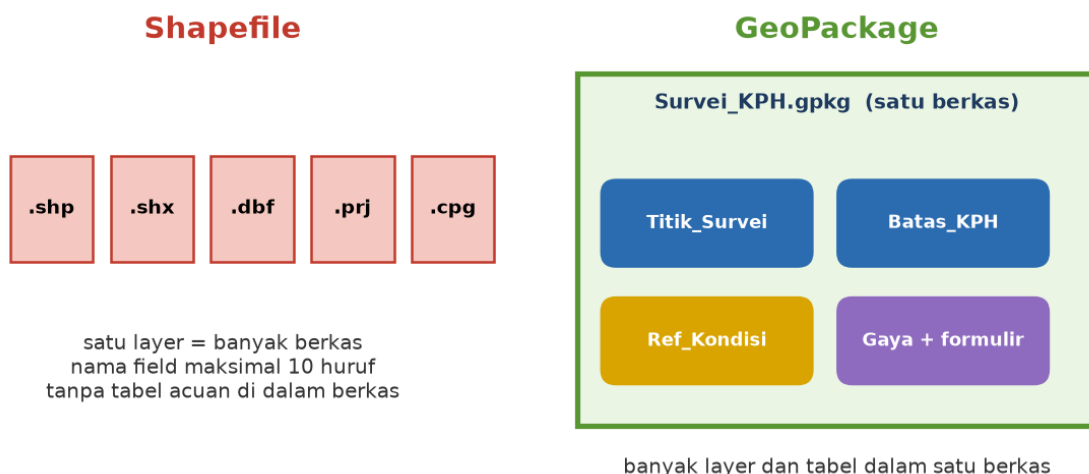
Konsep: wadah data dalam tiga kalimat

Wadah data adalah tempat layer dan tabel disimpan. Shapefile seperti kertas-kertas lepas yang harus dibawa bersamaan, sedangkan **GeoPackage** seperti satu ordner yang memuat semuanya. **File geodatabase** adalah ordner serupa buatan Esri, yang tampil sebagai folder berakhiran `.gdb`.

Istilah baru bagian ini:

- **GeoPackage**: satu berkas berekstensi `.gpkg` yang bisa memuat banyak layer, tabel, dan pengaturan tampilan. Isinya basis data SQLite.
- **File geodatabase**: wadah milik Esri, berupa folder `.gdb`.
- **Tabel tanpa geometri**: tabel biasa tanpa titik, garis, atau poligon, misalnya daftar pilihan.
- **Gaya tersimpan**: pengaturan tampilan dan formulir yang disimpan di dalam wadah, bukan di berkas terpisah.

Ilustrasi 2.1: Shapefile dan GeoPackage



Skema; bukan tangkapan layar

Apa yang saya buktikan di data latihan

Hal-hal berikut saya uji dengan GDAL dan QGIS 4.0.2. [terbukti]

- Membuat shapefile dengan field `Diameter_cm` menghasilkan nama terpotong `Diameter_c`, dan tiga berkas (`.shp`, `.shx`, `.dbf`).
- Satu GeoPackage memuat layer titik, layer poligon, dan dua tabel acuan tanpa geometri.
- Saat sebuah layer GeoPackage sedang diedit di QGIS, muncul dua berkas pendamping, `.gpkg-wal` dan `.gpkg-shm`. Setelah perubahan disimpan, keduanya hilang.
- Layer GeoPackage bisa disalin ke file geodatabase lewat GDAL (`ogr2ogr -f OpenFileGDB`). Saat itu, kolom tanggal ditulis sebagai tanggal-waktu.

Perbandingan tiga wadah

Hal	Shapefile	GeoPackage	File geodatabase
Bentuk	Banyak berkas	Satu berkas <code>.gpkg</code>	Folder <code>.gdb</code>
Panjang nama field	10 huruf (terbukti)	Panjang	Panjang
Banyak layer dalam satu wadah	Tidak	Ya (terbukti)	Ya
Tabel tanpa geometri	Tidak	Ya (terbukti)	Ya
Domain nilai	Tidak	Ya (terbukti, lihat Bab 3)	Ya
Gaya dan formulir QGIS tersimpan di dalam	Tidak (berkas <code>.qml</code> terpisah)	Ya (terbukti)	Perlu dicek [CEK]
SQL	Tidak	Ya (terbukti, lihat Bab 7)	Perlu dicek [CEK]
Standar	Format lama milik perusahaan	Standar terbuka OGC	Format milik Esri

Aturan membawa GeoPackage

1. **Tutup QGIS dulu** sebelum menyalin berkas `.gpkg`. Bila ada berkas `.gpkg-wal` dan `.gpkg-shm` di sampingnya, berarti masih ada perubahan yang belum tergabung. Menyalin hanya `.gpkg` bisa membuat Anda membawa versi lama atau berkas yang tidak terbuka. [kemungkinan: dari diskusi pengembang QGIS dan uji penulis]
2. **Beri nama berkas yang jelas**, misalnya `Survei_KPH.gpkg`. Satu survei, satu berkas.
3. **Jangan menyalin ke banyak surveyor lalu mengedit bersamaan** di berkas yang sama. Bab 5 menjelaskan cara yang aman.
4. **Simpan data dan foto sedekat mungkin**, misalnya satu folder proyek, supaya jalur foto tetap valid.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Membuat GeoPackage survei di QGIS

Hasil akhir: `Survei_KPH.gpkg` dengan layer `Titik_Survei` dan dua tabel acuan, `Ref_Kondisi` dan `Ref_Jenis`. Struktur ini sama dengan yang dipakai Bab 2 M1, ditambah beberapa kolom.

1. Buat folder `KPH_Contoh`. Salin folder `paket-i3` ke dalamnya.
2. Pilih **Layer ► Create Layer ► New GeoPackage Layer**. Isi **Database** dengan `KPH_Contoh/Survei_KPH.gpkg`, **Table name** `Titik_Survei`, **Geometry type** `Point`, dan CRS `EPSG:32749`.
3. Tambahkan sepuluh field satu per satu dengan tombol **Add to Fields List**, sesuai tabel di bawah. Lalu klik **OK**. Hasil yang akan terlihat: layer `Titik_Survei` kosong di panel `Layers`.

Field	Tipe	Isi
ID_Survei	Text (10)	Kode unik, misalnya SV-001
KPH	Text (20)	Petak: KPH Alpha, KPH Beta, KPH Gamma
Jenis	Text (20)	Jati, Mahoni, Sengon
Kondisi	Text (20)	Sehat, Terserang Hama, Tebangan Liar
Tinggi_Phn	Decimal	Tinggi pohon (m)
Diameter_cm	Decimal	Diameter batang (cm)
Tgl_Survei	Date	Tanggal survei
Surveyor	Text (30)	Nama surveyor
Akurasi_m	Decimal	Akurasi GNSS (m)
Foto	Text (100)	Nama berkas foto

4. Buat tabel acuan. Ulangi **New GeoPackage Layer** dengan **Database** yang sama, **Table name** `Ref_Kondisi`, **Geometry type** `No Geometry`, dan satu field `Kondisi` bertipe `Text`. Bila QGIS bertanya, pilih **Add New Layer**, bukan menimpa berkas. [CEK]
5. Isi `Ref_Kondisi` dengan tiga baris: `Sehat`, `Terserang Hama`, dan `Tebangan Liar`. Lakukan hal serupa untuk `Ref_Jenis` (`Jati`, `Mahoni`, `Sengon`).

Cara cepat: jalankan skrip I3.2 yang melakukan semua langkah di atas sekaligus. Skrip berhenti bila berkas sudah ada, supaya tidak menimpa pekerjaan Anda.

PYTHON

```
# Inti skrip I3.2 (berkas lengkap: skrip/i3_02_buat_geopackage.py)
skema = ("Point?crs=EPSG:32749&field=ID_Survei:string(10)&field=KPH:string(20)&field=Jenis:string(20)"
        "&field=Kondisi:string(20)&field=Tinggi_Phn:double&field=Diameter_cm:double&field=Tgl_Survei:date"
        "&field=Surveyor:string(30)&field=Akurasi_m:double&field=Foto:string(100)")
sementara = QgsVectorLayer(skema, "Titik_Survei", "memory")
QgsVectorFileWriter.writeAsVectorFormatV3(sementara, KELUAR, QgsProject.instance().transformContext(), opsi)
```

Hasil uji (QGIS 4.0.2): `Titik_Survei` valid dengan 0 baris dan 10 field (ditambah `fid`), `Ref_Kondisi` 3 baris, `Ref_Jenis` 3 baris.

6. Lihat isi wadah di panel **Browser**. Buka `Survei_KPH.gpkg` ► tiga tabel tampil. Seret ketiganya ke kanvas bila perlu.
7. Satu kebiasaan baik: ubah shapefile lama menjadi GeoPackage. Klik kanan layer ► **Export** ► **Save Features As**, pilih format **GeoPackage**. Perhatikan bahwa nama field panjang tidak lagi terpotong. [CEK]

Pakai nama tanpa spasi: Nama layer dan field tanpa spasi dan tanpa tanda baca lebih aman. Pakai garis bawah, seperti `Titik_Survei`.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Di Pro, wadah utamanya adalah file geodatabase. Pro juga bisa terhubung ke GeoPackage. Cocokkan dengan versi Anda. [CEK]

1. Jalankan **Create File Geodatabase** (Data Management Tools ► Workspace). Beri nama `Survei.gdb`. [CEK]
2. Jalankan **Create Feature Class** dengan tipe geometri **Point**, nama `Titik_Survei`, dan sistem koordinat **WGS 1984 UTM Zone 49S**. Tambahkan field seperti tabel di Bagian A. [CEK]
3. Buat tabel acuan dengan **Create Table**, lalu tambahkan field dan baris. [CEK]
4. Untuk membuat GeoPackage dari Pro, pakai alat **Create SQLite Database** dan pilih jenis ruang **GEOPACKAGE**. Dokumentasi Esri menyebut alat ini bisa membuat GeoPackage. [kemungkinan: dokumentasi Esri]
5. Untuk membuka GeoPackage yang sudah ada, buat koneksi basis data dari panel **Catalog**. Dokumentasi Esri menyebut koneksi SQLite dan GeoPackage bersifat satu pengguna. [kemungkinan: dokumentasi Esri]

Satu pengguna: Koneksi SQLite dan GeoPackage di Pro bersifat satu pengguna. Bila beberapa orang perlu mengedit data yang sama, pikirkan wadah lain atau alur sinkronisasi (Bab 5).

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Buat file geodatabase dengan alat **Create File GDB** (ArcToolbox ► Data Management Tools ► Workspace). Folder tujuan harus sudah ada. [CEK]
2. Buat feature class titik dengan **Create Feature Class**, lalu tambahkan field. [CEK]
3. Dokumentasi Esri menyatakan ArcMap dapat terhubung ke GeoPackage (sejak versi 10.2.2). Beberapa versi, seperti 10.8.1, memerlukan indeks spasial pada GeoPackage sebelum datanya tampil. Bila GeoPackage tidak terbaca, simpan salinan data sebagai file geodatabase atau shapefile. [kemungkinan: dokumentasi Esri dan laporan pengguna]

Cek paham

1. Sebutkan dua kerugian shapefile untuk data survei lapangan.
2. Mengapa Anda perlu menutup QGIS sebelum menyalin berkas GeoPackage?
3. Apa gunanya tabel acuan seperti `Ref_Kondisi`?

Jawaban:

1. Nama field dibatasi 10 huruf, dan satu layer terdiri atas banyak berkas yang mudah tercecer. Shapefile juga tidak bisa memuat tabel acuan di wadah yang sama.
2. Saat layer diedit, ada berkas pendamping `.gpkg-wal` dan `.gpkg-shm` yang menyimpan perubahan sementara. Menutup QGIS menggabungkan perubahan ke berkas utama, sehingga salinannya lengkap.
3. Menyimpan daftar pilihan yang sah di dalam wadah yang sama. Daftar ini dipakai oleh formulir dan pemeriksaan data.

Kesalahan umum

- **Menyalin `.gpkg` saat QGIS masih membuka layer yang diedit.** Tutup dulu, atau pastikan perubahan sudah disimpan.
- **Membuat satu GeoPackage untuk setiap layer tanpa alasan.** Kumpulkan layer yang berhubungan dalam satu berkas.
- **Memakai spasi dan huruf aneh dalam nama.** Ini menyulitkan SQL (Bab 7) dan skrip.
- **Mengira file geodatabase bisa diedit di semua aplikasi.** QGIS dapat menulis ke file geodatabase lewat GDAL, tetapi hasilnya sebaiknya diperiksa di produk Esri. [CEK]

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: gunakan satu wadah untuk satu survei. GeoPackage memuat layer, tabel acuan, pengaturan formulir, dan domain dalam satu berkas. File geodatabase adalah padanan Esri. Tutup aplikasi sebelum menyalin.

Latihan: buat `Survei_KPH.gpkg` seperti Bagian A, lalu buka panel Browser dan hitung ada berapa tabel di dalamnya. Jawaban yang diharapkan: tiga (`Titik_Survei`, `Ref_Kondisi`, `Ref_Jenis`).

Tabel perbandingan: membuat wadah survei

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Wadah utama	GeoPackage	File geodatabase (GeoPackage juga bisa)	File geodatabase (GeoPackage bisa terhubung [CEK])
Membuat wadah	Layer ► Create Layer ► New GeoPackage Layer	Create File Geodatabase	Create File GDB
Membuat layer titik	Dialog yang sama, jenis Point	Create Feature Class	Create Feature Class
Tabel tanpa geometri	Geometry type: No Geometry	Create Table	Create Table
Melihat isi wadah	Panel Browser	Panel Catalog	Jendela Catalog

BAB 3: Pilihan yang Dijaga: Domain Nilai dan Aturan Isian

Studi kasus: "Satu kondisi, empat ejaan"

Kepala Seksi minta rekap jumlah pohon sehat. Anda mengelompokkan data survei berdasarkan kolom *Kondisi*, dan muncul tujuh baris, bukan tiga. Ada *Sehat*, *sehat*, dan *Sehat* (dengan spasi di ujung). Ada *Terserang Hama* dan *Terserang hama*. Dua baris lagi kosong.

Komputer menganggap semua ejaan itu berbeda. Rekap yang seharusnya selesai lima menit menjadi dua jam pembersihan. Bab ini mencegahnya sejak data dimasukkan.

Konsep: domain dalam tiga kalimat

Domain adalah daftar nilai yang sah untuk satu kolom, seperti kotak pilihan di formulir kertas: surveyor tinggal mencentang, tidak mengetik bebas. Ada tiga bentuk umum: **daftar** (misalnya tiga kondisi pohon), **rentang** (tinggi pohon 0 sampai 60 m), dan **pola teks**. Domain mencegah salah ketik, tetapi tidak selalu menjadi gembok, dan di bab ini Anda akan melihat bedanya.

Istilah baru bagian ini:

- **Domain**: daftar atau rentang nilai sah untuk satu kolom.
- **Value Map**: pilihan tetap yang dibuat langsung di QGIS.
- **Value Relation**: pilihan yang diambil dari sebuah tabel acuan.
- **Aturan isian (constraint)**: syarat sebuah isian, misalnya tidak boleh kosong.
- **Nilai bawaan**: isian yang terisi otomatis, misalnya tanggal hari ini.

Ilustrasi 3.1: Domain sebagai penjaga pintu



Skema; bukan tangkapan layar

Tiga lapis penjagaan

Banyak orang mengira satu pengaturan sudah cukup. Hasil uji saya menunjukkan ada tiga lapis, dengan kekuatan berbeda. [terbukti: diuji di QGIS 4.0.2 dan GDAL 3.12]

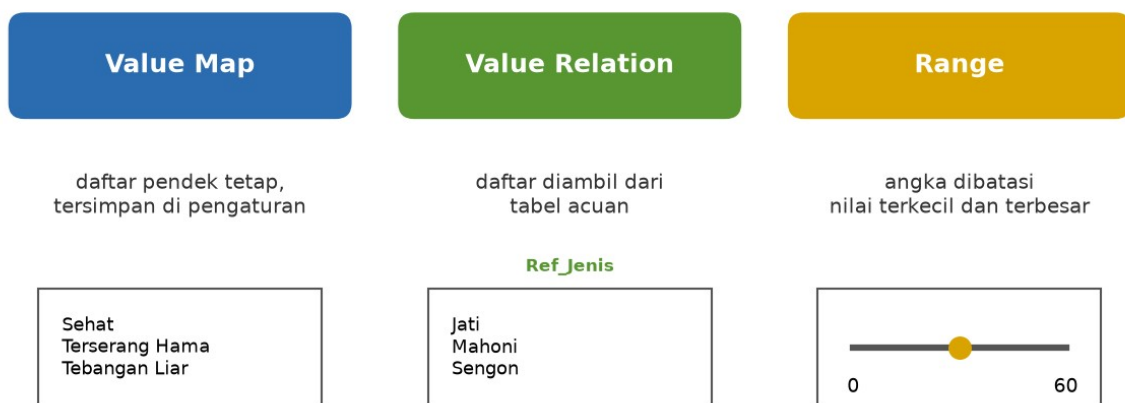
Lapis	Di mana tersimpan	Apa yang terjadi bila nilai salah
Domain di GeoPackage	Di dalam berkas .gpkg	QGIS membaca domain itu dan membuat kotak pilihan di formulir. Penulisan lewat program (GDAL atau skrip QGIS) tidak ditolak .
Pengaturan formulir QGIS (Value Map, Value Relation, Range, aturan isian)	Di proyek, atau di dalam GeoPackage bila disimpan sebagai gaya	Formulir mencegah isian yang salah dan memberi peringatan. Penulisan lewat program tidak melewati formulir.
Pagar di berkas (trigger SQL)	Di dalam berkas .gpkg	Menolak nilai salah, siapa pun yang menulis, termasuk skrip.

Jadi untuk survei lapangan yang melibatkan banyak orang, pakai lapis pertama dan kedua agar formulir ramah. Bila datanya penting sekali, tambahkan lapis ketiga.

Domain bukan gembok: Dalam uji, saya menulis nilai *ngawur* dan tinggi 250 m ke kolom yang punya domain. GDAL menerimanya tanpa menolak, dan QGIS lewat skrip juga. Dokumentasi QGIS menyebut domain sebagai batasan basis data, tetapi hasil uji menunjukkan penegakannya terjadi di formulir, bukan di penulisan langsung. Pemeriksaan data di Bab 6 tetap perlu.

Memilih jenis pilihan

Ilustrasi 3.2: Tiga jenis domain



Skema; bukan tangkapan layar

- Pakai **Value Map** untuk daftar pendek yang jarang berubah, seperti *Kondisi*.
- Pakai **Value Relation** bila daftarnya bisa bertambah, seperti jenis pohon. Anda cukup menambah baris di tabel *Ref_Jenis*, tanpa mengutak-atik formulir.
- Pakai **Range** untuk angka, seperti tinggi pohon 0 sampai 60 m.

Aturan isian dan nilai bawaan

Aturan isian punya dua kekuatan. Yang **tegas** menolak penyimpanan. Yang **lunak** hanya memberi peringatan. Dalam skrip I3.4, saya memakai tegas untuk hal yang pasti salah, dan lunak untuk hal yang masih mungkin terjadi.

Kolom	Aturan	Kekuatan
ID_Survei	Tidak boleh kosong dan harus unik	Tegas
Kondisi	Tidak boleh kosong	Tegas
Tinggi_Phn	Antara 0 dan 60	Tegas
Akurasi_m	Maksimal 5 m	Lunak (peringatan)

Nilai bawaan menghemat waktu dan mengurangi salah ketik:

Kolom	Ekspresi nilai bawaan	Hasil
Tgl_Survei	<code>to_date(now())</code>	Tanggal hari ini
Surveyor	<code>@user_account_name</code>	Nama akun yang sedang masuk
ID_Survei	Ekspresi di Bagian A	SV-001, lalu SV-002, dan seterusnya

Angka 5 m pada `Akurasi_m` adalah contoh. Tetapkan batas Anda sendiri dari uji titik referensi di Bab 1.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Domain dan formulir di QGIS

Siapkan `Survei_KPH.gpkg` dari Bab 2 (atau jalankan skrip I3.2).

Lapis 1: domain di dalam GeoPackage

1. Buka panel **Browser**. Klik kanan `Survei_KPH.gpkg`, lalu pilih **New Field Domain ► New Coded Values Domain**. Dokumentasi QGIS menyebutkan menu ini ada untuk GeoPackage dan file geodatabase. [CEK: isi kotak dialognya]
2. Beri nama `Kondisi_Pohon`, tipe field **Text**, lalu isi tiga nilai: Sehat, Terserang Hama, Tebangan Liar.
3. Buat satu lagi lewat **New Field Domain ► New Range Domain**: nama `Tinggi_Pohon`, tipe **Decimal**, nilai terkecil 0 dan terbesar 60. [CEK]
4. Perluas `Titik_Survei` di Browser sampai terlihat daftar field. Klik kanan `Kondisi`, pilih **Set Field Domain**, lalu pilih `Kondisi_Pohon`. Ulangi untuk `Tinggi_Phn` dengan `Tinggi_Pohon`. [CEK]

Cara cepat dan terbukti: jalankan skrip **I3.3**. Hasil uji skrip (QGIS 4.0.2):

HASIL

```
Domain di berkas: ['Kondisi_Pohon', 'Tinggi_Pohon']
Widget Kondisi   : ValueMap
Widget Tinggi_Phn : Range
Nilai 'ngawur' dan tinggi 250 m: tertulis tanpa ditolak
```

Dua baris pertama membuktikan domain tersimpan dan QGIS membacanya. Baris terakhir membuktikan domain bukan gembok.

Lapis 2: formulir dan aturan isian

5. Klik kanan `Titik_Survei` ► **Properties** ► tab **Attributes Form**. Pilih field `Kondisi`. Ubah **Widget Type** menjadi **Value Map**, lalu isi tiga pilihan tadi.
6. Pilih `Jenis`. Ubah **Widget Type** menjadi **Value Relation**. Atur **Layer** ke `Ref_Jenis`, **Key** dan **Value** ke `Jenis`.
7. Pilih `Tinggi_Phn`. Ubah **Widget Type** menjadi **Range**, lalu isi **Minimum** 0 dan **Maximum** 60.
8. Pada `Kondisi`, centang **Not null** di bagian **Constraints**. Pada `ID_Survei`, centang **Not null** dan **Unique**. Pada `Tinggi_Phn`, isi **Expression** dengan `"Tinggi_Phn" BETWEEN 0 AND 60`, dengan pesan galat singkat. Centang **Enforce expression constraint** untuk aturan tegas.
9. Pada bagian **Defaults**, isi **Default value** `to_date(now())` untuk `Tgl_Survei`, dan `@user_account_name` untuk `Surveyor`.
10. Simpan agar pengaturan ikut ke dalam GeoPackage. Di bawah jendela **Properties**, buka menu **Style**, lalu pilih penyimpanan gaya ke basis data (GeoPackage). [CEK: nama persis menu]

Semua ini juga bisa dikerjakan dengan skrip **I3.4**. Inti skrip:

PYTHON

```
# Inti skrip I3.4 (berkas lengkap: skrip/i3_04_formulir_widget.py)
```

```

widget("Kondisi", "ValueMap", {"map": [{p: p} for p in pilihan]})
widget("Jenis", "ValueRelation", {"Layer": ref_jenis.id(), "LayerName": "Ref_Jenis", "LayerSource":
ref_jenis.source(),
                                "LayerProviderName": "ogr", "Key": "Jenis", "Value": "Jenis", "AllowNull":
False})
widget("Tinggi_Phn", "Range", {"Min": 0.0, "Max": 60.0, "Step": 0.1, "Style": "SpinBox", "Precision": 1,
"AllowNull": False})
lyr.setConstraintExpression(idx("Tinggi_Phn"), '"Tinggi_Phn" BETWEEN 0 AND 60', "Tinggi pohon harus 0 sampai 60
m")
lyr.setFieldConstraint(idx("Tinggi_Phn"), QgsFieldConstraints.ConstraintExpression,
QgsFieldConstraints.ConstraintStrengthHard)
lyr.setDefaultValueDefinition(idx("Tgl_Survei"), QgsDefaultValue("to_date(now())"))
lyr.saveStyleToDatabaseV2("Formulir_Survei", "Formulir survei pohon", True, "")

```

Ekspresi nilai bawaan untuk ID_Survei (menambah nomor terakhir dengan satu):

EKSPRESI

```
'SV-' || lpad(to_string(coalesce(maximum(to_int(substr("ID_Survei", 4))), 0) + 1), 3, '0')
```

Hasil uji skrip (QGIS 4.0.2):

HASIL

```

Simpan gaya ke GeoPackage: SaveStyleResult.Success
Gaya bawaan terbaca: True
Fitur salah : ['Kondisi: value is NULL', 'Tinggi_Phn: Tinggi pohon harus 0 sampai 60 m check failed',
'Akurasi_m: Akurasi lebih dari 5 m: ulangi pengukuran bila bisa check failed']
Fitur benar : []
Tabel acuan ditemukan: Ref_Jenis
Nilai bawaan -> ID_Survei: SV-001 | Tgl_Survei: tanggal hari uji | Surveyor: nama akun

```

Fitur yang salah (kondisi kosong, tinggi 250 m, akurasi 8,4 m) ditandai tiga pelanggaran. Fitur yang benar lolos.

Pilihan di Value Relation bisa "putus": Saat saya menyimpan formulir ke GeoPackage tanpa mengisi LayerName, tabel acuan tidak ditemukan di proyek baru. Dengan LayerName terisi, tabelnya ditemukan lewat nama. Karena itu, beri nama layer acuan yang sama, Ref_Jenis, di setiap proyek yang memakai formulir ini. [terbukti]

Lapis 3: pagar di berkas (opsional)

11. Untuk data yang sangat penting, tambahkan trigger SQL. Skrip I3.5 memasang trigger pada salinan berkas dan menguji dua nilai:

SQL

```

CREATE TRIGGER cek_kondisi_tambah BEFORE INSERT ON Titik_Survei
WHEN NEW.Kondisi IS NULL OR NEW.Kondisi NOT IN ('Sehat','Terseang Hama','Tebangan Liar')
BEGIN SELECT RAISE(ABORT, 'Kondisi harus salah satu dari tiga pilihan baku'); END;

```

HASIL

Kondisi 'sehat' -> DITOLAK: Kondisi harus salah satu dari tiga pilihan baku
 Kondisi 'Sehat' -> DITERIMA

Trigger adalah alat tajam: Trigger ikut menolak data dari aplikasi lapangan dan skrip. Pesan galatnya mungkin tidak ramah di aplikasi ponsel. Uji dulu pada salinan, dan pastikan aplikasi lapangan Anda menampilkan pilihan lewat domain, sehingga surveyor jarang menyentuh pagar ini. Cocokkan dengan versi Anda. [CEK]

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Di geodatabase, domain adalah objek yang berdiri sendiri, lalu dipasang ke kolom. Alurnya tiga langkah. [kemungkinan: dokumentasi Esri]

1. **Create Domain** (Data Management): pilih tipe **Coded value** atau **Range**.
2. **Add Coded Value To Domain** atau **Set Value For Range Domain**: isi nilainya.
3. **Assign Domain To Field**: pasang domain ke kolom.

Cara lewat antarmuka: pilih layer di panel **Contents**, tab **Feature Layer** ► **Data** ► **Domains**, klik **New Domain**, lalu simpan. Pasang domain di **Fields view** pada kolom **Domain**. Kolom **Default** di Fields view dipakai untuk nilai bawaan. [CEK]

PYTHON

```
# [CEK] Cocokkan dengan versi Anda. Nama alat dari dokumentasi ArcGIS Pro.
import arcpy
gdb = r"D:/KPH_Contoh/Survei.gdb"
arcpy.management.CreateDomain(gdb, "Kondisi_Pohon", "Kondisi pohon", "TEXT", "CODED")
for nilai in ["Sehat", "Terseang Hama", "Tebangan Liar"]:
    arcpy.management.AddCodedValueToDomain(gdb, "Kondisi_Pohon", nilai, nilai)
arcpy.management.CreateDomain(gdb, "Tinggi_Pohon", "Tinggi 0 sampai 60 m", "DOUBLE", "RANGE")
arcpy.management.SetValueForRangeDomain(gdb, "Tinggi_Pohon", 0, 60)
arcpy.management.AssignDomainToField(gdb + "/Titik_Survei", "Kondisi", "Kondisi_Pohon")
arcpy.management.AssignDomainToField(gdb + "/Titik_Survei", "Tinggi_Phn", "Tinggi_Pohon")
```

Padanan Value Relation: tidak ada yang persis sama di desktop. Cara umum adalah domain nilai kode yang diisi dari tabel acuan, lalu diperbarui dengan alat **Table To Domain**. [CEK]

Padanan aturan tegas di berkas: Attribute Rules (jenis constraint) di geodatabase, yang tidak dikenali ArcMap. [kemungkinan: dokumentasi Esri]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Di jendela **Catalog**, klik kanan geodatabase ► **Properties** ► tab **Domains**. Buat domain, tentukan nama, tipe field, dan tipe domain (**Coded Values** atau **Range**). Isi nilainya. [kemungkinan: dokumentasi ArcMap]
2. Pasang domain ke kolom lewat **Feature Class Properties** ► **Fields**, lalu pilih kolom dan atur **Domain** di bagian propertinya. [kemungkinan: dokumentasi ArcMap]
3. Alat yang sama dengan Pro ada di ArcToolbox (**Create Domain, Add Coded Value To Domain, Assign Domain To Field**). Kode Python harus mengikuti Python 2.7. [CEK]

Tidak ada padanan: ArcMap tidak punya Value Relation, aturan isian ber-ekspresi, atau Attribute Rules. Pemeriksaan harus lewat skrip atau Bab 6. [kemungkinan]

Cek paham

1. Mengapa Value Relation lebih baik daripada Value Map untuk daftar jenis pohon?
2. Apa beda aturan isian tegas dan lunak?
3. Mengapa domain di GeoPackage belum menjamin tidak ada nilai salah?

Jawaban:

1. Daftar jenis bisa bertambah. Dengan Value Relation, Anda cukup menambah baris di tabel acuan. Dengan Value Map, Anda harus mengubah pengaturan formulir.
2. Tegas menolak penyimpanan. Lunak hanya memberi peringatan, sehingga data tetap bisa disimpan.
3. Domain bekerja di formulir. Penulisan langsung lewat program tidak melewati formulir, sehingga nilai di luar daftar tetap bisa tertulis. Untuk jaminan kuat, perlu pagar di berkas atau pemeriksaan data berkala.

Kesalahan umum

- **Mengetik pilihan manual di banyak tempat.** Tempatkan daftar di satu tabel acuan dan pakai ulang.
- **Mengubah daftar setelah data terkumpul.** Nilai lama yang tidak ada di daftar baru akan menjadi tidak sah. Ganti dengan hati-hati dan perbarui data lama.
- **Menyimpan formulir hanya di proyek.** Ponsel yang memuat GeoPackage saja tidak melihat pengaturan itu. Simpan gaya ke dalam GeoPackage, atau bawa proyeknya.
- **Menganggap domain sama dengan gembok.** Anggap domain sebagai penunjuk arah. Tetap periksa data (Bab 6).

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: domain membatasi pilihan satu kolom. Daftar tetap pakai Value Map, daftar yang bisa tumbuh pakai Value Relation, angka pakai Range. Aturan isian dan nilai bawaan melengkapinya. Penjagaan kuat butuh trigger atau pemeriksaan data.

Latihan: jalankan skrip I3.3 dan I3.4 pada `Survei_KPH.gpkg`. Lalu muat ulang berkas itu di proyek QGIS kosong, dan periksa apakah `Kondisi` tampil sebagai kotak pilihan. Tambahkan nilai keempat lainnya ke tabel `Ref_Kondisi`. Mengapa nilai itu belum muncul di Value Map `Kondisi`?

Jawaban yang diharapkan: karena `Kondisi` memakai Value Map yang daftarnya tetap di pengaturan, bukan membaca tabel acuan.

Tabel perbandingan: membatasi isian

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Daftar pilihan tetap	Domain di GeoPackage, atau Value Map	Coded value domain	Coded value domain
Daftar dari tabel	Value Relation	Table To Domain [CEK]	Table To Domain [CEK]
Rentang angka	Range domain atau widget Range	Range domain	Range domain
Tidak boleh kosong, unik	Constraints di Attributes Form	Allow NULL di Fields view; unik lewat aturan [CEK]	Allow NULL di Fields
Aturan ber-ekspresi	Expression constraint	Attribute Rules	Tidak ada padanan
Nilai bawaan	Defaults di Attributes Form	Kolom Default di Fields view	Default value pada properti field
Penolakan di berkas	Trigger SQL	Attribute Rules	Tidak ada padanan

BAB 4: Formulir yang Ramah Lapangan: Merancang Isian Survei

Studi kasus: "Layarnya terlalu panjang"

Uji coba pertama berjalan buruk. Surveyor membuka layer `Titik_Survei` di ponsel dan melihat sepuluh isian berderet panjang. Ada yang lupa mengisi kondisi pohon. Ada yang mengetik tanggal dengan format berbeda-beda. Dua orang lupa memotret.

Kepala Seksi berkata, "Kita bayar mereka untuk mengukur pohon, bukan untuk berkelahi dengan layar." Tugas Anda merancang **formulir** yang mudah dipakai sambil berdiri di tengah hutan.

Konsep: formulir dalam tiga kalimat

Formulir adalah tampilan isian untuk satu baris tabel, seperti formulir kertas dengan bagian-bagian berjudul. Anda memutuskan urutan isian, mengelompokkannya, memberi label yang jelas, dan memilih jenis kotak isian. Formulir yang baik membuat isian yang benar jadi mudah, dan isian yang salah jadi sulit.

Istilah baru bagian ini:

- **Formulir (attribute form):** tampilan isian satu objek.
- **Drag and drop designer:** perancang formulir di QGIS yang menyusun isian dengan seret dan lepas.
- **Grup:** sekumpulan isian dengan satu judul.
- **Alias:** label ramah sebagai pengganti nama kolom.
- **Attachment:** kotak isian untuk berkas, misalnya foto.

Ilustrasi 4.1: Contoh formulir ponsel

The diagram illustrates a mobile survey form titled "Titik_Survei". It is organized into three distinct groups, each with a header and specific input fields:

- Identitas (Identity):** Contains fields for "ID survei: SV-062 (otomatis)", "Petak KPH: pilih", and "Tanggal: hari ini".
- Pohon (Tree):** Contains fields for "Jenis pohon: pilih", "Kondisi pohon: pilih *", and "Tinggi (m): 0 - 60".
- Bukti (Evidence):** Contains fields for "Foto: [ambil foto]" and "Akurasi GNSS: otomatis".

Annotations provide additional context:

- An arrow points to the "Identitas" group with the text "Dikelompokkan per topik" (Grouped by topic).
- An arrow points to the "Pohon" group with the text "Pilihan baku lewat domain" (Standard choice via domain).
- An arrow points to the "Kondisi pohon" field with the text "* wajib diisi (tidak boleh kosong)" (* required, cannot be empty).

At the bottom of the form is a green button labeled "Simpan" (Save). Below the diagram, it states: "Tata letak contoh. Skema; bukan tangkapan layar" (Example layout. Schema; not a screenshot).

Pegangan merancang formulir

Pegangan berikut berasal dari pengalaman penulis. Ini saran, bukan aturan resmi. [kemungkinan]

1. **Urutkan sesuai alur kerja.** Isian pertama adalah yang pertama dikerjakan di lapangan.
2. **Kelompokkan.** Tiga sampai empat isian per grup membuat layar lebih ringan dibaca.
3. **Utamakan memilih daripada mengetik.** Setiap ketikan bebas adalah peluang salah eja.
4. **Otomatiskan yang bisa.** Tanggal, nama surveyor, dan nomor ID diisi oleh sistem.
5. **Wajibkan seperlunya.** Terlalu banyak isian wajib membuat surveyor mengisi sekenanya supaya lolos.
6. **Beri satuan pada label.** "Tinggi pohon (m)" lebih jelas daripada "Tinggi_Ph".
7. **Uji pada orang lain.** Minta seseorang yang belum pernah melihat formulir mengisi lima titik tanpa penjelasan.

Foto sebagai bukti

Di kolom `Foto`, simpan **jalur relatif** berkas foto, misalnya `foto/foto_001.jpg`, bukan jalur lengkap komputer. Jalur relatif tetap benar saat folder proyek dipindah. Widget **Attachment** menyimpan jalur itu dan menampilkan fotonya di formulir.

Dalam data latihan, kolom `Foto` hanya berisi nama seperti `foto_001.jpg`. Berkas fotonya sendiri tidak disertakan, jadi formulir akan menampilkan kotak kosong untuk gambar. Itu normal.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Merancang formulir di QGIS

Siapkan `Survei_KPH.gpkg` yang sudah punya domain dari Bab 3.

1. Klik kanan `Titik_Survei` ► **Properties** ► tab **Fields**. Isi kolom **Alias** untuk tiap field, misalnya `Tinggi_Ph` menjadi `Tinggi pohon (m)`. [CEK: letak kolom Alias di QGIS 4]
2. Buka tab **Attributes Form**. Ubah **Attribute editor layout** dari **Autogenerate** menjadi **Drag and drop designer**. Dokumentasi QGIS menyebut tiga cara membuat formulir: otomatis, perancang seret dan lepas, dan berkas UI buatan sendiri.
3. Tambahkan tiga grup bernama `Identitas`, `Pohon`, dan `Bukti`. Pada tiap grup, pilih tipe **Group Box**. [CEK: nama tombol penambah grup]
4. Seret field dari daftar **Available Widgets** ke grup yang sesuai:
 - **Identitas**: `ID_Survei`, `KPH`, `Surveyor`, `Tgl_Survei`.
 - **Pohon**: `Jenis`, `Kondisi`, `Tinggi_Ph`, `Diameter_cm`.
 - **Bukti**: `Foto`, `Akurasi_m`.
5. Pilih field `Foto`. Ubah **Widget Type** menjadi **Attachment**, lalu centang tampilan dokumen terpadu (integrated document viewer) dengan tipe **Image**. Atur **Storage** ke jalur relatif. [CEK: nama opsi persis]
6. Pilih field `Tgl_Survei`. Ubah **Widget Type** menjadi **Date/Time**, aktifkan **Calendar popup**.
7. Klik **OK**, lalu tekan **Toggle Editing** dan **Add Point Feature**. Klik di peta. Formulir dengan tiga grup muncul. Hasil yang akan terlihat: isian `Tgl_Survei` dan `Surveyor` sudah terisi sendiri.
8. Isi satu titik dengan kondisi kosong lalu coba simpan. Bila aturan isian dari Bab 3 aktif, QGIS menolak dan menandai isian yang salah.

Cara cepat: skrip **I3.4** (yang sama dengan Bab 3) menyusun grup, alias, widget foto, dan tanggal sekaligus. Hasil uji (QGIS 4.0.2) setelah gaya dibaca ulang di layer baru:

HASIL

```
Susunan formulir:
- [Identitas] ID_Survei, KPH, Surveyor, Tgl_Survei
- [Pohon] Jenis, Kondisi, Tinggi_Ph, Diameter_cm
- [Bukti] Foto, Akurasi_m
Widget Foto: ExternalResource | widget Tgl_Survei: DateTime
```

`ExternalResource` adalah nama internal widget yang di antarmuka bernama **Attachment**.

Alias dan satuan: Alias hanya mengubah label yang tampak. Nama kolom di basis data tetap `Tinggi_Ph`, jadi rumus, SQL, dan skrip tetap memakai nama aslinya.

Kolom akurasi dari alat: Beberapa aplikasi lapangan menyediakan variabel ekspresi untuk akurasi GNSS. Dokumentasi QField menyebut variabel `@position_horizontal_accuracy` dan `@gnss_horizontal_accuracy`, yang bisa dipakai sebagai nilai bawaan kolom akurasi, misalnya `coalesce(@gnss_horizontal_accuracy, @position_horizontal_accuracy)`. Di QGIS desktop, ekspresi itu tidak bernilai. [kemungkinan: dokumentasi QField]

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Di Pro, tampilan formulir dikendalikan oleh pengaturan field: alias, domain, nilai bawaan, dan apakah boleh kosong. Perancang formulir dengan grup dan tata letak ada di aplikasi web, yaitu Map Viewer atau Field Maps, setelah layer diterbitkan. Dokumentasi Esri menyebut grup, nilai bawaan, dan isian wajib di Field Maps. [kemungkinan: dokumentasi Esri]

1. Buka **Fields view** pada layer. Isi kolom **Alias**, **Domain**, dan **Default** untuk tiap field. Kolom **Allow NULL** hanya bisa diubah pada layer baru yang belum berisi data. [kemungkinan: dokumentasi Esri]
2. Aktifkan lampiran foto dengan **Enable Attachments** pada feature class (lihat M1 Bab 2). Foto disimpan sebagai lampiran, jadi tidak perlu kolom `Foto`. [CEK]
3. Terbitkan layer sebagai hosted feature layer, lalu atur grup dan isian wajib di peta web. Membutuhkan akun ArcGIS Online atau Enterprise. [CEK]

Tidak ada padanan: Pro tidak punya perancang formulir seret dan lepas seperti QGIS di sisi desktop.

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Isi **Alias**, domain, dan nilai bawaan di **Feature Class Properties ► Fields**. [kemungkinan]
2. Lampiran foto memakai **Enable Attachments** (butuh lisensi Standard atau Advanced). [kemungkinan: lihat M1 Bab 2]

Tidak ada padanan: ArcMap tidak punya perancang formulir. Tampilan isian untuk lapangan diatur di aplikasi lapangan. [kemungkinan]

Cek paham

1. Mengapa tanggal dan nama surveyor sebaiknya diisi otomatis?
2. Apa beda nama kolom dan alias?
3. Mengapa jalur foto sebaiknya relatif?

Jawaban:

1. Supaya tidak ada salah ketik atau lupa, dan surveyor tidak membuang waktu di lapangan.
2. Nama kolom dipakai oleh basis data, rumus, dan skrip. Alias hanya label yang tampak di formulir.

3. Jalur relatif tetap benar saat folder proyek dipindah ke ponsel atau komputer lain. Jalur lengkap hanya berlaku di satu komputer.

Kesalahan umum

- **Terlalu banyak isian wajib.** Surveyor akan mengisi asal. Wajibkan hanya yang benar-benar perlu.
- **Label yang tidak jelas.** "Tinggi_Phn" membingungkan. Pakai alias dengan satuan.
- **Lupa menguji di ponsel.** Formulir yang rapi di komputer bisa terlalu panjang di layar kecil.
- **Menyimpan foto di jalur lengkap.** Foto "hilang" di perangkat lain. Pakai jalur relatif.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: formulir adalah wajah basis data bagi surveyor. Kelompokkan isian, utamakan pilihan, otomatisasi yang bisa, wajibkan seperlunya, beri satuan, dan uji pada orang lain.

Latihan: rancang formulir untuk survei lain, yaitu pencatatan tegakan jati, dengan paling sedikit delapan isian dalam tiga grup. Tulis dulu sketsanya di kertas, tandai isian mana yang berupa pilihan, angka dalam rentang, otomatis, dan foto.

Tabel perbandingan: merancang formulir

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Label ramah	Alias di tab Fields	Alias di Fields view	Alias di Fields
Mengelompokkan isian	Drag and drop designer	Peta web atau Field Maps	Tidak ada padanan
Foto	Widget Attachment	Enable Attachments	Enable Attachments (Standard atau Advanced)
Tanggal otomatis	Default value	Kolom Default	Default value
Pilihan terbatas	Domain atau Value Map	Domain	Domain

BAB 5: Dari Kantor ke Hutan dan Kembali: Aplikasi Lapangan Dasar

Studi kasus: "Di sana tidak ada sinyal"

Besok tim berangkat ke KPH Gamma. Kepala Seksi bertanya tiga hal. "Bisa dipakai tanpa sinyal? Bagaimana dua orang menginput bersamaan? Dan datanya sampai ke kita kapan?" Anda belum punya jawabannya.

Bab ini menyiapkan jawabannya. Anda belum akan memilih satu aplikasi tertentu. Anda akan belajar bertanya yang benar, lalu menyiapkan data supaya cocok dengan aplikasi apa pun yang dipilih.

Konsep: aplikasi lapangan dalam tiga kalimat

Aplikasi lapangan adalah aplikasi ponsel yang menampilkan peta dan formulir Anda, lalu mengembalikan hasilnya ke kantor. Bayangkan Anda menyalin sebuah buku catatan untuk setiap surveyor, mereka mencatat di hutan, lalu catatannya disatukan lagi di kantor. Kunci kerjanya ada dua: bekerja **luring** di lapangan, dan **sinkronisasi** saat ada sinyal.

Istilah baru bagian ini:

- **Luring (offline)**: bekerja tanpa jaringan internet.
- **Sinkronisasi**: menyamakan data di ponsel dan di kantor.
- **Paket lapangan**: kumpulan peta, data, dan formulir yang disiapkan untuk ponsel.
- **Konflik**: dua orang mengubah hal yang sama sehingga hasilnya bentrok.

Ilustrasi 5.1: Daur kerja data lapangan



ulangi untuk survei berikutnya

Skema; bukan tangkapan layar

Pilihan yang ada, tanpa memihak

Buku ini tidak merekomendasikan produk. Berikut gambaran jenisnya. Soal biaya dan batas pemakaian, periksa ketentuan terbaru di situs penyedia masing-masing.

Jalur	Cocok bila	Catatan
QGIS ke aplikasi seluler QField	Tim sudah memakai QGIS dan ingin satu proyek yang sama di desktop dan ponsel	Plugin QFieldSync membuat paket proyek. Mode luring menyalin layer ke paket dan mencatat perubahan, yang diterapkan kembali saat sinkron. [kemungkinan: dokumentasi QField]
QGIS ke Mergin Maps	Sama seperti di atas, dengan layanan sinkron milik penyedia	Berjalan luring dan kompatibel dengan proyek QGIS. [kemungkinan: dokumentasi Mergin Maps]
ArcGIS ke Field Maps	Data sudah di ekosistem Esri	Mengedit layer yang di-host. Peta bisa disiapkan sebagai area luring. [kemungkinan: dokumentasi Esri]
Formulir tanpa peta, misalnya KoboToolbox atau ODK Collect	Yang dicatat berupa isian, peta tidak penting	Kedua alat memakai format formulir XLSForm. [kemungkinan: dokumentasi komunitas]

Bab 2 M1 membahas langkah QFieldSync dan Field Maps lebih rinci. Di sini Anda menyiapkan hal yang berlaku untuk semuanya.

Pertanyaan sebelum memilih

Jawab dulu, lalu cocokkan dengan tabel di atas.

1. **Perlu peta?** Atau cukup formulir?
2. **Berapa orang yang menginput bersamaan?**
3. **Apakah harus berfungsi sepenuhnya tanpa sinyal selama beberapa hari?**
4. **Apakah perlu penerima GNSS eksternal?** Periksa dokumentasi aplikasi: banyak aplikasi mendukung penerima eksternal lewat Bluetooth, tetapi dukungannya berbeda-beda. [CEK]
5. **Di mana data harus disimpan?** Di server milik lembaga, atau layanan penyedia?
6. **Siapa yang akan memelihara?** Aplikasi terbaik adalah yang bisa dioperasikan timnya.

Bahaya bentrok ID

Di Bab 3, ID otomatis dibuat dengan "nomor terbesar ditambah satu". Itu aman bila hanya satu orang yang mengedit. Jika dua surveyor luring memakai salinan yang sama, keduanya akan mendapat nomor yang sama.

Saya mengujinya dengan skrip I3.9. [terbukti: QGIS 4.0.2]

HASIL

```
surveyor1 membuat ID: SV-001
surveyor2 membuat ID: SV-001
Jumlah baris setelah digabung: 2
ID ganda: {'SV-001': 2}
```

Ada tiga cara menghindarinya:

- **Awalan per surveyor**, misalnya S1-001 dan S2-001, yang diatur sebagai nilai bawaan di tiap ponsel.
- **Kode unik acak**, misalnya ekspresi `uuid()` di QGIS, lalu nomor rapi diberikan di kantor setelah penggabungan.
- **Bagi area**: tiap surveyor mengerjakan petak berbeda, sehingga tidak ada objek yang diedit dua orang.

Konflik objek yang sama: Bila dua orang mengubah baris yang sama, aplikasi harus memilih salah satu atau meminta Anda memutuskan. Perilaku ini berbeda-beda tiap aplikasi. Hindari sejak awal dengan membagi area kerja. [CEK: perilaku tiap aplikasi]

Ceklis sebelum berangkat

Ini pegangan penulis, bukan aturan resmi. [kemungkinan]

- Semua layer dan tabel acuan ada di satu GeoPackage (Bab 2).
- Domain dan formulir sudah tersimpan di dalam GeoPackage atau proyek yang dibawa (Bab 3 dan 4).
- Peta dasar sudah disiapkan untuk luring bila diperlukan.
- Uji coba **lima titik** di halaman kantor, lalu sinkron, dan periksa hasilnya di desktop.
- Aturan penomoran ID untuk banyak surveyor sudah ditetapkan.
- Pembagian area per surveyor sudah jelas.
- Baterai penuh, ada penyimpanan daya cadangan, dan ada salinan cadangan data.
- Jadwal sinkron ditetapkan, misalnya setiap sore.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Menyiapkan paket lapangan dari QGIS

Contoh memakai QField dan plugin QFieldSync. Untuk Mergin Maps, polanya serupa. Buka M1 Bab 2 untuk langkah rinci pengemasan.

1. Pastikan seluruh layer proyek berasal dari `Survei_KPH.gpkg`, dan proyek disimpan di folder yang sama. Gunakan jalur relatif.
2. Periksa tiap layer di **Properties ► Attributes Form**. Pastikan domain, nilai bawaan, dan grup sudah diatur (Bab 3 dan 4).
3. Pasang plugin lewat **Plugins ► Manage and Install Plugins**, cari QFieldSync. Dokumentasi QField menyebut plugin ini dipakai untuk memaketkan proyek. [kemungkinan]
4. Gunakan fungsi **Package for QField** dari plugin untuk membuat paket, lalu salin ke ponsel. [CEK: nama menu persis dan hasilnya di ponsel]
5. Di ponsel, buat lima titik uji. Isi semua grup, ambil satu foto, dan sengaja kosongkan satu isian wajib untuk melihat peringatan.
6. Sinkronkan paket ke komputer. Muat ulang `Titik_Survei`. Jalankan skrip **I3.6** (Bab 6) untuk memeriksa lima titik tadi.

Menggabungkan hasil dua surveyor secara manual: gunakan alat **Merge Vector Layers** dari **Processing Toolbox**, lalu cari ID ganda. Skrip I3.9 menunjukkan caranya:

PYTHON

```
# Inti skrip I3.9 (berkas lengkap: skrip/i3_09_gabung_dan_bentrok_id.py)
gabungan = processing.run("native:mergevectorlayers", {
    "LAYERS": [punya["surveyor1"], punya["surveyor2"]], "CRS": "EPSG:32749", "OUTPUT": "memory:Gabungan"})
["OUTPUT"]
hitung = Counter(f["ID_Survei"] for f in gabungan.getFeatures())
```

Tentang jalur foto: Aplikasi lapangan biasanya menyimpan foto di folder proyek di ponsel, lalu menuliskan jalurnya ke kolom `Foto`. Setelah sinkron, pastikan foto ikut berpindah ke folder yang sama dengan GeoPackage di komputer. [CEK]

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro dan Field Maps

Cocokkan letak tombol dan ketentuan akun dengan versi Anda. [CEK]

1. Siapkan data di file geodatabase (Bab 2), dengan domain (Bab 3) dan lampiran foto.
2. Terbitkan layer sebagai hosted feature layer di ArcGIS Online atau Enterprise. Field Maps mengedit layer yang di-host. [kemungkinan: dokumentasi Esri, lihat M1 Bab 2]
3. Buat peta web, atur formulir, dan siapkan area peta luring. Dokumentasi Esri menyebut area luring bisa disiapkan di muka atau dibuat pengguna di perangkat bila diizinkan. [kemungkinan]
4. Bagikan peta ke tim, lakukan uji lima titik, dan tarik data kembali ke geodatabase untuk diperiksa.

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. Siapkan data seperti Bagian B. ArcMap sendiri tidak dipakai di lapangan.
2. Cara menerbitkan dari ArcMap 10.8 ke layanan Esri belum diverifikasi. [CEK] Alur aman: siapkan struktur data di ArcMap, terbitkan lewat ArcGIS Online, lalu salin hasil survei kembali ke geodatabase.
3. Kecocokan ArcMap 10.8 dengan Field Maps belum terbukti. Uji dulu sebelum mengandalkannya. [CEK]

Cek paham

1. Mengapa uji coba lima titik penting sebelum berangkat?
2. Mengapa ID "nomor terbesar ditambah satu" bisa bermasalah untuk dua surveyor luring?
3. Sebutkan dua pertanyaan yang perlu dijawab sebelum memilih aplikasi lapangan.

Jawaban:

1. Supaya masalah formulir, foto, atau sinkronisasi ketahuan di kantor, bukan di tengah hutan.
2. Tiap surveyor memakai salinan sendiri dan tidak tahu nomor milik yang lain, sehingga nomor yang sama bisa muncul dua kali.
3. Contoh: apakah perlu peta atau cukup formulir, berapa orang yang menginput bersamaan, apakah harus tetap berfungsi tanpa sinyal, dan di mana data harus disimpan.

Kesalahan umum

- **Memilih aplikasi dulu, merancang data kemudian.** Rancang data (Bab 2 sampai 4), baru pilih aplikasi yang cocok.
- **Tidak menguji sinkronisasi.** Banyak masalah baru muncul pada saat data dikembalikan.
- **Dua orang di area yang sama tanpa aturan.** Bagi area atau atur awalan ID.
- **Mengandalkan sinyal.** Siapkan paket luring dan peta dasar luring.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: aplikasi lapangan membawa data ke hutan dan mengembalikannya. Jawab dulu kebutuhan Anda, siapkan data dengan rapi, uji lima titik, atur ID untuk banyak surveyor, dan bagi area kerja.

Latihan: jalankan skrip I3.9, lalu ubah nilai bawaan `ID_Survei` pada salinan kedua surveyor agar memakai awalan `s2-` untuk surveyor kedua. Jalankan lagi dan pastikan tidak ada ID ganda.

Tabel perbandingan: jalur dari kantor ke lapangan

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Aplikasi seluler	QField atau Mergin Maps (lewat plugin)	ArcGIS Field Maps	Field Maps (kecocokan belum terbukti)
Menyiapkan paket	Plugin QFieldSync, Package for QField [CEK]	Terbitkan hosted feature layer, peta web	Terbitkan lewat ArcGIS Online [CEK]
Kerja luring	Paket luring	Area peta luring	Mengikuti Field Maps
Foto	Widget Attachment	Lampiran (attachments)	Lampiran (Standard atau Advanced)
Menggabungkan hasil manual	Merge Vector Layers	Merge	Merge
Formulir tanpa peta	KoboToolbox atau ODK (di luar GIS)	Aplikasi formulir Esri (tidak dibahas)	Tidak ada padanan

BAB 6: Periksa Dulu Sebelum Dipercaya: Kualitas Data

Studi kasus: "Angka akhirnya berapa?"

Tim pulang membawa 61 titik survei. Kepala Seksi ingin angka final untuk rapat. Sebelum menghitung, Anda memeriksa data. Hasilnya mengejutkan: hanya 44 dari 61 baris yang lolos semua pemeriksaan. Ada kondisi yang kosong, tinggi pohon 250 m, tiga titik yang jatuh di luar petak, dan satu nomor survei yang muncul dua kali.

Menghitung dari data mentah itu sama saja dengan menyajikan angka yang keliru. Bab ini mengajarkan cara memeriksa data yang masuk, seperti petugas gudang yang memeriksa barang datang sebelum dimasukkan ke rak.

Konsep: kualitas data dalam tiga kalimat

Kualitas data adalah seberapa layak data dipakai untuk tujuannya. Anda memeriksanya dengan aturan yang tegas, seperti daftar periksa barang masuk: ada yang kosong, ada yang di luar rentang, ada yang ganda, ada yang letaknya aneh. Aturan yang ditulis sekali dapat dijalankan setiap kali data baru datang.

Istilah baru bagian ini:

- **Kualitas data:** kelayakan data untuk tujuannya.
- **Kelengkapan:** apakah isian yang wajib sudah terisi.
- **Keabsahan:** apakah nilainya ada di daftar atau rentang yang sah.
- **Konsistensi:** apakah bagian-bagian data saling cocok, misalnya label petak dan letak titik.
- **Keunikan:** apakah ada baris ganda.

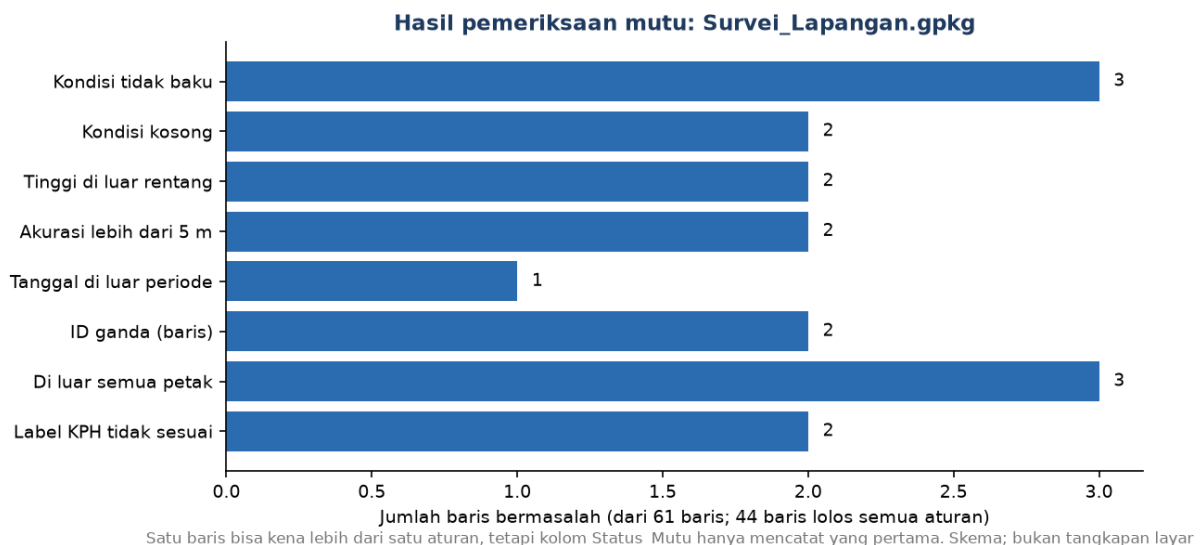
Enam pemeriksaan dan temuannya

Tabel berikut memakai `Survei_Lapangan.gpkg`. Jumlah temuan dihitung oleh skrip I3.6 dan I3.8, dan cocok dengan `hasil_diharapkan.json`. [terbukti: QGIS 4.0.2]

Pemeriksaan	Pertanyaan	Aturan	Temuan
Kelengkapan	Apakah kondisi terisi?	Kondisi tidak kosong	2 baris (SV-031, SV-040)
Keabsahan nilai	Apakah ejaan baku?	Kondisi ada di daftar baku	3 baris (SV-005, SV-012, SV-020)
Keabsahan rentang	Apakah tinggi wajar?	Tinggi_Phn antara 0 dan 60	2 baris (SV-007, SV-033)
Keunikan	Adakah ID atau koordinat kembar?	ID_Survei unik	1 ID ganda (SV-049, 2 baris); 4 baris berkoordinat kembar
Konsistensi	Apakah label petak cocok dengan letak?	Titik berada di petak yang tertulis	2 baris (SV-010, SV-025)
Letak	Apakah titik di dalam batas?	Titik berada di salah satu petak	3 baris (SV-059, SV-060, SV-061)

Dua pemeriksaan tambahan memakai batas yang Anda tetapkan sendiri: **akurasi GNSS** lebih dari 5 m (2 baris: SV-015, SV-044) dan **tanggal** di luar periode survei 1 sampai 12 September 2026 (1 baris: SV-050).

Ilustrasi 6.1: Temuan mutu



Jebakan NULL: Di ekspresi QGIS, nilai kosong (NULL) tidak lolos dalam perbandingan `NOT IN`. Dalam uji saya, ekspresi `"Kondisi" NOT IN ('Sehat', ...)` hanya menemukan 3 baris, padahal ada 5 baris tidak sah. Dua baris kosong luput. Selalu tambahkan pemeriksaan `IS NULL` secara terpisah. [terbukti]

Aturan sebagai ekspresi

Setiap aturan di tabel bisa ditulis sebagai ekspresi untuk **Select by Expression**. Skrip I3.8 menghitung semuanya dan mencocokkan hasilnya.

Aturan	Ekspresi	Hasil uji
Kondisi kosong	"Kondisi" IS NULL	2
Kondisi tidak baku	"Kondisi" IS NOT NULL AND "Kondisi" NOT IN ('Sehat', 'Terserang Hama', 'Tebangan Liar')	3
Tinggi di luar rentang	"Tinggi_Phn" NOT BETWEEN 0 AND 60	2
Akurasi buruk	"Akurasi_m" > 5	2
Tanggal di luar periode	"Tgl_Survei" NOT BETWEEN to_date('2026-09-01') AND to_date('2026-09-12')	1
ID ganda	count("ID_Survei", group_by:="ID_Survei") > 1	2 baris
Di luar semua petak	NOT overlay_within('Batas_KPH')	3
Label petak tidak cocok	overlay_within('Batas_KPH' , "NAMA_KPH") [0] <> "KPH"	2

Dua ekspresi terakhir memakai layer `Batas_KPH`, jadi layer itu harus ada di proyek dengan nama persis seperti itu.

Anda bisa menggabungkan semuanya menjadi satu kolom virtual `Status_Mutu` yang berisi nama masalah pertama yang ditemukan, atau `OK`. Pada data latihan, hasilnya:

Status_Mutu	Baris
OK	44
Kondisi tidak baku	3
Di luar semua petak	3
Tinggi di luar 0-60	2
Akurasi lebih dari 5 m	2
Kondisi kosong	2
Label KPH tidak sesuai	2
ID ganda	2
Tanggal di luar periode	1

Jumlahnya 61. Satu baris hanya diberi satu status, yaitu aturan pertama yang terlanggar.

Memperbaiki dengan aman

1. **Jangan menimpa data mentah.** Simpan salinan asli. Perbaikan dilakukan pada salinan kerja.

2. **Perbaiki yang pasti.** Ejaan `sehat` atau `Sehat` jelas maksudnya `Sehat`. Setelah perbaikan, `Kondisi = 'Sehat'` menjangkau 34 baris, bukan 32.
3. **Jangan menebak yang tidak pasti.** Tinggi 250 m mungkin salah ketik 25,0, tetapi mungkin juga 2,5. Kembalikan ke surveyor atau tandai.
4. **Titik di luar petak** biasanya perlu ukur ulang atau konfirmasi, bukan digeser tangan.
5. **Catat perbaikan:** apa yang diubah, oleh siapa, kapan, dan alasannya.
6. **Jalankan lagi seluruh pemeriksaan** setelah memperbaiki.

Pasang pemeriksaan di awal: Aturan di formulir (Bab 3) mengurangi temuan sejak awal. Pemeriksaan di bab ini menangkap yang lolos. Gunakan keduanya.

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Memeriksa data di QGIS

1. Tambahkan **Titik_Survei** dan **Batas_KPH** dari **Survei_Lapangan.gpkg** lewat **Layer ► Data Source Manager**. Jangan ganti nama layer.
2. Pilih layer **Titik_Survei**, lalu buka **Select by Expression** (Ctrl+F3). Tempel ekspresi pertama dari tabel di atas, lalu klik **Select Features**. Hasil yang akan terlihat: jumlah terseleksi di bilah status, sama dengan kolom "Hasil uji".
3. Ulangi untuk tiap aturan. Bila angkanya berbeda, periksa ejaan nama layer dan field.
4. Buat kolom virtual: buka **Field Calculator**, centang **Create virtual field**, beri nama **Status_Mutu**, tipe **Text**, dan tempel ekspresi di bawah. Hasil yang akan terlihat: kolom baru di tabel atribut. Saring baris yang bukan OK untuk melihat daftar kerjanya.

EKSPRESI

```
CASE
  WHEN "Kondisi" IS NULL THEN 'Kondisi kosong'
  WHEN "Kondisi" NOT IN ('Sehat','Terseang Hama','Tebangan Liar') THEN 'Kondisi tidak baku'
  WHEN "Tinggi_Phn" NOT BETWEEN 0 AND 60 THEN 'Tinggi di luar 0-60'
  WHEN "Akurasi_m" > 5 THEN 'Akurasi lebih dari 5 m'
  WHEN "Tgl_Survei" NOT BETWEEN to_date('2026-09-01') AND to_date('2026-09-12') THEN 'Tanggal di luar periode'
  WHEN count("ID_Survei", group_by:"ID_Survei") > 1 THEN 'ID ganda'
  WHEN NOT overlay_within('Batas_KPH') THEN 'Di luar semua petak'
  WHEN overlay_within('Batas_KPH', "NAMA_KPH")[0] <> "KPH" THEN 'Label KPH tidak sesuai'
  ELSE 'OK'
END
```

5. Sebagai alternatif, jalankan skrip **I3.6** (Python Console) yang hanya membaca data dan mencetak daftar ID bermasalah. Hasil uji (QGIS 4.0.2):

HASIL

```
Jumlah baris diperiksa: 61
Kondisi kosong                2  SV-031, SV-040
Kondisi tidak baku            3  SV-005, SV-012, SV-020
Tinggi di luar rentang        2  SV-007, SV-033
Tanggal di luar periode       1  SV-050
Akurasi lebih dari 5 m       2  SV-015, SV-044
ID ganda                      1  SV-049
Koordinat kembar              4  SV-049, SV-049, SV-051, SV-058
Di luar semua petak           3  SV-059, SV-060, SV-061
Label KPH tidak sesuai letak  2  SV-010, SV-025
```

6. Perbaiki ejaan pada **salinan** layer. Buka **Field Calculator**, perbarui field yang ada **Kondisi**, dengan ekspresi berikut. Hasil yang akan terlihat: **Sehat** untuk dua baris yang tadinya **sehat** dan **Sehat** .

EKSPRESI

```
CASE
  WHEN lower(trim("Kondisi")) = 'sehat' THEN 'Sehat'
  WHEN lower(trim("Kondisi")) = 'terseang hama' THEN 'Terseang Hama'
```

```

WHEN lower(trim("Kondisi")) = 'tebangan liar' THEN 'Tebangan Liar'
ELSE "Kondisi"
END

```

7. Jalankan lagi pemeriksaan. Baris `Kondisi` tidak baku seharusnya menjadi 0.

Hanya membaca: Skrip I3.6 dan I3.8 tidak mengubah data. Aman dijalankan pada berkas asli.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

Alat berikut ada di Pro. Cocokkan dengan versi Anda. [CEK]

1. **Select Layer By Attribute** dengan klausa SQL, misalnya `Kondisi IS NULL OR Kondisi NOT IN ('Sehat', 'Terseparang Hama', 'Tebangan Liar')`. Perhatikan bahwa pola `IS NULL` tetap perlu, seperti di QGIS.
2. **Frequency** (Analysis ► Statistics) pada field `Kondisi` untuk menghitung tiap nilai. Ini mirip dengan `GROUP BY` di Bab 7.
3. **Find Identical** pada `ID_Survei` untuk menemukan baris ganda.
4. **Select Layer By Location** dengan hubungan **Within** terhadap `Batas_KPH`, lalu balikkan seleksi (**Switch Selection**) untuk menemukan titik di luar petak.
5. Aturan yang berjalan terus di dalam geodatabase memakai **Attribute Rules**, yang tidak dikenali ArcMap. [kemungkinan: dokumentasi Esri]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. **Select By Attributes** (menu **Selection**) dengan klausa SQL yang sama seperti Pro. [CEK]
2. **Frequency** dan **Find Identical** dari ArcToolbox. Ketersediaan lisensi untuk Find Identical belum diperiksa. [CEK]
3. **Select By Location** dengan hubungan **Are within**, lalu balikkan seleksi. [CEK]

Tidak ada padanan: ArcMap tidak punya Attribute Rules. Pemeriksaan harus dijalankan secara berkala lewat skrip atau alat di atas. [kemungkinan]

Cek paham

1. Mengapa `"Kondisi" NOT IN (...)` saja tidak cukup untuk menemukan semua nilai tidak sah?
2. Apa beda keabsahan dan konsistensi?
3. Mengapa perbaikan sebaiknya dilakukan pada salinan, bukan data mentah?

Jawaban:

1. Karena baris yang berisi NULL tidak ikut terpilih oleh `NOT IN`. Perlu pemeriksaan `IS NULL` tersendiri.

2. Keabsahan menilai satu nilai terhadap daftar atau rentang. Konsistensi menilai kecocokan antar bagian data, seperti label petak dan letak titik.
3. Agar Anda selalu bisa kembali ke data asli, dan perubahan dapat ditelusuri.

Kesalahan umum

- **Menghitung dulu, memeriksa kemudian.** Periksa dulu, hitung belakangan.
- **Menebak nilai yang meragukan.** Tandai dan tanyakan ke surveyor.
- **Melupakan NULL.** Kosong berperilaku khusus dalam perbandingan.
- **Memeriksa hanya sekali.** Jalankan pemeriksaan tiap kali ada data baru.
- **Tidak mencatat perbaikan.** Tanpa catatan, orang lain tidak tahu apa yang berubah.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: periksa kelengkapan, keabsahan, keunikan, konsistensi, letak, akurasi, dan tanggal. Tulis aturan sebagai ekspresi agar bisa diulang. Waspada NULL. Perbaiki pada salinan, hanya yang pasti, dan catat.

Latihan: tambahkan satu aturan baru ke `Status_Mutu`: diameter batang di luar 5 sampai 100 cm. Jalankan, lalu catat jumlah temuannya. Dalam data latihan, seharusnya tidak ada yang melanggar aturan ini. Mengapa tetap berguna menambahkannya?

Jawaban yang diharapkan: temuan 0 berarti data lolos, dan aturan itu siap menangkap data baru yang bermasalah.

Tabel perbandingan: memeriksa kualitas data

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Cari nilai kosong atau salah	Select by Expression	Select Layer By Attribute	Select By Attributes
Hitung per nilai	Statistik atau SQL (Bab 7)	Frequency	Frequency
Cari baris ganda	<code>count(...group_by)</code> atau SQL	Find Identical	Find Identical [CEK]
Titik di luar petak	<code>overlay_within</code>	Select Layer By Location (Within) lalu balikkan	Select By Location lalu balikkan
Aturan yang berjalan terus	Constraint di formulir, trigger	Attribute Rules	Tidak ada padanan

BAB 7: Bertanya ke Basis Data: SQL Dasar

Studi kasus: "Per petak, berapa yang sehat?"

Kepala Seksi mengirim pertanyaan singkat. "Untuk tiap petak, berapa pohon yang sehat, dan berapa rata-rata tingginya?" Dengan seleksi manual, Anda harus mengklik berkali-kali dan mencatat di kertas. Dengan satu kalimat SQL, jawabannya keluar sekaligus.

Bab ini memperkenalkan **SQL** sebagai bahasa bertanya. Anda tidak perlu menjadi ahli basis data. Lima kalimat dasar sudah cukup untuk sebagian besar pekerjaan survei.

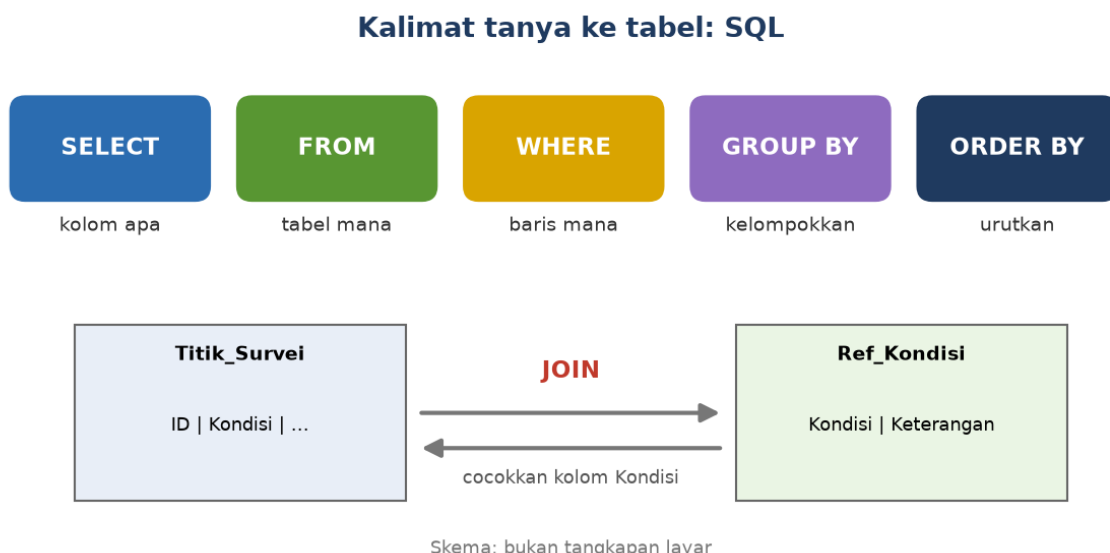
Konsep: SQL dalam tiga kalimat

SQL adalah bahasa untuk bertanya kepada tabel dan mengubah isinya, seperti memberi pesan tertulis kepada pustakawan: "ambilkan kolom ini, dari tabel itu, hanya yang begini, urutkan begitu". Setiap kalimat tanya tersusun dari bagian yang selalu berurutan, yaitu **SELECT**, **FROM**, **WHERE**, **GROUP BY**, dan **ORDER BY**. GeoPackage memakai SQLite, jadi dialek SQL-nya adalah SQLite.

Istilah baru bagian ini:

- **SQL**: bahasa untuk bertanya dan mengubah tabel.
- **SELECT ... FROM ... WHERE**: pilih kolom, dari tabel mana, baris yang mana.
- **GROUP BY**: kelompokkan baris lalu hitung per kelompok.
- **JOIN**: gabungkan dua tabel lewat kolom yang cocok.
- **UPDATE**: ubah isi baris yang terpilih.

Ilustrasi 7.1: Urutan kalimat SQL dan join



Sepuluh pertanyaan pada data survei

Semua kalimat berikut dijalankan pada `Survei_Lapangan.gpkg` (61 baris) lewat skrip I3.7. Hasilnya saya salin dari keluaran skrip. [terbukti: QGIS 4.0.2, GDAL 3.12, SQLite 3.53]

1. Berapa baris?

SQL

```
SELECT COUNT(*) AS jumlah FROM Titik_Survei;
```

Hasil: 61.

2. Lihat tiga baris pertama, hanya beberapa kolom.

SQL

```
SELECT ID_Survei, Kondisi, Tinggi_Phnl FROM Titik_Survei LIMIT 3;
```

Hasil: SV-001 | Tersearang Hama | 9.8, SV-002 | Tersearang Hama | 16.7, SV-003 | Sehat | 24.5.

3. Titik terbangun liar, urut menurut ID.

SQL

```
SELECT ID_Survei, KPH, Tinggi_Phnl FROM Titik_Survei  
WHERE Kondisi = 'Terbangun Liar' ORDER BY ID_Survei;
```

Hasil: lima baris, yaitu SV-011, SV-014, SV-038, SV-044 (semuanya KPH Beta), dan SV-054 (KPH Gamma).

4. Hitung per kondisi.

SQL

```
SELECT Kondisi, COUNT(*) AS jumlah FROM Titik_Survei  
GROUP BY Kondisi ORDER BY jumlah DESC;
```

Kondisi	jumlah
Sehat	32
Tersearang Hama	19
Tebangan Liar	5
(kosong)	2
sehat	1
Tersearang hama	1
Sehat (dengan spasi di ujung)	1

Inilah tujuh baris yang membuat Kepala Seksi bingung di Bab 3. SQL membedakan huruf besar dan kecil serta spasi pada perbandingan =.

5. Rata-rata tinggi per petak, hanya nilai wajar.

SQL

```
SELECT KPH, COUNT(*) AS n, ROUND(AVG(Tinggi_Phn), 1) AS rata_tinggi
FROM Titik_Survei WHERE Tinggi_Phn BETWEEN 0 AND 60
GROUP BY KPH ORDER BY KPH;
```

KPH	n	rata_tinggi
KPH Alpha	18	18,4
KPH Beta	21	18,8
KPH Gamma	20	17,7

Jumlah barisnya 59, bukan 61, karena dua baris dengan tinggi tidak wajar (-3 m dan 250 m) tersaring oleh WHERE. Tanpa penyaringan itu, rata-ratanya menyedatkan.

6. Cari ID ganda.

SQL

```
SELECT ID_Survei, COUNT(*) AS n FROM Titik_Survei
GROUP BY ID_Survei HAVING COUNT(*) > 1;
```

Hasil: SV-049 | 2. HAVING menyaring hasil kelompok, sedangkan WHERE menyaring baris sebelum dikelompokkan.

7. Nilai kondisi yang tidak ada di tabel acuan.

SQL

```
SELECT t.ID_Survei, t.Kondisi
FROM Titik_Survei t LEFT JOIN Ref_Kondisi r ON t.Kondisi = r.Kondisi
WHERE r.Kondisi IS NULL ORDER BY t.ID_Survei;
```

Hasil: SV-005 (sehat), SV-012 (Sehat), SV-020 (Terseang hama), serta SV-031 dan SV-040 yang kosong. Lima baris, sama dengan temuan Bab 6, dan kali ini baris kosong ikut terjaring. Inilah gunanya tabel acuan dari Bab 2.

8. Gabungkan dengan tabel batas lewat nama petak.

SQL

```
SELECT b.NAMA_KPH, COUNT(*) AS jumlah_titik
FROM Titik_Survei t JOIN Batas_KPH b ON t.KPH = b.NAMA_KPH
GROUP BY b.NAMA_KPH ORDER BY b.NAMA_KPH;
```

Hasil: KPH Alpha 19, KPH Beta 21, KPH Gamma 21. Ini menghitung berdasarkan **label** KPH, bukan letak titik. Dua titik yang labelnya salah (Bab 6) ikut terhitung di petak yang salah.

9. Perbaiki ejaan (ubah isi, kerjakan pada salinan).

SQL

```
UPDATE Titik_Survei SET Kondisi = 'Sehat'
WHERE LOWER(TRIM(Kondisi)) = 'sehat';
```

10. Periksa ulang dengan kalimat nomor 7. Hasil: tersisa tiga baris, yaitu SV-020 (Terserang hama) serta SV-031 dan SV-040 yang kosong. Dua baris `sehat` sudah beres. Terserang hama perlu kalimat `UPDATE` serupa. Baris kosong tidak boleh ditebak.

UPDATE dan DELETE tidak bisa dibatalkan begitu saja: Kalimat `UPDATE` dan `DELETE` langsung mengubah berkas. Kebiasaan aman: (1) kerjakan pada salinan, (2) jalankan dulu `SELECT` dengan `WHERE` yang sama dan periksa barisnya, (3) baru ubah menjadi `UPDATE`. Tanpa `WHERE`, seluruh baris ikut berubah.

SQL atau ekspresi QGIS?

Keduanya mirip, tetapi cocok untuk kebutuhan berbeda.

Kebutuhan	Lebih nyaman
Menyeleksi baris di peta atau mengisi satu kolom	Ekspresi QGIS (Select by Expression, Field Calculator)
Merangkum per kelompok, menggabung beberapa tabel	SQL
Aturan yang ingin dijalankan ulang di banyak berkas	SQL atau skrip

Pada Bab 6, aturan "label petak cocok dengan letak" memakai fungsi spasial `overlay_within`. SQL spasial lebih lanjut dibahas di seri M2 (PostGIS).

BAGIAN A | QGIS

Bagian A: Menjalankan SQL di QGIS

Ada tiga cara. Cara 1 paling aman karena tidak mengubah data asli.

Cara 1: Processing, Execute SQL (hanya membaca)

1. Buka **Processing Toolbox (Processing ► Toolbox)**, cari **Execute SQL**.
2. Pada **Input data sources**, pilih layer `Titik_Survei`. Di dalam kalimat SQL, layer pertama bernama `input1`, layer kedua `input2`, dan seterusnya. Pada **Geometry type**, pilih **No geometry** bila hasilnya berupa ringkasan.
3. Isi **SQL query** dengan kalimat nomor 4, tetapi gunakan `input1` sebagai nama tabel:

SQL

```
SELECT Kondisi, COUNT(*) AS jumlah FROM input1 GROUP BY Kondisi ORDER BY jumlah DESC
```

4. Jalankan. Hasil yang akan terlihat: tabel baru dengan tujuh baris, sama seperti di atas.

Hasil uji lewat `processing.run("qgis:executesql", ...)` di QGIS 4.0.2: tujuh baris, yaitu Sehat 32, Tersejang Hama 19, Tebangan Liar 5, kosong 2, sehat 1, Tersejang hama 1, dan Sehat 1. [terbukti]

Cara 2: DB Manager (bisa mengubah data)

5. DB Manager adalah plugin inti QGIS yang menampilkan basis data dan menyediakan jendela SQL. Dokumentasi QGIS menyebut DB Manager mendukung GeoPackage. Aktifkan lewat **Plugins ► Manage and Install Plugins**, lalu buka lewat menu **Database**. Pilih GeoPackage Anda, lalu buka jendela SQL. Di sini nama tabel yang dipakai adalah nama asli, seperti `Titik_Survei`. [CEK: letak menu di QGIS 4]

Cara 3: Skrip

6. Skrip I3.7 menjalankan kesepuluh kalimat di atas pada salinan data. Inti skrip:

PYTHON

```
# Inti skrip I3.7 (berkas lengkap: skrip/i3_07_sql_dasar.py)
ds = ogr.Open(SALINAN, 1) # 1 = boleh mengubah; pakai salinan, jangan berkas asli
hasil = ds.ExecuteSQL("SELECT Kondisi, COUNT(*) AS jumlah FROM Titik_Survei GROUP BY Kondisi")
for baris in hasil:
    print(baris.GetField(0), baris.GetField(1))
ds.ReleaseResultSet(hasil)
```

Dialek SQL: SQL di GeoPackage adalah SQLite. Perintah seperti `LIMIT` dan `ROUND` berlaku di sana. Basis data lain, seperti PostgreSQL atau SQL Server, punya perbedaan kecil. Ekspresi QGIS bukan SQL, jadi "`Kondisi`" berketup ganda di ekspresi, sedangkan di SQL nama kolom ditulis tanpa kutip.

BAGIAN B | ArcGIS Pro

Bagian B: ArcGIS Pro

SQL di Pro hadir dalam beberapa bentuk. Cocokkan dengan versi Anda. [CEK]

1. **Select Layer By Attribute:** Anda menulis klausa `WHERE`-nya saja, tanpa `SELECT` dan `FROM`.
Contoh: `Kondisi = 'Tebangan Liar'`.
2. **Summary Statistics** dan **Frequency:** setara dengan `GROUP BY` dengan `COUNT` atau `AVG`.
3. **Make Query Table** (Data Management): menggabungkan beberapa tabel dengan klausa SQL, dan menghasilkan tabel kueri. [CEK]
4. Dukungan SQL pada file geodatabase terbatas dibandingkan basis data seperti PostgreSQL. Dokumentasi Esri membahas dialek SQL untuk tiap jenis data. [CEK: tingkat dukungan]

BAGIAN C | ArcMap 10.8

Bagian C: ArcMap 10.8

1. **Select By Attributes** dengan klausa `WHERE`, seperti di Pro. [CEK]
2. **Summary Statistics** dan **Frequency** di ArcToolbox. [CEK]
3. **Make Query Table** untuk menggabungkan tabel. [CEK]
4. Perubahan massal (`UPDATE`) dikerjakan lewat **Field Calculator**, bukan SQL langsung. [CEK]

Tidak ada padanan langsung: ArcMap tidak punya jendela SQL bebas seperti DB Manager untuk file geodatabase. [kemungkinan]

Cek paham

1. Apa beda `WHERE` dan `HAVING`?
2. Mengapa hasil `GROUP BY Kondisi` pada data mentah menghasilkan tujuh baris?
3. Apa kebiasaan aman sebelum menjalankan `UPDATE`?

Jawaban:

1. `WHERE` menyaring baris sebelum dikelompokkan. `HAVING` menyaring kelompok sesudah dihitung, misalnya hanya yang jumlahnya lebih dari satu.
2. Karena SQL membedakan huruf besar dan kecil serta spasi, dan baris kosong membentuk kelompoknya sendiri. Ejaan yang berbeda dianggap nilai berbeda.
3. Kerjakan pada salinan, jalankan dulu `SELECT` dengan `WHERE` yang sama, periksa barisnya, baru ubah menjadi `UPDATE`.

Kesalahan umum

- **Lupa `WHERE` pada `UPDATE`.** Seluruh baris berubah. Selalu uji dengan `SELECT` dulu.
- **Mencampur kutip.** Teks di SQL memakai kutip tunggal, misalnya `'Sehat'`. Kutip ganda dipakai untuk nama kolom di ekspresi QGIS.

- **Membandingkan dengan NULL memakai `=`.** Pakai `IS NULL` dan `IS NOT NULL`.
- **Rata-rata dari data yang belum diperiksa.** Contoh nomor 5 menunjukkan bahwa nilai yang tidak wajar harus disaring lebih dulu.
- **Menimpa berkas asli.** Pakai salinan selama belajar.

Ringkasan dan latihan

Ringkasan: SQL bertanya ke tabel dengan urutan `SELECT`, `FROM`, `WHERE`, `GROUP BY`, `ORDER BY`. `JOIN` menggabungkan tabel, `UPDATE` mengubah isi. Pakai salinan, uji dengan `SELECT` dulu, dan waspadai `NULL` serta huruf besar-kecil.

Latihan: tulis kalimat SQL yang menjawab pertanyaan Kepala Seksi di awal bab: untuk tiap petak, berapa pohon sehat dan berapa rata-rata tingginya. Syarat: hanya kondisi `Sehat` yang baku, dan tinggi yang wajar.

Salah satu jawaban yang mungkin:

SQL

```
SELECT KPH, COUNT(*) AS jumlah_sehat, ROUND(AVG(Tinggi_Phn), 1) AS rata_tinggi
FROM Titik_Survei
WHERE Kondisi = 'Sehat' AND Tinggi_Phn BETWEEN 0 AND 60
GROUP BY KPH ORDER BY KPH;
```

Bandingkan hasilnya sebelum dan sesudah memperbaiki ejaan di nomor 9. Berapa baris tambahan yang kini terhitung?

Jawaban yang diharapkan (hasil uji): sebelum perbaikan, jumlah sehat per petak 11, 9, dan 11 (Alpha, Beta, Gamma; total 31). Sesudahnya 11, 10, dan 12 (total 33). Ada dua baris tambahan, satu di KPH Beta dan satu di KPH Gamma. [terbukti]

Tabel perbandingan: bertanya ke tabel

Tugas	QGIS	ArcGIS Pro	ArcMap 10.8
Saring baris	Select by Expression, atau SQL	Select Layer By Attribute (klausa WHERE)	Select By Attributes
Hitung per kelompok	GROUP BY di Execute SQL atau DB Manager	Frequency, Summary Statistics	Frequency, Summary Statistics
Gabung tabel	JOIN di SQL	Make Query Table, Join	Make Query Table, Join
Ubah isi massal	UPDATE di DB Manager, atau Field Calculator	Calculate Field	Field Calculator
Jendela SQL bebas	DB Manager	Terbatas pada geodatabase file [CEK]	Tidak ada padanan

Ceklis kesiapan menuju seri berikutnya

Centang sebelum lanjut ke I4 atau membuka Bab 2 M1:

- Saya bisa menjelaskan akurasi, presisi, dan R95, dan tahu cara mengukur galat alat saya.
- Saya bisa membuat GeoPackage berisi layer survei dan tabel acuan.
- Saya bisa memasang domain, aturan isian, dan nilai bawaan pada kolom.
- Saya bisa menyusun formulir berkelompok dengan alias, pilihan baku, dan foto.
- Saya tahu apa yang perlu disiapkan sebelum data dibawa ke aplikasi lapangan, dan bagaimana menghindari ID ganda.
- Saya bisa menulis aturan pemeriksaan data dan membaca hasilnya.
- Saya bisa menulis kalimat SQL dasar, dan tahu bahaya `UPDATE` tanpa `WHERE`.

Penutup dan jalan ke seri berikutnya

Anda kini punya alur utuh: titik yang diukur dengan sadar akan galatnya, wadah yang rapi, pilihan yang dijaga, formulir yang ramah, aplikasi yang tersambung, pemeriksaan yang bisa diulang, dan SQL untuk bertanya. Di **I4: Otomasi Dasar dengan Python**, skrip pemeriksaan dan pertanyaan SQL di bab ini menjadi bahan latihan. Di **Masterclass Seri 1 (M1)**, Bab 2 tentang sinkronisasi lapangan akan terasa seperti pengulangan yang menyenangkan, karena GeoPackage, domain, dan formulirnya sudah Anda kuasai.

Lanjut belajar

Seri berikutnya adalah **I4: Otomasi Dasar dengan Python**. Pindai kode QR ini untuk membuka halaman seri tersebut dan unduhannya.



Glosarium

Glosarium ini menjelaskan istilah teknis yang dipakai di buku ini, diurutkan menurut abjad. Bila bertemu istilah yang belum jelas, cari di sini, lalu buka bab yang tertera di ujung entri.

Akurasi (accuracy): seberapa dekat hasil ukur ke posisi yang benar. *Bab 1.*

Alias (alias): label ramah yang tampil di formulir sebagai pengganti nama kolom. Nama kolom di basis data tidak berubah. *Bab 4.*

Aplikasi lapangan (field app): aplikasi ponsel yang menampilkan peta dan formulir Anda, lalu mengembalikan hasilnya ke kantor. *Bab 5.*

Attachment (attachment): kotak isian untuk berkas, misalnya foto. QGIS menyimpan jalur berkasnya dan menampilkan gambarnya di formulir. *Bab 4.*

Attribute Rules (attribute rules): aturan di geodatabase Esri yang berjalan terus di dalam berkas. ArcMap tidak mengenalinya. *Bab 3, 6.*

Aturan isian (constraint): syarat sebuah isian, misalnya tidak boleh kosong atau harus unik. Aturan tegas menolak penyimpanan, aturan lunak hanya memberi peringatan. *Bab 3.*

Bentrok ID: keadaan ketika dua surveyor luring memberi nomor yang sama pada objek berbeda, sehingga ID menjadi ganda saat digabung. *Bab 5.*

Bias (bias): jarak antara titik rata-rata pembacaan dan titik referensi. Ini ukuran akurasi. *Bab 1.*

CEP50 (circular error probable): jarak yang mencakup separuh pembacaan. Nilainya sama dengan median galat. *Bab 1.*

DB Manager (DB Manager): plugin inti QGIS yang menampilkan basis data dan menyediakan jendela SQL. Dengannya Anda bisa mengubah data. *Bab 7.*

Domain (domain): daftar atau rentang nilai yang sah untuk satu kolom. Domain berfungsi sebagai penunjuk arah, bukan gembok. *Bab 3.*

Domain nilai kode (coded value domain): domain berupa daftar pilihan tetap, misalnya tiga kondisi pohon. *Bab 3.*

Drag and drop designer (drag and drop designer): perancang formulir di QGIS yang menyusun isian dengan seret dan lepas. *Bab 4.*

Ekspresi (expression): rumus yang ditulis di QGIS untuk menghitung nilai atau memilih baris, misalnya jarak ke titik referensi. *Bab 1.*

Execute SQL (Execute SQL): alat Processing QGIS yang menjalankan kalimat SQL pada layer tanpa mengubah data asli. *Bab 7.*

Field Maps (ArcGIS Field Maps): aplikasi lapangan Esri yang mengedit layer yang di-host dan bisa memakai area peta luring. *Bab 1, 5.*

File geodatabase (file geodatabase): wadah data milik Esri, berupa folder berakhiran `.gdb`. *Bab 2.*

Fix (RTK fixed): status RTK ketika penerima sudah mengunci solusi posisinya. Dalam data latihan, galatnya sekitar sentimeter. *Bab 1.*

Formulir (attribute form): tampilan isian untuk satu objek, seperti formulir kertas dengan bagian-bagian berjudul. *Bab 4.*

Galat (error): selisih antara posisi hasil ukur dan posisi yang benar. *Bab 1.*

Galat RMS (RMS error): akar dari rata-rata kuadrat galat. Satu angka yang memuat bias dan sebaran. *Bab 1.*

Gaya tersimpan (saved style): pengaturan tampilan dan formulir yang disimpan di dalam wadah data, bukan di berkas terpisah. *Bab 2, 3.*

GeoPackage (GeoPackage): satu berkas `.gpkg` yang memuat banyak layer, tabel, dan pengaturan tampilan. Isinya basis data SQLite. *Bab 2.*

GNSS (global navigation satellite system): sistem satelit yang membantu penerima menghitung letaknya di bumi. *Bab 1.*

GNSS diferensial (differential GNSS): cara ukur yang memakai koreksi dari stasiun di titik yang sudah diketahui, sehingga galat lebih kecil daripada ponsel biasa. *Bab 1.*

GPS (GPS): salah satu sistem GNSS, yaitu milik Amerika Serikat. *Bab 1.*

GPS Information (GPS Information panel): panel QGIS yang menampilkan posisi, HDOP, jumlah satelit, dan akurasi bila penerima terhubung. *Bab 1.*

GROUP BY (GROUP BY): bagian kalimat SQL yang mengelompokkan baris lalu menghitung per kelompok. *Bab 7.*

Grup (group): sekumpulan isian di formulir dengan satu judul, misalnya Identitas, Pohon, dan Bukti. *Bab 4.*

HAVING (HAVING): bagian kalimat SQL yang menyaring hasil kelompok. WHERE menyaring baris sebelum dikelompokkan. *Bab 7.*

HDOP (horizontal dilution of precision): angka yang menggambarkan susunan satelit di langit. Makin kecil makin baik. *Bab 1.*

Hosted feature layer (hosted feature layer): layer yang diterbitkan ke ArcGIS Online atau Enterprise, yang dipakai Field Maps untuk mengedit data. *Bab 4, 5.*

Jalur relatif (relative path): alamat berkas yang dihitung dari folder proyek, misalnya `foto/foto_001.jpg`. Jalur ini tetap benar saat folder dipindah. *Bab 4.*

JOIN (JOIN): bagian kalimat SQL yang menggabungkan dua tabel lewat kolom yang cocok. *Bab 7.*

Keabsahan (validity): pemeriksaan apakah sebuah nilai ada di daftar atau rentang yang sah. *Bab 6.*

Kelengkapan (completeness): pemeriksaan apakah isian yang wajib sudah terisi. *Bab 6.*

Keunikan (uniqueness): pemeriksaan apakah ada baris ganda, misalnya ID survei yang muncul dua kali. *Bab 6.*

KoboToolbox (KoboToolbox): alat pengumpul data berupa formulir tanpa peta. Ia memakai format formulir XLSForm. *Bab 5.*

Kolom virtual (virtual field): kolom yang dihitung dari ekspresi dan tidak disimpan di berkas, misalnya `Status_Mutu`. *Bab 6.*

Konflik (conflict): keadaan ketika dua orang mengubah hal yang sama sehingga hasilnya bentrok. *Bab 5.*

Konsistensi (consistency): pemeriksaan apakah bagian-bagian data saling cocok, misalnya label petak dan letak titik. *Bab 6.*

KPH: kantor pengelola hutan. Dalam buku ini, KPH Contoh adalah kantor fiktif, dan KPH Alpha, Beta, serta Gamma adalah tiga petak surveinya. *Pendahuluan.*

Kualitas data (data quality): seberapa layak data dipakai untuk tujuannya. *Bab 6.*

Luring (offline): bekerja tanpa jaringan internet. *Bab 5.*

Merge Vector Layers (Merge Vector Layers): alat Processing QGIS yang menggabungkan beberapa layer menjadi satu. Dipakai untuk menyatukan hasil dua surveyor. *Bab 5.*

Mergin Maps (Mergin Maps): aplikasi lapangan yang bekerja luring dan memakai proyek QGIS, dengan layanan sinkron milik penyedia. *Bab 5.*

Nilai bawaan (default value): isian yang terisi otomatis, misalnya tanggal hari ini atau nama surveyor. *Bab 3.*

NULL (NULL): tanda untuk nilai kosong. Dalam perbandingan `NOT IN`, baris NULL tidak ikut terpilih, jadi perlu pemeriksaan `IS NULL` tersendiri. *Bab 6.*

ODK Collect (ODK Collect): aplikasi pengumpul formulir di ponsel yang memakai format XLSForm. *Bab 5.*

overlay_within (overlay_within): fungsi ekspresi QGIS yang memeriksa apakah sebuah titik berada di dalam layer lain, misalnya batas petak. *Bab 6.*

Paket lapangan (field package): kumpulan peta, data, dan formulir yang disiapkan untuk ponsel. *Bab 5.*

Presisi (precision): seberapa rapat pembacaan berulang saling berdekatan. *Bab 1.*

QField (QField): aplikasi seluler yang menampilkan proyek QGIS di ponsel dan bekerja luring. *Bab 4, 5.*

QFieldSync (QFieldSync): plugin QGIS yang memaketkan proyek supaya bisa dibuka di QField. *Bab 5.*

R95: jarak yang mencakup 95 dari 100 pembacaan. Angka ini menjawab seburuk apa kemungkinan terburuknya. *Bab 1.*

Range (range): jenis domain atau widget untuk angka dengan batas bawah dan batas atas, misalnya tinggi pohon 0 sampai 60 m. *Bab 3.*

RTK (real-time kinematic): cara ukur dengan koreksi langsung dari stasiun di titik yang sudah diketahui. Berstatus fixed, galatnya dapat mencapai tingkat sentimeter. *Bab 1.*

SELECT (SELECT): bagian kalimat SQL untuk memilih kolom yang ingin ditampilkan. *Bab 7.*

Select by Expression (Select by Expression): menu QGIS untuk memilih baris dengan ekspresi. Dipakai untuk menghitung galat dan memeriksa data. *Bab 1, 6.*

Shapefile (shapefile): format lama berupa banyak berkas lepas. Nama kolomnya dibatasi 10 huruf. *Bab 2.*

Sinkronisasi (synchronization): menyamakan data di ponsel dan di kantor saat ada sinyal. *Bab 5.*

SQL (structured query language): bahasa untuk bertanya kepada tabel dan mengubah isinya. GeoPackage memakai dialek SQLite. *Bab 7.*

SQLite (SQLite): basis data dalam satu berkas yang menjadi isi GeoPackage. *Bab 2, 7.*

Tabel acuan (reference table): tabel berisi daftar pilihan yang sah, misalnya `Ref_Kondisi`. Formulir dan pemeriksaan data memakainya. *Bab 2, 3.*

Tabel tanpa geometri (non-spatial table): tabel biasa tanpa titik, garis, atau poligon, misalnya daftar pilihan. *Bab 2.*

Tajuk (canopy): kumpulan daun dan cabang pohon di atas kepala. Tajuk menghalangi atau memantulkan sinyal satelit. *Bab 1.*

Titik referensi (reference point): titik yang koordinatnya sudah diketahui, dipakai untuk mengukur galat alat. Dalam data latihan bernama `TR-01`. *Bab 1.*

Trigger (trigger): pagar di dalam berkas GeoPackage berupa perintah SQL yang menolak nilai salah, siapa pun yang menulis. *Bab 3.*

UPDATE (UPDATE): bagian kalimat SQL yang mengubah isi baris terpilih. Tanpa WHERE, seluruh baris berubah. *Bab 7.*

UTM zona 49S (UTM zone 49S): sistem koordinat berkode EPSG:32749 yang dipakai semua data di buku ini. *Pendahuluan.*

Value Map (Value Map): pilihan tetap yang dibuat langsung di pengaturan formulir QGIS. *Bab 3.*

Value Relation (Value Relation): pilihan yang diambil dari sebuah tabel acuan, sehingga daftarnya bisa bertambah tanpa mengubah formulir. *Bab 3.*

WHERE (WHERE): bagian kalimat SQL yang menyaring baris sebelum dikelompokkan. *Bab 7.*

XLSForm (XLSForm): format formulir berbasis lembar kerja yang dipakai KoboToolbox dan ODK Collect. *Bab 5.*

Daftar Pustaka

Daftar ini memuat sumber yang dipakai menyusun buku ini. Semua tautan dibuka dan dicek pada 7 Oktober 2026. Tanda (t.t.) berarti halaman tidak menyebut tahun terbit.

Dokumentasi resmi

- Esri. (t.t.). *Add GPS Metadata Fields (Data Management Tools)*. ArcGIS Pro documentation. <https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/tool-reference/data-management/add-gps-metadata-fields.html>.
- Esri. (t.t.). *Create Domain*. ArcGIS Pro documentation. <https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/tool-reference/data-management/create-domain.html>.
- Esri. (t.t.). *Create SQLite Database (Data Management Tools)*. ArcGIS Pro documentation. <https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/tool-reference/data-management/create-sqlite-database.html>.
- Esri. (t.t.). *Prepare maps for download*. ArcGIS Field Maps documentation. <https://doc.arcgis.com/en/field-maps/latest/prepare-maps/prepare-maps-for-download.htm>.
- Esri. (t.t.). *Work with SQLite databases and GeoPackage files in ArcGIS Pro*. ArcGIS Pro documentation. <https://doc.esri.com/en/arcgis-pro/latest/help/data/databases/work-with-sqlite-databases-in-arcgis-pro.html>.
- GPS.gov. (2022). *GPS Accuracy*. National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing. <https://archive.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/>.
- KoboToolbox. (t.t.). *Using XLSForm with KoboToolbox*. KoboToolbox Support. https://support.kobotoolbox.org/xlsform_with_kobotoolbox.html.
- Mergin Maps. (t.t.). *Mergin Maps Documentation*. Mergin Maps. <https://merginmaps.com/docs/>.
- Open Geospatial Consortium. (t.t.). *OGC GeoPackage Encoding Standard* (versi 1.4.0). Open Geospatial Consortium. <https://www.geopackage.org/>.
- OPENGIS.ch. (t.t.). *Expression variables*. QField Ecosystem Documentation. https://docs.qfield.org/reference/expression_variables/.
- OPENGIS.ch. (t.t.). *Get started*. QField Ecosystem Documentation. <https://docs.qfield.org/get-started/>.
- QGIS Project. (t.t.). *Add field domain management capabilities to browser* (QGIS 3.26). QGIS Changelog. <https://changelog.qgis.org/en/entry/2283>.
- QGIS Project. (t.t.). *Creating Layers*. QGIS Documentation 3.40, Bab 11.2. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/managing_data_source/create_layers.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Exploring Data Formats and Fields*. QGIS Documentation 3.40, Bab 11.4. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/managing_data_source/supported_data.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Live GPS tracking*. QGIS Documentation 3.40. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/working_with_gps/live_GPS_tracking.html.
- QGIS Project. (t.t.). *Vector general (Execute SQL, Merge vector layers)*. QGIS Documentation 3.40, Processing algorithms. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorgeneral.html.

- QGIS Project. (t.t.). *Vector Properties Dialog*. QGIS Documentation 3.40.
https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/working_with_vector/vector_properties.html.
- SQLite. (t.t.). *About SQLite*. SQLite Documentation. <https://www.sqlite.org/about.html>.
- SQLite. (t.t.). *SELECT*. SQLite Documentation. https://www.sqlite.org/lang_select.html.

Makalah dan buku

- Henning, W. (2010). *NGS User Guidelines for Single Base Real Time GNSS Positioning* (versi 1.1, Mei 2010). National Geodetic Survey, NOAA.
https://nweb.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/NGSRealTimeUserGuidelines.v1.1.pdf.

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/

INTERMEDIATE CLASS • SERI I3

SURVEI LAPANGAN DAN BASIS DATA

Dari titik GNSS ke basis data yang bisa dipercaya: GeoPackage, domain, formulir, aplikasi lapangan, kualitas data, dan SQL dasar (kehutanan dan pertanian).

Yang akan Anda pelajari

- 1** Titik Ini Benar-Benar di Sini? GNSS dan Akurasi
- 2** Satu Lemari untuk Semua Data: GeoPackage dan Geodatabase
- 3** Pilihan yang Dijaga: Domain Nilai dan Aturan Isian
- 4** Formulir yang Ramah Lapangan: Merancang Isian Survei
- 5** Dari Kantor ke Hutan dan Kembali: Aplikasi Lapangan Dasar
- 6** Periksa Dulu Sebelum Dipercaya: Kualitas Data
- 7** Bertanya ke Basis Data: SQL Dasar



**Pindai untuk membuka
seluruh seri buku GIS**

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