

Terjemahan

Precision conservation: the rise of place-specific strategies where protection works best

Rhett Ayers Butler

9 Mar 2026

<https://news.mongabay.com/2026/03/where-conservation-works-best-the-rise-of-place-specific-strategies/>

Konservasi telah lama dihadapkan pada pertanyaan yang tampak sederhana namun rumit: bukan apakah harus bertindak, tetapi di mana tindakan tersebut akan memberikan dampak terbesar. Pemulihan hutan, kawasan lindung, koridor satwa liar, dan patroli penegakan hukum semuanya bersaing untuk mendapatkan dana terbatas di lanskap yang sangat berbeda dalam hal ekologi, tata kelola, dan tekanan manusia. Sebuah penelitian yang semakin berkembang menunjukkan bahwa meningkatkan hasil lebih bergantung pada penggunaan alat yang sudah ada secara lebih selektif daripada menciptakan alat baru — mengarahkan intervensi ke tempat-tempat di mana intervensi tersebut paling mungkin memberikan manfaat dibandingkan dengan tidak melakukan apa-apa.

Sebuah perspektif tahun 2025 yang ditulis oleh Rebecca Spake dan rekan-rekannya, yang diterbitkan dalam *Nature Ecology & Evolution*, menggambarkan ide ini dengan label baru: “ekologi presisi.” Para penulis berargumen bahwa ilmu konservasi harus melampaui perkiraan efek rata-rata dari intervensi. Tujuannya adalah untuk memprediksi hasil yang spesifik untuk lokasi tertentu, memungkinkan pengelola untuk menyesuaikan tindakan dengan kondisi lokal. Usulan ini terinspirasi dari kedokteran presisi, yang menggunakan data tingkat pasien untuk mencocokkan pengobatan dengan individu.

Pada dasarnya, argumen ini bersifat pragmatis. Konservasi beroperasi dalam sistem yang heterogen, di mana intervensi yang sama dapat berhasil di satu tempat dan gagal di tempat lain. Seperti yang dicatat oleh Spake dan rekan-rekannya, hasil implementasi bervariasi di berbagai lanskap akibat faktor ekologi dan sosial yang kompleks, sehingga strategi “satu ukuran untuk semua” menjadi tidak dapat diandalkan.

Makalah ini menguraikan pendekatan statistik — banyak di antaranya diadaptasi dari ekonomi dan pembelajaran mesin (*machine learning*) — yang dirancang untuk memperkirakan bagaimana dampak suatu intervensi bervariasi sesuai dengan konteks lingkungan. Secara prinsip, metode-metode ini dapat mengidentifikasi hutan mana yang akan mendapatkan manfaat karbon terbesar dari restorasi, sungai mana yang akan paling diuntungkan dari zona penyangga, atau di mana pengendalian spesies invasif akan paling efektif.

Namun, mengemas hal ini sebagai paradigma baru dapat menyamarkan sejauh mana konservasi sudah beroperasi secara terarah.

Tradisi lama dalam penargetan

Prioritas spasial telah menjadi inti dari perencanaan konservasi selama puluhan tahun. Perencanaan konservasi sistematis — yang diformalkan pada awal 2000-an — bertujuan untuk

mengalokasikan perlindungan di seluruh lanskap guna memaksimalkan representasi keanekaragaman hayati dengan biaya minimum. Alat seperti Marxan dan Zonation telah diterapkan secara global untuk merancang jaringan kawasan lindung, kawasan konservasi laut, dan koridor konektivitas.

Pendekatan ini mengoptimalkan lokasi tindakan berdasarkan distribusi spesies, ancaman, biaya, dan kelayakan. Program restorasi juga memprioritaskan area yang terdegradasi dengan potensi pemulihan tinggi, sementara lembaga penegak hukum memusatkan patroli di titik panas perburuan liar. Pembayaran jasa ekosistem sering ditargetkan pada daerah aliran sungai yang kritis bagi pengguna hilir.



Gambar satelit telah lama digunakan untuk mendukung upaya konservasi. Gambar ini menampilkan Sundarbans, India/Bangladesh, yang diambil pada 19 April 2024. Gambar disediakan oleh Planet Labs PBC.

Penginderaan jauh telah mempertajam fokus spasial ini. Satelit kini memandu penegakan hukum anti-deforestasi, memantau penangkapan ikan ilegal, dan mengidentifikasi kehilangan habitat secara hampir *real-time*. Sistem-sistem ini memungkinkan intervensi diterapkan secara

cepat di area-area di mana ancaman muncul, daripada diterapkan secara merata di seluruh wilayah.

Pengelolaan adaptif menambahkan dimensi temporal. Proyek-proyek disesuaikan seiring dengan penumpukan bukti, dengan intervensi uji coba diperluas atau dimodifikasi berdasarkan hasil yang diamati. Pengelola belajar di mana tindakan tampaknya efektif melalui proses iterasi.

Tidak ada dari praktik-praktik ini yang bergantung pada terminologi ekologi presisi, tetapi semuanya mencerminkan logika dasarnya: konservasi diuntungkan dengan menjadi selektif.

Dari kesesuaian hingga efektivitas

Banyak upaya penargetan yang ada berfokus pada kesesuaian atau nilai — wilayah yang kaya akan keanekaragaman hayati, berisiko tinggi, atau layak dilindungi. Ekologi presisi memindahkan fokus ke dampak yang diprediksi: memperkirakan efek tambahan dari suatu intervensi dibandingkan dengan skenario kontrafaktual, atau apa yang akan terjadi tanpa tindakan.

Dilihat dari sudut pandang ini, ekologi presisi juga berusaha menjembatani pendekatan *top-down* dan *bottom-up* dalam konservasi. Kerangka kerja skala besar memerlukan bukti yang dapat dibandingkan secara luas, sedangkan pengelolaan lokal bergantung pada keputusan yang spesifik konteks dan didukung oleh pengetahuan lapangan. Model prediktif menjanjikan untuk menghubungkan skala-skala ini, tetapi kegunaannya akan bergantung pada kualitas data, kapasitas institusional, dan kesediaan pemangku kepentingan untuk bertindak berdasarkan panduan yang sangat lokal.

Perbedaan ini mencerminkan pergeseran yang lebih luas dalam ilmu konservasi menuju evaluasi kausal. Pemantauan tradisional melacak tren seperti tutupan hutan atau kelimpahan spesies, tetapi perubahan ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor yang tidak terkait dengan intervensi. Evaluasi dampak bertujuan untuk mengaitkan hasil dengan tindakan spesifik dengan membandingkan lokasi yang diintervensi dengan kontrol yang kredibel.

Para peneliti telah menyoroti risiko bertindak tanpa bukti semacam itu. Inisiatif konservasi mungkin tampak berhasil karena terjadi di area yang sudah tahan terhadap degradasi, bukan karena intervensi itu sendiri efektif. Tanpa evaluasi yang cermat, dana dapat mengalir ke program yang “bernama baik tetapi tidak efektif.”

Spake dan rekan-rekannya memperluas pemikiran ini secara spasial: jika efektivitas bervariasi antar lokasi, keputusan harus didasarkan pada dampak lokal yang diprediksi daripada hasil rata-rata.

Kelimpahan data dan celah data

Kelayakan pendekatan presisi sangat bergantung pada data. Dekade terakhir telah menyaksikan ledakan informasi dari satelit, sensor, ilmuwan warga, dan jaringan pemantauan lingkungan. Data iklim dan penggunaan lahan beresolusi tinggi kini mencakup sebagian besar bumi, memberikan detail tak tertandingi tentang kondisi ekologi.

Sumber daya ini semakin memudahkan pemodelan respons ekosistem terhadap tindakan pengelolaan di berbagai wilayah. Pengamatan satelit, misalnya, dapat melacak kehilangan hutan, regenerasi, dan pola gangguan pada skala yang sangat detail, menyediakan baik kondisi dasar maupun ukuran hasil.



Macapa, Brasil, diambil pada 22 Juli 2023. Gambar disediakan oleh Planet Labs PBC.

Namun, ketersediaan data masih tidak merata. Banyak wilayah dengan keanekaragaman hayati tertinggi — dan kebutuhan konservasi tertinggi — tidak memiliki pemantauan jangka panjang atau informasi sosio-ekonomi yang andal. Kesalahan pengukuran sering terjadi, terutama dalam deteksi spesies dan klasifikasi tutupan lahan. Model presisi yang dibangun berdasarkan data yang jarang atau bias berisiko menghasilkan prediksi yang tampak presisi tetapi mungkin menyesatkan.

Asumsi statistik yang diperlukan untuk inferensi kausal menambah batasan tambahan. Analisis harus memperhitungkan variabel pengganggu yang memengaruhi baik penempatan perlakuan maupun hasil, memastikan tumpang tindih yang memadai antara situs yang diobati dan yang tidak diobati, serta mempertimbangkan interaksi antara wilayah tetangga. Dalam sistem ekologi, di mana intervensi dapat memiliki efek *spillover* melintasi ruang dan waktu, kondisi-kondisi ini sulit dipenuhi.

Batasan praktis dalam implementasi

Meskipun prediksi yang kuat tersedia, keputusan konservasi dipengaruhi oleh lebih dari sekadar efisiensi ekologi. Hak atas tanah, prioritas komunitas, kelayakan politik, dan siklus

pendanaan semua mempengaruhi lokasi proyek. Kawasan lindung, misalnya, sering didirikan di daerah terpencil di mana penolakan minimal — pola ini dapat memengaruhi penilaian efektivitas.

Pertimbangan ekonomi juga penting. Beberapa intervensi memerlukan pemeliharaan berkelanjutan, sehingga biaya jangka panjang sama pentingnya dengan dampak awal. Intervensi lain menghasilkan manfaat tambahan seperti penciptaan lapangan kerja atau pengembangan infrastruktur yang memengaruhi dukungan politik.

Penargetan presisi mungkin mengidentifikasi lokasi yang secara teoritis optimal namun tidak praktis atau tidak dapat diterima untuk diimplementasikan. Perencanaan konservasi telah lama berjuang dengan ketegangan antara optimasi ilmiah dan batasan dunia nyata.

Risiko *overconfidence*

Kekhawatiran lain adalah potensi “presisi palsu.” Model kompleks dapat menghasilkan peta prediksi hasil yang sangat rinci, memberikan kesan kepastian meskipun asumsi dasar yang mendasarinya tidak pasti. Sistem ekologi bersifat dinamis, dengan respons yang dipengaruhi oleh ekstrem cuaca, interaksi spesies, dan perilaku manusia.

Pengalaman dalam perencanaan adaptasi iklim menunjukkan tantangan ini. Mengidentifikasi tempat perlindungan masa depan untuk spesies berguna, tetapi prediksi dapat berubah seiring munculnya data baru atau perubahan arah perubahan iklim. Pihak pengambil keputusan harus menyeimbangkan panduan model dengan fleksibilitas.

Studi simulasi — termasuk yang diusulkan oleh Spake dan rekan-rekannya — menawarkan salah satu cara untuk menguji metode sebelum menerapkannya pada lanskap nyata. Dengan menciptakan ekosistem virtual yang memiliki sifat-sifat yang diketahui, para peneliti dapat mengevaluasi bagaimana strategi pengambilan sampel dan algoritma yang berbeda berkinerja di bawah kondisi terkontrol.

Pelengkap, bukan pengganti

Dalam konteks ini, ekologi presisi tampak lebih sebagai perpanjangan dari tren yang sedang berlangsung daripada penyimpangan dari praktik yang ada. Konservasi secara bertahap beralih dari rekomendasi umum menuju strategi yang lebih spesifik sesuai konteks, didukung oleh kemajuan dalam data dan analisis. Kerangka kerja baru ini mengukuhkan arah tersebut dan menyoroti alat metodologis yang dapat meningkatkan dukungan pengambilan keputusan.

Nilai potensialnya terletak pada integrasi berbagai jenis bukti — prioritas spasial, evaluasi dampak, pemantauan jarak jauh, dan pengelolaan adaptif — menjadi pendekatan yang kohesif yang berfokus pada efektivitas. Alih-alih menggantikan metode yang sudah ada, pendekatan presisi dapat menyempurnakannya, membantu pengelola mengalokasikan sumber daya di antara opsi yang bersaing.

Misalnya, program restorasi dapat menggabungkan peta kesesuaian dengan prediksi keuntungan yang diharapkan, memilih lokasi yang menawarkan nilai ekologi tinggi dan responsivitas tinggi terhadap intervensi. Lembaga penegak hukum dapat memprioritaskan area di mana patroli paling mungkin mengurangi aktivitas ilegal, bukan hanya di mana ancaman tertinggi.

Menuju keputusan yang lebih terinformasi

Pesona konservasi presisi pada akhirnya mencerminkan tren yang lebih luas menuju praktik yang didasarkan pada bukti. Seiring dengan percepatan kehilangan keanekaragaman hayati dan keterbatasan dana, biaya dari intervensi yang tidak efektif semakin sulit diabaikan. Para pengambil keputusan semakin mencari alat yang dapat membenarkan pilihan dan menunjukkan dampak.

Di sisi lain, bukti saja tidak dapat menyelesaikan semua ketidakpastian. Beberapa intervensi, seperti mengurangi subsidi yang merugikan atau menangani eksploitasi ilegal, diketahui bermanfaat tetapi tetap sulit secara politik. Dalam kasus lain, tindakan harus dilanjutkan meskipun informasi tidak lengkap karena menunda intervensi membawa risikonya sendiri.

Konsensus yang muncul bersifat pragmatis. Tidak setiap proyek memerlukan model yang canggih, tetapi sebagian besar diuntungkan oleh tujuan yang jelas, pemantauan yang kredibel, dan kesediaan untuk menyesuaikan berdasarkan hasil. Metode presisi mungkin paling berharga di mana taruhannya tinggi, opsi banyak, dan hasilnya tidak pasti.

Hidup dalam kompleksitas

Konservasi tidak pernah kekurangan ide. Namun, implementasi seringkali terbukti lebih sulit dalam sistem sosio-ekologis yang kompleks. Ekologi presisi menekankan bahwa efektivitas bergantung pada konteks — ekologi, sosial, dan institusional — dan bahwa memahami variasi ini merupakan kunci untuk meningkatkan hasil.

Apakah konsep ini menjadi luas diterapkan mungkin kurang penting dibandingkan apakah prinsip-prinsipnya mempengaruhi praktik. Para konservasionis sudah berusaha menyesuaikan tindakan dengan lokasi; tantangannya adalah melakukannya dengan lebih transparan dan ketat sambil mengakui ketidakpastian.

Pada akhirnya, tujuan bukanlah prediksi yang sempurna, melainkan keputusan yang lebih baik. Menyesuaikan intervensi dengan tempat di mana intervensi tersebut paling mungkin berhasil tidak akan menyelesaikan kehilangan keanekaragaman hayati sendirian, tetapi dapat membantu memastikan bahwa sumber daya yang terbatas mencapai hasil sebanyak mungkin. Seiring dengan meningkatnya tekanan pada ekosistem, perbedaan antara bertindak di mana-mana dan bertindak secara strategis dapat terbukti menentukan. ***

Referensi:

- Spake, R., Jackson, E.E., Bullock, J.M. et al. Precision ecology for targeted conservation action. *Nat Ecol Evol* 9, 1102–1111 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41559-025-02733>
- Margules, C.R. & Pressey, R.L. Systematic conservation planning. *Nature* 405, 243–253 (2000). <https://doi.org/10.1038/35012251>
- Ball, I.R., Possingham, H.P. & Watts, M. Marxan and relatives: Software for spatial conservation prioritisation. In *Spatial conservation prioritisation: quantitative methods and computational tools*. Oxford University Press (2009).

- Moilanen, A., Franco, A.M.A., Early, R.I. et al. Prioritizing multiple-use landscapes for conservation: methods for large multi-species planning problems. *Proc. R. Soc. B* 272, 1885–1891 (2005). <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3164>
- Pagiola, S., Arcenas, A. & Platais, G. Can payments for environmental services help reduce poverty? *World Development* 33, 237–253 (2005). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.07.011>
- Wunder, S. [Payments for environmental services: Some nuts and bolts](#). CIFOR Occasional Paper No. 42 (2005)
- Williams, B.K. Adaptive management of natural resources—framework and issues. *Journal of Environmental Management* 92, 1346–1353 (2011). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.10.041>
- Miteva, D.A., Pattanayak, S.K. & Ferraro, P.J. Evaluation of biodiversity policy instruments: what works and what doesn't? *Oxford Review of Economic Policy* 28, 69–92 (2012). <https://doi.org/10.1093/oxrep/grs009>
- Ferraro, P.J. & Hanauer, M.M. Quantifying causal mechanisms to determine how protected areas affect poverty through changes in ecosystem services and infrastructure. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 111, 4332–4337 (2014). <https://doi.org/10.1073/pnas.1307712111>
- Ferraro, P.J. & Pattanayak, S.K. Money for nothing? A call for empirical evaluation of biodiversity conservation investments. *PLoS Biology* 4, e105 (2006). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040105>
- Sutherland, W.J., Pullin, A.S., Dolman, P.M. & Knight, T.M. The need for evidence-based conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 19, 305–308 (2004). <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.03.018>
- Meyer, C., Weigelt, P. & Kreft, H. Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. *Ecology Letters* 19, 992–1006 (2016). <https://doi.org/10.1111/ele.12624>
- IPBES (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- MacKenzie, D.I. et al. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83, 2248–2255 (2002). <https://doi.org/10.1890/0012-9658>
- Foody, G.M. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment* 80, 185–201 (2002). [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00295-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4)
- Joppa, L.N. & Pfaff, A. Global protected area impacts. *Proc. R. Soc. B* 278, 1633–1638 (2011). <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1713>
- Joppa, L.N. & Pfaff, A. High and far: Biases in the location of protected areas. *PLoS ONE* 4, e8273 (2009). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008273>
- Oreskes, N., Shrader-Frechette, K. & Belitz, K. Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences. *Science* 263, 641–646 (1994). <https://doi.org/10.1126/science.263.5147.641>
- Saltelli, A. et al. Five ways to ensure that models serve society. *Nature* 582, 482–484 (2020). <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01812-9>
- Sutherland, W.J. et al. Evidence-based conservation. Cambridge University Press (2019).
- OECD. [Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action](#) (2019).