

Azhar, H F, Zulkarnaini
2013:7 (2)

MODEL SYSTEM DINAMICS HUBUNGAN PENDUDUK DAN KONVERSI HUTAN MENJADI PERKEBUNAN SAWIT TERHADAP EROSI TANAH DI KECAMATAN KOTO GASIB KABUPATEN SIAK

Henny Fitri Azhar

*Staf Pelaksana Badan Pelaksana Penyuluhan dan Ketahanan Pangan (BPPKP),
Komplek Perkantoran Tanjung Agung Siak Sri Indrapura, Kabupaten Siak*

Zulkarnaini

*Dosen Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau, Pekanbaru,
Jl. Pattimura No.09.Gobah, 28131. Telp 0761-23742.*

System Dynamics Model Relationships Towards Oil Palm Plantation Forest Conversion to Soil Erosion in Koto Gasib Siak District

Abstract

The system dynamics model of causal due to the feedback between the population and the conversion of forest into palm oil plantations with soil erosion and predict trends in the future. This study was conducted from May to June 2012 to calculate the rate of depreciation of forests and increase the existing palm oil plantations in Koto Gasib Siak District; describe relationships forest shrinkage rate with increasing palm oil plantations. The results of this study indicate shrinkage has occurred due to conversion of forest land into oil palm plantations in the district of Koto Gasib Siak. System dynamics model of progressive scenario (positive interventions) by modifying the elements of suppression of population growth, land conversion moratorium and increase oil palm plantations, rehabilitation, reforestation and revegetation on critical land and conservation land management and soil conservation techniques proven to increase the amount of forest area and lowers the value of the actual rate of soil erosion in the district Koto Gasib Siak.

Keyword : *model, system dynamics, forest, palm oil*

PENDAHULUAN

Terjadinya kenaikan harga *crude palm oil* (CPO) sawit pada pertengahan tahun 2006 telah memicu terjadinya konversi besar-besaran areal hutan menjadi perkebunan sawit. Ini dapat dilihat dari pertambahan luas perkebunan sawit yang cukup signifikan di daerah DAS Siak baik pada bagian hulu, tengah maupun hilir. Hal ini dapat dilihat dari laporan BP-DAS Indragiri Rokan (2005), yang menyatakan bahwa pertambahan luas areal perkebunan sawit di sekitar Sub DAS Siak, secara langsung telah memicu percepatan laju erosi kurang lebih 70,83 ton/ha/tahun atau masuk dalam kategori kelas bahaya erosi Sedang (60-180 ton/ha/th).

Potensi ekonomi dari perkebunan sawit yang semakin menggiurkan telah pula mempengaruhi pola pemanfaatan lahan di Kabupaten Siak yang memiliki luas wilayah 8,556.09 km². Pada tahun 2010 luas perkebunan sawit di Kabupaten Siak telah mencapai 465.567,12 ha atau sekitar 54,41% dari luas wilayah Kabupaten Siak, dimana areal perkebunan sawit yang relatif luas berada di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak (Profil Dinas Perkebunan Siak, 2010). Jumlah luasan perkebunan sawit di Kabupaten Siak tentunya memiliki kecenderungan untuk bertambah seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan *crude palm oil* (CPO) sawit dunia.

Pertambahan luas perkebunan sawit di Kabupaten Siak berbanding lurus dengan laju penurunan luas hutan yang terdapat di Kabupaten Siak. Tahun 2010 luas kawasan hutan di Kabupaten Siak ±324.865,03 ha atau sekitar 37,97 % dari total luas wilayah Kabupaten Siak. Hal ini berarti bahwa luas areal hutan 1,4 kali lebih kecil dibandingkan dengan luas perkebunan sawit yang ada di Kabupaten Siak (Draft RTRW Kab. Siak, 2011).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode *system dynamics*, dimana hubungan antar variabel disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak Powersim 2.5 (Anonimus, 1996). Simulasi menghasilkan persamaan Powersim, diagram simpal kausal (*Causal Loop Diagram / CLD*), diagram alir (*Stock Flow Diagram / SFD*), grafik dan tabel waktu yang selanjutnya hasil simulasi di analisis secara kualitatif.

Seluruh data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang berkaitan untuk mencapai tujuan penelitian. Parameter, sumber data dan metode analisis data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Analisis Data

Analisis data penelitian yang dilakukan terbagi atas 3 (tiga) bagian yang disesuaikan dengan tujuan penelitian antara lain: 1). Analisis laju penyusutan luas hutan dan pertambahan luas perkebunan sawit eksisting di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak; 2). Analisis hubungan laju penyusutan luas hutan dengan pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak dan 3). Analisis model *system dynamics* yang menggambarkan hubungan sebab akibat umpan balik antara penduduk dan konversi lahan hutan menjadi perkebunan sawit dengan erosi tanah serta skenario alternatif yang dilakukan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak.

Tabel 1. Jenis, Parameter, Sumber, Metode dan Analisis Data Penelitian

Data	Parameter	Satuan	Sumber Data	Metode Analisis Data
Penggunaan dan Konversi Lahan	1. Luas wilayah	Ha	Dinas Kehutanan,	Screening, kuantitatifikasi data simulasi Powersim
	2. Luas hutan	Ha	Dinas Perkebunan dan RTRW Kab. Siak	
	3. Luas kebun sawit	Ha		
	4. Kebutuhan lahan	Ha		
	5. Luas lahan terbangun	Ha		
	6. Konversi Lahan	Ha		
Kependudukan	1. Kelahiran	Jiwa	BPS dan RTRW Kab. Siak	Screening, kuantitatifikasi data simulasi Powersim
	2. Kematian	Jiwa		
	3. Migrasi masuk	Jiwa		
	4. Migrasi keluar	Jiwa		
	5. Kepadatan Penduduk	Ha/Jiwa		
Erosi Tanah	1. Potensi degradasi lahan	Ha	RTRW Kab. Siak	Screening, kuantitatifikasi data simulasi Powersim
	2. Laju erosi aktual	Ton/Ha		
Pengelolaan dan Konservasi Lahan	1. Nilai faktor pengelolaan tanaman (C)	-	Hardjowigeno (2003)	Simulasi Powersim
	2. Nilai teknik konservasi tanah (P)	-		

Analisis Laju Penyusutan Luas Hutan dan Pertambahan Luas Perkebunan Sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak

Perhitungan laju penyusutan luas hutan dan pertambahan luas perkebunan sawit dilakukan dengan analisis proyeksi menggunakan perangkat lunak *Powersim*. Untuk mengetahui hal tersebut maka dilakukan perhitungan mengenai pertumbuhan dan kepadatan penduduk, kebutuhan lahan, laju konversi lahan, laju penyusutan luas hutan dan laju pertambahan luas perkebunan sawit dengan menggunakan persamaan-persamaan adopsi dari *powersim*.

Analisis Hubungan Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Pertambahan Luas Perkebunan Sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak

Analisis hubungan laju penyusutan luas hutan dengan pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak dilakukan dengan analisis korelasi *Pearson's* dengan menggunakan perangkat lunak SPSS, dimana analisis ini digunakan untuk mengukur hubungan antara laju penyusutan luas lahan sebagai variabel terikat (Y) dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit sebagai variabel bebas (X) berdasarkan peringkat-peringkat serta untuk mengetahui arah hubungan dari kedua variabel tersebut. Analisis korelasi *Pearson's* dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$r_p = 1 - \frac{6\sum di^2}{N^2 - N}$$

Keterangan :

r_p = Koefisien korelasi *Pearson's*

di = Perbandingan data

N = Banyaknya data

Selanjutnya untuk mengetahui sejauh mana keterkaitan hubungan antara pertambahan luas perkebunan sawit dengan laju penyusutan luas hutan maka di susun model regresi linear untuk melihat kedalaman hubungan Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Pertambahan Luas Perkebunan Sawit dengan melihat nilai koefisien determinasi. Analisis regresi linear dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y = Laju penyusutan luas hutan (Ha/Tahun)

a = Konstanta

b = Nilai b pada Variabel X

X = Laju pertambahan kebun sawit (Ha/Tahun)

Analisis Model System Dynamics

Analisis model *system dynamics* yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada tahapan pemodelan *system dynamics* yang dikembangkan oleh Ford (1999) yang mengelompokkan variabel menjadi dua jenis yaitu *level (stock)* dan *rate*. *Level* menyatakan kondisi sistem pada setiap saat (*state variable system*). *Level* merupakan hasil akumulasi di dalam sistem, sedangkan *rate* menyatakan aktivitas sistem. *Level* adalah suatu besaran (*quantity*) yang berakumulasi terhadap waktu dan *rate* merupakan aktivitas atau pergerakan (*movement*) atau aliran yang berkontribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam *level*. Setiap variabel akan didefinisikan dalam suatu persamaan yaitu persamaan *level*, persamaan *rate*, persamaan *auxiliary* atau persamaan *konstanta*. Berdasarkan pengelompokkan tersebut di atas, maka faktor-faktor dalam sub-sub sistem dikelompokkan menjadi variabel dan jenis variabel sebagai berikut :

- 1) Level : jumlah penduduk, luas hutan, luas perkebunan sawit dan erosi tanah
- 2) Rate : kelahiran, kematian, migrasi masuk, migrasi keluar, penyusutan hutan, pertambahan kebun sawit dan erosi aktual
- 3) Auxiliary: laju kelahiran, laju kematian, laju migrasi masuk, laju migrasi keluar, kepadatan penduduk, kebutuhan lahan, konversi lahan, laju penyusutan hutan, laju pertambahan kebun sawit, rasio lahan terbangun, lahan terbangun, potensi degradasi lahan dan laju erosi aktual
- 4) Konstanta : luas wilayah, skenario pengurangan pertumbuhan penduduk, skenario pengurangan migrasi masuk, skenario pengurangan konversi lahan, skenario pengurangan pertambahan perkebunan sawit dan skenario pengurangan laju erosi aktual

Hasil pengelompokan variabel dan jenis variabel kemudian dimasukkan dalam tahapan pembangunan model *system dynamics* yaitu sebagai berikut :

- 1) Pembuatan konsep dalam sebuah model CLD (*Causal Loop Diagram*)
- 2) Pembuatan model SFD (*Stock-Flow Diagram*) atau diagram alir
- 3) Input data
- 4) Simulasi berupa diagram waktu dan tabel waktu
- 5) Validasi dengan melihat *Absolute Mean Error (AME)* penyimpangan antara nilai rata-rata simulasi terhadap aktual. Model valid jika AME kurang dari 5%
- 6) Analisis Skenario (Uji Sensivitas). Pada penelitian ini unsur pertumbuhan penduduk, migrasi masuk, konversi lahan, pertambahan perkebunan sawit dan laju

erosi aktual masing-masing dintervensikan dengan memberikan Fungsi IF. Pernyataan skenario yang dicobakan yaitu : jika pertumbuhan penduduk, migrasi masuk, konversi lahan, penambahan perkebunan sawit dan laju erosi aktual dapat di kurangi, bagaimana dampak skenario tersebut terhadap luas hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak 2012 sampai dengan 2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Daerah Penelitian

Kecamatan Koto Gasib merupakan satu dari empat belas kecamatan yang terdapat dalam wilayah administrasi Kabupaten Siak. Kecamatan Koto Gasib adalah kecamatan pemekaran dari Kecamatan Tualang dengan luas wilayah administrasi 45.241 ha. Secara geografis Kecamatan Koto Gasib terletak pada 0°32'-0°51' Lintang Utara dan 101°28'-101°52' Bujur Timur yang terbagi atas 10 desa yaitu : Kuala Gasib, Buatan I, Buatan II, Teluk Rimba, Pangkalan Pisang, Sengkemang, Rantau Panjang, Empang Pandan, Keranji Guguh dan Sri Gemilang. Pusat pemerintahan Kecamatan Koto Gasib berada di Kelurahan Koto Gasib yang berjarak 45 km dari pusat pemerintah Kabupaten Siak dan dapat di akses baik melalui darat maupun sungai.

Demografi dan Kependudukan

Berdasarkan data yang dirangkum dalam Kecamatan Koto Gasib dalam Angka (2010) jumlah penduduk di Kecamatan Koto Gasib pada Tahun 2010 berjumlah 18.247 jiwa dengan jumlah kepala keluarga 4.546 KK. Rata-rata jumlah anggota keluarga per KK di Kecamatan Koto Gasib berjumlah 4 jiwa dengan *sex ratio* rata-rata 1,07. Data demografi dan kependudukan Kecamatan Koto Gasib pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Demografi dan Kependudukan Kecamatan Koto Gasib Tahun 2010

Desa	Laki-laki	Perempuan	Jumlah	Jumlah KK	Sex Ratio
Pangkalan Pisang	1.317	1.232	2.549	587	1,07
Kuala Gasib	1.044	942	1.986	474	1,11
Teluk Rimba	289	286	575	147	1,01
Buatan I	601	586	1.187	276	1,03
Buatan II	1.511	1.460	2.971	727	1,03
Sengkemang	672	593	1.265	313	1,13
Rantau Panjang	735	708	1.443	369	1,04
Empang Pandan	1.374	1.214	2.588	692	1,13
Keranji Guguh	1.624	1.553	3.177	824	1,05
Sri Gemilang	274	232	506	137	1,18
Jumlah	9.441	8.806	18.247	4.546	1,07

Sumber : Kecamatan Koto Gasib dalam Angka (2010).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa desa yang memiliki jumlah penduduk tertinggi adalah Desa Keranji Guguh dengan jumlah penduduk sebesar 3.177 jiwa. Sedangkan desa dengan jumlah penduduk terendah terdapat di Desa Sri Gemilang yang merupakan desa baru dengan jumlah penduduk sebesar 506 jiwa. Hasil analisis Tim RTRW

Kabupaten Siak (2010) menunjukkan bahwa laju pertumbuhan penduduk rata-rata di Kecamatan Koto Gasib sebesar 3 %, kematian 1%, laju migrasi masuk 1% dan laju migrasi keluar 0,5% selama kurun waktu tujuh tahun terakhir dengan kepadatan penduduk rata-rata adalah sebesar 31 jiwa/ha atau 0,000018% dari luas wilayah akan didiami oleh 1 jiwa penduduk dengan status kepadatan penduduk termasuk dalam kategori rendah.

Kesesuaian dan Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil evaluasi kesesuaian lahan aktual untuk tipe penggunaan lahan yang dilakukan oleh Tim RTRW Kabupaten Siak (2009) diketahui bahwa peruntukan lahan di Kabupaten Siak dibedakan menjadi kawasan lindung, perkebunan dan pertanian. Berdasarkan analisis kesesuaian lahan, lahan yang sesuai untuk lahan pertanian adalah sebesar 8,9% dari luas Kabupaten Siak, artinya hanya sebagian kecil dari wilayah Kabupaten Siak yang cocok untuk dijadikan lahan pertanian. Sebagian besar lahan di Kabupaten Siak sesuai untuk kawasan lindung dengan proporsi sebesar 46,9%. Untuk masing-masing luasan peruntukan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Penggunaan Lahan Berdasarkan Kesesuaian Lahan

Peruntukan Lahan	Luas (Ha)	Proporsi (%)
Kawasan Lindung	405.344,35	46,9
Hutan Konservasi	79.232,94	
Peruntukan Hutan	326.111,41	
Perkebunan	380.970,06	44,1
Karet/Kelapa Sawit	286.017,72	
Kelapa	12.083,83	
Kelapa Sawit	79.840,44	
Kelapa/Kakao	3.028,07	
Pertanian	77.679,41	8,9
Padi Sawah	54.306,02	
Padi sawah/Palawija	23.373,39	
Total	863.993,82	100

Sumber : Hasil Analisis Tim RTRW Kabupaten Siak, 2009.

Berdasarkan hasil interpretasi peta tutupan lahan tahun 2009, penggunaan lahan dominan di Kabupaten Siak saat ini adalah perkebunan sebesar 46,15 % dan hutan sebesar 40,12 % yang terdapat di Kecamatan Sungai Apit dan Kecamatan Kandis. Kabupaten Siak didominasi oleh 3 (tiga) kelompok sistem lahan yaitu GBT (gambut), MBI dan MDW (mendawai) yang secara keseluruhan mencapai hampir 80 % dari luas Kabupaten Siak. Sebanyak 35 % merupakan kelompok sistem lahan GBT dan 26 % kelompok MBI serta 19 % merupakan kelompok MDW (RTRW Kabupaten Siak, 2009).

Hampir Seluruh kawasan di Kecamatan Koto Gasib telah dikonversi menjadi areal perkebunan dengan dominasi vegetasi sawit. Berdasarkan data inventarisasi dari Kantor Camat Koto Gasib Tahun 2010 diketahui bahwa penggunaan lahan di Kecamatan Koto Gasib terdiri dari kawasan pemukiman, perkebunan kelapa sawit, karet, kelapa, kopi

pinang dan sagu. Penggunaan lahan di Kecamatan Koto Gasib secara rinci disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Luas Areal Pemukiman dan Tanaman Perkebunan di Kecamatan Koto Gasib Tahun 2010

Penggunaan Lahan	Luas Areal (Ha)
Pemukiman	702,7
Kelapa Sawit	13.877
Karet	793,5
Kelapa	30
Kopi	2,5
Pinang	11,95
Sagu	7,5

Sumber : Kecamatan Koto Gasib dalam Angka (2010).

Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa dominasi vegetasi sawit terdapat pada posisi tertinggi dalam penggunaan lahan di Kecamatan Koto Gasib yaitu seluas 13.877 ha. Sedangkan vegetasi kopi merupakan vegetasi dengan proporsi penggunaan lahan yang terkecil yaitu sebesar 2,5 ha. Memperhatikan trend pertumbuhan penduduk sebesar 3 % maka luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib memiliki kecenderungan untuk terus bertambah mengingat vegetasi sawit saat ini masih menjadi primadona perekonomian terutama di daerah Riau. Hal ini tentunya perlu menjadi perhatian yang serius. Sebab sering kali pertambahan luas perkebunan sawit selalu diikuti dengan penyusutan luasan hutan yang memiliki arti penting secara ekologis. Sehingga diperlukan inventarisasi mengenai pertambahan luas perkebunan sawit dan penyusutan luas hutan serta dampak ekologis yang mungkin muncul sehingga dapat dijadikan dasar dalam membuat sebuah model konservasi sebagai skenario alternatif yang dapat dilakukan untuk meminimalisir pertambahan perkebunan sawit dan penyusutan hutan.

Proyeksi Laju Penyusutan Luas Hutan Eksisting

Berdasarkan data yang diperoleh dari RTRW Kabupaten Siak Tahun 2010 dan hasil analisis GIS diketahui bahwa telah terjadi penyusutan luas hutan yang cukup signifikan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak selama rentang 2005 hingga 2010 yang mencapai 11.769,70 ha dengan rata-rata penyusutan hutan per tahun sebesar 1.961,62 ha. Laju penyusutan hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak selama rentang tahun 2005 hingga 2010 secara rinci disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Laju Penyusutan Hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak Rentang Tahun 2005 hingga 2010.

Tahun	Luas Hutan (ha)	Laju Penyusutan Hutan (ha)	Persentase Penyusutan Hutan (%)
2005	14.986,90	55,89	0,37
2006	14.931,02	7.439,45	49,64
2007	7.491,57	650,69	4,34
2008	6.840,88	728,26	4,86
2009	6.112,62	2.329,81	15,55
2010	3.782,80	565,60	3,77
Total		11.769,70	78,53

Sumber : RTRW Kabupaten Siak (2010)

Tabel 5 menunjukkan bahwa telah terjadi penyusutan luas hutan sebesar 78,53% selama kurun waktu 5 tahun (2005-2010) dengan persentase rata-rata laju penyusutan hutan per tahun sebesar 13,09%. Penyusutan luas hutan tertinggi terjadi pada tahun 2006 yaitu mencapai 49,64% atau seluas 7.439,45 ha. Sedangkan laju penyusutan hutan terkecil terjadi pada tahun 2005 yaitu sebesar 0,37% atau seluas 55,89 ha.

Selain disebabkan oleh semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk, tingginya tingkat penyusutan luas hutan yang terjadi pada tahun 2006 dipicu oleh meningkatnya harga *Crude Palm Oil* (CPO) dunia yang memicu terjadinya konversi lahan hutan menjadi areal perkebunan sawit. Hal ini tidak hanya terjadi di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak saja, akan tetapi hampir di setiap wilayah berhutan yang terdapat di seluruh Propinsi Riau. Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Putra (2009) yang menyatakan bahwa telah terjadi peningkatan luas perkebunan sawit di sekitar daerah DAS Tapung Kiri sebesar 17.161 ha hanya dalam kurun waktu 2 tahun (2006-2008).

Hilangnya vegetasi alami berupa hutan tentunya akan berdampak negatif terhadap ekologi. Masalah yang sering muncul akibat dari hilangnya kawasan hutan antara lain adalah erosi, banjir, kekeringan pada saat musim kemarau, meningkatnya suhu iklim mikro dan konflik satwa dengan manusia. Putra (2009) menyatakan bahwa erosi dan intensitas banjir di sekitar kawasan DAS Tapung Kiri berbanding lurus dengan kejadian konversi vegetasi alami berupa tutupan hutan.

Berdasarkan data series laju penyusutan luas hutan hasil interpretasi citra Landsat di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak rentang tahun 2005 hingga tahun 2010, maka dilakukan simulasi untuk mendapatkan kondisi eksisting luas penutupan hutan pada tahun 2012 di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak dengan asumsi laju penyusutan lahan hutan per tahun adalah tetap yaitu 13,09% dan variabel pertumbuhan penduduk, kebutuhan lahan dan konversi lahan per tahun adalah tetap. Hasil proyeksi luas hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak Tahun 2011-2012 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Proyeksi Luas Hutan Eksisting di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak Tahun 2011-2012

Tahun	Luas Hutan (ha)	Laju Penyusutan Hutan (ha)	Persentase Penyusutan Hutan (%)
2011	3.287,63	430,35	13,09
2012	2.857,28	374,02	13,09
Total		804,37	26,18

Sumber : Simulasi Data Penelitian Menggunakan Powersim (2012)

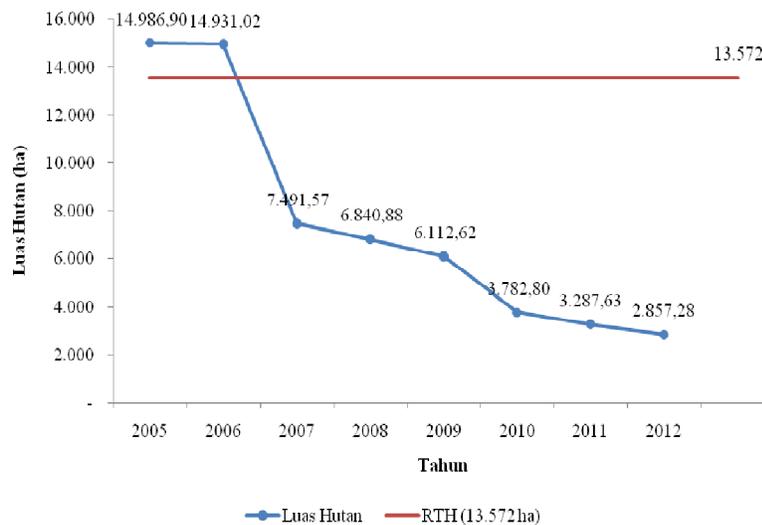
Berdasarkan hasil simulasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6 diketahui bahwa luas penutupan hutan eksisting pada tahun 2012 adalah 2.857,28 ha dengan persentase penyusutan luas hutan sebesar 13,09% dari tutupan hutan pada tahun 2011. Kondisi ini tentunya sangat memprihatinkan mengingat fungsi ekologis dari tutupan hutan sangat penting bagi penyangga kehidupan.

Hilangnya tutupan hutan di Kecamatan Koto Gasib diprediksi akan berdampak langsung terhadap erosi tanah yang berujung kepada pendangkalan sungai mengingat wilayah Kecamatan Koto Gasib dibelah oleh Sungai Siak. Pendangkalan Sungai Siak tentunya akan berdampak kepada meningkatnya intensitas banjir di bagian hilir sungai. Hasil penelitian BP-DAS Indragiri Rokan (2005) melaporkan bahwa konversi areal hutan di sekitar Sub DAS Tapung Kiri yang merupakan bagian hulu dari DAS Siak secara langsung telah memicu percepatan laju erosi di Sub DAS Tapung Kiri pada kelas bahaya erosi IV yaitu berkisar antara 180-480 ton/ha/tahun.

Putra (2009) menyatakan bahwa erosi yang diakibatkan oleh hilangnya tutupan lahan tidak hanya menyebabkan hilangnya kesuburan tanah pada daerah yang tererosi, tetapi juga menimbulkan dampak negatif terjadinya sedimentasi, pendangkalan sungai dan menyusutnya persediaan air pada musim kemarau.

Merujuk pada Undang-undang Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 23 Tahun 1997 mengenai kriteria proporsi Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang mensyaratkan 30% dari luas wilayah harus tetap dipertahankan sebagai kawasan berhutan sebagai penyangga kehidupan. Maka diketahui Kecamatan Koto Gasib telah melampaui daya dukung lingkungan berdasarkan kriteria RTH. Grafik perbandingan luas hutan dengan RTH disajikan Pada Gambar 1.

Berdasarkan luas wilayah Kecamatan Koto Gasib yaitu 45.241 ha, maka seharusnya Kecamatan Koto Gasib mempertahankan kawasan berhutan seluas 30% dari luas wilayahnya yaitu sebesar 13.572 ha. Hasil perbandingan luas hutan dengan RTH berdasarkan Undang-undang Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 23 Tahun 1997 seperti yang disajikan pada Gambar 1, maka diketahui bahwa Kecamatan Koto Gasib telah melampaui daya dukung lingkungan berdasarkan kriteria RTH pada rentang tahun 2006-2007.



Gambar 1. Perbandingan Luas Hutan dengan RTH di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak

Mengingat dampak negatif yang begitu besar yang diakibatkan oleh hilangnya vegetasi hutan, maka perlu disusun sebuah skenario strategi yang dapat mempertahankan bahkan mengembalikan hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak sehingga dampak negatif yang ditimbulkan dapat diminimalisir.

Proyeksi Perkembangan Luas Perkebunan Sawit

Berdasarkan hasil studi literatur dan pengamatan lapangan yang dilakukan diketahui bahwa penyebab utama dari penyusutan luas hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak mayoritas disebabkan kegiatan konversi hutan menjadi areal perkebunan terutama perkebunan sawit. Meskipun dalam luasan yang relatif kecil terdapat juga alih fungsi hutan menjadi areal pemukiman dan pertanian.

Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Siak (2010) menyatakan bahwa luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak terus mengalami peningkatan dan cenderung untuk terus bertambah dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat dari data perkembangan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak seperti yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan yang sangat signifikan dari perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak yaitu mencapai 113,12% atau terjadi peningkatan sebesar 11.555,38 ha selama kurun waktu 5 tahun (2005-2010) dengan persentase rata-rata laju peningkatan luas perkebunan sawit per tahun sebesar 18,85%. Peningkatan luas kebun sawit yang tertinggi terjadi pada tahun 2006 dengan penambahan luas sebesar 7.392,88 ha atau terjadi peningkatan sebesar 72,37% dari luas kebun sawit pada tahun 2005. Dari data perkembangan luas perkebunan sawit rentang waktu tahun 2005 hingga tahun 2010, selanjutnya dilakukan simulasi untuk mengetahui luas lahan perkebunan sawit eksisting di Kecamatan Koto Gasib dengan mengasumsikan persentase pertambahan luas kebun sawit/tahun adalah tetap yaitu sebesar 18,85% dengan

variabel pertumbuhan penduduk, kebutuhan lahan dan konversi lahan per tahun adalah tetap. Hasil proyeksi luas perkebunan sawit eksisting di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak Tahun 2011-2012 secara rinci disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Perkembangan Luas Perkebunan Sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak Rentang Tahun 2005 Hingga Tahun 2010

Tahun	Luas Perkebunan Sawit (ha)	Laju Perkembangan Luas Perkebunan Sawit (ha)	Persentase Pertambahan Luas Perkebunan Sawit (%)
2005	10.215	49,56	0,49
2006	10.265	7.392,88	72,37
2007	17.657	590,38	5,78
2008	18.248	676,79	6,63
2009	18.925	2.293,83	22,46
2010	21.218	551,94	5,40
Total		11.555,38	113,12

Sumber : Dishutbun Kabupaten Siak (2010)

Tabel 8. Proyeksi Luas Perkebunan Sawit Eksisting di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak Tahun 2011-2012

Tahun	Luas Perkebunan Sawit (ha)	Laju Pertambahan Perkebunan Sawit (ha)	Persentase Pertambahan Perkebunan Sawit (%)
2011	25.217,59	4.753,52	18,85
2012	29.971,11	5.649,55	18,85
Total		10.403,07	37,70

Sumber : Simulasi Data Penelitian Menggunakan Powersim (2012)

Berdasarkan hasil simulasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 8 diketahui bahwa luas perkebunan sawit eksisting di Kecamatan Koto Gasib pada tahun 2012 adalah 29.971,11 ha dengan persentase pertambahan luas kebun sawit sebesar 18,85% dari luas kebun sawit pada tahun 2011. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak akan cenderung terus bertambah seiring semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk dan kebutuhan dunia terhadap minyak sawit.

Hilangnya vegetasi alami berupa hutan yang di konversi menjadi perkebunan sawit yang cenderung terus meningkat di Kecamatan Koto Gasib tentunya akan mengganggu fungsi ekologis berupa erosi tanah dan berkurangnya kuantitas dan kualitas dari air tanah. Hal ini disebabkan karena tanaman sawit yang merupakan tanaman monokultur memiliki akar serabut yang tidak dapat menahan tanah dan menampung limpasan aliran permukaan terutama yang disebabkan oleh hujan. Sehingga tanah akan cenderung labil dan air tanah akan mengalir langsung menuju tempat yang lebih rendah atau menuju sungai. Dampaknya adalah terjadi sedimentasi pada sungai memicu proses pendangkalan yang menyebabkan sungai tidak dapat menampung debit air hujan yang

pada akhirnya menyebabkan banjir disekitar kawasan sempadan sungai yang intensitasnya akan terus meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan laju erosi dan sedimentasi yang masuk ke sungai. Selanjutnya pada saat musim panas akan terjadi kekeringan karena tanaman sawit selain tidak dapat menampung air tanah juga merupakan tanaman yang sangat boros dalam penggunaan air untuk proses pertumbuhan.

Hasil penelitian Putra (2009) menyatakan bahwa laju erosi di Sub DAS Tapung Kiri meningkat secara signifikan sejalan dengan meningkatnya pertambahan luas perkebunan sawit yang berada di sekitar DAS. Dimana kontribusi erosi terbesar disebabkan oleh vegetasi sawit yang bercampur karet (18,071%), sedangkan kontribusi terkecil disebabkan oleh vegetasi sawit bercampur semak/belukar (2,071%). Erosi tingkat ringan sebesar 29%, erosi tingkat sedang 16%, erosi berat mencakup 2 % dan erosi sangat berat sebesar 12% dari luas Sub DAS. Pada erosi sangat berat terdapat dua tipe perkebunan sawit yaitu tipe vegetasi sawit muda dan vegetasi sawit campur semak/belukar. Dimana vegetasi sawit muda menyebabkan erosi sebesar 10,820%, sedangkan sawit bercampur semak/belukar menyebabkan 1,621% dari total erosi pada kategori sangat berat.

Korelasi Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Pertambahan Luas Perkebunan Sawit.

Hasil analisis korelasi *Spearman rho* laju penyusutan luas hutan (Y) dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit (X) di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak diperoleh korelasi yang signifikan, dimana laju penyusutan luas hutan didapati memiliki korelasi linear dengan bertambahnya luas lahan perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak. Hasil analisis korelasi *Spearman rho* mengenai laju penyusutan luas hutan dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak secara rinci disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Korelasi Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Laju Pertambahan Luas Perkebunan Sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak

		Laju Penyusutan Luas Hutan (Y)	Laju Pertambahan Luas Sawit (X)
Laju Penyusutan Luas Hutan (Y)	<i>Pearson Correlation</i>	1	0,642
	Sig. (2-tailed)	.	0,086
	N	8	8
Laju Pertambahan Luas Sawit (X)	<i>Pearson Correlation</i>	0,642	1
	Sig. (2-tailed)	0,086	.
	N	8	8

Sumber : Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS (2012)

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai korelasi *Pearson's* antara variabel laju penyusutan luas hutan (Y) dengan variabel laju pertambahan luas perkebunan sawit (X) diperoleh nilai $r = 0,642$ pada taraf 0,05. Hal ini berarti bahwa laju penyusutan luas hutan secara

signifikan terkait erat dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak ($r = 0,642 > 0,05$). Nilai korelasi antara laju penyusutan luas hutan (Y) dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit (X) bernilai positif (+) memiliki arti bahwa terdapat keterkaitan yang berbanding lurus antara laju penyusutan luas hutan dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penyusutan luas hutan yang terjadi di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak akan diikuti dengan semakin tingginya pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak.

Model Regresi Linear Hubungan Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Pertambahan Luas Perkebunan Sawit

Hasil analisis regresi linier yang dilakukan terhadap variabel laju penyusutan luas hutan sebagai variabel terikat (Y) dengan variabel laju pertambahan luas perkebunan sawit sebagai variabel bebas (X), diketahui bahwa kedua variabel tersebut memiliki keterkaitan yang signifikan. Keeratan hubungan antara dua variabel tersebut diperoleh dari hasil analisis koefisien determinasi dari *model summary* regresi sederhana yang dilakukan sebagaimana disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Koefisien Determinasi Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Pertambahan Luas Perkebunan Sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change
						F Change	df1	df	
1	0,642 ^a	0,413	0,315	2042.21081	0,413	4,217	1	6	0,086

a. Predictors: (Constant), Sawit

b. Dependent Variable: Hutan

Sumber : Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS (2012).

Hasil analisis koefisien determinasi pada model regresi seperti yang disajikan pada Tabel 10 diperoleh angka R^2 sebesar 0,413 atau (41,3%). Hasil ini menunjukkan bahwa prosentase keterkaitan/hubungan variable independen (X) yaitu laju pertambahan luas perkebunan sawit terhadap menyusutnya luas hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak adalah 41,3 %. Hal ini menunjukkan bahwa 41,3% dari total laju pertambahan luas perkebunan sawit akan menyebabkan peningkatan laju penyusutan luas areal hutan sebesar 41,3%. Sedangkan sisanya 58,7% dari laju penyusutan luas areal hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak disebabkan oleh faktor lain yang tidak dimasukkan menjadi variabel dalam model regresi penelitian ini. Dengan kata lain bahwa 41,3% dari laju penyusutan luas hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak disebabkan oleh pertambahan luas perkebunan sawit. Hasil ini sejalan dengan Basyar (2001) yang menyatakan bahwa hampir semua pertanaman kelapa sawit yang ada di Indonesia adalah areal pertanaman baru yang berasal dari areal hutan yang dikonversi.

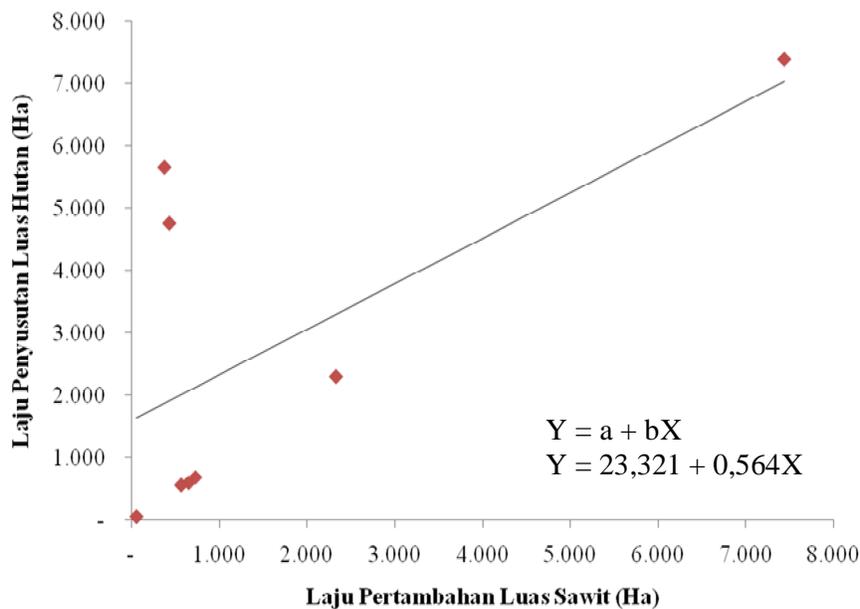
Selanjutnya untuk melihat keeratan kaitan antara laju penyusutan luas hutan dengan laju pertambahan luas kebun sawit maka dilakukan penyusunan model regresi linear dengan

merujuk pada nilai *coefficients* dari garis model regresi linear seperti yang disajikan pada Tabel 11 dan Gambar 2.

Tabel 11. Model Regresi Linier Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Laju Pertambahan Luas Perkebunan Sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak.

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	23,321	1.043,94	.	0,022	0,983
Laju Pertambahan Luas Sawit	0,564	0,275	0,642	2,054	0,086

a. Dependent Variable: Hutan



Keterangan : Y = Laju Penyusutan Luas Hutan
X = Laju Pertambahan Luas Perkebunan Sawit
a = Nilai Konstanta

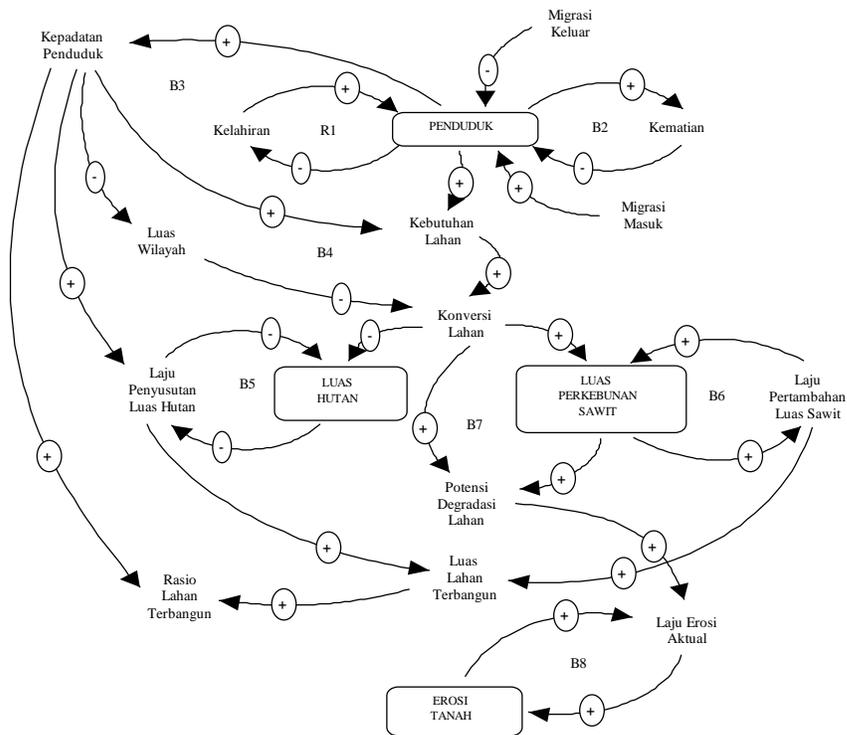
Gambar 2. Grafik Model Linier Laju Penyusutan Luas Hutan dengan Laju Pertambahan Luas Perkebunan Sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak

Tabel 11 menunjukkan bahwa persamaan regresi linier memiliki nilai konstanta sebesar 23,321 yang berarti bahwa apabila laju pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak dapat dihentikan (bernilai 0) maka laju penyusutan luas hutan di Kecamatan Koto Gasib akan dapat ditekan sebesar 23,321 ha. Koefisien regresi variabel laju pertambahan luas perkebunan sawit bernilai 0,564 memiliki arti bahwa apabila laju pertambahan luas perkebunan sawit mengalami peningkatan satu satuan maka laju penyusutan luas hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak akan mengalami peningkatan sebesar 0,564 ha. Demikian pula

sebaliknya apabila laju pertambahan luas perkebunan sawit dapat ditekan sebesar satu satuan maka laju penyusutan luas hutan di Kecamatan Koto Gasib dapat ditekan 0,564 ha. Koefesien regresi bernilai positif memiliki arti bahwa hubungan antara laju penyusutan luas hutan dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak memiliki hubungan yang linear. Dimana semakin tinggi laju penyusutan luas hutan akan selalu diikuti dengan meningkatnya laju pertambahan luas perkebunan sawit.

Model Simpal Causal (*Causal Loop Diagram/CLD*)

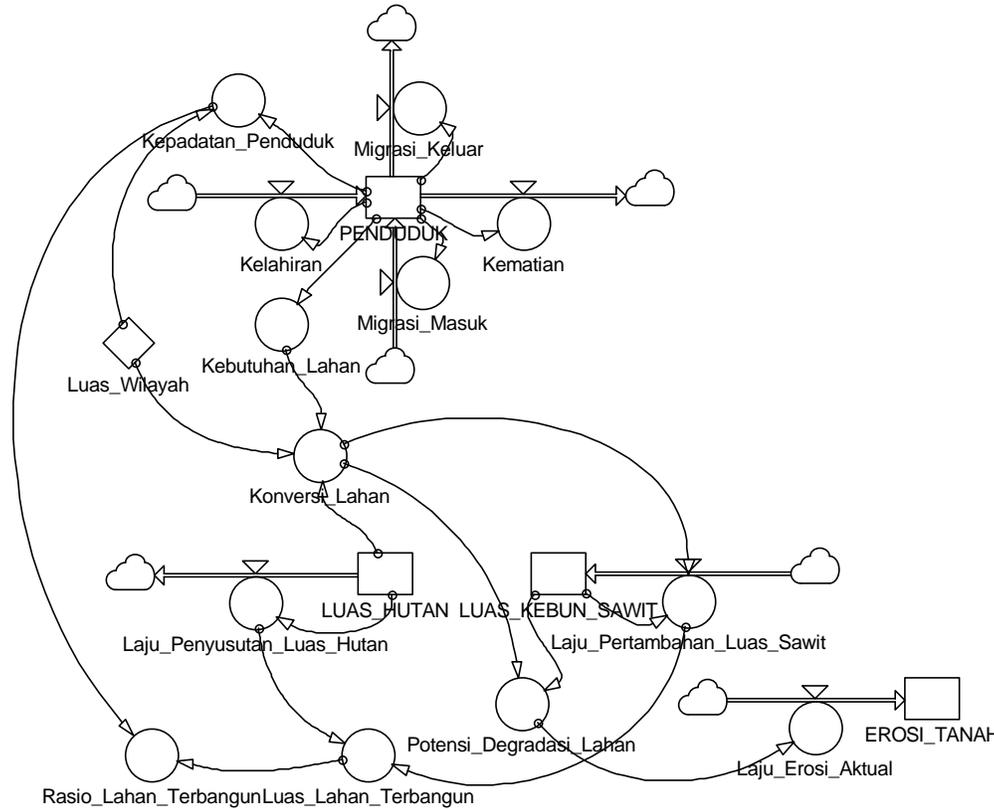
Model simpal kausal atau *Causal Loop Diagram (CLD)* sistem hubungan antara penduduk dan konversi lahan hutan menjadi perkebunan sawit dengan erosi tanah pada penelitian ini terdiri atas 1 (satu) lup *reinforcing* (R) dan 8 (delapan) lup *balancing* (B). Dimana antara subsistem penduduk, subsistem konversi lahan dan subsistem erosi tanah secara umum saling menyeimbangkan, artinya apabila salah satu subsistem tidak terkendali maka akan terjadi umpan balik sebab akibat secara negatif (berlawanan arah) sehingga akan menurunkan keberadaan salah satu subsistem dengan unsur-unsur penyusunnya. Model CLD secara rinci disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Simpal Kausal Hubungan Penduduk dan Konversi Lahan Hutan Menjadi Perkebunan Sawit dengan Erosi Tanah di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak (Sumber : Pengolahan Powersim 2.5).

Model System Dynamics (Stock Flow Diagram/SFD)

Berdasarkan model simpal kausal diagram alir model dinamis hubungan sebab akibat umpan balik antara penduduk, konversi lahan dan erosi tanah pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Model System Dynamics Hubungan Sebab Akibat Umpan Balik antara Hubungan Penduduk Konversi Lahan dan Erosi Tanah di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak (Sumber: Pengolahan Powersim 2.5)

Simulasi model yang menggambarkan perilaku model dinamis selanjutnya ditampilkan dalam grafik waktu (*time graph*) dan tabel waktu (*time table*) dengan mensimulasikan data-data yang diasumsikan tidak mengalami perubahan pada tiap tahunnya atau dengan kata lain seluruh variabel diasumsikan memiliki fluktuasi yang tetap. Data-data yang digunakan dalam simulasi model *system dynamics* disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Input Data Variabel Model System Dynamics

Variabel	Unsur	Jumlah
Penduduk	1. Jumlah Penduduk 2010	18.247 Jiwa
	2. Kelahiran	3%/tahun
	3. Kematian	1%/tahun
	4. Migrasi Masuk	1%/tahun
	5. Migrasi Keluar	0,5%/tahun
	6. Kepadatan Penduduk	31 Jiwa/Ha
Tutupan Lahan	1. Luas Hutan 2010	3.782,80 Ha
	2. Luas Kebun Sawit 2010	21.218 Ha
	3. Laju Penyusutan Hutan	13,09%/Tahun
	4. Laju Pertambahan Kebun Sawit	18,85%/Tahun
	5. Laju Konversi Lahan	31,45%/Tahun
	6. Kebutuhan Lahan	0,000018%/Jiwa/Tahun
Erosi Tanah	1. Potensi Degradasi Lahan	0,7779%/Tahun
	2. Laju Erosi Aktual	7,5 Ton/ha/Tahun

Sumber : Dokumen RTRW Kabupaten Siak (2009).

Simulasi model yang menggambarkan perilaku model dinamis selanjutnya ditampilkan dalam grafik waktu (*time graph*) dan tabel waktu (*time table*) yang disusun berdasarkan subsistem-subsistem model yang disusun antara lain subsistem penduduk, subsistem konversi lahan dan subsistem erosi tanah seperti yang dijabarkan sebagai berikut.

Model System Dynamics Skenario Pesimistis (Tanpa Intervensi)

Penyusunan model *system dynamics* skenario pesimistis (tanpa Intervensi) dilakukan untuk melihat kondisi eksisting sumberdaya dan proyeksi keberlangsungan sumberdaya ke depan apabila trend peristiwa yang terjadi saat ini terus berlangsung dengan tidak adanya intervensi positif. Hasil simulasi model dinamis skenario pesimistis terhadap lahan hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Simulasi Model Dinamis Skenario Pesimistis terhadap Lahan Hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak 2012-2025

Tahun	Penduduk (Jiwa)	Konversi Lahan (Ha/Jiwa)	Luas Hutan (Ha)	Luas Kebun Sawit (Ha)	Erosi Tanah (Ton)
2.012	19.245,64	0,0175	2.857,28	29.971,11	14,98
2.013	19.765,27	0,0207	2.483,26	35.620,67	21,11
2.014	20.298,93	0,0245	2.158,20	42.335,17	29,73
2.015	20.847,01	0,0289	1.875,69	50.315,36	41,83
2.016	21.409,88	0,0342	1.630,17	59.799,81	58,83
2.017	21.987,94	0,0404	1.416,78	71.072,08	82,70
2.018	22.581,62	0,0477	1.231,32	84.469,18	116,22
2.019	23.191,32	0,0564	1.070,14	100.391,62	163,30
2.020	23.817,49	0,0666	930,06	119.315,46	229,43
2.021	24.460,56	0,0787	808,31	141.806,43	322,29
2.022	25.120,99	0,093	702,51	168.536,96	452,71
2.023	25.799,26	0,11	610,55	200.306,19	635,88
2.024	26.495,84	0,13	530,63	238.063,93	893,13
2.025	27.211,23	0,153	461,17	282.939,01	1.254,41

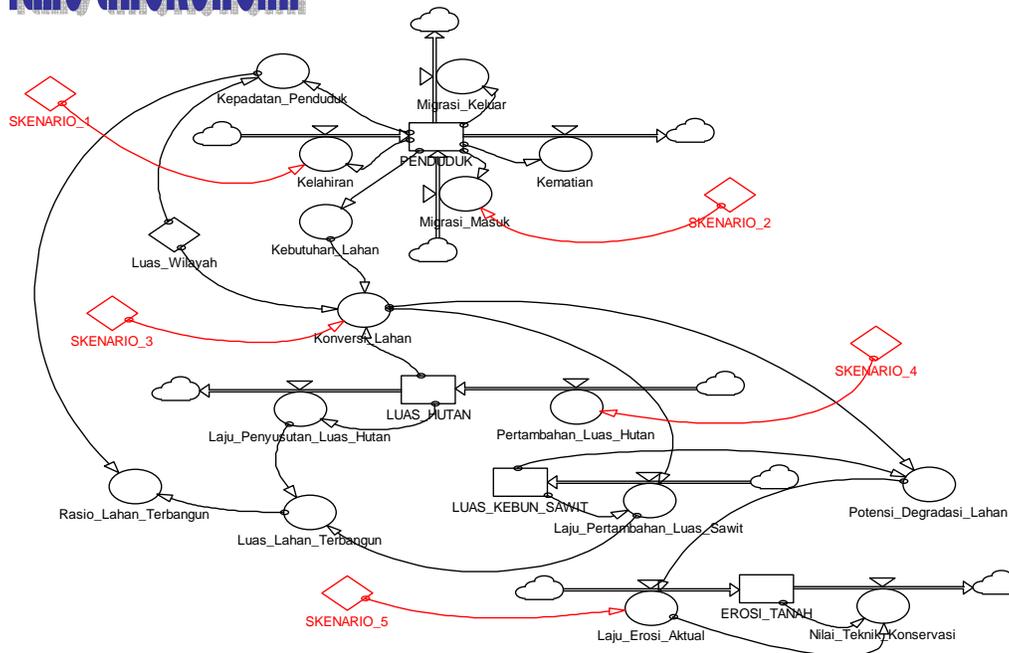
Sumber : Simulasi Model Menggunakan Powersim 2.5.

Berdasarkan tabel waktu simulasi model skenario pesimistis terhadap lahan hutan di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak pada Tabel 8, diprediksikan bahwa peningkatan jumlah penduduk dengan pertumbuhan rata-rata 3%/tahun telah menyebabkan terjadinya penyusutan luas hutan sebesar 183,26 % pada tahun 2025 dibandingkan luas hutan pada tahun 2012. Terjadi laju pertumbuhan perkebunan sawit yang cukup signifikan yaitu sebesar 18,85 % pertahun dengan luas perkebunan sawit pada tahun 2025 sebesar 282.939,01 ha. Laju pertumbuhan luas kebun sawit yang menyebabkan menyusutnya luas hutan berpotensi terhadap peningkatan laju erosi tanah yang pada tahun 2025 akan mencapai angka sebesar 1.254,41 ton. Melihat hasil simulasi model dinamis skenario pesimistis ini maka diketahui faktor *reinforces* berupa pertumbuhan penduduk dan laju migrasi masuk merupakan menjadi faktor kunci dalam mempengaruhi laju konversi lahan. Sehingga kontrol terhadap pertumbuhan penduduk di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak mutlak menjadi faktor pembatas dari terjadinya degradasi lingkungan. Simulasi model dinamis skenario pesimistis ini valid dengan AME 4,04%.

Model System Dynamics Skenario Progresif (Intervensi Positif)

Penyusunan model *system dynamics* skenario progresif (Intervensi positif) dilakukan sebagai alternatif solusi untuk meminimalisir dampak degradasi lahan berupa erosi tanah akibat dari kegiatan konversi lahan hutan menjadi perkebunan sawit. Selain itu skenario-skenario yang dilakukan juga bertujuan untuk mengembalikan luasan hutan secara bertahap dan input teknik konservasi lahan perkebunan sawit guna mengurangi laju erosi aktual. Skenario simulasi model yang dilakukan selanjutnya ditampilkan dalam grafik waktu (*time graph*) dan tabel waktu (*time table*) untuk melihat apakah skenario yang dilakukan berdampak pada perbaikan kondisi hutan dan pengurangan laju erosi aktual yang merupakan potensi degradasi lingkungan yang terjadi pada areal perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak pada rentang waktu 2012-2025. Untuk itu maka disusun model simpal kausal diagram alir model *system dynamics* hubungan sebab akibat umpan balik antara skenario progresif yang dilakukan dengan variabel penduduk, konversi lahan dan erosi seperti pada Gambar 5.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa terdapat 5 (lima) skenario progresif yang dilakukan dalam alternatif pemecahan permasalahan konversi lahan hutan menjadi lahan perkebunan sawit serta erosi tanah di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak. Skenario-skenario tersebut dilakukan dengan memodifikasi nilai-nilai variabel kelahiran, migrasi, konversi, penambahan luas hutan dan laju erosi aktual yang secara rinci disajikan pada Tabel 14.



Gambar 5. Diagram Alir Model *System Dynamics* Skenario Progressif dengan Penduduk, Konversi Lahan dan Erosi Tanah di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak (Sumber : Pengolahan Powersim 2.5)

Tabel 14. Modifikasi Data Input Skenario Progressif Model *System Dynamics*

Skenario	Defenisi	Unsur	Jumlah Sebenarnya	Modifikasi Intervensi
Skenario 1	Menekan laju pertumbuhan penduduk dengan membatasi jumlah kelahiran	Kelahiran	3%/Tahun	1,5%/Tahun
Skenario 2	Mengurangi jumlah migrasi masuk	Migrasi masuk	1%/Tahun	0,5%/Tahun
Skenario 3	Moratorium penghentian konversi lahan hutan menjadi perkebunan sawit	Konversi lahan	31,94%/Tahun	15,97%/Tahun
Skenario 4	Rehabilitasi, Reboisasi dan Revegetasi pada lahan-lahan kritis dan lahan yang masih berpotensi untuk dihijaukan kembali	Pertambahan luas hutan	0	246,82 Ha/Tahun
Skenario 5	Mengurangi laju erosi aktual dengan menerapkan modifikasi pengelolaan dan konservasi tanah di lahan perkebunan sawit	Laju erosi aktual	1,5 Ton/Ha/tahun	0,5 ton/Ha/Tahun

KESIMPULAN

Telah terjadi penyusutan luas hutan akibat konversi lahan menjadi areal perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak dengan laju penyusutan luas hutan rata-rata sebesar 13,09%/tahun dan pertambahan luas perkebunan sawit rata-rata sebesar 18,85%/tahun. Luas hutan eksisting tahun 2012 seluas 2.857,28 Ha dengan laju

penyusutan sebesar 374,02 ha dan luas perkebunan sawit eksisting pada tahun 2012 sebesar 29.971,11 ha dengan laju pertambahan sebesar 5.649,55 ha. Terdapat hubungan yang sangat signifikan dari laju penyusutan luas hutan dengan laju pertambahan luas perkebunan sawit di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak dengan nilai korelasi sebesar $r = 0,642$ pada taraf 0,05 dengan koefisien determinasi pada model regresi R^2 sebesar 0,413 yang menunjukkan bahwa 41,3% dari total laju pertambahan luas perkebunan sawit akan menyebabkan peningkatan laju penyusutan luas areal hutan sebesar 41,3%.

Model *system dynamics* skenario progressif (intervensi positif) dengan memodifikasi unsur penekanan pertumbuhan penduduk, moratorium konversi lahan dan pertambahan perkebunan sawit, rehabilitasi, reboisasi dan revegetasi pada lahan-lahan kritis dan konservasi lahan dengan pengelolaan dan teknik konservasi tanah terbukti berhasil menaikkan jumlah luasan hutan dan menurunkan nilai laju erosi tanah aktual di Kecamatan Koto Gasib Kabupaten Siak.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT atas rahmat Nya, sehingga penelitian ini terlaksana dengan baik. Demikian pula atas dukungan keluarga, dosen, teman-teman dan semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- BP-DAS Indragiri Rokan. 2005. Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Sub DAS Tapung Kiri dan Tapung Kiri (Sub DAS Siak Hulu). Departemen Kehutanan Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Pekanbaru.
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Siak. 2010. Profil Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Siak Tahun 2010.
- Putra, A.D. 2009. Pengendalian Erosi Pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit di Sub Das Tapung Kiri. Program Pascasarjana Universitas Riau. Pekanbaru.
- RTRW Kabupaten Siak. 2009. Draft Dokumen RTRW Kabupaten Siak. BAPPEDAL Kabupaten Siak.
- RTRW Kabupaten Siak. 2010. Draft Dokumen RTRW Kabupaten Siak. BAPPEDAL Kabupaten Siak.
- RTRW Kabupaten Siak. 2011. Draft Dokumen RTRW Kabupaten Siak. BAPPEDAL Kabupaten Siak.