



METODE PRIORITISASI PERINGATAN TERKINI PERUBAHAN TUTUPAN POHON (*GLAD ALERT*) UNTUK BERBAGAI KASUS DI INDONESIA

BENITA NATHANIA, HIDAYAH HAMZAH, ZURAIDAH SAID, DESTI AYUNDA DAN MIRZHA HANIFAH

RINGKASAN EKSEKUTIF

Data Global Forest Watch menunjukkan sejak 2016 Indonesia mengalami penurunan luas kehilangan tutupan hutan primer tahunan. Namun, ancaman kehilangan hutan secara ilegal masih terus berlangsung di berbagai wilayah sehingga pengembangan metode pemantauan hutan yang lebih efektif perlu tetap dilakukan. Pembukaan hutan di tahap awal sering kali sulit terdeteksi karena umumnya dilakukan dalam skala luasan yang relatif kecil. Deteksi pembukaan hutan lebih mudah dilakukan ketika skala luasan mulai membesar, akan tetapi di tahap ini luasan hutan yang hilang sudah jauh lebih besar sehingga akan lebih sulit untuk menindaklanjutinya. Situasi ini menekankan pentingnya ketersediaan data dan informasi yang mampu mendeteksi pembukaan hutan di tahap awal agar kehilangan tutupan hutan yang lebih luas dapat dicegah sedini mungkin.

Data peringatan perubahan tutupan pohon mingguan (*GLAD Alert*) dari *University of Maryland* menyediakan deteksi kehilangan hutan secara cepat dan berkala. Data peringatan GLAD yang dihasilkan setiap delapan sampai empat belas hari memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan perubahan hutan secara berkala. WRI Indonesia memanfaatkan data peringatan GLAD dan mengombinasikan dengan data kontekstual, sebagai contoh; status lahan dan fungsi kawasan untuk dapat meningkatkan efektivitas kegiatan pemantauan dan perlindungan hutan di Indonesia.

Catatan teknis ini dibuat untuk menjelaskan pendekatan dan metode prioritas data peringatan mingguan GLAD pada tiga kegiatan pemantauan, yaitu: (1) pemantauan kegiatan pengebangan hutan ilegal; (2) pemantauan lanskap; dan (3) pemantauan pembukaan lahan dan hutan gambut. Dokumen ini diharapkan memberikan gambaran terkait metode pemantauan hutan di berbagai ekosistem untuk direplikasi oleh pemerintah daerah, petugas kesatuan pengelolaan hutan (KPH), organisasi masyarakat sipil, penjaga hutan, serta para pihak yang terlibat dalam inisiatif perlindungan hutan.

DAFTAR ISI

Ringkasan Eksekutif.....	1
1. Pendahuluan.....	2
Pantau Jejak Pembalakan Hutan Ilegal.....	3
Pemantauan Lanskap.....	3
Pemantauan Pembukaan Lahan Gambut.....	3
2. Metode.....	3
Pantau Jejak Pembalakan Hutan Ilegal.....	3
Pemantauan Lanskap.....	9
Pemantauan Pembukaan Lahan Gambut.....	14
Limitasi.....	18
Referensi.....	19
Lampiran.....	20
Ucapan Terima Kasih.....	20

Catatan Teknis WRI mendokumentasikan metodologi yang mendasari publikasi penelitian, aplikasi interaktif, dan alat lainnya.

Kutipan yang Disarankan: Nathania, B., Hamzah, H., Said, Z., Ayunda, D. dan Ayunda, D. 2022. "Metode Prioritisasi Peringatan Terkini Perubahan Tutupan Pohon (*Glad Alert*) untuk Berbagai Kasus di Indonesia." Catatan Teknis. WRI Indonesia. Jakarta. Tersedia daring pada: <https://doi.org/10.46830/writn.21.00103>

1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk dalam sepuluh besar negara yang memiliki hutan terluas dan spesies pohon terbanyak menurut laporan *The State of Forest* yang diterbitkan oleh *Food and Agriculture Organization Of The United Nations* tahun 2020. Sejak tahun 2018, laju deforestasi di Indonesia cenderung menurun, yaitu rata-rata di bawah 500.000 hektar per tahun (KLHK, 2020). Data Global Forest Watch (GFW) juga menunjukkan tren serupa, akan tetapi upaya untuk mengurangi laju deforestasi harus terus dilakukan. Empat kategori teratas pendorong deforestasi di Indonesia pada kurun waktu 2001-2016 adalah (1) perkebunan kelapa sawit; (2) pertanian dan perkebunan skala kecil; (3) konversi hutan menjadi lahan terbuka yang terkait erat dengan kebakaran hutan masif di tahun 2015; dan (4) perkebunan kayu (Austin et al. 2019) (Gaveau et al. 2016). Penggundulan hutan umumnya diawali dengan pembukaan jalan *logging* untuk akses masuk ke area hutan dan penebangan pohon berskala kecil yang sulit terdeteksi. Keduanya baru terdeteksi setelah kehilangan hutan mencapai ukuran yang cukup besar (Austin et al. 2019).

Perkembangan teknologi penginderaan jauh telah banyak berkontribusi pada perbaikan sistem pemantauan hutan (Taylor et al. 2020). Saat ini, pemantauan perubahan hutan pada tingkat global dan nasional, serta identifikasi faktor pendorong semakin mudah dilakukan dengan ketersediaan citra satelit resolusi menengah (resolusi spasial 10 – 30 meter) yang tidak berbayar dan dapat diakses oleh publik (Margono et al. 2012). Kecepatan dan akurasi deteksi perubahan tutupan hutan menjadi elemen penting dalam pemantauan hutan (Pratihast et al. 2016). GFW sebagai salah satu platform pemantauan global yang memanfaatkan teknologi terkini, menyediakan berbagai data peringatan, antara lain; peringatan api (*fire alert*) serta peringatan perubahan tutupan pohon (*GLAD Alert*). Seluruhnya merupakan data *near-real-time* atau hampir seketika yang bermanfaat untuk mendapatkan informasi sedini mungkin mengenai potensi kebakaran hutan maupun deforestasi. Meskipun data *GLAD Alert* telah meningkatkan performa pemantauan hutan, terutama pemantauan skala kecil, penggunaan data tersebut untuk analisis skala global maupun yurisdiksi masih sulit dilakukan. Banyaknya jumlah

peringatan dalam satu periode pengamatan memerlukan pengolahan data lebih lanjut dengan memilah dan menyaring peringatan yang membutuhkan perhatian lebih besar.

Dalam menjawab tantangan pemantauan hutan skala besar, *World Resources Institute* mengembangkan inisiatif *Places to Watch* (PTW) untuk menyoroti area deforestasi terkini yang merupakan ancaman bagi hutan dunia dengan cara memprioritaskan dan menafsirkan data *GLAD Alert* (Weisse et al. 2017). Inisiatif ini dilakukan di tingkat global dan secara berkala menginformasikan daftar 3 – 5 lokasi terpenting, yaitu lokasi yang mengalami deforestasi terkini pada kawasan lindung atau konservasi dan lanskap hutan utuh. Berkolaborasi dengan berbagai mitra, informasi lokasi tersebut kemudian digunakan untuk investigasi dan pengumpulan informasi kontekstual sebagai dasar rencana tindak lanjut untuk menekan atau menurunkan laju deforestasi.

Brasil telah menggunakan metode prioritisasi serupa untuk sistem peringatan dini kebakaran hutan di Taman Nasional Carajas. Metode ini telah berhasil membantu personil satuan tugas kebakaran hutan dalam mempercepat aksi pemadaman api, meminimalisir area terbakar, dan dalam beberapa kasus telah mencegah meluasnya kebakaran hutan (Roberto Barbosa et al. 2010). Penggunaan metode prioritisasi dapat meningkatkan potensi pemantauan hutan untuk area yang lebih luas dan membantu distribusi dan pengelolaan sumber daya manusia (*forest/fire ranger*) yang lebih baik.

Melihat manfaat metode prioritisasi data peringatan dan potensi penggunaannya di Indonesia, studi ini mengadopsi metode tersebut untuk diujicobakan pada pemantauan tingkat nasional dan subnasional (kabupaten). Uji coba ini dibagi menjadi tiga inisiatif dan dilakukan dengan fokus dan tujuan pemantauan yang berbeda, yaitu (1) Pantau Jejak Pembalakan Hutan Ilegal; (2) Pemantauan Lanskap; dan (3) Pemantauan Pembukaan Lahan Gambut. Masing-masing menggunakan data input yang sama, yaitu *GLAD Alert* sebagai data peringatan, dan memodifikasi metode prioritisasi agar lebih relevan dengan kondisi dan ketersediaan data di Indonesia, serta sesuai dengan tujuan pemantauan.

Pantau Jejak Pembalakan Hutan Ilegal

Inisiatif Pantau Jejak melakukan prioritisasi data GLAD *Alert* untuk mendeteksi penebangan hutan di wilayah yang secara hukum Indonesia dinyatakan ilegal. Secara umum, metode penebangan pohon dalam hutan atau deforestasi dibedakan menjadi dua berdasarkan cara dan peruntukannya. Cara pertama adalah secara tebang pilih atau *selective logging*, yaitu hanya menebang spesies pohon tertentu yang ada di hutan. Tujuannya adalah untuk mengambil kayu yang dianggap bernilai tinggi saja. Cara kedua yaitu secara tebang bersih atau *land clearing*, di mana semua pohon dan vegetasi berukuran kecil yang ada di hutan ditebang habis. Tujuannya adalah membersihkan lahan hutan untuk ditanami kembali dengan komoditas lain dalam kegiatan pertanian dan perkebunan atau pembersihan lahan untuk kegiatan usaha lainnya seperti pertambangan.

Pantau Jejak Pembalakan Hutan Ilegal-disingkat “Pantau Jejak-memisahkan deforestasi ilegal dari deforestasi legal (sesuai batasan definisi yang diatur secara hukum Indonesia) dengan mengacu pada UU no 18 tahun 2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan. Dalam regulasi tersebut Pembalakan Hutan Ilegal meliputi penebangan pohon dalam kawasan hutan tanpa izin yang sah.

Verifikasi data hasil analisis Pantau Jejak dilakukan dengan menggunakan citra satelit resolusi sedang dan tinggi yang tersedia dalam kurun waktu pengamatan, yaitu tiga bulan.

Pemantauan Lanskap

Inisiatif pemantauan lanskap (*Landscape Monitoring*) merupakan pendekatan multipihak yang bertujuan mengoordinasikan mitra perusahaan di sektor berbasis lahan (termasuk perkebunan dan tanaman produksi), pemerintah daerah, dan lembaga swadaya masyarakat untuk bersama-sama memantau satu lanskap secara kolektif dan menghasilkan informasi yang dapat ditindaklanjuti secara cepat dan terarah. Pemantauan dilakukan terhadap perubahan tutupan hutan di tingkat lanskap atau yurisdiksi yang tidak sejalan dengan komitmen lingkungan perusahaan maupun target iklim pemerintah daerah.

Sistem pemantauan pada inisiatif pemantauan lanskap menggunakan metode prioritisasi data peringatan GLAD untuk mendeteksi perubahan tutupan hutan di area penting suatu lanskap atau yurisdiksi seperti

hutan konservasi, hutan lindung, dan lahan gambut. Selain itu, terdapat protokol verifikasi lapangan sebagai proses validasi kejadian deforestasi dan pengumpulan data atau informasi lapangan sebagai dasar untuk strategi tindak lanjut.

Pemantauan Pembukaan Lahan Gambut

Inisiatif ini dilakukan untuk memantau pembukaan lahan gambut khususnya di wilayah lindung gambut dan kawasan lindung serta konservasi yang berada di lahan gambut. Pemantauan ini merupakan bagian dari pencegahan kebakaran gambut dan hutan, serta perlindungan wilayah lindung gambut dalam upaya pencapaian pengurangan emisi nasional.

Pendekatan GLAD *Alert* digunakan untuk mendeteksi indikasi pembukaan lahan gambut yang seringkali dilakukan sebelum dibakar untuk penyiapan lahan. Selain itu, pemantauan juga dilakukan di wilayah gambut yang masih berhutan.

2. METODE

Pantau Jejak Pembalakan Hutan Ilegal

“Pantau Jejak Pembalakan Hutan Ilegal” merupakan judul dari publikasi dalam bentuk *blogpost* yang diterbitkan setiap tiga bulan sekali di situs web WRI Indonesia. Edisi pertama *blog* Pantau Jejak dapat diakses [di sini](#). Seperti halnya *Places to Watch*, *blogpost* Pantau Jejak mencantumkan lima wilayah prioritas untuk dipantau, dengan indikasi pembalakan ilegal tertinggi. Analisis Pantau Jejak dibatasi hanya untuk wilayah dengan tutupan hutan aktual, di dalam kawasan hutan, dan areal di luar izin atas hak pemanfaatan hutan atau di dalam izin hak pemanfaatan hutan yang melarang penebangan pohon. *Sel grid* yang digunakan berukuran 5 km x 5 km dengan cakupan analisis seluruh wilayah Indonesia.

Secara umum metode Pantau Jejak terdiri atas dua tahap utama, yaitu identifikasi wilayah terindikasi pembalakan ilegal dan penentuan penyebab pembalakan ilegal. Identifikasi wilayah terindikasi pembalakan ilegal terdiri atas lima tahap (Gambar 1). Penggunaan berbagai citra satelit (Planet, Landsat, dan Sentinel) dilakukan untuk memverifikasi data hasil analisis dan menentukan penyebab kehilangan hutan (*driver of deforestation*). Data spasial yang digunakan dalam analisis Pantau Jejak disajikan dalam Tabel 1.

Gambar 1 | Lima tahap dalam identifikasi lima besar wilayah terindikasi pembalakan ilegal dalam metode Pantau Jejak



Tabel 1 | Data spasial dan citra satelit yang digunakan dalam metodologi Pantau Jejak

Data	Sumber	Analisis
GLAD Alert	Global Forest Watch (https://www.globalforestwatch.org/map/global/)	Alert/peringatan kehilangan tutupan pohon
Peta Kawasan Hutan		Kawasan hutan produksi (HP), hutan lindung (HL) dan hutan konservasi (HK)
Peta Tutupan Lahan	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (https://geoportal.menlhk.go.id/arcgis/rest/services/KLHK)	Tutupan hutan aktual (hutan primer dan hutan sekunder, tanpa hutan tanaman industri)
Peta Izin Pemanfaatan Hutan		Wilayah konsesi IUPHHK-HA, IUPHHK-HTI ³ , IUPHHK-RE, Perhutanan Sosial, IPK ⁴ , dan IPPKH ⁵
Citra Satelit	Citra Planet, Landsat, dan Sentinel (dalam situs web Global Forest Watch)	Verifikasi data GLAD Alert dan identifikasi penyebab kehilangan hutan

Indikasi Pembalakan Ilegal

Analisis indikasi pembalakan ilegal terdiri atas lima tahap (gambar 1). Pertama, data *GLAD Alert* dalam kurun waktu pengamatan tiga bulanan di seluruh wilayah Indonesia dikumpulkan dalam bentuk mosaik data. Kedua, menyaring data *GLAD Alert* yang berada dalam Kawasan hutan (Hutan Konservasi, Hutan Lindung, dan Hutan Produksi) dengan tutupan hutan aktual (hutan primer dan hutan sekunder, tanpa hutan tanaman industri) untuk dianalisis lebih lanjut. Tahapan kedua ini menggunakan peta Kawasan Hutan dan peta Tutupan Lahan yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Ketiga, data *GLAD Alert* yang telah disaring tersebut kemudian dianalisis legalitasnya dengan mengacu kepada undang-undang dan peraturan

yang berlaku di Indonesia, sehingga hanya deforestasi ilegal yang akan dianalisis di tahap selanjutnya. Tabel 2 menyajikan rangkuman analisis legalitas deforestasi. Keempat, mengelompokkan data deforestasi ilegal berdasarkan sebaran spasial tertinggi dalam satu grid berukuran 5km x 5km menggunakan analisis *Z-score* (Lwin and Murayama 2009). Data *GLAD Alert* yang berada dalam lokasi yang berdekatan di dua atau lebih *grid* yang berbeda kemudian dijadikan satu kelompok atau *cluster*, proses ini dilakukan secara manual. Kelima, hasil analisis *cluster* kemudian dilakukan peringkat atas dasar luas wilayah sehingga didapat 10 wilayah teratas untuk diverifikasi menggunakan citra satelit resolusi tinggi dan sedang di tahap selanjutnya. Citra satelit yang digunakan adalah citra mosaik Planet (resolusi spasial 3-5 meter), Sentinel 2 (resolusi spasial 10 meter), dan Landsat (resolusi spasial 30 meter).

Tabel 2 | Rangkuman analisis legalitas deforestasi berdasarkan undang-undang dan peraturan terkait

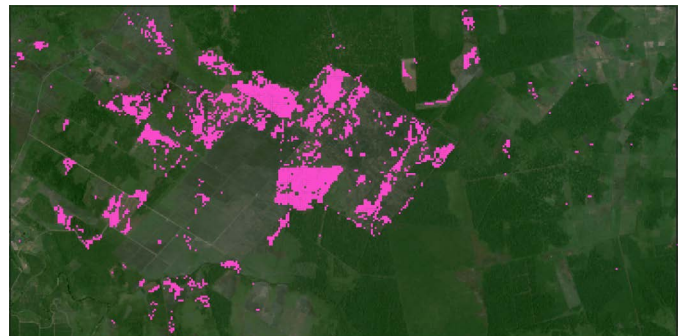
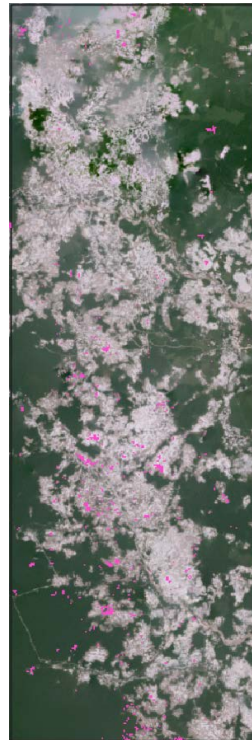
KAWASAN HUTAN	IZIN PEMANFAATAN HUTAN YANG DIKELUARKAN	GLAD ALERT	STATUS LEGAL/ILEGAL
Hutan Konservasi	Izin Perhutanan Sosial diperbolehkan ada, namun tidak boleh menebang pohon dan mengambil kayu	Ya	Illegal
		Tidak	NA
Hutan Lindung	Izin Perhutanan Sosial diperbolehkan ada, namun tidak boleh menebang pohon dan mengambil kayu.	Ya	Illegal
		Tidak	NA
	Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan diperbolehkan ada, dan boleh menebang pohon dan mengambil kayu.	Ya	Legal
		Tidak	NA
Hutan Produksi: - Hutan Produksi Terbatas, - Hutan Produksi Tetap, - Hutan Produksi yang dapat Dikonversi.	Izin Perhutanan Sosial diperbolehkan menebang pohon dan mengambil kayu.	Ya	Illegal (jika penebangan terjadi di luar wilayah konsesi)
	Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan: diperbolehkan menebang pohon dan mengambil kayu.		
	Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu – Hutan Alam (IUPHHK-HA): diperbolehkan menebang pohon secara tebang pilih.		
	Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu – Hutan Tanaman Industri (IUPHHK-HTI): Diperbolehkan menebang pohon secara tebang bersih.	Tidak	NA
	Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu – Restorasi Ekosistem (IUPHHK-RE): Diperbolehkan menebang pohon dalam luasan kecil.		

Tidak seperti dua metode prioritas lainnya, Pantau Jejak melakukan pemeringkatan wilayah prioritas hanya berdasarkan luas wilayah dan tidak ada perhitungan *concern score*. Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa status legal dan ilegal adalah nilai *binary*, yaitu hanya ada dua hasil penilaian (*outcome*), legal (0) atau ilegal (1), tidak ada nilai di antaranya.

Selain itu, hal yang juga berbeda dengan dua metode prioritisasi lainnya adalah analisis *clustering* grid. Gambar 2 menunjukkan mengapa analisis *clustering* diperlukan dalam mengidentifikasi suatu kegiatan penebangan hutan ilegal dalam luasan besar. Beberapa kegiatan ilegal, seperti pertambangan dan perluasan wilayah kebun, terkadang mencakup kegiatan yang

lebih besar daripada grid persegi berukuran 5 km x 5 km. Oleh karena itu, diperlukan analisis *clustering* yaitu analisis beberapa grid yang berdampingan dalam mendeteksi suatu kegiatan ilegal dalam cakupan besar. Gambar 2 (atas), menunjukkan kegiatan pertambangan yang memanjang arah utara-selatan yang terdeteksi di tiga kotak grid yang berdampingan. Sedangkan Gambar 2 (bawah), menunjukkan kegiatan perluasan kebun yang memanjang arah barat-timur yang terdeteksi di dua kotak grid yang berdampingan. Jika proses *clustering* dihilangkan dalam tahapan analisis, maka kegiatan-kegiatan penebangan hutan ilegal pada Gambar 2 tidak akan terdeteksi menjadi satu kegiatan yang sama dan akan berpotensi terjadi kekeliruan interpretasi dari hasil analisis.

Gambar 2 | Contoh kegiatan penebangan hutan ilegal pada peruntukan tertentu, seperti pertambangan (gambar atas) dan perkebunan (gambar bawah)



Verifikasi dengan citra satelit resolusi tinggi

Verifikasi terhadap 10 *area of interest* (AOI) yang dihasilkan dari analisis indikasi penebangan eberap dilakukan secara *remote* dengan menggunakan citra satelit beresolusi tinggi dan sedang (Planet, Landsat,

Sentinel). Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa benar telah terjadi pembukaan hutan di wilayah yang mendapatkan peringatan atau *Alert*. Jika ada wilayah yang terbukti positif palsu (*false positive*), dimana terdapat data GLAD *Alert* tetapi tidak terjadi pembukaan hutan, maka wilayah tersebut dihilangkan dari analisis.

Gambar 3 | Contoh verifikasi perubahan tutupan hutan dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi (Planet)



Verifikasi dengan menggunakan citra komposit Planet bulanan dilakukan untuk memeriksa kepastian telah terjadi pembukaan hutan (*true Alert verification*) dan untuk menentukan penyebab pembukaan hutan dari hasil pengamatan yang terlihat di citra. Gambar 2 menunjukkan contoh hasil verifikasi perubahan tutupan hutan yang perubahannya terlihat secara visual jika dibandingkan secara berurutan dari segi waktu akuisisi citra. Dari Gambar 2 terlihat perubahan lahan atau *change detection* yang terjadi di awal periode pengamatan (April 2020) dan di akhir periode pengamatan (Juni 2020). Bagian yang berwarna merah muda menunjukkan GLAD *Alert* atas kehilangan tutupan pohon yang terjadi selama periode tiga bulan (1 April – 30 Juni 2020).

Analisis Penyebab Kehilangan Hutan

Wilayah yang telah terverifikasi mengalami pembukaan hutan kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menentukan penyebab pembukaan hutan dengan menggunakan citra satelit. Dalam melakukan analisis ini, digunakan interpretasi visual dan penilaian dari analisis dengan mengamati perubahan warna, pola, bentuk, perkiraan luasan, dan tekstur perubahan lahan. Pembukaan hutan yang umumnya terjadi adalah untuk perkebunan, pertanian, pertambangan, tambak, atau untuk pengambilan kayu dengan cara tebang pilih. Penyebab lainnya adalah pembukaan hutan untuk *land banking*. Di Indonesia, praktik *land banking* mengacu pada kegiatan penebangan hutan di luar wilayah yang diberikan izin dengan cara menebang bersih areal hutan, biasanya dilakukan untuk mengklaim kepemilikan tenurial lahan, sebelum akhirnya dimanfaatkan untuk kegiatan lain (Parker et al. 2018). Sebagai contoh, selama periode pengamatan Gambar 2, hutan yang dibuka belum dimanfaatkan (ditanami atau dibangun apapun) dan masih berupa lahan terbuka.

Oleh karena itu, penyebab pembukaan hutan belum dapat diidentifikasi dan diduga merupakan praktik *land banking*. Jika penyebab pembukaan hutan terindikasi terjadi secara alami, seperti kebakaran hutan alami dan longsor akibat bencana gempa bumi di sekitar wilayah yang hutan yang terbuka, maka wilayah tersebut tidak dimasukkan dalam hasil analisis akhir. Hasil analisis akhir akan terdiri atas lima wilayah prioritas yang hanya memasukkan wilayah dengan faktor pendorong pembukaan hutan akibat aktivitas manusia, bukan kejadian alami.

Untuk memperkuat hasil analisis, tim legal juga mengumpulkan data sekunder dari media dan laporan terkait aktivitas pembalakan ilegal di lima wilayah prioritas tersebut untuk ditambahkan ke dalam narasi *blogpost*. Gambar 3 menunjukkan hasil analisis prioritas Pantau Jejak edisi pertama yang menunjukkan lima wilayah dengan indikasi tertinggi mengalami pembalakan ilegal selama periode 1 Januari – 30 Maret 2018. Pada Gambar 3 terlihat perubahan tutupan lahan di Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat, telah terjadi sejak September 2017 di mana pada bulan Maret 2018 terlihat hutan yang dibuka telah dimanfaatkan untuk pertanian lahan kering.

Verifikasi Lapangan

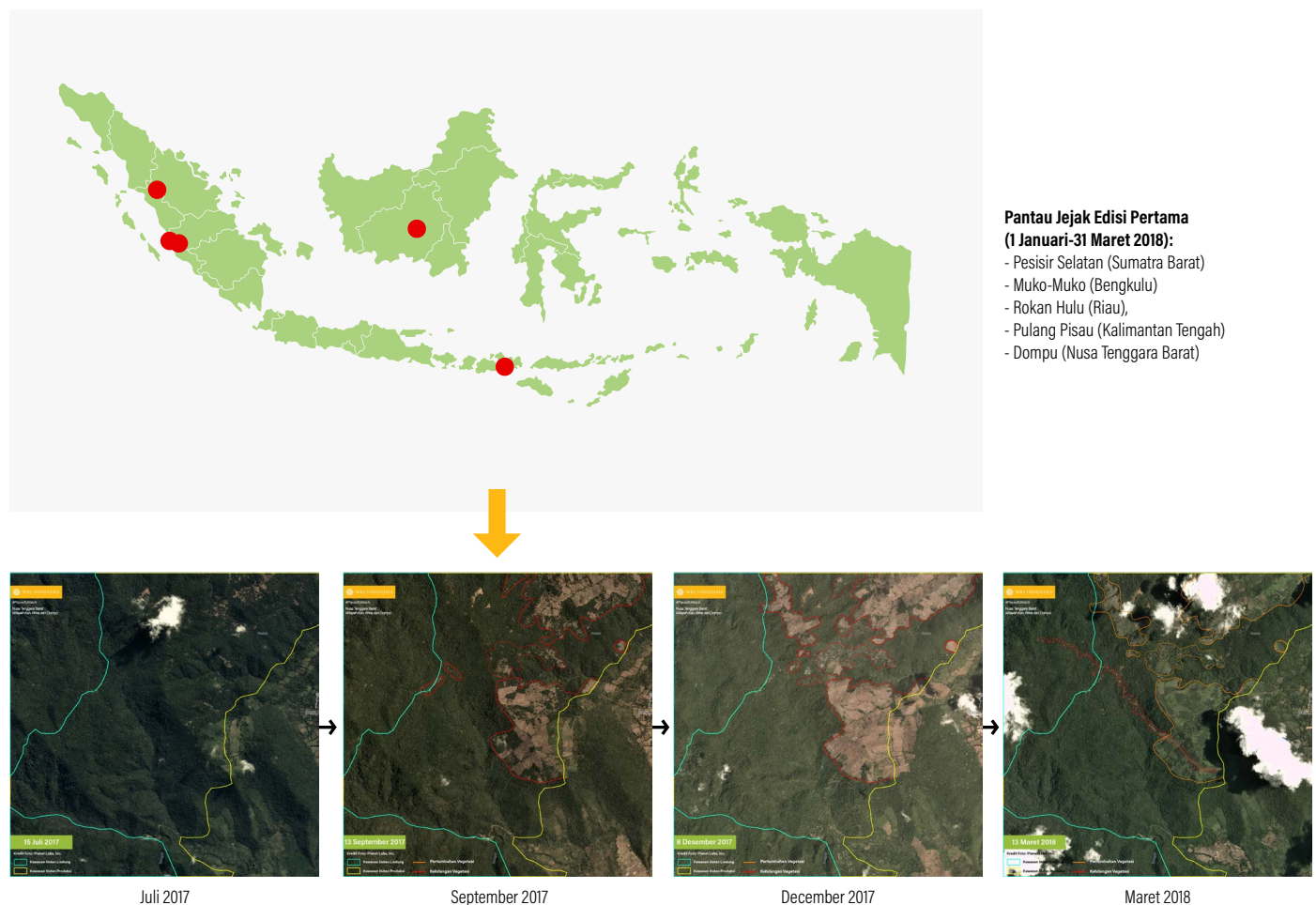
Secara umum, metode Pantau Jejak diaplikasikan secara *remote* tanpa adanya verifikasi lapangan. Akan tetapi sejak tahun 2020, verifikasi lapangan mulai dilakukan di beberapa tempat melalui kerja sama dengan sejumlah mitra kerja. Pada tahun 2020, Forum Konservasi Leuser (FKL) membantu verifikasi data hasil analisis Pantau Jejak di Kawasan Ekosistem Leuser (KEL). Data hasil analisis Pantau Jejak yang diverifikasi ini telah dimodifikasi dengan cakupan analisis hanya di dalam KEL, bukan skala nasional. Hasil verifikasi

lapangan di dalam KEL menunjukkan bahwa telah terjadi pembukaan hutan secara ilegal pada 9 dari 10 wilayah prioritas hasil analisis Pantau Jejak. Adapun faktor pendorong kegiatan pembukaan hutan tersebut mayoritas adalah pertanian lahan kering, seperti kebun pisang dan kebun kopi. Satu wilayah prioritas yang tidak dapat diverifikasi karena pada saat verifikasi lapangan dilakukan akses menuju wilayah tersebut ditutup oleh masyarakat akibat pandemi.

Di tahun 2021, verifikasi lapangan data hasil analisis Pantau Jejak juga dilakukan di dua provinsi, yaitu Jambi dan Kalimantan Selatan dengan bantuan dari

Jaringan Pemantau Independen Kehutanan (JPIK). Seperti halnya di KEL, analisis Pantau Jejak di kedua provinsi ini juga dimodifikasi hanya untuk skala taman nasional di tiap provinsi. Total ada enam titik yang diverifikasi di kedua provinsi tersebut, keseluruhannya menunjukkan bahwa benar telah terjadi pembukaan hutan secara ilegal, baik secara tebang pilih maupun tebang bersih. Faktor pendorong pembukaan hutan antara lain adalah program *food estate* di Kalimantan Selatan. Di Jambi, tim JPIK kesulitan melakukan observasi lebih lanjut karena adanya konflik dengan masyarakat Rimba yang tinggal di sekitar wilayah hutan yang terdeforestasi.

Gambar 4 | Hasil prioritisasi dari Pantau Jejak edisi pertama (1 Januari - 31 Maret 2020)



Pemantauan Lanskap

Metode pemantauan lanskap secara garis besar mengikuti kerangka dan alur proses *Places to Watch* (Weisse et al. 2017) dengan beberapa penyesuaian pada bagian kriteria penyaringan dan pembobotan untuk identifikasi area verifikasi. Data spasial yang digunakan dalam analisis pemantauan lanskap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 | Data spasial dan citra satelit yang digunakan dalam analisis pemantauan lanskap

Data	Sumber	Analisis
GLAD Alert	Global Forest Watch (https://www.globalforestwatch.org/map/global/)	Alert/peringatan kehilangan tutupan pohon
Peta Kawasan Hutan	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan atau KLHK (https://geoportal.menlhk.go.id/arcgis/rest/services/KLHK)	Kawasan konservasi atau lindung
Peta Tutupan Hutan	Belinda Margono et al (2000) diakses melalui Global Forest Watch (https://www.globalforestwatch.org/map/global/)	Tutupan hutan primer dan sekunder
Peta Lahan Gambut/Peta Fungsi Ekosistem Gambut	Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2012) diakses melalui Global Forest Watch (https://www.globalforestwatch.org/map/global/) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan http://pkgppkl.menlhk.go.id/webgis/peta_dasar/	Tutupan lahan berupa gambut
Peta Izin Perkebunan Kelapa Sawit	Global Forest Watch (https://www.globalforestwatch.org/map/global/)	Konsesi kelapa sawit
Peta Izin Pemanfaatan Hutan	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan atau KLHK (https://geoportal.menlhk.go.id/arcgis/rest/services/KLHK)	Wilayah konsesi IUPHHK-HA dan IUPHHK-HTI
Citra Satelit	Citra Planet, Landsat, dan Sentinel (dalam Global Forest Watch website)	Verifikasi data GLAD Alert dan identifikasi pendorong kehilangan hutan
Peta Batas Administratif	Badan Informasi Geospasial (2016)	Batas Kabupaten Siak

Secara umum pemantauan lanskap dibagi menjadi 5 tahap sebagaimana yang dijelaskan pada Gambar 5.

Gambar 5 | Tahap pemantauan lanskap Penentuan Area Fokus (Concern Area)



Pemantauan lanskap bertujuan untuk memprioritaskan pembukaan lahan yang tidak sejalan dengan komitmen *no-deforestation* pada rantai pasok komoditas, terutama kelapa sawit. *No Deforestation, Peat, and Exploitation* (NDPE) adalah komitmen atau kebijakan yang umumnya diambil oleh perusahaan-perusahaan khususnya yang bergerak di sektor perkebunan dan kehutanan untuk memastikan rantai pasok komoditas yang berkelanjutan, yakni tidak terkait dengan deforestasi, pembukaan lahan gambut, dan juga eksploitasi sumber daya manusia. Pada tahap awal penentuan area fokus, beberapa langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. GLAD *Alert* diakumulasi dengan periode bulanan dan di-clip sesuai dengan batas administratif dari target *lanskap*.
2. GLAD *Alert* di-clip kembali menggunakan kumpulan data izin perkebunan kelapa sawit untuk mengeliminasi peringatan yang disebabkan oleh peremajaan kebun sawit, dan kumpulan data izin pemanfaatan hutan untuk mengeliminasi peringatan yang disebabkan oleh pemanenan kayu.
3. Mengidentifikasi kondisi biofisik lanskap dan penentuan kawasan, kemudian menentukan area-area yang dianggap perlu diperhatikan atau *Concern Area*, seperti tutupan hutan primer dan sekunder, kawasan hutan lindung dan/atau konservasi, dan lahan gambut.

Pembobotan

1. Menggunakan ukuran grid 5 x 5 kilometer. Penyesuaian ukuran grid dilakukan untuk tetap menangkap kluster besar kehilangan seperti kebakaran atau tebang habis, mengurangi efek tepi, dan mengurangi waktu pemrosesan, sementara masih

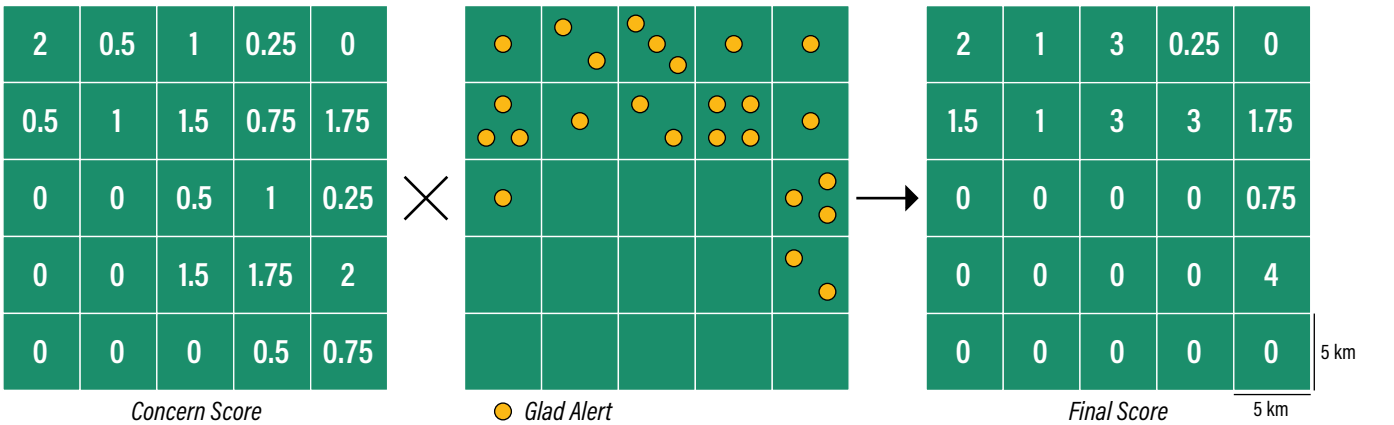
cukup kecil untuk memastikan variasi di seluruh sel grid dan menangkap detail pada skala sub-nasional.

2. Rumusan yang digunakan dalam perhitungan *Concern Score* untuk setiap sel grid dihitung dari proporsi area fokus/*concern area* yang terdapat dalam setiap sel grid, dan melalui proses *trial and error*. Perhitungan *Concern Score* diadopsi dari metode *Places to Watch* (Weisse et al. 2017) namun disesuaikan dengan memberikan bobot lebih besar (kali 2) kepada kawasan konservasi untuk dapat menangkap kehilangan tutupan pohon dengan kluster kecil. Hal ini disebabkan tipologi perambahan atau pembukaan lahan pada kawasan konservasi/ lindung biasa dilakukan oleh masyarakat dalam skala kecil (Mat Zin and Ahmad 2015).

Identifikasi Area Verifikasi

Dalam mengidentifikasi area untuk verifikasi, dilakukan dua kali proses prioritisasi. Proses prioritisasi pertama dimulai dengan mengkonversi input data GLAD *Alert* yang berbentuk raster ke bentuk titik koordinat yang merupakan titik tengah piksel. Selanjutnya, jumlah GLAD *Alert* yang terdapat didalam sel grid dikalikan dengan *Concern Score*, sehingga menghasilkan *final score*, yakni nilai yang mewakili seberapa pentingnya sel grid serta kegentingan dari pembukaan hutan yang terjadi di sel grid tersebut, seperti diilustrasikan pada Gambar 6. Konsep perhitungan nilai akhir atau *final score* diadopsi dari metode *Places to Watch* (Weisse et al. 2017).

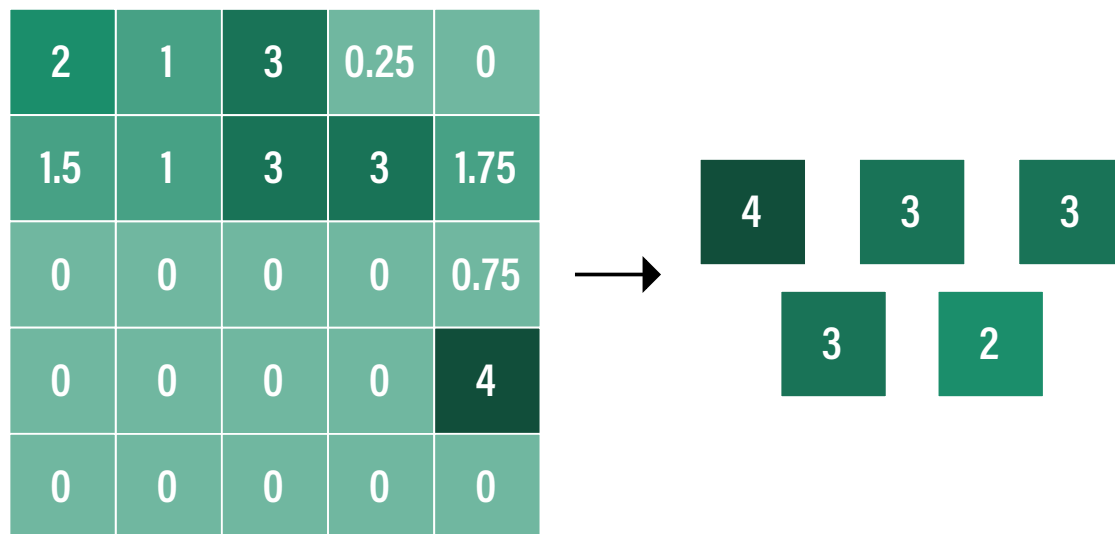
Gambar 6 | Prioritisasi tahap pertama



Setelah setiap sel grid mendapatkan *final score*, proses dilanjutkan dengan menggunakan klasifikasi *natural break jenks*, dimana klasifikasi kelas didasarkan pada pengelompokan alami yang melekat dalam data, yaitu pengelompokan nilai-nilai yang sama dan memaksimalkan perbedaan antarkelas (Chen et al. 2013). Hasil klasifikasi akan membagi dan mengelompokkan sel grid menjadi lima (5) kelas, yaitu tidak genting, kurang genting, cukup genting, genting, dan sangat genting.

Sejumlah 10 – 20 sel grid yang termasuk ke dalam kelas cukup genting, genting, dan sangat genting akan dipilih untuk dilakukan verifikasi awal dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi (Gambar 6). Verifikasi awal dilakukan untuk mengeliminasi *false positive* yang mungkin terjadi. Verifikasi menggunakan citra satelit pada pemantauan lanskap melalui proses yang serupa dengan yang terdapat di Pantau Jejak, dan dapat dilihat pada Gambar 2.

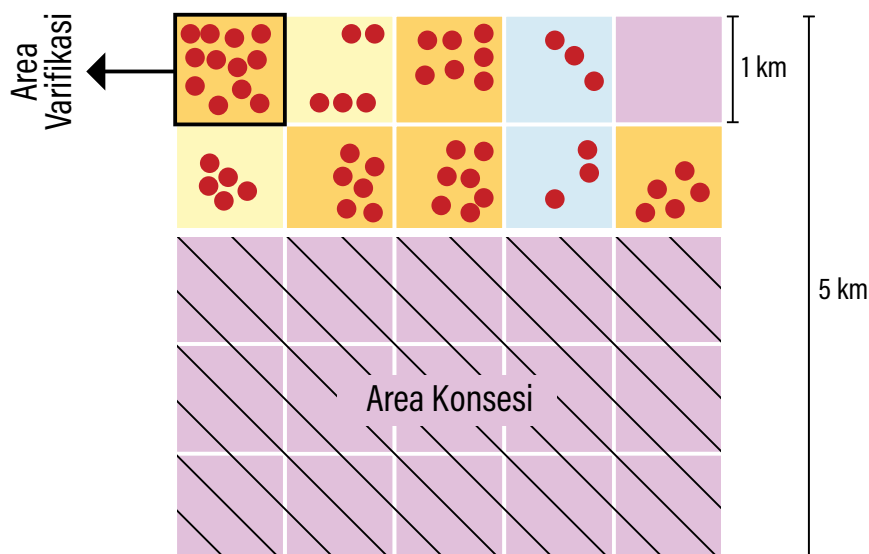
Gambar 7 | Klasifikasi kelas grid



Proses prioritas kedua adalah dengan menerapkan sistem grid 1 x 1 kilometer pada 10 – 20 sel grid yang lolos proses kurasi. Setelah itu mengeliminasi sel grid yang bertampalan dengan batas konsesi, lalu

menghitung kepadatan GLAD *Alert* yang terdapat di setiap sel grid. Sel grid dengan nilai kepadatan tertinggi akan dipilih menjadi area verifikasi (Gambar 7).

Gambar 8 | Prioritisasi tahap kedua menggunakan densitas GLAD Alert



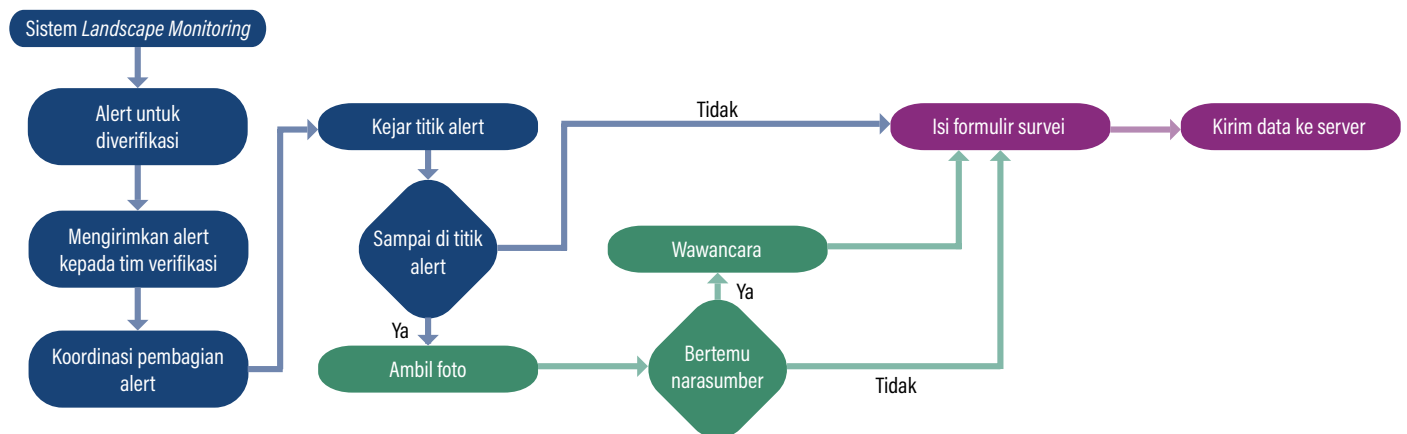
Protokol Verifikasi Lapangan

Verifikasi lapangan dilakukan untuk menguji tingkat akurasi *Alert* dan mengumpulkan data dan informasi kontekstual mengenai penyebab deforestasi. Data lapangan akan menjadi dasar untuk menyusun langkah lanjutan/intervensi sebagai tindakan preventif

terhadap meluasnya deforestasi dan juga masukan untuk memperbaiki performa sistem *GLAD Alert*.

Protokol verifikasi lapangan disusun untuk dapat digunakan oleh berbagai pihak dan disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik lanskap tertentu. Alur verifikasi lapangan dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini:

Gambar 9 | Alur verifikasi lapangan

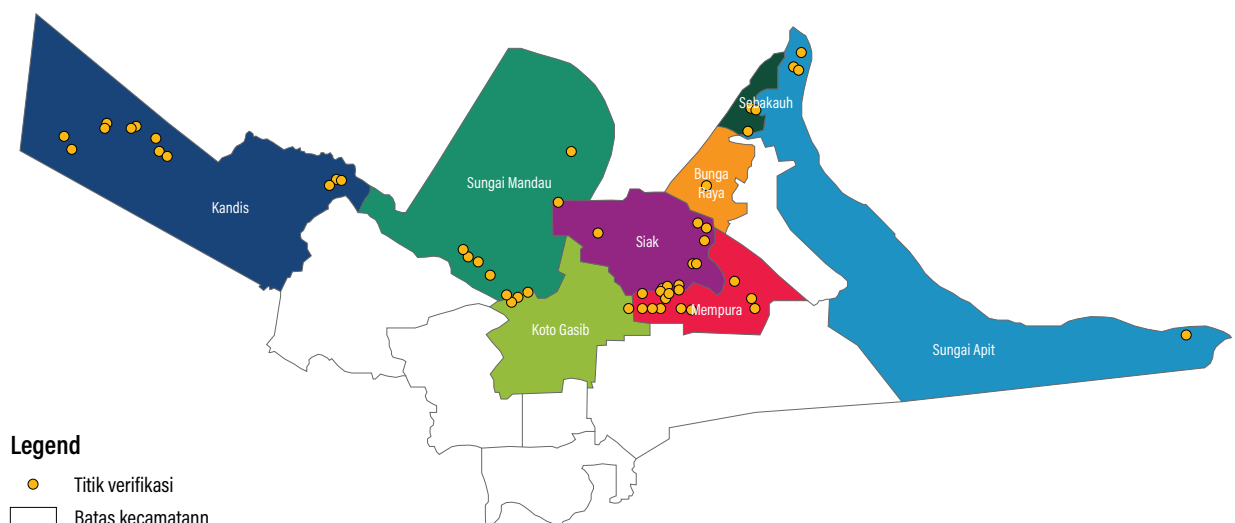


Hasil Verifikasi Lapangan *Pemantauan lanskap*

Inisiatif *Pemantauan lanskap* ini pertama kali diujicobakan di Kabupaten Siak, Provinsi Riau bekerja sama dengan Dinas Pertanian Kabupaten Siak. Pemantauan dilakukan pada kawasan Area Penggunaan Lain (APL) tidak berizin yang memiliki tutupan hutan maupun lahan gambut, mencakup luasan kurang lebih 294.000 hektar. Dinas Pertanian Kabupaten Siak bersama dengan WRI Indonesia,

memilih delapan orang fasilitator daerah (fasda) terlatih untuk melakukan verifikasi *Alert*. Dilengkapi dengan serangkaian pelatihan dan peralatan, setiap dua bulan sekali tim fasilitator daerah (fasda) akan menerima sekitar 10 – 20 *Alert* prioritas untuk diverifikasi. Dalam proses verifikasi lapangan, tim fasilitator daerah (fasda) menggunakan aplikasi yang sudah dipasang pada ponsel pintar (*smartphone*) untuk mempermudah proses pengumpulan data di lapangan.

Gambar 10 | Titik verifikasi peringatan prioritas



Sepanjang tahun 2019, tim teknis WRI Indonesia telah memilih 59 titik peringatan prioritas untuk di verifikasi oleh tim fasda. Kegiatan ini dilakukan pada bulan April, Juni, Agustus, dan Oktober tahun 2019. Lokasi verifikasi meliputi 9 kecamatan dan 26 desa (Gambar 9). Melalui proses verifikasi didapatkan hasil bahwa 44 dari 59 titik (75%) terkonfirmasi mengalami pembukaan lahan, sementara 9 dari 59 titik (15%) merupakan *false positive*, yaitu terdeteksinya peringatan namun secara faktual bukan merupakan kehilangan tutupan pohon, dan 6 dari 59 titik (10%) tidak dapat diverifikasi karena mengalami sejumlah hambatan seperti tidak adanya akses jalan yang

dapat ditempuh dan kondisi yang berbahaya. Hasil pengamatan di lapangan, 31 dari 44 (70%) titik yang terkonfirmasi mengalami pembukaan lahan teridentifikasi didorong oleh aktivitas perkebunan seperti kelapa sawit dan karet, 13 dari 44 titik (30%) teridentifikasi didorong oleh aktivitas lainnya seperti pertanian, hortikultura, belum digarap, dan terbakar.

Gambar 11 di bawah ini merupakan salah satu contoh pengambilan gambar dan informasi dari hasil verifikasi *pemantauan lanskap* pada bulan April tahun 2019, di Desa Teluk Merempan, Kecamatan Mempura, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.

Gambar 11 | Hasil foto lokasi verifikasi titik peringatan prioritas



Pada titik peringatan di lokasi ini terdeteksi sebanyak 91 peringatan kehilangan tutupan pohon, hampir setara dengan luasan 8 hektar. Setelah mendatangi lokasi tersebut, terlihat hamparan lahan terbuka yang cukup luas (> 25 hektar), diduga peringatan yang didapatkan merupakan kegiatan pembukaan lahan lanjutan (Gambar 10). Melalui pengamatan di lapangan, diperkirakan pembukaan lahan dilakukan kurang lebih satu bulan yang lalu. Masih terlihat

tutupan hutan yang cukup lebat di sekeliling lahan yang terbuka. Pembukaan lahan juga terlihat berdekatan dengan sempadan sungai. Berdasarkan informasi dari masyarakat yang ditemui di lapangan, lahan ini dimiliki oleh perseorangan, dalam proses digarap menjadi kebun kelapa sawit, namun tidak memiliki izin perkebunan. Di sekitar lokasi tersebut didapati pula kebun kelapa sawit milik masyarakat.

Pemantauan Pembukaan Lahan Gambut

Pemantauan pembukaan lahan dan hutan gambut difokuskan untuk mengidentifikasi pembukaan lahan ilegal di kawasan moratorium dan fungsi ekosistem lindung gambut. Kegiatan pemantauan gambut dilakukan di tujuh provinsi prioritas Badan Restorasi Gambut (BRG) yaitu Sumatera Selatan, Riau, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, dan Papua. Pemantauan pembukaan lahan gambut difokuskan pada area gambut yang dilindungi dan ilegal untuk dibuka berdasarkan PP no 57/2016 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut, dan moratorium hutan dan lahan gambut yaitu:

- Kawasan moratorium adalah kawasan yang telah ditentukan untuk tidak diberikan izin baru pembukaan lahan di hutan alam dan lahan gambut menurut peraturan yang berlaku.
- Fungsi lindung gambut adalah kawasan di lahan gambut yang telah ditetapkan menjadi fungsi lindung dan tidak dapat dilakukan pembukaan lahan baru.
- Kawasan hutan lindung dan konservasi.

Metode Pemantauan Pembukaan Lahan Gambut

Secara umum pemantauan pembukaan lahan gambut dibagi menjadi 5 tahap yang dijelaskan pada Gambar 12 di bawah ini.

Gambar 12 | Tahap Metode Pemantauan Pembukaan Lahan Gambut



1. Penentuan Area Fokus (*area of interest*)

Tahap ini dilakukan untuk penentuan awal area pemantauan yang difokuskan pada wilayah gambut yang terdegradasi. Indikator yang digunakan untuk penentuan area fokus adalah:

- Gambut terdegradasi berdasarkan peta indikatif restorasi gambut
- Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) prioritas yang telah ditetapkan oleh Badan Restorasi Gambut sebagai area prioritas intervensi untuk melaksanakan kegiatan pembasahan gambut, revitalisasi gambut, dan revegetasi.
- Lahan gambut di dalam kawasan moratorium gambut dan hutan.

Data yang digunakan untuk analisis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 | Data yang digunakan untuk analisis prioritisasi area pada pemantauan pembukaan lahan gambut

Data	Sumber	Analisis
GLAD Alert	Global Forest Watch (https://www.globalforestwatch.org/map/global/)	Alert/peringatan kehilangan tutupan pohon
Peta Indikatif Restorasi Gambut	Badan Restorasi Gambut (2017)	Sebaran gambut terdegradasi yang mempertimbangkan berbagai faktor, seperti gambut yang terbakar, gambut berkanal, dan fungsi lindung serta budi daya gambut
Peta Kesatuan Hidrologis Gambut	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (https://geoportal.menlhk.go.id/arcgis/rest/services/KLHK)	Batas suatu ekosistem gambut yang berada di antara dua sungai, dan/atau di antara sungai dan laut, dan/atau pada genangan, atau pada rawa
Peta Moratorium Gambut dan Hutan	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (https://geoportal.menlhk.go.id/arcgis/rest/services/KLHK)	Kawasan yang telah ditentukan untuk tidak diberikan izin baru pembukaan lahan di hutan alam dan lahan gambut menurut peraturan yang berlaku
Peta Kawasan Hutan	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (https://geoportal.menlhk.go.id/arcgis/rest/services/KLHK)	Area yang ditentukan sebagai kawasan hutan lindung dan hutan konservasi berdasarkan peraturan yang berlaku
Citra Satelit	Citra Planet, Landsat, dan Sentinel (dalam Global Forest Watch website)	Verifikasi data GLAD Alert dan identifikasi pendorong kehilangan hutan
Peta Batas Administratif	Badan Informasi Geospasial (2016)	Batas wilayah administratif tujuh provinsi prioritas

2. Pembobotan

Tahap pembobotan dilakukan menggunakan metode penyaringan yang mengadopsi metode *Places to Watch* dengan penyesuaian sebagai berikut:

1. Penyaringan dengan grid 5x5km
2. Penghitungan *concern area score*
Hitung Bobot Area Setiap Grid

$$\text{Area Rasio Rerata} = \frac{([Lk1] + [Lk2] + [Lk3])}{2500 \text{ hektar}}$$

Di mana:

Lk : Luas kawasan konservasi,
Lk2: Luas kawasan lindung, dan
Lk3: Luas lahan gambut terdegradasi berdasarkan Peta Indikatif Restorasi.

Skor rasio ditentukan berdasarkan pengetahuan para ahli yang merupakan staf Badan Restorasi Gambut. Semakin tinggi skor rasio menandakan area tersebut semakin penting dan pembatasan lahan untuk dibuka semakin ketat.

3. Penentuan Area Prioritas

Untuk menentukan area prioritas dilakukan dengan penghitungan skor menggunakan tumpang susun grid yang telah menjalani analisis bobot area dengan *GLAD Alert*.

$$\text{Skor} = \text{Bobot Area} \times \text{Jumlah GLAD Alert}$$

Setelah mendapatkan 10 grid dengan skor tertinggi, verifikasi awal dilakukan dengan melihat citra satelit resolusi tinggi terkini dari Planet dan Sentinel. Verifikasi citra satelit dilakukan untuk mengidentifikasi indikasi awal penyebab deforestasi dan mengidentifikasi *false-positive GLAD Alert*.

4. Verifikasi dengan citra satelit dengan resolusi tinggi

Verifikasi dilakukan menggunakan citra satelit pada pemantauan pembukaan lahan gambut melalui proses yang serupa dengan yang terdapat pada Pantau Jejak, dengan contoh hasil dapat dilihat pada Gambar 3.

5. Verifikasi lapangan

Data yang diambil pada saat verifikasi lapangan untuk identifikasi penyebab pembukaan lahan dan hutan gambut meliputi:

- Ketebalan gambut untuk memastikan apakah area prioritas masuk dalam fungsi lindung gambut dengan indikator memiliki ketebalan gambut lebih dari 3 meter
- Indikasi penyebab pembukaan gambut dan status lahan
- Pemetaan dengan drone

Contoh verifikasi lapangan

Pemantauan pembukaan lahan gambut dan verifikasi lapangan dilakukan di Desa Tanjung Penyebal, Kecamatan Sungai Sembilan, Kabupaten Dumai, Provinsi Riau, yang berada dalam Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Sungai Rokan – Siak Kecil. Lokasi ini berada di dalam kawasan hutan produksi dan kawasan moratorium gambut. Berdasarkan analisis area prioritas, terdapat 8.276 titik peringatan GLAD yang teridentifikasi sepanjang Juni sampai Desember 2018, dengan estimasi pembukaan lahan gambut seluas 745 hektar. Akan tetapi, kegiatan verifikasi lapangan hanya dapat memetakan 34 hektar dari lokasi pembukaan lahan gambut karena adanya keterbatasan waktu dan tenaga, sehingga tidak semua titik peringatan GLAD yang perlu diverifikasi dapat dikunjungi.

Gambar 13 | Lokasi pembukaan lahan gambut dan hasil verifikasi lapangan dengan drone di Desa Tanjung Penyebal, Riau



Catatan: titik merah merupakan GLAD alert yang terdeteksi.

Berdasarkan hasil pengeboran, gambut yang ditemukan di lokasi ini memiliki ketebalan lebih dari 5 meter sehingga termasuk gambut dengan fungsi lindung yang seharusnya tidak dimanfaatkan untuk kegiatan

budi daya, terutama budi daya tanaman kelapa sawit. Kondisi tutupan lahan sekitar adalah lahan terbuka yang telah ditanami tanaman sawit muda dan dibangun kanal.

Gambar 14 | Hasil Pengukuran ketebalan gambut dan kondisi tutupan lahan



Berdasarkan wawancara dengan tokoh masyarakat desa setempat, lahan tersebut milik masyarakat yang dikelola untuk budi daya kelapa sawit dan berada bersebelahan dengan areal konsesi hutan tanaman industri.

LIMITASI

Adopsi dan pengembangan metode prioritisasi menjadi tiga inisiatif pemantauan yang berbeda di Indonesia telah menggunakan data terbaik yang tersedia untuk publik. Metode ini dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh berbagai pihak untuk meningkatkan efektivitas sistem pemantauan yang ada. Ke depan, diharapkan informasi yang dihasilkan oleh metode ini dapat mengatasi tantangan sumber daya manusia, terutama petugas pemantauan yang jumlahnya sangat terbatas dengan cakupan wilayah pemantauan yang luas serta pendanaan yang terbatas pula. Dengan metode ini, kerja pemantauan lebih efisien dan perluasan deforestasi dapat dicegah sedini mungkin.

Berdasarkan hasil studi kasus metode prioritisasi GLAD *Alert* untuk deteksi perubahan tutupan lahan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, adanya kesalahan data (*false positive*) pada saat melakukan verifikasi, baik menggunakan citra satelit resolusi tinggi maupun verifikasi lapangan. Kelemahan data ini disebabkan oleh: (1) GLAD *Alert* merupakan hasil pengolahan dari citra satelit sensor optik yang seringkali terganggu tutupan awan dan daerah pasang surut; (2) Resolusi temporal 16 hari merupakan waktu tunggu yang cukup lama untuk proses konfirmasi *Alert* dalam sistem ini, di mana perubahan nilai piksel yang mengindikasikan pembukaan hutan harus terdeteksi lebih dari dua kali di suatu area yang sama. Apabila suatu area baru terdeteksi terbuka satu kali, maka *Alert* tersebut masih berstatus *unconfirmed* atau pembukaan hutan belum bisa terkonfirmasi oleh sistem.

Pada hasil uji coba *Pemantauan lanskap* di Kabupaten Siak, beberapa lokasi yang terdeteksi ada GLAD *Alert* merupakan *false positive*, hasil verifikasi menunjukkan lokasi merupakan lahan sawah tadah hujan. Hal serupa ditemukan pada hasil analisis Pantau Jejak, melalui citra satelit resolusi tinggi terlihat hasil *false positive* di beberapa wilayah dengan perbedaan musim yang kontras antara musim penghujan dan musim kemarau. Hal ini membuktikan bahwa GLAD *Alert* sensitif terhadap daerah pasang surut.

Kedua, sulitnya menentukan penyebab pembukaan hutan yang terjadi melalui verifikasi citra satelit. Pada studi kasus Pantau Jejak, penyebab penebangan hutan (*driver of deforestation*) sulit ditentukan karena periode waktu pengamatan hanya tiga bulan. Pada umumnya pembukaan lahan hasil penebangan hutan belum dimanfaatkan hingga beberapa tahun setelah *land clearing* (Gaveau et al. 2016). Pada studi kasus *Pemantauan lanskap*, hal yang serupa juga dihadapi pada saat mencoba mengidentifikasi penyebab penebangan hutan melalui citra satelit. Namun pada saat verifikasi lapangan, penyebab pembukaan hutan dapat lebih mudah teridentifikasi dengan melihat bibit-bibit komoditas tanaman yang sudah ditanam (kondisi ini belum terlihat melalui citra satelit), maupun melalui wawancara dengan masyarakat setempat.

Ketiga, terbatasnya ketersediaan data yang terbaharui dan dapat diakses publik membuat beberapa area belum dapat dipantau ataupun tidak seharusnya menjadi prioritas pantauan. Ketersediaan citra satelit resolusi tinggi sangat dibutuhkan pada studi Pantau Jejak untuk memverifikasi *true Alerts* karena ketiadaan proses verifikasi lapangan. Pada studi kasus *Pemantauan lanskap*, dibutuhkan peta terbaru tutupan perkebunan kelapa sawit dan perkebunan kayu dalam proses mengeliminasi *Alerts* akibat dari peremajaan sawit maupun pemanenan kebun kayu (akasia dan lainnya).

REFERENSI

- Austin, Kemen G., Amanda Schwantes, Yaofeng Gu, and Prasad S. Kasibhatla. 2019. "What Causes Deforestation in Indonesia?" *Environmental Research Letters* 14(2):024007. doi: 10.1088/1748-9326/aaf6db.
- Gaveau, David L. A., Douglas Sheil, Husnayaen, Mohammad A. Salim, Sanjiwana Arjasakusuma, Marc Ancrenaz, Pablo Pacheco, and Erik Meijaard. 2016. "Rapid Conversions and Avoided Deforestation: Examining Four Decades of Industrial Plantation Expansion in Borneo." *Scientific Reports* 6(1):32017. doi: 10.1038/srep32017.
- Hansen, Matthew C., Alexander Krylov, Alexandra Tyukavina, Peter V. Potapov, Svetlana Turubanova, Bryan Zutta, Suspense Ifo, Belinda Margono, Fred Stolle, and Rebecca Moore. 2016. "Humid Tropical Forest Disturbance Alerts Using Landsat Data." *Environmental Research Letters* 11(3):034008. doi: 10.1088/1748-9326/11/3/034008.
- Lwin, K., Y. Murayama. 2009. A GIS Approach to Estimation of Building Population for Micro-spatial Analysis. *Transaction in GIS, Volume13, Issue4*, August 2009. Pages 401-414.
- Margono, Belinda Arunarwati, Svetlana Turubanova, Ilona Zhuravleva, Peter Potapov, Alexandra Tyukavina, Alessandro Baccini, Scott Goetz, and Matthew C. Hansen. 2012. "Mapping and Monitoring Deforestation and Forest Degradation in Sumatra (Indonesia) Using Landsat Time Series Data Sets from 1990 to 2010." *Environmental Research Letters* 7(3):034010. doi: 10.1088/1748-9326/7/3/034010.
- Parker, D., J. Purwanto, N. Kuslapa, A. Wijaya, A. Tosiani, M. Yazid, I. Sari, T. Kartika, R. Firmansyah, Z. Said, S. Nugroho, P. Potapov, A. Tyukavina, J. Pickering, S. Turubanova, M. Hansen. 2018. "Evaluating land use change trajectories following forest loss in Indonesia". *American Geophysical Union, Fall Meeting* 2018.
- Pratihast, Arun Kumar, Ben DeVries, Valerio Avitabile, Sytze de Bruin, Martin Herold, and Aldo Bergsma. 2016. "Design and Implementation of an Interactive Web-Based Near Real-Time Forest Monitoring System" edited by B. Bond-Lamberty. *PLOS ONE* 11(3):e0150935. doi: 10.1371/journal.pone.0150935.
- Roberto Barbosa, Marcelo, José Carlos Sícoli Seoane, Mario Guimarães Buratto, Leonardo Santana de Oliveira Dias, João Paulo Carvalho Raivel, and Flavio Lobos Martins. 2010. "Forest Fire Alert System: A Geo Web GIS Prioritization Model Considering Land Susceptibility and Hotspots – a Case Study in the Carajás National Forest, Brazilian Amazon." *International Journal of Geographical Information Science* 24(6):873–901. doi: 10.1080/13658810903194264.
- Taylor, R., C. Davis, J. Brandt, M. Parker, T. Stäuble, and Z. Said. 2020. "The Rise of Big Data and Supporting Technologies in Keeping Watch on the World's Forests." *International Forestry Review* 22(1):129–41. doi: 10.1505/146554820829523880.
- Weisse, Mikaela J., Rachael Petersen, Sarah Sargent, and Samantha Gibbes. n.d. "PLACES TO WATCH: IDENTIFYING HIGH-PRIORITY FOREST DISTURBANCE FROM NEAR-REAL TIME SATELLITE DATA." 12.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Norwegian Ministry of Foreign Affairs yang telah mendanai kegiatan pemantauan hutan dan gambut sebagai bagian dari publikasi ini. Kami juga menyampaikan apresiasi kepada Agung Dwinurchaya dari Yayasan HaKA, Andika Putraditama, Anika Berger, Arief Wijaya, Diana Parker dari University of Maryland, Liz Goldman, Noviar dari Badan Restorasi Gambut, dan Dean Affandi yang telah memberikan ulasan dan masukan untuk catatan teknis ini. Ucapan terima kasih penulis tujukan pula kepada Dora Hutajulu yang telah membantu dalam analisis untuk catatan teknis ini.

TENTANG PENULIS

Benita Nathania, Project Lead for Forest and Landscape Monitoring.
Kontak: benita.nathania@wri.org

Hidayah Hamzah, Peat and Forest Monitoring Senior Manager.
Kontak: hidayah.hamzah@wri.org

Zuraidah Said, sebelumnya bekerja di WRI Indonesia sebagai Forest Senior Analyst.

Desti Ayunda, GIS Assistant for Peatland Restoration.
Kontak: desti.ayunda@wri.org

Mirzha Hanifah, Forest Research Assistant.
Kontak: mirzha.hanifah@wri.org

TENTANG WRI INDONESIA

WRI Indonesia, didirikan di Indonesia dengan nama Yayasan Institut Sumber Daya Dunia, adalah lembaga kajian independen yang fokus pada pembangunan sosial dan ekonomi nasional secara inklusif dan berkelanjutan. Pekerjaan kami fokus pada enam bidang utama: hutan, iklim, energi, kota dan transportasi, tata kelola, dan laut. Kami mengaktualisasikan gagasan-gagasan besar ke dalam aksi nyata melalui titik temu yang menghubungkan lingkungan dengan peluang ekonomi dan kesejahteraan manusia.

Pendekatan Kami

Kami mengukur keberhasilan kami melalui perubahan nyata yang terjadi di lapangan. Pendekatan kami terdiri dari tiga langkah penting: *Count It* (Ukur), *Change It* (Ubah) dan *Scale It* (Perluas).

COUNT IT (UKUR)

Kami memulai dengan data. Kami melakukan penelitian independen dan menggunakan teknologi terkini untuk mengembangkan pemahaman dan rekomendasi baru. Analisis cermat kami mencoba mengidentifikasi risiko, membuka peluang dan menginformasikan strategi tepat sasaran. Kami memusatkan upaya kami pada perekonomian berpengaruh dan berkembang, yang akan menentukan masa depan keberlanjutan.

CHANGE IT (UBAH)

Kami menggunakan penelitian kami untuk menginspirasi aksi nyata dari pemerintah, pelaku usaha dan masyarakat sipil. Kami menguji proyek bersama-sama masyarakat, perusahaan dan lembaga pemerintah untuk membangun basis bukti yang kuat. Lalu, kami bekerja dengan para mitra kami untuk menggerakkan perubahan yang mampu mengurangi kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan manusia. Kami membuat tujuan yang dapat diukur dan bertanggung jawab untuk memastikan hasil kerja kami bertahan lama.

SCALE IT (PERLUAS)

Kami tidak berpikir dalam skala kecil. Setelah diuji, kami bekerja sama dengan mitra untuk mengadopsi dan memperluas upaya kami di tingkat regional dan global. Kami terlibat dengan para pembuat keputusan untuk mengimplementasikan gagasan dan meningkatkan dampak. Kami mengukur keberhasilan kami melalui aksi perubahan oleh pemerintah dan pelaku usaha yang mampu memperbesar peluang kesejahteraan bagi masyarakat serta mempertahankan lingkungan yang sehat.

Peta adalah untuk tujuan ilustrasi dan tidak menyiratkan ekspresi pendapat apa pun di pihak WRI, mengenai status hukum negara atau wilayah mana pun atau tentang penetapan batas atau perbatasan.