

## Dampak Kebijakan Nonkehutanan pada Deforestasi dan Kemiskinan di Kalimantan Timur: Sebuah Analisis Berbasis Agen

### *Impacts of Non-forestry Policy on Deforestation and Poverty in East Kalimantan: An Agent-based Analysis*

Azis Khan<sup>1\*</sup>, Anang Budi Gunawan<sup>2</sup>, dan Alex Smajgl<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor

<sup>2</sup>Direktorat Pengembangan Wilayah, Bappenas

<sup>3</sup>CSIRO Sustainable Ecosystem, Australia

#### **Abstract**

*This paper aims to analyze the impact of non-forestry policy, especially energy related macro policy decisions, on poverty and use levels of natural resources. As core indicators, this analysis employs 'number of households below the poverty line' and 'area of deforestation'. Impacts are analyzed in an agent-based simulation model for 6 districts of East Kalimantan, one of the Indonesian natural-resource rich provinces on the Island of Borneo. Simulation results partly suggest that the policy decision of June 2008-politically known as decreasing fuel price-had nearly no impact on deforestation amplifying that the dominating driver of deforestation is large scale logging and mining operations, as well as potentially illegal activities. While, it reduced the number of poor people-those mostly living within and around forest area-by about 5.4%. Due to seasonal income, this policy-related impact is likely to be periodically lower. During the harvest related period, many households are able to lift their income above the poverty line. This seasonal fluctuation in poverty could help optimize public funding by spreading it over longer periods and by pausing direct transfers during such natural periods of poverty reduction. There is no significant implication for forestry or forest management since the model could only deal with small scale forestry.*

*Keywords: non-forestry macro policy, deforestation, poverty, agent-based model*

\*Penulis untuk korespondensi, email: a\_jazz44@yahoo.com.au

#### **Pendahuluan**

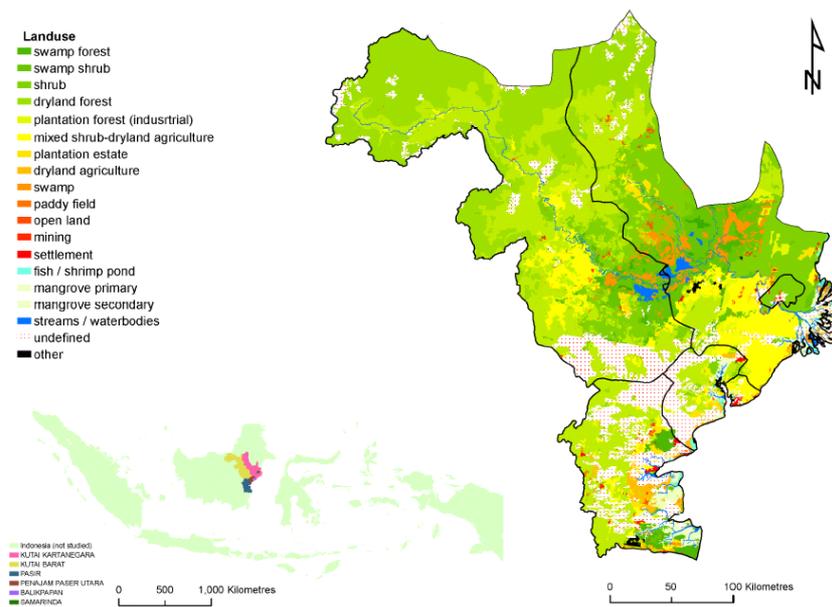
Berbagai keputusan kebijakan makro nonkehutanan, misalnya produk domestik bruto (PDB) dan inflasi biasanya diorientasikan untuk memperoleh sasaran-sasaran dengan skala sangat agregat. Kebijakan makro ini lebih didorong untuk mencapai tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi dengan sasaran utama penanggulangan kemiskinan. Beberapa sasaran makro ini tak jarang berimplikasi pada meningkatnya tekanan atas sumber daya alam, termasuk hutan. Tekanan ini memiliki pengaruh yang sebaliknya atas rumah tangga yang hidupnya tergantung pada sumber daya alam. Merupakan hal yang sering dijumpai bahwa hasil akhir kebijakan tersebut justru dapat meningkatkan angka kemiskinan.

Artikel ilmiah ini memuat analisis dampak berbagai keputusan kebijakan makro nonkehutanan, khususnya terkait kebijakan energi, kemiskinan, dan tingkat pemanfaatan sumber daya alam. Sebagai indikator inti digunakan 'jumlah rumah tangga di bawah garis kemiskinan' dan 'luas deforestasi'. Dampak ditelaah melalui simulasi model berbasis agen (*Agent-based Model*, ABM) untuk enam kabupaten/kota di Kalimantan Timur, sebuah provinsi

yang dikenal sebagai kaya akan sumber daya alam. Garis kemiskinan di Kalimantan Timur adalah Rp42.500 per minggu per orang (BPS Kaltim 2008). ABM sendiri telah dikembangkan melalui sebuah riset kolaborasi Ausaid-Bappenas-CSIRO dan Bank Dunia dalam proyek "*Analysing Pathways to Sustainability in Indonesia (APSI)*". Riset kolaborasi ini merefleksikan pentingnya tatakelola multiskala yang dipadu dalam berbagai metodologi yang dipilih dan dirancang dengan pendekatan-pendekatan partisipasi melibatkan para pembuat keputusan di pusat dan daerah. Ulasan dalam artikel ini mencoba menjelaskan hasil analisis tingkat mikro yang dilakukan dalam sebuah studi kasus. Konsep modelnya, rancangan, dan antar muka pemakai (*user interface*) dijelaskan sebelum berbagai skenario aktual didefinisikan dan hasil simulasi dianalisis.

#### **Metode**

**Lokasi studi** Studi kasus ini dilaksanakan di wilayah selatan Provinsi Kalimantan Timur yang terdiri dari 6 kabupaten/kota (Gambar 1) meliputi Kabupaten Kutai Barat, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kabupaten Paser, Kabupaten



Gambar 1 Lokasi studi kasus.

Penajam Paser Utara, Kota Samarinda, dan Kota Balikpapan.

Kalimantan Timur meliputi wilayah seluas 211.440 km<sup>2</sup> dan merupakan provinsi terluas di Kalimantan. Sebagian besar (81,71%) wilayah provinsi ini merupakan daratan yang terutama terdiri dari hutan produksi dan hutan konservasi alam, kebun sawit, dan hutan tanaman industri. Adapun sebanyak 18,29% lainnya merupakan perairan (Pemda Kaltim 2004).

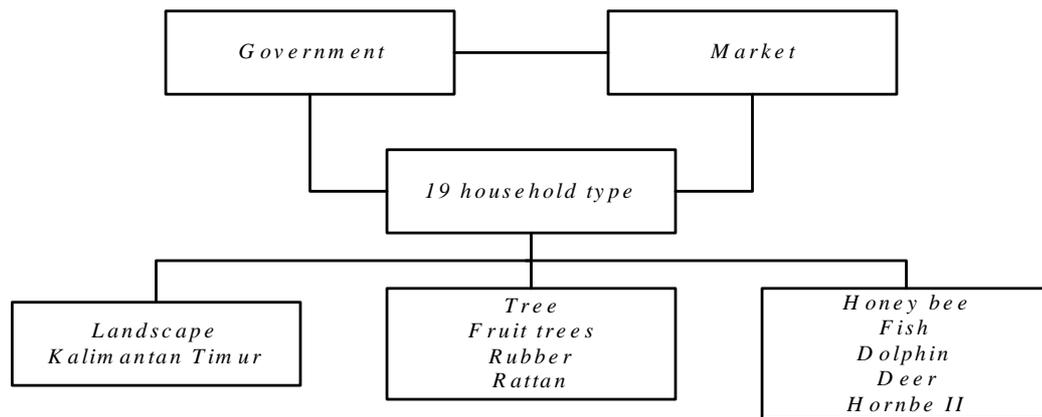
Kalimantan Timur memainkan peranan penting bagi pembangunan Indonesia karena kaya akan sumber daya alam seperti gas, batubara, minyak, hasil hutan kayu, dan hasil hutan lainnya. Panjang pantai provinsi ini mencapai 1.185 km dan perairan di daratan tempat studi ini dilakukan didominasi oleh Sungai Mahakam dengan panjang 920 km. Sungai Mahakam merupakan sungai terlebar di Kalimantan Timur dan keseluruhan Kalimantan. Daerah tangkapan sungai Mahakam terbagi atas 5 wilayah. Pusat dataran banjir dikenal dengan sebutan Wilayah Mahakam Tengah mencakup luasan 5.000 km<sup>2</sup> dan terletak antara 116–117 ÚBT dan 0–00Ú30' LS (Christensen 1992; MacKinnon *et al.* 1996). Wilayah ini mencakup Danau Jempang, Danau Melintang, dan Danau Semayang.

Sesuai daerah tropis yang basah, temperatur sepanjang tahun di wilayah studi sangat konstan pada rentang 25 °C di dataran tinggi dan 24 °C di dataran rendah. Curah hujan tahunan berkisar pada 1.500–4.500 mm dengan curah tertinggi terjadi pada November–April akibat pengaruh musim angin barat laut (MacKinnon *et al.* 1996). Curah hujan di wilayah Mahakam Tengah bervariasi antara 1.900–2.500 mm. Wilayah pesisir Kalimantan Timur dikenal lebih kering daripada wilayah lainnya di Kalimantan (Toma *et al.* 2000).

**Konseptualisasi Model** yang dinamai *Simulating Pathways to Sustainability in Indonesia* (SimPaSI) ini menekankan pentingnya prinsip sistem keterwakilan. Prinsip ini sangat diperhitungkan dalam konseptualisasi model (Gambar 2). Aspek keterwakilan biofisik diperhitungkan dalam model, seperti sifat-sifat bentang alam (antara lain lereng, tipe tanah, penggunaan lahan), flora yang relevan dengan mata pencaharian (antara lain pohon, buah-buahan, karet, rotan), serta fauna yang relevan dengan mata pencaharian (antara lain lebah madu, ikan, pesut, rusa, burung). Dinamika berbagai variabel dan interaksi antar variabel yang diwakili oleh model disajikan dalam Gambar 2.

Selain variabel biofisik, variabel perilaku rumah tangga juga diwakili atau diperhitungkan dalam model ini. Respons rumah tangga terhadap variabel biofisik dan semacamnya (seperti kegiatan pemanenan) dan karenanya pengaruh atas macam dan variabel-variabel biofisik ditangkap dan diperhitungkan kedalam model; rumah tangga tak hanya menerima bentukan dari lingkungan biofisik, tetapi juga dari pasar (misal permintaan untuk tenaga kerja) dan dari pemerintah (misal perubahan besar subsidi bahan bakar minyak). Sebagaimana dijelaskan di bawah, populasi terbagi kedalam 19 macam tipologi yang masing-masing memiliki respons perilaku yang diasumsikan sama atas skenario yang diberikan.

**Agent-based Model (ABM)** ABM merupakan model komputasional berbasis agen yang membangun dan mengkerangka (to frame) keterwakilan individu secara tegas/eksplisit dan interaksinya dari segala macam entitas yang mungkin dari sebuah sistem yang dijadikan sasaran yang sedang dimodelkan (Gilbert 2008). Agen-agen dalam model dapat merepresentasikan entitas individu atau



Gambar 2. Konseptualisasi model.

kelompok layaknya manusia (*human*) dengan berbagai tingkat kapasitas kognitif, dan entitas lingkungan tanpa kognitif. Dengan dikembangkannya sistem keterwakilan semacam itu dari perspektif entitas-entitas individu sebagai wujud konkret penerapan pendekatan *bottom up*, ABM memungkinkan untuk menganalisis sebuah sistem evolusi dari interaksi lintas agen yang terus menerus (Testaftion 2002).

Seperti dikemukakan Deadman (1999), selain mendefinisikan keseluruhan perilaku, dalam ABM ditegaskan pula bahwa “*this overall behaviour emerges as a result of the actions and interactions of the individual agents*”. Hal ini membuat pemodelan dengan ABM cukup efektif dalam menganalisis berbagai sistem adaptif yang rumit (Miller & Page 2008).

**Rancangan Model** Pemodelan berbasis agen menjadi sebuah metodologi yang efektif antara lain karena pembuatan keputusan individu harus disimulasikan dalam suatu lingkungan ekologi-sosial yang dinamis. Model SimPaSI mendefinisikan individu-individu sebagai agen-agen kognitif dengan sebuah rentang proses pembuatan keputusan sepanjang tahun. Setiap individu merupakan anggota sebuah rumah tangga, penduduk di sebuah desa. Berdasarkan data sistem informasi geografi (SIG), kabupaten dipandang sebagai entitas, demikian pula dengan kecamatan dan desa. Data populasi kemudian digunakan untuk memetakan jumlah yang realistis dari individu untuk setiap desa.

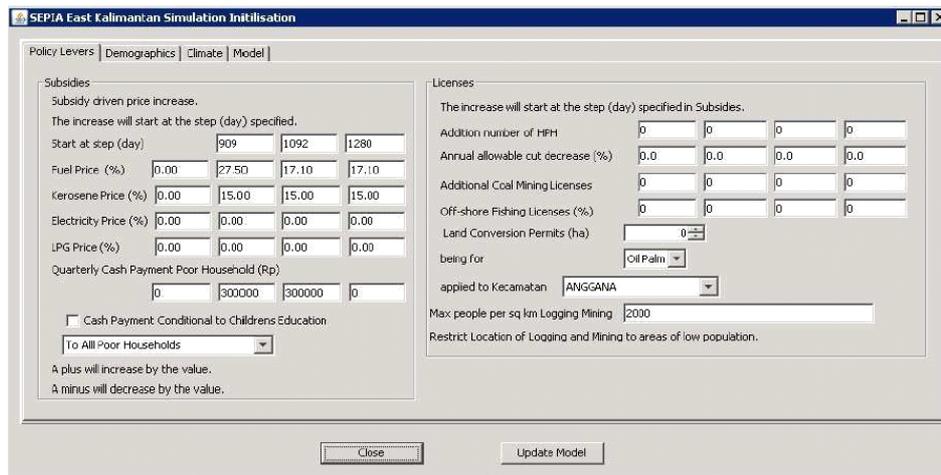
Berdasarkan data-data demografi, berbagai individu ini dikelompokkan dalam rumah tangga. Data kemiskinan dan pendapatan didistribusikan untuk membuat indikator-indikator kemiskinan yang realistis untuk setiap desa. Dalam tahap ini, data hasil survei digunakan dalam menetapkan macam mata pencaharian. Kemudian, berdasarkan data hasil survei dan karakteristik rumah tangga, ditetapkan tipologi rumah tangga yang bermanfaat dalam melihat respon perilaku rumah tangga terhadap berbagai skenario. Survei

yang dilakukan melibatkan 3.000 rumah tangga di seluruh wilayah penelitian yang entitas lingkungannya paling relevan bagi masyarakat di wilayah tersebut. Elemen survei berbasis multikriteria ini menemukan bahwa ikan, madu, pesut, burung enggang, pohon, buah-buahan, karet, dan rotan merupakan komponen yang paling dominan. Fungsi-fungsi respons (*response functions*) ekologi dikembangkan berdasarkan data terbaik yang tersedia.

Dari konsep model (Gambar 2) dikembangkan diagram UML (*Unified Modelling Language*)<sup>1</sup> untuk memastikan bahwa berbagai entitas dikaitkan dengan desa-desa. Prinsipnya bahwa rumah-rumah tangga adalah entitas yang membentuk sebuah desa, yang pada gilirannya membentuk wilayah-wilayah. Pemanfaatan lahan dikaitkan dengan desa-desa dan divalidasi berdasarkan data SIG resmi. Berbagai entitas flora-fauna yang berperan sebagai sumber pendapatan rumah tangga ditetapkan sesuai penggunaan lahan. Perubahan-perubahan yang terjadi dalam pemanfaatan sumber daya alam dan perolehan pendapatan oleh rumah tangga didasarkan kepada tipologi rumah tangga.

Survei juga mengidentifikasi 19 tipe rumah tangga menurut berbagai kondisi mereka, strategi mata pencaharian saat itu, dan nilai-nilai yang mereka anut. Diasumsikan bahwa keseluruhan rumah tangga melakukan hal yang sama untuk alasan yang sama dan akan berperilaku sama. Sebanyak 540 wawancara dilakukan guna mengidentifikasi rumah tangga yang merupakan perwakilan utama untuk setiap kluster rumah tangga. Aturan respons perilaku diidentifikasi untuk setiap skenario kebijakan, antara lain kebijakan yang terkait dengan kenaikan harga BBM.

Setelah tahap inisialisasi, semua individu memiliki mata pencaharian dan pendapatan tingkat rumah tangga yang dipetakan ke dalam desa. Hal ini didasarkan pada data terbaik yang tersedia. Bentangan alam tempat agen-agen ini beraktivitas juga ditetapkan berdasar data terbaik yang tersedia, mencakup pemanfaatan lahan saat itu, kondisi perairan, dan ketinggian. Dalam skala mingguan, para agen



Gambar 3 Antar-muka grafis (GUI) untuk Model SimPaSI.

Tabel 1 Contoh beberapa fungsi respons dalam ABM SimPaSi

Mata pencaharian	Fungsi respons
Nelayan, besar tangkapan ikan	$fishCatch_t = Random(0.8;1) \cdot fishstock / numberFishermen$ with $fishStock_t = fishStock_{t-1} \cdot (1 - 0.04 \cdot deforestationArea)$ and $fishStock_0 = 1,989,000$
Petani madu, jumlah madu terkumpul	$honeyQuantity_t = Random(0.8;1) \cdot honeyProduction / numberHoneyHouseholds$
Petani rotan, jumlah rotan terkumpul	$rattanQuantity_t = rattanProduction_t / (5 \cdot 25)$ kg per person
Pemburu, jumlah rusa yang didapat	$deerQuantity_t = Random(0.4;0.7) \cdot deerPopulation$

Sumber: Smajgl (2009).

bergerak melalui urutan aktivitas dan pembuatan keputusan terkait mata pencaharian yang dalam model diformulasikan dalam berbagai *response functions* antara lain disajikan pada Tabel 1.

Pendapatan tiap rumah tangga dihitung dengan menjumlahkan mata pencaharian semua anggota keluarga yang aktif. Pada setiap akhir minggu, individu yang melampaui ambang antara 40–60 tahun dianggap pensiun, tergantung macam mata pencaharian mereka. Untuk sektor pertambangan, usia pensiun diasumsikan antara 45–50 tahun, dan untuk HPH diasumsikan antara 50–55 tahun. Pada awal tahap berikutnya, usia dan pendidikan diperbaharui. Pada tahap ini rumah tangga usia muda oleh model diaktifkan memasuki usia kerja. Lalu, intensitas pemanenan sumber daya alam dihitung lagi dan seterusnya. Saat sebuah skenario dijalankan (di-*runs*), oleh model agen-agen dibaca sebelum mengeksekusi macam mata pencaharian dan respon perilaku mereka.

**Antar muka** Model SimPaSI ini dijalankan dalam Repast 3. Repast kependekan dari *Recursive Porous Agent Simulation Toolkit* yang merupakan alat yang dipandang paling tepat untuk ABM dan model-model yang mementingkan keutamaan prinsip representasi.

Model interface (Gambar 3) menggambarkan kriteria penilaian yang paling penting bagi para pemangku kepentingan (*stakeholders*). Label awal (*tab*) dari *user interface* merupakan kategori 'subsidi' dan 'perizinan'. Pengguna dapat mensimulasi perubahan-perubahan atas harga-harga bensin, minyak tanah, listrik, dan gas dan mengkombinasikan pengurangan subsidi berupa bantuan langsung tunai (BLT) kepada keluarga miskin. Berbagai perubahan pada antar-muka pengguna grafis (*graphical user interface, GUI*) dapat diamati langsung (Gambar 4).

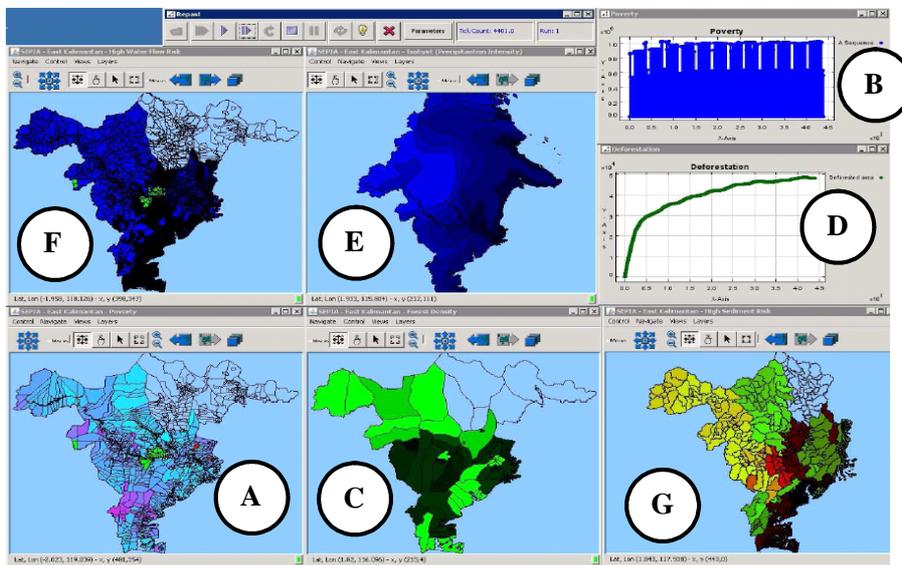
Dalam sisi 'perizinan', pengguna dapat mensimulasikan jumlah HPH dan jatah tebang tahunan (AAC) bagi keseluruhan izin yang ada. Hal yang sama berlaku terhadap

konsesi pertambangan, izin perikanan pantai, izin konversi lahan, termasuk penetapan areal khusus (satuan: hektar) bagi penggunaan lahan baru di tingkat kecamatan. Label-label lain memungkinkan pengguna melakukan modifikasi atas asumsi demografis dan kondisi perubahan iklim.

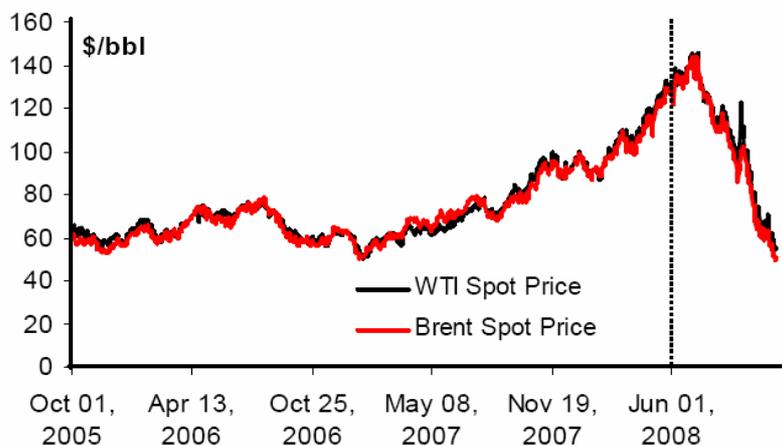
Hasil digambarkan pada skala desa lengkap dengan indikator warna. Tingkat kemiskinan diukur dalam rata-rata pendapatan rumah tangga (Gambar 4 A) yang juga ditunjukkan secara grafis (Gambar 4 B). Perkiraan kehilangan hutan digambarkan dalam Gambar 4 C, yang juga digambarkan secara grafis (Gambar 4 D). Curah hujan ditunjukkan dalam Gambar 4 E, risiko aliran air ditunjukkan dalam Gambar 4 F, dan tingkat erosi ditunjukkan dalam Gambar 4 G.

**Hasil dan Pembahasan**

**Deskripsi acuan dasar dan skenario** Simulasi mencakup 2 acuan dasar dan 3 skenario. Kata 'acuan dasar' dipilih karena situasi dari analisis perbandingan ini telah lampau. Kata 'skenario' berkaitan terutama dengan berbagai putusan masa depan. Harga-harga bahan bakar minyak (BBM) naik secara substansial karena kebijakan pemerintah untuk mengurangi subsidi BBM per 1 Oktober 2005. Harga bensin naik sebesar 87,5% dan harga minyak tanah naik sebesar 186%. Gambar 5 memperlihatkan bahwa harga-harga minyak bergejolak selama 2007 dan pada tengah tahun pertama 2008 sampai pada tingkatan yang menyebabkan hambatan penting bagi Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Pemerintah kemudian memutuskan



Gambar 4 Contoh visualisasi hasil simulasi dalam bentuk peta dan grafis.



Gambar 5 Harga minyak mentah harian (WTI dan Brent) dalam USD/barel.

mengurangi subsidi BBM kedua kalinya efektif mulai 1 Juni 2008 dengan kenaikan harga bensin sebesar 27,5% dan harga minyak tanah sebesar 15%. Untuk mengurangi dampak kenaikan ini pada kemiskinan, setiap rumah tangga miskin menerima bantuan langsung tunai (BLT) sebesar Rp300.000 per kuartal. Acuan dasar pertama adalah situasi sebelum kenaikan BBM kedua yang disebut dengan “tanpa perubahan 2008” (no change 2008). Sementara acuan dasar kedua mencerminkan kenaikan harga BBM kedua yang dilabeli “dengan perubahan 2008” (with change 2008). Perbandingan antara kedua acuan dasar ini memungkinkan untuk menganalisis pengaruh kebijakan kenaikan harga BBM 1 Juni 2008.

Hasil-hasil simulasi tidak mengutamakan tingkat ketelitian, tapi lebih difokuskan untuk membuktikan hubungan sebab-akibat utama dari sebuah sistem yang begitu kompleks. Dengan begitu, hasil harus dipahami sebagai gambaran pengaruh relatif dari berbagai pengungkit, seperti subsidi BBM, pada indikator, misalnya kemiskinan. Dengan kata lain, hasil tersebut memperlihatkan perbandingan, misalnya antara pengaruh pengurangan subsidi BBM sebesar 27,5% dengan pengurangan sebesar 17,1%. Perbandingan itu untuk meramalkan (situasi) hubungan antara berbagai pilihan ini, dan bukan memprediksi ketelitian hasil/dampak dari setiap skenario yang diujikan. Dari hasil ini selanjutnya diidentifikasi (a) pengungkit kritis bagi sejumlah indikator seperti kemiskinan dan deforestasi, dan (b) tingkatan dimana berbagai pengungkit ini memberikan kontribusi terbaiknya dalam menemukan sebuah lintasan menuju pada kelestarian. Keseluruhan hasil ini hanya untuk kasus Kalimantan Timur bukan untuk keseluruhan Indonesia.

Sebagaimana disajikan dalam Gambar 5, harga minyak mentah dunia telah turun sejak 3 Juli 2008. Ini memicu diskursus tentang pengurangan harga BBM dalam negeri. Pemerintah kemudian membahas 3 pilihan yang dijadikan skenario dalam simulasi ini berupa pengurangan harga bensin per liter sebesar Rp500 (down 500), Rp1.000 (down 1.000), dan Rp1.500 (down 1.500). Keseluruhan skenario mengasumsikan harga minyak tanah stabil dan karenanya pembayaran BLT (dapat) dihentikan pada 1 Januari 2009. Keseluruhan 3 skenario ini akan dibandingkan dengan acuan dasar kedua. Indikator yang dipilih adalah jumlah orang di bawah garis kemiskinan (Rp42.500 orang<sup>-1</sup> minggu<sup>-1</sup>) dan laju deforestasi.

Ketidakpastian akan nilai untuk berbagai parameter input, terutama karena kualitas dan ketersediaan data yang ada, diatasi dengan penetapan rentang nilai dengan sebaran yang memadai. Artinya, setiap *run* (menguji skenario dalam model) menghasilkan hasil yang berbeda. Pengujian awal menduga bahwa setelah kira-kira 35 *runs* baik nilai ekstrim maupun nilai rata-rata tidak berubah secara nyata. Namun, untuk menghasilkan berbagai perbandingan dan untuk lebih mengeliminasi ketidakpastian pada setiap kasus pengujian dilakukan sebanyak 50 *runs*.

**Perbandingan antar acuan-dasar** Perbedaan antara kedua acuan dasar mencerminkan keputusan yang dibuat pada Juni 2008 untuk mengurangi subsidi BBM dan mengenakan BLT bagi rumah tangga miskin. Karenanya, acuan dasar pertama disebut sebagai “tanpa perubahan 2008” (no change 2008) dan acuan dasar kedua disebut “dengan perubahan 2008” (with change 2008). Dalam kedua kasus digunakan periode simulasi 1 Januari 2006–31 Desember 2010.

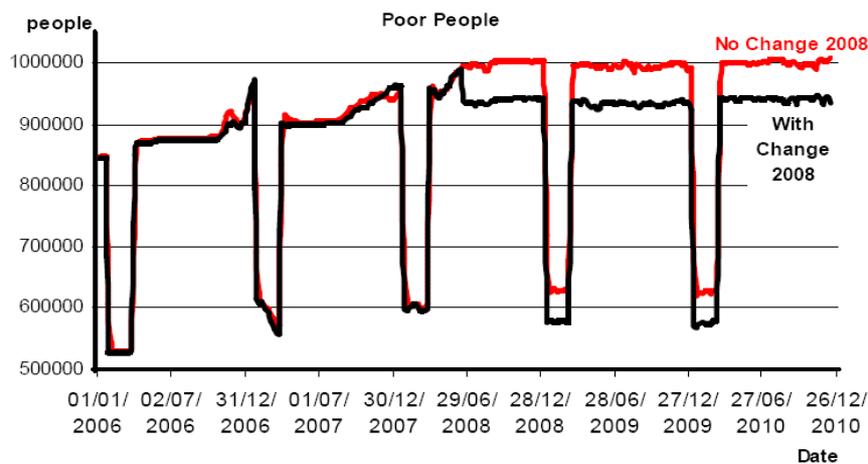
Acuan dasar “dengan perubahan 2008” memungkinkan untuk mengidentifikasi pola-pola penting untuk deforestasi dan dinamika kemiskinan. Gambar 6 menunjukkan bahwa jumlah orang di bawah garis kemiskinan berfluktuasi dalam pola yang begitu teratur. Garis dengan tanda + diujung mengindikasikan situasi tanpa perubahan apapun dalam hal subsidi BBM (“tanpa perubahan 2008”). Keteraturan dari pengurangan kemiskinan didasarkan kepada musim basah dan tergantung pada kegiatan pemanenan yang memastikan adanya peningkatan aliran kas (*cash flow*) dan karenanya ada pengurangan kemiskinan musiman. Ini mencakup mata-pencaharian seperti padi huma, buah-buahan, dan rotan. Pola musiman ini merupakan ciri bagi kedua acuan dasar dan ketiga skenario. Berbagai fluktuasi ini tidak akan terjadi bila perilaku menghemat dari rumah tangga dipertimbangkan dalam rancangan model. Namun karena ketiadaan data terkait hal ini, data kemiskinan yang disajikan dalam analisis ini akhirnya didasarkan pada aliran kas rumah tangga.

Tampak pula bahwa rataan jumlah orang miskin tetap stabil di antara dua tahap musim yang berbeda. Dalam tahap kedua, jumlah ini mulai meningkat pada Oktober 2006–Maret 2008. Hal ini disebabkan pengurangan laju penebangan kayu akibat luas konsesi HPH berkurang dan kesempatan kerja sektoral menurun. Di samping itu, pertumbuhan populasi berkontribusi dalam meningkatkan tingkat kemiskinan. Bagian ini sengaja dihapus, karena tidak perlu terlalu detail dalam menjelaskan fluktuasi perubahan.

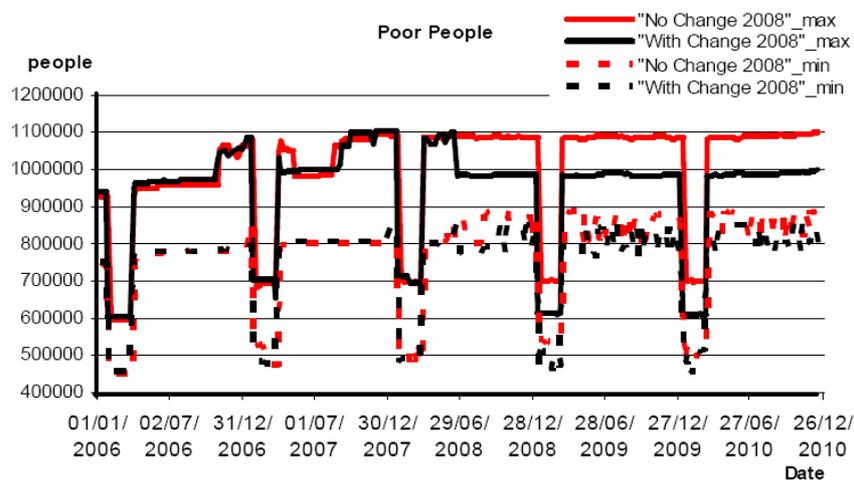
Dengan mempertimbangkan rentang nilai untuk berbagai parameter input yang tidak pasti, jumlah orang miskin bervariasi pada 886.375–1.100.676 untuk simulasi Desember 2010 (Gambar 7). Keseluruhan angka-angka yang ditunjukkan di bawah ini merepresentasikan hasil bersih dari beberapa dinamika, mencakup:

- 1 Kenaikan kemiskinan sebagai akibat dari penurunan tangkapan ikan karena meningkatnya sedimentasi.
- 2 Perubahan pendapatan dan mata pencaharian akibat ketersediaan sumber daya alam
- 3 Perubahan kebijakan BLT.
- 4 Perubahan-perubahan akibat pertumbuhan populasi.
- 5 Lintas hubungan antara sumber daya alam, misal madu dan areal hutan.
- 6 Perubahan dalam pasar tenaga kerja akibat perubahan hak akses, misal konsesi HPH.

Acuan dasar kedua ini disebut sebagai “dampak Juni 2008” karena mempertimbangkan keputusan subsidi BBM yang diberlakukan Juni 2008. Dengan membandingkan



Gambar 6 Rataan jumlah orang miskin untuk kedua acuan dasar.



Gambar 7 Nilai batas atas (*max*) dan bawah (*min*) kemiskinan untuk kedua acuan dasar.

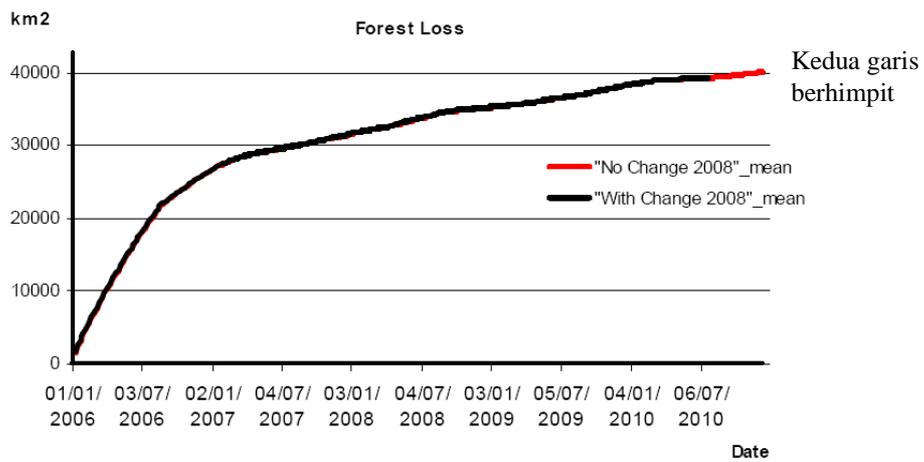
kedua acuan dasar ini dimungkinkan untuk melakukan analisis retrospektif (=melihat ke belakang) dari kemungkinan dampak keputusan Juni 2008 pada angka kemiskinan dan deforestasi di beberapa bagian Kalimantan Timur.. Gambar 6 memperlihatkan untuk periode 1 Januari 2006–31 Mei 2008 dengan trend hasil yang sama untuk kedua acuan-dasar. Hal ini menunjukkan, bahwa jumlah eksekusi (*runs*) telah mampu mengeliminir dampak dari pengaruh acak karena nilai parameter input yang tidak tentu.

Pada Juni 2008 perubahan subsidi BBM memicu perbedaan nyata antara kedua acuan dasar. Jumlah penduduk di bawah garis kemiskinan turun sebanyak 5,4% (53,373 orang). Dari tingkat kemiskinan selama periode panen pengaruh ini lebih rendah, hanya 46.800 orang terangkat ke atas garis kemiskinan. Ini mengindikasikan bahwa sekitar 6.500 orang penduduk dapat melampaui garis

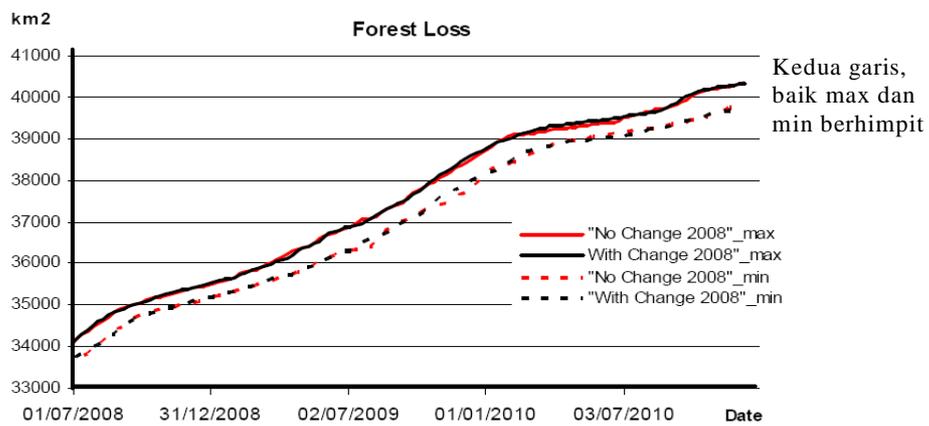
kemiskinannya dengan usaha sendiri berupa pemanenan buah-buahan dan pemungutan rotan.

Gambar 7 memperlihatkan sebuah visualisasi representasi dari ketidakpastian yang ada dalam analisis nilai-nilai rata-rata. Batas atas dan batas bawah dari rentang hasil untuk “tanpa perubahan 2008” dan “dengan perubahan 2008” terlihat pada gambar ini. Untuk “tanpa perubahan 2008”, rentang hasil mengecil dalam merespons kebijakan. Artinya, keseluruhan ketidakpastian berkurang. Jumlah orang miskin maksimum menurun sebesar sekitar 103.000 orang, sementara batas bawah kurang terpengaruh dengan menurunnya 54.000 orang miskin.

Pengurangan hutan dihitung dalam km<sup>2</sup> dan diakumulasi dari hari pertama simulasi dilakukan. Gambar 8 memperlihatkan pola umum pengurangan hutan, yang dimulai dengan kurva yang tajam. Kurva ini menunjukkan bahwa tingkat penebangan yang terjadi telah melebihi laju



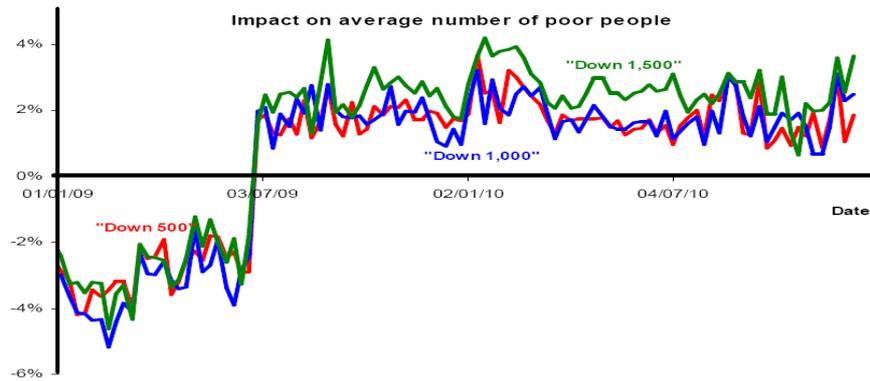
Gambar 8 Akumulasi rata-rata hutan yang dibalak.



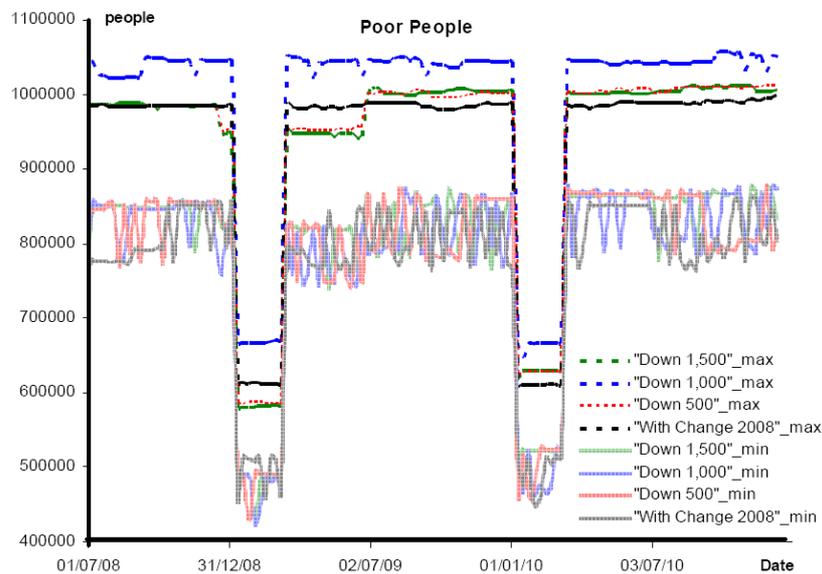
Gambar 9 Hasil-hasil simulasi *max* dan *min* untuk kedua acuan dasar.



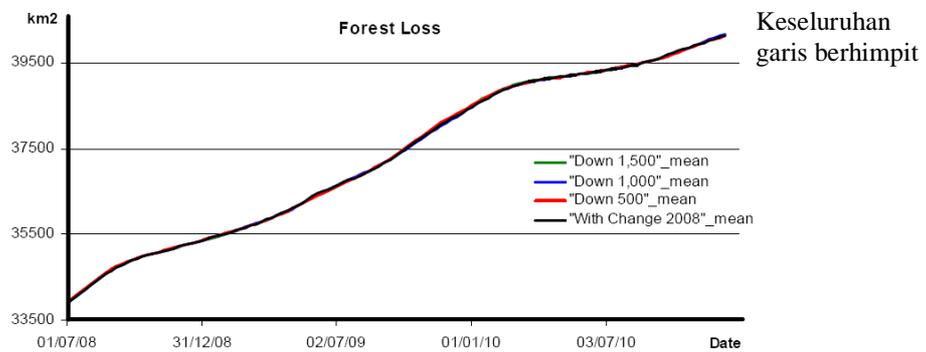
Gambar 10 Hasil simulasi rata-rata kemiskinan untuk acuan dasar "dengan perubahan 2008" dan skenario pengurangan bensin berturut-turut Rp500, Rp1.000, dan Rp1.500 (periode 1 Juni 2008–31 Desember 2010).



Gambar 11 Dampak atas rata-rata jumlah penduduk miskin, kasus "dengan perubahan 2008" dibandingkan ketiga skenario penurunan harga bensin (Jan 2009–Des 2010).



Gambar 12 Rentang penduduk miskin untuk acuan dasar "dengan perubahan 2008" dan ketiga skenario pengurangan harga bensin (1 Juni 2008–Des 2010).



Gambar 13 Hasil rata-rata luas deforestasi untuk acuan dasar "dengan perubahan 2008" dan ketiga skenario penurunan harga bensin (1 Jun 2008–31 Des 2010).

pertumbuhan ulang alami hutan. Selain itu, kegiatan penambangan yang telah mendapat izin dan membutuhkan penebangan habis, berkontribusi dalam mempercepat pengurangan luas hutan. Sejak September 2006 tebang habis yang disebabkan kegiatan pertambangan menurun dan konsesi HPH mulai mengalami berbagai pembatasan, sementara laju pertumbuhan ulang hutan 'membatasi' kegiatan pembalakan di banyak tempat. Hal ini menyebabkan kurva mendatar. Pada akhir horizon 5 tahunan dari berbagai simulasi ini, pola kurva tersebut mendatar. Lebih lama simulasi dilakukan menunjukkan sebuah penurunan tingkat pembalakan yang kemudian diikuti peningkatan yang siklis dari tingkat pembalakan itu setelah ada pertumbuhan ulang alami hutan yang memproduksi cukup kayu bulat. Namun, angka yang ditunjukkan baru mencakup aktivitas pembalakan skala kecil, belum mencakup kegiatan pembalakan skala besar dan belum mempertimbangkan adanya perluasan hutan tanaman.

Gambar 8 memperlihatkan dua acuan dasar yang hampir identik, yang mengindikasikan bahwa tidak ada pengaruh dari kebijakan Juni 2008 pada kehilangan sumber daya hutan. Ini ditandai dengan berhimpitnya kedua garis dengan trend serupa.

Berbagai nilai ekstrim seperti ditunjukkan pada Gambar 9 sangat mirip dengan perbedaan 220 km<sup>2</sup> antara hasil-hasil simulasi tertinggi dan terendah. Perbedaan antara kedua acuan dasar ini begitu rendah, rataan deforestasi untuk kasus "tanpa perubahan 2008" lebih tinggi sekitar 16 km<sup>2</sup>.

Pada tahap ini, berbagai simulasi memperlihatkan bahwa kebijakan Juni 2008 hampir tidak berpengaruh pada deforestasi, tetapi berpengaruh kepada kemiskinan (jumlah penduduk di bawah garis kemiskinan turun sebesar 5.4%). Menariknya, dalam periode-periode dimana ada tambahan pendapatan dari memanen buah-buahan, rotan dan padi, pengaruh terhadap kemiskinan akibat kebijakan itu lebih rendah.

**Perbandingan skenario** Gambar 10 memperlihatkan jumlah rata-rata penduduk di bawah garis kemiskinan untuk periode Juni 2008–Desember 2010. Asumsinya adalah bahwa untuk ketiga skenario, pengurangan harga diberlakukan pada Desember 2008, sementara BLT dihentikan Juni 2009.

Pada periode Desember 2008–Juni 2009 ini dianalisis pengaruh perubahan harga bensin, sementara di atas titik ini (setelah Juni 2009) dilakukan analisis pengaruh pemberhentian BLT itu. Sama dengan hasil kedua acuan dasar, rendahnya angka kemiskinan dalam periode musim panen dapat diidentifikasi pada periode Desember–Maret pada 2009 dan 2010. Selain dari kesamaan pola, beberapa perbedaan dapat diamati. Dibandingkan dengan acuan-dasar "dengan perubahan 2008", pengurangan harga bensin sebesar Rp500 menurunkan rataan jumlah penduduk di bawah garis kemiskinan sebesar 1,8–3,6% untuk minggu-minggu di luar musim panen, dan sebesar 3,2–4,2% untuk minggu-minggu selama musim panen. Pengurangan sebesar

Rp1.000 menyebabkan penurunan berturut-turut sebesar 1,6–3,9% dan 3,6–5,2%. Sementara pengurangan harga bensin sebesar Rp1.500 menyebabkan penurunan indikator kemiskinan ini berturut-turut sebesar 1,2–3,4% dan 3,2–4,6% (Tabel 2).

Tabel 2 menunjukkan penurunan angka kemiskinan yang terus berkurang dan peningkatan level ketidakpastian (akibat meningkatnya rentangan). Perubahan dari Rp1.000 ke Rp1.500 bahkan mungkin akan berpengaruh lebih merugikan, misalnya penurunan (angka) pengurangan kemiskinan. Ini disebabkan oleh pengaruh BBM atas berbagai mata pencaharian tertentu. Misalnya, madu adalah barang bernilai tinggi, sedangkan biaya BBM merupakan faktor biaya dalam proses pengambilan keputusan dalam pengumpulan madu. Bila harga-harga BBM turun kemungkinan akan lebih banyak orang pergi dan mengumpulkan madu, yang akan mengurangi hasil per individu. Berbagai pengaruh yang serupa dapat dijumpai juga pada penangkapan ikan. Namun, berbagai respons itu tidak bersifat linear.

Ringkasnya, berbagai hasil simulasi ini membuktikan, bahwa dengan rendahnya dampak dari tambahan peningkatan dari Rp500 ke Rp1.000 dan dari Rp1.000 ke Rp1.500 kemungkinannya bahwa keputusan yang paling efisien adalah pengurangan harga bensin sebesar Rp500. Pengurangan lebih besar dari angka ini memungkinkan untuk pengurangan angka kemiskinan secara absolut, tetapi mengikuti respons yang tidak linear dengan tingkat pengembalian yang menurun.

Juni 2009 BLT dihentikan untuk ketiga skenario. Skenario pengurangan harga bensin mendorong berbagai angka kemiskinan di bawah tingkat "dengan perubahan 2008", penghentian BLT mendorong angka-angka itu di atas tingkat "dengan perubahan 2008" sebagaimana tampak pada Gambar 10. Sementara pengaruh mingguan untuk rataan kemiskinan berfluktuasi, rataan jumlah orang di bawah garis kemiskinan untuk keseluruhan 78 minggu setelah keputusan ini diterapkan sebesar kira-kira 1,8% lebih rendah untuk skenario "down 500" dan "down 1.000" daripada untuk kasus acuan-dasar "dengan perubahan 2008". Skenario "down 1.500" sekitar 2,6% di atas kasus acuan dasar ini. Gambar 11 memperlihatkan variasi mingguan untuk ketiga skenario dan mengindikasikan bagaimana kedua kebijakan makro kemungkinan mempengaruhi angka-angka kemiskinan. BLT memiliki pengaruh kuat dan memperlihatkan satu peningkatan mendadak atas angka kemiskinan sebesar 4,8% (down 500), 4,5% (down 1.000), dan 32% (down 1.500).

Gambar 12 menunjukkan rentang hasil-hasil simulasi. Nilai-nilai dari acuan dasar "dengan perubahan 2008" bervariasi rata-rata dari -16% (batas bawah) sampai +13% (batas atas). Demikian pula, hasil-hasil dari ketiga skenario. Hasil simulasi dengan skenario "down 500" bervariasi antara -13% sampai +15%. Rentang dari hasil skenario "down 1.000" dan "down 1.500" menyimpang dari rata-

Tabel 2 Dampak pengurangan harga bensin atas kemiskinan (Des 2008–Jan 2009)

Dampak atas jumlah penduduk di bawah garis kemiskinan dibandingkan atas acuan dasar "dengan perubahan 2008")	Skenario besar pengurangan harga bensin		
	Rp500	Rp1.000	Rp1.500
Di luar musim panen	1,8–3,6%	1,6–3,9%	1,2–3,4%
	Rataan: 2,5%	Rataan: 2,9%	Rataan: 2,3%
Selama musim panen	3,2–4,2%	3,6–5,2%	3,2–4,6%
	Rataan: 3,6%	Rataan: 4,2%	Rataan: 3,6%

rata mereka berturut-turut sebesar -14% sampai -12% dan -12% sampai +5%. Berbagai nilai ini menunjukkan bahwa konsolidasi ketidakpastian dari berbagai hasil ini secara statistik nyata dan berjumlah dengan rentang yang absolut dari 140.000–210.000 orang. Ini mengurangi kemampuan untuk mengembangkan berbagai rekomendasi dengan nilai-nilai absolut. Sebaliknya, berbagai pengaruh relatif harus dianalisis. Hal ini juga menekankan kebutuhan untuk mempertajam beberapa rentang ketidakpastian dengan memanfaatkan data yang lebih baik. Ini mencakup banyak hal, mulai dari curah hujan harian sampai pada harga-harga komoditas khas desa.

Gambar 13 memperlihatkan kesamaan pengaruh atas tingkat deforestasi untuk acuan dasar dan ketiga skenario. Hasil simulasi menegaskan bahwa pendorong utama deforestasi tidak merespons perubahan yang dikerangka dalam berbagai skenario ini. Ini tidak berarti bahwa di luar berbagai perubahan politis ini terdapat ambang batas berbagai dinamika deforestasi yang berubah secara mendadak. Di samping itu, hasil simulasi ini belum memungkinkan untuk (memperhitungkan) kegiatan ilegal pada skala besar.

Singkatnya, penambahan tingkat pengurangan harga bensin sebesar Rp500 cenderung memiliki – relatif atas investasi (pemerintah) – pengaruh terbesar pada pengurangan angka kemiskinan, antara lain karena berbagai pengembalian marginal (dari setiap penambahan peningkatan harga) tampak menurun begitu kuat. Sementara deforestasi tetap hampir tidak berubah.

## Kesimpulan

Hasil-hasil simulasi memastikan bahwa kebijakan Juni 2008 (yang dikenal secara politis sebagai penurunan harga BBM) hampir tidak berpengaruh kepada deforestasi. Kebijakan ini menurunkan jumlah orang miskin sebesar 5,4% (sekitar 53.000 orang) yang kebanyakan tinggal di dalam dan di sekitar hutan. Karena ada pendapatan musiman, dampak akibat kebijakan ini secara periodik lebih rendah sebesar rata-rata 6.500 orang. Selama masa panen banyak rumah tangga mampu meningkatkan pendapatannya 'sendiri' di atas garis kemiskinan. Fluktuasi musiman ini dapat membantu mengoptimalkan pendanaan publik dengan menyebarkannya dalam periode yang lebih panjang, termasuk kemungkinan menghentikan sementara BLT selama periode panen misalnya, karena terjadi pengurangan kemiskinan dengan sendirinya pada periode ini. Kecilnya

respons atas deforestasi dalam berbagai simulasi model ini menegaskan bahwa pendorong dominan dari deforestasi adalah kegiatan-kegiatan pembalakan dan pertambangan (skala besar), dan juga secara potensial berbagai kegiatan ilegal. Berbagai kegiatan skala besar dan ilegal ini belum diperhitungkan sama sekali di dalam model. Pertambangan dan operasi pembalakan skala kecil telah dimodelkan berdasarkan masukan pakar. Berbagai hasil simulasi model ini mempertegas berbagai kekuatan pendorong bagi deforestasi ini dan menunjukkan bahwa perubahan harga BBM yang terkait erat dengan pembalakan skala kecil tidak memperlihatkan perbedaan yang berarti. Dengan demikian, belum ada implikasi yang berarti bagi kehutanan dan manajemen hutan khususnya, akibat penerapan kebijakan non-kehutanan ini. Ini dimungkinkan, karena keterbatasan model yang untuk saat ini (versi 2009) baru mengakomodasi aktivitas kehutanan skala kecil. Terkait kebijakan pengurangan harga bensin, berbagai hasil simulasi model menunjukkan bahwa pengurangan sebesar Rp500 dipandang lebih efektif, terutama dalam mengatasi angka kemiskinan.

## Daftar Pustaka

- Carlin GD *et al.* 2007. Using a catchment contour approach for simulating ground and surface water behaviour within agent-based modelling platforms. Di dalam: *ModSim2007* Christchurch, New Zealand.
- Christensen MS. 1992. Investigations on the Ecology and Fish Fauna of the Mahakam River in East Kalimantan (Borneo), Indonesia. *Internationale Revue dergesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 77:593–608.
- Cook FJ, Carlin GD, Hartcher MG. 2007a. *Groundwater Model for Agent Based Modelling* Brisbane: CSIRO Land and Water.
- Cook FJ, Carlin GD, Hartcher MG. 2007b. *Water Balance Model for Agent Based Modelling* Brisbane: CSIRO Land and Water.
- Deadman P. 1999. Modelling individual behaviour and group performance in an intelligent agent-based simulation of the tragedy of the commons. *Journal of Environmental Management* 56:159–172.

- Gilbert N. 2008. *Agent-based models*. (vols. 153) Los Angeles: SAGE Publications.
- Holland JH. 1992. *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence*. Cambridge: MIT Press.
- Holland JH, Miller JH. 1991. Artificial adaptive agent in economic theory. *American Economic Review* 81:365–370.
- MacKinnon K, Hatta G, Halim H, Mangalik A. 1996. *The Ecology of Kalimantan*. (vols. 3) Oxford: Oxford University Press.
- Miller JH, Page SE. 2008. *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Tesfatsion L. 2002. *Agent-Based Computational Economics: Modelling Economies as Complex Adaptive Systems*. Department of Economics, Iowa State University.
- Toma T, Marjenah, Hastaniah. 2000. Climate in Bukit Soeharto, East Kalimantan. Di dalam: Guhardja E, Fatawi M, Sutisna M, Mori T, Ohta S, editor. *Rainforest Ecosystems of East Kalimantan*. London: Springer. hlm13–25.