

## Model Dinamika Sistem Kerusakan Hutan di Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi

Utari Dwipayanti<sup>a</sup>, Roni Kastaman<sup>b</sup>, Chay Asdak<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Alumni Jurusan Teknik & Manajemen Industri Pertanian  
Fakultas Teknologi Industri Pertanian - Universitas Padjadjaran  
Jl.Raya Bandung Sumedang Km 21 Bandung 40200  
Tlp. : 022 – 7798844 – Fax : 022 – 795.....

<sup>b</sup>Staf Akademik Jurusan Teknik & Manajemen Industri Pertanian  
Fakultas Teknologi Industri Pertanian - Universitas Padjadjaran  
Jl.Raya Bandung Sumedang Km 21 Bandung 40200  
Tlp. : 022 – 7798844 – Fax : 022 – 795.....  
e-mail : tikakiki@yahoo.com

### ABSTRAK

Hutan merupakan salah satu penentu sistem penyangga kehidupan dan sumber kemakmuran rakyat. Saat ini keberadaannya semakin terancam dengan meluasnya kerusakan hutan. SM Cikepuh dan CA Cibanteng adalah kawasan hutan yang memiliki tingkat kerusakan yang cukup parah. Kedua kawasan hutan tersebut berada di Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi. Tingkat kerusakannya diperkirakan > 60% dari total luas kawasan hutan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai tingkat kerusakan hutan serta membantu dalam pengambilan kebijakan terbaik untuk menyelesaikan masalah kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas. Metode yang digunakan adalah metode pemodelan sistem dinamika dengan bantuan komputer untuk mensimulasikan model tersebut. Berdasarkan hasil simulasi pada model dasar (skenario I), besarnya luas kerusakan hutan pada skenario ini pada tahun 1999 adalah sebesar 2793.18 ha atau 32.57 % dan pada tahun 2012 mengalami peningkatan menjadi 6038.50 ha atau naik menjadi 70.42 % dari luas hutan yang ada bila tidak dilakukan tindakan apa-apa. Penerapan model dengan skenario gabungan dari kebijakan peningkatan jumlah polisi hutan dan peningkatan gerakan rehabilitasi hutan(skenario VI) dapat menekan luas perambahan dan luas kerusakan hutan pada akhir simulasi pada tahun 2012, yakni sebesar 504.12 ha atau turun menjadi 5.88 % dari total luas hutan yang ada.

**Kata kunci :** Model Dinamik, Kerusakan Hutan, Skenario

### I. PENDAHULUAN

Luas kawasan hutan konservasi di Kecamatan Ciemas sebesar 8574.5 ha. Luasan tersebut terdiri dari Cagar Alam (CA) Cibanteng seluas 447 Ha dan Suaka Margasatwa (SM) Cikepuh seluas 8127.5 Ha. Kerusakan hutan konservasi dimulai pada bulan Agustus 1999 dengan aksi perambahan baik oleh masyarakat sekitar kawasan maupun jauh dari kawasan [2].

Perambahan besar-besaran diiringi dengan adanya pemukiman liar, perladangan, penggembalaan liar, pencurian kayu dan kebakaran hutan. Masyarakat menduduki kawasan dengan mendirikan bangunan, bertani, beternak serta melakukan berbagai aktivitas didalam kawasan. Bangunan tempat tinggal masyarakat terbuat dari kayu yang dicuri dari kawasan hutan. Kegiatan tersebut tidak dapat dicegah karena terbatasnya jumlah polisi hutan (Polisi hutan). Para Polisi hutan sering mendapatkan ancaman-ancaman dari para perambah. Oleh karena itu Polisi hutan hanya mampu melakukan penjagaan dan *monitoring* perambahan [1].

Selain perambahan, kebakaran hutan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan laju kerusakan hutan semakin bertambah dari tahun ke tahun. Jumlah kebakaran terbesar di

hutan konservasi Kecamatan Ciemas terjadi pada tahun 2005 yakni sebesar 1940.5 Ha. Luas tersebut meningkat lebih dari 100% dari tahun sebelumnya yang semula hanya 107 Ha [3].

Rendahnya tingkat kesejahteraan penduduk (dilihat dari aspek daya beli dan tingkat pendidikan) menyebabkan laju kerusakan hutan semakin meningkat karena kurang memahami tentang konservasi hutan.

Bentuk fisik kerusakan hutan terutama disebabkan oleh adanya:

- (1) Kegiatan penebangan liar;
- (2) Penyerobotan hutan untuk perluasan areal pertanian;
- (3) Kegiatan penambangan liar;
- (4) Kebakaran karena pembukaan hutan yang ceroboh;
- (5) Pencurian kayu dan perambahan hasil hutan di kawasan hutan; dan
- (6) Berbagai kegiatan pelaksanaan program pemerintah yang mengharuskan terjadinya penebangan tegakan hutan di kawasan hutan yang secara eksekutif ternyata sering menebang tegakan hutan lebih dari yang seharusnya [4]

Uraian di atas menunjukkan perlunya suatu kebijakan yang dapat mengatasi masalah kerusakan hutan. Kompleksnya sistem kerusakan hutan yang terjadi mengindikasikan

perlunya suatu model yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Analisis pemodelan dinamis adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa masalah kerusakan hutan. Dengan mengambil kasus di Kecamatan Ciemas pemodelan dinamis ini diuji cobakan untuk mendapatkan gambaran melalui simulasi komputer tentang tingkat kerusakan hutan yang terjadi dan apa yang dapat dijadikan acuan bagi perancangan kebijakan dalam rangka memperbaiki kerusakan hutan tersebut.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menggambarkan kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas dengan simulasi pemodelan dinamis berbasis komputer.
2. Meramalkan (*forecasting*) seberapa besar perubahan yang ditimbulkan dari strategi yang diimplementasikan bagi kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas.
3. Merekomendasikan strategi kebijakan terbaik yang dapat membantu mengatasi masalah kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini yang dilakukan pada tahun 2007 yang lalu, menggunakan metode analisis sistem dinamis untuk mensimulasikan kondisi permasalahan yang ada di lokasi penelitian. Penelitian menggunakan seperangkat komputer dengan perangkat lunak “Powersim” untuk mensimulasikan model dinamis yang dibuat.

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang diperoleh dengan cara mengumpulkan data dan informasi awal yang terdapat pada buku, laporan-laporan, ataupun sumber kepustakaan lainnya yang diperoleh dari instansi terkait maupun sumber pustaka lainnya [4].

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder yang berkaitan dengan kerusakan ekosistem hutan yang terjadi di Sukabumi, data kependudukan, PDRB, data statistik pertanian, data produksi tanaman pangan, data penebangan liar, data pemukiman liar, data perambahan, data kebakaran hutan, data gerakan rehabilitasi hutan (gerhan), data jumlah polisi hutan serta Peta Usul Perubahan Fungsi Kawasan Hutan dan Perairan Kabupaten Sukabumi dari Dinas Kehutanan Propinsi Jawa Barat. Data yang digunakan adalah data runtun waktu (*time series*) dari tahun 1999 sampai dengan 2007.

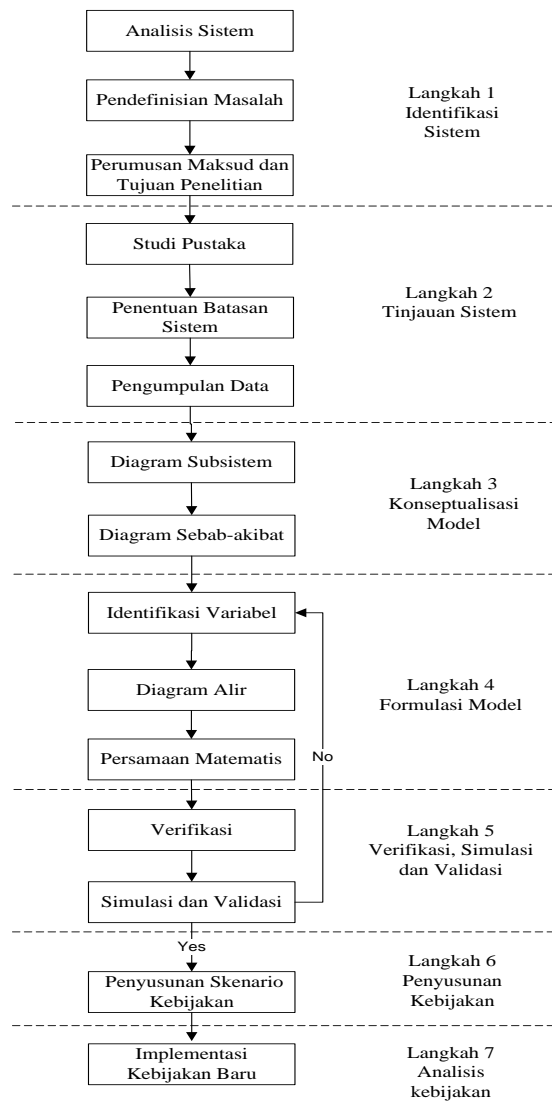
### 2.1. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu :

1. Identifikasi sistem
2. Aspek Umum Tinjauan sistem
3. Konseptualisasi Model
4. Formulasi model
5. Verifikasi, simulasi dan validasi model
  - a. Verifikasi, yakni proses pembuktian model tanpa memasukkan data.

- b. Validasi, yakni proses penyelidikan keabsahan dari model yang dibuat dengan menggunakan data sekunder sebagai pembandingnya sehingga model tersebut dapat dijadikan pembenaran atas sistem yang sebenarnya. Proses validasi terdiri dari dua tahapan yakni uji reproduksi perilaku dan uji statistik
- c. Uji reproduksi perilaku  
Dalam uji reproduksi perilaku, perilaku yang dihasilkan oleh model dibandingkan dengan perilaku sistem nyata. Variabel yang akan dibandingkan adalah luas hutan rusak, luas perambahan, jumlah pencurian kayu dan PDRB.
- d. Uji statistik  
Uji statistik dilakukan dalam proses validasi untuk memeriksa apakah perilaku model menyerupai perilaku sistem nyata secara statistik [5]. Data yang diuji sama dengan data pada uji prediksi perilaku yaitu luas kerusakan hutan, luas perambahan, produksi hasil ladang dan PDRB. Uji t merupakan uji yang digunakan dalam proses validasi ini. Uji t mensyaratkan adanya kesamaan varians dari data yang akan diuji. Dengan demikian dilakukan uji varians terlebih dahulu sebelum dilakukan uji t.
6. Penyusunan skenario kebijakan  
Penyusunan skenario kebijakan ini mengacu pada tujuan dari penyusunan model. Skenario yang telah disusun kemudian diterapkan pada model simulasi komputer.
7. Analisis hasil penerapan skenario  
Analisis hasil penerapan skenario dilakukan untuk membandingkan kelebihan dan kekurangan setiap skenario sampai akhirnya ditarik suatu kesimpulan atas alternatif kebijakan yang dapat diterapkan pada sistem nyata.

Bagan prosedur penelitian ini selengkapnya disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Prosedur penelitian

### III. PENGEMBANGAN MODEL

Kegiatan dalam pengembangan model adalah mengubah konsep sistem menjadi detail model dari sistem yang berlaku pada kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas. Sistem ini meliputi tiga subsistem dan beberapa subsistem. Oleh karena metodologi yang digunakan adalah metodologi sistem dinamis, maka variabel waktu menjadi variabel pengaruh yang mempengaruhi keseluruhan sistem. Satuan waktu yang digunakan adalah tahun.

#### 3.1. Aspek Lingkungan Sistem

##### 3.1.1. Batasan Sistem

- Penelitian ini hanya memasukan unsur terjadinya badai sebagai akibat dari kerusakan hutan.
- Faktor eksternal penyebab kerusakan hutan hanya bersumber pada data Kecamatan Ciemas.

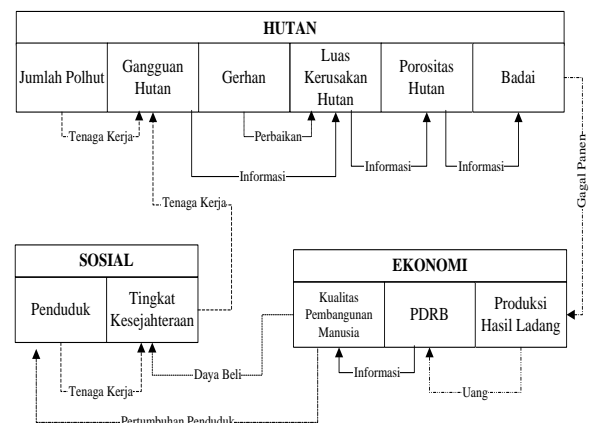
- Periode simulasi dibatasi dari tahun 1999-2012. Hal ini berdasarkan pada perkembangan dari sistem kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas dari tahun 1999-2007 yang ditunjukkan pada penggunaan data sekunder. Sedangkan tahun 2008-2012 merupakan waktu ramalan. Lama waktu ramalan ditentukan selama 5 tahun karena untuk mendekati keabsahan maka waktu ramalan harus lebih singkat dari data sekunder.

##### 3.1.2. Asumsi

- Mengingat model ini adalah model dasar, maka data yang digunakan pada model ini diasumsikan bersifat linier selama kurun waktu peramalan.
- Migrasi penduduk diasumsikan tidak berpengaruh pada jumlah penduduk total atau dianggap outmigrasi sama dengan inmigrasi.
- Total luas SM Cikepuh dan CA Cibanteng termasuk pada wilayah Kecamatan Ciemas

#### 3.2. Diagram Subsystem

Pembagian ke dalam sub sistem ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam pengidentifikasian variabel yang digunakan pada pemodelan sistem. Hubungan antar subsistem ditunjukkan oleh garis aliran yang menghubungkannya. Hubungan subsistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram subsistem

Sistem kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas dibagi ke dalam 3 sub sistem, yaitu :

- Subsistem Sosial, yang terkait dengan dinamika kependudukan

Kehidupan sosial dari penduduk di Kecamatan Ciemas memberikan pengaruh yang besar terhadap keutuhan hutan yang ada pada daerah tersebut. Rasio laju pertumbuhan ekonomi dan tingkat kemerataannya (kualitas pembangunan manusia) mempengaruhi jumlah dan tingkat kesejahteraan penduduk.

Tingkat kesejahteraan yang digunakan meliputi 2 aspek yaitu daya beli (PPP) dan pendidikan penduduk

(maksimal SD). Meningkatnya jumlah penduduk yang tidak diimbangi dengan meningkatnya kualitas pembangunan manusia menyebabkan pendidikan penduduk terbengkalai. Menurunnya kualitas pembangunan manusia juga akan berdampak pada menurunnya daya beli penduduk yang pada akhirnya akan menurunkan tingkat kesejahteraan penduduk.

2. Subsistem Hutan, yang terkait dengan jumlah polisi hutan, gangguan hutan, gerakan rehabilitasi lahan, luas hutan rusak, porositas hutan dan ada tidaknya badai.

Gangguan hutan tersebut terdiri dari pemukiman liar, pencurian kayu, perambahan dan kebakaran hutan. Sebagian besar dari luas hutan terganggu dijadikan sebagai lahan untuk berladang. Rendahnya tingkat kesejahteraan penduduk sekitar dan kurangnya jumlah tenaga pengaman hutan akan memicu terjadinya gangguan hutan. Penambahan jumlah Polisi hutan dapat mengurangi dan menghambat terjadinya gangguan hutan. Namun dampak dari gangguan hutan yang telah terjadi tetap akan terakumulasi dalam luas kerusakan hutan. Oleh karena itu diperlukan gerakan rehabilitasi hutan untuk dapat menangani masalah tersebut.

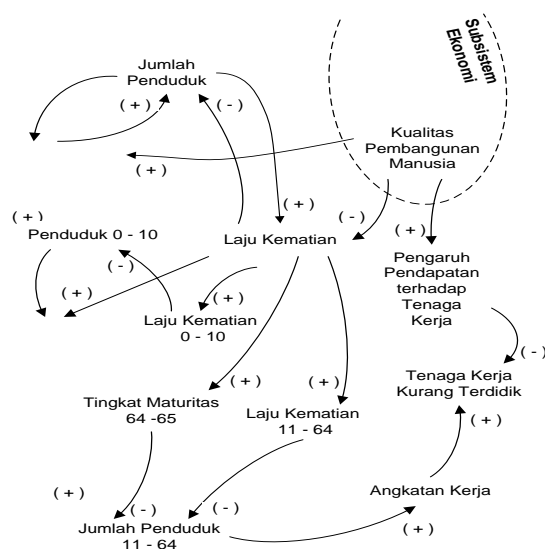
Kerusakan hutan menyebabkan berkurangnya vegetasi, dan berkurangnya kekuatan hutan dalam menahan angin. Angin yang tidak tertahan oleh hutan tersebut dapat merusak tanaman petani sehingga produksi hasil ladang akan menurun.

3. Subsistem Ekonomi, yang terkait dengan produksi hasil ladang, PDRB dan kualitas pembangunan manusia.

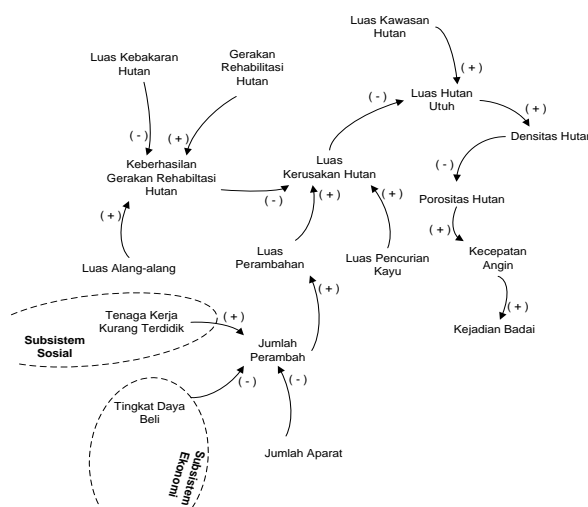
Hilangnya fungsi hutan mengakibatkan turunnya produksi hasil ladang. Angin kencang yang tidak tertahan oleh hutan berdampak pada rusaknya tanaman para petani. Sekitar 70% mata pencaharian penduduk Kecamatan Ciemas adalah bertani. Dengan demikian penurunan produksi hasil ladang berpengaruh pada penurunan PDRB.

### 3.3 Diagram Sebab Akibat

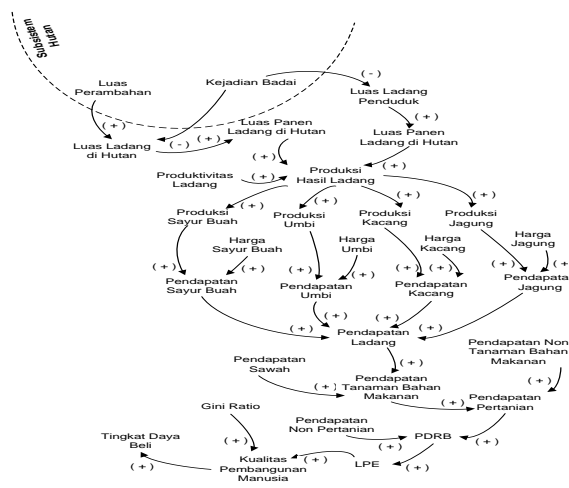
Diagram sebab akibat dibangun berdasarkan diagram subsistem. Diagram sebab akibat dari kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 3. Diagram Sebab Akibat Subsistem Sosial



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat Subsistem Hutan



Gambar 5. Diagram Sebab Akibat Subsistem Ekonomi

### 3.4. Formulasi Model

Formulasi model dalam hal ini dinyatakan dengan deklarasi persamaan matematika hubungan diantara diagram sebab akibat dari ketiga sub sistem, seperti pada Gambar 3 – 5 di atas. Formulasinya disajikan dalam perangkat lunak Powersim dengan mengatur masukan (input) data awal yang tersedia sesuai dengan keterkaitan elemen sistemnya.

### 3.5. Verifikasi, Simulasi dan Validasi

#### 3.5.1. Verifikasi

Verifikasi atau disebut juga uji konsistensi dimensi yaitu langkah yang dilakukan dengan memeriksa keseimbangan dimensi peubah pada kedua sisi persamaan [5]. Setiap persamaan yang ada dalam model harus menjamin keseimbangan dimensi antara variabel bebas dan terikat yang membentuknya. Langkah ini dalam model dilakukan dengan melakukan pemeriksaan atas dimensi dalam keseluruhan persamaan dalam model untuk memastikan terjadinya konsistensi dimensi yang digunakan. Variabel-variabel sistem yang sudah diidentifikasi sebelumnya, kemudian dapat diamati pola hubungannya. Untuk melihat pola hubungan tersebut dapat dilakukan dengan mengamati pola hubungan antar variabel sistem berdasarkan variabel yang mempengaruhinya.

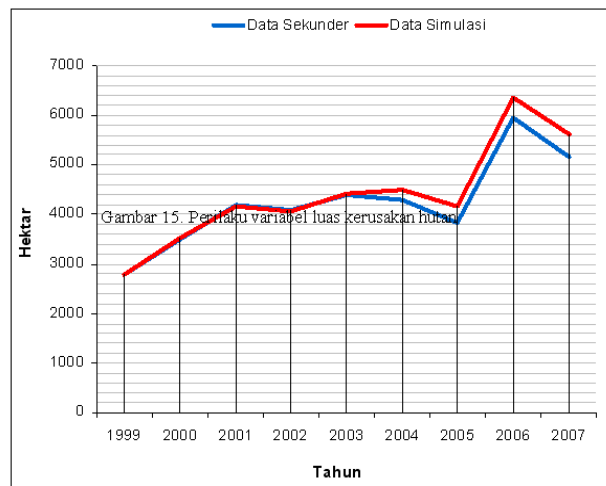
#### 3.5.2. Hasil Simulasi

Setelah model diformulasikan dan kemudian dilakukan verifikasi, maka model dapat disimulasikan. Perilaku model hasil simulasi dapat dilihat berdasarkan perubahan waktu simulasi yang telah ditentukan. Dengan demikian perilaku model dapat dianalisis untuk diambil suatu kebijakan.

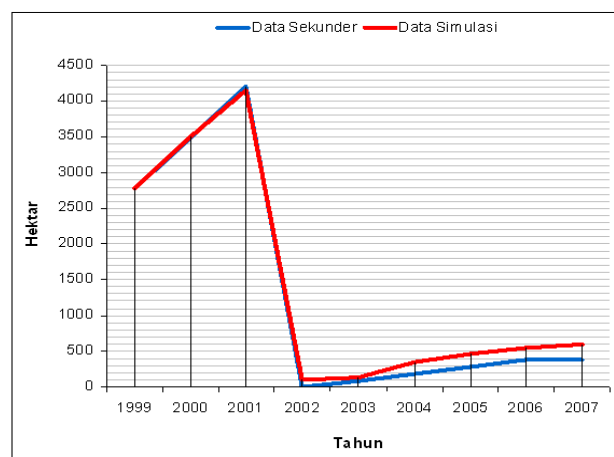
#### 3.5.3. Validasi

Validasi model diperlukan sebagai syarat agar model tersebut dapat dipertanggungjawabkan keabsahannya. Uji reproduksi perilaku dan uji t merupakan dua uji yang digunakan pada proses validasi tersebut. Uji reproduksi perilaku menunjukkan bahwa nilai antara data sekunder dan data simulasi tidak jauh berbeda. Dari hasil uji tersebut terlihat bahwa data simulasi sedikit lebih besar dari data sekunder. Perbedaan rata-rata antara data sekunder dan data simulasi adalah 3.61% untuk variabel luas kerusakan hutan, 7.34% untuk variabel perambahan, 3.29% untuk variabel produksi hasil ladang dan 0.41% untuk variabel PDRB.

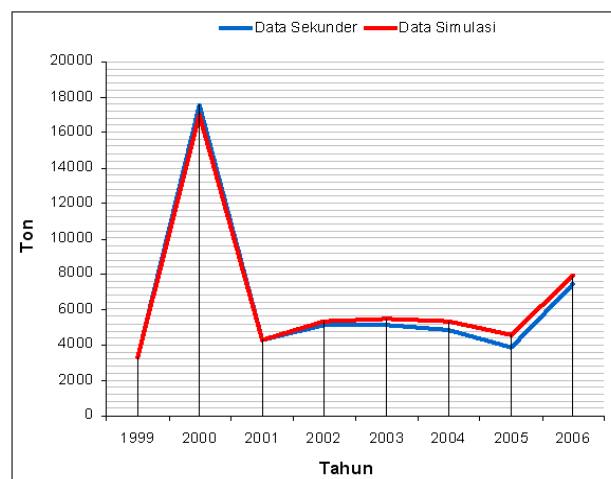
Uji t dilakukan pada variabel yang sama dengan variabel yang diuji pada uji reproduksi perilaku. Hasil dari uji t menunjukkan bahwa rata-rata data sekunder identik dengan rata-rata data simulasi untuk setiap variabel yang diuji (Gambar 6 – 9).



Gambar 6. Perilaku variabel luas kerusakan hutan

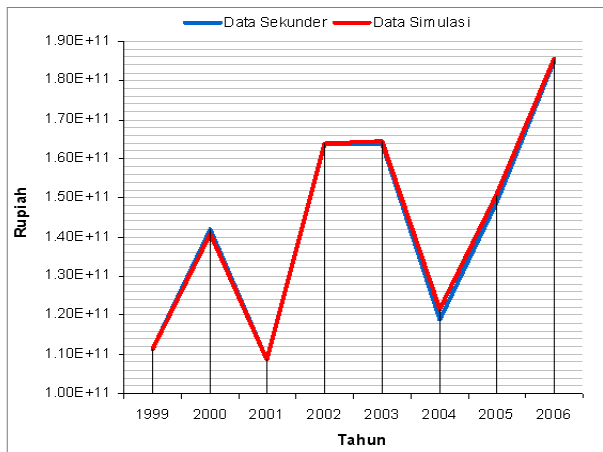


Gambar 7. Perilaku variabel luas perambahan



Gambar 8. Perilaku variabel produksi hasil ladang





Gambar 9. Perilaku variabel PDRB

### Uji Statistik

Uji statistik dilakukan dalam proses validasi untuk memeriksa apakah perilaku model menyerupai perilaku sistem nyata secara statistik [5]. Uji t bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara rata-rata data sekunder dan rata-rata data simulasi.

Tabel 1. Uji T untuk Variabel Luas Kerusakan Hutan

		Hutan	
		Varians diasumsikan sama	Varians diasumsikan tidak sama
Uji Levene	F hitung	.115	
	Sig.	.739	
Uji t	t hitung	-.329	-.329
	df	16	15.658
	Sig. (2-sisi)	.747	.747
	Perbedaan rata-rata	-153.2002	-153.20020
	Perbedaan Std. Error	465.8751	465.87506
	Tingkat kepercayaan 95%	Batas bawah 834.4108	Batas atas -1142.5697 836.1694

Sumber : Uji t SPSS 15, diolah

Tabel 1 menunjukkan bahwa F hitung dengan varians diasumsikan sama adalah 0.115 dengan probabilitas 0.739. Oleh karena probabilitas > 0.05 maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian data sekunder dan data simulasi memiliki varians identik. Persamaan dari kedua varians tersebut menjadi dasar dalam melakukan uji t yakni menggunakan dasar varians diasumsikan sama. Terlihat bahwa t hitung adalah -0.329 dengan probabilitas 0.747. Untuk uji dua sisi maka nilai probabilitas menjadi  $0.747/2 = 0.3735$ . Oleh karena  $0.3735 > 0.025$ , maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian rata-rata data sekunder identik dengan rata-rata data simulasi.

Tabel 2. Uji T untuk Variabel Perambahan

		Rambah	
		Varians diasumsikan sama	Varians diasumsikan tidak sama
Uji Levene	F hitung	.051	
	Sig.	.824	
Uji t	t hitung	-.124	-.124
	df	16	15.967
	Sig. (2-sisi)	.903	.903
	Perbedaan rata-rata	-95.8649	-95.8649
	Perbedaan Std. Error	775.640	775.6401
	Tingkat kepercayaan 95%	Batas bawah -1740.1484	Batas atas -1740.4239 1548.4186 1548.6942

Sumber : Uji t SPSS 15, diolah

Tabel 2 menunjukkan bahwa F hitung dengan varians diasumsikan sama adalah 0.051 dengan probabilitas 0.824. Oleh karena probabilitas > 0.05 maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian data sekunder dan data simulasi memiliki varians identik. Persamaan dari kedua varians tersebut menjadi dasar dalam melakukan uji t yakni menggunakan dasar varians diasumsikan sama. Terlihat bahwa t hitung adalah -0.124 dengan probabilitas 0.903. Untuk uji dua sisi maka nilai probabilitas menjadi  $0.903/2 = 0.4515$ . Oleh karena  $0.4515 > 0.025$ , maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian rata-rata data sekunder identik dengan rata-rata data simulasi.

Tabel 3. Uji T untuk Variabel Produksi Hasil Ladang

		Produksi	
		Varians diasumsikan sama	Varians diasumsikan tidak sama
Uji Levene	F hitung	.006	
	Sig.	.939	
Uji t	t hitung	-.094	-.094
	df	14	13.950
	Sig. (2-sisi)	.927	.927
	Perbedaan rata-rata	-212.1345	-212.1345
	Perbedaan Std. Error	2262.9911	2262.9911
	Tingkat kepercayaan 95%	Batas bawah -5065.7677	Batas atas -5067.4115 4641.4987 4643.1425

Sumber : Uji t SPSS 15, diolah

Tabel 3 menunjukkan bahwa F hitung dengan varians diasumsikan sama adalah 0.006 dengan probabilitas 0.939. Oleh karena probabilitas > 0.05 maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian data sekunder dan data simulasi memiliki varians identik. Persamaan dari kedua varians tersebut menjadi dasar dalam melakukan uji t yakni menggunakan dasar varians diasumsikan sama. Terlihat bahwa t hitung adalah -0.094 dengan probabilitas 0.927. Untuk uji dua sisi maka nilai probabilitas menjadi  $0.927/2 = 0.4635$ . Oleh karena  $0.4635 >$

0.025, maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian rata-rata data sekunder identik dengan rata-rata data simulasi.

Tabel 4. Uji t untuk Variabel PDRB

		PDRB	
		Varians diasumsikan sama	Varians diasumsikan tidak sama
Uji Levene	F hitung	.001	
	Sig.	.978	
Uji t	t hitung	-.042	-.042
	df	14	14.000
	Sig. (2-sisi)	.967	.967
	Perbedaan rata-rata	581318201.3538	581318201.3538
	Perbedaan Std. Error	13925204622.1603	13925204622.1603
	Tingkat kepercayaan 95%	Batas bawah 30447911701.4945	Batas bawah 30447919996.8014
	Batas atas 29285275298.7869	Batas atas 29285283594.0939	

Sumber : Uji t SPSS 15, diolah

Tabel 4 menunjukkan bahwa F hitung dengan varians diasumsikan sama adalah 0.001 dengan probabilitas 0.978. Oleh karena probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian data sekunder dan data simulasi memiliki varians identik. Persamaan dari kedua varians tersebut menjadi dasar dalam melakukan uji t yakni menggunakan dasar varians diasumsikan sama. Terlihat bahwa t hitung adalah -0.042 dengan probabilitas 0.967. Untuk uji dua sisi maka nilai probabilitas menjadi  $0.967/2 = 0.4835$ . Oleh karena  $0.4835 > 0.025$ , maka  $H_0$  diterima. Dengan demikian rata-rata data sekunder identik dengan rata-rata data simulasi.

### 3.6. Analisis Perilaku Model

Analisis perilaku model dilakukan dengan menganalisis perilaku yang digambarkan oleh hasil simulasi dari model yang telah dikembangkan sebagai model dasar (skenario D), selanjutnya dicobakan seperangkat skenario dengan cara merubah nilai dalam atribut-atribut sistem kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas. Simulasi model dilakukan untuk jangka waktu 12 tahun, yaitu dari tahun 1999 hingga tahun 2012.

#### 3.6.1. Kondisi Kerusakan Hutan di Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi

Kondisi rata-rata kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas adalah 51.31 % (Tabel 5). Kondisi kerusakan hutan tersebut digambarkan oleh luasnya kerusakan hutan yang sebagian besar disebabkan oleh perambahan. Rata-rata luas perambahan di Kecamatan Ciemas adalah 16.35%. Jenis gangguan hutan yang dilakukan penduduk pada kawasan hutan adalah penebangan liar, pemukiman liar, perambahan dan pembakaran hutan. Adanya keterbatasan data mengakibatkan penggabungan nilai kerusakan hutan akibat penebangan liar, pemukiman liar dan perambahan. Tiga jenis gangguan hutan tersebut digabung kedalam data perambahan.

Dengan demikian perambahan merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya kerusakan hutan. Informasi ini akan dijadikan sebagai masukan bagi model simulasi yang akan dilakukan. Contoh input data simulasi untuk melihat bagaimana perubahan luas perambahan hutan dan luas kerusakan hutan adalah seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Input Data untuk Model Dinamika Luas Perambahan dan Luas Kerusakan Hutan di Kecamatan Ciemas

Tahun	Kerusakan Hutan (ha)	Kerusakan Hutan (%)	Perambahan (ha)	Perambahan (%)
1999	2793.18	32.58	2787.23	32.51
2000	3514.77	40.99	3508.81	40.92
2001	4163.58	48.56	4157.62	48.49
2002	4053.60	47.28	92.91	1.08
2003	4408.01	51.41	131.66	1.54
2004	4507.01	52.56	345.81	4.03
2005	4163.92	48.56	462.88	5.40
2006	6362.40	74.20	538.00	6.27
2007	5628.55	65.64	594.30	6.93
<b>Rata-rata</b>	<b>4399.45</b>	<b>51.31</b>	<b>1402.14</b>	<b>16.35</b>

Tabel 6 menyajikan matriks skenario kebijakan yang akan dicobakan pada model sistem kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas. Penerapan skenario kebijakan diharapkan dapat mengurangi luas kerusakan hutan, mencegah terjadinya gangguan hutan, dan memperbaiki kerusakan hutan.

Tabel 6. Matriks Skenario Kebijakan

Skenario	Kebijakan	Tujuan	Sumber Faktual
I	Tanpa kebijakan, diambil berdasarkan sistem nyata atau model dasar.	Sebagai pembanding dan parameter keberhasilan skenario selanjutnya.	Acuan
II	Peningkatan jumlah Polisi hutan	Mengurangi besarnya jumlah gangguan hutan	BKSDA, 2003
III	Peningkatan produktivitas ladang sebesar 10%, pemerintah sebagai pemberdaya teknologi pertanian dan penyedia fasilitas usaha bagi para petani untuk berusaha sesuai skala ekonominya.	Meningkatkan kualitas pembangunan manusia dan tingkat kesejahteraan penduduk	Contoh kasus diversifikasi pangan di Sumedang, Harian Umum Pikiran Rakyat, 2003
IV	Peningkatan gerakan rehabilitasi hutan	Mengurangi besarnya luas kerusakan hutan	BKSDA, 2007
V	Gabungan skenario II dan III	Memperoleh hasil yang lebih baik	Gabungan skenario
VI	Gabungan skenario II dan IV	Memperoleh hasil yang lebih baik	Gabungan skenario
VII	Gabungan skenario III dan IV	Memperoleh hasil yang lebih baik	Gabungan skenario
VIII	Gabungan skenario II, III dan IV	Memperoleh hasil yang lebih baik	Gabungan skenario

## IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kerusakan Hutan

Berikut adalah tabel hasil simulasi luas kerusakan hutan dengan seperangkat skenario kebijakannya.

Tabel 7. Hasil Simulasi Kerusakan Hutan Menurut Skenario (hektar)

Tahun	SKENARIO			
	I	II	III	IV
1999	2793.18	2793.18	2793.18	2793.18
2000	3514.77	3514.77	3514.77	3514.77
2001	4163.58	4163.58	4163.58	4163.58
2002	4053.60	4053.60	4053.60	4053.60
2003	4408.01	4408.01	4408.01	4408.01
2004	4507.01	4507.01	4507.01	4507.01
2005	4163.92	4163.92	4163.92	4163.92
2006	6362.40	6362.40	6362.40	6362.40
2007	5628.55	5628.55	5628.55	5628.55
2008	5733.13	5638.43	5733.13	5733.13
2009	5812.03	5648.30	5804.39	4412.04
2010	5920.35	5673.24	5903.72	3120.36
2011	5930.23	5683.12	5913.59	1730.25
2012	6038.50	5731.02	6048.66	848.63
<b>Rata2</b>	<b>4930.66</b>	<b>4854.94</b>	<b>4928.46</b>	<b>3959.96</b>
Tahun	SKENARIO			
	V	VI	VII	VIII
1999	2793.18	2793.18	2793.18	2793.18
2000	3514.77	3514.77	3514.77	3514.77
2001	4163.58	4163.58	4163.58	4163.58
2002	4053.60	4053.60	4053.60	4053.60
2003	4408.01	4408.01	4408.01	4408.01
2004	4507.01	4507.01	4507.01	4507.01
2005	4163.92	4163.92	4163.92	4163.92
2006	6362.40	6362.40	6362.40	6362.40
2007	5628.55	5628.55	5628.55	5628.55
2008	5638.43	5638.43	5733.13	5638.43
2009	5648.30	4248.31	4404.40	4248.31
2010	5671.05	2873.26	3103.73	2871.07
2011	5680.93	1483.14	1713.62	1480.95
2012	5750.01	504.12	811.45	478.55
<b>Rata2</b>	<b>4855.98</b>	<b>3881.59</b>	<b>3954.38</b>	<b>3879.45</b>

Skenario kebijakan peningkatan gerakan rehabilitasi hutan (skenario IV) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap luas kerusakan hutan. Ini dikarenakan skenario IV akan mengurangi luas kerusakan hutan sebesar 20% dari luas total kerusakan hutan untuk setiap tahunnya. Jika asumsi keberhasilan tumbuh tanaman 100%, maka hutan akan pulih dalam jangka waktu 5 tahun. Namun skenario IV memprediksi bahwa pada tahun ke-5 (tahun 2012) luas kerusakan hutan tersisa sebesar 848.63 ha. Ini dikarenakan faktor kebakaran hutan yang menyebabkan terbakarnya tanaman yang semula diperuntukkan untuk rehabilitasi hutan. Walaupun demikian, kembalinya fungsi hutan konservasi di Kecamatan Ciemas tetap bergantung pada peningkatan gerakan rehabilitasi hutan.

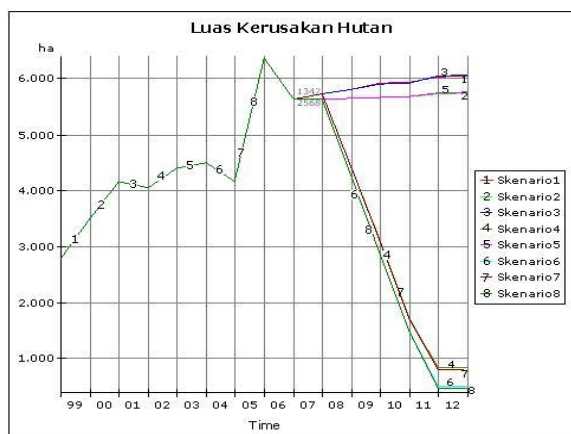
Skenario kebijakan penambahan jumlah Polisi hutan (skenario II) dan peningkatan produktivitas hasil ladang (skenario III) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap luas kerusakan hutan. Jika kedua skenario tersebut digabung (skenario V) tetap tidak memiliki pengaruh yang nyata dalam mengurangi luas kerusakan hutan. Ini dikarenakan skenario II dan skenario III hanya akan mengurangi dan mencegah faktor penyebab kerusakan hutan tetapi tidak memperbaiki kerusakan hutan yang telah



ditimbulkannya. Walaupun demikian, skenario II dan skenario III yang dikombinasikan dengan skenario IV akan dapat mengurangi luas kerusakan hutan. Gabungan skenario III dan IV (skenario VII) memberikan pengaruh yang hampir sama dengan pengaruh yang dihasilkan oleh skenario IV. Oleh karena itu skenario VII dianggap kurang efisien dalam usaha mengatasi kerusakan hutan.

Gabungan skenario II dan IV (skenario VI) memberikan pengaruh yang cukup besar dalam mengurangi luas kerusakan hutan. Hal ini disebabkan karena skenario II dapat mencegah terjadinya penambahan luas kerusakan hutan sedangkan skenario IV dapat mengurangi luas kerusakan hutan yang telah terjadi. Penggabungan kedua skenario tersebut dalam skenario VI dapat mengurangi luas kerusakan hutan hingga tersisa 504.12 ha pada tahun 2012.

Skenario kebijakan yang paling dapat mengurangi dan mencegah terjadinya kerusakan hutan adalah skenario gabungan dari tiga skenario kebijakan (skenario VIII). Skenario VIII memprediksi terjadinya pengurangan luas kerusakan hutan hingga tersisa 478.55 ha pada tahun 2012. Penerapan perangkat kebijakan berdasarkan luas kerusakan hutan disajikan pada Gambar 10.



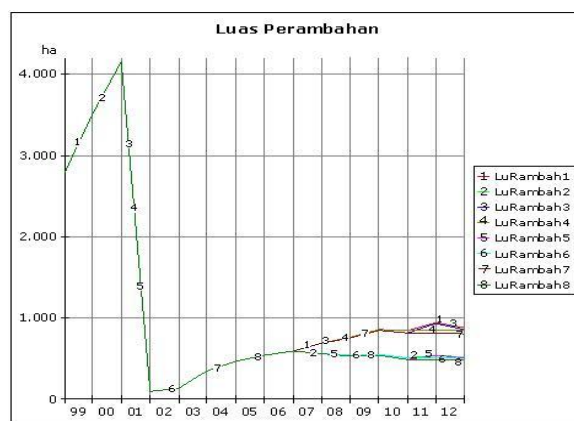
Gambar 10. Analisis Perangkat Kebijakan Berdasarkan Luas Kerusakan Hutan

Dari data BKSDA lebih dari 60% luas kerusakan hutan disebabkan oleh perambahan. Besarnya perambahan dipengaruhi oleh tingkat kesejahteraan penduduk dan jumlah polisi hutan. Besaran perambahan didasarkan pada luasnya yaitu hektar (ha).

Kebijakan peningkatan produktivitas ladang (skenario III) dan gerakan rehabilitasi hutan (skenario IV) tidak memberikan pengaruh yang cukup besar. Gabungan keduanya (skenario VII) tetap tidak memberikan pengaruh yang cukup besar pada luas perambahan. Gabungan antara skenario II dan III (skenario V) memberikan pengaruh yang hampir sama dengan pengaruh yang dihasilkan oleh skenario II. Oleh karena itu skenario V dianggap kurang efisien dalam usaha mencegah dan mengurangi luas perambahan. Berbeda dengan skenario V, skenario VI memberikan pengaruh yang cukup besar pada luas perambahan. Skenario VI memprediksi

terjadinya pengurangan luas perambahan hingga tersisa 504.12 ha pada tahun 2012.

Skenario kebijakan yang paling dapat mengurangi dan mencegah terjadinya perambahan adalah skenario gabungan dari tiga skenario kebijakan (skenario VIII). Skenario VIII memprediksi terjadinya pengurangan luas perambahan hingga tersisa 478.55 pada tahun 2012. Penerapan perangkat kebijakan berdasarkan luas perambahan disajikan dalam Gambar 11.



Gambar 11. Analisis Perangkat Kebijakan Berdasarkan Luas Perambahan

#### 4.2. Rekomendasi Skenario Kebijakan

Meningkatkan kesejahteraan penduduk merupakan tujuan awal dari penerapan skenario III. Namun hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario III hanya dapat meningkatkan produksi hasil ladang dengan peningkatan rata-rata kesejahteraan penduduk yang sangat kecil yakni hanya 0.05% (Tabel 8). Oleh karena itu, pengukuran tingkat keberhasilan dari penerapan skenario didasarkan pada dua parameter yakni luas kerusakan hutan dan luas perambahan.

Tabel 8. Persentase Rata-rata Hasil Simulasi Luas Kerusakan Hutan, Perambahan dan Peningkatan Produksi Ladang

Skenario	Luas Kerusakan Hutan (%)	Luas Perambahan (%)	Peningkatan Produksi Ladang (%)
I	57.50	13.91	0.00
II	56.62	12.75	-2.61
III	57.48	13.86	11.11
IV	46.18	13.84	4.09
V	56.63	12.72	7.59
VI	45.27	12.72	0.59
VII	46.12	13.76	16.52
VIII	45.24	12.67	11.86

Tabel 9. Persentase Rata-Rata Hasil Simulasi Tingkat Kesejahteraan Masyarakat Sekitar Hutan

Skenario	Tingkat Kesejahteraan	
	Peningkatan Daya Beli (%)	Penurunan Tenaga Kerja Kurang Terdidik (%)
I	0.00	0.00
II	-0.02	0.04
III	0.05	0.03
IV	-0.02	0.04
V	0.02	0.06
VI	-0.03	0.05
VII	0.02	0.08
VIII	0.01	0.08

Tabel 10. Tingkat Keberhasilan Skenario

Skenario	Tingkat Keberhasilan	
	Mengurangi Luas Kerusakan Hutan	Mengurangi Luas Perambahan
I	Kurang	Kurang
II	Kurang	Tinggi
III	Kurang	Kurang
IV	Tinggi	Kurang
V	Kurang	Tinggi
VI	Tinggi	Tinggi
VII	Tinggi	Kurang
VIII	Tinggi	Tinggi

Penetapan kebijakan skenario yang direkomendasikan didasarkan pada tingkat keberhasilan dari setiap skenario. Tabel 10 menunjukkan bahwa skenario VI dan skenario VIII memiliki tingkat keberhasilan terbaik. Tingkat keberhasilan dikategorikan dalam tiga kategori yaitu kurang, sedang dan tinggi. Skenario VI dan VIII menghasilkan kategori tinggi untuk dua parameter dasar. Namun skenario VI dianggap lebih efisien daripada skenario VIII. Hal tersebut dikarenakan skenario VI hanya terdiri dari dua skenario sedangkan skenario VIII merupakan gabungan dari tiga skenario. Dengan demikian skenario VI dipilih sebagai skenario yang direkomendasikan.

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8, skenario I yang disubstitusi dengan skenario VI dapat menurunkan rata-rata luas kerusakan hutan sebesar 12.23% dan rata-rata luas perambahan akan menurun sebesar 1.19% dari kondisi pada tahun 1999 (selisih antara skenario I dengan skenario VI).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan aspek kerusakan hutan dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Permasalahan kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas digambarkan melalui pemodelan dinamis dengan 3 subsistem yakni sosial, ekonomi dan hutan yang terdiri dari 85 variabel. Hasil dari pemodelan tersebut menggambarkan tingkat kerusakan hutan yang telah terjadi di Kecamatan Ciemas hingga tahun 2007 mencapai 5628.55 ha atau 65.64 % dari total luas hutan.

Selain itu kondisi rata-rata kerusakan hutan yang telah terjadi sebesar 4399.45 ha atau 51.31 %.

2. Strategi kebijakan/skenario yang dapat mengatasi masalah kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas adalah gabungan dari kebijakan peningkatan jumlah Polisi hutan dan peningkatan gerakan rehabilitasi hutan (skenario VI). Skenario VI mengurangi rata-rata luas kerusakan hutan sebesar 12.23 % dan mengurangi rata-rata luas perambahan sebesar 1.19 %. Luas perambahan dan luas kerusakan hutan pada akhir simulasi pada tahun 2012 adalah 504.12 ha atau 5.88 % dari total luas hutan.
3. Besarnya luas kerusakan hutan berdasarkan skenario dasar (skenario tanpa ada strategi yang diimplementasikan) pada tahun 1999 sebesar 2793.18 ha atau 32.57 % mengalami peningkatan menjadi 6038.50 ha atau 70.42 % pada tahun 2012.
4. Peningkatan produktivitas ladang (skenario III) tidak memberikan pengaruh besar pada sistem kerusakan hutan di Kecamatan Ciemas. Hal ini dikarenakan pendapatan yang diperoleh dari hasil berladang hanya 4.54% dari total PDRB sehingga tidak berpengaruh besar pada tingkat kesejahteraan penduduk.

Hasil analisis model yang telah dikembangkan diperlukan kajian lanjutan yaitu dapat dilakukan dengan membuka batasan dan asumsi. Contoh-contoh pembahasan yang bisa dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Melibatkan pengaruh dari migrasi penduduk terhadap jumlah penduduk total.
- b. Meneliti dampak lain dari kerusakan hutan selain terjadinya badai yang menyebabkan gagal panen pada ladang penduduk.
- c. Memperhitungkan luas kawasan SM Cikepuh yang termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Ciracap.
- d. Memasukkan beberapa variabel yang dapat mempengaruhi nilai dari luas kerusakan hutan seperti tingkat pendidikan dan perekonomian polisi hutan.
- e. Menggunakan fasilitas *assumptions, decisions dan objectives* yang terdapat pada *Powersim Studio Enterprise 2005* untuk merancang skenario kebijakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] BKSDA Jawa Barat I. 2000. Laporan Hasil Inventarisasi Mamalia Besar Jenis Banteng di Suaka Margasatwa Cikepuh. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat I. Bandung.
- [2] BKSDA Jawa Barat I. 2003. Laporan Operasi Pengamanan Fungsional. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat I. Bandung.
- [3] BKSDA Jawa Barat I. 2007. Perkembangan Jenis Gangguan dan Kerusakan Kawasan Hutan Tahun 2003 sampai dengan 2007. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat I. Bandung.
- [4] Kastaman, Roni. Ade M. Kramadibrata. Sutia Hermanto. Yaya Sulaeman. Wahyu Daradajat. Yudi Permana. 2003. Penyusunan Pola Penanganan Kerusakan Hutan Di Jawa Barat. Laporan Akhir Kajian. Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Padjadjaran

- [5] Sushil. 1993. *System Dynamics A Practical Approach for Managerial Problem*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.