HydroImpute Technical Documentation

Versi dokumen: 2026-03-13

Dokumen ini fokus untuk developer. Untuk panduan user gunakan DOKUMENTASI.md. Untuk operasi cepat gunakan QUICKREF.md. Untuk ringkasan proyek gunakan README.md.

1. Arsitektur Aplikasi

- Single page app pada satu file: index.html
- Pattern: IIFE (Immediately Invoked Function Expression)
- Library CDN:
  - xlsx 0.18.5 untuk baca/tulis Excel
  - Chart.js 3.9.1 untuk visualisasi

Komponen runtime utama:

- Input parser: Excel dan CSV
- Data shaping: pgro dan psat internal format
- Model builder: K, PL, QM
- Imputation engine: 4 model
- Metrics engine: RMSE, NSE, R2, nRMSE, FO
- Rendering: chart, cards, tabel
- Exporter: workbook multi-sheet

2. Struktur Data Internal

2.1 pgro / psat (structured)

```
{
  Tahun: 2024,
  Tgl: 1,
  months: {
    Jan: 12.3,
    Feb: null,
    Mar: 5.2
  }
}
```

2.2 Parameter model

- K: rasio Linear Ratio per bulan
- PL: koefisien Power-Law per bulan {a, b}
- QM: lookup quantile mapping per bulan {S, G}

2.3 Output model

```
{
  name: 'Quantile Mapping',
  data: [/* same shape as pgro */],
  imputedCount: 1250,
  metrics: {
    rmse: 0,
    nse: 0,
    r2: 0,
    nrmse: 0,
    fo: 0,
    fo_cons: 0
  }
}
```

3. Flow Proses

1. User upload pgro dan psat.
2. Function `structurePgro` dan `structurePsat` membentuk format internal.
3. `fillPsatGaps` mengisi gap satelit.
4. `buildLinearRatio`, `buildPower`, `buildQM` membangun parameter model.
5. `imputeWithTransform` menghasilkan 3 model dasar.
6. Voting ensemble menghitung rata-rata model yang valid.
7. `metrics` menghitung semua metrik model.
8. Best model dipilih dengan nilai `fo_cons` tertinggi.
9. UI render ulang chart, cards, dan preview table.
10. Download menulis workbook hasil.

4. Algoritma Utama

4.1 Linear Ratio

- K_m = median(Pgro_m) / median(Psat_m)
- Clamp K_m maksimum 1.0
- P_imputed = P_sat x K_m

4.2 Power-Law

- Regresi log: ln(Pgro) = ln(a) + b ln(Psat)
- Constraint: a di clamp ke [1, 1000], b di clamp ke [0, 2]
- P_imputed = a x P_sat^b

4.3 Quantile Mapping

- Bangun dua array sorted per bulan: S dari satelit, G dari ground.
- Imputasi memakai interpolasi linear antar quantile.

4.4 Voting Ensemble

- Rata-rata nilai dari LR, PL, QM (nilai null diabaikan).

- Optional cap: nilai akhir maksimum 0.9 x Psat.

5. Evaluasi Model

Rumus diimplementasikan pada function `metrics`:

- RMSE
- NSE
- R2
- nRMSE
- FO_code = $0.4 \times R^2 + 0.3 + RMSE + 0.3 \times NSE$
- FO_cons = $0.4 \times R^2 + 0.3 \times NSE - 0.3 \times nRMSE$

Pemilihan model terbaik default:

- Nilai FO_cons tertinggi.

6. Sensitivity Analysis

Dijalankan oleh tombol Run Sensitivity di index.html.

Kombinasi skenario:

- Cap: ON/OFF
- Dry threshold: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0
- Weighting: Conservative/Code

Total 16 skenario disimpan ke variable `window.__sensResults` lalu diekspor ke sheet Sensitivity_Results.

7. Export Workbook

Sheet output:

- Data_Imputed
- Metrik
- FO_SemuaModel
- Params
- BacaDulu
- Sensitivity_Results

Catatan implementasi:

- Flag imputasi dan invalid date ditulis sebagai kolom tambahan.
- Pewarnaan sel tidak ditulis langsung (dibatasi library xlsx di implementasi saat ini).

8. Titik Kode Penting

Semua simbol ada di index.html.

Function penting:

- structurePgro

- structurePsat
- fillPsatGaps
- buildLinearRatio
- buildPower
- buildQM
- imputeWithTransform
- metrics
- drawChart
- drawFOBarChart
- renderPreviewTable

Event handler penting:

- processBtn.onclick
- downloadBtn.onclick
- runSensitivityBtn.onclick
- capToggle change listener

9. Risiko Teknis dan Batasan

- Lookup `findRow` masih linear scan; dataset besar bisa lambat.
- Semua logika di satu file, maintenance makin sulit saat fitur tumbuh.
- Rendering chart dapat menjadi bottleneck pada dataset multi-tahun besar.

10. Rekomendasi Refactor

Prioritas bertahap:

1. Pisahkan modul parser, model, metrics, render, export.
2. Ganti `findRow` dengan map key `Tahun_Tgl` untuk O(1) lookup.
3. Tambahkan test regresi untuk metrik dan model selection.
4. Tambahkan validasi input terstruktur sebelum proses utama.