Panduan Survei dan Pemantauan Populasi Kera Besar

oleh H. Kühl, F. Maisels, M. Ancrenaz & E.A. Williamson

Editor Seri : E.A. Williamson

Terbitan Tidak Berkala IUCN Spesies Survival Commission No. 36

Species Survival Commission

International Union for Conservation of Nature (IUCN)

Didirikan pada tahun 1948, IUCN (International Union for Conservation of Nature) mempersatukan berbagai negara, badan pemerintahan dan lembaga swadaya masyarakat ke dalam suatu kemitraan dunia yang unik; IUCN memiliki lebih dari 1000 anggota yang tersebar di sekitar 140 negara. Sebagai sebuah perserikatan, IUCN selalu berusaha untuk melibatkan diri, mendorong dan membantu masyarakat di seluruh dunia dalam pelestarian keanekaragaman hayati dan integritas alam, serta memastikan bahwa setiap sumber daya alam dimanfaatkan dengan adil dan berkelanjutan secara ekologi. Kekuatan IUCN terletak pada anggota, jejaring kerjasama dan mitra lainnya, sekaligus untuk mendorong peningkatan kapasitas mereka, serta mendukung aliansi global untuk menjaga sumber daya alam di tingkat lokal, regional dan global.

IUCN Species Survival Commission

Species Survival Commission (SSC) adalah komisi terbesar dari enam komisi sukarela yang ada dalam IUCN, dengan keanggotaan secara global yang mencapai lebih dari 8000 tenaga ahli. SSC bertugas memberikan berbagai macam saran kepada IUCN dan para anggotanya, baik berupa saran-saran teknis maupun ilmiah tentang konservasi spesies untuk tujuan mengamankan masa depan keanekaragaman hayati. SSC memberikan masukan-masukan yang signifikan dalam perjanjian-perjanjian internasional yang terkait dengan konservasi keanekaragaman hayati.

Web: www.iucn.org/themes/ssc

IUCN Species Programme

Program Spesies IUCN mendukung aktivitas IUCN Species Survival Commission dan berbagai kelompok spesialis lainnya, serta bertugas untuk mengimplementasikan berbagai prakarsa konservasi spesies di tingkat global. Badan ini merupakan bagian integral dari sekretariat IUCN dan dikelola dari kantor pusat IUCN di Gland, Swiss. Program ini terdiri dari berbagai unit teknis meliputi Perdagangan Satwa Liar, Daftar Merah (Red List), Pengkajian Keanekaragaman Hayati Perairan Tawar (semuanya di Cambridge, UK), serta Prakarsa Pengkajian Keanekaragaman Hayati Global (di Washington DC, USA).

IUCN SSC Primate Specialist Group

Primate Specialist Group (PSG) memfokuskan diri pada konservasi lebih dari 630 spesies dan subspesies prosimian, monyet, dan kera. Tugas utama PSG antara lain ialah melakukan pengkajian status konservasi, melakukan kompilasi berbagai macam rencana kerja, membuat rekomendasi yang berhubungan dengan isu-isu taksonomi, dan mempublikasikan informasi tentang primata dengan tujuan untuk memperkenalkan kebijakan IUCN secara keseluruhan. PSG memfasilitasi pertukaran informasi penting antar para ahli primata dan komunitas konservasi profesional. Ketua PSG dijabat oleh Dr. Russell A. Mittermeier, dengan Dr. Anthony B. Rylands sebagai Wakil Ketua dan Dr. Liz Williamson sebagai Koordinator bagian Kera Besar.

Web: www.primate-sg.org/

Panduan Survei dan Pemantauan Populasi Kera Besar

oleh H. Kühl, F. Maisels, M. Ancrenaz & E.A. Williamson

Editor Seri : E.A. Williamson

Terbitan Tidak Berkala IUCN Spesies Survival Commission No. 36

Pernyataan yang berhubungan dengan kondisi geografis suatu kawasan dalam publikasi ini dan sekaligus materi yang dikemukakan tidak mencerminkan opini dari pihak IUCN atau organisasi partisipan IUCN lainnya terutama mengenai status hukum suatu negara, wilayah atau kawasan, atau otoritas suatu negara, atau mengenai batas-batas wilayah atau perbatasan suatu negara. Publikasi ini tidak diwajibkan mencerminkan pandangan IUCN atau organisasi partisipan lainnya.

Diterbitkan oleh: IUCN, Gland, Switzerland bekerjasama dengan Center for Applied Biodiversity Science dari Conservation International

Hak cipta: © 2011 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

Reproduksi penerbitan ini untuk tujuan pendidikan atau tujuan non-komersil lainnya diperkenankan tanpa izin tertulis dari pemegang hak cipta dan wajib mencantumkan sumber aslinya . Reproduksi penerbitan ini untuk dijual kembali atau digunakan untuk tujuan komersil lainnya tidak diperkenankan tanpa izin tertulis dari pemegang hak cipta.

Kutipan: Kühl, H., Maisels, F., Ancrenaz, M. dan Williamson, E.A. (2011). *Panduan Survei dan Pemantauan Populasi Kera Besar.* Gland, Switzerland: IUCN. iii+ 32 pp.

ISBN: 978-2-8317-1374-8

Foto Sampul Depan: © Crickette Sanz

Disusun oleh: Kim Meek

Alih Bahasa: Joseph Harvey

Tersedia di: [e-mail] jlucena@conservation.org; [web] http://www.primate-sg.org/

Daftar Isi

Rangkuman Eksekutif 1

Bagian 1. Pengantar 2
1.1. Ikhtisar 2
1.2. Ruang Lingkup buku panduan ini 4
1.3. Menetapkan persyaratan dan membedakan antara survei dengan pemantauan 5
1.4. Tujuan dan desain sampling 6
1.5. Menghitung kelimpahan kera besar 7

Bagian 2. Tinjauan Metode Survei Kera Besar 8
2.1. Pengenalan 8
2.2. Metode pengambilan contoh jarak jauh (distance sampling) 9
2.3. Metode yang berhubungan dengan jarak - transek strip dan plot 12
2.4. Indeks sampling 13
2.5. Survei langsung vs survei tidak langsung 13
2.6. Metode penghunian 19
2.7. Penghitungan penuh atau lengkap 19
2.8. Survei tandai- tangkap kembali (mark-recapture) 21
2.9. Penaksir wilayah jelajah (home range estimator) 23
2.10. Teknik wawancara 24
2.11. Kelayakan metode yang berbeda 25
Pohon Keputusan: Survei dan pemantauan — Apa yang harus dilakukan dan kapan 25

Ucapan terima kasih 26

Daftar Pustaka 26
Literatur yang dikutip 26
Literatur tambahan yang bermanfaat 29

Lampiran I. Kontak dan Sumber Daya Informasi dan Pendanaan lebih lanjut 31

Lampiran II. Sumber Data SIG Online 32

Rangkuman Eksekutif

Kombinasi ancaman yang saat ini dihadapi kera besar yang tersisa membutuhkan tindakan konservasi yang segera di semua bidang - dari inisiatif di tingkat lapangan, melalui strategi nasional dan regional, hingga ke konvensi dan rencana aksi internasional. Perkiraan kepadatan dasar dan pemantauan selanjutnya populasi kera sangat penting dilakukan untuk pengkajian dampak ancaman tertentu dan mengukur keberhasilan program konservasi.

Dokumen ini menguraikan pendekatan saat ini untuk survei dan pemantauan kera besar bagi para ahli biologi lapangan, para manajer kawasan lindung, departemen satwa liar pemerintah dan masyarakat konservasi pada umumnya. Bagian 3 sampai 8 memuat informasi tambahan yang terperinci tentang desain survei, metode lapangan, pendekatan analitis, dan pertimbangan praktis seperti logistik, keuangan, dan pelaporan standar. Semua ini tersedia secara online dan dapat diunduh di http://apes.eva. mpg.de/guidelines.html.

Panduan ini sebagian besar berbasis web untuk memungkinkan revisi secara terus menerus dan melakukan update seiring dengan semakin baiknya metode lapangan dan paket statistik dari waktu ke waktu. Perlu diingat bahwa tidak ada metode survei yang “terbaik” dan sesuai untuk semua tujuan, dan pada saat yang sama efisien, tepat, terpercaya, sederhana dan murah. Sebuah upaya telah dilakukan bukan sekedar untuk mengulangi teks yang sudah ada dalam literatur, tetapi untuk memberikan arahan yang nyata dan praktis yang mungkin tidak terdapat di tempat lain.

Beberapa teks penting oleh para penulis lain, seperti Blake (2005) serta White dan Edwards (2000), dapat dilihat di http://apes.eva.mpg.de/documentation.html. Daftar pustaka dan daftar narasumber yang memberikan kontak untuk informasi lebih lanjut dan pendanaan (Lampiran I) dan untuk mendapatkan data SIG (Lampiran II) mengakhiri dokumen ini.

Konservasi kera besar liar memerlukan pemahaman rinci tentang ukuran populasi mereka, distribusi spasial dan tren demografi. Program survei dan pemantauan dirancang untuk memberikan informasi seperti ini. Idealnya, data survei dan pemantauan memungkinkan evaluasi sumber dan dampak ancaman, seperti berburu, degradasi dan fragmentasi habitat, penyakit dan bencana alam.

Upaya ini diharapkan mampu mengidentifikasi kawasan yang bernilai konservasi tinggi dan mengkaji kemanjuran strategi perlindungan dan manajemen. Namun pada kenyataannya status konservasi sebagian besar populasi kera besar liar masih kurang diketahui. Kera besar dijumpai dengan kepadatan populasi yang rendah di sepanjang wilayah jelajah mereka, dan sering di tempat-tempat terpencil yang sulit terjangkau. Kombinasi faktor-faktor ini dengan sifat misteri di kalangan kera besar, mempersulit pelaksanaan program survei dan pemantauan secara efisien.

Akibatnya, rencana kerja yang disusun untuk kera besar baik yang di Afrika maupun di Asia selama beberapa tahun terakhir telah menekankan perlunya mendokumentasikan status konservasi

Sebagian besar survei populasi kera besar memerlukan perjalanan jauh ke dalam hutan terpencil. Tim ini mencari sarang orangutan dengan melakukan kombinasi perjalanan recce dan transek garis di hutan Sabah, Borneo Malaysia.

Foto oleh: © M. Ancrenaz

populasi liar dengan benar (misalnya, Kormos dan Boesch 2003; Singleton *et al.* 2004; Tutin *et al.* 2005). Mempelajari distribusi dan intensitas ancaman, dan distribusi kera besar terkini dapat membantu mengidentifikasi lokasi terbaik untuk kawasan lindung baru, dan memberikan data empiris untuk mengevaluasi strategi pengelolaan yang ada di kawasan lindung dan kawasan yang belum dilindungi dimana terdapat populasi kera besar. Akhirnya, data ini penting untuk pengkajian IUCN Red List of Threatened Species™ (Daftar Merah Species Terancam IUCN), yang harus didasarkan pada ukuran populasi dan status yang sebenarnya.

Bagian 1. Pengantar

1.1. Ikhtisar

Sejak awal, para ahli biologi yang mempelajari kera besar telah menghasilkan peta distribusi geografis kera ini. Ini disusul dengan perkiraan besarnya populasi, yang berkisar dari "tebakan terbaik" berdasarkan wawancara dengan para pemburu atau rimbawan lokal di lokasi terpencil, hingga melalui metode berbasis sampel yang bertujuan menaksir angka kepadatan rata-rata untuk areal yang luas, serta hitungan jumlah kepala yang cukup akurat dengan asumsi bahwa sebagian besar kera di areal yang berkepentingan dikenal secara individu. Pemantauan kera besar paling sering terdiri dari studi jangka panjang dari kelompok-kelompok fokus, seperti simpanse di Gombe (Pusey *et al.* 2007) dan Mahale (Nishida *et al.* 2003), dan gorila gunung di Karisoke (Robbins *et al.* 2001). Namun, untuk melakukan habituasi dan memantau beberapa kelompok masing-masing takson kera besar di lanskap yang luas adalah tidak layak atau tidak hemat biaya (tidak "cost effective") .

Dengan semakin luasnya habitat yang hilang dan fragmentasi hutan lembab pada tahun 1980an, dan mulai diketahui bahwa perburuan liar dan pembunuhan ilegal berdampak langsung dan berat pada kera besar di seluruh wilajah jelajah mereka, para ilmuwan yang merasa prihatin mulai mempertimbangkan apakah penaksiran jumlah menyeluruh dari populasi spesies tertentu dapat dilakukan disamping memantau perubahan dalam distribusi dan kelimpahannya (Ghiglieri 1984; Tutin dan Fernandez 1984). Industri penebangan kayu konvensional merupakan ancaman utama yang tidak langsung terhadap kera besar. Ini bukan saja mengubah habitat kera besar tetapi juga menciptakan jaringan jalan yang membelah kawasan hutan sehingga mempermudah akses ke wilayah yang dulunya terpencil bagi para pemburu dan masyarakat agrikultur (sehingga mempermudah perburuan maupun hilangnya habitat lebih lanjut). Kerusuhan sipil mendorong

Seorang petugas lapangan di Gabon mengukur jarak tegaklurus dari tumpukan kotoran ke garis transek.

Foto oleh © F. Maisels

masyarakat pengungsi ke kawasan hutan yang terpencil dan tidak dihuni dimana mereka menggangu dan dapat memburu spesies yang lebih besar seperti kera besar (misalnya, Hart and Mwinyihali 2001; Kalpers 2001). Kerusuhan sipil juga mengakibatkan proliferasi senjata otomatis. Ini pada gilirannya menyebabkan terjadinya peningkatan perburuan satwa liar dan gangguan keamanan dan ketertiban dimana sering kali yang pertama dilanggar adalah undang-undang perlindungan satwa liar.

Sebuah jaringan kawasan lindung sekarang ada di hutan tropis yang lembab, di mana, paling tidak secara teori, kera dilindungi dari perburuan oleh undang-undang dan hutan sendiri dilindungi dari penebangan atau modifikasi lainnya yang dilakukan manusia. Kombinasi ini yang melindungi kera sendiri dan melindungi kawasan luas yang mengandung habitat berkualitas baik, secara teori, telah melindungi populasi kera yang mampu bertahan selama-lamanya. Namun, baru-baru ini menjadi jelas bahwa penyakit menular dan patogen yang muncul juga menimbulkan risiko yang signifikan terhadap kera besar di dunia (Leendertz *et al.* 2006; Köndgen *et al.* 2008). Di sebagian besar Afrika bagian barat khatulistiwa, populasi gorila dan simpanse telah berkurang dalam jumlah besar disebabkan oleh demam berdarah Ebola, yang menyebabkan penurunan populasi secara cepat dan dramatis hanya dalam satu tahun (Bermejo *et al.* 2006). Diyakini bahwa penyakit yang mematikan ini telah mengurangi populasi kera di wilayah itu hingga setengah dalam kurun waktu 20 tahun terakhir (Walsh *et al.* 2003, 2007). Diperkirakan bahwa, jika perburuan dan hilangnya habitat dapat dihentikan saat ini, dibutuhkan waktu lebih dari satu abad untuk populasi kera di daerah yang selama ini dijangkiti oleh Ebola untuk sepenuhnya pulih kembali.

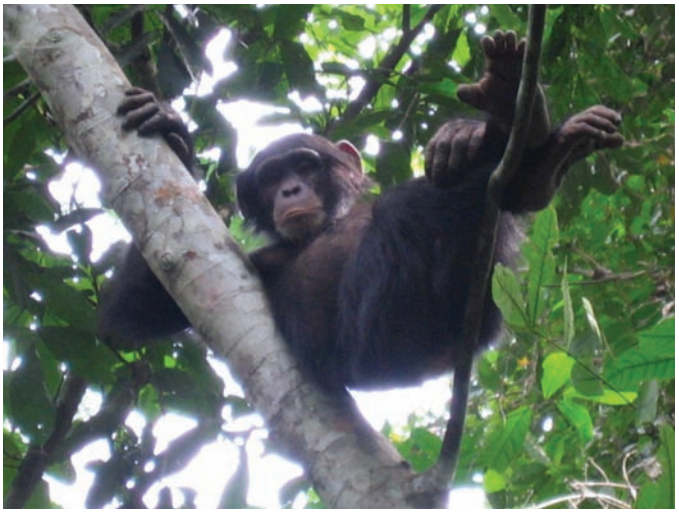
Upaya survei dan pemantauan harus bukan saja memperhitungkan perilaku kera besar dan variabel yang diketahui terkait dengan habitat yang baik, tetapi juga mengumpulkan informasi tentang semua ancaman utama yang membahayakan kelangsungan hidup jangka panjang kera. Secara khusus, informasi mengenai tanda-tanda manusia dan kovariat gangguan harus dicatat selama survei. Informasi mengenai lokasi jalan dan jalur kereta api, sungai yang dapat dilayari, pemukiman manusia dan sekma pertanian yang baru dikembangkan juga harus dicatat karena variabel-variabel ini mempengaruhi distribusi dan kepadatan kera besar.

Kera besar membangun sarang yang terdiri dari struktur vegetatif yang dapat tetap terlihat selama beberapa minggu atau bulan. Metode berbasis sampel pada umumnya lebih mengandalkan hitungan jumlah sarang secara tidak langsung dibanding hitungan kera sendiri secara langsung.

Kerja keras telah dilakukan untuk menaksir jumlah populasi kera besar dengan menghitung sarang mereka yang (i) jumlahnya jauh melebihi jumlah pembuat sarang tersebut (ii) tidak berlari dari tempatnya dan (iii) lebih mudah terlihat.

Sarang terakumulasi selama berbulan-bulan lamanya di manapun berada. Dengan menghitung kepadatan sarang di lokasi tertentu kita dapat memperkirakan kepadatan populasi, dengan asumsi tanaman sarang berdiri yang mengalami pembusukan pada tingkat tertentu di lokasi tertentu dan pada musim tertentu. Oleh sebab itu, sarang ini kurang sensitif dibanding pengamatan langsung pada fluktuasi jangka pendek kepadatan lokal (disebabkan oleh musim). Hitungan sarang telah digunakan berulang kali untuk memantau gorila gunung Virunga sejak 1959. Beberapa studi telah membahas populasi kecil yang berada di dalam dan di sekitar kawasan lindung yang ada, beberapa studi lainnya membahas survei di tingkat nasional, sementara yang lain telah membandingkan metode survei dan pemetaan yang berbeda untuk menentukan mana yang paling akurat, tepat, atau sesuai untuk situasi yang berbeda.

Hingga saat ini, sebagian besar survei telah terlaksana dengan menggunakan hitungan jumlah sarang untuk tujuan spesifik berbasis lokasi. Banyak survei yang dilakukan merupakan bagian dari proyek penelitian, atau program pemantauan kawasan lindung. Banyak daerah yang luas telah disurvei hanya sekali, atau tidak pernah sama sekali, karena kurangnya sumber daya manusia dan keuangan. Bahkan dimana survei telah dilakukan baru-baru ini, hasilnya mungkin tidak cukup akurat untuk memungkinkan deteksi perubahan, baik positif maupun negatif (Plumptre 2000). Satu lagi masalah utama lain adalah konversi hitungan jumlah sarang menjadi taksiran populasi kera besar. Tidak ada hubungan tetap yang konstan antara kepadatan sarang dan kepadatan kera. Oleh sebab laju peluruhan sarang sangat bervariasi antar lokasi dan musim, idealnya survei harus menggabungkan laju peluruhan sarang yang didapati secara lokal dengan taksiran dari musim yang sesuai. Pengumpulan data yang diperlukan untuk menaksir peluruhan sarang dapat



Simpanse muda, *Pan troglodytes verus*.
Foto oleh: © K. Hockings

menghabiskan waktu lebih dari satu tahun sebelum dilakukan survei yang sebenarnya. Hal ini jarang dapat dilakukan bila serangkaian lokasi di suatu negara atau wilayah harus disurvei dengan waktu (dan anggaran) terbatas. Selain itu, biaya untuk meliputi kawasan hutan belantara yang luas dengan berjalan kaki tetap menjadi penghalang untuk meningkatkan ketepatan dan akurasi data survei dan pemantauan.

Data survei dan pemantauan kera besar untuk suatu negara atau spesies secara keseluruhan jarang dipusatkan dan diperiksa untuk mendapatkan laju penurunan atau perubahan pada distribusi geografis masa lalu dan saat ini. Sebagian besar data dan laporan mentah tersebar di laci meja dan lemari arsip atau pada hard drive atau disk yang tua.

Data base Populasi, Lingkungan dan Survei Kera Besar ("A.P.E.S.") yang baru terbentuk belum lama ini (http://apes.eva.mpg.de) bertujuan untuk mensentralisir semua data survei kera besar baik diwaktu yang lalu maupun sekarang. Analisis data ini akan memungkinkan perubahan dalam distribusi dan jumlah kera besar dilacak oleh dan untuk masyarakat konservasi global. Lembaga Pemerintah di negara-negara jajaran kera besar dan lembaga konservasi internasional seperti IUCN akan mampu membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan data ini, yang akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kera besar pada tingkat spesies dan populasi, bukan hanya informasi berbasis lokasi yang ada saat ini. Semua pemegang data yang relevan dianjurkan untuk menghubungi A.P.E.S. (apes@eva.mpg.de).

1.2. Ruang Lingkup buku panduan ini

Kebanyakan kera besar hidup di hutan tropis yang lebat dengan tingkat visibilitas yang rendah. Kasus dimana orangutan dapat dihitung melalui observasi langsung sangat sedikit ditemukan. Pada kebanyakan kasus kita harus bergantung pada tanda-tanda atau bukti tidak langsung, yaitu sarang atau kotoran. Bagian yang sulit adalah menterjemahkan frekuensi keberadaan benda-benda ini di habitat ke dalam suatu ukuran kelimpahan kera. Berbagai metode survei telah dikembangkan, dan gambaran umum dapat dilihat di bagian berikutnya yaitu Bagian 2.

Hasil survei tidak bisa disamakan atau dijadikan acuan dari satu kawasan ke kawasan lain karena kepadatan kera telah terbukti dapat bervariasi secara dramatis walaupun di skala ruang yang kecil. Hubungan antara jumlah sarang yang terhitung di satu lokasi dan jumlah kera yang menghasilkan sarang ini mungkin sangat berbeda di lokasi lain karena variasi faktor konversi (sarang produksi, peluruhan sarang) atau perbedaan di habitat antar lokasi. Oleh karena itu, kita harus memilih rancangan survei yang tepat, yang akan memungkinkan kita untuk mendapatkan sampel yang representatif dari kawasan tertentu. Bagian 3 (online) membahas Pola Survei dan memberikan contoh.

Idealnya diperlukan waktu dan sumber daya keuangan yang cukup untuk melakukan survei yang dirancang dengan baik di areal terkait. Namun, kenyataan yang disayangkan adalah bahwa sebagian besar proyek memiliki anggaran dan keahlian teknis yang terbatas. Bagian 4 (online) membahas Keuangan dan Administrasi Proyek Survei dan Pemantauan.

Sindrom data "sampah masuk, sampah keluar" berlaku untuk survei kera besar. Jika kualitas data yang dikumpulkan adalah lemah, atau desain sampling tidak memberikan gambaran yang sebenarnya tentang areal terkait, kita akan menghadapi masalah menganalisa dan mengintepretasi data. Prosedur pengambilan sampel harus mengikuti protokol desain sampling dan protokol lapangan yang ketat untuk memastikan pengumpulan data yang konsisten dengan kualitas semaksimal mungkin. Rincian lebih lanjut dapat ditemukan secara online di Bagian 5 (Masalah Lapangan: Protokol Logistik dan Pengumpulan Data) dan Bagian 6 (Pelatihan).

Menganalisa data merupakan bagian mendasar dari setiap proyek survei dan pemantauan (Bagian 7 online). Berbagai prosedur analitis dan perangkat lunak telah dikembangkan. Pada saat

mempersiapkan survei, konsultasi dengan seorang ahli statistik profesional yang berpengalaman dalam survei dan pemantauan satwa liar akan sangat bermanfaat.

Survei sering dilakukan untuk proyek tertentu, yang berakhir dengan laporan akhir atau publikasi. Ada juga survei yang dilakukan sebagai bagian dari program pemantauan kawasan lindung. Data-data ini berharga dan diperlukan untuk menganalisa kecenderungan (tren) populasi. Oleh karena itu pengarsipan data adalah hal yang penting, dan dibahas pada Bagian 8 (Standar Pelaporan, online).

1.3. Menetapkan persyaratan dan membedakan antara survei dengan pemantauan

Populasi kera besar memiliki variabilitas yang tinggi dalam ruang dan waktu dalam pola perilaku dan gerakan mereka. Mereka dapat merespon perubahan musim dalam kelimpahan sumber daya atau sebaran dengan pola pengelompokan yang berbeda, perbedaan dalam pemanfaatan wilayah jelajah, peralihan habitat, dan / atau perubahan pola aktivitas (Wich *et al.* 2004). Mereka meninggalkan tanda-tanda, seperti sarang, kotoran, atau sisa makanan, yang membusuk pada tingkat yang berbeda sepanjang tahun umumnya terkait dengan curah hujan dan intensitas kegiatan serangga, terutama untuk kotoran (Ancrenaz *et al.* 2004a). Pada waktu tertentu, kera besar lebih tersembunyi dibanding waktu lain, dan perilaku ini disesuaikan dengan ancaman yang sering terjadi, seperti perburuan. Pada jangka waktu yang lebih lama, kepadatan (jumlah individu per satuan luas) dapat berubah sebagai akibat dari faktor alam atau faktor yang disebabkan oleh manusia. Oleh sebab itu, menaksir jumlah kelimpahan kera adalah tugas yang kompleks.

Survei: Menetapkan perkiraan dasar kelimpahan

Survei memberikan informasi dasar tentang distribusi spesies dan jumah populasi. Survei mengkaji situasi pada suatu saat tertentu, sedangkan program pemantauan umumnya dirancang untuk mendeteksi perkembangan menuju situasi yang telah ditetapkan. Kadang-kadang, karena kendala keuangan, logistik, atau waktu, survei kera besar hanya dapat memberikan indeks kelimpahan seperti tingkat penemuan sarang-kelompok, dan bukan taksiran jumlah populasi keseluruhan. Ada jenis pendekatan survei yang berbeda dan sesuai dengan situasi yang berbeda (lihat Bagian 1.4).

Diperlukan kompromi antara tujuan survei yang ideal dengan tujuan survei yang terjangkau karena pertimbangan praktis dan kendala anggaran. Dalam dunia yang ideal kita akan mendapatkan taksiran kepadatan yang akurat dan tepat bagi semua populasi kera besar. Hal ini akan memungkinkan pengambilan keputusan pengelolaan dan konservasi berdasarkan informasi lengkap (status populasi tertentu, atau nilai dari suatu kawasan tertentu untuk perlindungan suatu sub-populasi). Namun, kendala ini dapat memaksa program survei atau pemantauan untuk memperkirakan hanya indeks kelimpahan yang relatif (lihat di bawah). Dalam banyak kasus, dan terutama di luar kawasan lindung, kendala yang sama dapat berarti bahwa setelah survei dilakukan, tidak ada tindak lanjut. Kelimpahan relatif memberikan informasi yang berguna tentang distribusi spasial dan besar populasi (Greenwood 1996), dan ini dapat dijadikan dasar bagi program pemantauan masa depan. Namun, acuan dasar kelimpahan absolut (bila mungkin) adalah lebih informatif. Survei juga penting pada saat merancang jaringan kawasan lindung, menentukan perbatasan kawasan suaka atau batas-batas koridor yang menghubungkan populasi yang terisolasi, dan saat memutuskan di lokasi mana akan dilakukan investasi waktu dan upaya untuk kegiatan perlindungan atau penelitian.

Pemantauan: Mendeteksi perubahan populasi

Yang dimaksud dengan pemantauan adalah proses survei suatu populasi yang dilakukan secara teratur dan berkala. Program pemantauan dapat dilaksanakan hanya untuk mendeteksi perubahan sementara pada besar populasi. Idealnya sasaran populasi, sebaran, atau kepadatan ditetapkan lebih dulu supaya perkembangan menuju sasaran ini dapat diukur, dan tindakan pengelolaan dapat diambil untuk mengatasi masalah yang teridentifikasi. Tindakan yang diambil dapat bersifat jangka pendek untuk mengatasi ancaman langsung berhubungan dengan penurunan populasi (misalnya, patroli anti perburuan liar), atau strategi perbaikan jangka panjang berdasarkan analisa kecenderungan longitudinal pada status populasi dan ancaman. Strategi jangka panjang dapat berdasarkan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan populasi kera besar dan yang paling berguna dapat menginformasikan strategi pengelolaan konservasi.

Pemantauan populasi membantu kita memahami tentang dampak dari ancaman, seperti perburuan, wabah penyakit, efek penebangan serta degradasi dan / atau fragmentasi habitat, atau dampak dari kegiatan wisata, dan dapat memberikan informasi dasar tentang ekologi kera besar dan reaksi satwa ini terhadap faktor gangguan tertentu. Mengingat kemampuan reproduksi kera besar yang lambat, program pemantauan perlu mengulangi survei setiap satu sampai lima tahun. Namun, tidak ada peraturan tetap untuk frekuensi survei. Hal ini tergantung pada spesies yang disurvei, situasi populasi tertentu dan intensitas ancaman. Jarak waktu yang lebih singkat antar survai yang diulangi adalah lebih baik, karena ini akan memberikan informasi untuk analisa berdasarkan seri waktu, tetapi hal ini biasanya terhalang oleh pertimbangan biaya dan kekurangan tenaga kerja. Varian sekitar estimasi dalam setiap survei harus cukup kecil agar tren signifikan dari waktu ke waktu dapat terdeteksi.

Idealnya program pemantauan dampak mamalia besar dan manusia harus mencakup survei yang dilaksanakan secara rutin. Desain dan waktu dari program seperti ini harus memungkinkan deteksi perubahan secara mudah dan cepat. Hal ini akan memberitahukan pengelola tentang distribusi spasial dan kelimpahan spesies terkait, dan variasi dalam parameter dari waktu ke waktu dan ruang - baik musiman maupun berdasarkan jangka waktu yang lebih panjang. Yang penting, program seperti ini akan menghasilkan informasi mengenai sumber, distribusi, dan intensitas ancaman (walaupun ini biasanya dilengkapi dengan pemantauan penegakan hukum yang dirancang khusus untuk mengumpulkan data tentang ancaman). Data pemantauan biologi dan penegakan hukum kemudian dapat digunakan untuk memandu tindakan konservasi (pengelolaan adaptif), dan untuk mengkaji keberhasilan atau kegagalan strategi pengelolaan. Dalam dokumen ini kami menyediakan informasi untuk membantu para manajer untuk memilih metode hemat biaya yang menangani isu-isu penting ini.

1.4. Tujuan dan desain sampling

Tujuan yang berbeda membutuhkan pendekatan sampling yang berbeda, dan tidak ada satu sampel yang sesuai untuk menjawab semua pertanyaan tentang status populasi (keterangan lebih lanjut dapat dilihat di Bagian 2). Pemilihan desain sampling dan prosedur statistik yang paling sesuai untuk digunakan dalam pengolahan dan analisa data mutlak diperlukan sebelum memulai survei atau program pemantauan. Juga sama pentingnya untuk menguasai metode lapangan yang akan digunakan. Sebuah studi percontohan harus dilakukan, yang tidak saja memberikan kontribusi terhadap pelatihan staf, tetapi juga menyediakan data tentang perbedaan angka perjumpaan (jumlah objek yang ditemui per unit sampel, seperti kelompok sarang per kilometer yang dijalani). Kombinasi dari angka pertemuan itu sendiri dan variasi tersebut akan menentukan upaya total sampling (jumlah unit sampling yang akan dikunjungi dan / atau jumlah objek yang akan dihitung). Jika tujuan dan desain belum didefinisikan dengan benar, hasilnya akan tidak meyakinkan, dan ada kemungkinan menjadi tidak akurat dan menyesatkan. Langkah pertama dari setiap proyek survei atau pemantauan adalah mengidentifikasi tujuan studi, desain sampling, dan protokol analisis secara cermat sebelum memulai kegiatan di lapangan. Kita dapat membedakan tiga kategori informasi yang dapat dikumpulkan melalui survei sampel atau sensus; ini dijelaskan di bawah ini menurut urutan tingkat kompleksitas dari yang paling rendah.

Sebaran biasanya merupakan informasi yang termudah dan termurah untuk didapatkan

Tujuan: Untuk memetakan keberadaan, wilayah jelajah, dan distribusi spesies tertentu.

Survei ini berkisar dari koleksi data dasar kehadiran / ketidakhadiran, untuk suatu pengukuran kepadatan relatif per satuan luas. Survei ini juga digunakan untuk mengumpulkan informasi spesifik geografis tentang sumber ancaman dan preferensi habitat spesies terkait. Survei distribusi mencakup “recce” (Walsh dan White 1999) dan metode hunian (MacKenzie dan Royle 2005). Dalam keadaan tertentu metode hunian juga dapat digunakan untuk menaksir kelimpahan (misalnya Royle dan Nichols 2003).

Positif: Mudah untuk dilaksanakan. Tidak memerlukan tenaga kerja yang terlatih atau tingkat keahlian yang tinggi untuk menganalisa data. Lebih murah dan lebih cepat untuk dilaksanakan daripada perkiraan kepadatan. Survei seperti ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi habitat utama atau lokasi untuk konservasi suatu spesies tunggal, sebuah kumpulan spesies, atau suatu tipe habitat penting di mana spesies ini diketahui berada (McGraw 1998; van Krunkelsven *et al.* 2000).

Negatif: Beberapa metode peka terhadap perbedaan antar pengamat, dan variasi di kemampuan mendeteksi spesies spesifik-musim atau habitat, dan tidak memberikan estimasi populasi sepenuhnya.

Perkiraan kelimpahan melalui survei sampel

Tujuan: Untuk memperoleh perkiraan jumlah populasi untuk suatu kawasan tertentu.

Perkiraan kelimpahan diperoleh dengan melakukan sampling sekumpulan kecil dari populasi terkait. Metode standar yang berlaku saat ini untuk memperkirakan kelimpahan kera adalah dengan menghitung jumlah sarang menggunakan pengambilan contoh jarak jauh garis transek. Besar seluruh populasi di kawasan yang telah ditetapkan ditaksir berdasarkan ekstrapolasi dari sampel. Asumsi utama adalah bahwa sampel adalah representatif dari seluruh kawasan, termasuk ancaman, topografi, vegetasi dan ketinggian

Positif: Bila dilakukan dengan benar akan memberikan lebih banyak informasi tentang status populasi kera besar dibanding metode sederhana kehadiran / absen.

Negatif: Lebih banyak biaya dan tenaga kerja dibanding metode kehadiran / absen yang sederhana. Memerlukan tingkat pelatihan yang lebih tinggi dalam pengumpulan data dan analisa.

Jumlah hitungan suatu populasi (sensus)

Tujuan: Untuk mencatat semua individu yang hadir pada waktu tertentu di lokasi tertentu.

Unsur Positif: Sangat informatif, dan sangat akurat jika benar bahwa semua individu dihitung sekali, dan tidak ada yang terhitung dua kali.

Unsur Negatif: Sering tidak sesuai untuk kera besar, dan tidak dapat dihitung dengan tepat, karena metode ini berdasarkan asumsi bahwa semua individu telah terhitung. Tidak dapat diketahui secara pasti apakah ada individu yang tidak dihitung atau terhitung dua kali.

Setiap metode survei ini dapat digunakan untuk estimasi tren atau untuk menentukan tanggapan pengelola dengan menyajikan informasi tentang perubahan pada status populasi dan pola dampak manusia, meskipun dengan tingkat akurasi yang berbeda-beda. Pemantauan kecenderungan populasi tidak selalu wajib melibatkan perkiraan jumlah atau kepadatan populasi. Indeks kelimpahan kera, seperti jumlah sarang kera besar yang dijumpai per kilometer berjalan, atau kepadatan sarang kera besar tanpa konversi ke kera individu, dapat digunakan jika persyaratan tertentu dipenuhi. Namun, pekerjaan ini harus dilakukan dengan teliti karena kemungkinan untuk melihat sarang dan tanda pembusukan sarang mungkin berbeda tergantung pada musim dan/atau curah hujan.

1.5. Menghitung kelimpahan kera besar

Jenis-jenis informasi dan variabel yang akan dicatat di lapangan jelas tergantung pada tujuan survei. Metode standar perlu ditetapkan sebelum pekerjaan lapangan dimulai untuk memastikan terkumpulnya data yang berkualitas. Upaya standarisasi data dengan kawasan/proyek/survei lain perlu dilakukan untuk memungkinkan perbandingan. Meskipun bagian lain dari buku panduan ini akan merinci variabel-variabel yang berbeda ini, gambaran singkatnya dijelaskan disini. Parameter yang diukur selama survei kera besar dapat dibagi menjadi empat kategori: tanda-tanda kera besar, tanda-tanda manusia, uraian habitat dan faktor iklim.

Kera besar dan tanda-tanda mereka

Indikator kehadiran dan kelimpahan kera besar mencakup pengamatan langsung, sarang, kotoran, sisa makanan, peralatan yang digunakan satwa liar ini, jejak kaki, vokalisasi, bangkai, dan informasi secara lisan dari masyarakat setempat. Variabel ini dapat dikumpulkan dengan berbagai cara yang berbeda, tergantung pada tujuan survei. Rincian disediakan pada bagian berikutnya. Perlu diketahui bahwa bukti konklusif tentang ketidakhadiran suatu spesies dalam suatu kawasan tertentu membutuhkan studi yang lama dan/atau penyelidikan yang dilakukan secara berulang kali (Ross dan Neeve 2003). Sebaliknya, model penghunian (occupancy modelling) memberikan kemungkinan kehadiran kera besar, termasuk untuk kawasan di mana tidak ada tanda kera yang terdeteksi (MacKenzie dan Royle 2005).

Tanda-tanda manusia

Jenis, distribusi, dan intensitas kegiatan manusia yang berdampak pada kera besar dan habitatnya perlu dihitung untuk mengkaji dampaknya bagi jumlah populasi kera besar dan distribusi spasial, dan kemungkinan untuk dapat secara efektif mengelola kawasan untuk peningkatan kelangsungan hidup spesies tersebut.

Tipe vegetasi dan ciri-ciri geografis

Tipe vegetasi merupakan faktor penting yang menentukan distribusi dan kelimpahan makanan dan tempat hunian. Selain itu, kelimpahan dan distribusi pemangsa (termasuk manusia sebagai predator) sebagian ditentukan oleh vegetasi. Topografi dan adanya hambatan alam juga merupakan faktor kunci. Vegetasi dapat digambarkan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Suatu penilaian kualitatif menggunakan deskripsi dari fitur-fitur utama yang dihadapi di lapangan, misalnya, rawa Raphia, atau hutan campuran terra firma. Deskripsi kuantitatif menggunakan nilai numerik untuk mendokumentasikan setiap fitur (misalnya, kemiringan 20%), atau komposisi persen botani tipe habitat yang berbeda. Pemilihan variabel untuk dicatat selama bekerja di lapangan akan ditentukan oleh tujuan survei, waktu yang tersedia, keterampilan pekerja lapangan, dan ukuran luas serta pengetahuan terkini tentang kawasan yang akan diselidiki.

Faktor iklim

Informasi tambahan kadang dibutuhkan untuk menafsirkan distribusi populasi dan perubahan mencakup suhu, kelembaban, dan curah hujan. Ini mungkin memiliki effek terbesar karena menentukan jenis vegetasi dan tingkat produktivitasnya termasuk jumlah kerja besar yang dapat didukung habitat tersebut. Mereka hampir bisa dipastikan memiliki ketahanan terhadap kejadian penyakit dan prevalensi, dan aktivitas manusia di kawasan habitat. Variabel iklim juga mempengaruhi tingkat dekomposisi sarang, kotoran, dan tanda lainnya

Klasifikasi pemanfaatan lahan

Status administratif kawasan di mana setiap tanda kera besar ditemukan (baik di kawasan lindung, pertambangan atau konsesi penebangan, dll atau bukan) perlu dicatat karena lebih dari 80% dari habitat kera besar berada di luar kawasan lindung.

Bagian 2. Tinjauan Metode Survei Kera Besar

2.1. Pengenalan

Bagian ini memberikan gambaran tentang berbagai cara yang digunakan untuk melakukan survei dan memantau populasi kera besar. Cara yang paling sering digunakan ialah pemantauan kelompok-kelompok fokus dan melaksanakan perhitungan sarang di transek. Kami juga membahas tentang pendekatan yang tidak berapa sering digunakan seperti penjumlahan keseluruhan dan teknik yang berkembang belum lama ini yaitu survei menggunakan helikopter. Bagian ini diakhiri dengan ringkasan tentang perkembangan masa depan seperti survei genetik atau survei “tangkap-tandai-tangkap kembali” dengan kamera (capture-mark-recapture) yang telah berhasil diterapkan untuk mamalia besar lainnya. Literatur yang luas tersedia untuk sebagian besar metode survei, dan pembaca didorong untuk mendapatkan rincian lebih lanjut tentang metode masing-masing dari daftar pustaka pada akhir dokumen ini.

Tujuan survei perlu didefinisikan dengan jelas. Misalnya, apakah kita ingin mengetahui distribusi spasial kera di kawasan tertentu, atau apakah kita ingin mengetahui jumlah individu dalam suatu populasi tertentu? Apakah kita paling tertarik pada kecenderungan temporal populasi dan penyebabnya, atau kita perlu mengetahui faktor-faktor penyebab kenaikan (gradien) kepadatan populasi? Tidak setiap metode survei dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan ini secara bersamaan. Tergantung pada tujuan survei, diperlukan pendekatan yang berbeda (Tabel 1) dan keputusan perlu diambil tentang desain dan data yang akan dikumpulkan (Kotak 1).

2.2. Metode pengambilan contoh jarak jauh (distance sampling)

Saat ini pendekatan yang paling banyak digunakan adalah metode pengambilan contoh jarak jauh (distance sampling), yang telah dijelaskan secara menyeluruh (Buckland *et al.* 1993, 2001, 2004). Pengambilan sampel jarak jauh dapat didasarkan baik pada deteksi satwa sendiri atau pada tanda-tanda keberadaan satwa (juga disebut isyarat) seperti sarang dan kotoran pada transek yang telah ditetapkan.

Para pengamat yang menerapkan teknik sampling jarak jauh mengikuti serangkaian garis transek atau meliputi serangkaian titik transek. Dalam masing-masing kasus, informasi (jarak tegak lurus, jarak dan sudut pandangan radial, atau hanya jarak radial untuk titik transek) dikumpulkan untuk memungkinkan penghitungan jarak terpendek dari garis atau titik hingga ke objek terkait yang terdeteksi (satwa individu, kelompok satwa, sarang , dll). Selain objek yang berada pada garis transek atau di titik tengah, tidak diasumsikan bahwa semua objek terdeteksi. Hal ini sangat berguna di habitat hutan dimana jarak penglihatan terbatas, dan dimana kemungkinan mendeteksi sebuah objek berkurang dengan cepat dengan jarak yang semakin jauh dari pengamat. Pengambilan sampel jarak jauh menggunakan alat-alat statistik untuk memperkirakan penurunan mendadak di kemungkinan deteksi dengan jarak yang semakin jauh dari pengamat dan untuk pada akhirnya menyimpulkan kelimpahan objek yang benar (Whitesides *et al.* 1988; Buckland *et al.* 1993, 2001, 2004). Kemungkinan deteksi dibentuk sebagai fungsi dari jarak yang diamati dan kemudian digabungkan dengan tingkat pertemuan (dan perkiraan ukuran kelompok, bila kelompok dijadikan unit observasi) untuk menghitung kepadatan dan kelimpahan objek terkait di kawasan studi. Selama sampel acak diperoleh melalui survei yang dirancang dengan baik, dan jumlah

Kotak 1. Keputusan-keputusan yang perlu dibuat dalam persiapan survei kera besar

Berdasarkan objektif survei, keputusan perlu dibuat tentang:

1) **Objek yang akan dicatat:** Sarang, Kotoran, Sisa makanan, Bekas jejak kaki, Individu, DNA, Suara
2) **Pendekatan survei:** contohnya, survei transek, survei Recce, survei plot, hitungan penuh, survei dari udara, Survei Tangkap-Tandai-Tangkap kembali.
3) **Variabel tambahan:** contohnya, Laju peluruhan sarang, Laju deposisi/konstruksi, Ukuran kelompok.

Tabel 1. Daftar metode survei

Metode	Objektif	Aspek Positif / Negatif	Bagian
Pengambilan sampel jarak jauh (Distance sampling)	Hadir/Tidak Hadir Distribusi Kepadatan dan kelimpahan	Dikembangkan dengan baik, kokoh, saat ini metode survei kera standar	2.2
Metode berkaitan dengan jarak (Distance related methods)	Hadir/Tidak Hadir Distribusi Kelimpahan	Mudah diterapkan, rentan terhadap bias, jika tidak dilakukan dengan teliti	2.3
Metode Indeks (Index methods)	Hadir/Tidak Hadir Distribusi Indeks kelimpahan	Mudah diterapkan, rentan terhadap bias, jika tidak dilakukan dengan teliti	2.4
Metode Hunian (Occupancy methods)	Hadir/Tidak Hadir Distribusi Kelimpahan	Belum diterapkan untuk survei kera besar	2.6
Hitungan penuh (Full counts)	Distribusi Kelimpahan	Jarang sekali layak, asumsi yang kritis mudah dilanggar	2.7
Survei Tangkap-Tangkap kembali (Capture-recapture surveys)	Kelimpahan	Perilaku jelajah kera besar membuat pengembangan lebih lanjut diperlukan	2.8
Survei genetik (Genetic surveys)	(Minimum) Kelimpahan Struktur populasi	Secara teori sangat akurat, metode untuk kera besar masih dalam pengembangan, memerlukan tingkat keahlian yang tinggi	2.8
Perangkap kamera (Camera trapping)	Hadir/Tidak Hadir Distribusi Kelimpahan Struktur populasi	Memiliki potensi besar, metode masih dalam pengembangan	2.8
Penaksir Wilayah Jelajah (Home range estimator)	Kelimpahan	Hanya jarang digunakan, metode ini perlu dikembangkan lebih lanjut	2.9
Teknik Wawancara (Interview techniques)	Hadir/Tidak Hadir	Menyajikan secara cepat informasi tentang keberadaan kera besar di kawasan yang luas. Sering tidak akurat	2.10

Kotak 2. Asumsi penting yang mendasari teori pengambilan contoh jarak jauh

1) Transek garis atau titik terletak secara acak sehubungan dengan distribusi satwa atau objek terkait.
2) Semua satwa atau objek yang berada langsung di atas atau pada garis atau titik harus dideteksi.
3) Jarak ke satwa terdeteksi dicatat di lokasi awal mereka, sebelum mereka bergerak menuju atau menjauh dari pengamat.
4) Penampakan adalah peristiwa independen.
5) Jarak dan / atau sudut diukur secara akurat dan tepat.

objek dan jarak dari setiap objek dari lokasi awal ke suatu titik atau garis dicatat secara akurat, perkiraan densitas yang dapat diandalkan untuk objek-objek tersebut dapat diperoleh - meskipun jika ada jumlah yang tidak diketahui berada jauh dari pengamat dan tidak terdeteksi. Ini merupakan aspek penting dari teori pengambilan contoh jarak jauh.

Asumsi utama pengambilan contoh jarak jauh

Asumsi utama metode ini (Buckland *et al.* 2001) diuraikan di Kotak 2. Survei harus dirancang dan dilaksanakan oleh tenaga yang kompeten dalam metodologi jarak jauh (lihat Bagian 3 Rancangan Survei Design, online). Survei yang tidak dirancang dengan baik dengan pengukuran jarak yang tidak tepat akan menghasilkan estimasi kepadatan yang tidak akurat. Garis atau titik harus ditempatkan secara acak atau sistematis dengan satu titik awal acak. Membentuk transek sepanjang jalan raya atau jalan setapak yang sudah ada yang digunakan oleh manusia tidak akan menghasilkan estimasi kepadatan yang baik, karena kehadiran manusia berkemungkinan besar dapat merubah kelimpahan kera. Meletakkan transek di sepanjang jalan raya atau jalan setapak yang tidak digunakan berarti bahwa pengambilan sampel habitat tidak dilakukan dengan cara yang representatif: jalan raya dan jalan setapak sering terletak di pegunungan atau di sepanjang saluran air, sehingga mengakibatkan keadaan dimana habitat tertentu berlebih atau berkurang disampel. Jalan juga biasanya diapit oleh koridor vegetasi sekunder yang memerlukan cahaya, yaitu habitat yang relatif jarang ditemukan di hutan secara keseluruhan, tetapi yang digemari beberapa kera (gorila misalnya).

Pelanggaran asumsi bahwa semua objek yang terletak di atas dan di garis transek terdeteksi akan menciptakan bias. Beberapa objek (terutama sarang) dapat tidak terdeteksi walaupun berada langsung di atas pengamat, hal ini menyebabkan taksiran yang terlalu rendah dibanding kepadatan sebenarnya (Lihat van Schaik *et al.* 2005.). Selain mendeteksi semua objek terkait yang berada langsung di/di atas garis atau titik, pengukuran jarak harus diperoleh dengan akurat sebelum ada gerakan sebagai reaksi terhadap pengamat. Jika objek yang dilihat bukan kejadian bebas (independent event) ini tidak akan menyebabkan bias pada estimasi kepadatan, tetapi akan memiliki implikasi pada estimasi varians. Oleh karena itu untuk satwa atau objek yang muncul dalam kelompok (kera atau kawasan sarang), kelompok adalah unit yang lebih disukai untuk pengamatan dan jarak ke tengah kelompok adalah informasi yang dibutuhkan.

Dengan asumsi bahwa asumsi dasar ini terpenuhi dalam desain dan pelaksanaan survei lapangan, paket perangkat lunak DISTANCE (Thomas *et al.* 2006), yang dapat diunduh dengan gratis, biasanya digunakan untuk merancang survei dan menganalisa data survei (untuk disesuaikan dengan salah satu fungsi deteksi, dan menghitung kepadatan dan varians sampel). Lihat Bagian 7 Analisa Data (online) untuk keterangan lebih lanjut, dan untuk mendapatkan perangkat lunak dan informasi lain kunjungi: *http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/*.

Faktor lain yang perlu dipertimbangkan dengan pengambilan sampel jarak jauh

Keberhasilan pengamat: Beberapa studi telah menunjukkan bahwa pengalaman mempengaruhi deteksi objek (misalnya, deteksi sarang: van Schaik *et al.* 2005). Keterampilan para pelaku survei tergantung pada beberapa faktor: a) kemampuan individu untuk mendeteksi objek: perbedaan individu dalam penglihatan, pendengaran, ketinggian dan dedikasi akan mempengaruhi jumlah sarang terdeteksi selama survei. Namun, karena pola pengambilan contoh jarak jauh menggunakan model kemungkinan mendeteksi objek terkait, memanfaatkan pengamat individu yang sama atau pengamat dengan tingkat keterampilan yang sama selama satu siklus pengambilan sampel akan menyelesaikan masalah pertama ini; b) Kelelahan: sesi survei perlu dijaga supaya berlangsung dengan singkat. Bila para pelaku survei merasa lelah, mereka akan kurang berhasil mendeteksi objek dan dengan demikian menambah kecenderungan untuk berubah ke proses deteksi; c) Konsentrasi: jika terlalu banyak jenis objek yang harus dicatat (misalnya, survei multi-spesies), ada kemungkinan besar bahwa kemungkinan deteksi dan kualitas data (keakuratan pengukuran

jarak, misalnya) akan terpengaruh - singkatnya, jangan coba mencari terlalu banyak hal sekaligus. Biasanya satu orang harus melihat ke atas untuk mencari sarang di pohon dan pengamat lain harus melihat ke bawah untuk sarang di tanah (bila sesuai) dan data tambahan seperti kotoran, jejak kaki, atau tanda-tanda aktifitas manusia.

Lingkungan: Variabel lingkungan dan musim ada kemungkinan dapat menentukan jumlah objek terdeteksi dengan mempengaruhi tingkat pertemuan, proses deteksi, atau bahkan ukuran kelompok: faktor lingkungan ini mencakup c uaca (angin, hujan, cahaya yang tersedia, sudut matahari), struktur hutan dan komposisi, tinggi hutan, dan seterusnya (Bibby and Buckland 1987). Fitur fisik dari kawasan survei juga mempengaruhi kemampuan para pengamat untuk mendeteksi individu, sarang dan tanda-tanda lain: kondisi yang berat (daerah curam, rawa-rawa, sungai, vegetasi tebal), misalnya, menghambat deteksi yang efisien atau merubah tingkat pertemuan. Namun selama faktor-faktor ini dicatat untuk setiap objek yang terdeteksi, faktor-faktor tersebut dapat dimasukkan dalam analisa sebagai kovariat. Demikian pula, pencatatan variabel yang berkemungkinan mempengaruhi tingkat pertemuan (misalnya, mencatat bila terjadi perubahan tipe habitat) memungkinkan stratifikasi setelah kajian dilakukan menggunakan variabel ini ketika analisa dijalankan.

Ukuran sampel yang memadai: Minimal 60 - 80 pengamatan diwajibkan untuk memenuhi persyaratan dasar pengambilan contoh jarak jauh. Namun, diperlukan sampel yang lebih besar untuk menghasilkan perkiraan yang dapat diandalkan atas nilai-nilai penting lainnya untuk memperkirakan kepadatan dan ukuran populasi (Lihat online Bagian 3 Desain Survei dan Bagian 7 Analisa Data).

Di kawasan dengan kepadatan objek yang rendah (sarang kelompok, individu) jumlah minimum pengamatan ini bisa sulit dicapai tanpa upaya yang keras terhadap survei. Karena kelompok sarang sering mengelompok di dalam habitat yang sesuai, perlu ditetapkan panjang transek yang cukup panjang untuk meminimalkan kemungkinan bahwa ada nol sarang pada setiap transek tertentu. Pemeriksaan data yang ada dari kawasan tersebut atau data dari suatu studi percontohan (pilot study) dapat digunakan untuk membuat keputusan penting ini.

Pengambilan contoh jarak jauh di garis transek

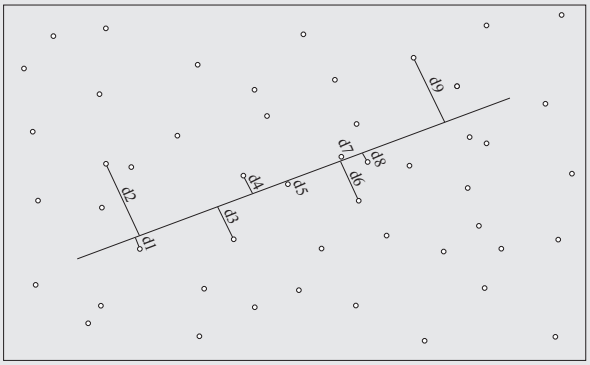
Garis-transek adalah metode tanpa plot di mana para pengamat berjalan sepanjang garis lurus dengan panjang diketahui, baik yang ditempatkan secara acak atau sistematis di kawasan survei (lihat Kotak 3). Kawasan yang disampel sepanjang transek garis ini adalah kawasan hipotetis di mana semua tanda atau hewan diasumsikan telah terdeteksi. Kawasan ini adalah sama dengan 2 Lμ, dimana L adalah total panjang transek dan μ adalah lebar kawasan di mana jumlah objek yang tidak dihitung adalah sama dengan jumlah yang terlihat di luar jarak ini. μ dikenal sebagai lebar kawasan efektif dan ditentukan dengan menggunakan perangkat lunak Distance.

Untuk memperkirakan μ, jarak tegak lurus dari objek sasaran yang terdeteksi pada garis transek harus dicatat secara akurat. Kadang-kadang, untuk memastikan bahwa asumsi yang mendasari pengambilan contoh jarak jauh sudah terpenuhi, jarak penglihatan/radial dan sudut (yang dapat digunakan untuk menghitung jarak tegak lurus) dicatat sebagai gantinya, dan hal ini terutama berlaku untuk pengamatan satwa hidup. Metode yang menggunakan jarak pengamatan juga memerlukan sudut pengamatan untuk menghitung jarak tegak lurus dan dengan cara ini memperkirakan kepadatan (ditinjau dalam Hayes dan Buckland 1983). Secara umum diakui bahwa metode jarak pengamatan dan sudut ini secara statistik tidak berlaku dibanding dengan metode jarak tegak lurus (misalnya, Plumptre dan Cox 2006).

Jarak tegak lurus dapat diukur (atau diperkirakan) secara langsung (data yang tidak dikelompokkan) atau ditempatkan di kategori jarak yang tepat (data kelompok). Yang terakhir

Kotak 3. Pengambilan sampel transek garis

Sebuah garis transek tunggal ditampilkan. Lingkaran menandakan objek sasaran yang tersebar di kawasan sekitar transek. Jarak tegak lurus dari sembilan objek yang sebenarnya terdeteksi ditandai dengan d1, d2…d8 (lihat Buckland *et al.* 2001).



Kotak 4. Survei sarang orangutan dari udara di Sabah, timurlaut Borneo

Survei di Sabah dilaksanakan dengan pesawat kecil jenis Bell 206 Jet Ranger dengan kecepatan dan ketinggian yang tetap (70km/h and 60–80m di atas kanopi). Sebuah metode sampling sistematik berlapis menggunakan transek garis sejajar berjarak sama telah dirancang, dimana lokasi garis pertama dipilih secara acak (lihat Ancrenaz *et al.* 2005 untuk metodologi terperinci).

Pendeteksian sarang dari helikopter atau pesawat sayap-tetap sangat tergantung pada struktur kanopi hutan dan kemampuan pengamat. Secara ideal, model khusus untuk mendapatkan kepadatan sarang dari indeks dari udara perlu dirancang untuk jenis habitat yang berbeda dan untuk berbagai tingkat keterampilan pengamat. Sebelum model seperti ini dirancang, pengujian di darat (ground-truthing) harus dilakukan dalam tipe habitat yang berbeda untuk melakukan validasi suatu model dasar dan untuk menentukan faktor koreksi spesifik-habitat bila diperlukan. Kamera video yang dipasang di masing-masing sisi pesawat dapat merekam semua penemuan dan rekaman ini dapat dianalisa dengan teliti setelah penerbangan.

Pencatatan jarak sarang dari garis transek udara tidak mungkin dilakukan dari garis transek udara, dan dengan demikian perkiraan kepadatan sarang orangutan tidak mungkin didapatkan secara langsung dari penerbangan ini. Sebaliknya, yang diperoleh adalah tingkat pertemuan. Survei udara dilakukan dalam kaitannya dengan tahap pra-kalibrasi berdasarkan survei sarang di darat untuk memperoleh lebih banyak perkiraan kepadatan sarang orangutan dengan cara konvensional.

Sebuah model statistik yang kuat kemudian dapat dikembangkan, dengan korelasi indeks udara dan kepadatan sarang orangutan. Model ini diterapkan pada semua hutan di Negara Bagian Sabah yang hanya memiliki persediaan data dari udara. Di masa yang akan datang ada kemungkinan untuk melakukan pengelompokan penampakan sarang menjadi selingan jarak pada masing-masing sisi pesawat, sehingga memudahkan perkiraan kemungkinan deteksi.

ini harus dipertimbangkan sebagai pilihan hanya bila tidak mungkin mendapatkan jarak yang tepat karena pengelompokan data sangat membatasi pilihan untuk analisa. Setelah mengumpulkan data jarak yang tepat, kita masih bisa memilih untuk mengelompokkan data ini untuk menangani masalah pengukuran jarak; oleh sebab itu data jarak yang tepat menawarkan fleksibilitas yang lebih pada tahap analisa.

Survei strip udara dan survei garis transek

Di Sabah (Timurlaut Borneo), survei garis transek dari udara telah digunakan untuk survei sarang orangutan di seluruh negeri tersebut (Ancrenaz *et al.* 2005). Survei dari udara secara signifikan meningkatkan jumlah kawasan yang disampel per satuan waktu. Survei dari udara juga merupakan sarana untuk melakukan survei di kawasan terpencil yang tidak mudah diakses dari jalan darat, dan dapat dilakukan dalam waktu yang jauh lebih singkat dan memerlukan investasi tenaga kerja yang lebih rendah dibanding survei khas di darat (Caughley 1974; Ancrenaz *et al.* 2004a.). Kegunaan dari survei udara tergantung pada proporsi objek sasaran yang dapat dideteksi para pengamat secara akurat dari udara; jika secara substansial kurang dari 100% dari objek sasaran yang dapat terdeteksi dari udara, maka diperlukan metode untuk memperbaiki nilai-nilai yang diamati (lihat Kotak 4).

Survei sarang dari udara kemungkinan tidak bermanfaat di Afrika, karena kera besar Afrika bersarang lebih rendah di kanopi atau bahkan di lantai hutan dan sarang-sarang ini tersembunyi oleh kanopi. Pengamat juga mungkin tidak dapat membedakan antara sarang gorila dan simpanse dari udara di kawasan di mana kedua spesies ini simpatrik. Namun, survei dari udara dapat berguna untuk menentukan distribusi populasi dan kelimpahan relatif di lanskap terbuka, seperti mosaik savana di Afrika Barat.

Pengambilan contoh jarak jauh di transek titik (point transect)

Transek titik (atau oint transect) dapat dianggap sebagai transek garis yang tidak mempunyai panjang. Serangkaian titik diselidiki dan jarak radial antara objek terdeteksi dan titik tengah diukur (lihat Kotak 5). Dalam prakteknya, serangkaian titik terletak di sepanjang garis lurus. Pada transek titik, hanya kawasan di titik tengah dapat memiliki kemungkinan deteksi pada ukuran satu. Kawasan yang dikaji di transek titik adalah $A = r2\ \pi$, dimana r adalah radius efektif yang diperkirakan.

2.3. Metode yang berhubungan dengan jarak - transek strip dan plot

Strip transek memberikan jumlah total dalam persegi panjang (atau kuadrat) yang diberikan dengan panjang dan lebar yang diketahui dan dengan itu luasnya. Tidak ada jarak yang diukur selama pengambilan sampel transek strip, tetapi metode ini mengharuskan semua objek di strip terdeteksi. Dengan kera besar, asumsi ini kemungkinan akan dilanggar, terutama di hutan, karena pengamat hanya berjalan di tengah dan kemungkinan tidak akan dapat mendeteksi objek di tepi strip, yang mengarah ke penurunan kepadatan yang sebenarnya (misalnya, Vincent *et al.* 1996). Oleh karena itu, pendekatan yang dimodifikasi telah digunakan untuk survei sarang orangutan di hutan rawa Borneo: Plot berbentuk bulat atau kotak dengan ukuran tertentu diletakkan secara acak pada peta dan ditandai kedudukannya dalam hutan. Batas-batasnya ditandai dengan jelas, dan plot ditelusuri secara menyeluruh untuk menghitung semua objek yang ada di dalam. Pendekatan

ini adalah berdasarkan suatu teori sampling populasi terbatas (Cochran 1977), di mana luas yang tepat dari lokasi survei telah diketahui terlebih dulu dan semua objek di kawasan sampling terdeteksi. Hitungan plot menghasilkan perkiraan kepadatan sarang yang lebih tinggi secara signifikan dibanding transek garis, dan mendekati dengan estimasi kepadatan sebenarnya yang diperoleh melalui pendekatan-pendekatan lain (van Schaik *et al.* 2005).

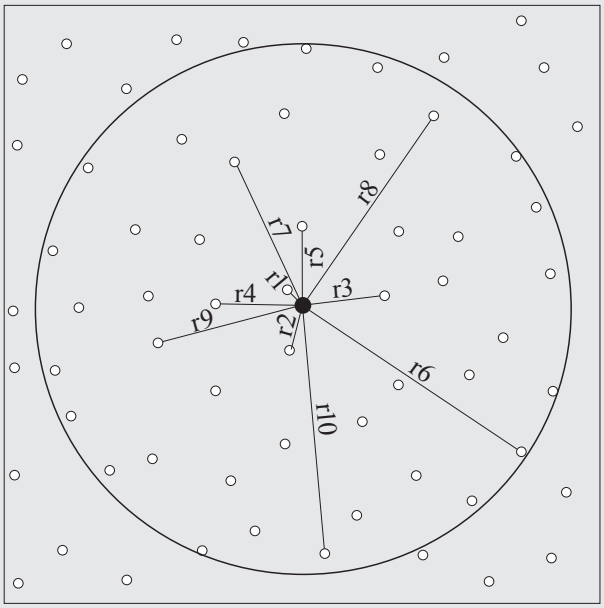
2.4. Indeks sampling

Indeks sampling menghasilkan tingkat pertemuan, yang diasumsikan proporsional dengan kepadatan yang sebenarnya. Ini sering lebih mudah didapatkan daripada perkiraan kepadatan. Namun, indeks seperti ini dapat mencerminkan varians pada faktor-faktor lain selain kepadatan dan juga mungkin mencerminkan perbedaan kemungkinan deteksi antara para pengamat dan antara tipe vegetasi, atau variasi dalam tingkat produksi, tingkat peluruhan, dan penggumpalan dari sarang atau kotoran. Sumber variasi yang mungkin harus dipertimbangkan dengan teliti bila menggunakan indeks, dan pengawasan harus dibentuk untuk menafsirkan dan meminimalkan variasi seperti ini termasuk memplot jumlah kumulatif observasi per satuan jarak dan sampel sampai kurva yang diplot berakhir.

Pengintaian dengan berjalan. Prinsip dasar dari perjalanan untuk meninjau atau "recce" adalah dengan berjalan ke arah yang telah ditetapkan melalui jalur yang paling mudah melewati kawasan survei (Walsh dan White 1999). Perjalanan recce "terpimpin" seharusnya tidak boleh menyimpang tidak lebih dari 40 ° dari arah yang telah ditentukan, dan dianggap lebih informatif daripada berjalan kaki tanpa arah tertentu. Pengumpulan data adalah sama seperti pada transek garis (jumlah objek, jarak sepanjang garis, data tambahan terkait), kecuali bahwa jarak tegak lurus tidak tercatat dan lebar strip sampel telah ditetapkan (biasanya 1 m pada kedua sisi pengamat) untuk meminimalkan variasi dalam visibilitas antar tipe habitat. Perjalanan Recce sering digunakan dalam studi percontohan survei (survey pilot studies), dan sangat berguna bagi para pengamat untuk mengenal kawasan studi (vegetasi, topografi) dan untuk membiasakan diri mereka untuk mendeteksi tanda-tanda yang berbeda. Perjalanan recce juga digunakan untuk mengumpulkan data tentang distribusi spasial dari suatu spesies. Meskipun indeks ini dapat bermanfaat sampai batas tertentu, perlu diingat bahwa recce tidak memberikan sampel yang bebas dari bias dari kawasan tersebut, dan variasi pada tingkat pertemuan recce sangat mungkin berasal dari berbagai sumber dan bukan hanya dari variasi kepadatan. Protokol pemantauan biologi (biomonitoring) sering menggabungkan transek garis dengan recce (Kotak 6).

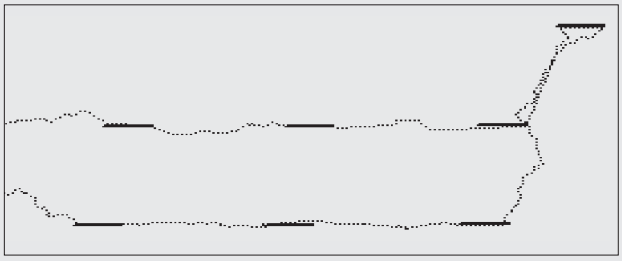
Kotak 5. Pengambilan sampel transek titik

Jarak radial 10 obyek yang terdeteksi ditandai sebagai r1, r2…r10 (lihat Buckland *et al.*, 2001). Lingkaran mewakili jarak maksimal dari tengah dimana objek terdeteksi.



Kotak 6. Recce dikombinasikan dengan transek garis

Suatu bagian dari desain survei ditampilkan. Transek (garis padat pendek) dihubungkan oleh recce yang dibuat berdasarkan panduan (garis putus-putus). Jarak tegak lurus diukur hanya sepanjang transek garis.



2.5. Survei langsung vs survei tidak langsung

Survey Langsung. Ini merupakan hitungan jumlah satwa individu atau kelompok, dan mungkin dilakukan jika satwa dapat dideteksi dengan mudah dan bergerak lambat berkaitan dengan pengamat. Disayangkan bahwa hal seperti ini biasanya tidak berlaku dengan kera besar, yang cenderung pemalu dan suka menghindar. Bagi komunitas kera besar yang dikenal pengamat, pemantauan langsung lebih memungkinkan untuk dilaksanakan dan bisa memberikan bukti fluktuasi dalam jumlah populasi kera besar (Boesch dan Boesch-Achermann 2002; Bermejo *et*

al. 2006;. Pusey *et al.* 2007). Sebagian besar survei garis transek kera besar Afrika menghitung kelompok-kelompok dan bukan individu. Ini diperlukan untuk memenuhi kriteria pengamatan independen, yang cenderung lebih akurat bagi kelompok daripada individu. Namun, juga penting untuk menghitung semua individu yang dijumpai dalam kelompok, dan untuk menghitung faktor deviasi rata-rata dan standar ukuran kelompok menjadi estimasi kepadatan dan jumlah populasi.

Survey tidak langsung. Karena survei langsung kera besar sering kurang sesuai, sebagian besar survei dilakukan menggunakan tanda-tanda tidak langsung kehadiran kera besar. Yang dihitung adalah tanda-tanda (atau isyarat) kehadiran kera besar, bukan kera besar secara individu atau kelompok. Sarang adalah yang paling mudah untuk dilihat dan adalah bukti yang paling banyak dijumpai. Tanda-tanda lain, seperti kotoran, juga dapat dihitung, tetapi ini mustahil dilakukan bila kera yang disurvei adalah orangutan yang bersifat arboreal (tinggal di bagian atas pohon). Survei tidak langsung yang bertujuan untuk menghitung estimasi kepadatan kera besar harus didasarkan pada tingkat produksi objek sasaran dan tingkat peluruhannya yang diketahui, serta perbandingan populasi yang sebenarnya meninggalkan tanda-tanda yang 'terdeteksi' tersebut, supaya kepadatan kera besar dapat dihitung dari kepadatan tanda-tanda tidak langsung tersebut. Hasil yang diperoleh dari survei tidak langsung perlu divalidasi dengan estimasi kepadatan yang sebenarnya, bilamana mungkin.

Meskipun tujuan survei adalah untuk mendeteksi variasi temporal atau spasial yang sebenarnya dalam ukuran populasi kera, survei tidak langsung dapat menghasilkan perkiraan kepadatan yang berbeda karena beberapa alasan yang tidak terkait dengan variasi yang sebenarnya dalam kelimpahan kera. Beberapa sumber kesalahan sampling, seperti perbedaan dalam metode, keterampilan yang berbeda-beda antara tim-tim survei, dan pendeteksian diferensial sarang dalam tipe hutan yang berbeda dapat diatasi melalui pelatihan, peralatan analisa, dan penggunaan protokol standar. Namun, sumber-sumber kesalahan lain lebih sulit untuk diawasi. Estimasi durasi sarang adalah sumber kesalahan terbesar saat menghitung perkiraan kepadatan kera besar dari data survei sarang. Durasi sarang (yaitu, waktu rata-rata sarang kera besar masih kelihatan) memiliki perbedaan besar baik di dalam dan diantara kawasan survei karena berbagai faktor, termasuk curah hujan, ketinggian, pH tanah, tinggi sarang dan eksposur, dan spesies pohon sarang (van Schaik *et al.* 1995; Singleton 2000;. Buij *et al.* 2003;. Ancrenaz *et al.* 2004 a, b;. Johnson *et al.* 2005;. Marshall *et al.* 2006, 2007;. Mathewson *et al.* 2008). Tim survei dan para manajer harus menyadari besar dan arah dampak dari berbagai jenis kesalahan sampling pada estimasi kepadatan populasi. Hanya setelah sumber-sumber kesalahan sampling dipertimbangkat dengan cermat, baru dapat dilakukan pengkajian apakah estimasi kepadatan yang berbeda mencerminkan perbedaan yang sebenarnya antara kawasan atau periode survei.

Penghitungan sarang

Individu yang telah berhenti menyusu dari semua spesies kera besar akan membangun sarang untuk tempat mereka tidur di waktu malam dan kadang-kadang beristirahat pada siang hari. Sarang-sarang ini dapat dilihat di dalam hutan selama beberapa minggu atau bulan setelah dibangun dan digunakan. Oleh sebab itu sarang lebih sering ditemui dibanding kera besar sendiri, sehingga menghasilkan banyak data selama survei dan taksiran yang lebih akurat, dengan asumsi bahwa variabel yang digunakan untuk menghitung kepadatan (yaitu, tingkat produksi, tingkat peluruhan) juga dihitung dengan ketepatan yang layak. Selain itu, sarang tidak bergerak, dan ini memudahkan penentuan jarak tegak lurus dan ukuran kelompok dibanding deteksi kera besar itu sendiri. Adalah penting untuk membedakan kelainan spesifik antar sarang di kawasan di mana terdapat dua spesies kera besar yang sympatric (Tutin *et al.* 1995). Sanz *et al.* (2007) telah menunjukkan bahwa dengan mengumpulkan beberapa ciri-ciri tambahan, sarang simpanse dan gorila dapat dibedakan dengan benar.

Perhatian khusus juga perlu diberikan agar tidak keliru membedakan sarang kera besar dengan sarang yang dibangun oleh spesies lain. Di Asia, tupai raksasa, beruang madu atau beberapa spesies burung (bangau ajudan, raptor) membuat sarang dan pengamat pemula bisa keliru menyimpulkan ini sebagai sarang orangutan. Oleh sebab itu para pengamat perlu dilatih dengan baik.

Dua jenis penghitungan sarang yang digunakan adalah penghitungan sarang *standing crop* (misalnya, Tutin dan Fernandez 1984; Morgan *et al*. 2006) dan penghitungan sarang *marked nest atau sarang ditandai* (Plumptre dan Reynolds 1994, 1996; Hashimoto 1995; Furuichi *et al.* 2001). Berdasarkan metode standing crop, semua sarang yang ditemui akan dicatat. Sesuai metode marked nests atau sarang ditandai, hanya sarang yang dibangun baru-baru ini saja (yaitu, yang dibangun sejak survei awal atau sebelumnya) yang dicatat selama kunjungan berulang. Kedua metode ini memerlukan variabel atau faktor konversi tambahan untuk mengubah jumlah hitungan sarang menjadi kelimpahan kera besar. Metode standing crop memerlukan tingkat konstruksi sarang dan tingkat peluruhan sarang; metode marked nest hanya memerlukan yang terdahulu (lihat Kotak 7). Perbedaan ini menyebabkan pro dan kontra untuk kedua metode dalam hal efisiensi dan ketepatan survei (lihat di bawah).

Menentukan variabel tambahan untuk digunakan sebagai faktor konversi

Menghitung variabel tambahan bukanlah tugas yang sederhana, karena tidak ada hubungan statis antara kepadatan sarang kera besar dan kepadatan kera besar. Tingkat peluruhan dan tingkat pembangunan sarang memperlihatkan variabilitas spatio-temporal tinggi (misalnya, Walsh dan White 2005). Oleh karena itu, survei kera besar yang mengandalkan pada nilai-nilai yang diambil dari literatur (lihat Tabel 2), dan bukan nilai dari kawasan dan waktu tertentu, cenderung menghasilkan bias yang besar (misalnya, Mathewson *et al.* 2008.). Sebagai contoh, orangutan Sumatera sering membuat sarang pada waktu tengah hari, tetapi kebanyakan orangutan Borneo tidak melakukan hal yang sama (Ancrenaz *et al.* 2004).

Kotak 7. Menterjemahkan hitungan sarang menjadi kepadatan kera besar

Penghitungan sarang standing crop

$$\hat{D}_{Apes} = \frac{\hat{D}_{all_nests}}{\hat{p} \times \hat{r} \times \hat{t}}$$

dimana $\hat{D}_{all_nests}$ adalah perkiraan kepadatan sarang untuk semua sarang, $\hat{p}$ perkiraan proporsi pembangun sarang, $\hat{r}$ perkiraan tingkat produksi sarang per hari per individu, dan $\hat{t}$ perkiraan rata-rata masa kehidupan sebuah sarang, dalam hitungan hari.

Hitungan sarang yang ditandai (Marked nest count)

$$\hat{D}_{Apes} = \frac{\hat{D}_{recent_nests}}{\hat{p} \times \hat{c} \times \hat{r} \times \hat{d}}$$

$\hat{D}_{recent_nests}$ adalah perkiraan kepadatan sarang yang baru saja dibangun, $\hat{c}$ proporsi sarang tersisa hingga sensus berikutnya dalam kelas umur segar atau baru-baru ini, dan $\hat{d}$ adalah jarak antar-kunjungan, dalam hitungan hari, antara yang pertama / sebelumnya dan kunjungan kembali untuk metode penghitungan sarang yang ditandai (marked nest count).

Tabel 2. Variabilitas spasial pada tingkat peluruhan sarang. Perbedaan besar jelas menunjukkan perlunya perkiraan tingkat peluruhan spesifik lokasi-dan survei

Spesies	Perkiraan waktu peluruhan [hari]	Lokasi	Sumber
Bonobo	76	Southwest Salonga, DRC	Mohneke & Fruth 2008
	99	Lomako, DRC	van Krunkelsven 2001
Simpanse	73	Taï, Côte d'Ivoire	Marchesi *et al.* 1995
	90	Goualougo, Congo	Morgan *et al.* 2007
	106	Lopé, Gabon	Hall *et al.* 1998
	111	Kibale, Uganda	Ghiglieri 1979
	114	Belinga, Gabon	Tutin & Fernandez 1984
	221	Haut Niger, Guinea	Sugiyama & Soumah 1988
Gorila	54	Belinga, Gabon	Tutin & Fernandez 1984
	78	Lopé, Gabon	Tutin *et al.* 1995
	90	Goualougo, Congo	Morgan *et al.* 2007
	170	Ngotto, CAR	Brugière & Sakom 2001
Orangutan	81	Ketambe, Indonesia	Rijksen 1978
	145	Danau Sentarum, Kalimantan Barat, Indonesia	Russon *et al.* 2001
	202	Kinabatangan, Malaysia	Ancrenaz *et al.* 2004a
	217	Kalimantan Tengah	Morrogh-Bernard *et al.* 2003
	228	hutan rawa Suaq Balimbing, Indonesia	Singleton 2000
	250	Ketambe, Indonesia	Buij *et al.* 2003
	258/399	Gunung Palung, Kalimantan Barat, Indonesia	Johnson *et al.* 2005
	319	hutan berbukit Suaq Balimbing, Indonesia	Singleton 2000
	602	Lesan, Kalimantan Timur, Indonesia	Mathewson *et al.* 2008

Penghitungan jumlah sarang yang ditandai (Marked nests)

Penghitungan jumlah sarang yang ditandai (marked nests) tidak memerlukan tingkat peluruhan sarang (Plumptre dan Reynolds 1994, 1996; Hashimoto 1995; Plumptre dan Cox 2006). Selama melakukan survei penghitungan marked nests, perjalanan di transek dilakukan berulang kali dan hanya sarang yang dibangun antara dua kunjungan transek akan dihitung. Karena waktu yang berlalu antara kunjungan transek diketahui secara pasti, kepadatan sarang dapat diterjemahkan menjadi kepadatan kera besar tanpa perlu memperkirakan tingkat peluruhan sarang, selagi jarak waktu antar kunjungan cukup singkat untuk mengasumsikan bahwa tidak ada sarang yang telah hilang (benar-benar mengalami peluruhan) selama jarak waktu tersebut. Namun, tingkat penemuan sarang yang baru dibangun akan sangat rendah kecuali kawasan tersebut memiliki tingkat kepadatan kera besar yang tinggi. Oleh sebab itu usaha yang jauh lebih banyak harus diinvestasikan untuk menghasilkan tingkat penemuan sarang dan ketepatan yang sebanding dengan penghitungan sarang standing crops.

Dasar pemikiran atau premis dari metode marked nest (sarang yang ditandai) adalah bahwa semua sarang yang ada disepanjang transek akan ditandai dan survei berikutnya akan diulangi dengan jarak waktu yang cukup singkat sehingga semua sarang yang dibangun sejak perjalanan terakhir dapat dicatat. Di Afrika Timur jarak dua minggu pernah digunakan untuk survei sarang simpanse (contoh, Furuichi *et al*. 2001), dan jarak sampai enam minggu pernah digunakan untuk survei sarang orangutan di Sabah, Borneo. Untuk menghindari keadaan dimana hitungan kepadatan kera besar adalah lebih rendah dari yang sebenarnya, perlu dipastikan bahwa tidak ada sarang kera besar yang dibangun dan hilang antara dua perjalanan yang berurutan. Perhatian khusus perlu diberikan untuk sarang gorila, yang memiliki tingkat peluruhan yang bervariasi tergantung pada jenis dan pembangunan sarang (Tutin dan Fernandez 1984). Jarak waktu antara perjalanan harus lebih singkat untuk mengimbangi tingkat peluruhan yang singkat dari beberapa jenis sarang gorila. Perlu diingatkan bahwa survei berulang dapat menghabiskan banyak waktu dan tenaga, khususnya di kawasan terpencil dengan dukungan logistik yang terbatas.

Tingkat peluruhan sarang

Tingkat peluruhan sarang bervariasi sesuai dengan spesies kera besar, spesies pohon tempat bersarang, tipe hutan, dan parameter abiotik seperti curah hujan, ketinggian, suhu, serta tipe dan pH tanah (van Schaik *et al*. 1995; Buij *et al*. 2003; Ancrenaz *et al*. 2004a; Walsh dan White 2005; Marshall *et al*. 2006; Mathewson *et al*. 2008). Karena besarnya variasi yang berkaitan dengan parameter ini, setiap upaya untuk menggunakan perhitungan kasar tingkat peluruhan dari studi yang telah dipublikasikan ke survei lain berkemungkinan membuat kesalahan yang serius dalam estimasi kepadatan. Generalisasi (penyamarataan) seperti ini telah berakibat terjadinya ketidakakuratan dalam beberapa perkiraan kepadatan (Ancrenaz *et al*. 2005).

Tingkat peluruhan sarang perlu diperkirakan sehingga mencerminkan tingkat peluruhan temporal dan spesifik kawasan sarang ketika ditemui pada atau mendekati waktu survei. Kondisi lingkungan sebelum suatu survei tidak harus sama dengan kondisi sesudah survei atau pada waktu lain. Tingkat peluruhan sarang yang ditentukan secara independen dari survei sangat mungkin tidak representatif dari survei itu sendiri. Perkiraan tingkat peluruhan sarang yang paling dapat diandalkan diperoleh dengan pemantauan langsung kelangsungan hidup sejumlah sarang yang memadai (Buij *et al*. 2003; Ancrenaz *et al*. 2004a) melalui beberapa kunjungan sebelum survei, meskipun diakui ini memerlukan waktu beberapa tahun untuk selesai.

Definisi kapan sebuah sarang dianggap sudah meluruh adalah masalah yang sulit dan solusi yang memuaskan masih belum ditemukan hingga saat ini. Biasanya sarang dikategorikan menjadi empat atau lima kelas usia (segar, baru, lama, membusuk). Namun, klasifikasi ini tergantung pada perbedaan antara pengamat, dan rentan terhadap bias perkiraan waktu peluruhan sarang. Diperlukan ukuran yang lebih objektif tentang kondisi peluruhan sarang.

Perkiraan tingkat peluruhan retrospektif menggunakan dua kunjungan

Sebuah pendekatan yang sebelumnya disarankan adalah untuk memperkirakan tingkat peluruhan retrospektif berdasarkan hanya dua kunjungan dari setiap kawasan lokasi sarang (Laing *et al*. 2003). Ide di balik pendekatan ini adalah bahwa kondisi lingkungan sebelum survei menentukan

tingkat peluruhan dan dengan demikian persediaan tegakan (standing stock) sarang pada saat survei. Metode ini mengharuskan kawasan sarang yang segar ditempatkan secara representif spasial di kawasan survei. Pencarian untuk kawasan sarang segar perlu diulangi minimal selama enam misi dengan jarak yang teratur pada waktu menjelang survei. Misi yang pertama perlu dijadwalkan sedemikian rupa agar sebagian besar sarang yang terdeteksi telah mengalami peluruhan sebelum awal survei. Pada awal survei, jumlah sarang yang mengalami peluruhan / bertahan (menggunakan kriteria objektif) di suatu kawasan kemudian ditentukan, dimana tingkat peluruhan dapat diperkirakan dengan menggunakan regresi logistik. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan masuknya informasi kovariat seperti jenis habitat, curah hujan atau spesies pohon.

Karena tidak ada survei yang dijalankan secara mendadak, idealnya pendekatan ini diulang untuk setiap sub-wilayah di kawasan survei. Hal ini memerlukan tenaga kerja yang banyak dan juga banyak upaya perjalanan, tapi sebagai imbalannya pendekatan ini akan menghasilkan situs yang handal dan perkiraan tingkat peluruhan sarang temporal-spesifik.

Metodologi Rantai Markov

Karena investasi waktu yang cukup lama yang diperlukan untuk memantau peluruhan sampel sarang dalam jumlah yang cukup besar untuk memberikan perkiraan yang akurat tentang durasi sarang, sejumlah penelitian telah menggunakan analisa rantai Markov untuk memperkirakan durasi sarang (van Schaik *et al*. 1995; Russon *et al*. 2001; Buij *et al*. 2003; Morrogh-Bernard *et al*. 2003; Johnson *et al*. 2005; Mathewson *et al*. 2008). Teknik ini menggunakan matriks matematika untuk memperkirakan durasi sarang berdasarkan nilai-nilai transisi antara standar “kondisi peluruhan” (misalnya, sebuah sarang yang masih segar; sebuah sarang dengan beberapa daun-daunan kering). Salah satu manfaat dari teknik ini adalah kemungkinan menggunakan pengamatan yang “disensor” (misalnya, sarang yang tidak ditemukan segera setelah dibangun atau yang tidak hilang dalam masa studi), sehingga meningkatkan ukuran sampel untuk analisa. Analisa rantai Markov memungkinkan proses peluruhan sarang untuk dimodelkan dan memberikan perkiraan t dari hanya dua survei sarang (van Schaik *et al.* 1995). Ketika mereka telah dikalibrasi terhadap tingkat peluruhan aktual, analisa rantai Markov cenderung membuat perkiraan yang berlebihan tentang durasi sarang (van Schaik *et al*. 1995; Buij *et al*. 2003; Johnson *et al*. 2005) karena sarang yang tahan lama lebih besar kemungkinannya untuk dicatat. Faktor koreksi biasanya diterapkan untuk memberikan perkiraan y durasi sarang yang lebih akurat. Faktor koreksi ini dihitung dengan membandingkan durasi sarang yang diamati dengan hasil yang diperoleh dari analisa Markov. Seperti perkiraan durasi sarang sendiri, faktor koreksi cenderung pada kawasan spesifik.

Memprediksi peluruhan sarang

Juga sudah pernah disarankan bahwa tingkat peluruhan sarang dapat diprediksi dari kovariat lingkungan, seperti suhu, curah hujan, ketinggian, atau pH (van Schaik *et al*. 1995; Buij *et al*. 2003; Walsh dan White 2005). Namun, sejauh mana faktor-faktor lingkungan ini dapat berkorelasi dengan durasi sarang dengan cara yang dapat diandalkan tidak diketahui. Dalam beberapa kasus, hubungan yang dibentuk di satu kawasan telah gagal untuk memprediksi secara tepat peluruhan sarang di kawasan lain. Sebagai contoh, walaupun nilai pH mungkin dapat dikaitkan dengan tingkat peluruhan sarang di hutan lahan kering di Sumatera (Buij *et al.* 2003), terbukti ini tidak dapat diandalkan di dua kawasan di Borneo (Johnson *et al*. 2005; Marshall *et al*. 2006).

Tingkat konstruksi sarang

Variabel kedua yang diperlukan untuk kedua pendekatan penghitungan sarang adalah tingkat konstruksi sarang. Ini adalah jumlah sarang yang dibangun secara rata-rata oleh individu per periode 24 jam. Tingkat konstruksi sarang tidak dapat ditentukan ketika survei dijalankan. Tingkat ini biasanya berasal dari pengamatan kera terhabituasi yang tinggal di kawasan survei atau di habitat yang serupa. Inilah sebabnya mengapa hanya sangat sedikit perkiraan tingkat produksi sarang yang tersedia. Tingkat konstruksi sarang diperlukan untuk mengkonversi secara akurat kepadatan sarang menjadi kepadatan individu, dan perlu diingat bahwa tingkat konstruksi sarang dapat memperlihatkan variasi spatio-temporal (Tabel 4).

Penggunaan kembali sarang dan hal-hal lain

Kera besar kadang-kadang menggunakan kembali sarangnya (misalnya, simpanse: Plumptre dan Reynolds 1996; gorila: Iwata dan Ando 2007; orangutan: Ancrenaz *et al.* 2004a). Pemantauan langsung jumlah sarang yang memadai secara teoritis akan mempertimbangkan kenyataan bahwa ada beberapa sarang yang digunakan dua kali (karena beberapa sarang dalam sampel dapat diperkirakan akan digunakan kembali). Perilaku ini juga harus diperhitungkan saat memperkirakan tingkat produksi harian.

Di beberapa kawasan yang mengalami banyak gangguan di Kalimantan Timur tingkat penggunaan kembali sarang sampai 10% telah ditemukan di kawasan dimana tidak ada pilihan lokasi sarang yang tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kembali sarang tidak seragam di seluruh habitat, tetapi merupakan fungsi dari ketersediaan lokasi sarang. perkiraan kerusakan. Menerapkan perkiraan peluruhan sarang dari kawasan di mana sarang banyak digunakan kembali ke kawasan dimana sarang jarang digunakan kembali, atau sebaliknya, dapat mempengaruhi keputusan secara serius.

Masalah durasi visibilitas juga perlu diperhatikan. Memantau sarang selama beberapa bulan, atau tahun, dan memeriksa setiap bulan apakah sarang masih kelihatan adalah cuma satu dari usaha yang dilakukan. Tapi, menentukan tingkat peluruhan dengan cara ini akan cenderung memperkirakan tingkat peluruhan secara berlebihan, karena banyak sarang dalam tahap terakhir dari peluruhan tidak dapat terdeteksi atau teridentifikasi sebagai sarang selama survei yang dijalankan sekali. Ini dapat menyebabkan penghitungan yang berlebih pada potensi tingkat peluruhan, kecuali ada cara yang dapat diandalkan untuk menghentikan pemantauan sarang dan mengklasifikasikannya sebagai “lenyap”, pada tahap peluruhan yang sama seperti jika tidak lagi terdeteksi selama survei (van Schaik dan Azwar 1991).

Proporsi pembangunan sarang

Dengan menerjemahkan kepadatan sarang menjadi kepadatan kera, kita tidak memperhitungkan bayi yang tidur dengan induknya dan belum membangun sarangnya sendiri. Secara teori, jika proporsi pembangun sarang dalam suatu populasi diketahui dari kera terhabituasi (lihat Tabel 5), ini bisa menjadi faktor dalam perkiraan populasi. Namun, proporsi pembangun-sarang bukan sesuatu

Tabel 4. Tingkat konstruksi sarang (sarang per individu yang disapih per 24h)

Spesies	Tingkat konstruksi sarang	Lokasi	Sumber
Bonobo	1.37	Lomako, DRC	Mohneke & Fruth 2008
Simpanse	1.09	Budongo, Uganda	Plumptre & Reynolds 1997
	1.09	Goualougo, Congo	Morgan *et al.* 2007
Gorila	1.0	Goualougo, Congo	Morgan *et al.* 2007
Orangutan	1.0	Kinabatangan, Sabah, Malaysia	Ancrenaz *et al.* 2004a
	1.2	Gunung Palung, Malaysia	Johnson *et al.* 2005
	1.7	Ketambe, Indonesia	van Schaik *et al.* 1995
	1.9	Suaq Balimbing, Indonesia	Singleton 2000

Tabel 5. Proporsi pembangun sarang (proporsi individu yang membuat sarang)

Spesies	Perbandingan pembuat sarang	Lokasi	Sumber
Bonobo	0.7–0.8[1]	Lomako, DRC	Fruth 1995
Simpanse	0.83	Budongo, Kalinzu, Bwindi and Kibale, Uganda	Plumptre & Cox 2006
Gorila	0.76–0.77	Bwindi, Uganda and Virunga Volcanoes	McNeilage *et al.* 2006; Gray *et al.* in review
Orangutan	0.85–0.90	Borneo, Sumatera	McKinnon 1972; Payne 1988; van Schaik *et al.* 2005; Ancrenaz *et al.* 2004a; Johnson 2005

[1] Taksiran nilai di komunitas Eyengo tidak termasuk bayi

yang tetap, karena struktur usia populasi kera besar bervariasi melalui waktu dan ruang. Oleh karena itu, estimasi proporsi pembangun- sarang yang berasal dari kera besar terhabituasi dapat dianggap hanya sebagai perkiraan.

Tabel 6. Tingkat pembuangan kotoran/produksi tumpukan kotoran gorila dataran rendah Barat

Ukuran	Usia-kelas	Perkiraan (jelajah)
Tumpukan kotoran/hari	Punggung perak Pra dewasa	5.03 (3.99–10.64) 5.57 (2.08–12.03
Buang air besar/hari	Punggung perak Pra dewasa	4.30 (1.82–8.71) 4.36 (2.46–9.26)

Hitungan kotoran

Metode survei kotoran secara luas digunakan untuk banyak spesies, tetapi pemanfaatannya terbatas dengan kera besar, karena tingkat penemuan kotoran kera besar sangat rendah. Satu pengecualian adalah gorila dataran rendah barat, yang jumlah kotorannya dapat memiliki potensi, karena sebuah studi baru-baru ini di Bai Hokou telah mencatat tingkat penemuan kotoran gorila yang sebanding dengan sarang (Todd *et al*. 2008). Hitungan kotoran dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti hitungan sarang transek (metode di atas) (Plumptre 2000). Selain itu, peluruhan yang cepat dari kotoran gorila memiliki keuntungan yaitu bahwa tingkat peluruhan dapat ditentukan terus menerus selama survei, yang menghilangkan masalah yang kita hadapi dengan sarang. Namun, tingkat peluruhan kotoran gorila menunjukkan variasi spatio-temporal yang besar (Kühl *et al.* 2007). Oleh sebab itu, tingkat peluruhan dari satu kawasan tidak boleh digunakan sebagai ukuran survei ke kawasan lain.

Metode perkiraan tingkat peluruhan kotoran selama survei telah dipublikasikan (Plumptre dan Harris 1995; Laing *et al*. 2003; Kühl *et al*. 2007); lihat juga tingkat peluruhan sarang di atas. Salah satu isu dalam penghitungan kotoran yang perlu diperhatikan dalam survei adalah bahwa tumpukan kotoran dan bukan aksi membuang air besar yang dihitung. Oleh karena itu, tingkat produksi tumpukan kotoran dan bukan tingkat pembuangan air besar yang diperlukan untuk menerjemahkan kepadatan kotoran ke dalam kepadatan kera. Perkiraan dari Bai Hokou (Todd *et al*. 2008) dapat dilihat di Tabel 6.

Hitungan kotoran gorila masih belum digunakan secara luas. Namun, pendekatan ini mungkin berguna di kawasan dimana penghitungan sarang bermasalah karena simpanse dan gorila yang simpatrik.

2.6. Metode penghunian

Objek yang akan dijadikan sampel: Semua tanda-tanda kehadiran kera besar (sarang, kotoran, sisa makanan tanda, dan lain lain)

Pendekatan sampling: Plot (petak), transek titik

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Survei penghunian digunakan untuk banyak spesies, namun belum banyak digunakan untuk kera besar. Metode penghunian (misalnya, MacKenzie dan Royle 2005, Pelet dan Schmidt 2005; Buij *et al.* 2007) menggunakan fraksi unit sampling, seperti transek titik, di mana suatu spesies berada untuk membuat kesimpulan tentang kehadiran, wilayah sebaran, distribusi , dan pemilihan habitat. Aplikasi ini relatif mudah dan efisien. Metode penghunian menggunakan satu atau, lebih sering, kunjungan berulang ke lokasi sampel dan mengevaluasi apakah suatu spesies tertentu hadir. Untuk kera, sarang, kotoran, sisa makanan dan sebagainya adalah tanda kehadiran. Beberapa pendekatan telah dikembangkan untuk mengurangi “negatif palsu” (kesilapan dalam mencatat ketidakhadiran) karena deteksi yang tidak sempurna (contoh, MacKenzie dan Royle 2005). Jika asumsi tertentu terpenuhi, metode penghunian juga dapat digunakan untuk memperkirakan kelimpahan (contoh, Royle dan Nichols 2003). Seperti dengan semua survei, penelitian tersebut harus dirancang dengan teliti.

2.7. Penghitungan penuh atau lengkap

Objek yang akan dijadikan sampel: Individu, kotoran (DNA)

Pendekatan sampling: Pelacakan, pengamatan langsung

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Sebuah hitungan penuh atau sensus membuat andaian awal bahwa semua objek yang ada di kawasan tertentu pada saat survei terdeteksi dan dihitung. Ukuran populasi penuh didapati.

Hitungan penuh hanya sesuai di kawasan yang relatif kecil, seperti Virunga Volcanoes yang berukuran 400 km^2 dan Taman Nasional Bwindi Impenetrable (Harcourt dan Fossey 1981; Aveling dan Harcourt 1984; McNeilage *et al.* 2001, 2006; lihat Kotak 8). Metode berikut ini telah digunakan untuk mendapatkan penghitungan penuh.

Sweep survey

Dalam melaksanakan survei tinjauan lingkungan (sweep survey), para pengamat dalam satu baris bergerak ke arah yang sama untuk mencatat semua objek terkait selama gerakan mereka. Mereka terpisah satu sama lain dengan jarak dekat untuk meminimalkan kemungkinan bahwa objek tetap tidak terdeteksi. Metode ini juga dapat digunakan untuk menghitung sarang di plot (bidang) dengan ukuran yang telah ditentukan. Pendekatan ini berhasil hanya jika spesies yang disurvei meninggalkan jejak di tanah yang dapat diikuti pelacak dengan mudah untuk menemukan lokasi sarang atau kera besar secara langsung. Penerapan ini terbatas untuk habitat tertentu, seperti habitat yang ditumbuhi semak *herbaceous understorey*. Upaya untuk melakukan survei pada gorila Cross River di Nigeria mengalami kesulitan, misalnya, karena jejak mencari makan tidak dapat diikuti (Oates pers. comm.).

Kotak 8. Metode survei "sweep" yang digunakan untuk survei populasi gorila gunung di Taman Nasional Bwindi Impenetrable, Uganda (McNeilage *et al.* 2006)

Taman ini dibagi menjadi sektor-sektor kecil (sekitar 5-10 km^2), berpusat di sekitar lokasi perkemahan dan titik akses. Enam tim, terdiri dari tracker dan pimpinan tim, melintasi taman secara sistematis. Satu tim ditugaskan untuk melakukan sensus di masing-masing sektor, meneruskan sedemikian rupa hingga tidak lebih dari 3 hari tersisa antara selesainya pekerjaan dalam satu sektor dan dimulainya pekerjaan di sektor yang di sebelahnya untuk menghindari kemungkinan terlewatkannya kelompok gorila saat mereka menjelajahi kawasan habitat mereka. Setiap sektor telah dicari dengan berjalan kaki menelusuri jaringan rute peninjauan yang tidak teratur di kawasan tersebut. Rute berjalan sebenarnya ditentukan terutama oleh medan dan ketersediaan jalan setapak yang ada, sambil memastikan bahwa jarak antara rute yang bersebelahan tidak pernah lebih dari 500 sampai 700 m sehingga tidak ada kawasan yang terlewatkan yang bisa saja cukup besar untuk sekelompok gorila menghabiskan lebih dari satu minggu di dalamnya. Gorila membangun sarang baru setiap malam untuk tidur, dan bila ditemukan jejak gorila yang masih baru (kurang dari 5-7 hari), maka jejak ini diikuti sampai lokasi sarang ditemukan. Dengan menggunakan peta-peta topografi dan bacaan GPS setiap 250 m, serta bacaan kompas dan altimeter, setiap tim sensus memetakan seakurat mungkin semua jalur yang dilalui dan jejak gorila yang diikuti. Dengan cara ini dapat dipastikan bahwa semua kelompok ditemukan dan tidak ada yang dihitung dua kali, dan kelompok gorila dengan ukuran sama dan lokasinya saling berdekatan dapat dibedakan secara terpisah. Pada setiap lokasi sarang, dilakukan penghitungan sarang dan pengukuran kotoran disamping mencatat kehadiran/ketidakhadiran bulu perak, untuk menetapkan komposisi usia-jenis kelamin kelompok tersebut. Semua tim berupaya untuk menemukan minimal tiga lokasi sarang untuk setiap kelompok untuk mengkonfirmasi komposisi masing-masing kelompok, karena sarang atau kotoran individu dapat terlewatkan di satu lokasi sarang. Kategori ukuran kotoran yang digunakan adalah sebagai berikut:

Jantan dewasa (SB):> 7.2 cm (dengan bulu putih)
Betina dewasa atau jantan blackback dewasa (MED): 5,5-7,2 cm
Remaja / pra dewasa (Juv): <5,5 cm (tidur di sarang sendiri)
Bayi (INF): umumnya <4 cm (tidur di sarang induk)

Kategori usia remaja (umur 3-6 tahun) dan pra dewasa (6-8 tahun) digabungkan, karena pengalaman sebelumnya menunjukkan bahwa ukuran kotoran tidak memberikan informasi yang cukup tepat untuk membedakan kedua kategori ini. Individu muda yang membangun sarang mereka sendiri selalu dianggap disini sebagai kategori kombinasi remaja / pra dewasa, dan bukan bayi. Dengan tidak adanya kotoran bayi, sarang betina dewasa tidak dapat dibedakan dari sarang blackback pra dewasa jantan yang sama besarnya, dan oleh sebab itu diklasifikasikan sebagai 'sedang' (medium).

Kotoran bayi muda (kurang dari sekitar satu tahun) jarang ditemukan dalam sarang, sehingga jumlah bayi di populasi terabaikan dengan metode ini. Namun, faktor koreksi dapat dihitung untuk ini, berdasarkan pada kenyataan bahwa sensus kelompok-kelompok sebelumnya dengan komposisi yang sudah diketahui telah memperlihatkan bahwa sekitar sepertiga dari bayi terabaikan dengan cara ini (Schaller 1963). Faktor koreksi ini diterapkan pada jumlah bayi dalam kelompok yang tidak terhabituasi.

Menghitung individu yang dikenal

Objek yang akan dijadikan sampel: Individu

Pendekatan sampling: Pengamatan langsung

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Pengamatan berkelanjutan dari waktu ke waktu untuk mengidentifikasi dan memantau semua individu hanya dapat dilaksanakan dalam beberapa kasus saja. Pendekatan ini hanya dapat dilakukan di kawasan studi relatif kecil di mana satwa telah terbiasa dengan pengamat manusia dan secara teratur diikuti oleh peneliti atau pengawas. Kepadatan sebenarnya dapat diperkirakan dari penghitungan ini, bila informasi luas wilayah sebaran juga tersedia. Penghitungan individu yang dikenal telah dilakukan dalam studi jangka panjang kera besar di kawasan lapang dalam hutan atau BAIS di Kongo bagian utara (Magliocca *et al.* 1999; Parnell 2002; Stokes *et al.* 2003). Meskipun tidak mungkin untuk menentukan kepadatan individu tanpa informasi tentang pola penyebaran, metode tandai-tangkap kembali (mark-recapture) telah digunakan untuk memantau kecenderungan populasi pada populasi gorila (Caillaud *et al.* 2006). Namun, pendekatan ini terbatas pada situasi tertentu (contoh, Kalpers *et al*. 2003.) dan disebutkan dalam bab ini hanya untuk memberi gambaran lengkap.

Kotak 9. Prinsip metode tangkap-tandai-tangkap kembali (capture-mark-recapture)

Harus ada minimal dua putaran perangkap pada populasi tertentu. Selama putaran pertama, sejumlah n_1 individu berbeda "tertangkap" dan teridentifikasi. Di putaran kedua, kami menangkap satu set individu n_2 dimana individu m_2 adalah individu yang sudah ditangkap di putaran pertama. Dalam hal ini, kita dapat berharap bahwa perbandingan (rasio) satwa yang tertangkap selama putaran kedua (m_2) terhadap jumlah keseluruhan satwa yang tertangkap pada putaran kedua n_2 adalah sama dengan rasio jumlah hewan yang tersedia untuk ditangkap (atau jumlah yang tertangkap selama putaran pertama) terhadap total populasi:

$$\hat{N}_{total} = \frac{n_1 * n_2}{m_2}$$

2.8. Survei tandai- tangkap kembali (mark-recapture)

Objek yang akan dijadikan sampel: Individu, DNA

Pendekatan sampling: Pengamatan langsung

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Gagasan utama di balik penelitian capture-recapture adalah bahwa proporsi individu yang teridentifikasi ("ditangkap") dalam suatu populasi selama "putaran perangkap" pertama harus sama dengan proporsi individu yang teridentifikasi kembali ("direbut kembali") dalam putaran kedua "perangkap" beberapa waktu kemudian (lihat Kotak 9).

Metode "capture-recapture" dapat digunakan tanpa secara fisik menangkap satwa tersebut (memerangkap kera besar adalah tidak praktis dan tidak etis) jika individu dapat secara sistematis dideteksi dan diidentifikasi. Hal ini dapat dilakukan pada jarak tertentu dengan menggunakan ciri-ciri fisik individu, atau menggunakan profil genetik seperti yang ditetapkan dari bahan yang ditinggalkan pada lingkungan, seperti bulu dan kotoran. Ada berbagai metode untuk melakukan hal ini. Untuk ulasan teknik, asumsi dan perhitungan, lihat Nichols dan Conroy (1996), Borchers *et al.* (2002), atau Ross dan Reeves (2003). Sejumlah paket perangkat lunak juga tersedia secara gratis untuk pengolahan data (lihat Southwood dan Henderson 2000, dan lihat di bawah).

Metode tangkap-tangkap kembali mengharuskan agar tidak ada tanda yang hilang selama waktu studi dan tidak ada selalu dikenal benar. Metode terbaru telah dikembangkan untuk mengatasi pelanggaran asumsi ini, dan untuk mengatasi sebagian masalah DNA capture-recapture (lihat Lukacs dan Burnham 2005 a). Analisa dasar mengasumsikan bahwa semua satwa memiliki kemungkinan yang sama untuk ditangkap, tetapi analisa teknik juga ada yang membolehkan variasi kemungkinan penangkapan untuk satwa individu atau sekumpulan dari populasi (heterogenitas), melalui waktu atau sejarah tangkapan (perilaku). Durasi sampling harus cukup singkat untuk mengasumsikan populasi tertutup jika teknik mark-recapture akan digunakan untuk estimasi kelimpahan, bukan hanya untuk memperkirakan kelangsungan hidup, kematian atau parameter populasi yang lain. Studi genetik capture-recapture dan camera-trap telah digunakan untuk berbagai spesies yang tinggal di hutan (contoh, Karanth dan Nichols 1998; Mowat dan Strobeck 2000; Henschel dan Ray 2003; Goswami *et al.* 2007). Metode ini mungkin dapat diterapkan pada kera besar. Namun, individu tidak membaur secara acak dalam populasi, tetapi menduduki wilayah jelajah.

Penghitungan minimal genetika dan tangkap – tangkap kembali.

Objek yang akan dijadikan sampel: kotoran (DNA)

Pendekatan sampling: misalnya, Pelacakan (tracking)

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Dalam beberapa tahun terakhir, pengambilan sampel genetik yang tidak invasif telah semakin banyak digunakan untuk studi capture-recapture dan diterapkan pada berbagai spesies (lihat resensi di Lukacs dan Burnham 2005b). Pertama, jumlah minimum kera besar di kawasan tertentu dapat ditentukan hanya dengan menghitung jumlah individu yang telah "diambil sidik jari" dan teridentifikasi melalui DNA.

Kedua, memperkirakan kelimpahan dengan menggunakan metode capture-recapture berbasis DNA kemungkinan paling berguna untuk populasi yang relatif kecil (sampai beberapa ribu individu), seperti halnya dengan kebanyakan populasi kera besar. Prinsipnya adalah sama seperti untuk mengenal individu melalui ciri-ciri muka (fisiognami): DNA setiap individu adalah unik dan dapat "diambil sidik jari" (teridentifikasi) dari kotoran atau bulu. Seperti pendekatan lain, desain sampling adalah penting, dan akan tergantung pada biologi spesies, luas kawasan, waktu, dan sumber daya keuangan dan manusia yang tersedia.

Secara umum, tanda-tanda satwa dicari, dan sampel non-invasif dikumpulkan. Untuk kera besar, sampel kotoran cenderung menjadi sumber DNA yang paling dapat diandalkan. Sampel sekitar 5 g harus sesegar mungkin (misalnya, dari sarang malam yang segar atau yang sangat baru) dan disimpan dengan cara yang sesuai untuk mencegah degradasi materi genetik dalam tabung berisi etanol ~ 30 ml. Sehari setelah koleksi kotoran berbentuk bola (bolus) harus dipindahkan ke dalam tabung silika segar untuk pengeringan lebih lanjut (Nsubuga *et al.* 2004). Sampel tersebut kemudian ditentukan jenisnya untuk mencari penanda genetik yang sangat bervariasi untuk membedakan individu. Sebagian besar studi saat ini mengandalkan lokus mikrosatelit, karena singkat dan oleh sebab itu amplifiable dari sampel non-invasif, mudah untuk ditentukan jenisnya dengan melakukan mengukur panjangnya, dan sangat variabel (lihat Di Fiore 2003 untuk pembahasan penanda genetik yang berbeda). Sebagian besar studi melaporkan jumlah "sidik jari genetik" unik atau khas (genotipe komposit alel spesifik di lokus mikrosatelit yang berbeda) sebagai jumlah minimum individu di satu kawasan (contoh, Bergl dan Vigilant 2007). Namun, "pengambilan sidik jari genetik" juga dapat digunakan untuk "menandai" individu untuk analisa tangkap-tangkap kembali (capture-recapture).

Masalah utama dengan capture-recapture berdasarkan DNA adalah kemungkinan terjadinya kesilapan jenis gen (genotipe). Oleh karena itu, studi harus mengikuti protokol yang ketat yang dikembangkan untuk sampel kualitas dan kuantitas rendah (Taberlet dan Luikart 1999; Taberlet *et al.* 1999;. Mills *et al.* 2000;. Morin *et al.* 2001; Waits 2004). Idealnya penilaian sebelum studi yang sebenarnya harus menentukan variabel lokus mikrosatelit yang cukup untuk membentuk suatu kemungkinan besar diskriminasi identitas (Waits dan Paetkau 2005). Baru-baru ini, metode perkiraan ukuran populasi Bayesian diterapkan untuk data capture-recapture non-invasif, dan memperlihatkan bahwa kesilapan jenis gen (genotip) tidak membawa bias besar atas perkiraan ukuran populasi dan disamping itu dapat digunakan untuk beberapa sesi sampling, yang sebelumnya dibatasi oleh metode capture- recapture tradisional (Petit dan Valiere 2006). Selain itu, model capture-recapture dalam populasi tertutup telah dikembangkan untuk memperhitungkan kesilapan jenis gen (genotip) (Lukacs 2005; Lukacs dan Burnham 2005a, 2005 b). Model-model lain telah dikembangkan untuk memperkirakan kelangsungan hidup, tingkat emigrasi, fekunditas dan pertumbuhan populasi pada populasi terbuka (Nichols 1992), dan berbagai paket perangkat lunak tersedia untuk analisa capture-recapture:

Mark http://www.phidot.org/software/mark

M-Surge http://www.cefe.cnrs.fr/BIOM/en/softwares.htm

Popan http://www.cs.umanitoba.ca/~popan/

Forum online untuk analisa data yang berasal dari individu yang ditandai www.phidot.org/forum.

Seperti halnya dengan semua metode survei lain, kami sangat menyarankan adanya konsultasi dengan seorang ahli statistik profesional yang akrab dengan semua metode ini, baik untuk merancang survei capture-recapture berbasis DNA, maupun untuk memproses data yang dikumpulkan.

Perangkap kamera (Camera trapping)

Objek yang akan dijadikan sampel: Individu

Pendekatan sampling: Penempatan kamera secara acak atau sistematis

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Perangkap kamera telah menjadi alat yang semakin populer di mana para pengelola satwa liar mengkaji keberadaan spesies di kawasan tertentu, memantau tren populasi, dan mengidentifikasi individu. Secara teori, jika semua individu yang tertangkap oleh kamera teridentifikasi secara positif, maka peralatan analisa capture-recapture dapat digunakan untuk memperkirakan ukuran populasi (Karanth dan Nichols 1998).

Sejarah penangkapan dapat disintesa dalam matriks biner yang dimasukkan pada gilirannya ke dalam perangkat lunak capture-recapture standar untuk menghasilkan perkiraan populasi (lihat Sanderson dan Trolle 2005). Namun, sebagaimana disebutkan di bagian 2.8, distribusi yang non-acak dalam populasi kera melanggar asumsi dasar dari model standar capture-mark-recapture. Pengembangan metode lebih lanjut diperlukan sebelum ini dapat diterapkan pada kera besar.

Perangkap kamera juga mungkin sulit untuk diterapkan karena kera besar menggunakan habitat tiga-dimensi (orangutan adalah yang paling sedikit berada di tanah dari semua). Gorila dan simpanse telah teridentifikasi di hutan Ndoki melalui perangkap kamera oleh mereka yang sudah biasa dengan satwa penelitian individu (Sanz *et al.* 2004;. Breuer pers comm.). Walaupun perkiraan kelimpahan belum dihitung dari data tersebut, kurva akumulasi dan perbandingan dengan data tentang kelompok terhabituasi menunjukkan bahwa semua kera besar di suatu kawasan dapat dicatat secara efektif dengan peralatan ini (Morgan dan Sanz pers comm.). Pendekatan ini juga memiliki potensi untuk survei kera besar. Namun, evaluasi dan pengembangan lebih lanjut masih diperlukan sebelum metode ini dapat diterapkan secara rutin.

2.9. Penaksir wilayah jelajah (home range estimator)

Objek yang akan dijadikan sampel: Individu, tanda-tanda

Pendekatan sampling: Contoh, Pelacakan

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Ukuran wilayah jelajah dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah komunitas kera besar di kawasan tertentu. Bila digabung dengan jumlah rata-rata individu dalam suatu komunitas, dan pengetahuan tentang luas wilayah jelajah yang tumpang tindih, ukuran ini dapat digunakan untuk memperkirakan ukuran populasi di kawasan yang luas.

Ukuran wilayah jelajah digunakan untuk yang pertama kali untuk memperkirakan ukuran populasi kera besar beberapa dasawarsa yang lalu (Contohnya, Reynolds dan Reynolds 1965). Bermejo *et al.* (2006) menggunakan data jelajah dari beberapa kelompok gorila yang berdekatan di Republik Kongo; pertama untuk memperkirakan ukuran wilayah jelajah dan wilayah tumpang tindih, dan kedua untuk memperkirakan kepadatan gorila. Gagasan utama di balik pendekatan ini adalah untuk melacak posisi masing-masing individu dari kelompok yang sama setelah waktu tertentu. Hal ini dapat dilakukan melalui observasi langsung atau melalui tanda-tanda, seperti sarang atau gambar dari kamera. Terdapat berbagai macam pendekatan statistik dan non-statistik untuk mendapatkan perkiraan luas wilayah jelajah dari data lokasi ini (misalnya, poligon cembung minimum, perkiraan kepadatan inti). Bila diterapkan secara benar, pendekatan ini mampu memberi perkiraan kepadatan kera yang terpercaya, yang dapat digunakan untuk mengkonfirmasi perkiraan yang berasal dari pendekatan lain atau untuk mengkalibrasi metode lain. Namun, metode ini mungkin sulit diterapkan untuk kera besar dengan wilayah jelajah yang sangat bertumpang tindih (Singleton 2000).

Luas wilayah jelajah dan tumpang tindih kadang-kala memiliki perbedaan besar pada skala ruang yang berbeda. Bagi orangutan, juga terdapat perbedaan berdasarkan jenis kelamin dan mungkin juga dengan usia. Ini berarti bahwa luas wilayah jelajah dan jumlah anggota komunitas harus diperkirakan secara representatif untuk kawasan survei yang spesifik (Singleton 2000). Ekstrapolasi luas wilayah jelajah kemungkinan akan memberikan hasil yang bias. Meskipun metode ini mungkin memiliki potensi untuk mengkaji status populasi kera besar, pengembangan lebih lanjut masih diperlukan, sebelum dapat digunakan secara rutin.

2.10. Teknik wawancara

Objek yang akan dijadikan sampel: Informasi lisan

Pendekatan sampling: Kuesioner

Variabel tambahan: Tidak diperlukan

Wawancara dengan pemburu, warga desa setempat, dan / atau pejabat dari organisasi pemerintah dalam negeri berguna untuk mendapatkan informasi tentang dugaan keberadaan kera di kawasan yang luas, dan dapat dijangkau dengan relatif cepat dan ekonomis (Sugiyama dan Soumah 1988; Hoppe-Dominik 1991).

Namun, informasi yang dikumpulkan dalam wawancara sering tidak akurat, karena sudah cenderung terlalu lama dan kredibilitas orang yang diwawancarai sulit untuk dinilai. Walaupun demikian, bila dilakukan dengan hati-hati, wawancara dapat menjadi langkah awal yang berguna untuk melakukan survei lapangan, atau untuk mendapatkan informasi tambahan bagi survei lapangan.

Ada dua jenis utama wawancara: (i) dikirim melalui kuesioner atau (ii) wawancara tatap muka. Dalam kasus yang pertama, kuesioner disusun terlebih dulu dan dikirim kepada orang yang dituju yang bekerja di kawasan yang dipilih. Kasus yang kedua melibatkan wawancara di lokasi yang dipilih secara acak atau sistematis. Wawancara harus dipandu secara keseluruhan atau sebagian (structured or semi-structured). Kedua jenis wawancara meliputi pertanyaan atau topik yang spesifik, namun dengan kemungkinan adanya diskusi terbuka di wawancara yang tidak dipandu secara keseluruhan (Bernard 2002). Sebagai persiapan untuk wawancara tatap muka, akan sangat berguna bila dipelajari nama-nama lokal dari masing-masing spesies primata yang diduga berada di kawasan tersebut, disediakan foto atau gambar spesimen dan, bila mungkin, rekaman suara spesies terkait. Untuk mengkonfirmasi keberadaan suatu spesies, harus ada keselarasan antara nama, identifikasi spesies dalam gambar, dan keterangan perilakunya, yang diberikan oleh orang yang diwawancarai tanpa pertanyaan yang mengandung arahan dari pewawancara. Wawancara umumnya lebih dapat diandalkan ketika mengkonfirmasikan ketidakhadiran dibanding kehadiran. Laporan kehadiran spesies selalu harus disertai verifikasi dari tangan pertama.

2.11. Kelayakan metode yang berbeda

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, tidak ada teknik survei kera besar yang "terbaik". Berikut ini kami mempersembahkan sebuah pohon keputusan yang dapat digunakan untuk menentukan metode mana yang harus digunakan dalam keadaan yang berbeda.

Pohon Keputusan: Survei dan pemantauan — Apa yang harus dilakukan dan kapan

I. Pertama kita asumsikan bahwa anda perlu mengetahui jumlah satwa yang hadir dalam populasi.

1. Apakah semua satwa dalam populasi dikenal secara individu dan apakah semua satwa tersebut dapat ditemukan dalam beberapa minggu **dan / atau** apakah mereka berjumlah relatif sedikit, membuat sarang pada waktu malam, dan ditemukan di dalam kawasan yang kecil?

Tidak → Jika tidak, lanjut ke 2.

Ya ↓

Jika ya, laksanakan penghitungan penuh individu yang dikenal, atau gunakan "sweep sample" untuk meliputi seluruh kawasan terkait.

2. Apakah tingkat pertemuan kasar kelompok sarang atau tanda-tanda lain yang akan digunakan untuk memperkirakan kepadatan sudah diketahui?

Tidak → Lakukan studi percontohan yang terdiri dari beberapa transek di seluruh wilayah terkait untuk mendapatkan gambaran kasar tingkat pertemuan (ini tidak boleh lebih dari 2 minggu). Lalu lanjut ke 3.

Ya ↓

3. Tentukan target koefisien variasi yang Anda butuhkan untuk survei. Jika survei atau serangkaian survei akan digunakan untuk tujuan pemantauan, maka analisa tenaga perlu dilakukan untuk memperkirakan kemungkinan untuk mampu mendeteksi suatu kecendrungan dengan mempertimbangkan potensi variabilitas dalam data dan desain pemantauan yang diberikan (yang sama dapat dikatakan untuk metode berdasarkan mark-recapture, dan lain lain). Menggunakan angka perjumpaan yang didapati dari sebuah studi percontohan,hitung berapa kilometer transek akan Anda perlukan untuk memperkirakan kepadatan kelompok sarang. (Gunakan rumus yang ditemukan di Bab 7, bagian 7.2.2.1 dari Buckland *et al.* (2001). Apakah jumlah kilometer layak dicapai mengingat waktu dan sumber daya yang tersedia?

Tidak → Jika tidak, lanjut ke 4.

Ya ↓

Jika ya, rancangkan survei berbasis transek dengan menggunakan paduan program DISTANCE dengan ArcView atau ArcGIS. Laksanakan rancangan tersebut menggunakan tim-tim lapangan yang terlatih, gunakan hasil yang diperoleh untuk memperkirakan populasi kera besar di kawasan yang disurvei.

4. Anda tidak dapat menghitung kepadatan tanpa biaya yang besar. Oleh karena itu Anda tidak dapat memperkirakan jumlah satwa menggunakan metode transek. Apakah Anda dapat menggunakan metode genetik?

Tidak → Jika tidak, pertimbangkan metode index (lanjut ke 5).

Ya ↓

Jika ya, dan jika Anda memiliki akses ke staf yang terlatih dan sebuah laboratorium mitra untuk mengolah sampel, pertimbangkan untuk merancang sebuah survei menggunakan penanda genetik dan laksanakan. *(NB: Disarankan supaya diadakan studi percontohan - ini mungkin atau tidak mungkin lebih mahal daripada metode transek).*

II. Anda tidak dapat memperkirakan jumlah satwa yang ada di dalam populasi *dan / atau* Anda tidak perlu mengetahui hal tersebut pada saat ini. Namun Anda dapat menghitung luas hunian (peta distribusi) dan kelimpahan relatif.

5. Apakah ada sumber daya yang cukup untuk meliputi seluruh kawasan dengan menggunakan perjalanan recce?

Tidak → Jika tidak, pertimbangkan survei wawancara saja.

Ya ↓

Jika ya, buat desain sampling recce menggunakan kombinasi ArcView atau ArcGIS dan program DISTANCE dan laksanakan dengan menggunakan tim-tim yang terlatih di lapangan. Hasilnya adalah peta distribusi dan kelimpahan relatif untuk kawasan tersebut.

(Lihat juga Bagian 3.2 Metode: apa yang harus dibuat dan menurut urutan apa dibuat (*"Methods: what to do and what order to do it in"*) dalam Hedges, S. and D. Lawson. 2006. Standar survei kotoran untuk program MIKE (Dung survey standards for the MIKE programme). CITES MIKE Programme, Nairobi, Kenya http://www.cites.org/eng/prog/MIKE/index.shtml)

Ucapan terima kasih

Kami sangat berterima kasih kepada yang berikut yang telah bermurah hati meluangkan waktu dan keahlian untuk memperbaiki dokumen ini: Richard Bergl, Aditya Gangadharan, Kath Jeffery, Andrew Marshall, David Morgan, James D. Nichols, John F. Oates, Andrew Plumptre, Anne Russon, Crickette Sanz, Ian Singleton, Emma Stokes, Samantha Strindberg dan Caroline Tutin. Secara khusus,ucapan terima kasih ditujukan kepada Mimi Arandjelovic, Richard Bergl, Katja Guschanski, Kath Jeffery dan Dieter Lucas untuk masukan spesifik tentang analisa genetik serta kepada Barbara Fruth untuk masukan tentang sarang.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kim Meek untuk desain graphis, kepada Anthony Rylands untuk bimbingan editorial, serta kepada Kim Hockings dan Crickette Sanz untuk izin penggunaan foto mereka. Kami juga berterima kasih kepada Christophe Boesch dan the Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Conservation International, Hutan, the Margot Marsh Biodiversity Foundation, dan the Wildlife Conservation Society yang mendukung Penulisan dan penyusunan panduan ini. Publikasi ini disponsori oleh dana bantuan dari the Arcus Foundation.

Daftar Pustaka

Literatur yang dikutip

Ancrenaz, M., Calaque, R. and Lackman-Ancrenaz, I. 2004a. Orang-utan (*Pongo pygmaeus*) nesting behaviour in disturbed forest (Sabah, Malaysia): implications for nest census. *International Journal of Primatology* **25**:983–1000.

Ancrenaz, M., Gimenez, O., Goossens, B., Sawang, A. and Lackman-Ancrenaz, I. 2004b. Determination of ape distribution and population size with ground and aerial surveys: a case study with orang-utans in lower Kinabatangan, Sabah, Malaysia. *Animal Conservation* **7**:375–385.

Ancrenaz, M., Gimenez, O., Ambu, L., Ancrenaz, K., Andau, P., Goossens, B., Payne, J., Tuuga, A. and Lackman-Ancrenaz, I. 2005. Aerial surveys give new estimates for orang-utans in Sabah, Malaysia. *Plos Biology* **3**:30–37.

Aveling, C. and Harcourt, A.H. 1984. A census of the Virunga gorillas. *Oryx* **18**:8–13.

Bergl, R.A. and Vigilant, L. 2007. Genetic analysis reveals population structure and recent migration within the highly fragmented range of the Cross River gorilla (*Gorilla gorilla diehli*). *Molecular Ecology* **16**:501–516.

Bermejo, M., Rodríguez-Teijeiro, J.D., Illera, G., Barroso, A., Vilà, C. and Walsh, P.D. 2006. Ebola outbreak killed 5000 gorillas. *Science* 314(5805):1564.

Bernard, H.R. 2002. *Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Methods*. Third Edition. Altimara Press, Walnut Creek, USA.

Bibby, C.J. and Buckland, S.T. 1987. Bias of bird census results due to detectability varying with habitat. *Journal of Applied Ecology* **22**:619–633.

Blake, S. 2005. *Long-Term System for Monitoring the Illegal Killing of Elephants (MIKE): Central African Forests-Final Report of Population Surveys (2003-2004).* Wildlife Conservation Society, New York.

Boesch, C. and Boesch-Achermann, H. 2000. *The Chimpanzees of the Taï Forest: Behavioral Ecology and Evolution.* Oxford University Press, New York.

Borchers, D.L., Buckland, S.T. and Zucchini, W. 2002. *Estimating Animal Abundance: Closed Populations.* Springer-Verlag, London.

Brugière, D . and Sakom, D. 2001. Population density and nesting, behaviour of lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) in the Ngotto forest, Central African Republic. *Journal of Zoology* **255**:251–259.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. and Laake, J.L. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London. Free download http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance.book/

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. 2001. *Introduction to Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. 2004. *Advanced Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations.* Chapman and Hall, London.

Buij, R., Singleton, I., Krakauer, E. and van Schaik, C.P. 2003. Rapid assessment of orangutan density. *Biological Conservation* **114**:103–113.

Buij, R., McShea, W.J., Campbell, P., Lee, M.E., Dallmeier, F., Guimondoud, S., Mackaga, L., Guisseougou, N., Mboumba, S., Hines, J., Nichols, J.D. and Alonso, A. 2007. Patch-occupancy models indicate human activity as major determinant of forest elephant *Loxodonta cyclotis* seasonal distribution in an industrial corridor in Gabon. *Biological Conservation* **35**:189–201.

Caillaud, D., Levréro, F., Cristescu, R., Gatti, S., Dewas, M., Douadi, M., Gautier-Hion, A., Raymond, M. and Ménard, N. 2006. Gorilla susceptibility to Ebola virus: the cost of sociality. *Current Biology* **16**: 489–491.

Caughley, G. 1974. Bias in aerial survey. *Journal of Wildlife Management* **38**:921–933.

Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. John Wiley and Sons, New York.

Di Fiore, A. 2003. Molecular genetic approaches to the study of primate behavior, social organization, and reproduction. *American Journal of Physical Anthropology* **122**:62–99.

Fruth, B. 1995. Nests and nest groups in wild bonobos: Ecological and Behavioural correlates. Ph.D. thesis, Ludwig-Maximilian University, Munich.

Furuichi, T., Hashimoto, C. and Tashiro, Y. 2001. Extended application of a marked-nest census method to examine seasonal changes in habitat use by chimpanzees. *International Journal of Primatology* **22**:913–928.

Ghiglieri, M.P. 1979. The socio-ecology of chimpanzees in Kibale Forest, Uganda. Ph.D. thesis, University of California, Davis.

Ghiglieri, M.P. 1984. *The Chimpanzee of Kibale Forest*. Columbia University Press, New York.

Goswami, V.R., Madhusudan, M.D. and Karanth, K.U. 2007. Application of photographic capture-recapture modelling to estimate demographic parameters for male Asian elephants. *Animal Conservation* **10**:391–99.

Gray, M., McNeilage, A., Fawcett, K. Robbins, M.M., Ssebide, B., Mbula, D. and Uwingeli, P. in review. Censusing the mountain gorillas in the Virunga Volcanoes: Complete sweep method vs. monitoring. *African Journal of Ecology.*

Greenwood, J.J.D. 1996. Basic techniques. In: W.J. Sutherland (ed.), *Ecological Census Techniques: A Handbook*. pp.11–110. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Hall, J.S., White, L.J.T., Inogwabini, B.-I., Omari, I., Simons-Morland, H., Williamson, E.A., Saltonstall, K., Walsh, P., Sikubwabo, C., Bonny, D., Prince Kiswele, K., Vedder, A. and Freeman, K. 1998. Survey of Grauer's gorillas (*Gorilla gorilla graueri*) and eastern chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) in the Kahuzi-Biega National Park lowland sector and adjacent forest in eastern Democratic Republic of Congo. *International Journal of Primatology* **19**:207–235.

Harcourt, A.H. and Fossey, D. 1981. The Virunga gorillas: decline of an island population. *African Journal of Ecol*ogy **19**:83–97.

Hart, T. and Mwinyihali, R. 2001. *Armed Conflict and Biodiversity in Sub-Saharan Africa: The Case of the Democratic Republic of Congo*. Biodiversity Support Program, Washington, DC.

Hashimoto, C. 1995. Population census of the chimpanzees in the Kalinzu Forest, Uganda: comparison between methods with nest counts. *Primates* **36**:477–488.

Hayes, R.J. and Buckland, S.T. 1983. Radial distance models for the line-transect methods. *Biometrics* **39**:29–42.

Hedges, S. and D. Lawson. 2006. Dung survey standards for the MIKE programme. CITES MIKE Programme, Nairobi, Kenya. Website: www.cites.org/eng/prog/MIKE/index.shtml

Henschel, P. and Ray, J.C. 2003. Leopards in African Rainforests: Survey and Monitoring Techniques. Wildlife Conservation Society, New York. Website: www.savingwildplaces.com/swp-globalcarnivore (English and French pdfs).

Hoppe-Dominik, B. 1991. Distribution and status of chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) on the Ivory Coast. *Primate Report* **31**:45–75.

Iwata, Y. and Ando, C. 2007. Bed and bed-site reuse by western lowland gorillas (*Gorilla g. gorilla*) in Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *Primates* **48**:77–80.

Johnson, A.E., Knott, C.D., Pamungkas, B., Pasaribu, M. and Marshall, A.J. 2005. A survey of the orangutan (*Pongo pygmaeus wurmbii*) population in and around Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia, based on nest counts. *Biological Conservation* **121**:495–507.

Kalpers, J. 2001. *Volcanoes Under Siege: Impact of a Decade of Armed Conflict in the Virungas*. Biodiversity Support Program, Washington, DC.

Kalpers, J., Williamson, E.A., Robbins, M.M., McNeilage, A., Nzamurambaho, A., Lola, N. and Mugiri, G. 2003. Gorillas in the crossfire: assessment of population dynamics of the Virunga mountain gorillas over the past three decades. *Oryx* **37**:326–337.

Karanth, K.U. and Nichols, J.D. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* **79**:2852–2862.

Köndgen, S., Kühl, H., N'Goran, P.K., Walsh, P.D., Schenk, S., Ernst, N., Biek, R., Formenty, P., Maetz-Rensing, K., Schweiger, B., Junglen, S., Ellerbrok, H., Nitsche, A., Briese, T., Lipkin, W.I. Pauli, G., Boesch, C. and Leendertz, F.H. 2008. Pandemic human viruses cause decline of endangered great apes. *Current Biology* **18**:260–264.

Kormos, R. and Boesch, C. 2003. *Regional Action Plan for the Conservation of Chimpanzees in West Africa.* Conservation International, Washington, DC.

Kühl, H.S, Todd, A., Boesch, C. and Walsh, P.D. 2007. Manipulating dung decay time for efficient large-mammal density estimation: gorillas and dung height. *Ecological Applications* **17**:2403–2414.

Laing, S.E., Buckland, S.T., Burn, R.W., Lambie, D. and Amphlett, A. 2003. Dung and nest survey: estimating decay rates. *Journal of Applied Ecology* **40**:1102–1111.

Leendertz, F.H., Pauli, G., Maetz-Rensing, K., Boardman, W., Nunn, C., Ellerbrok, H., Jensen, S.A., Junglen, S. and Boesch, C. 2006. Pathogens as drivers of population declines: the importance of systematic monitoring in great apes and other threatened mammals. *Biological Conservation* **131**:325–337.

Lukacs, P.M. 2005. Statistical aspects of using genetic markers for individual identification in capture-recapture studies. Ph.D. thesis, Colorado University, USA.

Lukacs, P.M. and Burnham, K.P. 2005a. Estimating population size from DNA-based closed capture–recapture data incorporating genotyping error. *Journal of Wildlife Management* **69**:396–403.

Lukacs, P.M. and Burnham, K.P. 2005b. Review of capture–recapture methods applicable to noninvasive genetic sampling. *Molecular Ecology* **14**:3909–3919.

MacKenzie, D.I. and Royle, J.A. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology* **42**:1105–1114.

MacKinnon, J. 1974. The behaviour and ecology of wild orang-utans (*Pongo pygmaeus*). *Animal Behaviour* **22**:3–74.

Magliocca, F., Querouil, S. and Gautier Hion, A. 1999. Population structure and group composition of western lowland gorillas in north-western Republic of Congo. *American Journal of Primatology* **48**:1–14.

Marchesi, P., Marchesi, N., Fruth, B. and Boesch, C. 1995. Census and distribution of chimpanzees in Cote d'Ivoire. *Primates* **36**:591–607.

Marshall, A.J., Nardiyono, L., Engstrom, M., Pamungkas, B. and Palapa, J. 2006. The blowgun is mightier than the chainsaw in determining population density of Bornean orang-utans in the forests of East Kalimantan. *Biological Conservation* **129**:566–578.

Marshall, A.J., Salas, L.A., Stephens, S., Nardiyono, L., Engstrom, M., Meijaard, E. and Stanley, S.A. 2007. Use of limestone karst forests by Bornean orang-utans in the Sangkuliran Peninsula, East Kalimantan, Indonesia. *American Journal of Primatology* **69**:1–8.

Mathewson, P.D., Spehar, S.N., Meijaard, E., Nardiyono, Purnomo, Sasmirul, A., Sudiyanto, Oman, Sulhnudin, Jasary, Jumali, and Marshall, A.J. 2008. Evaluating orangutan census techniques using nest decay rates: implications for population estimates. *Ecological Applications* **18**:208–221.

McGraw, W.S. 1998. Three monkeys nearing extinction in the forest reserves of eastern Côte d'Ivoire. *Oryx* **32**:233–236.

McNeilage, A., Plumptre, A.J., Brock-Doyle, A. and Vedder, A. 2001. Bwindi Impenetrable National Park, Uganda: gorilla census 1997. *Oryx* **35**:39–47.

McNeilage, A., Robbins, M.M., Gray, M., Olupot, W., Babaasa, D., Bitariho, R., Kasangaki, A., Rainer, A., Asuma, S., Mugiri, G. and Baker, J. 2006. Census of the mountain gorilla *Gorilla beringei beringei* population in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *Oryx* **40**:419–427.

Mills, L.S., Citta, J.J., Lair, K.P., Schwartz, M.K. and Talmon, D.A. 2000. Estimating animal abundance using noninvasive DNA sampling: promise and pitfalls. *Ecological Applications* **10**:238–294.

Mohneke, M. and Fruth, B. 2008. Bonobo (*Pan paniscus*) density estimation in the SW-Salonga National Park, Democratic Republic of Congo: Common methodology revisited. In: T. Furuichi and J. Thompson (eds.), *The Bonobos. Behavior, Ecology, and Conservation*, pp.151–166. Springer, New York.

Morgan, D., Sanz, S., Onononga, J.R. and Strindberg, S. 2006. Ape abundance and habitat use in the Goualougo Triangle, Republic of Congo. *International Journal of Primatology* **27**:147–179.

Morin, P.A., Chambers, K.E., Boesch, C. and Vigilant L. 2001. Quantitative polymerase chain reaction analysis of DNA from noninvasive samples for accurate microsatellite genotyping of wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*). *Molecular Ecology* **10**:1835–1844.

Morrogh-Bernard, H., Husson, S., Page, S.E. and Rieley, J.O. 2003. Population status of the Bornean orang-utan (*Pongo pygmaeus*) in the Sebangau peatswamp forest, Central Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* **110**:141–152.

Mowat, G. and C. Strobeck. 2000. Estimating population size of grizzly bears using hair capture, DNA profiling and mark-recapture analysis. *Journal of Wildlife Management* **64**:183–193.

Nichols, J.D. 1992. Capture-recapture models. *Bioscience* **42**:94–102.

Nichols, J.D. and Conroy, M.J. 1996. Techniques for estimating abundance and species diversity. In: D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran and M.S. Foster (eds.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals*, pp.177–234. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Nishida, T., Corp, N., Hamai, M., Hasegawa, T., Hiraiwa-Hasegawa, M., Hosaka, K., Hunt, K.D., Itoh, N., Kawanaka, K., Matsumoto-Oda, A., Mitani, J.C., Nakamura, M., Norikoshi, K., Sakamaki, T., Turner, L., Uehara, S. and Zamma, K. 2003. Demography, female life history, and reproductive profiles among the chimpanzees of Mahale. *American Journal of Primatology* **59**:99–121.

Nsubuga, A.M., Robbins, M.M., Roeder, A.D., Morin, P.A., Boesch, C. and Vigilant, L. 2004. Factors affecting the amount of genomic DNA extracted from ape faeces and the identification of an improved sample storage method. *Molecular Ecology* **13**:2089–2094.

Parnell, R.J. 2002. Group size and structure in Western Lowland Gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) at Mbeli Bai, Republic of Congo. *American Journal of Primatology* **56**:193–206.

Payne, J. 1988. Orang-utan conservation in Sabah. *WWF-Malaysia International, Report 3759*, Kuala Lumpur, Malaysia.

Pellet, J. and Schmidt, B.R. 2005. Monitoring distributions using call surveys: estimating site occupancy, detection probabilities and inferring absence. *Biological Conservation* **123**:27–35.

Petit, E. and Valiere, N. 2006. Estimating population size with noninvasive capture-mark-recapture data. *Conservation Biology* **20**:1062–1073.

Plumptre, A.J. 2000. Monitoring mammal populations with line transect techniques in African forests. *Journal of Applied Ecology* **37**:356–368.

Plumptre, A.J. and Cox, D. 2006. Counting primates for conservation: primate surveys in Uganda. *Primates* **47**:65–73.

Plumptre, A.J. and Harris, S. 1995. Estimating the biomass of large mammalian herbivores in a tropical montane forest: a method of faecal counting that avoids assuming a 'steady state' assumption. *Journal of Applied Ecology* **32**:111–120.

Plumptre, A.J. and Reynolds, V. 1994. The impact of selective logging on the primate populations in the Budongo Forest Reserve, Uganda. *Journal of Applied Ecology* **31**:631–641.

Plumptre, A.J. and Reynolds, V. 1996. Censusing chimpanzees in the Budongo Forest, Uganda. *International Journal of Primatology* **17**:85–99.

Plumptre, A.J. and Reynolds, V. 1997. Nesting behaviour of chimpanzees: implications for censuses. *International Journal of Primatology* **18:**475–485.

Pusey, A.E., Pintea, L., Wilson, M.L., Kamenya, S. and Goodall, J. 2007. The contribution of long-term research at Gombe National Park to chimpanzee conservation. *Conservation Biology* **21**:623–634.

Reynolds, V. and Reynolds, F. 1965. Chimpanzees of the Budongo Forest. In: I. DeVore (ed.), *Primate Behavior. Field Studies of Monkeys and Apes,* pp.368–424. Holt, Rinehart and Winston, New York.

Rijksen, H.D. 1978. *A Field Study on Sumatran Orang Utans (*Pongo pygmaeus abelii *Lesson 1827): Ecology, Behaviour and Conservation.* H. Veenman and Zonen B.V., Wageningen, The Netherlands.

Robbins, M.M., Sicotte, P. and Stewart, K.J. (eds.). 2001. *Mountain Gorillas: Three Decades of Research at Karisoke*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Ross, C. and Reeve, N. 2003. Survey and census methods: population distribution and density. In: J.M. Setchell and D.J. Curtis (eds.), *Field and Laboratory Methods in Primatology*, pp.90–109. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Royle, J.A. and Nichols, J.D. 2003. Estimating abundance from repeated presence absence data or point counts. *Ecology* **84**:777–790.

Russon, A.E., Erman, A. and Dennis, R. 2001. The population and distribution of orang-utans (*Pongo pygmaeus pygmaeus*) in and around the Danau Sentarum Wildlife Reserve, West Kalimantan, Indonesia*. Biological Conservation* **97**:21–28.

Sanderson, J.G. and Trolle, M. 2005. Monitoring elusive mammals. *American Scientist* **701**:148–155.

Sanz, C., Morgan, D. and Gulick, S. 2004. New insights into chimpanzees, tools, and termites from the Congo basin. *American Naturalist* **164**:567–581.

Sanz, C., Morgan, D., Strindberg, S. and Onononga, J.R. 2007. Distinguishing between the nests of sympatric chimpanzees and gorillas. *Journal of Applied Ecology* **44**:263–272.

Singleton, I. 2000. Ranging behaviour and seasonal movements of Sumatran orang-utans (*Pongo pygmaeus abelii*) in swamp forests. Ph.D. thesis, University of Kent at Canterbury, UK.

Singleton, I., Wich, S., Husson, S., Stephens, S., Utami-Atmoko, S.S., Leighton, M., Rossen, N., Traylor-Holzer, K., Lacy, R. and Byers, O. 2004. *Orangutan Population and Habitat Viability Assessment: Final Report.* IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.

Southwood, T.R.E. and Henderson, P.A. 2000. *Ecological Methods,* 3rd edition. Blackwell Sciences, Oxford.

Stokes, E.J., Parnell, R.J. and C. Olejniczak. 2003. Female dispersal and reproductive success in wild western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Behavioural Ecology and Sociobiology* **54**:329–339.

Sugiyama, Y. and Soumah, A.G. 1988. Preliminary survey of the distribution and population of chimpanzees in the Republic of Guinea. *Primates* **29**:569–574.

Taberlet, P. and Luikart, G. 1999. Non-invasive genetic sampling and individual identification. *Biological Journal of the Linnean Society* **68**:41–55.

Taberlet, P., Waits, L.P. and Luikart, G. 1999. Noninvasive genetic sampling: look before you leap. *Trends in Ecology and Evolution* **14**:323–327.

Thomas, L., Laake, J.L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Hedley, S.L., Pollard, J.H., Bishop, J.R.B., and Marques, T.A. 2006. *Distance 5.0. Release 2*. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, U.K. Website: www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/

Todd, A.F., Kühl, H.S, Cipolletta, C. and Walsh, P.D. 2008. Using dung to estimate gorilla density: Modeling dung production rate. *International Journal of Primatology* **29**:549–563.

Tutin, C.E.G. and Fernandez, M. 1984. Nationwide census of gorilla (*Gorilla g. gorilla*) and chimpanzee (*Pan t. troglodytes*) populations in Gabon. *American Journal of Primatology* **6**:313–336.

Tutin, C.E.G., Parnell, R.J., White, L.J.T. and Fernandez, M. 1995. Nest building by lowland gorillas in the Lopé Reserve, Gabon: environmental influences and implications for censusing. *International Journal of Primatology* **16**:53–76.

Tutin, C., Stokes, E., Boesch, C., Morgan, D., Sanz, C., Reed, T., Blom, A., Walsh, P., Blake, S. and Kormos, R. 2005. *Regional Action Plan for the Conservation of Chimpanzees and Gorillas in Western Equatorial Africa.* Conservation International, Washington DC, USA.

van Krunkelsven, E. 2001. Density estimation of bonobos (*Pan paniscus*) in Salonga National Park, Congo. *Biological Conservation* **99**:387–391.

van Krunkelsven, E., Bila-Isia, I. and Draulans, D. 2000. A survey of bonobos and other large mammals in the Salonga National Park, Democratic Republic of Congo. *Oryx* **34**:180–187.

van Schaik, C.P. and Azwar. 1991. Orang-utan densities in different forest types in the Gunung Leuser National Park (Sumatra), as determined by nest counts. Unpublished report to PHPA, LIPI and L.S.B. Leakey Foundation, Durham, NC.

van Schaik, C.P., Priatna, A. and Priatna, D. 1995. Population estimates and habitat preferences of orang-utans (*Pongo pygmaeus*) based on line transects of nests. In: R.D. Nadler, B.F.M. Galdikas, L.K. Sheeran and N. Rosen, (eds.), *The Neglected Ape*, pp.129–147. Plenum Press, New York.

van Schaik, C.P., Wich, S., Utami, S. and Odom, K. 2005. A simple alternative to line transects of nests for estimating orangutan densities. *Primates* **46**:249–254.

Vincent, J.-P., Hewison, A.J.M, Angibault, J.-M. and Cargnelutti, B. 1996. Testing density estimators on a fallow deer population of known size. *Journal of Wildlife Management* **60**:18–28.

Waits, L.P. 2004. Using noninvasive genetic sampling to detect and estimate abundance of rare wildlife species. In: W.L. Thomson (ed.), *Sampling rare or elusive species: concepts, designs and techniques for estimating population parameters*, pp.211–228. Island Press, Washington, DC.

Waits, L.P. and Paetkau, D. 2005. Noninvasive genetic sampling tools for wildlife biologists: A review of applications and recommendations for accurate data collection. *Journal of Wildlife Management* **69**:1419–1433.

Walsh, P.D. and White, L.J.T. 1999. What will it take to monitor forest elephant populations? *Conservation Biology* **13**:1194–1202.

Walsh, P.D. and White, L.J.T. 2005. Evaluating the steady state assumption: simulations of gorilla nest decay. *Ecological Applications* **15:**1342–1350.

Walsh, P.D., Abernethy, K.A., Bermejo, M., Beyersk, R., De Wachter, P., Akou, M.E., Huijbregts, B., Mambounga, D.I., Toham, A.K., Kilbourn, A.M., Lahm, S.A., Latour, S., Maisels, S.F., Mbina, C., Mihindou, Y., Obiang, S.N., Effa, E.N. and Starkey, M. 2003. Catastrophic ape decline in western equatorial Africa. *Nature* **422**:611–614.

White, L.J.T. and Edwards, A. (eds.) 2000. *Conservation Research in the African Rain Forests: A Technical Handbook*. Wildlife Conservation Society, New York.

Whitesides, G.H., Oates, J.F., Green, S. and Kluberdanz, R.P. 1988. Estimating primate densities from transects in a West African rainforest: a comparison of techniques. *Journal of Animal Ecology* **57**:345–367.

Wich, S.A., Buij, R. and van Schaik, C.P. 2004. Determinants of orang-utan density in the dryland forests of the Leuser ecosystem. *Primates* **45**:177–182.

Literatur tambahan yang bermanfaat

1. Survei dan Sensus: Gambaran dan Informasi Umum

Brockelman, W.Y. and Ali, R. 1987. Methods of surveying and sampling forest primate populations. In: C.W. Marsh and R.A. Mittermeier (eds.), *Primate Conservation in the Tropical Rain Forest*, pp.23–62. Alan R. Liss, New York, USA.

Ganzhorn, J.U. 2003. Habitat description and phenology. In: J.M. Setchell and D.J. Curtis (eds.), *Field and Laboratory Methods in Primatology*, pp. 40–56. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Gruber, B., Reineking, B., Calabrese, J.M., Kranz, A., Poledníková, K., Poledník, L., Klenke, R., Valentin, A. and Henle, K. 2008. A new method for estimating visitation rates of cryptic animals via repeated surveys of indirect signs. *Journal of Applied Ecology* **45**:728–735.

MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L.L. and Hines, J.E. 2005. *Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence*. Elsevier, San Diego.

Skorupa, J.P. 1987. Do line-transect surveys systematically underestimate primate densities in logged forests? *American Journal of Primatology* **13:**1–9.

Sutherland, W.J. 2000. Monitoring. In: W.J. Sutherland (ed.), *The Conservation Handbook: Research, Management and Policy,* pp.36–64. Blackwell Science, Oxford.

Sutherland, W.J. 1996. The twenty commonest censusing sins. In: W.J. Sutherland (ed.), *Ecological Census Techniques. A Handbook*, pp.317–318. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Williams, B.K., Nichols, J.D. and Conroy, M.J. 2002. *Analysis and Management of Animal Populations.* Academic Press, San Diego.

2. Sampling Jarak Jauh dan Analisa Statistik

Barnes, R.F.W. 2002. The problem of precision and trend detection posed by small elephant populations in West Africa. *African Journal of Ecology* **40**:179–185.

Barnes, R., Beardsley, K., Michelmore, F., Barnes, K.L., Alers, M.P.T. and Blom, A. 1997. Estimating forest elephant numbers with dung counts and a geographic information system. *Journal of Wildlife Management* **61**:1384–1393.

Burnham, K.P. and Anderson. D.R. 2002. *Model Selection and Multimodel Interference: A Practical Information-Theoretic Approach,* 2nd edition. Springer-Verlag, New York.

Chen, S.C. 2000. Animal abundance estimation in independent observer line transect surveys. *Environmental and Ecological Statistics* **7:**285–299.

Crain, B.R. 1998. Some comments on line transect grouped data analysis. *Ecological Modelling* **109:**243–249.

Hedley, S. and Buckland, S.T. 2004. Spatial Models for Line Transect Sampling. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* **9**:181–199.

MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Lachman, G.B., Droege, S., Royle, J.A. and Langtimm, C.A. 2002. Estimating site occupancy when detection probabilities are less than one. *Ecology* **83**:2248–2255.

Marques, T. 2004. Predicting and correcting bias caused by measurement error in line transect sampling using multiplicative error models. *Biometrics* **60:**757–763.

Marshall, A.R., Lovett, J.C. and White, P.C.L. 2008. Selection of line-transect methods for estimating the density of group-living animals: Lessons from the primates. *American Journal of Primatology* **70**:452–462.

Otis, D.L., Burnham, K.P., White, G.C. and Anderson, D.R. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* **62**:1–135.

Strayer, D. 1999. Statistical power of presence-absence data to detect population declines. *Conservation Biology* **13**:1034–1038.

Strindberg, S. and Buckland, S.T. 2004. Zigzag survey designs in line transect sampling. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* **9**:443–461.

Vaughan, I.P. and Ormerod, S.J. 2005. The continuing challenges of testing species distribution models. *Journal of Applied Ecology* **42**:720–730.

Walsh, P.D., White, L.J.T., Mbina, C., Idiata, D., Mihindou, Y., Maisels, F. and Thibault, M. 2001. Estimates of forest elephant abundance: projecting the relationship between precision and effort. *Journal of Applied Ecology* **38**:217–228.

3. Variabel yang Dapat Diukur yang digunakan pada Survei Kera Besar

Baldwin, P.J., Sabater Pi, J., McGrew, W.C. and Tutin, C.E.G. 1981. Comparisons of nests made by different populations of chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Primates* **22**:474–486.

Brownlow, A.R., Plumptre, A.J., Reynolds, V. and Ward, R. 2001. Sources of variation in the nesting behavior of chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) in the Budongo Forest, Uganda. *American Journal of Primatology* **55**:49–55.

Fruth, B. and Hohmann, G. 1993. Ecological and behavioral aspects of nest building in wild bonobos (*Pan paniscus*). *Ethology* **94**:113–126.

Johns, A.D. 1985. Differential detectability of primates between primary and selectively logged habitats and implications for population surveys. *American Journal of Primatology* **8**:31–36.

Sugardjito, J. 1983. Selecting nest-sites of Sumatran orang-utans, *Pongo pygmaeus abelii*, in the Gunung Leuser National Park, Indonesia. *Primates* **24**:467–474.

Yamagiwa, J. 2001. Factors influencing the formation of ground nests by eastern lowland gorillas in Kahuzi-Biega National Park: some evolutionary implications of nesting behaviour. *Journal of Human Evolution* **40**:99–109.

4. Survei Kera Besar Afrika

Devos, C., Walsh, P.D., Arnhem, E. and Huynen, M.C. 2008. Monitoring population decline: can transect surveys detect the impact of the Ebola virus on apes? *Oryx* **42**:367–374.

Devos, C., Sanz, C., Morgan, D., Onononga, J.R., Laporte, N. and Huynen, M.C. 2008. Comparing ape densities and habitats in Northern Congo: surveys of sympatric gorillas and chimpanzees in the Odzala and Ndoki regions. *American Journal of Primatology* **70**:439–451.

Gonzalez-Kirchner, J.P. 1997. Census of western lowland gorilla population in Rio Muni region, Equatorial Guinea. *Folia Zoologica* **46**:15–22.

Grossmann, F., Hart, J.A., Vosper, A. and Ilambu, O. 2008. Range occupation and population estimates of bonobos in the Salonga National Park: application to large-scale surveys of bonobos in the Democratic Republic of Congo. In: T. Furuichi and J. Thompson (eds.), *The Bonobos. Behavior, Ecology, and Conservation*, pp.189–216. Springer, New York.

Thomas, S.C. 1991. Population densities and patterns of habitat use among anthropoid primates of the Ituri forest, Zaire. *Biotropica* **23**:68–83.

Williamson, E.A. and Usongo, L. 1996. Survey of gorillas *Gorilla gorilla* and chimpanzees *Pan troglodytes* in the Réserve de Faune du Dja, Cameroun. *African Primates* **2**:67–72.

Yamagiwa, J., Mwanza, N., Spangenberg, A., Maruhashi, T., Yumoto, T., Fischer, A. and Steinhauer-Burkart, B. 1993. A census of the eastern lowland gorillas *Gorilla gorilla graueri* in Kahuzi-Biega National Park with reference to mountain gorillas *G.g.beringei* in the Virunga region, Zaire. *Biological Conservation* **64**:83–89.

5. Survei Orangutan

Ancrenaz, M. 2006. Consultancy on survey design and data analysis at Betung Kerihun National Park, Indonesia. WWF–Germany. http://www.wwf.or.id/admin/file-upload/files/FCT1165193058.pdf

Blouch, R.A. 1997. Distribution and abundance of orang-utans (*Pongo pygmaeus*) and other primates in the Lanjak Entimau Wildlife Sanctuary, Sarawak, Malaysia. *Tropical Biodiversity* **4**:259–274.

Felton, A.M., Engstrom, L.M., Felton, A. and Knott, C.D. 2003. Orangutan population density, forest structure and fruit availability in hand-logged and unlogged peat swamp forests in West Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* **114**:91–101.

Knop, E., Ward, P.I. and Wich, S.A. 2004. A comparison of orang-utan density in a logged and unlogged forest on Sumatra. *Biological Conservation* **120**:183–188.

6. Survei dari Udara

Alpizar-Jara, R. and Pollock, K.H. 1996. A combination line transect and capture-recapture sampling model for multiple observers in aerial surveys. *Environmental and Ecological Statistics* **3**:311–327.

Ottichilo, W.K. and Khaemba, W.M. 2001. Validation of observer and aircraft calibration for aerial surveys of animals. *African Journal of Ecology* **39**:45–50.

Quang, P.X. and Becker, E.F. 1997. Combining line transect and double count sampling techniques for aerial surveys. *Journal of Agriculture Biological and Environmental Statistics* **2**:1–14.

Whitehouse, A.M., Hall-Martin, A.J. and. Knight, M.H. 2001. A comparison of methods used to count the elephant population of the Addo Elephant National Park, South Africa. *African Journal of Ecology* **39**:140–145.

7. Genetika, Tangkap-Tangkap Kembali

Bergl, R.A. 2006. Conservation Biology of the Cross River Gorilla (*Gorilla gorilla diehli*). Ph.D. thesis, City University of New York, New York.

Guschanski, K., Vigilant, L., McNeilage, A., Gray, M., Kagoda, E. and Robbins, M.M. In review. Counting elusive animals: comparison of a field and genetic census of the entire population of mountain gorillas of Bwindi Impenetrable National Park, Uganda.

Huggins, R.M. 1989. On the statistical analysis of capture experiments. *Biometrika* 76:133–140.

Kohn, M.H., York, E.C., Kamradt, D.A., Haught, D., Sauvajot, R.M. and Wayne, R.K. 1999. Estimating population size by genotyping faeces. *Proc. Roy. Soc. Lond. B* **266**:657–663.

Lukacs, P.M., Eggert, L.S. and Burnham, K.P. 2008. Estimating population size from multiple detections with non-invasive genetic data. *Wildlife Biology in Practice* **3**:83–92.

Miller, C.R., Joyce, P. and Waits, L.P. 2005. A new method for estimating the size of small populations from genetic mark-recapture data. *Molecular Ecology* **14**:1991–2005.

Pledger, S. 2000. Unified maximum likelihood estimates for closed capture-recapture models using mixtures. *Biometrics* **56**:434–442.

Trolle, M., Noss, A.J., Cordeiro, J.L.P. and Oliviera, L.F.B. 2008. Brazilian tapir density in the Pantanal: A comparison of systematic camera-trapping and line-transect surveys. *Biotropica* **40**:211–217.

White, G.C., Anderson, D.R., Burnham, K.P. and Otis, D.L. 1982. Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos.

Lampiran I. Kontak dan Sumber Daya Informasi dan Pendanaan lebih lanjut

Ape Populations, Environments and Surveys (A.P.E.S.) Database

http://apes.eva.mpg.de/

Email: apes@eva.mpg.de

DISTANCE

http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/

USFWS Great Apes Program

http://www.fws.gov/international/rfps/gahow.htm

Biodiversity Conservation and Habitat and Ecosystem Protection Donor Newsletters

http://www.bothends.org/service/stand4.html

Conservation Information Service (CIS)

CIS links persons developing and managing conservation-related projects with donors who share their goals.
http://www.primate.wisc.edu/pin/cis/

FAO Collaborative Partnership on Forests

Forest Funding News

http://www.fao.org/forestry/site/33747/en/

Society for Conservation Biology

Listing of granting Institutions and contact information for support of research and other conservation activities in Africa.
http://www.conbio.org/sections/Africa/africafunding.cfm

Tropical Biology Association Funding Database

www.tropical-biology.org/alumni/database/main.php

Terbitan tidak berkala IUCN Species Survival Commission

1. *Species Conservation Priorities in the Tropical Forests of Southeast Asia.* Edited by R.A. Mittermeier and W.R. Konstant, 1985, 58pp.*
2. *Priorités en matière de conservation des espèces à Madagascar.* Edited by R.A. Mittermeier, L.H. Rakotovao, V. Randrianasolo, E.J. Sterling and D. Devitre, 1987, 167pp.*
3. *Biology and Conservation of River Dolphins.* Edited by W.F. Perrin, R.K. Brownell, Zhou Kaiya and Liu Jiankang, 1989, 173pp.*
4. *Rodents. A World Survey of Species of Conservation Concern.* Edited by W.Z. Lidicker, Jr., 1989, 60pp.
5. *The Conservation Biology of Tortoises.* Edited by I.R. Swingland and M.W. Klemens, 1989, 202pp.*
6. *Biodiversity in Sub-Saharan Africa and its Islands: Conservation, Management, and Sustainable Use.* Compiled by S.N. Stuart and R.J. Adams, with a contribution from M.D. Jenkins, 1991, 242pp.
7. *Polar Bears: Proceedings of the Tenth Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group,* 1991, 107pp.
8. *Conservation Biology of Lycaenidae (Butterflies).* Edited by T.R. New, 1993, 173pp.*
9. *The Conservation Biology of Molluscs: Proceedings of a Symposium held at the 9th International Malacological Congress, Edinburgh, Scotland, 1986.* Edited by A. Kay. Including a Status Report on Molluscan Diversity, by A. Kay, 1995, 81pp.
10. *Polar Bears: Proceedings of the Eleventh Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, January 25–28 1993, Copenhagen, Denmark*. Compiled by Ø. Wiig, E.W. Born and G.W. Garner, 1995, 192pp.
11. *African Elephant Database 1995.* M.Y. Said, R.N. Chunge, G.C. Craig, C.R. Thouless, R.F.W. Barnes and H.T. Dublin, 1995, 225pp.
12. *Assessing the Sustainability of Uses of Wild Species: Case Studies and Initial Assessment Procedure.* Edited by R. and C. Prescott-Allen, 1996, 135pp.
13. *Tecnicas para el Manejo del Guanaco [Techniques for the Management of the Guanaco].* Edited by S. Puig, South American Camelid Specialist Group, 1995, 231pp.
14. *Tourist Hunting in Tanzania.* Edited by N. Leader-Williams, J.A. Kayera and G.L. Overton, 1996, 138pp.
15. *Community-based Conservation in Tanzania.* Edited by N. Leader-Williams, J.A. Kayera and G.L. Overton, 1996, 226pp.
16. *The Live Bird Trade in Tanzania.* Edited by N. Leader-Williams and R.K. Tibanyenda, 1996, 129pp.
17. *Sturgeon Stocks and Caviar Trade Workshop: Proceedings of a Workshop, 9–10 October 1995 Bonn, Germany.* Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and the Federal Agency for Nature Conservation. Edited by V.J. Birstein, A. Bauer and A. Kaiser-Pohlmann, 1997, 88pp.
18. *Manejo y Uso Sustentable de Pecaries en la Amazonia Peruana.* R. Bodmer, R. Aquino, P. Puertas, C. Reyes, T. Fang and N. Gottdenker, 1997, 102pp.
19. *Proceedings of the Twelfth Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 3–7 February 1997, Oslo, Norway.* Compiled by A.E. Derocher, G.W. Garner, N.J. Lunn and Ø. Wiig, 1998, 159pp.
20. *Sharks and their Relatives – Ecology and Conservation.* Compiled by M. Camhi, S. Fowler, J. Musick, A. Bräutigam and S. Fordham, 1998, 39pp. (Also in French)
21. *African Antelope Database 1998.* Compiled by R. East and the IUCN/SSC Antelope Specialist Group, 1999, 434pp.
22. *African Elephant Database 1998.* R.F.W. Barnes, G.C. Craig, H.T. Dublin, G. Overton, W. Simons and C.R. Thouless, 1999, 249pp.
23. *Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia.* Edited by R.R. Reeves, B.D. Smith and T. Kasuya, 2000, 152pp.
24. *Links between Biodiversity Conservation, Livelihoods and Food Security: The Sustainable Use of Wild Species for Meat.* Edited by S.A. Mainka and M. Trivedi, 2002, 137pp. (Also in French)
25. *Elasmobranch Biodiversity, Conservation and Management. Proceedings of the International Seminar and Workshop, Sabah, Malaysia, July 1997.* Edited by S.L. Fowler, T.M. Reed and F.A. Dipper, 2002, 258pp.
26. *Polar Bears: Proceedings of the Thirteenth Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 23–28 June 2001, Nuuk, Greenland.* Compiled by N.J. Lunn, S. Schliebe and E.W. Born, 2002, 153pp.
27. *Guidance for CITES Scientific Authorities: Checklist to Assist in Making Non-detriment Findings for Appendix II Exports.* Compiled by A.R. Rosser and M.J. Haywood, 2002, 146pp.
28. *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species. Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives.* Edited by C.R. Veitch and M.N. Clout, 2002, 414pp.
29. *African Elephant Status Report 2002: An Update from the African Elephant Database.* J.J. Blanc, C.R. Thouless, J.A. Hart, H.T. Dublin, I. Douglas-Hamilton, C.G. Craig and R.F.W. Barnes, 2003, 302pp.
30. *Conservation and Development Interventions at the Wildlife/Livestock Interface: Implications for Wildlife, Livestock and Human Health.* Compiled by S.A. Osofsky and S. Cleaveland, W.B. Karesh, M.D. Kock, P.J. Nyhus, L. Starr and A. Yang, 2005, 220pp.
31. *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Eastern Africa.* Compiled by W. Darwall, K. Smith, T. Lower and J.-C. Vié, 2005, 36pp.
32. *Polar Bears: Proceedings of the 14th Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 20–24 June 2005, Seattle, Washington, USA.* Compiled by J. Aars, N.J. Lunn and A.E. Derocher, 2006, 189pp.
33. *African Elephant Status Report 2007: An Update from the African Elephant Database.* Compiled by J.J. Blanc, R.F.W. Barnes, C.G. Craig, H.T. Dublin, C.R. Thouless, I. Douglas-Hamilton and J.A. Hart, 2007, 275pp.
34. *Best Practice Guidelines for Reducing the Impact of Commercial Logging on Great Apes in Western Equatorial Africa*. D. Morgan and C. Sanz, 2007, 32pp. (Also in French)
35. *Best Practice Guidelines for the Re-introduction of Great Apes.* B. Beck K. Walkup, M. Rodrigues, S. Unwin, D. Travis, and T. Stoinski, 2007, 48pp. (Also in French at http://www.primate-sg.org/BP.reintro.htm)

Banyak diantara bahan publikasi ini tersedia secara online di: www.iucn.org/themes/ssc/publications/thematic_pubs.htm

*(Bentuk cetak habis)

Rue Mauverney 28
1196 Gland
Switzerland

Tel +41 22 999 0000
Fax +41 22 999 0002
mail@iucn.org

www.iucn.org

World Headquarters

Lampiran II. Sumber Data SIG Online

Raster data
USGS Geographic Data Download/Earth Resources Observation and Science (EROS)
http://edc.usgs.gov/

Topographic data 1km
Digital Elevation Model (DEM) — National Geophysical Data Center (NGDC)
http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html

Topographic data 90m
SRTM Data — The CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI)
http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp

Vector data
World Base Map — ESRI
http://arcdata.esri.com/data_downloader/DataDownloader?part=10200 (vector)

The GIS Data Depot (requires Login)
http://data.geocomm.com/catalog/

Collection of GIS data
University of California, Berkeley
http://biogeo.berkeley.edu/bgm/gdata.php

The CIESIN World Data Center for Human Interactions in the Environment
http://sedac.ciesin.columbia.edu/wdc/index.jsp

Africover — Food and Agriculture Organisation of the United Nations (requires Login)
http://www.africover.org/system/africover_data.php

Carpe Data Explorer — Central African Regional Program for the Enviroment
http://maps.geog.umd.edu/metadataexplorer/explorer.jsp

Global Land Cover Facility — University of Maryland
http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml

Maps (not georeferenced)
Perry-Castañeda Library Map Collection
http://www.lib.utexas.edu/maps/