

PENDUGAAN PERUBAHAN CADANGAN KARBON DI TAMAN NASIONAL MERU

Gamma Nur Merrillia Sularso¹, Rachmad Hermawan,² Lilik Budi Prasetyo,²

Alumni 2011 Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas kehutanan, Institut Pertanian Bogor

Dosen Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor²

* *Semiloka Nasional : Implementasi RAN-GRK untuk bidang berbasis Lahan, Botani Square-IPB, Bogor, 4 October 2011*

Abstrak

Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) ditunjuk sebagai tuan rumah pelaksana kegiatan demonstrasi REDD-plus yang berlangsung dari tahun 2010 sampai 2014 dengan salah satu kegiatan utama yaitu pengukuran dan pemantauan cadangan karbon. Beranekaragamnya penutupan hutan/penggunaan lahan di TNMB menghasilkan variasi nilai cadangan karbon pada masing-masing lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga cadangan karbon tersimpan pada berbagai tipe penutupan lahan di TNMB dan perubahan cadangan karbon tersimpan di TNMB periode 1989 – 2001, 2001 – 2005, dan 2005 – 2010. TNMB memiliki kisaran rata-rata biomassa tersimpan sebesar 46,39 Mg.ha⁻¹ – 241,85 Mg.ha⁻¹ dan kisaran rata-rata cadangan karbon sebesar 20,31 Mg.ha⁻¹ – 120,93 Mg.ha⁻¹. Cadangan karbon pada periode 1989 - 2001 mengalami penurunan sebesar 34.536,86 Mg. Cadangan karbon mengalami peningkatan pada periode 2001 – 2005 sebesar 115.239,20 Mg dan periode 2005-2010 sebesar 398.553,78 Mg. Total cadangan karbon tersimpan pada periode 1989 – 2010 mengalami peningkatan sebesar 455.389,29 Mg atau 22.821,72 Mg per tahun digunakan sebagai tingkat referensi (*Reference Level*) berdasarkan data historis untuk pemantauan cadangan karbon di TNMB.

Kata kunci: REDD-plus, cadangan karbon, taman nasional meru betiri, penutupan lahan

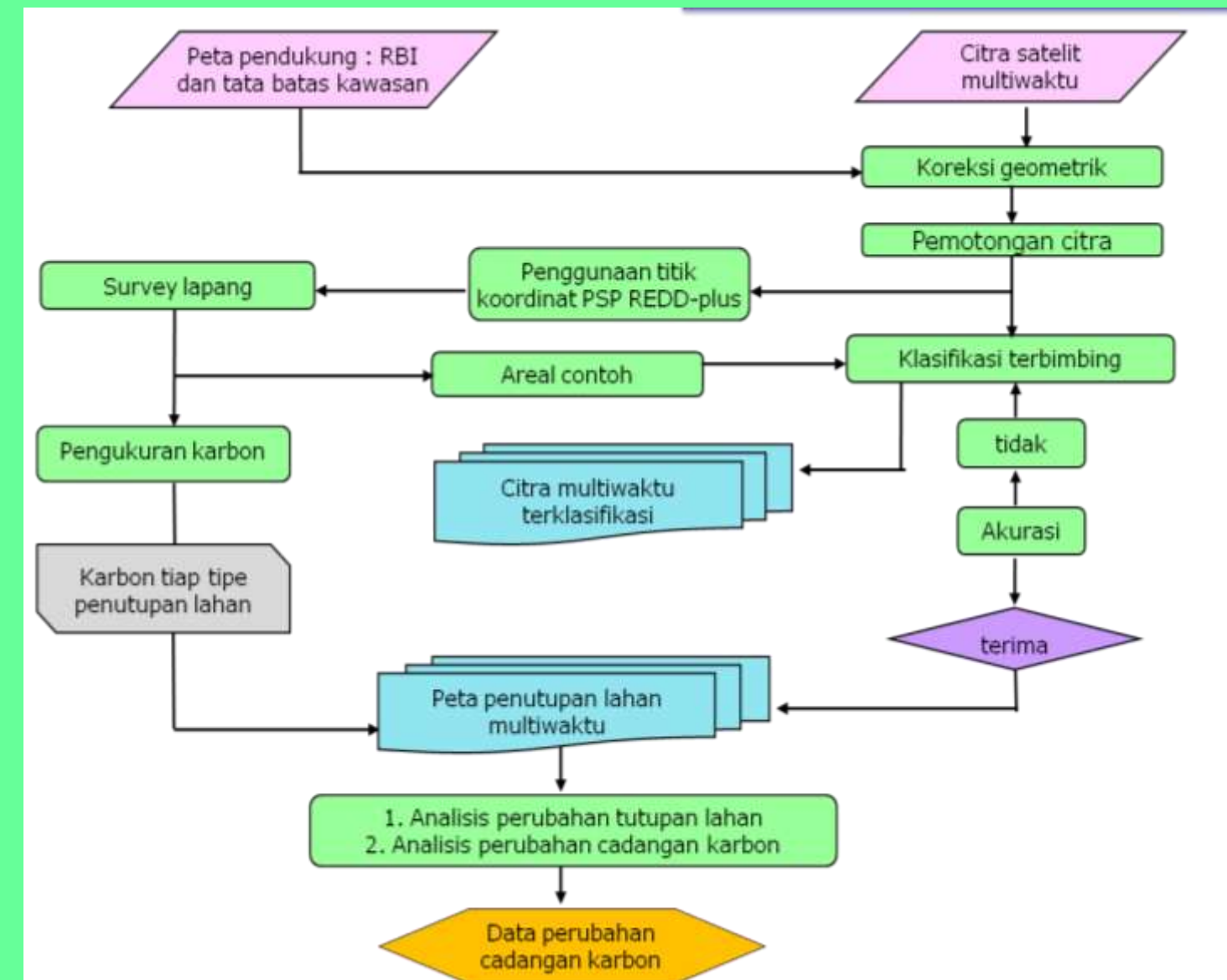
Pendahuluan

Berdasarkan hasil inventarisasi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2005, sektor *Land Use, Land Use Change and Forestry* (LULUCF) menghasilkan emisi 48%, dengan emisi tahun 2004 sebesar 1,415 juta Gg.CO₂e (Kementerian Lingkungan Hidup 2010). Skema *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation-plus* (REDD-plus) merupakan mekanisme penurunan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan melalui peran konservasi, pengelolaan hutan secara berkelanjutan, dan peningkatan cadangan karbon hutan. Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) dipilih sebagai tempat implementasi kegiatan demonstrasi REDD-plus, dengan salah satu kegiatan utama yaitu pengukuran dan pemantauan cadangan karbon.

Penelitian ini menggunakan kombinasi teknologi penginderaan jauh dengan pengukuran langsung di lapang. Integrasi data perubahan penutupan lahan dengan nilai cadangan karbon pada skala plot dapat menggambarkan perubahan cadangan karbon pada skala lanskap. Penelitian ini bertujuan untuk menduga cadangan karbon tersimpan pada berbagai tipe penutupan lahan di TNMB dan menduga perubahan cadangan karbon tersimpan di TNMB periode 1989 - 2001, 2001 – 2005, dan 2005 - 2010. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan untuk kegiatan pemantauan cadangan karbon dan dapat dijadikan sebagai tingkat referensi (*Reference Level-RL*) menggunakan data historis cadangan karbon bagi pengelola TNMB.

Metode

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu pengukuran cadangan karbon dan pembuatan peta penutupan lahan multiwaktu. Pengukuran cadangan karbon dilakukan pada bulan Mei – Juli 2010 di Taman Nasional Meru Betiri, Kabupaten Jember dan Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur. Pengukuran dilakukan di 40 Plot Sampling Permanen (PSP) yang tersebar di 8 tipe penutupan lahan. Tahap pendugaan perubahan cadangan karbon di TNMB tersaji dalam



Gambar 1 Tahapan pendugaan perubahan cadangan karbon di TNMB

Analisis biomassa untuk diameter tumbuhan

Tabel 1 Daftar persamaan allometrik yang digunakan untuk menduga nilai biomassa berdasarkan

No.	Kategori biomassa	Persamaan allometrik	Sumber
1.	Pohon dan nekromassa bercabang	$B = 0,11 \cdot p \cdot (D^{2,61})$	Katterings (2001)
2.	Jati	$B = 0,153 \cdot (D^{2,36})$	IPCC (2006)
3.	Mahoni	$B = 0,048 \cdot (D^{2,49})$	Adimurroho & Sidiyasa (2006)
4.	Sengon	$B = 0,292 \cdot (D^{2,41})$	Singhdeo (2002)
5.	Liana	$B = \exp(-1,484 + 2,657 \cdot \ln(D))$	Schnitzer et al. (2006)
6.	Arecaceae dan nekromassa tak bercabang	$B = 0,26 \cdot p \cdot (D^{1,4})$	Haritah (2000)
7.	Bambu	$B = 0,131 \cdot (D^{2,39})$	Priyadarini (2009)
8.	Pisang	$B = 0,030 \cdot (D^{2,11})$	Arifin (2001)

Sumber: 1, 4, 6, 7, 8 diacu dalam Haritah dan Rahayu (2007); 2, 3, 5, 9 diacu dalam Deaton (2009). Keterangan: B = berat kering (kg pohon); D = dbh (cm); H = tinggi (cm); p = tangkai/daun (kg cm⁻²).

Analisis biomassa untuk tumbuhan bawah dan serasah

BK = BKc (g) × total BB (g)
BBc (g)

Keterangan: *diacu dalam Haritah dan Rahayu (2007)

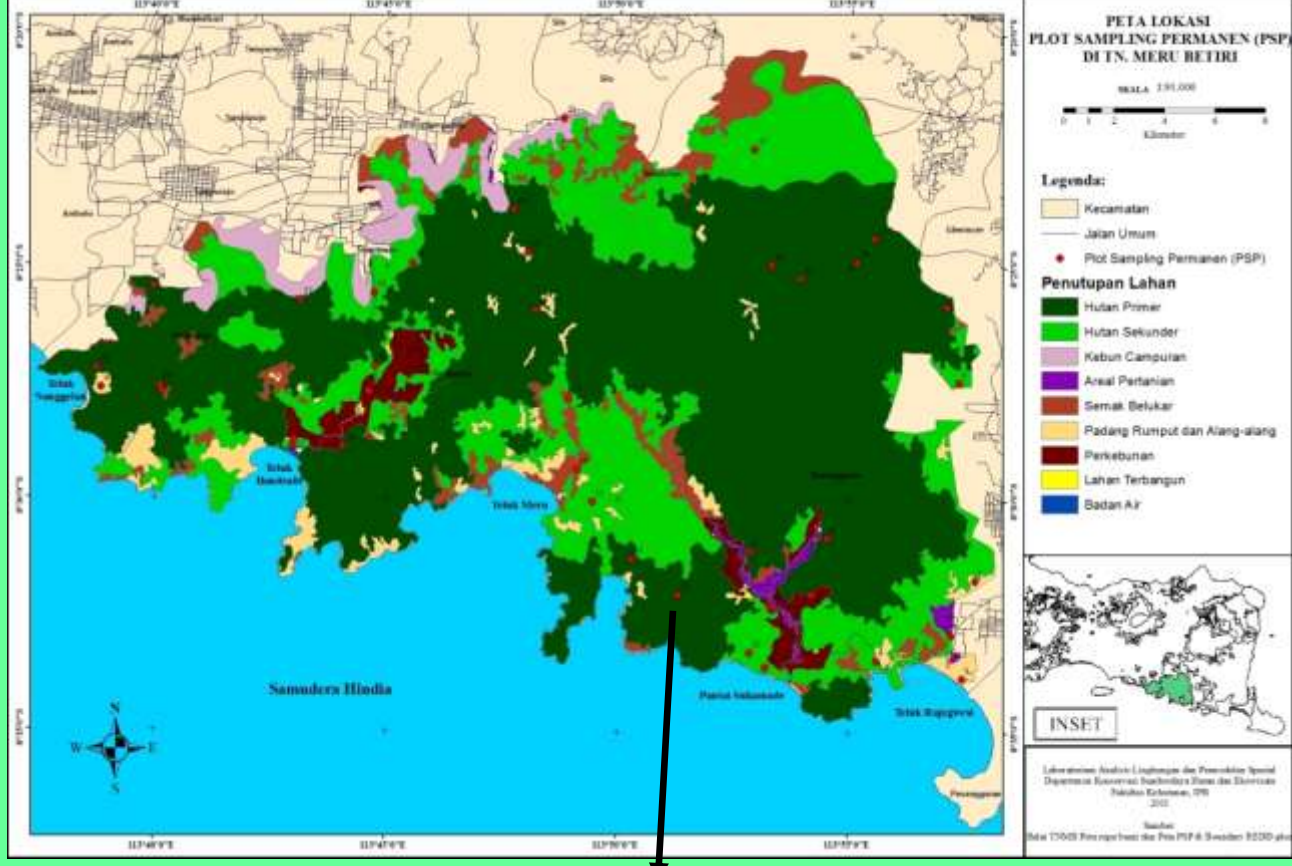
Nilai karbon tersimpan dihitung dengan menggunakan berikut (Lasco 2004):

1. Karbon tersimpan di hutan primer = biomassa × 50%

2. Karbon tersimpan di hutan sekunder = biomassa × 44,6%

3. Karbon tersimpan di agroforestri = biomassa × 44%

4. Karbon tersimpan di padang rumput/semak/belukar = biomassa × 42,9%



Gambar 2 Lokasi Plot Sampling Permanen (PSP) di TNMB

Hasil dan Pembahasan

A. Komposisi Vegetasi di Plot Sampling Permanen (PSP)

Hutan primer: Hutan hujan bawah dan hutan hujan tengah dengan spesies dominan sentul (*Sandorium koetjape*).

Hutan sekunder: Hutan hujan bawah dengan spesies didominasi yaitu bendo (*Artocarpus elasticus*) dan hutan pantai didominasi oleh cembirit (*Ervatamia sphaerocarpa*).

Mangrove: Vegetasi mangrove di bagian barat didominasi oleh pedada (*Sonneratia sp.*) dan tancang (*Bruguiera sp.*). Vegetasi mangrove di bagian timur didominasi oleh nipah (*Nypa fruticans*).

Kebun campuran: Di zona rehabilitasi didominasi spesies petai (*Parkia speciosa*). Perkebunan didominasi spesies jeruk bali (*Citrus maxima*).

Areal pertanian: Spesies dominan yaitu oleh padi (*Oryza sativa*).

Semak belukar: Komposisi vegetasi didominasi oleh gondang (*Ficus variegata*).

Padang rumput dan alang-alang: Spesies dominan yaitu rumput gajah (*Panicum curcurium*).

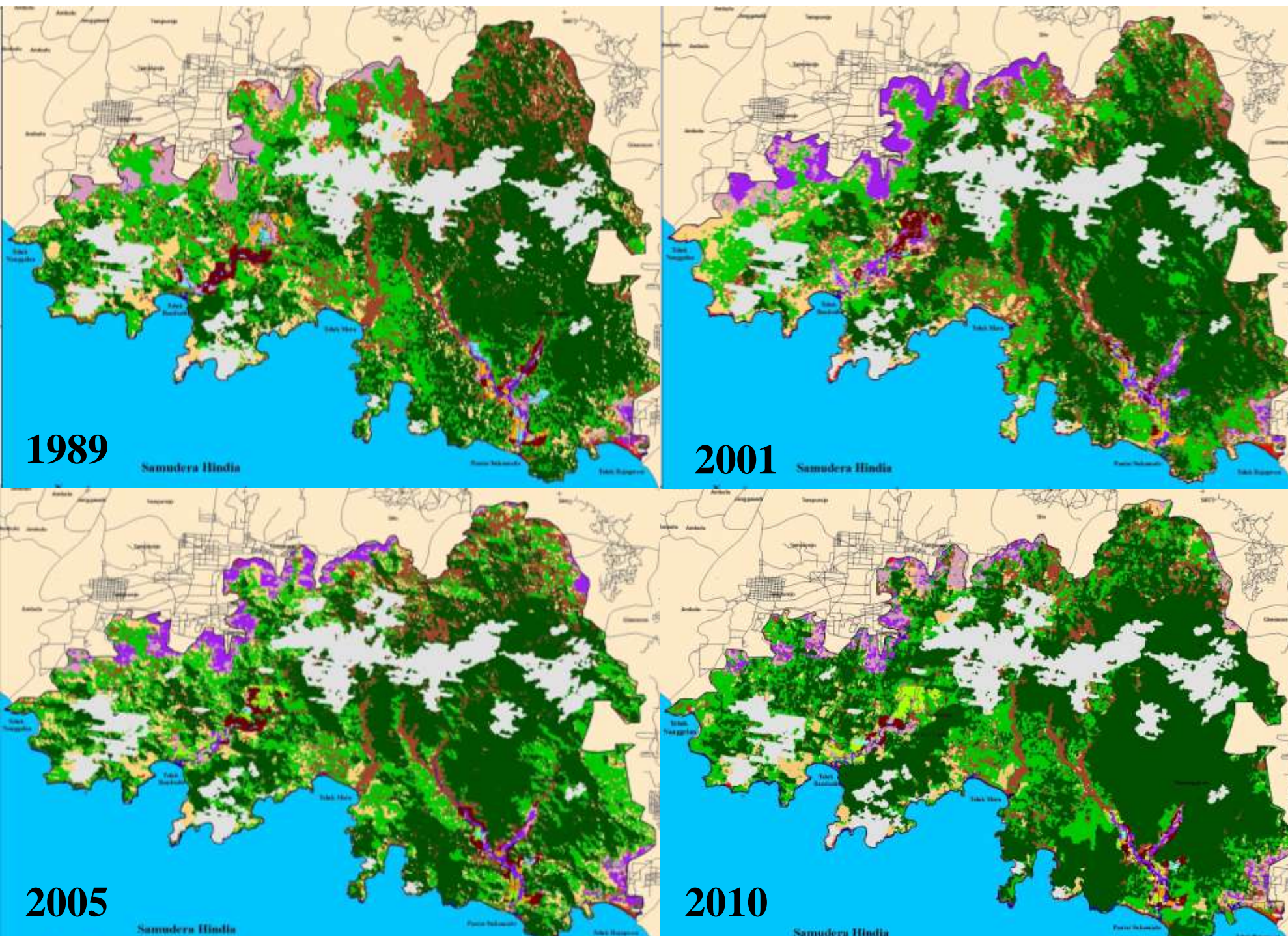
Perkebunan: PT. Perkebunan Bandealit dan PT. Perkebunan Sukamade Baru memiliki vegetasi dominan yaitu karet (*Hevea brasiliensis*), kakao (*Theobroma cacao*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan kopi (*Coffea robusta*).

B. Struktur vegetasi dan diameter di PSP

Tipe penutupan lahan	Σ individu pohon/ha			Rata-rata diameter			Diameter maksimum			Diameter minimum		
	Pa	Ti	Phn	Pa	Ti	Phn	Pa	Ti	Phn	Pa	Ti	Phn
Hutan primer	259	155	126	6	13	39	8	18	95	5	11	21
Hutan sekunder	160	125	113	7	12	40	9	15	108	6	11	23
Mangrove	40	110	85	7	14	42	9	19	100	5	12	20
Kebun campuran	220	40	38	6	15	24	8	17	30	5	13	21
Areal pertanian	-	20	70	-	14	27	-	14	32	-	14	20
Semak belukar	67	60	32	6	14	35	10	17	52	7	13	23
Padang rumput dan alang-alang	-	-	10	-	-	45	-	-	47	-	-	20
Perkebunan karet	-	190	82	-	18	28	-	19	35	-	16	22



C. Penutupan lahan di TNMB



D. Biomassa dan cadangan karbon tersimpan di berbagai tipe penutupan lahan

Tabel 2 Rata-rata biomassa dan cadangan karbon di berbagai tipe penutupan lahan di TNMB

Tipe penutupan lahan	Rata-rata biomassa (Mg.ha ⁻¹)*	Rata-rata cadangan karbon (Mg.ha ⁻¹)*
Hutan primer	241,85	120,93
Hutan sekunder	239,04	106,61
Hutan mangrove	152,19	67,06
Kebun campuran	50,32	22,14
Areal pertanian	46,39	20,41
Belukar	75,24	32,28
Semak rumput	49,35	21,17
Perkebunan karet	218,09	95,96

Keterangan: *1 Mg = 1 Ton = 10⁶ g

E. Perubahan cadangan karbon di TNMB

TNMB memiliki kisaran rata-rata pendugaan biomassa tersimpan sebesar 46,39 Mg.ha⁻¹ – 241,85 Mg.ha⁻¹ dan kisaran rata-rata cadangan karbon sebesar 20,31 Mg.ha⁻¹ – 120,93 Mg.ha⁻¹. Tipe penutupan lahan yang memiliki nilai biomassa dan cadangan karbon terbesar adalah hutan primer, sedangkan yang terendah adalah padang rumput dan alang-alang. Total cadangan karbon tersimpan di TNMB pada periode 1989 – 2010 mengalami peningkatan sebesar 455.389,29 Mg atau 22.821,72 Mg per tahun. Cadangan karbon pada periode 1989-2001 mengalami penurunan sebesar 34.536,86 Mg. Penurunan cadangan karbon disebabkan oleh perambahan hutan, pencurian kayu ilegal, alih fungsi lahan, dan tsunami. Cadangan karbon mengalami peningkatan pada periode 2001 – 2005 sebesar 115.239,20 Mg dan periode 2005-2010 sebesar 398.553,78 Mg. Peningkatan cadangan karbon disebabkan oleh kegiatan perlindungan dan pemantauan kawasan hutan secara intensif dan kegiatan rehabilitasi lahan dengan melibatkan masyarakat, organisasi non-profit (LATIN, KAIL), *International Tropical Timber Organization* (ITTO), dan Puslit Perubahan Iklim dan Kebijakan Kehutanan (PUSPIJAK) - Kementerian Kehutanan.

Kesimpulan

Cadangan karbon terbesar tersimpan dalam hutan primer sedangkan terendah yaitu padang rumput dan alang-alang. Tutupan hutan lebih berpotensi menyimpan karbon lebih besar dibandingkan tutupan lahan lainnya. Perubahan penutupan lahan berkorelasi terhadap perubahan cadangan karbon. Peningkatan cadangan karbon dipengaruhi oleh bertambahnya luasan hutan karena kegiatan perlindungan dan pemantauan kawasan hutan secara intensif dan rehabilitasi lahan. Penurunan cadangan karbon disebabkan oleh perambahan hutan, pencurian kayu ilegal, alih fungsi lahan, dan tsunami. Dalam kondisi *Reference level*, cadangan karbon tersimpan di kawasan TNMB berpotensi meningkat sebesar 22.821,72 Mg per tahun.

Ucapan Terima Kasih

1. Puslit Perubahan Iklim dan Kebijakan Kehutanan (PUSPIJAK) - Kemenhut atas pendanaan penelitian melalui proyek ITTO,
2. Balai Taman Nasional Meru Betiri atas izin dan dukungan pelaksanaan penelitian,
3. Ditjen Planologi atas akses data *remote sensing*.

Daftar Pustaka

Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia. 77p.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2010. *Indonesia Second National Communication Under The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. Jakarta.

Lasco, Rodel D, Pulhin FB, Roshteko JM, Regina N, Banactila. 2004. *LULUCF Climate Change Mitigation Project in the Philippines: a Primer*. World Agroforestry Centre. Southeast Asia Regional Research Programme.

Prasetyo A. 2010. *Pendugaan Perubahan Cadangan Karbon di Tambling Wildlife Nature Conservation Taman Nasional Bukit Barisan Selatan [skripsi]*. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.

Sutaryo D. 2009. *Penghitungan Biomassa: Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Bogor: Wetlands International Indonesia Programme.

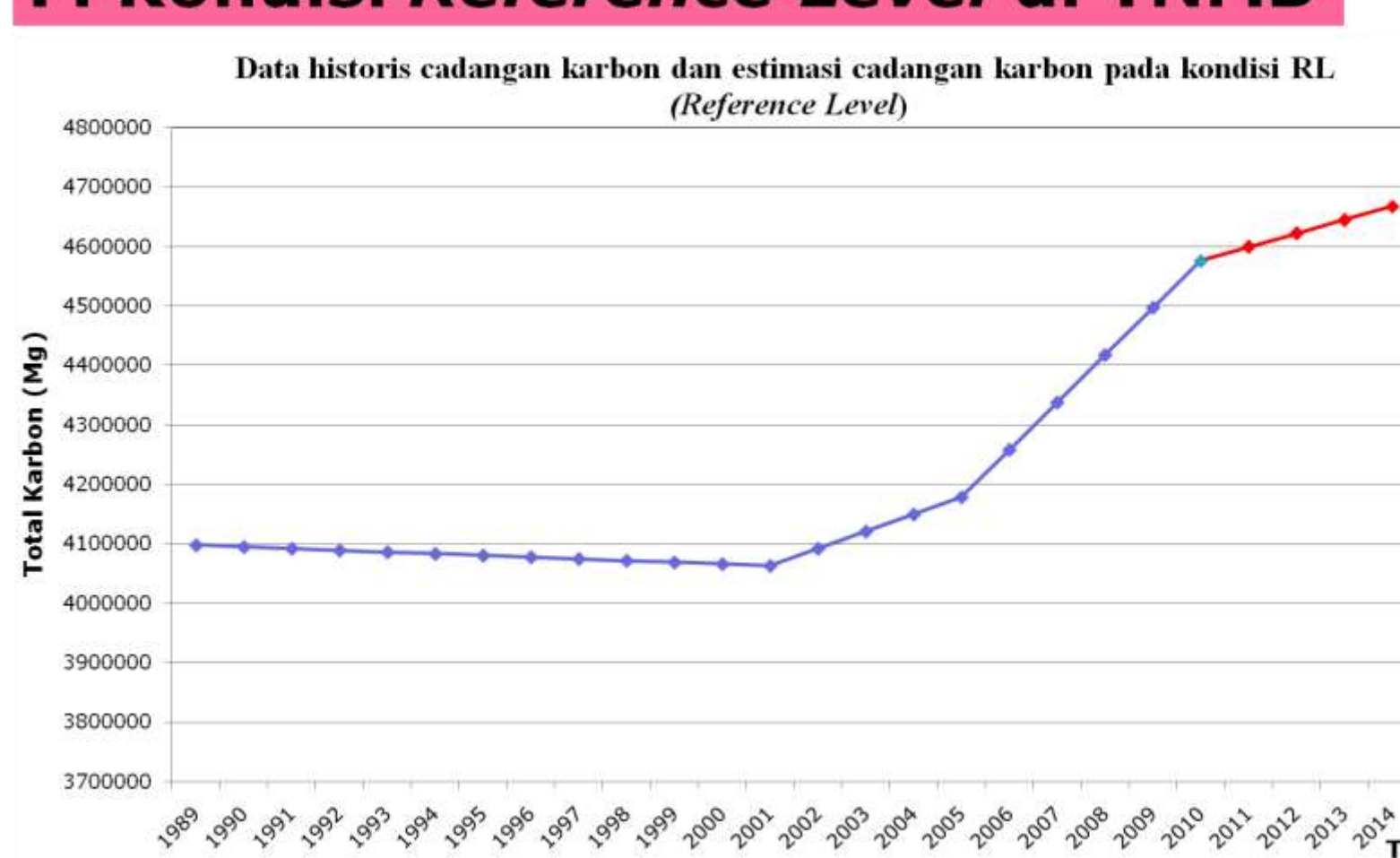
Tim PKLP TNMB. 2010. *Laporan Praktek Kerja Profesi (PKLP) Mahasiswa Program Sarjana di Taman Nasional Meru Betiri*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

Tabel 3 Perubahan penutupan lahan dan cadangan karbon di TNMB

No.	Tipe penutupan lahan	Luas tahun 1989 (ha)	Cadangan karbon tahun 1989 (Mg)	Luas tahun 2001 (ha)	Cadangan karbon tahun 2001 (Mg)	Luas tahun 2005 (ha)	Cadangan karbon tahun 2005 (Mg)	Luas tahun 2010 (ha)	Cadangan karbon tahun 2010 (Mg)	Δ luas tutupan lahan periode 1989-2001 (ha)	Δ cad. karbon periode 1989-2001 (Mg)	Δ luas tutupan lahan periode 2001-2005 (ha)	Δ cad. karbon periode 2001-2005 (Mg)	Δ luas tutupan lahan periode 2005-2010 (ha)	Δ cad. karbon periode 2005-2010 (Mg)
1.	Hutan primer	20.724,50	2.506.213,79	21.532,30	2.603.901,04	21.195,50	2.563.171,82	26.600,40	3.216.786,37	807,80	97.687,25	-336,80	-40.729,22	5.404,90	653.614,55
2.	Hutan sekunder	10.406,90	1.109.479,61	9.480,33	1.010.697,98	11.042,30	1.172.219,60	9.798,93	1.044.663,93	-926,57	-98.781,63	1.561,97	161.521,62	-1.243,37	-127.555,67
3.	Mangrove	456,30	30.595,48	148,23	9.940,30	375,57	25.185,72	203,85	13.670,18	-308,07	-20.655,18	227,34	15.245,42	-171,72	-11.515,54
4.	Kebun campuran	1.898,10	42.023,93	1.598,22	35.384,59	1.159,56	25.672,66	1.171,38	38.022,79	-299,88	-6.639,34	-438,66	-9.711,93	557,82	12.350,13
5.	Areal pertanian	276,93	5.652,14	2.479,32	50.602,92	1.893,24	38.641,03	1.009,17	20.597,16	2.202,39	44.950,78	-586,08	-11.961,89	-884,07	-18.043,87
6.	Semak belukar	7.083,81	228.665,39	6.239,61	201.414,61	5.259,51	169.779,98	3.798,00	122.599,44	-844,20	-27.250,78	-980,10	-31.637,63	-1.461,51	-47.177,54
7.	Padang rumput & alang-alang	5.239,71	110.924,66	4.749,66	100.550,30	5.150,97	109.046,03	2.907,54	61.552,62	-490,05	-10.374,36	401,31	8.495,73	-2.243,43	-47.493,41
8.	Perk. karet	560,52	53.787,50	431,10	41.358,36	625,68	60.040,25	409,59	39.304,26	-129,42	-12.419,14	194,58	18.671,89	-216,09	-20.735,99
9.	Perk. kakao	262,98	3.692,24	168,03	2.359,14	84,43	1.185,68	60,39	847,88	-94,95	-1.333,10	-83,60	-1.173,46	-24,04	-337,80
10.	Perk. kopi	228,78	6.387,54	54,72	1.527,78	43,02	1.201,12	58,68	1.638,35	-174,06	-4.859,76	-11,70	-326,66	15,66	437,23
11.	Perk. sengon	0,00	0,00	131,40	5.138,40	306,45	11.983,73	434,61	16.995,42	131,40	5.138,40	175,05	6.845,33	128,16	5.011,69
12.	Lahan terbangu	63,00	0,00	99,54	0,00	68,58	0,00	121,33	0,00	36,54	0,00	-30,96	0,00	52,75	0,00
13.	Lahan terbuka	115,38	0,00	259,47	0,00	121,14	0,00	143,73	0,00	144,09	0,00	-138,33	0,00	22,59	0,00
14.	Badan air	370,71	0,00	301,23	0,00	349,29	0,00	450,99	0,00	-69,48	0,00	48,06	0,00	101,70	0,00
15.	Tidak ada data	7.474,14	0,00	7.474,14	0,00	7.474,14	0,00	7.474,14	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Total	55.161,76	4.097.422,28	55.147,30	4.062.885,42	55.149,38	4.178.124,62	55.188,73	4.576.678,40	-14,46	-34.536,86	2,08	115.239,20	39,35	398.553,78

Keterangan: Δ = perubahan; *awan dan bayangan awan; Sumber: ¹ Prasetyo (2010); ² Tim PKLP TNMB 2010 (2010); ³ tidak dilakukan pengukuran cadangan karbon.

F. Kondisi Reference Level di TNMB



Pendekatan RL didasarkan pada data historis dengan memperhatikan kecenderungan (trend) perubahan cadangan karbon periode 1989 – 2010 serta faktor pendorong RL (RL drivers) diasumsikan ceteris paribus.

Estimasi cadangan karbon kumulatif RL tahun 2011 – 2014 mencapai 18.534.931 Mg atau 4.633.732,70 Mg per tahun setara dengan 16.991.898 Mg CO₂.

- 1) Peningkatan kegiatan perlindungan dan pemantauan kawasan, serta penegakan hukum bagi pelaku pencurian hasil hutan, perambahan hutan.
- 2) Pengikutsertaan masyarakat di dalam dan di sekitar kawasan dalam kegiatan pemantauan dan rehabilitasi kawasan.
- 3) Pengelolaan berbasis kerjasama multipihak (pengelola TNMB, masyarakat di dalam dan di sekitar kawasan, orop LATIN dan KAIL, PUSPIJAK – Kemenhut dan ITTO)

Peta deforestasi dan reforestasi di TNMB

