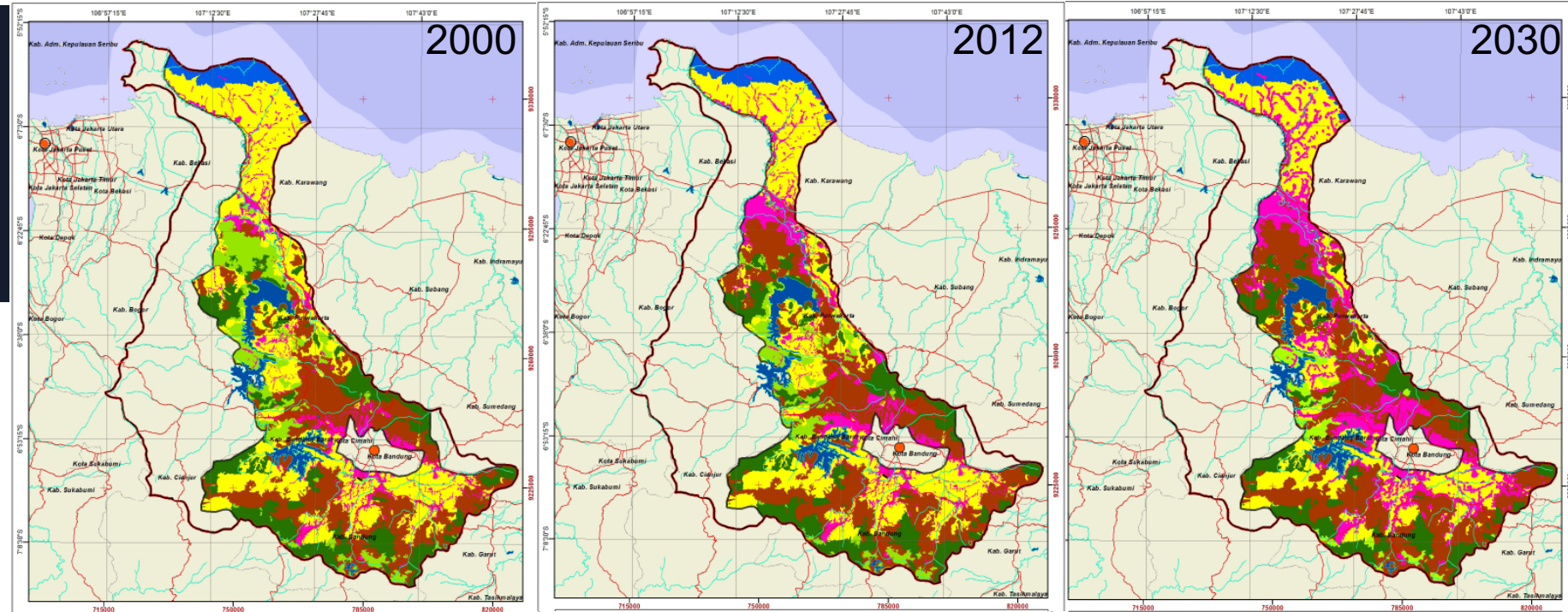


SISTEM DINAMIK



DR. IRMAN FIRMANSYAH, S.HUT, M.SI

- HEAD OF SYSTEM DYNAMICS CENTER
- LECTURER DOCTORAL PROGRAMME PSL & ESK – IPB
- CEO-EXSIMPRO SOFTWARE
- KEPALA PUSAT KAJIAN LP2B



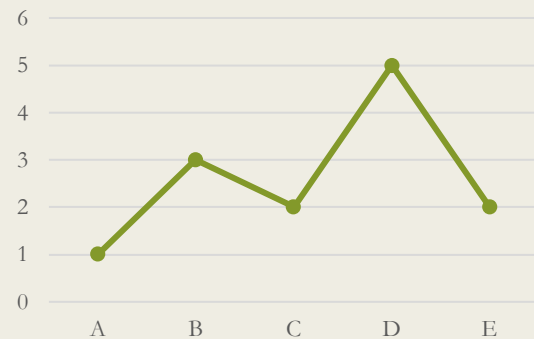
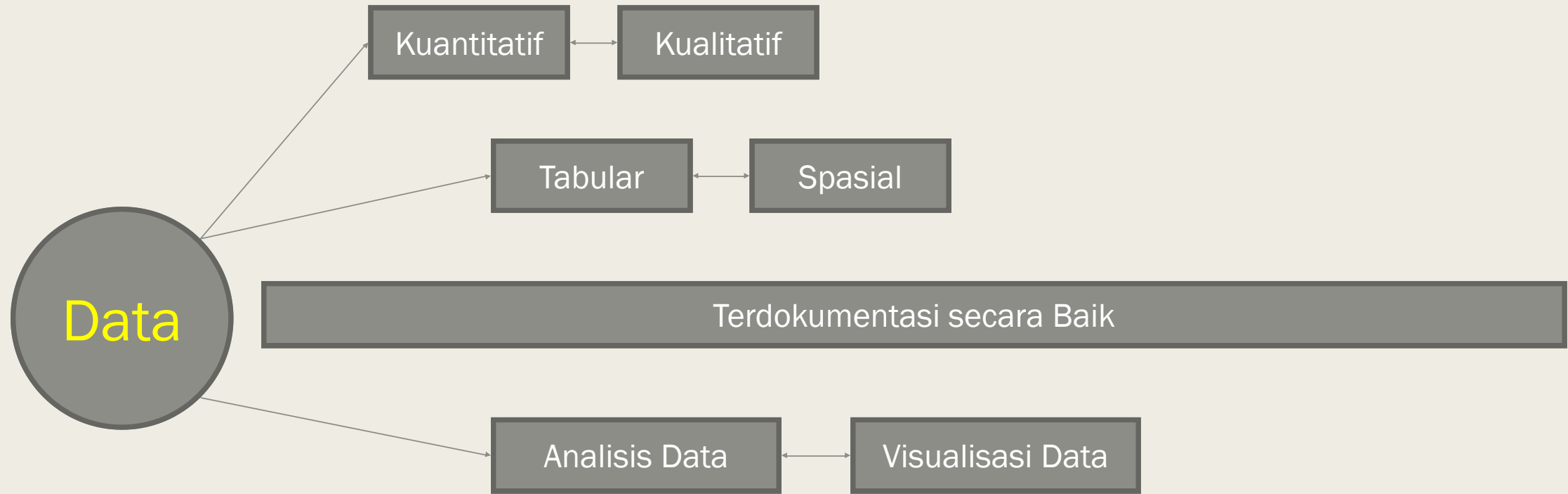
Center for International
System Dynamics Research

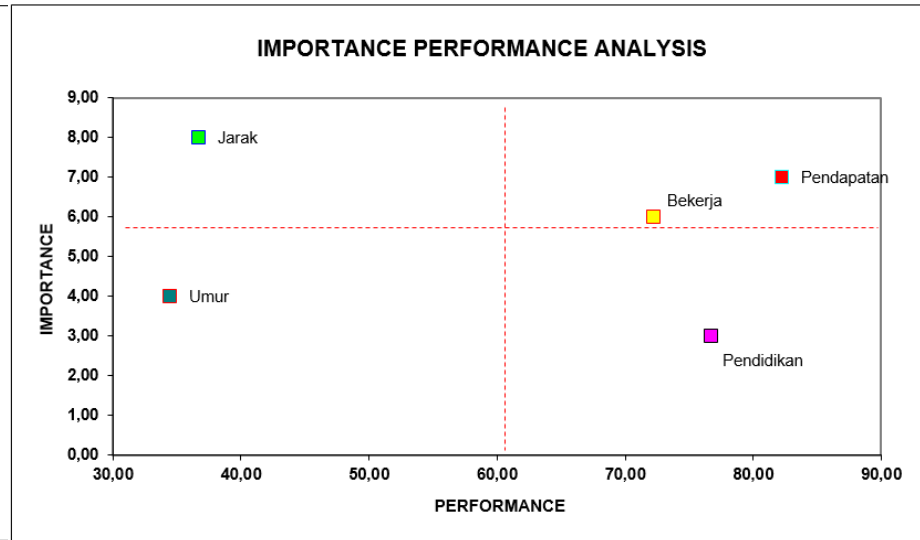
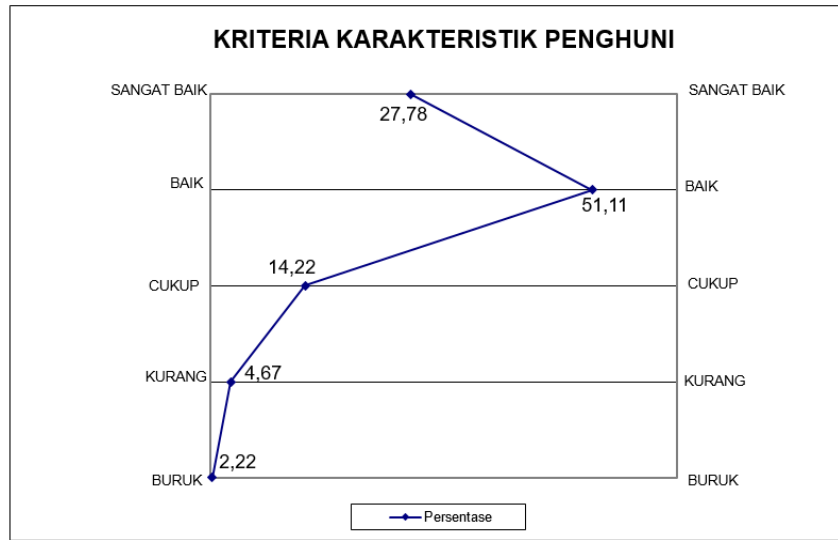
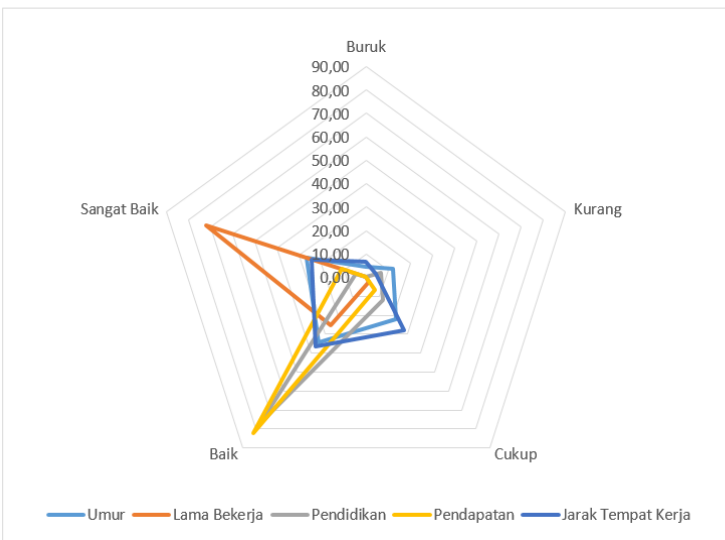
EXsimpro
SOFTWARE



1. FENOMENA PENDEKATAN PERENCANAAN

PEMANFAATAN DATA DAN ANALISIS



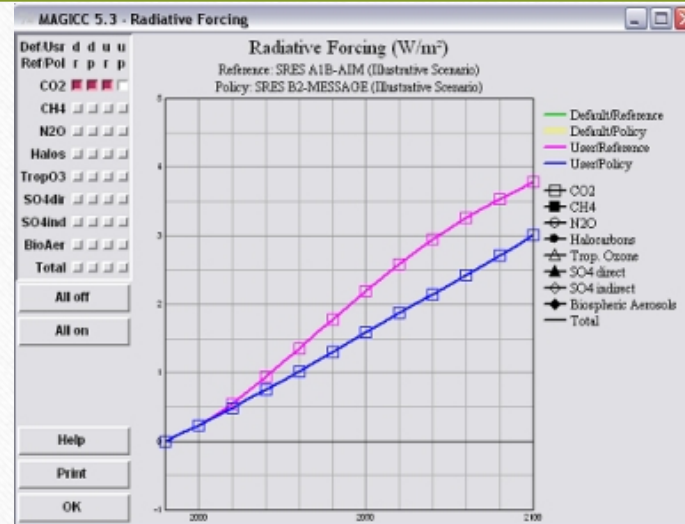
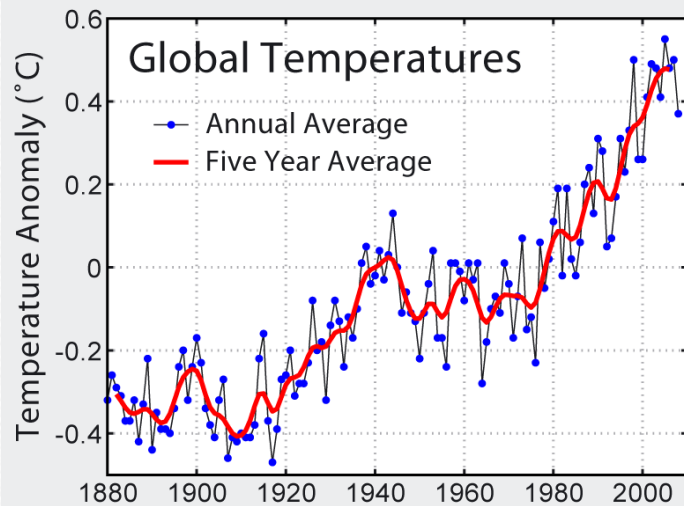


Data yang lalu disimpan secara baik (time series)?

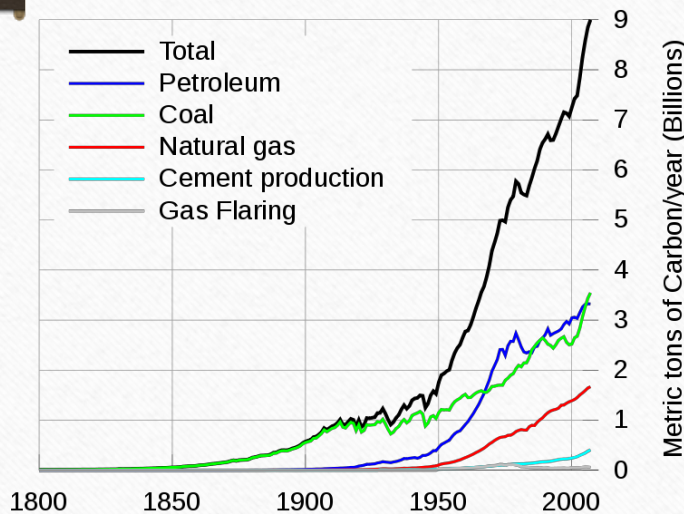
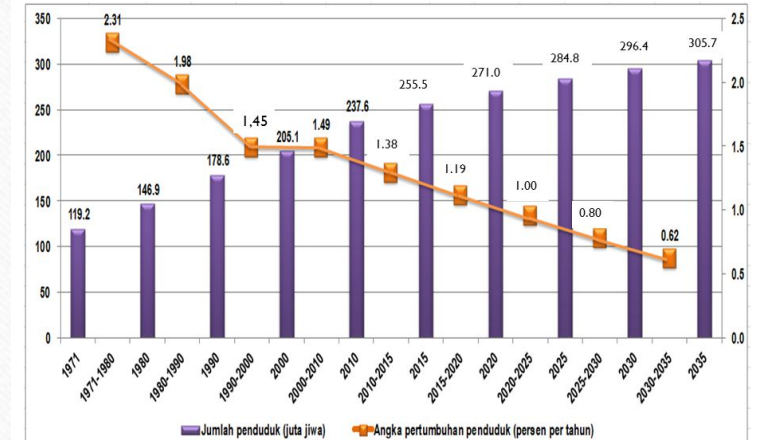
Kenapa perlu terdokumentasi? dan untuk apa?



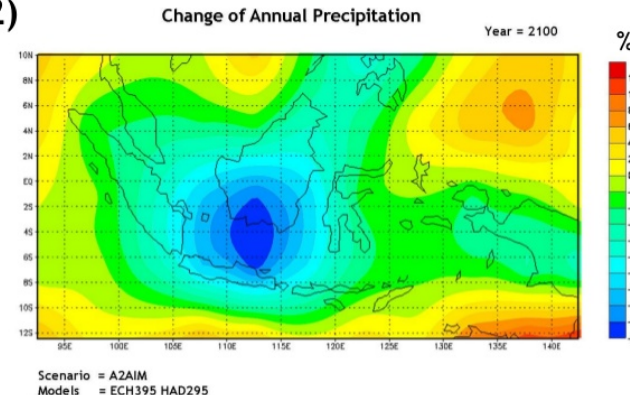
Prediksi



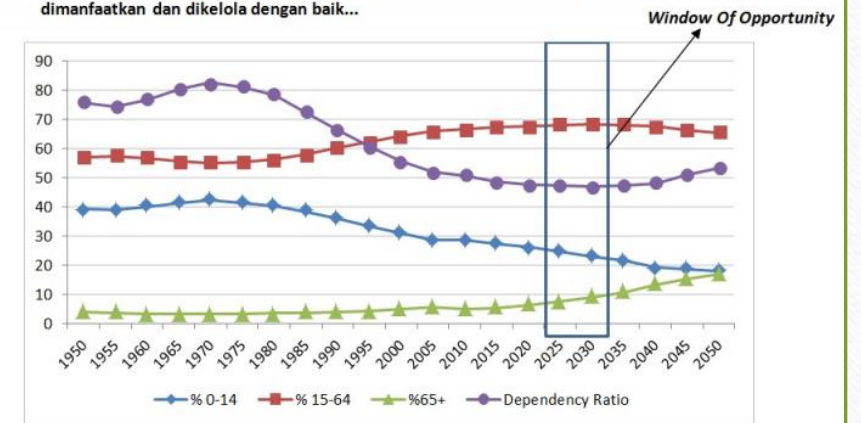
TOTAL POPULATION AND POPULATION GROWTH, INDONESIA



Hasil Model MAGICC-SCENGEN setelah proses downscaling resolusi lebih tinggi (2)

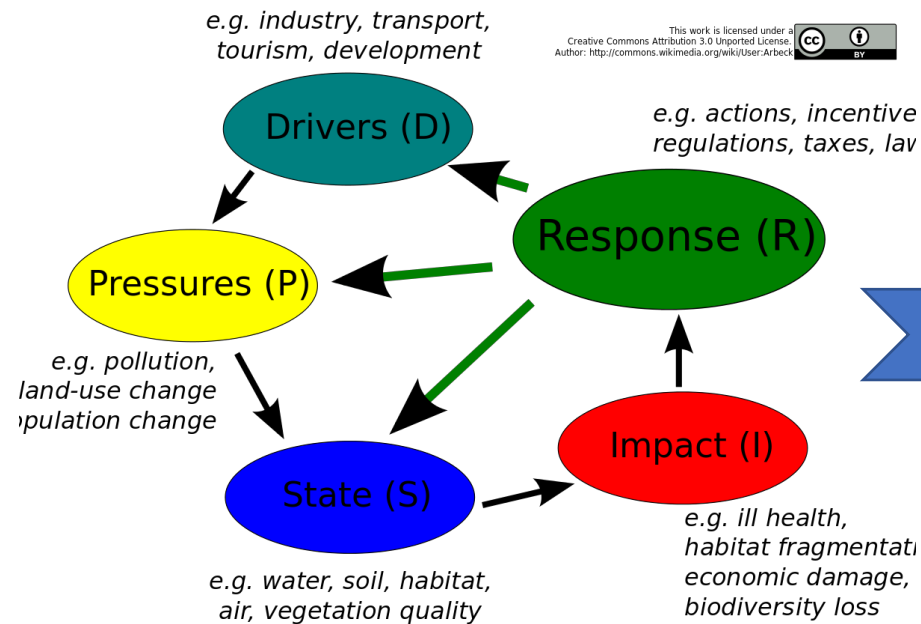


Bonus demografi yang bakal dinikmati hingga dua dekade mendatang harus dimanfaatkan dan dikelola dengan baik...



Sumber: Diolah dari UN Projection dan Proyeksi Penduduk 2010-2035 (BPS)

IKLHD-KLHS-RTRW



KLHS



RTRW

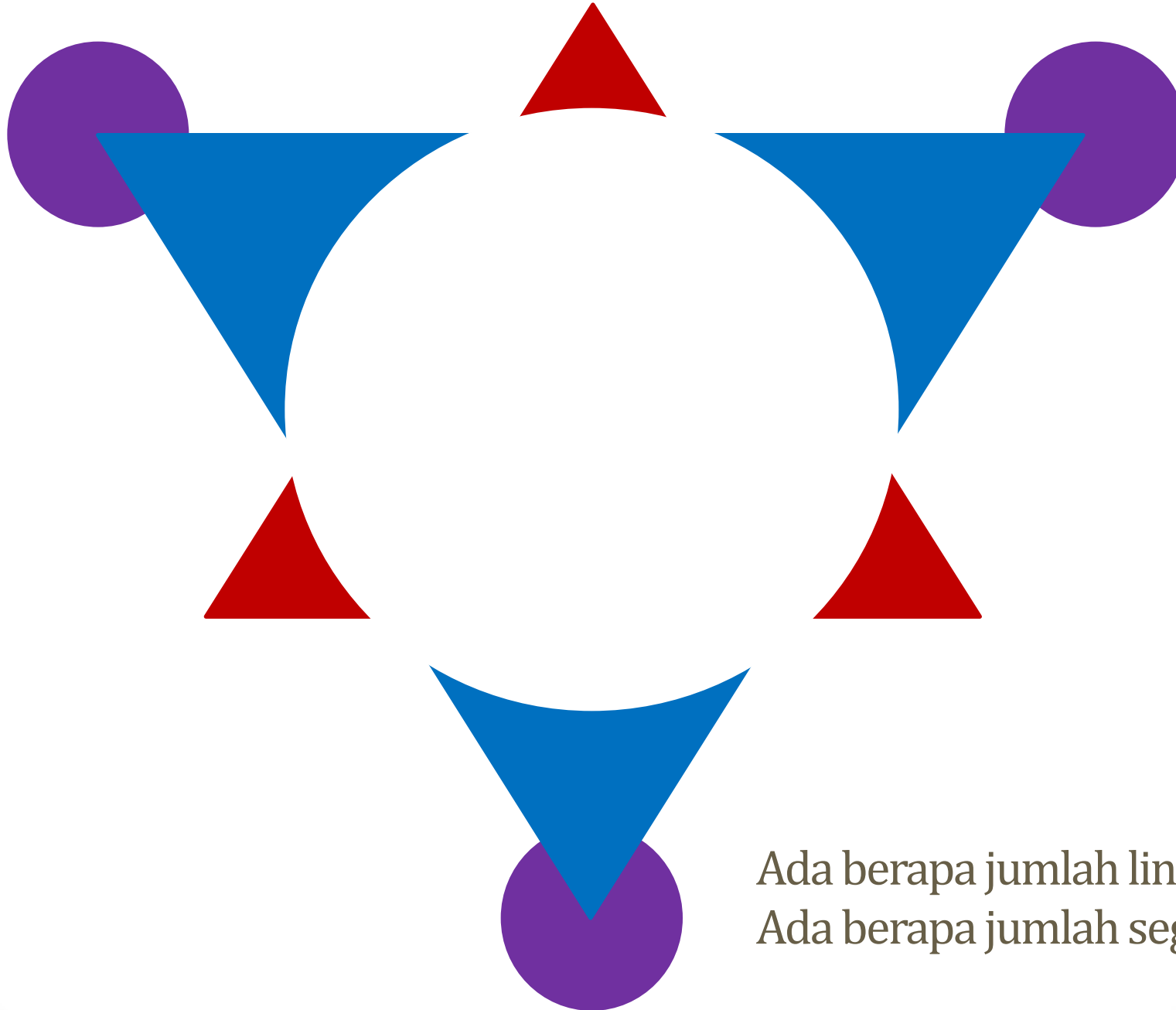
- RAN/RAD-GRK

Keterkaitannya tentu ada? Bagaimana menghubungkan secara langsung?
Atau masih parsial-parsial saja?

SYSTEM

Thinking

System Thinking

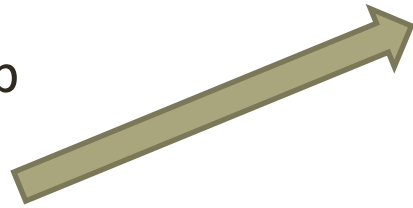
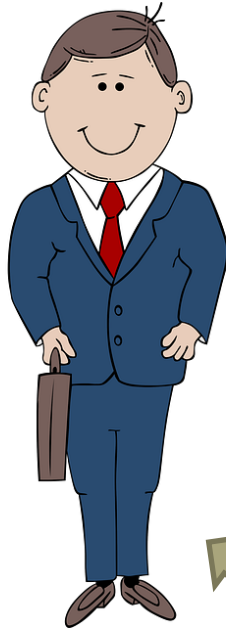


Ada berapa jumlah lingkaran?
Ada berapa jumlah segitiga?

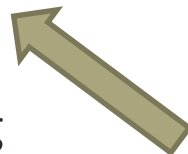
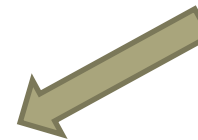
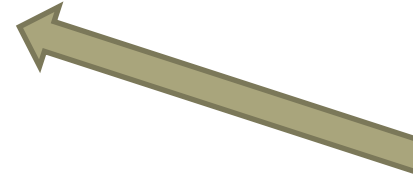
“Menyederhanakan
Permasalahan”
“Dengan System
Thinking”

Populasi

- Umur Harapan Hidup

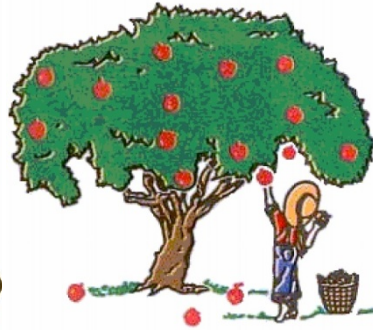


- Kelahiran
- Kematian
- Populasi



- Perencanaan Tata Ruang Permukiman
- Penggunaan lahan
- Kebutuhan pangan
- Kebutuhan energi
- Limbah dan sampah

Hutan



- Ukuran pohon
- Penahan air
- Karbon dan nilai rupiah
- Nilai buah, ranting, kayu

- Erosi dan sedimentasi
- Valuasi Ekonomi
- Perencanaan/Pengelolaan HTI



Air



- Volume dan waktu
- Jika sungai kering
- Ada industri
- LC/LD

- Beban Pencemaran dan Kemampuan Menetralsir
- Sakit karena pencemaran, perkembangbiakan ikan dll
- Materi, psikologi dll

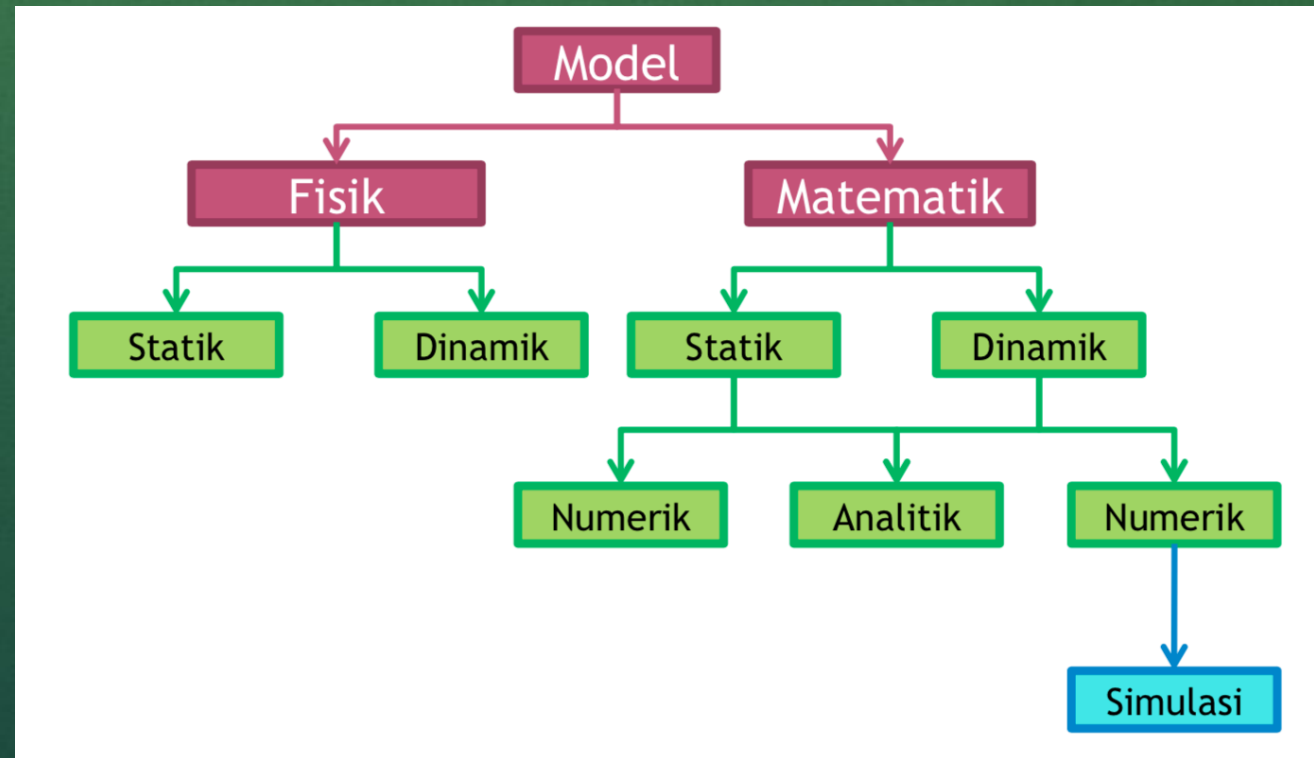
Bagaimana jika di kaitkan???



SISTEM DINAMIK

- Sistem → Kompleks dan saling terkait
- Dinamika → Perubahan

Regresi dan Sistem Dinamik
Model dan Desain



Sistem Dinamik dan Simulasi Model

● SISTEM

kumpulan unsur yang saling terkait, berinteraksi untuk melakukan suatu fungsi

● MODEL

suatu bentuk penyederhanaan dari sistem yang rumit untuk mempresentasikan dunia nyata (keadaan sesungguhnya) – Penyederhanaan dari Real world

● SIMULASI

menggambarkan dinamika (perilaku waktu) untuk mengetahui keadaan masa lampau, kini dan masa depan

Sistem

- sistem terdiri atas beberapa subsistem, sistem akan menjadi subsistem dari suatu sistem yang lebih besar
- Semua subsistem mempunyai keterkaitan dan pengaruh terhadap sistem yang dibangunnya
- Keterkaitan mengakibatkan kompleksitas (*DETAIL COMPLEXITY AND DYNAMIC COMPLEXITY*)

-
- *DETAIL COMPLEXITY* ADALAH besarnya jumlah subsistem yang membangun *Sistem*
 - *DYNAMIC COMPLEXITY* ADALAH besarnya jumlah keterkaitan subsistem yang membangun sebuah sistem
 - sistem mempunyai umpan balik (*FEEDBACK*)
 - Sistem akan melawan setiap perubahan subsistem
 - sistem mempunyai pengungkit (*LEVERAGE*), yaitu bagian sistem, dengan upaya perubahan yang kecil dapat menyebabkan perubahan yang besar

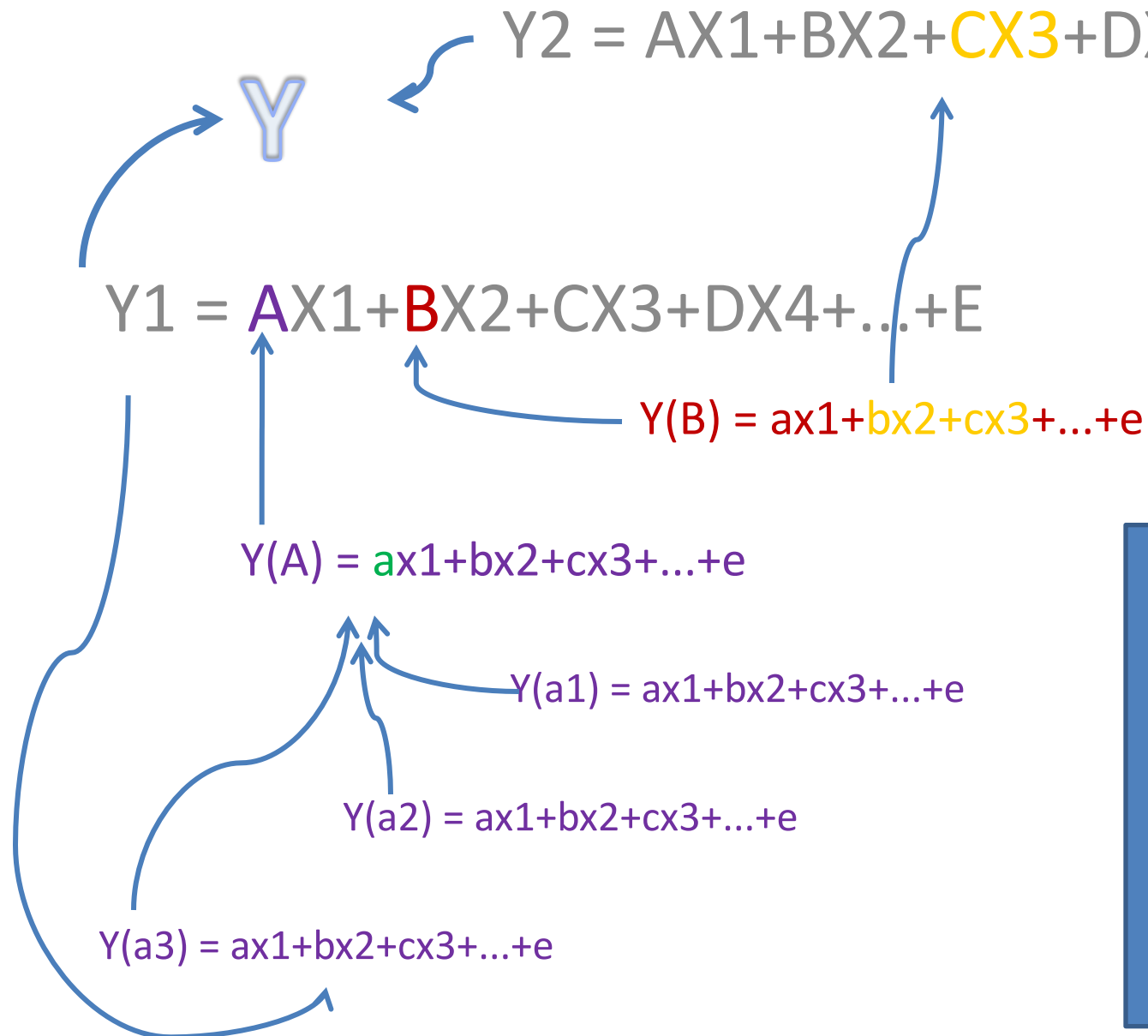
- Sistem berorientasi pada TUJUAN
- SHE

Sistem terbuka dan tertutup

- Terbuka
- Tertutup
- Terbuka dan Tertutup



Keterkaitan Sistem Dinamik dalam Pemahaman Statistik

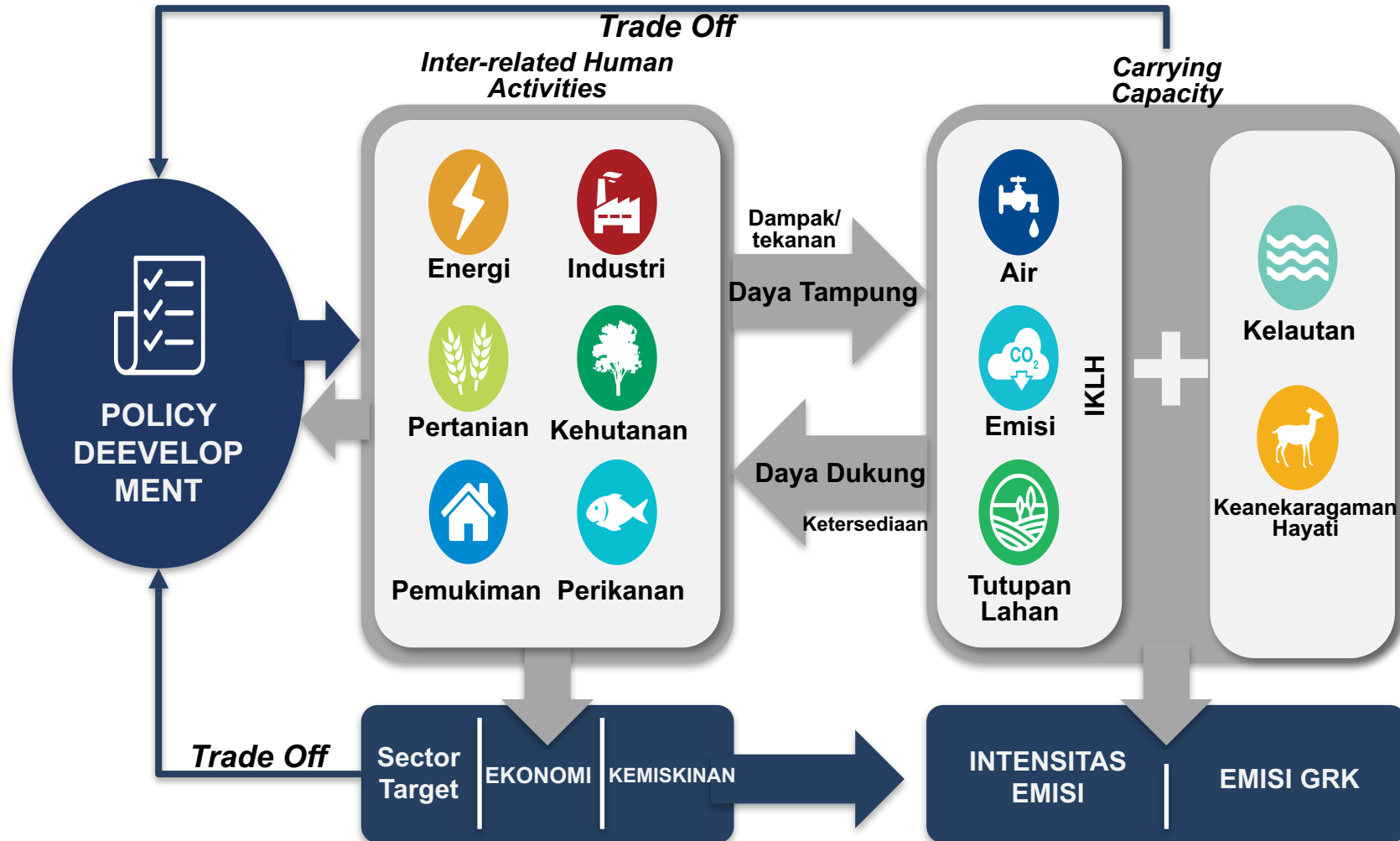


Regresi terbentuk
karena masing-
masing nilai X atau x
memiliki data yang
time series

SILO Vs HOLISTIK

Hubungan antara PPRK dengan KLHS (Berpikir Sistem)

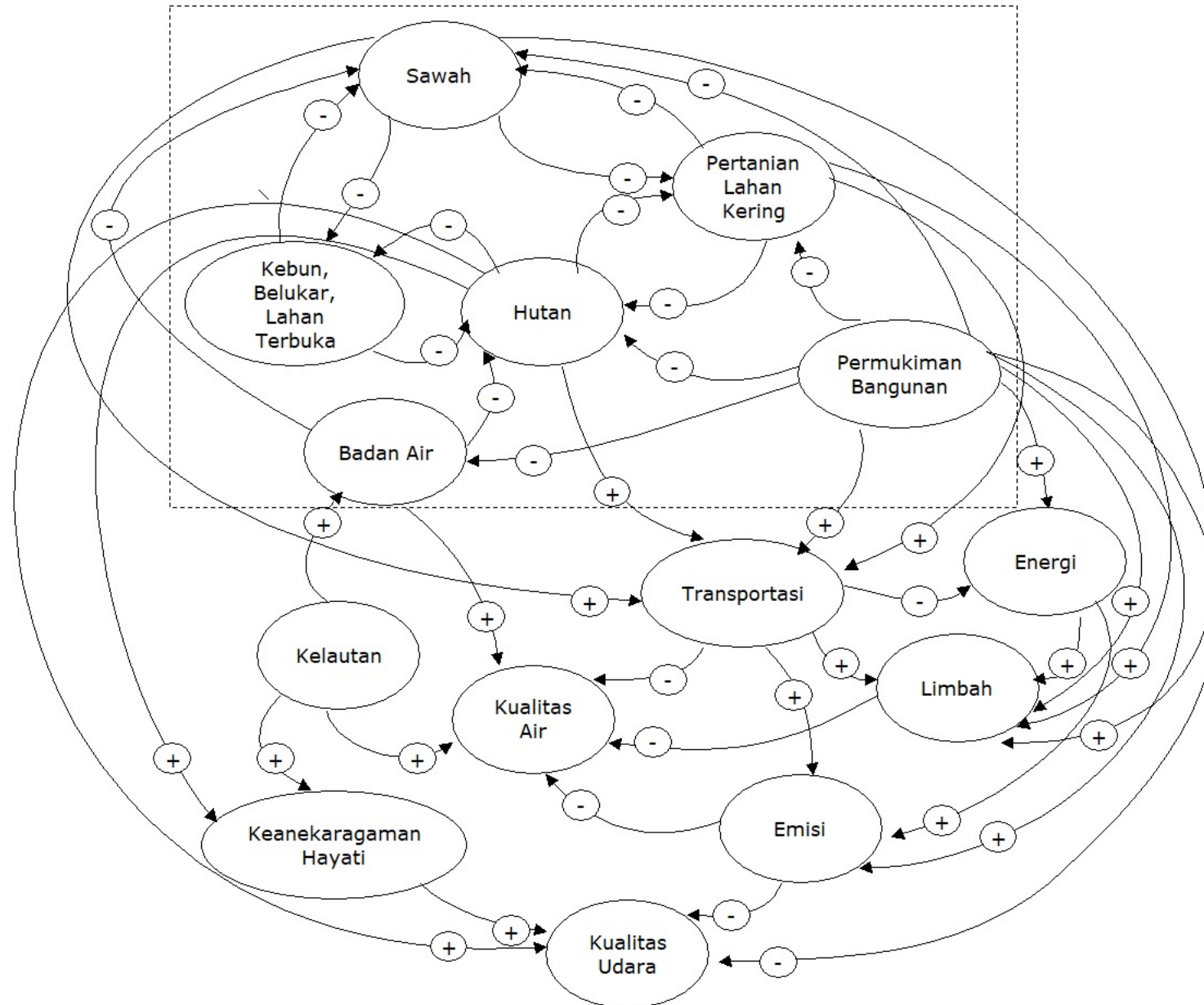
Perencanaan Pembangunan Rendah Karbon (PPRK)



Tentukan tujuan yang akan dilihat perilakunya?



Hubungan antara PPRK dengan KLHS (Berpikir Sistem) – Causal Loops



Perlu Berfikir Sistem

- Mencapai tujuan dengan batasan-batasan sistem
- Mengetahui masalah dan akar permasalahan
- Mengetahui keterkaitan antar faktor
- Membuat keputusan yang tepat, cepat dan efisien dengan berlandaskan keilmiah
- Perencanaan dan pembuatan kebijakan dalam berbagai hal

SISTEM DINAMIK

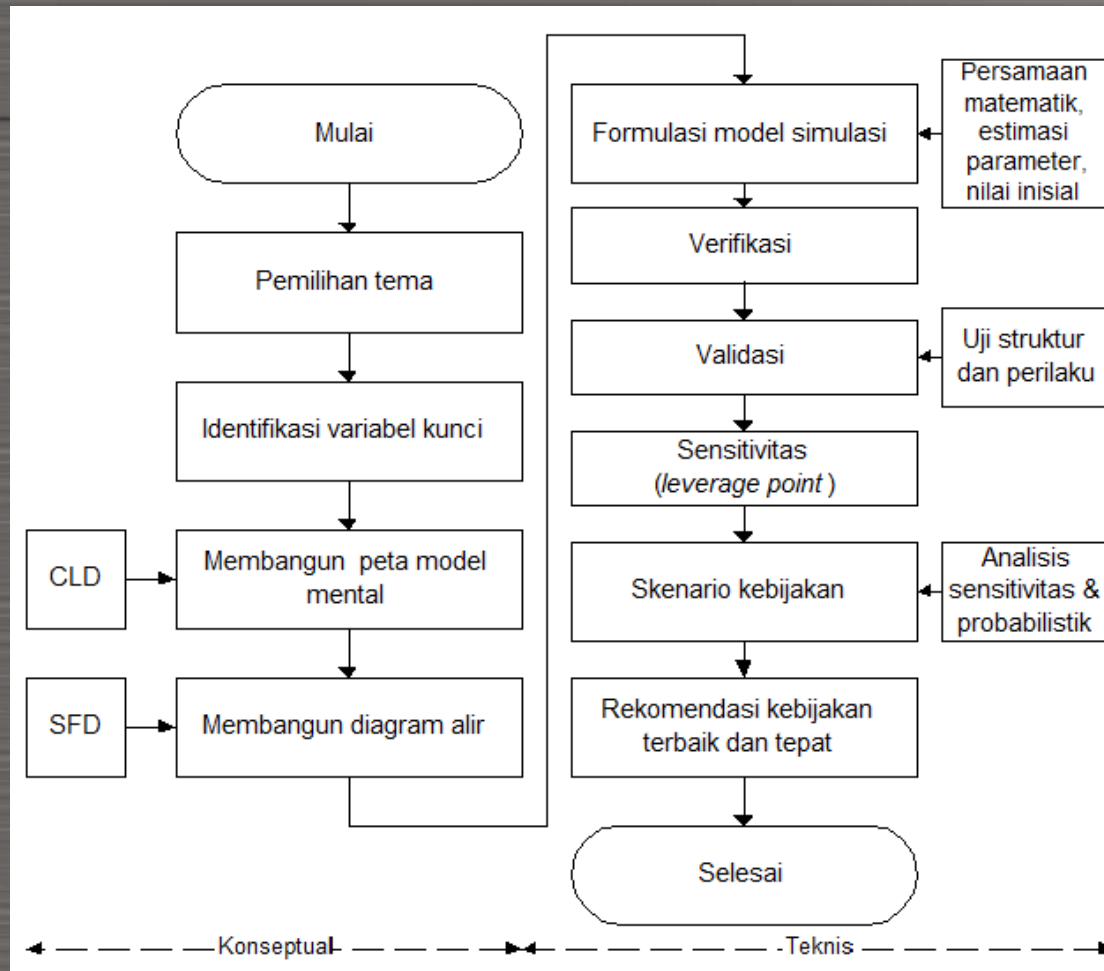
Penerapan Sistem Dinamik

Dr. IRMAN FIRMANSYAH, S.Hut, M.Si

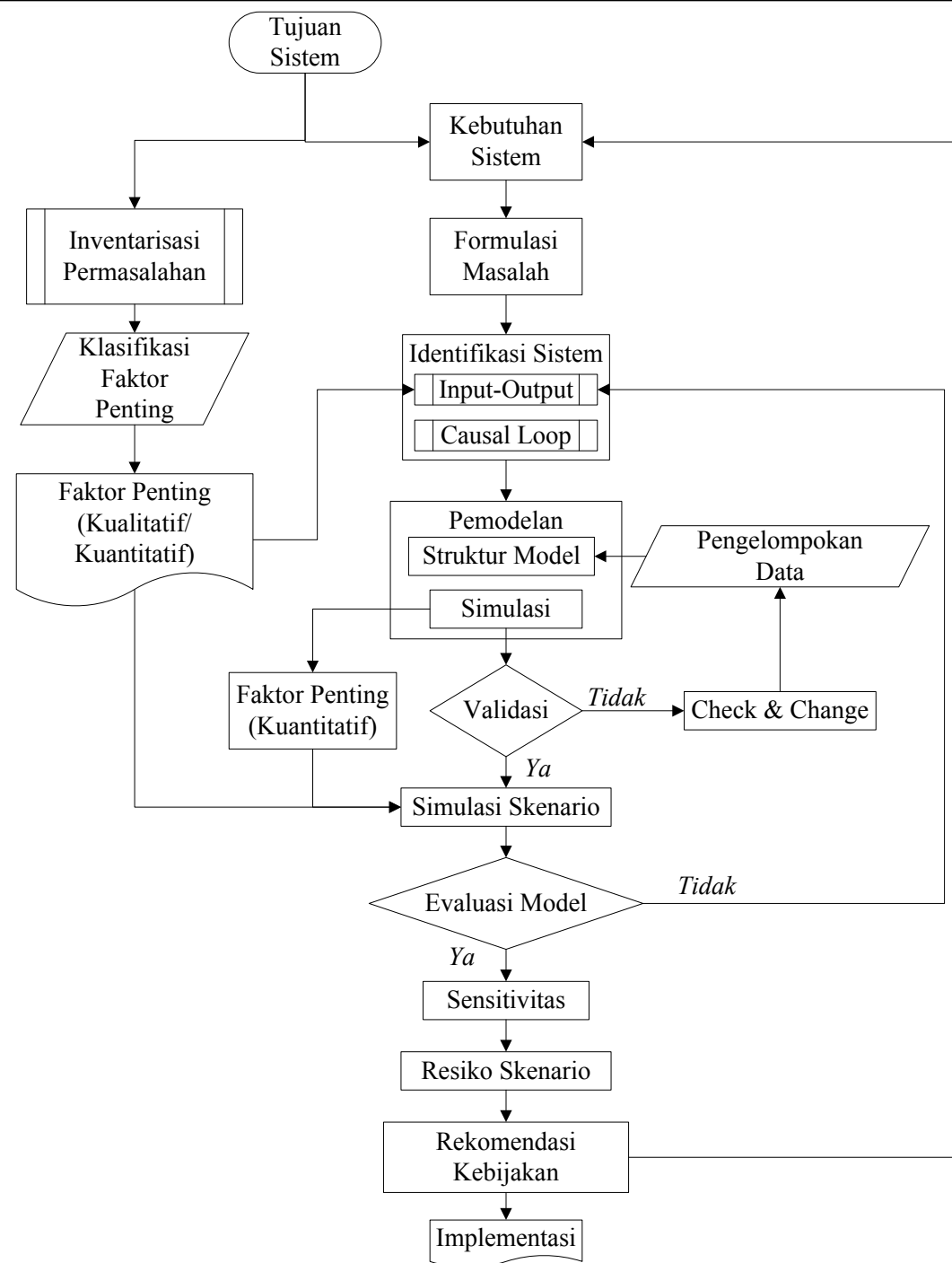
irman_f@yahoo.com

www.irmanfirmansyah.com

Sterman, 2000



Keterkaitan Sistem Dinamik dengan Multi Kriteria Lainnya

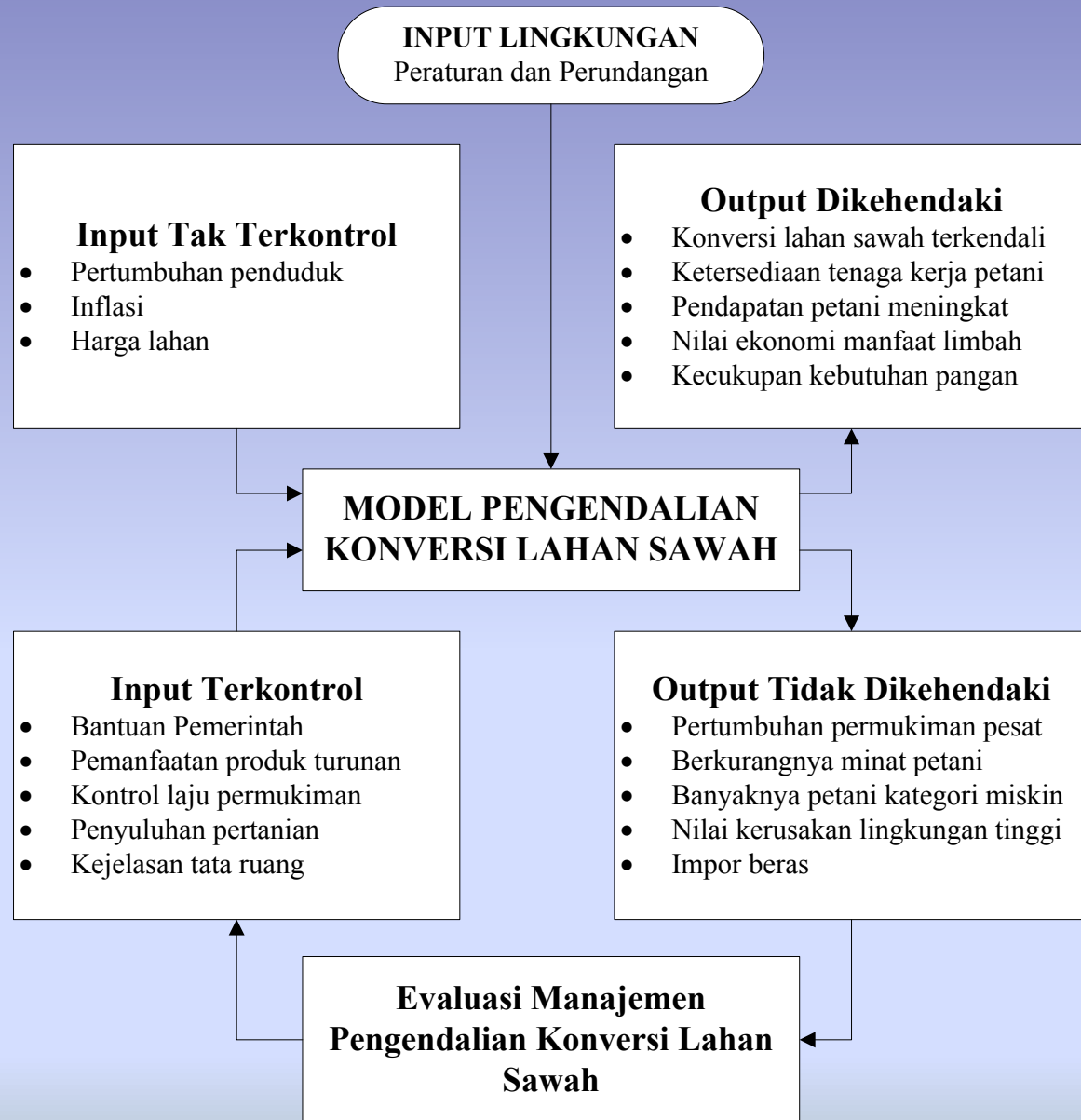


Analisis Kebutuhan

Analisis Kebutuhan	Pemerintah	Petani	Pelaku Usaha	LSM dan Peneliti	Lembaga Permodalan
• Penyuluhan Pertanian	√√	√√√	√√√	√	-
• Pola Pengelolaan	√√	√√√	-	-	√√
• Bantuan Pemerintah	√	√√√	√√	√√	√
• Stabilitas Harga	√√	√√√	√	-	√
• Pemanfaatan Limbah	√√√	√√√	√	√	√
• Pencetakan Lahan Sawah	√√√	-	√	-	-
• Industri Pengolah Hasil	√√	√√	√√√	√	-
• Saprodi	√	√√	√	√	-
• Penegakan Hukum	√√√	√	√√	-	√
• Lembaga Pemasaran	-	√√	-	-	√√

Matriks kebutuhan sistem

Keterangan : √ = cukup penting; √√ = penting; √√√ = sangat penting

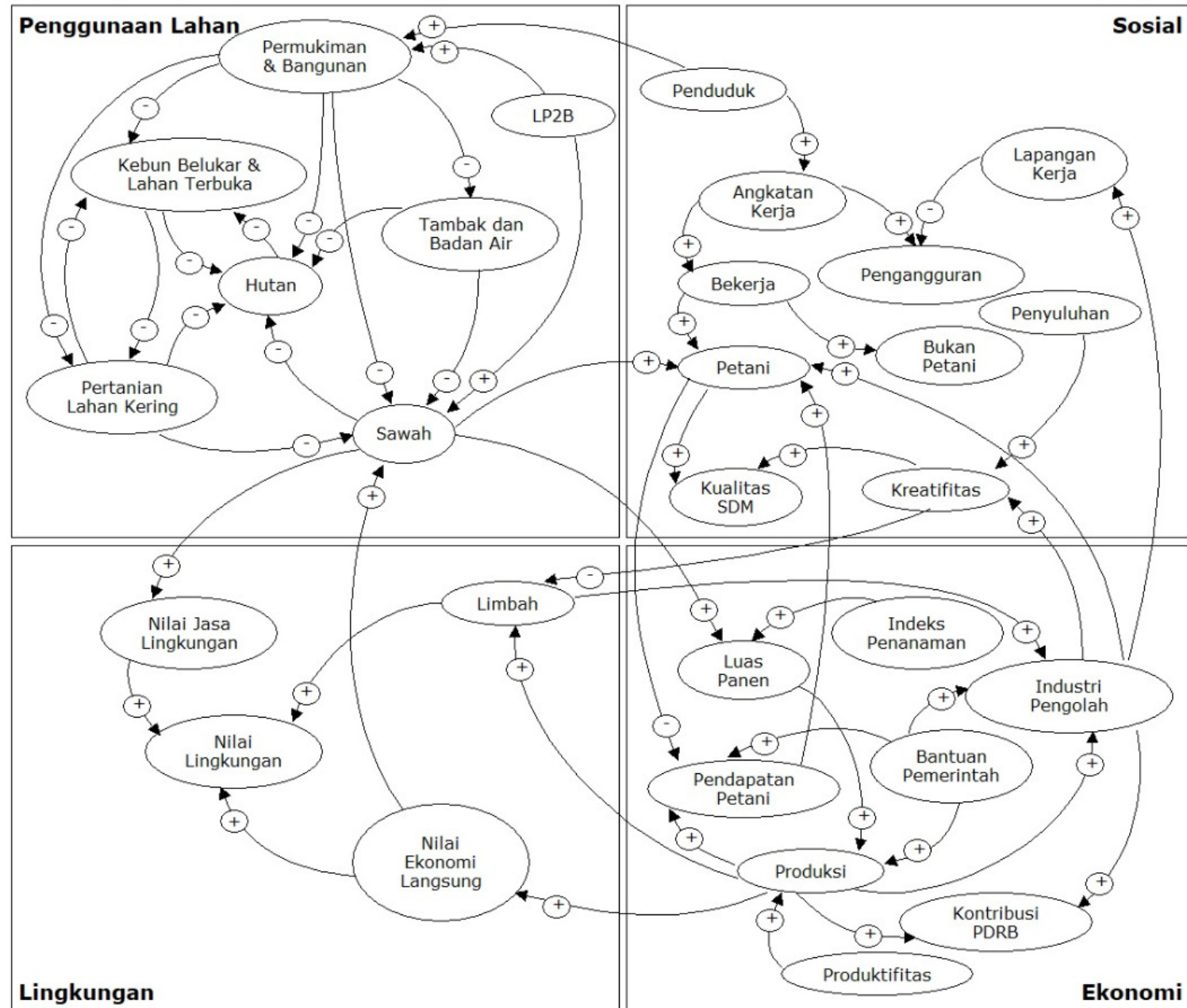


Black Box Diagram Model Pengendalian Konversi Lahan Sawah

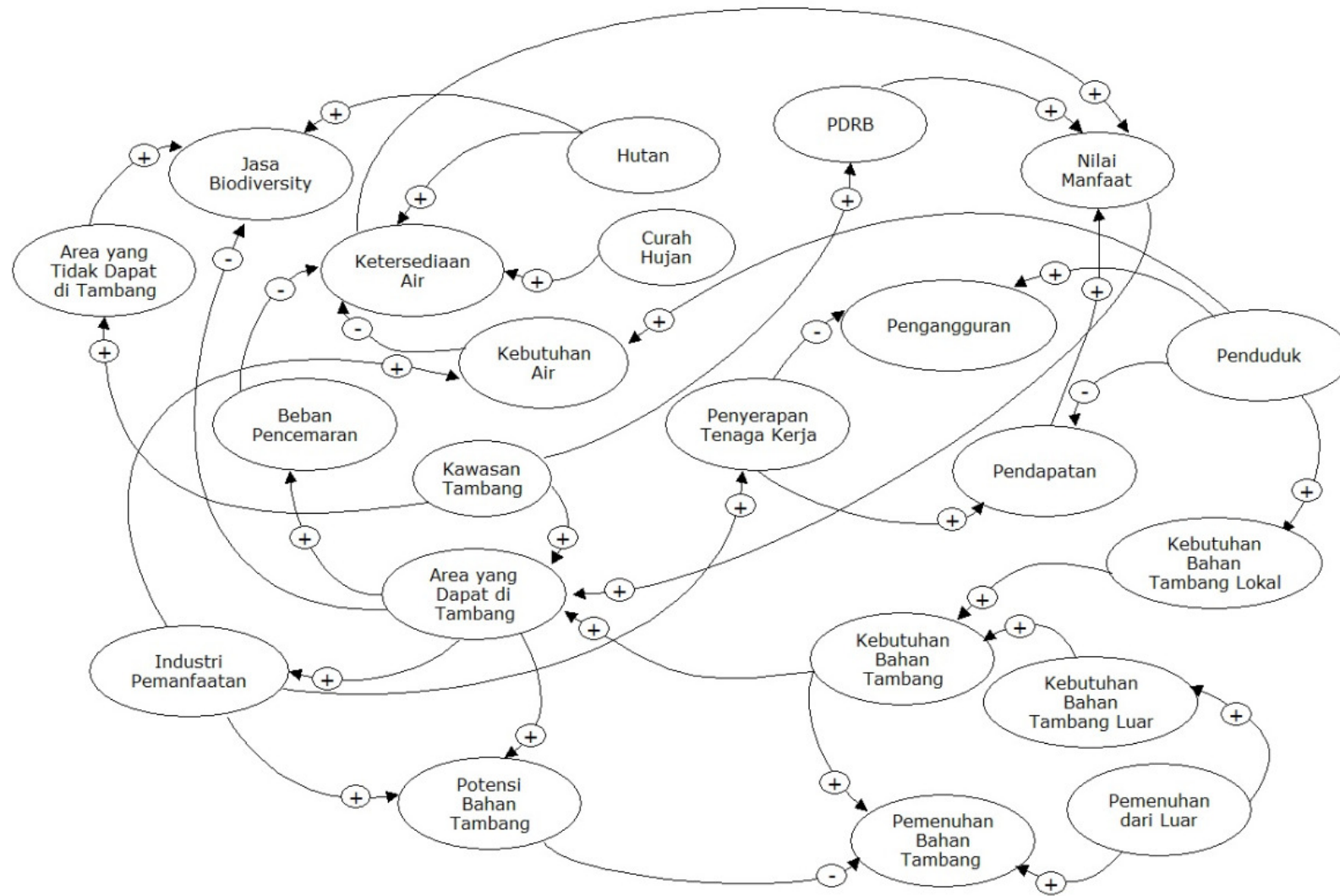
The diagram illustrates a complex system of causal relationships between various factors in a rice production and consumption system. The nodes and their interactions are as follows:

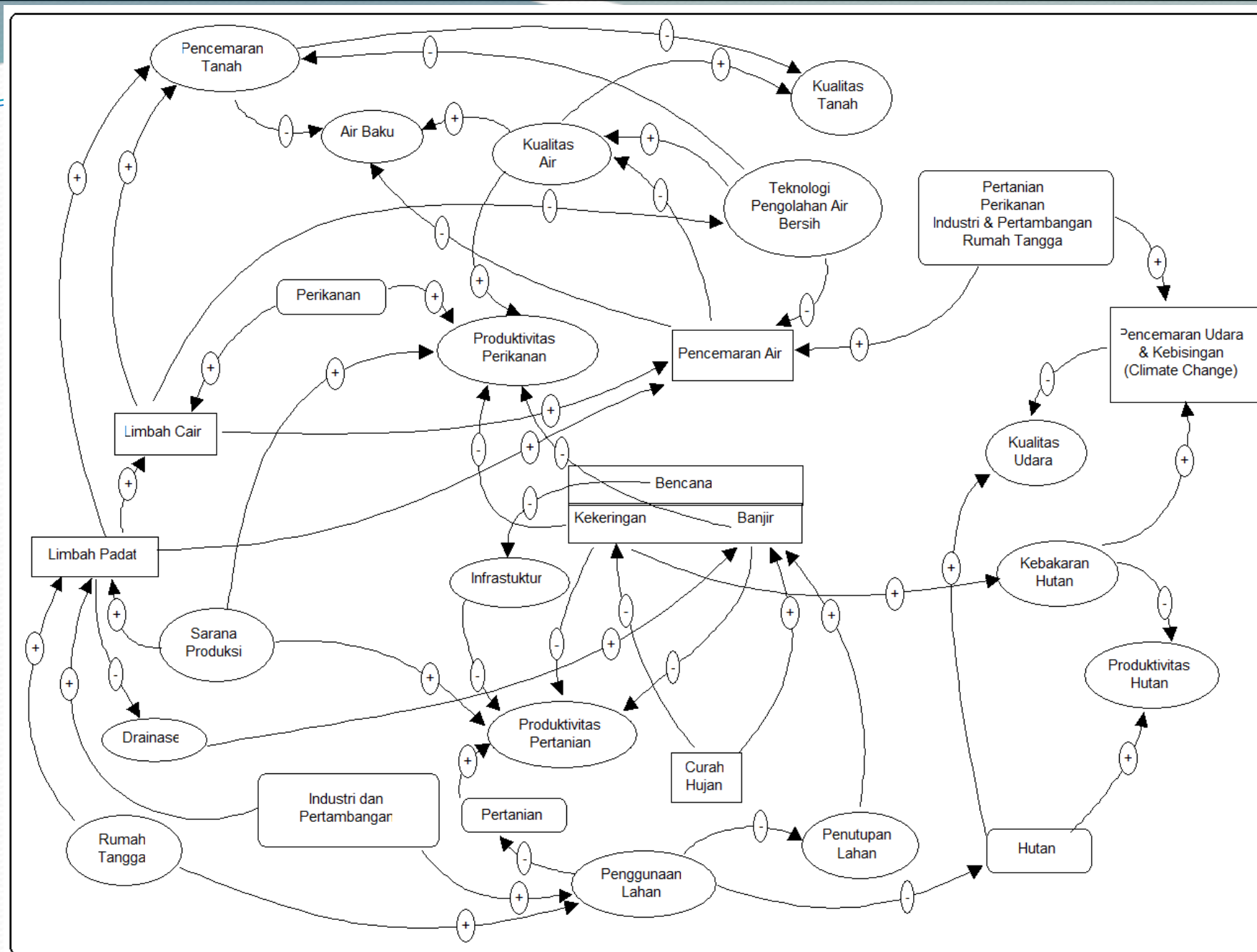
- Permukiman & Bangunan** (Settlements & Buildings) has a positive (+) influence on **Penduduk** (Population).
- Penduduk** has a positive (+) influence on **Kebutuhan Beras** (Rice Requirement).
- Kebutuhan Beras** has a positive (+) influence on **Konsumsi** (Consumption).
- Konsumsi** has a positive (+) influence on **Surplus/Defisit** (Surplus/Deficit).
- Surplus/Defisit** has a negative (-) influence on **Indeks Penanaman** (Planting Index).
- Indeks Penanaman** has a positive (+) influence on **Lahan Sawah** (Rice Paddy Field).
- Lahan Sawah** has a negative (-) influence on **Permukiman & Bangunan**.
- Lahan Sawah** has a positive (+) influence on **Produksi Padi** (Rice Production).
- Produktivitas** (Productivity) has a positive (+) influence on **Produksi Padi**.
- Produksi Padi** has a positive (+) influence on **Produksi Beras** (Rice Production).
- Produksi Beras** has a positive (+) influence on **Konsumsi**.
- Produksi Beras** has a positive (+) influence on **Surplus/Defisit**.
- Surplus/Defisit** has a positive (+) influence on **Impor** (Import).
- Impor** has a positive (+) influence on **Indeks Penanaman**.
- Indeks Penanaman** has a positive (+) influence on **Produktivitas**.

Model Pengendalian Konversi Lahan Sawah



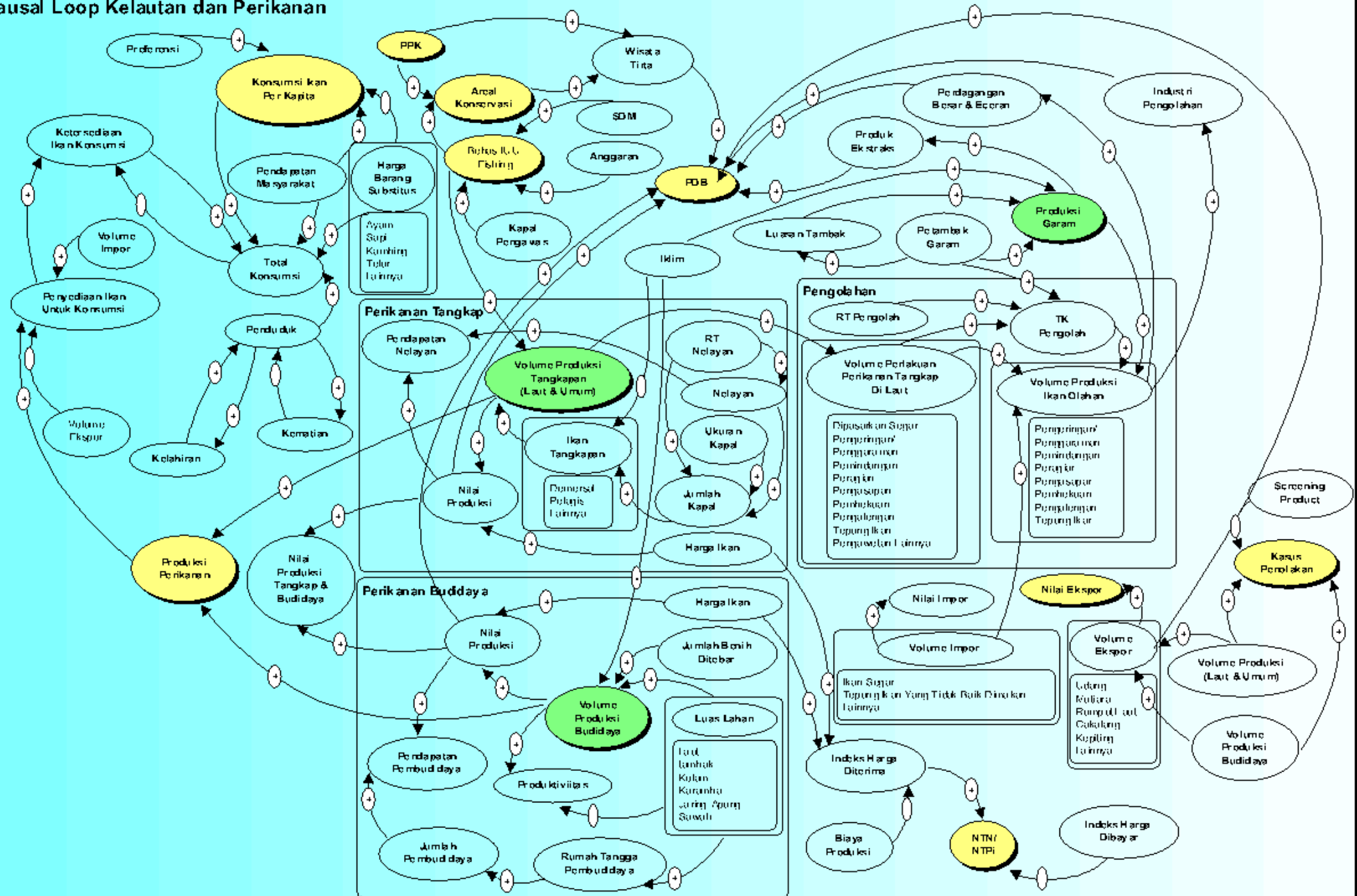
Daya Dukung Daya Tampung Kawasan Tambang





SNREA for RPJMN 2010-2014, BAPPENAS (Firmansyah, 2008)

Causal Loop Kelautan dan Perikanan



Validasi

- * Validasi perilaku model dilakukan dengan membandingkan antara besar dan sifat kesalahan dapat digunakan: 1) *Absolute Mean Error* (AME) adalah penyimpangan (selisih) antara nilai rata-rata (*mean*) hasil simulasi terhadap nilai aktual, 2) *Absolute Variation Error* (AVE) adalah penyimpangan nilai variasi (*variance*) simulasi terhadap aktual. Batas penyimpangan yang dapat diterima ada lah antara 1-10%.

$$AME = [(\underline{S_i} - \underline{A_i})/\underline{A_i}].....(1)$$

$\underline{S_i}$ = S_i N, di mana S = nilai simulasi

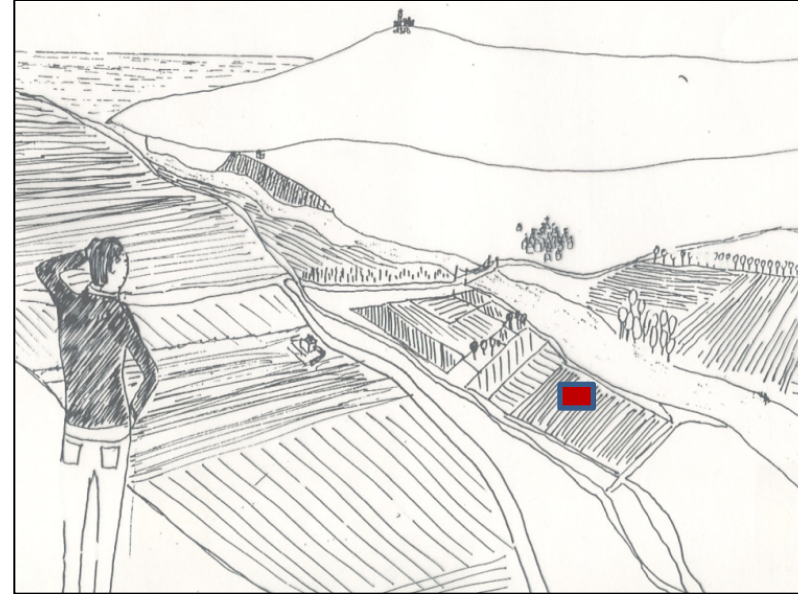
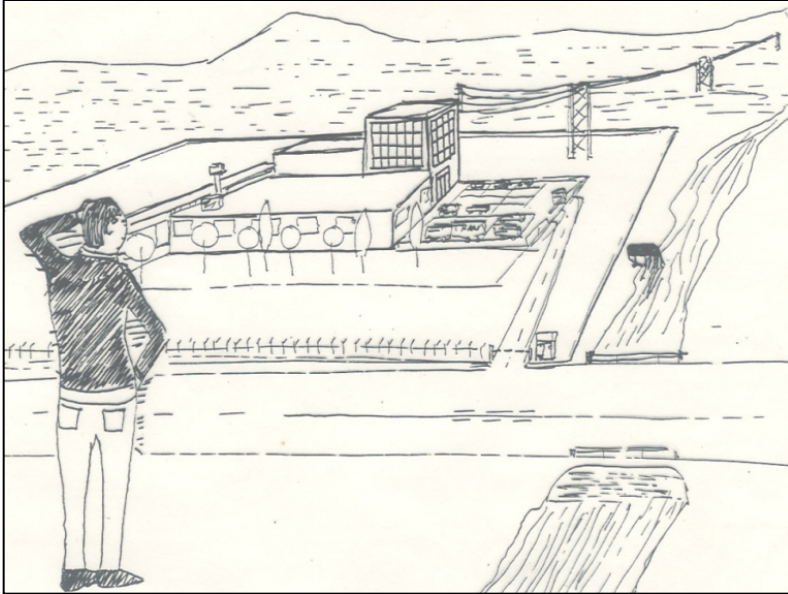
$\underline{A_i}$ = A_i N, di mana A = nilai aktual

N = interval waktu pengamatan

$$AVE = [(S_s - S_a)/S_a].....(2)$$

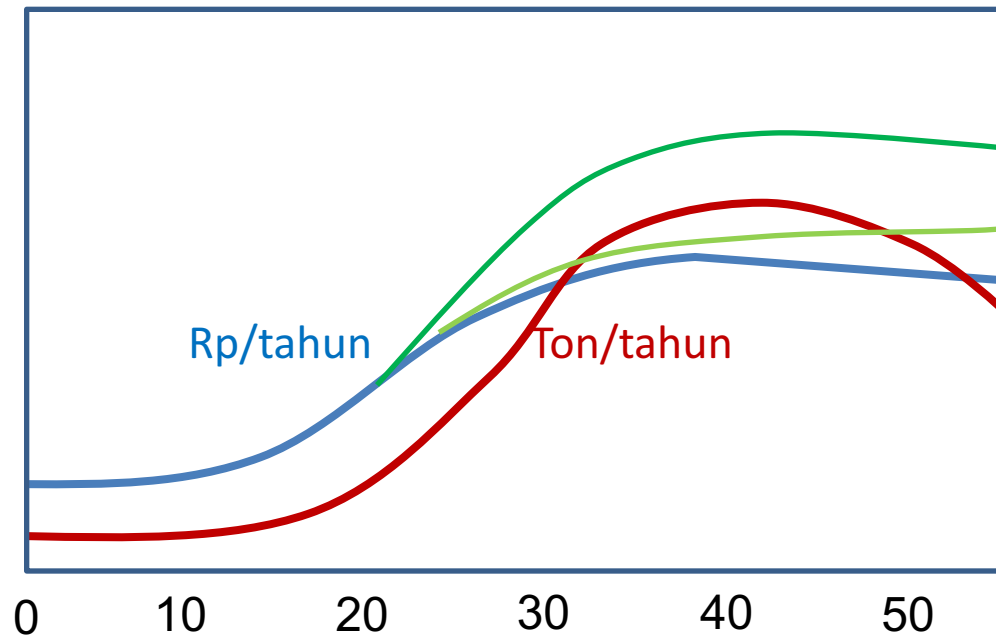
$S_s = ((S_i - \underline{S_i})^2 N) =$ deviasi nilai simulasi

$S_a = ((A_i - \underline{A_i})^2 N) =$ deviasi nilai aktual



- RTRW
- Daya dukung (ekonomi dan pertambangan)
- RPJPN/RPJMN

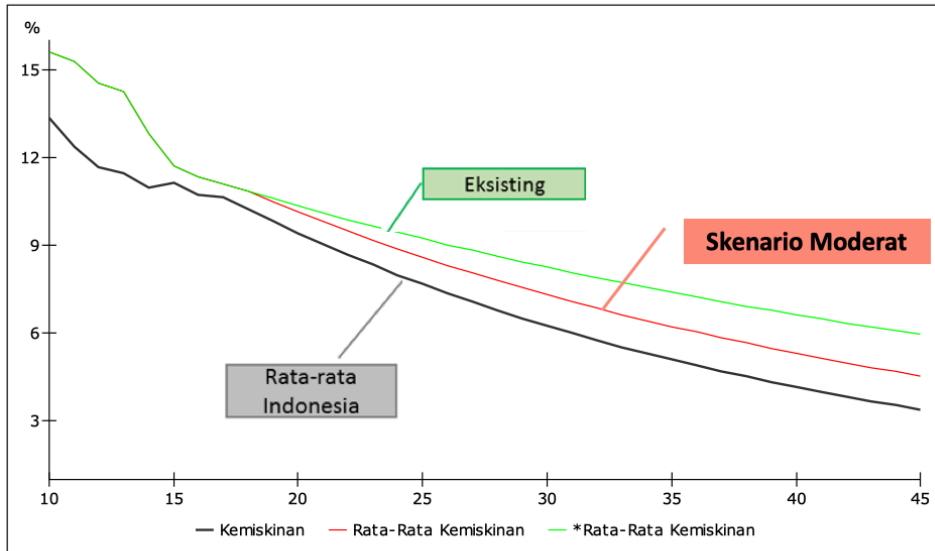
- Daya dukung (ekonomi dan pertambangan)



- Bukan sekedar untuk memprediksi
- Seni menganalisa grafik/kemungkinan untuk mengarahkan dan mempertajam pengambilan keputusan

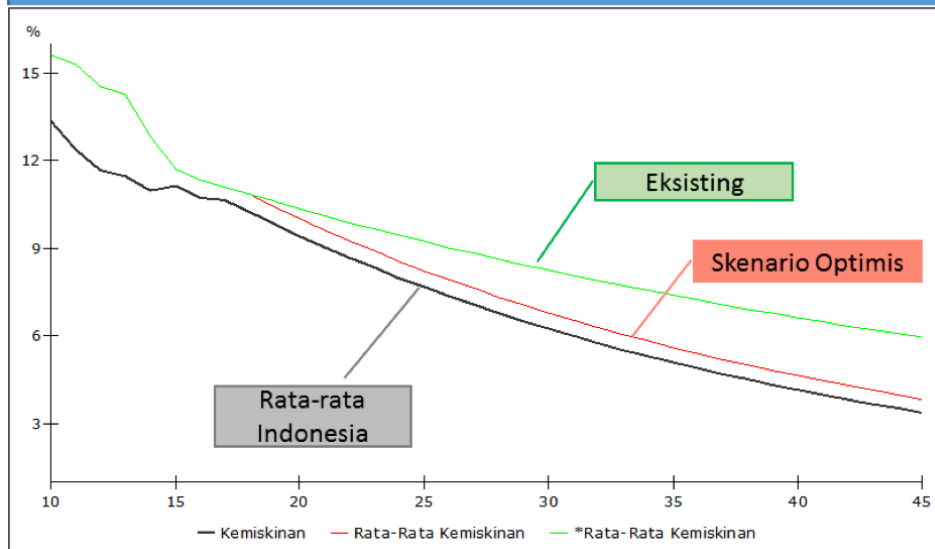
Skenario Penerapan Faktor-Faktor Penggerak Sistem dalam Arah Kebijakan

Skenario Moderat

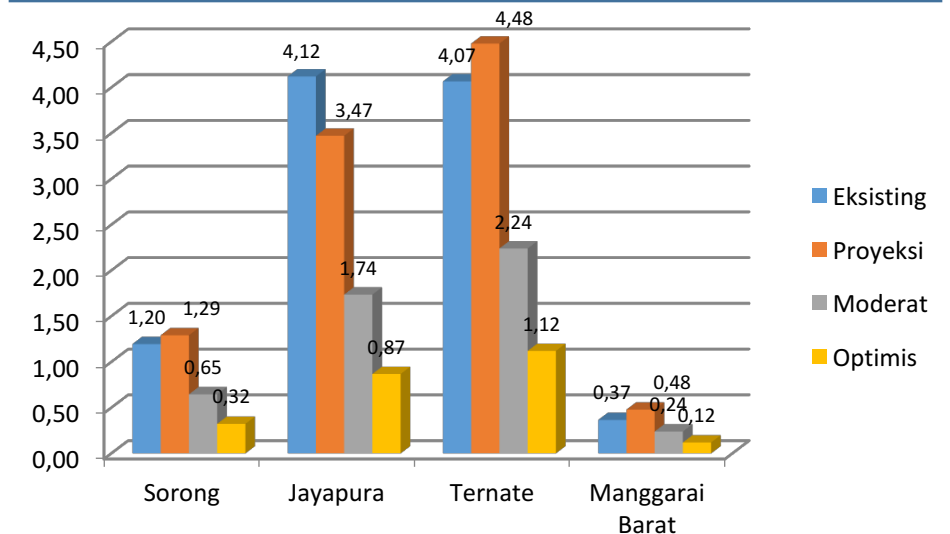


- Nilai kemiskinan dengan infrastruktur dan pemanfaatan investasi dan produk turunan dapat mengurangi gap angka kemiskinan terhadap rata-rata Indonesia
- Dengan Skenario moderat dimana angka kemiskinan pada kondisi eksisting sebesar 5,96% pada akhir simulasi dapat diminimalisi hingga 4,54%. Dimana rata-rata Indonesia 3,39% pada tahun 2045
- Dengan Skenario moderat dimana angka kemiskinan pada kondisi eksisting sebesar 5,96% pada akhir simulasi dapat diminimalisi hingga 3,85%. Dimana rata-rata Indonesia 3,39% pada tahun 2045

Skenario Optimis



Skenario Kawasan Kumuh

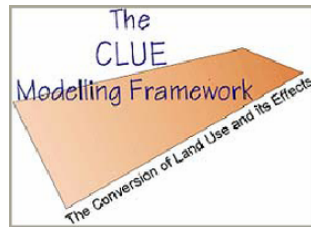


Tools Sistem Dinamik



Other Tools??? How About Spatial Dynamic???

Spatial Dynamic



Geospatial software for monitoring and modeling the Earth system



- Tidak hanya prediksi lahan (Evaluasi RTRW)
- Prediksi luasan terkena bencana gunung api
- Prediksi bencana banjir dan longsor
- Prediksi ketersediaan air tanah dimasa yang akan datang, dll

Kebutuhan Lahan

MENU

MODEL

VALIDASI

SKENARIO

SPASIAL

MODEL PENGENDALIAN KONVERSI LAHAN SAWAH



IRMAN FIRMANSYAH

BOGOR AGRICULTURAL UNIVERSITY



Copyright © 2016
www.sistemdynamik.com

MENU

MODEL

VALIDASI

SKENARIO

SPASIAL

SKENARIO KEBIJAKAN

Penegakan Hukum

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Kontrol Permukiman

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Bantuan Pemerintah

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Industri Pengolah Hasil

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Penyuluh

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting



MENU UTAMA

SAWAH

SIMULASI

SOSIAL

EKONOMI

LINGKUNGAN

LAHAN



Harga Padi	4.000,00 Rp/Kg
IP	2,02
Konsumsi Per Kapita	134,89 Kg/orang/yr
Frekuensi Penyuluhan	1,00

RESULT RESUME

Tahun
2030

Sawah	107.383,77 ha
Permukiman & Bangunan	95.764,29 ha
Penduduk	8.528.442 orang
Total Kerugian Lingkungan	21.664.005.004.590,30 Rp
Nilai Ekonomi Limbah	1.087.411.159.380,67 Rp



SKENARIO KEBIJAKAN

Penegakan Hukum

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Kontrol Permukiman

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Bantuan Pemerintah

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Industri Pengolah Hasil

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Penyuluh

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

SIMULASI

SOSIAL

EKONOMI

LINGKUNGAN

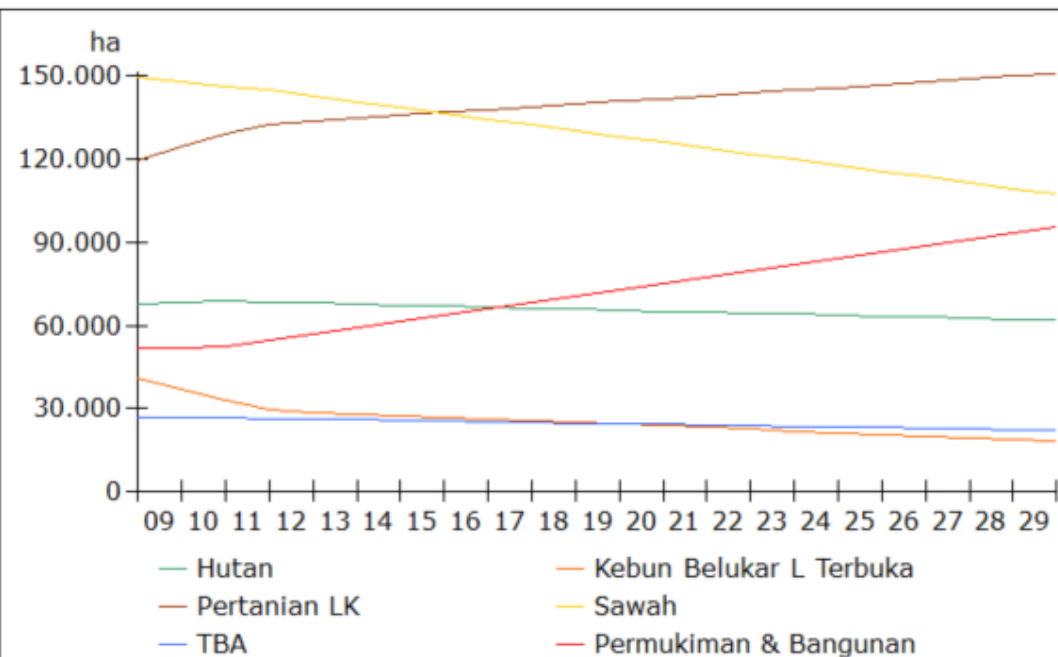
LAHAN

MENU UTAMA

SAWAH

PETA

Harga Padi	4.000,00 Rp/Kg
IP	2,02
Konsumsi Per Kapita	134,89 Kg/orang/yr
Frekuensi Penyuluhan	1,00



Tahun	Hutan	Kebun Belukar	Pertanian LK	Sawah	TBA	Permukiman & Bangunan
2024	64.045,38	21.970,94	144.793,68	119.842,41	23.639,52	81.969,45
2025	63.672,75	21.357,24	145.798,55	117.765,97	23.401,28	84.265,58
2026	63.298,95	20.743,54	146.803,42	115.689,53	23.163,04	86.562,90
2027	62.923,94	20.129,84	147.808,29	113.613,09	22.924,80	88.861,41
2028	62.547,73	19.516,14	148.813,16	111.536,65	22.686,56	91.161,14
2029	62.170,28	18.902,44	149.818,03	109.460,21	22.448,32	93.462,09
2030	61.791,60	18.288,74	150.822,90	107.383,77	22.210,08	95.764,29

SKENARIO KEBIJAKAN

Penegakan Hukum

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Kontrol Permukiman

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Bantuan Pemerintah

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Industri Pengolah Hasil

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

Penyuluh

- ☐ Optimis
☐ Moderat
☒ Eksisting

SIMULASI

SOSIAL

EKONOMI

LINGKUNGAN

LAHAN

MENU UTAMA

SAWAH

Harga Padi	4.000,00 Rp/Kg
IP	2,02
Konsumsi Per Kapita	134,89 Kg/orang/yr
Frekuensi Penyuluhan	1,00

2000

2003

2006

TAHUN
2030

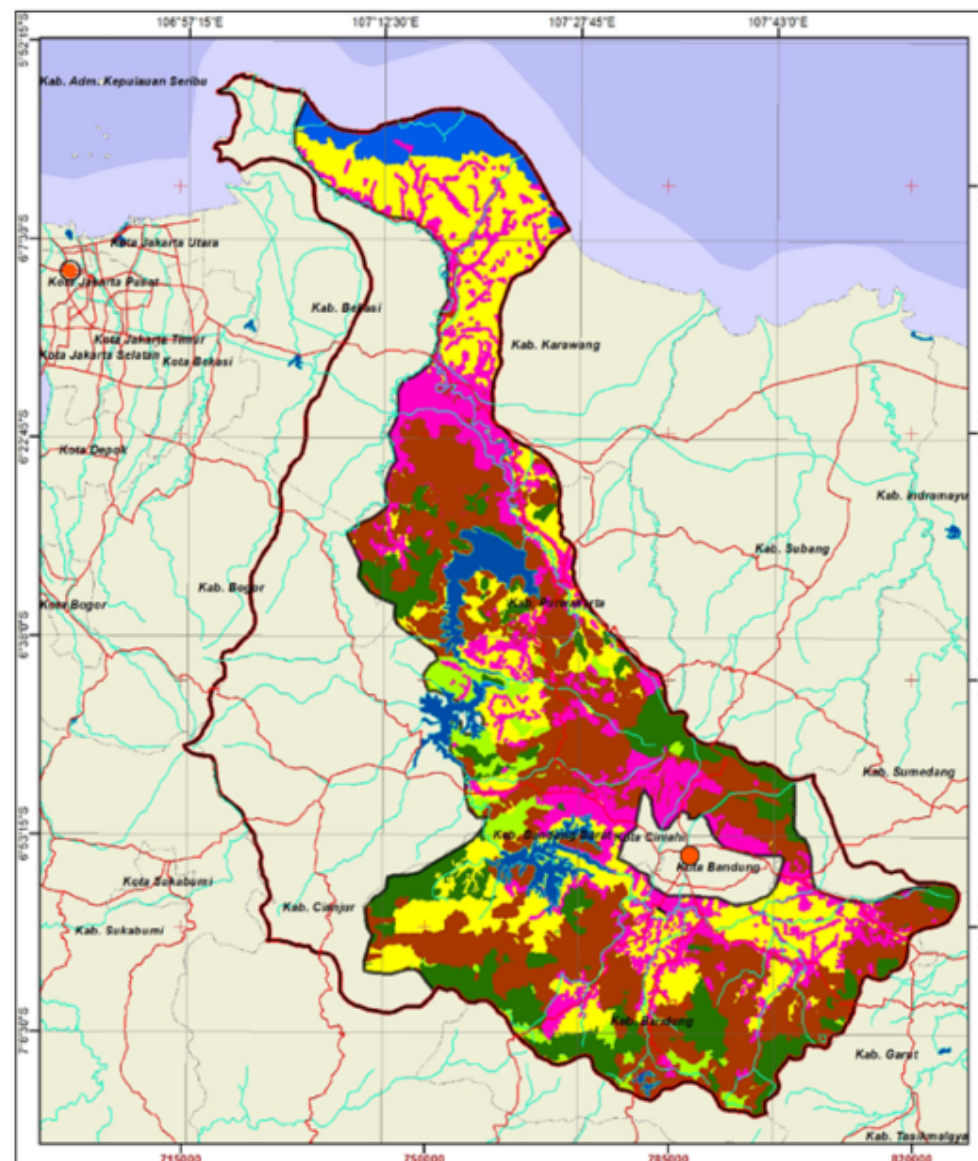
2009

2012

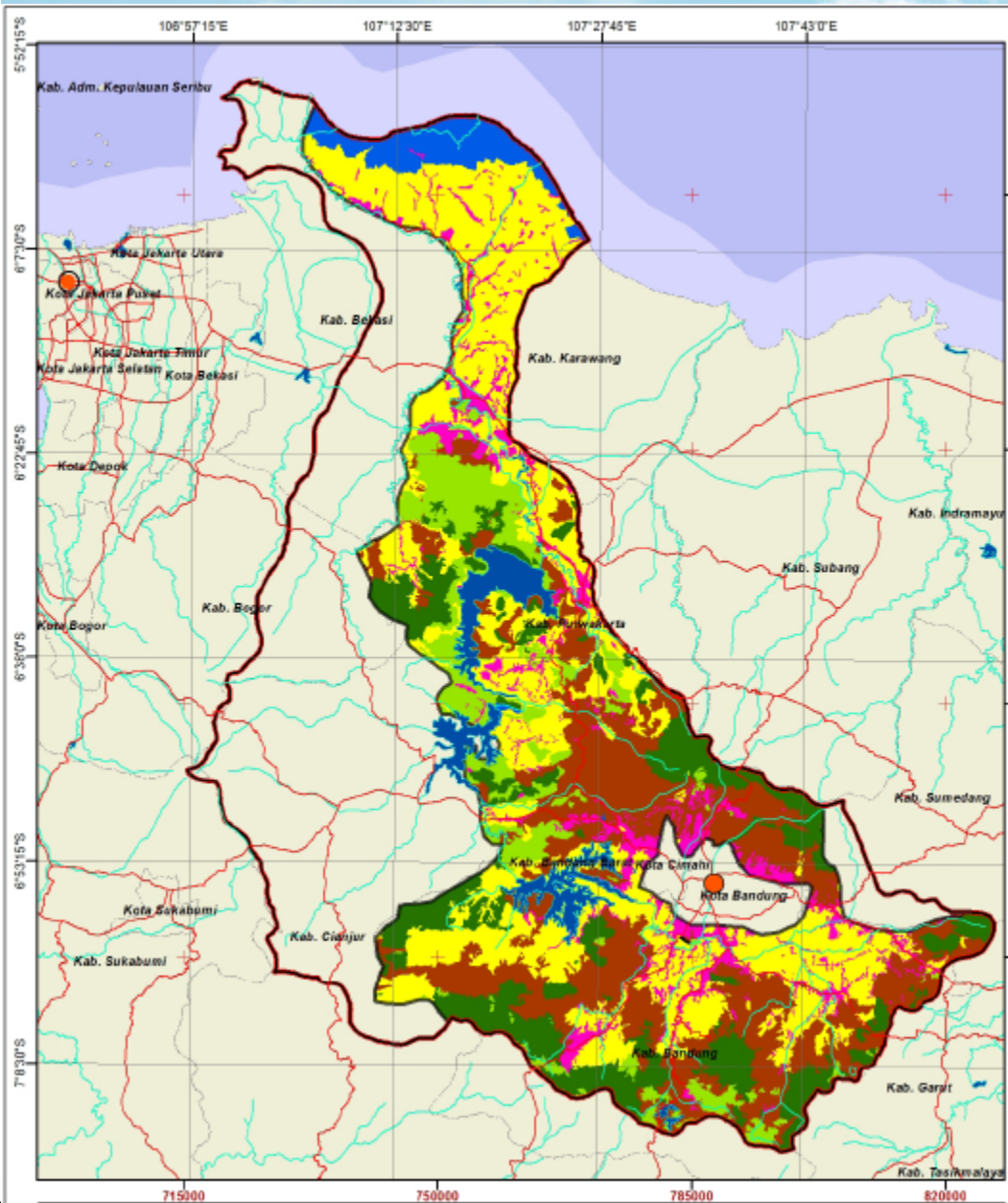
2030

PENGUNAAN LAHAN

- Sawah
 Pertanian Lahan Kering
 Hutan
 Kebun, Belukar, Lahan Terbuka
 Permukiman



Dinamika Keruangan (*Spatial Dynamic*)

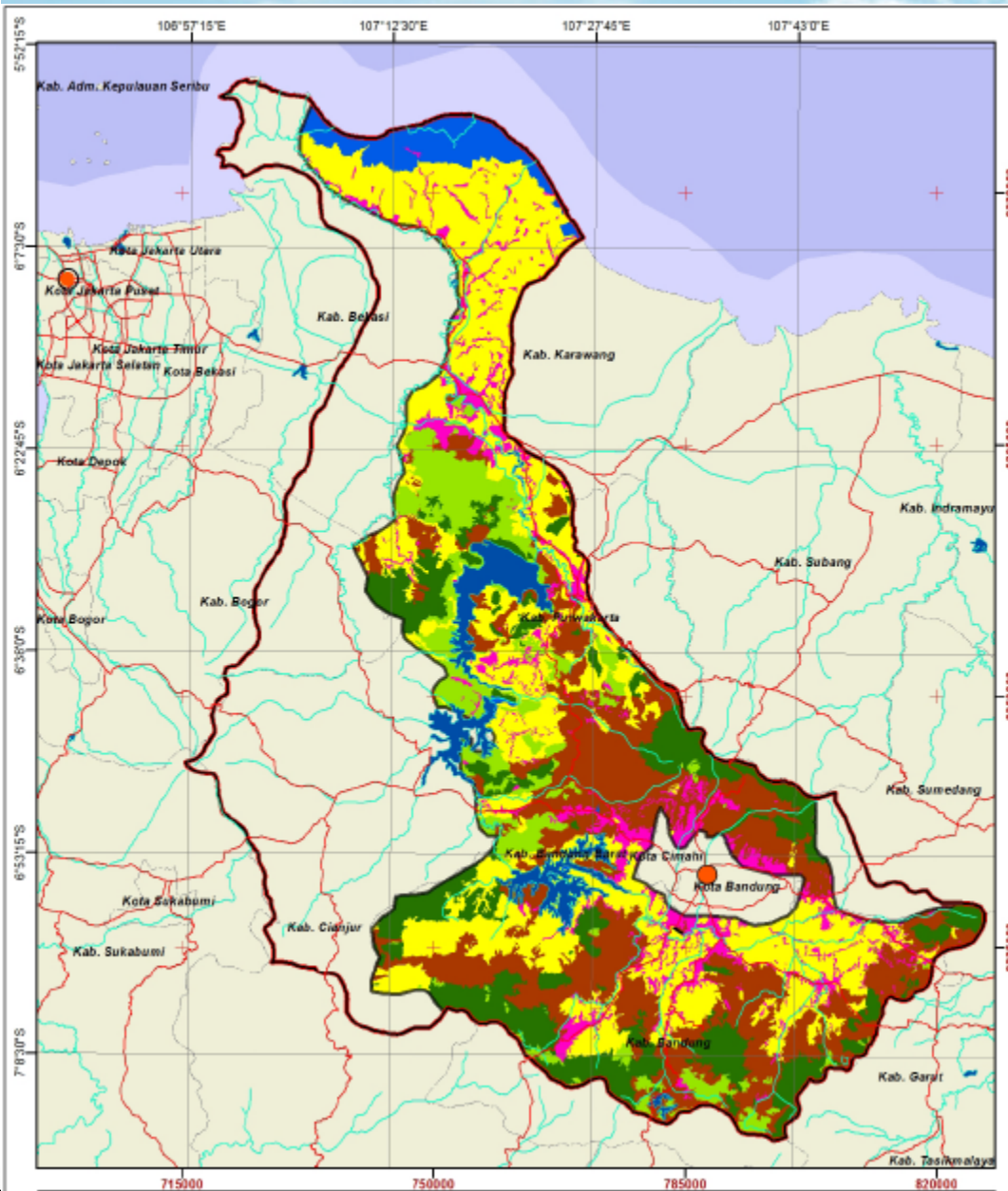


PENGUNAAN LAHAN

- Sawah
- Pertanian Lahan Kering
- Hutan
- Kebun, Belukar, Lahan Terbuka
- Permukiman

2000



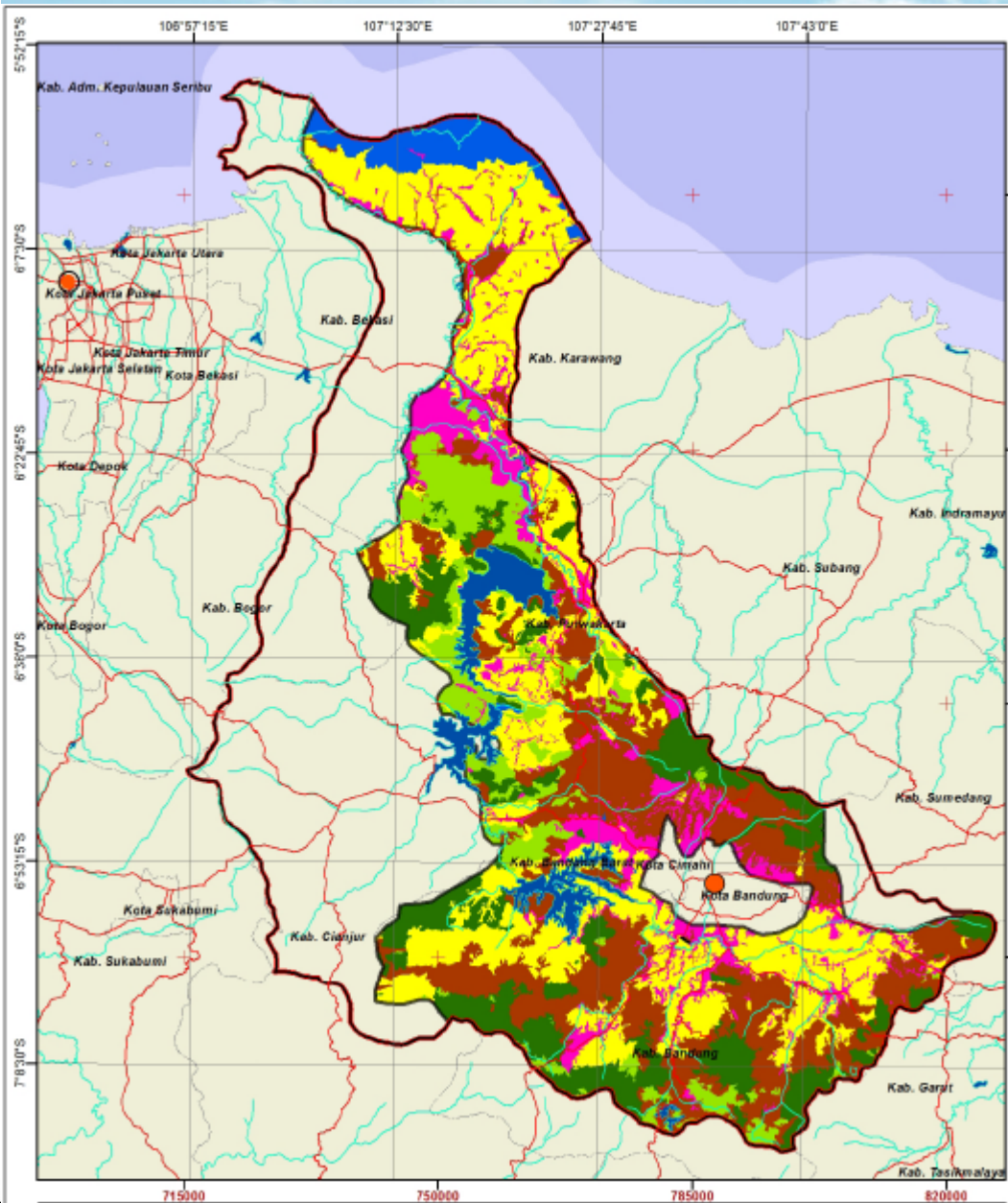


PENGUNAAN LAHAN

- Sawah
- Pertanian Lahan Kering
- Hutan
- Kebun, Belukar, Lahan Terbuka
- Permukiman

2003



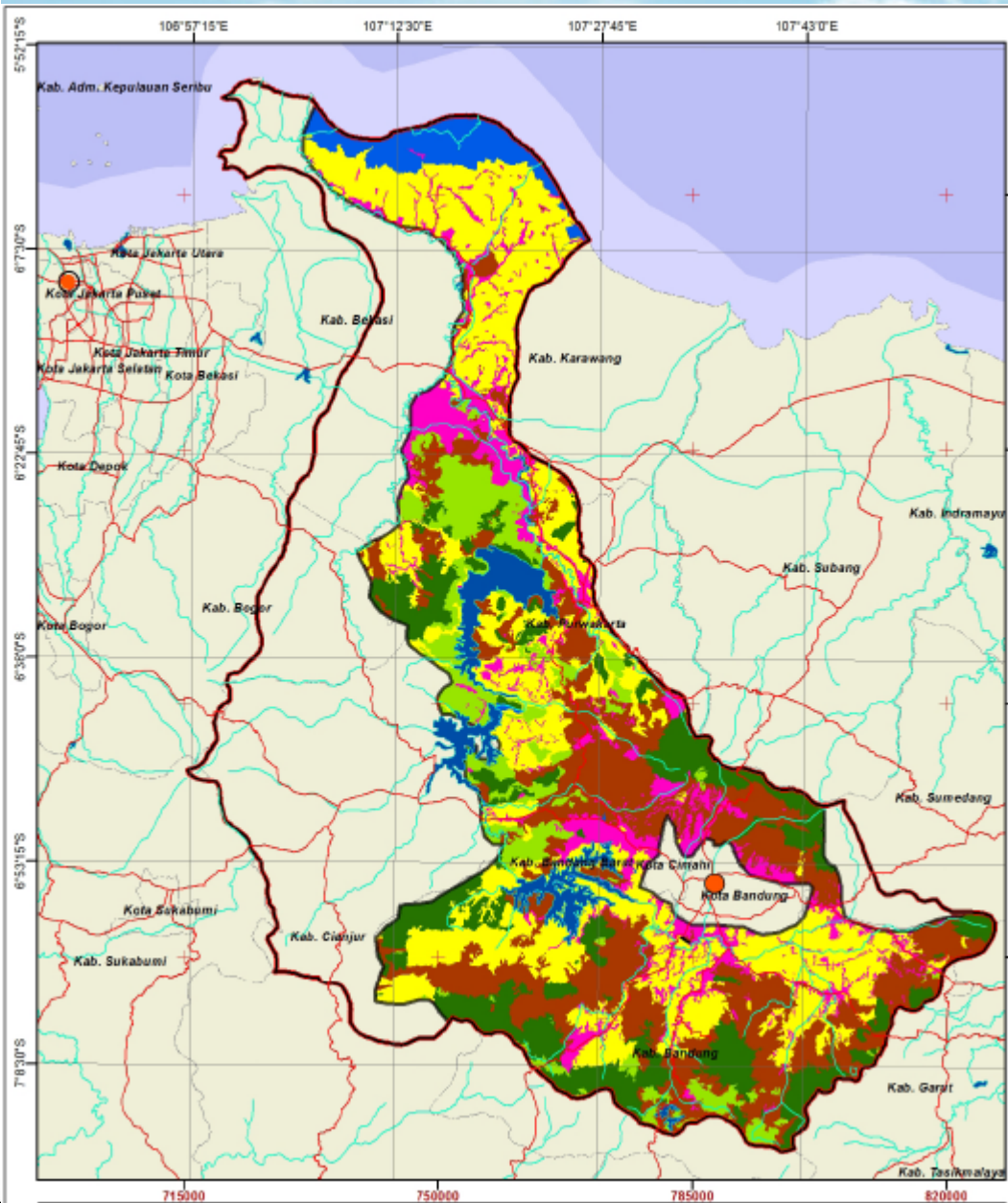


PENGUNAAN LAHAN

- Sawah
- Pertanian Lahan Kering
- Hutan
- Kebun, Belukar, Lahan Terbuka
- Permukiman

2006



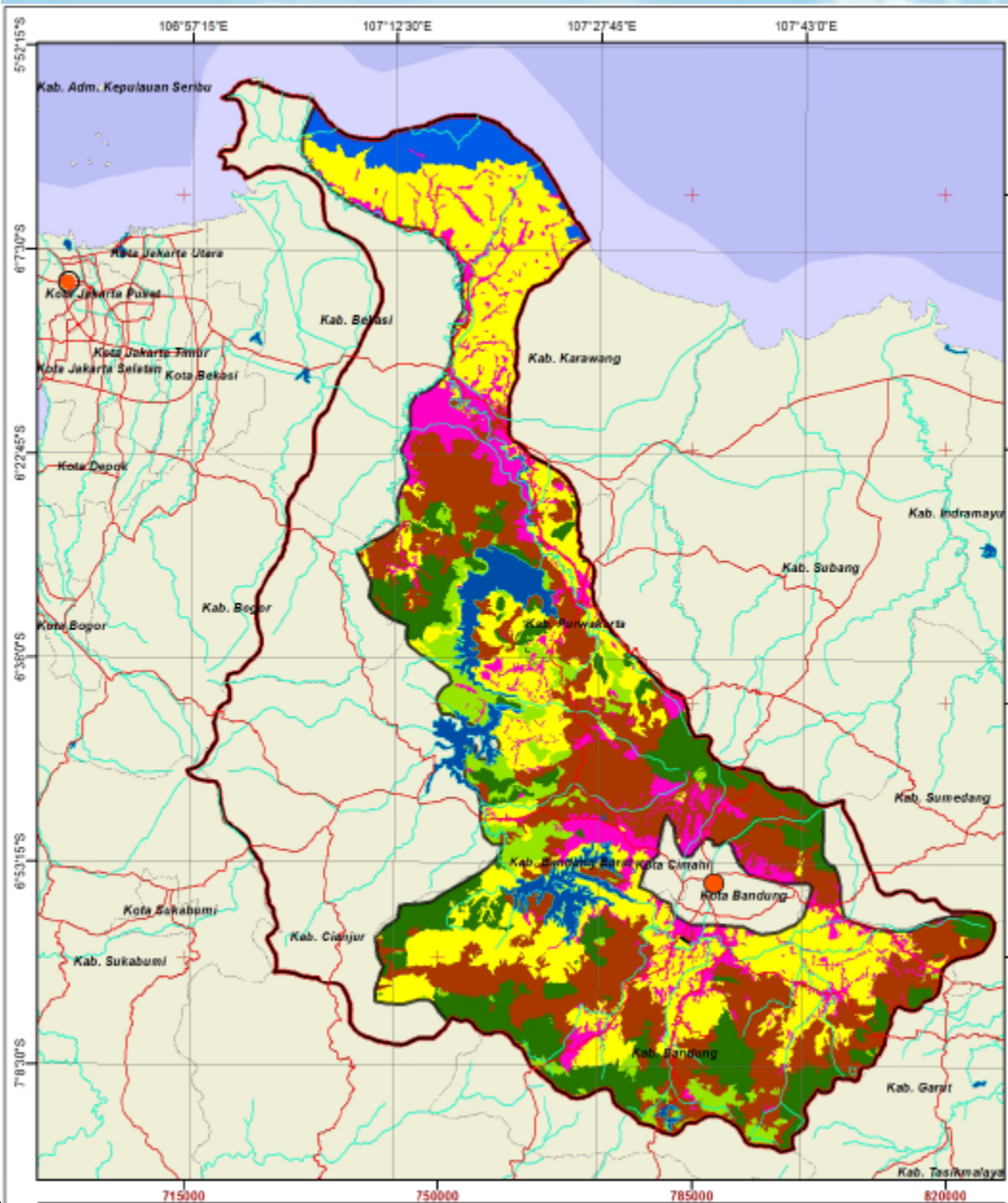


PENGUNAAN LAHAN

- Sawah
- Pertanian Lahan Kering
- Hutan
- Kebun, Belukar, Lahan Terbuka
- Permukiman

2009



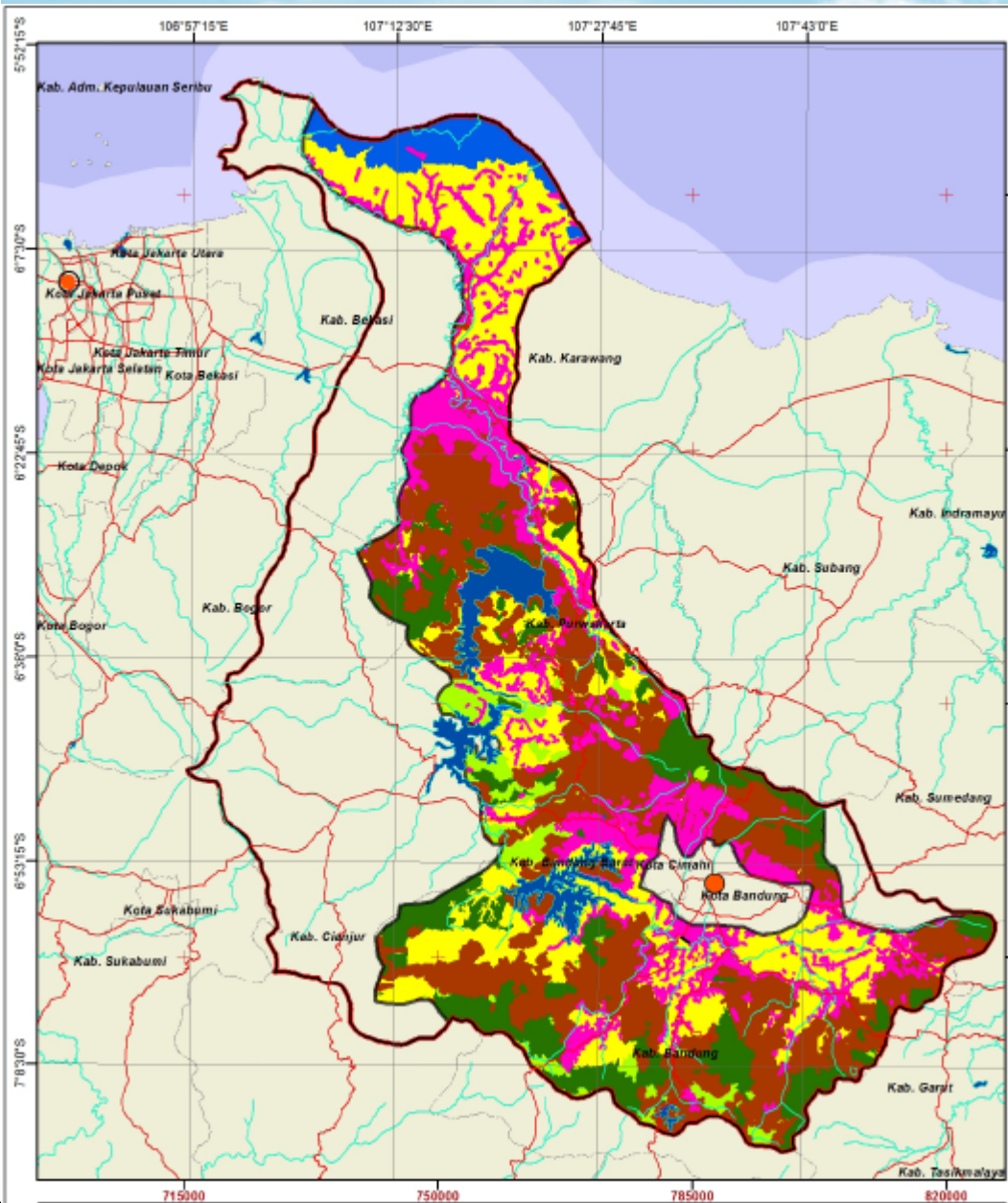


PENGUNAAN LAHAN

- Sawah
- Pertanian Lahan Kering
- Hutan
- Kebun, Belukar, Lahan Terbuka
- Permukiman

2012



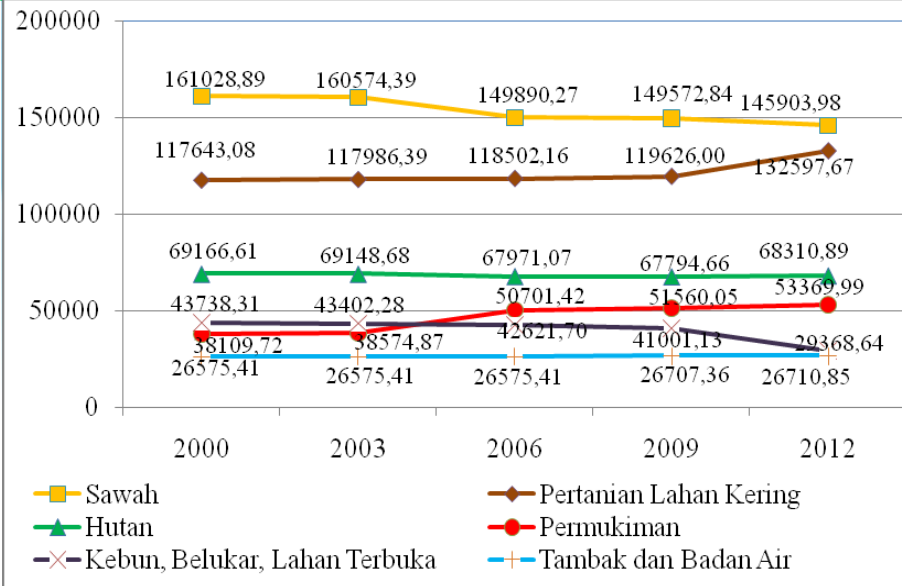


PENGUNAAN LAHAN

- Sawah
- Pertanian Lahan Kering
- Hutan
- Kebun, Belukar, Lahan Terbuka
- Permukiman

2030





Kecenderungan Perubahan kearah Permukiman dan Bangunan

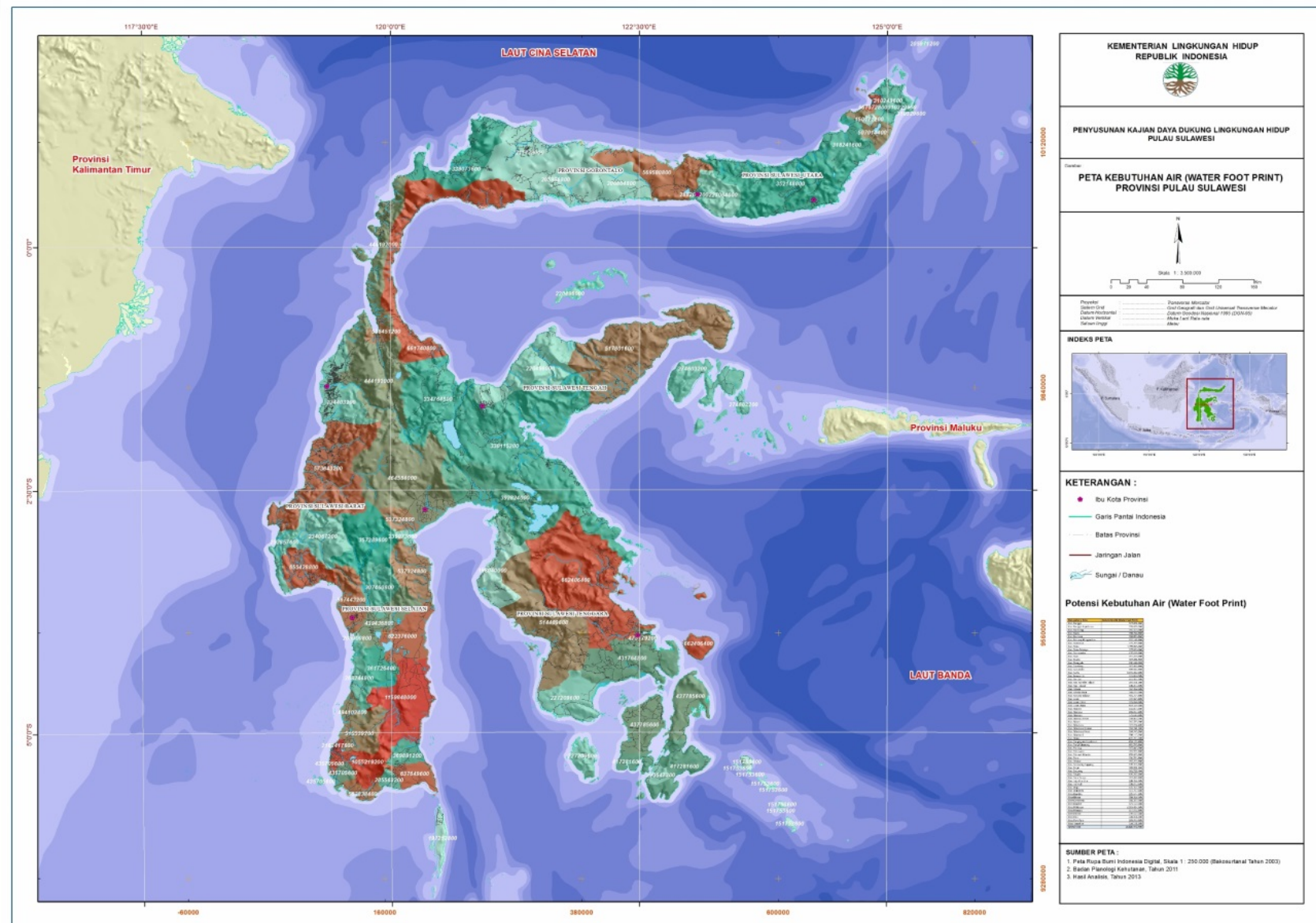
Keterangan	2012	2030
Luas	533.699.900	950.356.900
Penduduk	6.739.478	8.528.442
Luas Per orang	79,19	111,43

Penggunaan Lahan	2012	2030	Selisih	Sensitivitas
Hutan	68.310,89	61.450,69	-6.860,20	1,67
Kebun Belukar	29.368,64	18.274,77	-11.093,87	2,70
Pertanian Lahan Kering	132.597,67	150.620,04	18.022,37	4,39
Sawah	145.903,98	107.573,37	-38.330,61	9,33
Tambak dan Badan Air	26.710,85	22.600,87	-4.109,98	1,00
Permukiman & Bangunan	53.369,99	95.035,69	41.665,70	10,14



Daya Dukung Air Wilayah

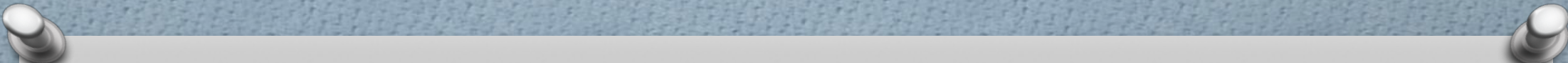
Several thin, parallel white lines of varying lengths and orientations are positioned in the bottom right corner of the slide, creating a modern, abstract graphic element.



- Kondisi ketersediaan Air Pulau Sulawesi dalam KLHS Pulau

REVIEW - Hal Yang Diperhatikan Dalam Membuat Simulasi Model

1. Batasan Sistem
2. Penentuan Tujuan
3. Stakeholder dan Kebutuhannya
4. Black Box
5. Causal Loop dan Pengelompokan Variabel (Hubungan +/-)
6. Pemilihan Tools
7. Verifikasi Data dan kelengkapan Time series, serta data given (asumsi).

- 
8. Modifikasi data, jika tidak lengkap
 9. Running Trial by error, dengan pengembangan bertahap (hindari nilai negatif)
 10. Art of simulation
 11. Validasi Model
 12. Pengecekan satuan
 13. Skenario faktor penting, Integrated dengan analisis lainnya

TERIMA KASIH

Dr. Irman Firmansyah, M.Si

- Head of System Dynamics Center-Indonesia
- Lecturer Doctoral Programme ESL&PSL (IPB)
- CEO-Exsimpro Software
- Kepala Pusat Kajian LP2B



www.irmanfirmansyah.com



0815 83 600 15



irman_f@yahoo.com



[irmansistemdinamik](https://www.facebook.com/irmansistemdinamik)



[dr.irman](https://www.instagram.com/dr.irman)



[@irmanf](https://twitter.com/irmanf)



Dr. Irman Firmansyah, MSi



Dr. Irman Firmansyah



REALIZE THE FUTURE VISION
WITH YOUR SCENARIO

www.sistemdinamik.com
www.sysdyn.org



Center for International
System Dynamics Research

EXsimpro
SOFTWARE



www.powersim.co.id
www.exsimpro.com