

Manual Pengguna Aplikasi Sikturah



Simulasi & Optimasi Penjadwalan Multi Usaha Kehutanan (MUK) —
app.disertasi.djokosoeprjadi.com

Versi 3.1 (Edisi Bahasa Indonesia) — 5 September 2026 · mengacu aplikasi v0.10.0 · Program Doktor Ilmu
Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

1. Pendahuluan

Sikturah adalah sistem pendukung keputusan berbasis web untuk memilih dan menjadwalkan opsi Multi Usaha Kehutanan (MUK) pada setiap petak unit kelestarian. Aplikasi menjalankan simulasi dinamika tegakan berhorizon 30 tahun, menilai kinerja melalui 24 indikator strong sustainability dengan kerangka BOCR dinamis, dan mencari jadwal optimal multi-tujuan menggunakan algoritma constrained NSGA-II.

Sejak versi 0.9.0 alur kerja disederhanakan besar-besaran: pengguna TIDAK lagi wajib mengisi workbook Excel bertab banyak. Cukup sediakan tabel petak (7 kolom) — melalui unggah CSV/Excel, ketik langsung di editor, atau (untuk kompatibilitas) workbook lama — dan server melengkapi sisanya secara otomatis: matriks kesesuaian tapak digenerate dari aturan kelas bonita (SI), katalog 100 opsi MUK diambil dari master di server, dan seluruh faktor pembatas/koreksi/pengali dikelola sebagai profil parameter bernama yang dapat diubah dari antarmuka. Setiap analisis kini juga ditutup dengan kesimpulan naratif otomatis dalam bahasa awam.

1.1 Alamat Akses

Layanan	Alamat	Keterangan
Aplikasi	https://app.disertasi.djokosoeprijadi.com	Terbuka, tanpa login
Laman penelitian (landing)	https://disertasi.djokosoeprijadi.com	Profil penelitian, flowchart alur, dokumen publik
Dokumentasi API	https://app.disertasi.djokosoeprijadi.com/api/docs	Untuk akses programatik (Bab 11)

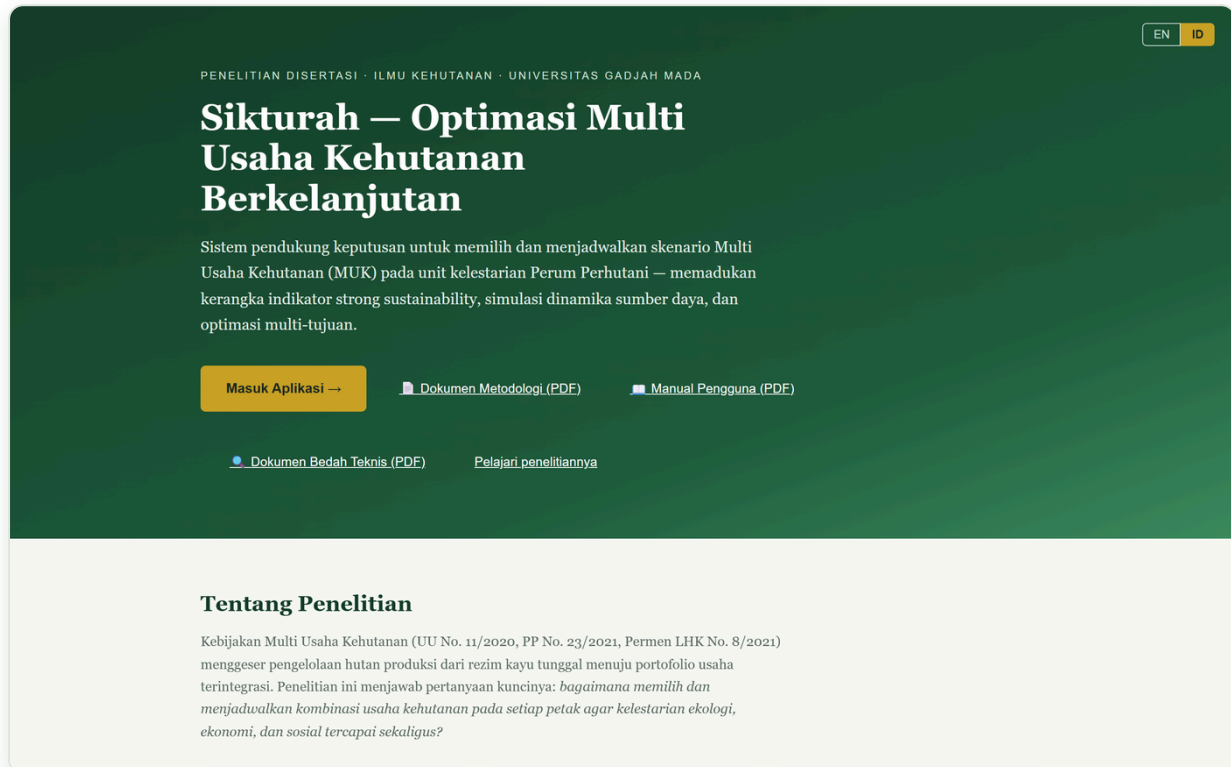
1.2 Persyaratan

- Peramban modern (Chrome, Edge, Firefox, atau Safari versi terkini) dengan koneksi internet.
- Opsional: aplikasi lembar kerja (Excel/LibreOffice) bila memilih jalur unggah CSV/Excel — jalur editor manual sepenuhnya tanpa berkas.
- Tidak diperlukan pemasangan perangkat lunak maupun akun — seluruh komputasi dilakukan di server.

Seluruh antarmuka tersedia dalam dua bahasa (English — bawaan, dan Bahasa Indonesia). Manual ini menggunakan tangkapan layar antarmuka berbahasa Indonesia; padanan bahasa Inggris disebutkan bila perlu.

2. Laman Penelitian (Landing)

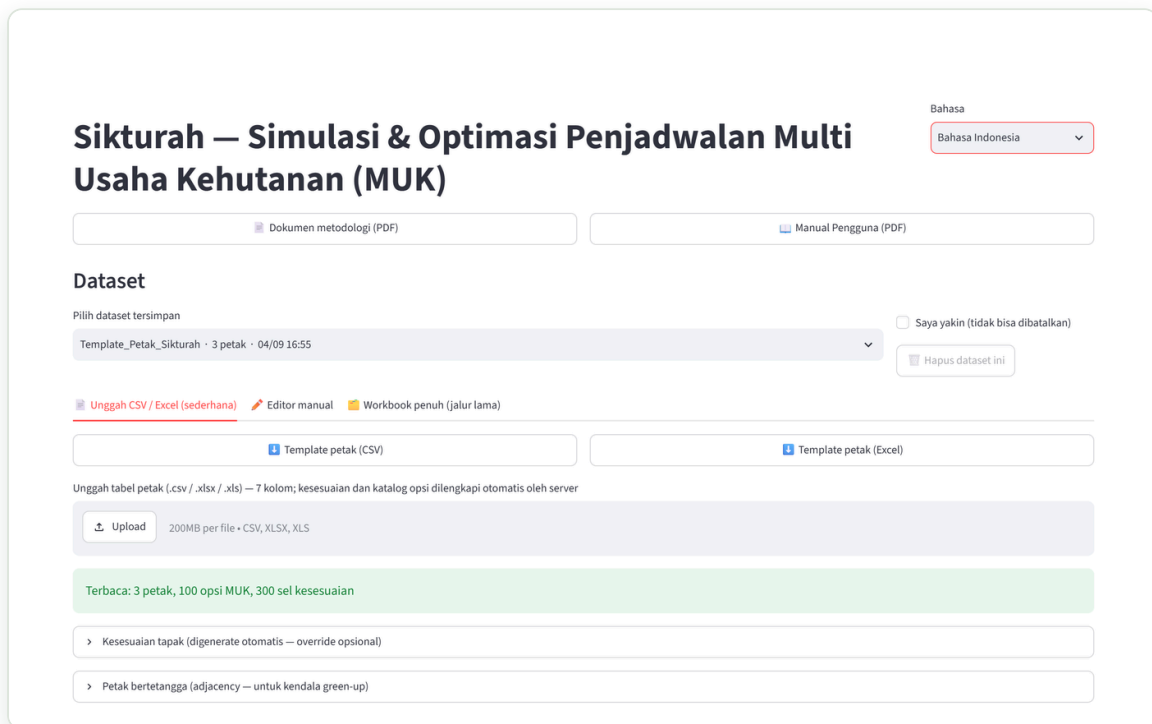
Laman <https://disertasi.djokosoeprjadi.com> merupakan pintu masuk publik penelitian. Dari laman ini pengguna dapat membuka aplikasi, mengunduh tiga dokumen publik (Dokumen Metodologi, Manual Pengguna ini, dan Dokumen Bedah Teknis — masing-masing mengikuti pilihan bahasa EN|ID), serta mempelajari flowchart alur analisis lengkap dari unggah data sampai selesai — tersedia sebagai gambar interaktif (klik untuk membuka PDF vektor) dan berkas Visio yang dapat diedit.



Gambar 2.1 — Bagian muka laman penelitian: tombol Masuk Aplikasi, Dokumen Metodologi, Manual Pengguna, dan Dokumen Bedah Teknis; sakelar bahasa EN|ID di pojok kanan atas.

3. Mengetahui Halaman Aplikasi

Saat pertama dibuka, aplikasi menampilkan halaman tunggal yang tersusun dari atas ke bawah sebagai berikut: (1) judul, pemilih bahasa, serta dua tombol unduh dokumen — Dokumen Metodologi dan Manual Pengguna ini; (2) bagian **Dataset** — memilih dataset tersimpan atau membuat yang baru melalui tiga tab input (unggah CSV/Excel, editor manual, workbook penuh); (3) bagian **Kesesuaian tapak** — matriks kesesuaian hasil generate otomatis yang dapat di-override; (4) bagian **Profil parameter** — faktor pembatas, koreksi, dan pengali yang dapat diubah dan disimpan sebagai profil bernama, termasuk fit kurva tumbuh interaktif dan katalog opsi MUK yang dapat diedit; (5) tiga tab analisis — Simulasi BOCR (baseline), Skenario S1–S4, dan Optimasi NSGA-II; serta (6) panel **Run optimasi** yang tersimpan di server.



Gambar 3.1 — Halaman aplikasi v0.10 dalam Bahasa Indonesia: tombol unduh Dokumen Metodologi & Manual Pengguna, bagian Dataset dengan tiga tab input, tombol template petak, dan bagian Profil parameter.

3.1 Mengganti Bahasa

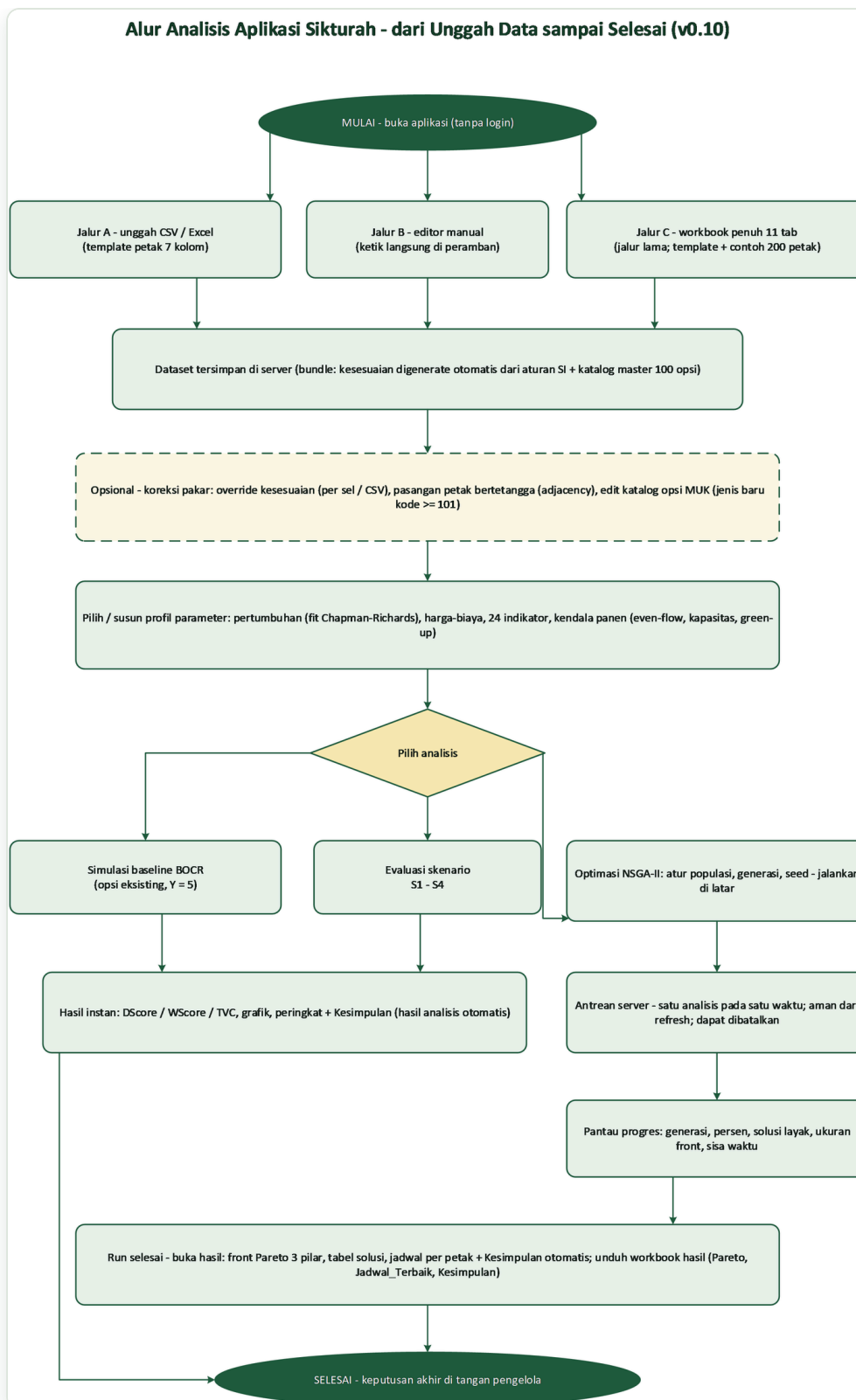
1. Klik kotak pilihan **Bahasa/Language** di pojok kanan atas.
2. Pilih **Bahasa Indonesia** atau **English**. Seluruh teks antarmuka berganti seketika; bahasa bawaan adalah English.

3.2 Prinsip Penting: Semua Tersimpan di Server

Aplikasi dirancang tahan gangguan: dataset, profil parameter, override katalog, dan run optimasi DISIMPAN DI SERVER, bukan di sesi peramban. Me-refresh halaman, menutup peramban, atau berpindah perangkat tidak menghilangkan apa pun — buka kembali halamannya, pilih dataset dari daftar, dan buka kembali run dari panelnya.

3.3 Flowchart Alur Analisis

Diagram berikut merangkum seluruh alur yang diuraikan Bab 4–10: tiga jalur input data petak, penyimpanan dataset dengan kesesuaian otomatis, koreksi pakar opsional, profil parameter beserta kendala panen, tiga mode analisis, antrean run NSGA-II yang dapat dibatalkan, hingga hasil dan kesimpulan otomatis. Versi vektornya (PDF) dan berkas Visio yang dapat diedit tersedia di laman penelitian.



Gambar 3.2 — Flowchart alur analisis Sikturah v0.10, dari unggah data sampai selesai.

4. Menyiapkan Data Petak (Tiga Jalur Input)

Satu-satunya data yang wajib disediakan pengguna adalah **tabel petak**: satu baris per petak dengan tujuh kolom. Sisanya (kesesuaian, katalog opsi, parameter) dilengkapi otomatis oleh server dan dapat disetel kemudian (Bab 5–7).

Kolom	Isi	Keterangan
kode	Kode petak, mis. 17b	Wajib, unik
luas	Luas petak (ha)	Wajib, angka > 0
jenis	Kode jenis tegakan, mis. JAT, PIN, RC	Wajib — daftar sah mengikuti katalog (Bab 7)
umur	Umur tegakan saat ini (tahun)	Wajib, bilangan bulat ≥ 0
si	Kelas bonita / Site Index 1–5	Wajib — dasar generate kesesuaian
rdi_awal	Kerapatan relatif awal (0–1)	Opsional — kosong = default jenis
stocking	P (produktif) / FD (tidak produktif)	Opsional — kosong = P

4.1 Jalur A — Unggah CSV / Excel (dianjurkan)

1. Pada tab "  **Unggah CSV / Excel (sederhana)**", unduh contoh berkas melalui tombol "  **Template petak (CSV)**" atau "  **Template petak (Excel)**" (versi Excel memuat sheet PETUNJUK).
2. Isi satu baris per petak mengikuti tujuh kolom di atas, lalu simpan (.csv, .xlsx, atau .xls sama-sama diterima; pemisah koma/titik-koma terdeteksi otomatis).
3. Unggah berkas pada kotak unggah. Aplikasi menampilkan pratinjau hijau: jumlah petak terbaca, total luas, dan jumlah sel kesesuaian yang akan digenerate. Baris yang tidak valid dilaporkan sebagai peringatan dan dilewati.
4. Periksa/ubah **Nama dataset**, lalu klik "  **Simpan sebagai dataset**". Dataset tersimpan di server dan otomatis terpilih.

4.3 Jalur C — Workbook Penuh (jalur lama)

Tab "📁 **Workbook penuh (jalur lama)**" mempertahankan alur versi terdahulu: mengunggah workbook Sikturah 11 tab (Template_Sikturah_AlgGen) yang berisi Existing SDH, MUK Suitability, katalog, dan proyeksi permintaan sekaligus. Gunakan jalur ini bila data sudah terlanjur tersusun dalam format lama; petunjuk pengisiannya tersedia pada Manual v1.0 dan pada template itu sendiri.

Tiga unduhan tersedia pada tab ini: "⬇️ **Template workbook (kosong, terkoreksi)**" — kerangka 11 tab siap isi; "⬇️ **Contoh workbook — 200 petak acak**" — contoh lengkap terisi 200 petak (dataset demonstrasi yang dipakai run 200×500) sebagai rujukan cara pengisian; dan, di dalam kotak "Workbook kalibrasi (opsional)", "⬇️ **Template kalibrasi (yield table, harga, ambang)**".

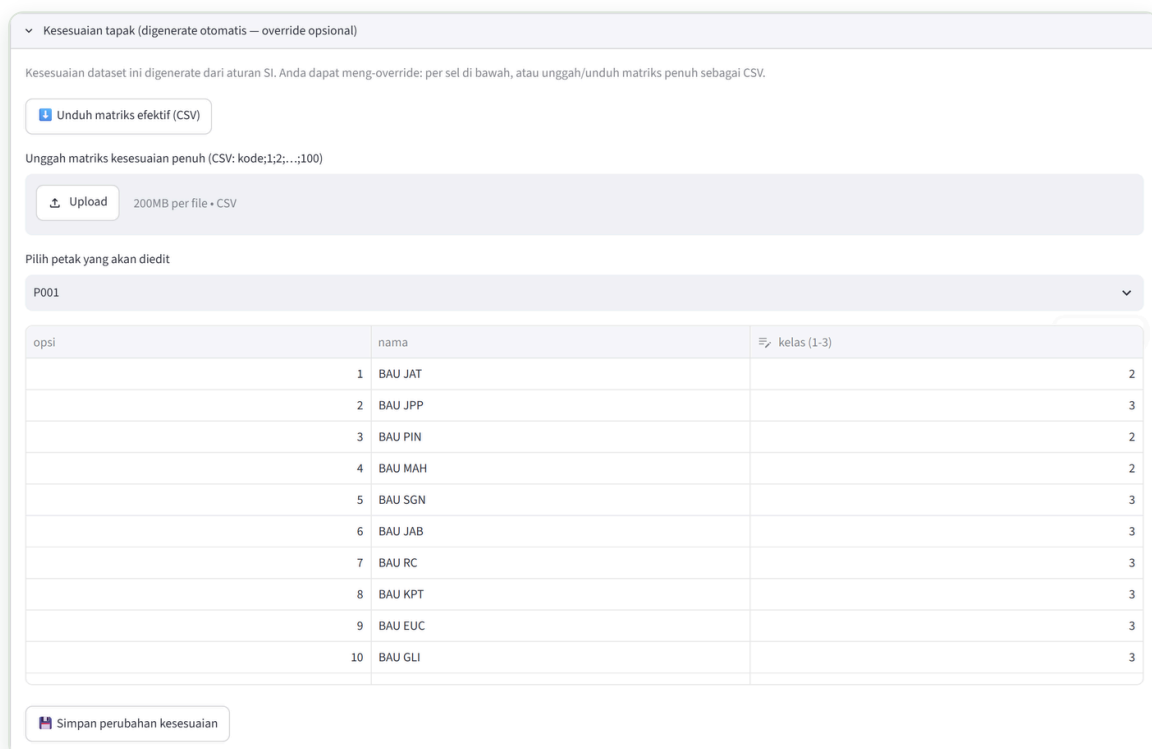
4.4 Memilih dan Menghapus Dataset

- Seluruh dataset tercantum pada kotak "**Pilih dataset tersimpan**" beserta jumlah petak dan waktu unggah. Setelah dipilih, ringkasan pembacaan (petak, opsi MUK, sel kesesuaian) tampil dan ketiga tab analisis muncul.
- Menghapus: centang "**Saya yakin (tidak bisa dibatalkan)**" lalu klik "🗑️ **Hapus dataset ini**". Run lama tidak ikut terhapus karena hasilnya berdiri sendiri.
- **Dataset terkunci** (ditandai pengelola demi keamanan, mis. dataset acuan) menampilkan keterangan "🔒 **Dataset ini terkunci — tidak dapat dihapus**" menggantikan tombol hapus.

5. Kesesuaian Tapak: Otomatis + Override

Untuk dataset dari jalur A/B, matriks kesesuaian petak $\times$ 100 opsi MUK digenerate otomatis dengan aturan deterministik berbasis kelas bonita: bila SI petak $\geq$ syarat minimum opsi + 1 maka kelas 3 (sangat sesuai); bila tepat memenuhi syarat minimum maka kelas 2 (sesuai); selain itu kelas 1 (tidak diizinkan optimizer). Aturan ini transparan dan dapat ditelusuri, namun tetap dapat dikoreksi pakar melalui bagian "**Kesesuaian tapak (digenerate otomatis — override opsional)**":

- **Override per sel** — pilih petak pada "Pilih petak yang akan diedit", ubah kelas 1–3 pada opsi tertentu, lalu klik " **Simpan perubahan kesesuaian**". Perubahan melekat pada dataset.
- **Override massal via CSV** — klik " **Unduh matriks efektif (CSV)**", sunting di lembar kerja, lalu unggah kembali pada kotak "Unggah matriks kesesuaian penuh". Seluruh matriks diganti.



Kesesuaian dataset ini digenerate dari aturan SI. Anda dapat meng-override: per sel di bawah, atau unggah/unduh matriks penuh sebagai CSV.

 Unduh matriks efektif (CSV)

Unggah matriks kesesuaian penuh (CSV: kode;1;2;...;100)

 Upload 200MB per file • CSV

Pilih petak yang akan diedit

P001

opsi	nama	kelas (1-3)
1	BAU JAT	2
2	BAU JPP	3
3	BAU PIN	2
4	BAU MAH	2
5	BAU SGN	3
6	BAU JAB	3
7	BAU RC	3
8	BAU KPT	3
9	BAU EUC	3
10	BAU GLI	3

 Simpan perubahan kesesuaian

Gambar 5.1 — Bagian kesesuaian tapak: pilih petak, edit kelas per opsi, simpan; tersedia pula unduh/unggah matriks penuh CSV.

Nilai efektif = hasil generate + override. Dataset dari jalur C (workbook penuh) memakai matriks kesesuaian bawaan workbook-nya sehingga bagian override tidak ditampilkan.

5.1 Petak Bertetangga (Adjacency) — Opsional

Untuk mengaktifkan kendala spasial green-up (Bab 6.4), dataset bundle dapat diberi **data pasangan petak bertetangga**. Buka bagian "**Petak bertetangga (adjacency — untuk kendala green-up)**", unduh **Template adjacency (CSV)**, isi satu pasangan per baris (kolom kode1;kode2), lalu unggah kembali. Pasangan duplikat/terbalik dirapikan otomatis; kode yang tidak ada di daftar petak dilaporkan sebagai peringatan dan dilewati. Data ini pasif — baru berpengaruh bila profil parameter mengisi selang green-up.

6. Profil Parameter: Faktor Pembatas, Koreksi, dan Pengali

Seluruh angka yang dahulu tertanam di workbook kalibrasi kini dikelola sebagai **profil parameter** bernama di server: parameter tumbuh per jenis (Vmax, k, p — Chapman-Richards), harga kayu per jenis, biaya tanam, pendapatan agroforestri, overhead, serta bobot/ambang/merit BOCR ke-24 indikator, batas tebangan tahunan (y_max) dan toleransi pelanggaran (tvc_max). Profil aktif dipilih pada kotak **"Profil aktif (faktor pembatas, koreksi, pengali)"**; bawaan adalah **"Default (bawaan)"**.

6.1 Mengubah Nilai dan Menyimpan Profil Baru

1. Buka bagian **"Ubah nilai & simpan sebagai profil baru"**.
2. Sunting langsung tabel **Pertumbuhan per jenis (Vmax, k, p)**, **Parameter karbon per jenis (kerapatan kayu, BEF, fraksi karbon)**, **Harga kayu per jenis**, dan **24 indikator: bobot, ambang, merit BOCR** — semua sel dapat diketik.
3. Isi **Nama profil baru** lalu klik **"Simpan profil"**. Profil tersimpan di server, langsung terpilih, dan tercantum pada daftar profil untuk dipakai kapan pun.

jenis	kerapatan_kayu	BEF	fraksi_karbon
EUC		0.6	1.4
GLI		0.6	1.4
JAB		0.6	1.4
JAT		0.6	1.4
JPP		0.6	1.4
KPT		0.6	1.4
MAH		0.6	1.4
PIN		0.6	1.4
RC		0.6	1.4
SGN		0.6	1.4

Harga kayu per jenis (juta Rp/m³)

jenis	harga
EUC	0.5
GLI	0.3
JAB	0.7
JAT	2.5
JPP	1.8
KPT	0.4
MAH	1.2
PIN	0.9
RC	0.6
SGN	0.7

Gambar 6.1 — Editor profil: tabel Vmax/k/p per jenis yang dapat disunting dan panel fit Chapman-Richards interaktif di bawahnya.

6.2 Fit Chapman-Richards Interaktif

Bila tersedia titik tabel tegakan (jenis, bonita, umur, volume), tempelkan pada tabel **"Fit Chapman-Richards dari titik tabel tegakan (interaktif)"** (minimal 3 titik per jenis), klik **"Fit & pratinjau kurva"** untuk melihat kurva hasil fit, lalu centang **"Gunakan parameter hasil fit ini saat menyimpan profil"** agar Vmax/k/p hasil fit ikut tersimpan ketika profil disimpan. Ini menggantikan sheet YieldTable pada alur lama.

6.3 Bagaimana Profil Dipakai Analisis

- **Baseline dan skenario** langsung memakai profil aktif saat tombolnya diklik.
- **Run NSGA-II** mencatat profil aktif pada saat run dikirim (kolom **Profil** pada tabel run) dan memakainya di proses worker — menjamin reproduksibilitas: run lama tetap terikat profil lamanya walau profil aktif berganti.
- Menghapus profil: pilih profil non-default lalu klik "  **Hapus profil ini**".

6.4 Kendala Perencanaan Panen (opsional, nilai 0 = nonaktif)

Bagian "**Kendala perencanaan panen**" pada editor profil menyediakan tiga kendala tambahan bagi optimasi NSGA-II — semuanya nonaktif secara bawaan sehingga tidak mengubah perilaku lama:

Kendala	Isian	Makna
Even-flow (kelestarian hasil)	Toleransi 0–1 + periode (th, bawaan 5)	Volume panen tiap periode tidak boleh menyimpang lebih dari toleransi × rerata antarperiode — mencegah panen menumpuk di beberapa tahun saja
Kapasitas tebang	Luas maksimum (ha/tahun)	Total luas tebang per tahun dibatasi kapasitas operasional KPH
Green-up spasial	Selang minimum (tahun)	Dua petak BERTETANGGA (Bab 5.1) tidak boleh ditebang berselang kurang dari selang ini — kendala unit ruang minimum (Murray, 1999)

Solusi pada front Pareto dijamin memenuhi kendala yang aktif (constrained-domination). Bila populasi/generasi terlalu kecil untuk kendala yang sangat ketat, aplikasi mengembalikan solusi paling-mendekati-layak — perbesar populasi/generasi atau longgarkan kendalanya.

6.5 Workbook Kalibrasi (jalur lama, tetap tersedia)

Kotak "**Workbook kalibrasi (opsional)**" tetap tersedia untuk mengunggah Template_Kalibrasi_Sikturah berisi YieldTable, ParamTumbuh, HargaBiaya, Karbon, dan Ambang. Perbedaannya dengan profil: kalibrasi workbook berlaku pada proses layanan hingga layanan dimulai ulang, sedangkan profil tersimpan permanen di server dan tercatat per run — untuk analisis resmi, profil adalah jalur yang dianjurkan.

7. Katalog Opsi MUK dan Menambah Jenis Baru

Katalog master 100 opsi MUK (kode, nama, jenis, daur, umur tebang minimum, RDI, syarat SI minimum) kini tersimpan di server dan dipakai bersama oleh seluruh dataset jalur A/B — termasuk sebagai dasar generator kesesuaian dan validasi kolom jenis. Buka bagian "**Katalog opsi MUK (master, dapat diedit)**" untuk melihat dan menyuntingnya; klik " **Simpan katalog (sebagai override)**" untuk menyimpan, atau " **Kembalikan katalog bawaan**" untuk memulihkan aslinya.

Katalog opsi MUK (master, dapat diedit)

Katalog master 100 opsi yang dipakai dataset bundle dan generator kesesuaian. Sumber: bawaan.

code	name	species	rotation	min_cut_age	rdi	min_si_class	description
1	BAU JAT	JAT	60	40	0.8	3	Monokultur (BAU) pada tegakan jati konvensional (daur 60 th, tebang/panen minimum
2	BAU JPP	JPP	20	15	0.8	2	Monokultur (BAU) pada tegakan jati plus perhutani (daur 20 th, tebang/panen minimu
3	BAU PIN	PIN	35	25	0.8	3	Monokultur (BAU) pada tegakan pinus (daur 35 th, tebang/panen minimum umur 25 th
4	BAU MAH	MAH	40	30	0.8	3	Monokultur (BAU) pada tegakan mahoni (daur 40 th, tebang/panen minimum umur 30
5	BAU SGN	SGN	8	6	0.8	2	Monokultur (BAU) pada tegakan sengon (daur 8 th, tebang/panen minimum umur 6 th
6	BAU JAB	JAB	12	8	0.8	2	Monokultur (BAU) pada tegakan jabon (daur 12 th, tebang/panen minimum umur 8 th)
7	BAU RC	RC	25	15	0.8	1	Monokultur (BAU) pada tegakan rimba campuran (daur 25 th, tebang/panen minimum
8	BAU KPT	KPT	10	4	0.8	2	Monokultur (BAU) pada tegakan kayu putih (daur 10 th, tebang/panen minimum umur
9	BAU EUC	EUC	10	6	0.8	2	Monokultur (BAU) pada tegakan ekaliptus minyak (daur 10 th, tebang/panen minimu
10	BAU GLI	GLI	5	3	0.8	1	Monokultur (BAU) pada tegakan gamal biomassa (daur 5 th, tebang/panen minimum u

 Simpan katalog (sebagai override)

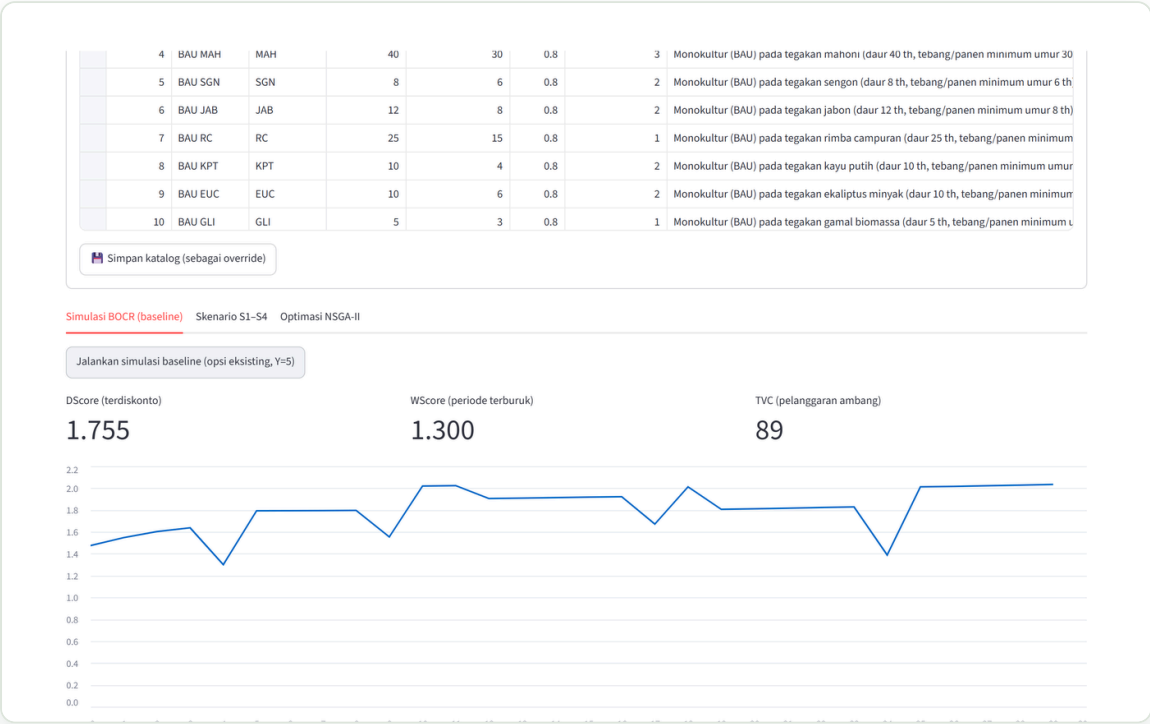
Gambar 7.1 — Editor katalog opsi MUK: tabel 100 opsi (kode, nama, jenis, daur, umur minimum, RDI, SI minimum) yang dapat disunting langsung.

7.1 Menambah Jenis Pohon / Opsi Baru

- Tambahkan baris baru pada editor katalog dengan **kode ≥ 101** (kode 1–100 adalah katalog baku 10 pola $\times$ 10 jenis).
- Isi nama opsi, **kode jenis baru** (mis. MRT untuk merantih), daur, umur tebang minimum, RDI, dan syarat SI minimum.
- Klik " **Simpan katalog (sebagai override)**". Sejak itu: kolom jenis pada tabel petak menerima kode jenis baru tersebut, generator kesesuaian menyertakan opsi barunya, dan opsi BAU jenis itu (untuk baseline) adalah opsi berkode terendah milik jenis tersebut.
- Lengkapi parameter tumbuh dan harga jenis baru pada editor profil (Bab 6) agar simulasinya bermakna.

8. Simulasi Baseline BOCR

Tab pertama menilai kondisi berjalan: seluruh petak mempertahankan opsi eksistingnya dengan penundaan tebang lima tahun ($Y = 5$). Klik **"Jalankan simulasi baseline (opsi eksisting, $Y=5$)"**; hasil tampil dalam hitungan detik.



Gambar 8.1 — Hasil simulasi baseline pada dataset 200 petak: tiga metrik utama (DScore, WScore, TVC) dan lintasan Score(t).

8.1 Membaca Hasil

Keluaran	Makna	Cara membaca
DScore (terdiskonto)	Skor BOCR gabungan sepanjang horizon, kinerja awal dihargai lebih ($\beta = 0,95$)	Semakin tinggi semakin baik; bandingkan antar skenario/solusi
WScore (periode terburuk)	Skor pada tahun terburuk — metrik kehati-hatian	Rendah = ada periode kritis yang perlu diperiksa
TVC (pelanggaran ambang)	Jumlah kejadian indikator jatuh di bawah ambang strong selama 30 tahun	Semakin kecil semakin aman; 0 = tidak pernah melanggar
Grafik Score(t)	Lintasan skor gabungan per tahun	Lembah = periode lemah; puncak = periode kuat
Grafik B/O/C/R	Empat merit BOCR per periode (B & O menaikkan skor; C & R menurunkan)	Menelusuri sumber naik-turunnya Score(t)
Rincian pelanggaran	Jumlah tahun pelanggaran per kode indikator	Menunjukkan indikator mana yang menekan TVC

8.2 Kesimpulan Otomatis

Di bagian paling bawah hasil, aplikasi menyusun "  **Kesimpulan (hasil analisis otomatis)** " — beberapa paragraf naratif berbahasa awam (mengikuti bahasa antarmuka) yang menerangkan apa arti angka-angka di atas: seberapa sehat kondisi berjalan, kapan periode terlemahnya, dan indikator mana yang paling sering melanggar ambang. Kesimpulan serupa menyertai skenario dan run NSGA-II (Bab 9–10).

 **Kesimpulan (hasil analisis otomatis)**

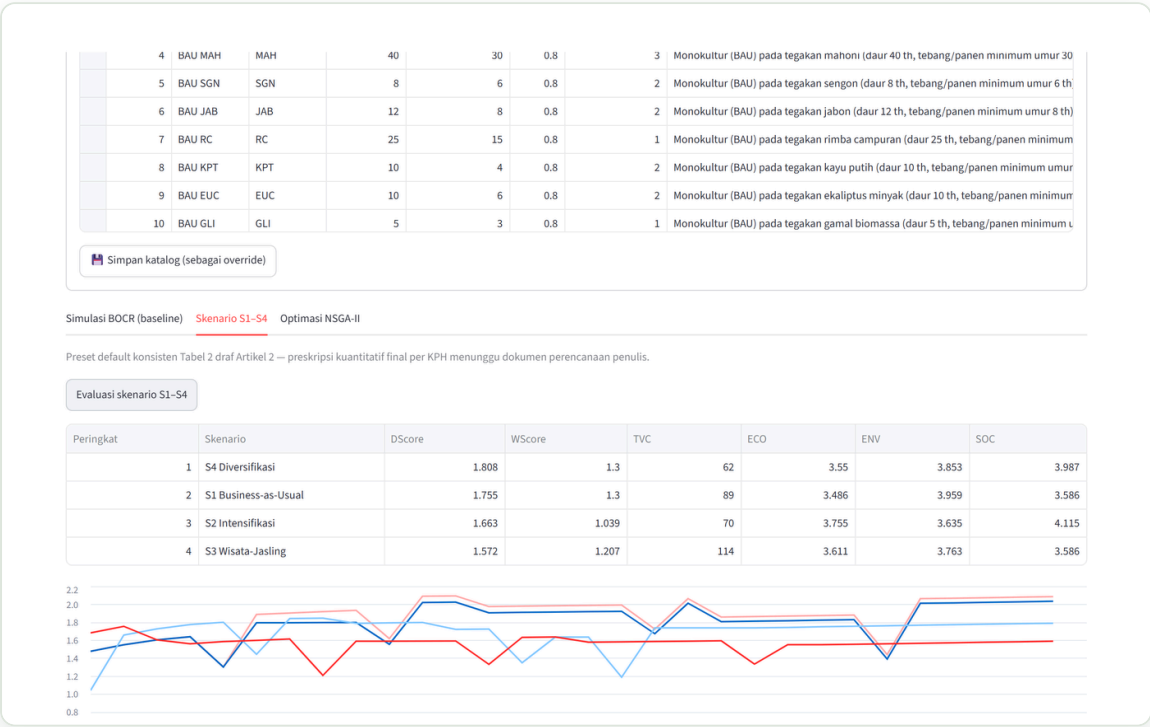
Simulasi ini menjawab pertanyaan: "apa yang terjadi bila praktik pengelolaan SAAT INI diteruskan 30 tahun ke depan tanpa perubahan?" Skor gabungannya 1,89 (semakin tinggi semakin baik), dengan tahun terburuk bernilai 1,33 dan 69 kali pelanggaran batas aman kelestarian sepanjang 30 tahun.

Rincian pelanggaran per indikator di atas menunjukkan aspek mana yang paling sering melewati batas — itulah titik lemah praktik berjalan. Gunakan tab Optimasi NSGA-II untuk mencari jadwal yang memperbaikinya.

Gambar 8.2 — Kesimpulan otomatis baseline: narasi bahasa awam atas metrik, periode terlemah, dan indikator pelanggaran.

9. Evaluasi Skenario S1–S4

Tab kedua membandingkan empat skenario kebijakan preset: S1 Business-as-Usual, S2 Intensifikasi, S3 Wisata-Jasling, dan S4 Diversifikasi. Klik **"Evaluasi skenario S1–S4"**; aplikasi mensimulasikan keempatnya dengan profil aktif dan menyajikan tabel peringkat (DScore, WScore, TVC, skor tiga pilar) beserta grafik lintasan skor, ringkasan CSV yang dapat diunduh, dan kesimpulan otomatis yang menyebut skenario terbaik beserta alasannya.



Kesimpulan (hasil analisis otomatis)

Dari empat arah kebijakan yang dibandingkan, "S4 Diversifikasi" memberi hasil keseluruhan terbaik (skor 1,952) dan "S3 Wisata-Jasling" terendah (1,663). Paling sedikit melanggar batas aman: "S4 Diversifikasi" (44 pelanggaran).

Angka-angka ini memakai anggapan/preset bawaan tiap skenario; gunakan profil parameter terkalibrasi agar mencerminkan kondisi KPH sesungguhnya. Skenario terbaik di sini juga menjadi pembanding yang sehat bagi hasil optimasi NSGA-II.

Gambar 9.2 — Kesimpulan otomatis skenario: narasi peringkat, skenario unggulan, dan catatan kehati-hatian.

Preset skenario adalah operasionalisasi default yang konsisten dengan Tabel 2 draf Artikel 2; preskripsi kuantitatif final per KPH mengikuti dokumen perencanaan penulis.

10. Optimasi NSGA-II

Tab ketiga adalah inti aplikasi: mencari jadwal opsi MUK per petak yang mengoptimalkan tiga pilar kelestarian (ekonomi, ekologi, sosial) secara simultan di bawah kendala kesesuaian tapak. Hasilnya bukan satu jawaban, melainkan himpunan solusi kompromi terbaik (front Pareto).

10.1 Mengatur Parameter dan Mengirim Run

Parameter	Bawaan	Panduan
Ukuran populasi	60	Dataset kecil (≤ 20 petak): 40–60. Ratusan petak: 100–200
Jumlah generasi	100	Uji cepat: 50–100. Analisis resmi ratusan petak: 300–1.000
Seed	1	Angka acuan pengacakan — seed sama + data sama + profil sama = hasil sama persis

1. Pastikan **profil aktif** sudah sesuai (Bab 6) — run mencatat dan memakai profil ini.
2. Atur ketiga parameter, lalu klik "**Jalankan NSGA-II di latar (aman dari refresh)**".
3. Run dikirim ke server dan tercatat pada panel run dengan kolom Run, Dataset, Pop × Gen, **Profil**, Status, dan **Dibuat (WIB)** — seluruh stempel waktu aplikasi ditampilkan dalam zona waktu Indonesia Barat. Halaman boleh ditutup atau di-refresh — run terus berjalan di server.

10.2 Antrean: Satu Analisis pada Satu Waktu

Untuk menjaga kinerja server, hanya satu analisis berjalan pada satu waktu. Run yang dikirim saat ada analisis lain sedang berjalan otomatis masuk antrean, ditampilkan dengan status "🕒 **antre #posisi**", dan dimulai sendiri begitu gilirannya tiba — tanpa perlu ditunggu.

10.3 Memantau, Membatalkan

Klik "🔄 **Segarkan status**" untuk memperbarui tampilan. Run yang sedang berjalan menampilkan bilah kemajuan (generasi, persentase, jumlah solusi layak, ukuran front, perkiraan sisa waktu). Untuk menghentikan run yang berjalan ataupun yang masih antre: centang "**Saya yakin (tidak bisa dibatalkan)**" lalu klik "🛑 **Batalkan run ini**" — run berstatus cancelled dan run antrean berikutnya (bila ada) otomatis dimulai.

Terbaca: 200 petak, 100 opsi MUK, 20000 sel kesesuaian

Profil parameter

Profil aktif (faktor pembatas, koreksi, pengali)

Default (bawaan)

Baseline & skenario memakai profil aktif; run NSGA-II mencatatnya (reproduksibilitas).

> Ubah nilai & simpan sebagai profil baru

> Katalog opsi MUK (master, dapat diedit)

Simulasi BOCR (baseline) Skenario S1-S4 **Optimasi NSGA-II**

Ukuran populasi Jumlah generasi Seed (reproduksibilitas)

60 100 1

Jalankan NSGA-II di latar (aman dari refresh)

Run optimasi (tersimpan di server)

Run	Dataset	Pop × Gen	Profil	Status	Dibuat
fcef3689	Dataset_200petak_RANDOM.xlsx	60 × 100	Default (bawaan)	▶ running (0%)	04/09 16:56
9920bbdf	Dataset_200petak_RANDOM.xlsx	200 × 500	Default (bawaan)	done	04/09 11:19

Buka run

fcef3689

Segarkan status

Saya yakin (tidak bisa dibatalkan)

Hapus run ini

Gambar 10.1 — Run berjalan di server: bilah kemajuan beserta tombol Segarkan status dan Batalkan run ini.

10.4 Membuka Hasil

Setelah berstatus **done**, pilih run pada kotak **"Buka run"**. Aplikasi menampilkan diagram tebar front Pareto (ekonomi vs lingkungan; ukuran titik = skor sosial, warna = kelas sosial — tiap kelas berwarna unik), tabel seluruh solusi non-dominated, jadwal solusi terbaik per petak (petak, slot, kode opsi, nama opsi, deskripsi opsi lengkap dari katalog, tahun terbang, dan kolom "Artinya" — narasi giliran tiap baris; di bawah tabel tercantum catatan makna Slot 1–4), tombol **"Unduh workbook hasil (xlsx)"**, dan kesimpulan otomatis. Workbook hasil memuat sheet Pareto, Jadwal_Terbaik, dan **Kesimpulan** — siap dilampirkan pada dokumen perencanaan. Mengklik titik lain pada chart mengganti tabel ke jadwal solusi itu — baris yang berbeda dari solusi terbaik otomatis disorot, dengan ringkasan jumlah baris berbeda di atas tabel. Hasil dapat dibuka ulang kapan pun.

Run	Dataset	Pop × Gen	Profil	Status	Dibuat (WIB)
b0e791c7	Dataset_200petak_RANDOM.xlsx	100 × 100	Default (bawaan)	done	05/09 00:26
9920bbdf	Dataset_200petak_RANDOM.xlsx	200 × 500	Default (bawaan)	done	04/09 18:19

Buka run

9920bbdf

Segarkan status

Run ini terkunci — tidak dapat dihapus.

Gambar 10.2 — Panel run v0.10: formulir NSGA-II, tabel run dengan kolom Profil dan Dibuat (WIB), dan run 200 × 500 (done) yang dibuka hasilnya.

Run	Dataset	Pop × Gen	Profil	Status	Dibuat (WIB)
P002		2	42 TPS-PGO JPP		33
P002		3	79 SLV-PKN EUC		57
P002		4	95 WST-JSL SGN		75
P003		1	3 BAU PIN		28
P003		2	28 MB-TEB KPT		37

Unduh workbook hasil (xlsx)

Kesimpulan (hasil analisis otomatis)

Komputer telah menguji 100.000 kombinasi jadwal pengelolaan untuk 200 petak hutan — jauh lebih banyak daripada yang mungkin dicoba secara manual — lalu menyaringnya menjadi 200 rencana terbaik. Ke-200 rencana ini sama-sama unggul: tidak ada satu pun yang lebih baik dari yang lain di SEMUA aspek sekaligus. sehingga semuanya layak dipertimbangkan.

Setiap rencana dinilai pada skala 1–5 untuk tiga aspek kelestarian: ekonomi (pendapatan hutan) 3,99–4,09, lingkungan (tutupan hutan, karbon, kondisi tegakan) 4,13–4,21, dan sosial (manfaat bagi masyarakat) 3,86–3,93. Rencana di ujung kiri tabel lebih condong ke satu aspek; memilih di antaranya adalah menimbang aspek mana yang ingin diutamakan.

Angka TVC menghitung berapa kali batas aman kelestarian terlanggar selama 30 tahun — semakin kecil semakin aman. Rencana-rencana ini melanggar 32–41 kali; bila keamanan menjadi prioritas, pilih rencana dengan TVC terkecil.

Sebagai pembanding, bila praktik saat ini diteruskan tanpa perubahan, skornya ekonomi 3,67, lingkungan 4,14, sosial 3,59, dengan 69 pelanggaran batas aman. Sebanyak 180 dari 200 rencana hasil optimasi mengungguli praktik saat ini pada KETIGA aspek sekaligus, dan pelanggaran batas aman dapat ditekan hingga 32 kali (54% lebih aman).

Arti praktisnya: setiap rencana berisi jadwal konkret per petak — kapan menebang/panen dan usaha kehutanan apa yang dijalankan (kayu, agroforestri, wisata, dan lainnya). Tabel "jadwal solusi terbaik" di atas menunjukkan salah satunya, dan seluruh rencana dapat diunduh sebagai berkas Excel. Keputusan akhir tetap di tangan pengelola: hasil ini adalah peta pilihan terbaik, bukan satu jawaban tunggal.

Gambar 10.3 — Kesimpulan otomatis run NSGA-II: narasi jumlah solusi, rentang capaian tiga pilar, perbandingan terhadap baseline, dan saran pemilihan solusi.

10.5 Menghapus Run

- Pilih run pada kotak "Buka run", centang "**Saya yakin (tidak bisa dibatalkan)**", lalu klik "  **Hapus run ini**".
- Run yang sedang berjalan tidak dapat dihapus — batalkan dahulu (Bab 10.3) atau tunggu selesai.
- Run terkunci** menampilkan keterangan "  **Run ini terkunci — tidak dapat dihapus**" menggantikan tombol hapus — biasanya run acuan yang sengaja dipertahankan pengelola.

11. Akses Programatik (API)

Seluruh kemampuan aplikasi tersedia pula melalui API HTTP di <https://app.disertasi.djokosoeprijadi.com/api> (dokumentasi interaktif pada </api/docs>), untuk kebutuhan otomasi atau integrasi:

Metode & Endpoint	Fungsi
GET /template/petak?fmt=csv xlsx	Mengunduh template petak 7 kolom (jalur baru)
POST /datasets/petak (berkas + nama)	Membuat dataset dari tabel petak — kesesuaian digenerate otomatis
GET/POST /profiles · GET/DELETE /profiles/{id}	Daftar, membuat, membaca, menghapus profil parameter
POST /runs/from-dataset (dataset_id, pop, gen, seed, profile_id)	Mengirim run NSGA-II atas dataset tersimpan dengan profil tertentu
POST /runs/{id}/cancel	Membatalkan run yang berjalan/antre
POST/GET /datasets/{id}/adjacency	Mengunggah / mengunduh pasangan petak bertetangga dataset bundle (kendala green-up)
POST /datasets/{id}/lock?locked= · POST /runs/{id}/lock?locked=	Mengunci (locked=true) atau membuka kunci (locked=false) dataset/run — dataset atau run terkunci menolak penghapusan (423)
GET /template · /template/contoh200 · /template/kalibrasi · /metodologi · /manual	Template workbook lama, contoh workbook 200 petak, template kalibrasi, dokumen metodologi, manual pengguna
POST /runs (berkas + pop_size, n_gen, seed)	Jalur lama: unggah workbook & kirim run sekaligus
GET /queue	Melihat run yang berjalan dan daftar antrean
GET /runs · /runs/{id} · /runs/{id}/file	Daftar run; status/progres/hasil satu run; unduh workbook hasil
GET /datasets · DELETE /datasets/{id} · DELETE /runs/{id}	Daftar & hapus dataset; hapus run
POST /simulate · /scenarios	Simulasi baseline · evaluasi skenario S1–S4 langsung dari berkas
POST /calibration/preview · /calibration/apply	Pratinjau isi kalibrasi · menerapkan kalibrasi (jalur lama)

12. Pertanyaan Umum dan Penanganan Masalah

Situasi	Penjelasan / Solusi
Halaman ter-refresh atau peramban tertutup saat analisis berjalan	Tidak masalah — run berjalan di server. Buka kembali halaman, pilih dataset, dan buka run dari panelnya
Run baru tidak langsung berjalan	Sedang ada analisis lain — run Anda antre (lihat posisi #); akan mulai otomatis
Ingin menghentikan run yang terlanjur dikirim	Centang "Saya yakin" lalu klik "❌ Batalkan run ini" — berlaku untuk run berjalan maupun antre
Kolom jenis ditolak saat unggah tabel petak	Kode jenis harus terdaftar di katalog — tambahkan dahulu opsinya di editor katalog (Bab 7.1)
Kelas kesesuaian hasil generate kurang tepat menurut pakar	Override per sel atau lewat CSV matriks penuh (Bab 5) — perubahan melekat pada dataset
Angka terlihat tidak realistis	Analisis masih memakai profil Default — buat profil berisi angka riil (Bab 6) dan pastikan terpilih sebelum menjalankan analisis
Run lama memakai parameter yang mana?	Lihat kolom Profil pada tabel run — setiap run terikat profil saat dikirim, tidak terpengaruh perubahan sesudahnya
Run berstatus error "worker terputus"	Layanan sempat dimulai ulang di tengah run (mis. saat pembaruan aplikasi). Kirim ulang run — seed dan profil sama menghasilkan hasil sama
Hasil baseline/skenario hilang setelah refresh	Kedua analisis ringan ini dihitung seketika — cukup klik ulang tombolnya (datasetnya tetap tersimpan)
Ingin hasil yang dapat direproduksi	Catat dataset, profil, seed, ukuran populasi, dan generasi — kombinasi sama menghasilkan front yang sama persis
Tombol hapus dataset/run tidak muncul	Dataset atau run tersebut TERKUNCI — keterangan gembok tampil menggantikan tombol; buka kunci dahulu lewat API bila memang perlu dihapus

13. Rujukan

- **Dokumen Metodologi** (Metodologi_Sikturah_NSGA-II.pdf) — metodologi lengkap 10 bagian dengan 13 persamaan dan pseudokode NSGA-II; tersedia di laman penelitian dan menu unduhan aplikasi.
- **Dokumen Bedah Teknis** (Bedah_Simulator_Indikator_NSGAII.pdf) — anatomi simulator, rumus 24 indikator beserta statusnya, dan aspek perancangan NSGA-II; tersedia di laman penelitian.
- **Flowchart Alur Analisis** — gambar interaktif pada laman penelitian; tersedia pula sebagai PDF vektor dan berkas Visio (.vsdx) dua bahasa.
- **Manual v1.0** — dokumentasi alur workbook penuh (jalur lama) bagi pengguna format terdahulu.

Manual ini disusun berdasarkan aplikasi versi 0.9.0. Pertanyaan dan masukan dapat disampaikan kepada peneliti: Djoko Soeprijadi, Program Doktor Ilmu Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.