

## Penggunaan *System Dynamics* untuk Membangun Model Pembangunan Pertanian

**Rachmini Saparita**

Peneliti Bidang Pembangunan Pertanian  
Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Jl. KS TUBUN no. 5 Subang Jawa Barat  
Telp. 0260-411478; Fax: 0260-411239  
e-mail:saparita@lipi.go.id; saparita@subang-java.com

### ABSTRAK

Metode *system dynamics* telah dipergunakan untuk mengembangkan alat bantu analisis dalam menelaah masalah pembangunan pertanian di Indonesia. Model dapat menghasilkan informasi yang dipergunakan untuk mencari pemecahan permasalahan yang diteliti. Model juga dapat mengkaji struktur sistem yang menyebabkan suatu kejadian pada pembangunan pertanian, yang berfokus pada interaksi dinamis antara komponen-komponen sistem secara komprehensif. Proses pengembangan model pembangunan pertanian di Indonesia dengan metode *system dynamics* dilakukan sebanyak lima tahap yaitu: (1) penentuan masalah yang diteliti; (2) formulasi hipotesis dinamik; (3) formulasi model simulasi; (4) pengujian model (validasi); (5) evaluasi dan perancangan usulan kebijakan. Model pembangunan pertanian teruji valid setelah melalui verifikasi struktur, perilaku dan implikasi kebijakan. Dari hasil tersebut model yang terhasil dapat dijadikan laboratorium untuk menguji coba kebijakan-kebijakan yang dapat dijalankan oleh pengambil keputusan untuk meningkatkan pendapatan petani khususnya, sebelum kebijakan tersebut dijalankan secara riil di lapangan. Simulasi alternatif kebijakan yang dicobakan pada program model komputer yang valid dapat menjadi acuan pemerintah dalam menghasilkan kebijakan yang akan dijalankan.

**Kata kunci:** System Dynamics, Model, Pembangunan Pertanian.

### 1. PENDAHULUAN

Metode *system dynamics* yaitu metode yang menelaah struktur sistem yang menyebabkan suatu kejadian, berfokus pada interaksi dinamis antara komponen-komponen sistem tersebut secara komprehensif. Metode *system dynamics* dipergunakan untuk mengembangkan alat bantu analisis dalam menelaah masalah pembangunan pertanian di Indonesia. Penggunaan *system dynamics* pada model pembangunan pertanian ditekankan pada tujuan-tujuan peningkatan pengertian tentang bagaimana tingkah laku sistem dalam proses transformasi pertanian muncul dari struktur kebijakan pembangunan negara.

Pembuatan model pembangunan pertanian dengan metode *system dynamics* dilakukan bantuan komputer, mengacu pada penjelasan (Forrester, 1994, 1995), karena kemampuannya untuk menetapkan konsekuensi dinamik setiap komponen model yang saling berinteraksi, dan setiap konsep ataupun asumsi tentang sistem nyata, dinyatakan secara lebih jelas. Persamaan matematika digunakan dalam menggambarkan model tersebut. Konsekuensi-konsekuensi dinamik yang muncul karena adanya interaksi antar asumsi-asumsi disimulasikan. Hasil simulasi model komputer memungkinkan asumsi-asumsi tentang masalah proses transformasi dalam pembangunan pertanian dapat dikaji kembali.

Model yang dibuat merupakan simplifikasi dari proses transformasi pertanian yang terjadi ketika program pembangunan pertanian dijalankan oleh Pemerintah Indonesia, sehingga model menjadi laboratorium tempat eksperimen kebijakan pembangunan pertanian dianalisis. Model dapat menghasilkan informasi yang dipergunakan untuk mencari pemecahan permasalahan yang diteliti. Model juga dapat mengkaji struktur sistem yang menyebabkan suatu kejadian pada pembangunan pertanian, yang berfokus pada interaksi dinamis antara komponen-komponen sistem secara komprehensif.

Penggunaan *system dynamics* dilakukan untuk melihat kecenderungan dinamik secara umum. Pemilihan metode *system dynamics* didasarkan pada keunggulannya, yang menurut Meadows dan Robinson (1985:34) dapat melihat kondisi sistem secara keseluruhan, apakah sistem stabil, atau tidak stabil, berfluktuasi, sedang tumbuh, sedang menurun, mengoreksi diri, atau dalam kesetimbangan. Disamping itu, pemilihan metode juga didasarkan pada persyaratan yang dijelaskan Sterman (2000:107-118), bahwa permasalahan yang diselidiki mempunyai sifat dinamis, yang menyangkut kuantitas yang berubah terhadap waktu, yang dapat dituangkan ke dalam grafik variabel terhadap waktu. Permasalahan yang dimodelkan digambarkan dengan hubungan umpan balik yang tertutup. Hubungan umpan balik mencakup lingkaran

(umpan balik) positif dan negatif. Untuk mendapatkan model yang sah, maka dilakukan perbandingan dengan kenyataan di lapangan secara terus menerus dan berulang ulang sesuai dengan prosedur ilmiah. Perbandingan berulang-ulang antara model komputer dengan kenyataan, melalui data empirik dari lapangan, membuat model menjadi lebih komunikatif terhadap isu-isu yang dihasilkan.

## 2. PENELITIAN MODEL PEMBANGUNAN PERTANIAN TERDAHULU

Penelitian yang diajukan bersumber pada deskripsi yang dikembangkan Timmer (1997) dengan pendekatan deskriptif. Menurut Timmer, terjadinya proses transformasi pertanian sebagai hasil pembangunan pertanian, khususnya di negara sedang berkembang, dapat dilihat pertumbuhan ekonomi pertanian. Apabila pembangunan pertanian berjalan mulus, maka transformasi pertanian berlangsung baik, produktivitas di sektor pertanian meningkat, sehingga perekonomian di sektor pertanian tidak tertinggal dari perekonomian di sektor non pertanian, khususnya dalam kesejahteraan masyarakat tani.

Berdasarkan penjelasan Timmer (1997) bahwa semakin pembangunan pertanian berjalan, semakin meningkat produktivitas pertanian. Peningkatan produktivitas pertanian karena pesatnya teknologi pertanian memicu pesatnya perkembangan produktivitas pertanian, sampai pada suatu saat mencapai nilai maksimum dan mengalami *leveling-off*, karena secara alamiah produktivitas pertanian (khususnya produktivitas lahan mengalami degradasi), memasuki tahap “dewasa” dalam proses pertumbuhannya. Pola pertumbuhan pada umumnya mengikuti pertumbuhan kurva S (Sterman, 2000:116). Berdasarkan penjelasan Timmer (1997) dan Staatz (1998) bahwa proses transformasi dapat dilihat dengan beralihnya pertanian individu dari pola subsistensi ke komersial. Penelitian yang dilaksanakan oleh Gollin *et al.* (2002a,2002b) menginformasikan bahwa produktivitas pertanian yang tinggi dapat menyebabkan pesatnya pembangunan dan pertumbuhan negara, sedangkan produktivitas yang rendah menyebabkan penundaan proses awal industrialisasi negara dalam waktu yang sangat panjang.

## 3. TAHAP PENGEMBANGAN MODEL PEMBANGUNAN PERTANIAN DI INDONESIA

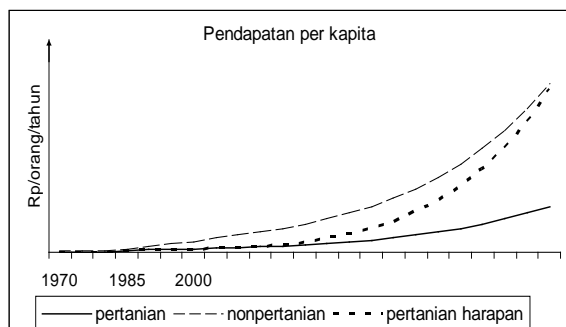
Proses pengembangan model pembangunan pertanian di Indonesia dengan pendekatan *system dynamics* dilakukan sebanyak lima tahap (Sterman, 2000:86), yaitu: (1) penentuan masalah yang diteliti; (2) formulasi hipotesis dinamik; (3) formulasi model simulasi; (4) pengujian model (validasi); (5) evaluasi dan perancangan usulan kebijakan.

### 3.1 Penentuan Masalah yang diteliti

Dalam langkah ini, beberapa hal yang dilakukan adalah: pemilihan tema sentral penelitian; penentuan variabel-variabel kunci; selang waktu yang diteliti; serta identifikasi pola referensi.

- *Tema sentra penelitian*  
Tema sentral penelitian diangkat dari fenomena yang telah digambarkan Timmer (1997), yaitu apabila pembangunan pertanian berjalan mulus, maka transformasi pertanian berlangsung baik, produktivitas di sektor pertanian meningkat, sehingga perekonomian di sektor pertanian tidak tertinggal dari perekonomian di sektor non pertanian, khususnya dalam kesejahteraan masyarakat tani.
- *Variabel-variabel kunci*  
Variabel-variabel kunci pada pembangunan pertanian adalah penduduk, produksi, konsumsi, lahan, tenaga kerja, pendapatan, tingkat pendidikan, teknologi dan komersialisasi pertanian
- *Selang waktu yang diteliti*  
Selang waktu yang diteliti menyangkut seberapa luas cakupan ke depan dan ke belakang yang ditelaah. Cakupan ke belakang didasarkan pada sejarah pembangunan pertanian Indonesia data empiris yang diambil pada selang 1960-2002. Cakupan ke depan dilihat pada selang waktu 48 tahun mendatang, dengan asumsi proses transformasi pertanian di Indonesia terjadi dalam selang waktu 90 tahun setelah program pembangunan pemerintahan Indonesia modern berlangsung (1960-2050). Pengambilan selang waktu 90 tahun didasarkan pada sejarah berlangsungnya proses transformasi pertanian di negara maju seperti Inggris (sekitar 1750-1875); Amerika (sekitar 1820-1960); Jepang (sekitar 1880-1970); Taiwan dan Korea (sekitar 1912-1970) (Hayami dan Ruttan (1979:3-26); Johnston dan Kilby (1975:183-233); Yamada dan Hayami (1979:33-58); Lee dan Chen (1979:59-89); Ban (1979:90-116); Kuncoro (1997:140).
- *Identifikasi pola referensi*  
Identifikasi pola referensi dilakukan untuk mencari gambaran perilaku persoalan (*problem behavior*) pada sekumpulan variabel-variabel yang berhubungan dengan proses transformasi pertanian di Indonesia. Dari data berbagai publikasi BPS, dapat dilihat bahwa perkembangan pendapatan masyarakat di sektor pertanian sebagai cerminan kesejahteraan masyarakat tani di Indonesia pada masa lalu lebih rendah jika dibandingkan dengan pendapatan mereka di sektor non pertanian. Seiring dengan berjalannya waktu, maka perbedaan pendapatan antar sektor semakin besar. Dengan pola perkembangan seperti itu, apabila sistem berjalan tanpa ada perubahan kebijakan yang lebih kondusif pada pembangunan pertanian, maka perkembangan selanjutnya diprediksi seperti Gambar 1. Pola

referensi pendapatan pertanian yang menjadi harapan ketika pembangunan pertanian berlangsung (pertanian harapan).



Gambar 1. Pola Referensi pendapatan per kapita masyarakat di sektor pertanian dan non pertanian

### 3.2 Formulasi Hipotesis Dinamik

Setelah pola referensi diidentifikasi, maka beberapa tahap dilakukan dalam memformulasikan hipotesis dinamis, antara lain: membangun hipotesis awal yang mendasari pola referensi; menentukan variabel endogen dan eksogen; mengembangkan peta struktur sebab akibat.

- *Membangun hipotesis dinamis*  
Hipotesis dinamik yang diajukan dapat dilakukan beberapa kali, karena mungkin pengajuan hipotesis awal belum tepat. Beberapa iterasi dari formulasi, perbandingan dengan bukti empiris, dan reformulasi untuk sampai pada suatu hipotesis yang logis dan sah secara empiris dilakukan. Hipotesis dinamis awal yang diajukan adalah: *Proses pembangunan pertanian di Indonesia tidak dapat mengantarkan peningkatan kesejahteraan masyarakat taninya.*
- *Menentukan variabel endogen dan eksogen sebagai batasan model*  
Batas model dibuat berdasarkan hipotesis yang diajukan. Variabel-variabel yang dianggap sebagai variabel endogen dan variabel eksogen ditentukan kembali. Variabel-variabel tersebut merupakan variabel yang dapat mempresentasikan perubahan-perubahan kebijakan ataupun gangguan-gangguan dari luar model. Variabel endogen dan variabel eksogen sebagai batas model tersaji pada Tabel 1.
- *Membuat peta struktur sebab akibat*  
Peta struktur sebab akibat telah dibangun berdasarkan hipotesis dinamik awal, variabel kunci, pola referensi, dan data-data empiris yang terkumpul. Pembangunan pertanian direpresentasikan menggunakan diagram hubungan kausal (Gambar 2). Diagram hubungan kausal yang merupakan hubungan sebab akibat adalah representasi dari struktur perilaku yang berinteraksi dibuat berdasarkan batas model yang ditentukan. Hubungan umpan balik yang merupakan blok pembentuk model,

diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkaran umpan balik menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkari, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi statistik. Hubungan sebab akibat antara sepasang variabel dipandang bahwa hubungan variabel tersebut dengan variabel lain di dalam sistem dianggap tidak ada.

### 3.3 Formulasi Model Simulasi

Setelah hipotesis dinamis dibangun, maka tahap selanjutnya adalah membangun formulasi model simulasi, yang terdiri dari: pengembangan formulasi struktur model; pendugaan nilai parameter dan kondisi awal; serta pengujian (verifikasi) model.

- *Formulasi struktur model*  
Untuk mendapatkan model yang dapat disimulasikan dengan komputer, diagram hubungan sebab akibat yang merupakan model konseptual diterjemahkan ke dalam bahasa komputer menggunakan perangkat lunak *Powersim*. Variabel-variabel yang terlibat, diterjemahkan ke dalam dua jenis variabel *system dynamics*, yaitu *stock* (stok) atau *level*, dan *flow* (aliran) atau disebut juga *rate*. Stok merupakan hasil akumulasi sistem, yang menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. Stok bertambah dengan adanya aliran masuk (*inflow*) dan berkurang saat ada aliran keluar (*outflow*). *Flow* (aliran) merupakan kegiatan yang mempengaruhi stok (Stermann, 2000:192). Untuk memudahkan hubungan antara stok dan aliran, maka variabel tambahan (*auxiliary variable*) digunakan (Stermann, 2000:202). Variabel tambahan biasanya terdiri dari konstanta atau input dari variabel eksogen yang mempengaruhi stok. Untuk kebutuhan simulasi model yang dibangun, seluruh variabel tersebut dinyatakan dalam persamaan matematika.
- *Pendugaan nilai parameter*  
Nilai-nilai parameter dan pendugaan kondisi awal diberikan berdasarkan data empiris atau melalui percobaan nyata di lapangan (Tabel 2). Program komputer dijalankan dengan memberikan nilai parameter-parameter, hubungan perilaku sistem, dan kondisi awal sistem
- *Verifikasi model*  
Verifikasi model dilakukan dengan cara menguji model komputer yang dibangun apakah terbebas dari kesalahan-kesalahan penulisan notasi, simbol, atau logika. Pengujian terus menerus dilakukan sampai tidak ditemukan kesalahan lagi.

### 3.4 Pengujian Model

Pengujian yang dilakukan pada model mengikuti kaidah-kaidah pengujian yang diterapkan pada pendekatan *system dynamics*, yaitu: Pengujian struktur model; pengujian perilaku model; dan pengujian implikasi kebijakan (Stermann, 1984,2000:859-860).

Pengujian struktur model meliputi verifikasi struktur, verifikasi parameter, kondisi ekstrim, batasan-batasan variabel, dan konsistensi dimensi. Verifikasi struktur dilakukan melalui pemeriksaan konsistensi struktur model dengan pengetahuan deskriptif sistem yang terlibat dalam proses transformasi pertanian. Verifikasi parameter dilakukan melalui penggunaan data empiris pada nilai-nilai awal parameter model.

Tabel 1. Batas-Batas Model pembangunan Pertanian Indonesia

| Variabel Endogen  | Variabel Eksogen  | Diabaikan                            |
|---|---|--------------------------------------|
| <b>1. Submodel Penduduk</b>   |   |                                      |
| Populasi penduduk   |   | Migrasi                              |
| Tingkat kelahiran   |   |                                      |
| Tingkat kematian  |   |                                      |
| <b>2. Submodel Tenaga Kerja &amp; Tingkat Pendidikan</b>                    |   |                                      |
| Tenaga kerja pertanian  | Proporsi penduduk usia kerja                              | Faktor migrasi Naker musiman         |
| Tenaga kerja non pertanian  |   | Jenis kelamin                        |
| Kapasitas pendidikan  | Pertambahan pendidikan normal                             |                                      |
| Pertambahan kapasitas pendidikan  |   |                                      |
| Pengurangan kapasitas pendidikan  |   |                                      |
| <b>3. Submodel Lahan Pertanian</b>  |   |                                      |
| Lahan potensial   | kebijakan perluasan lahan                                 | Jenis lahan sawah dan kering (tegal) |
| Perluasan lahan pertanian   |   | Penghijauan                          |
| Perluasan lahan non pertanian   |   |                                      |
| penyusutan lahan pertanian  |   |                                      |
| Lahan pertanian   |   |                                      |
| Lahan non pertanian   |   |                                      |
| Luas panen  |   |                                      |
| <b>4. Submodel Produksi</b>   |   |                                      |
| Produktivitas lahan   | Produktivitas skenario                                    | Kegagalan panen                      |
| Produksi pertanian  |   | Susut panen                          |
| Regenerasi lahan  |   |                                      |
| Degradasi lahan   |   |                                      |
| <b>5. Submodel Konsumsi Pangan</b>  |   |                                      |
| Potensi ekspor pangan   |   | Cadangan beras                       |
| Alokasi impor   |   |                                      |
| Kebutuhan pangan penduduk   |   |                                      |
| Kebutuhan impor pangan  |   |                                      |
| Alokasi konsumsi pangan   |   |                                      |
| Pasokan pangan penduduk   |   |                                      |
| <b>6. Submodel Komersialisasi Pertanian &amp; Perdagangan Internasional</b> |   |                                      |
| Impor pangan  | Kondisi cadangan devisa                                   | Efek permintaan eksternal ekspor     |
| Ekspor pangan   | disparitas harga  | Efek permintaan internal impor       |
|   |   | Kuota perdagangan                    |
| <b>7. Submodel Pendapatan</b>   |   |                                      |
| PDB pertanian   | Harga pertanian   | Pajak                                |
| PDB non pertanian   |   | Inflasi                              |
| PDB Total   |   | Bencana alam                         |
| Pendapatan pertanian per kapita   |   | Perang, kerusakan                    |
| Pendapatan non pertanian per kapita   |   | Potongan-potongan pendapatan         |
| <b>8. Submodel Modal &amp; Teknologi</b>                                    |   |                                      |
| Depresiasi (pertanian & non pertanian)                                      | Waktu depresiasi (pertanian & nonpertanian)               |                                      |
| Penanaman investasi (pertanian & non pertanian)                             | Pertumbuhan PDB (pertanian/non pertanian) yang diinginkan |                                      |
| modal (pertanian & non pertanian)   | ICOR  |                                      |

Tabel 2. Beberapa Nilai Awal Parameter Variabel Utama Model Pembangunan Pertanian

| No | Nama Variabel  | Nilai awal           | Satuan               | Estimasi |
|----|--|----------------------|----------------------|----------|
| 1  | <b>Submodel Penduduk</b>   |                      |                      |          |
|    | Populasi penduduk  | 95075928             | Orang                | S,C      |
|    | Harapan hidup  | 45                   | tahun                | S,C      |
|    | Total Frertility Rate  | 5,4                  | -                    | S,C      |
| 2  | <b>Submodel Tenaga Kerja</b>   |                      |                      |          |
|    | Fraksi tenaga kerja nonpertanian   | 0,55                 | -                    | S        |
|    | Tingkat partisipasi angkatan kerja                                       | 0,60                 | -                    | S        |
|    | Tingkat pendidikan (penduduk) awal                                       | 2                    | tahun                | S        |
|    | Pertambahan (pendidikan) historis  | 0,45                 | Tahun/tahun          | S        |
| 3  | <b>Submodel Lahan Pertanian</b>  |                      |                      |          |
|    | Lahan potensial  | 69164876             | Hektar               | S,C      |
|    | Lahan_pertanian  | 10032523             | Hektar               | S,C      |
|    | Lahan_non pertanian  | 2734384 <sup>1</sup> | Hektar               | S,C      |
| 4  | <b>Submodel Produksi</b>   |                      |                      |          |
|    | produktivitas_lahan  | 4964,11643           | kcal/(hektar* tahun) | S,C      |
|    | Produksi_pertanian   | -                    | Kkal/tahun           | C        |
| 5  | <b>Submodel Konsumsi Pangan</b>  |                      |                      |          |
|    | Kebutuhan_pangan_per_kapita  | 774                  | Kkal/tahun           | S,C      |
| 6  | <b>Submodel Komersialisasi Pertanian &amp; Perdagangan Internasional</b> |                      |                      |          |
|    | Ekspor_pangan  | -                    | Kkal/tahun           | C        |
|    | Impor_pangan   | -                    | Kkal/tahun           | C        |
| 7  | <b>Submodel Pendapatan</b>   |                      |                      |          |
|    | PDB total  | -                    | Rp/tahun             | C        |
|    | PDB_non pertanian  | 25817 milyar         | Rp/tahun             | C        |
|    | PDB_pertanian  | -                    | Rp/tahun             | C        |
| 8  | <b>Submodel Modal &amp; Teknologi</b>                                    |                      |                      |          |
|    | Modal_non pertanian  | -                    | Rp                   | C        |
|    | modal_pertanian  | 1539,8 milyar        | Rp                   | S,C      |

Metode Estimasi:

C = dihitung oleh model dari parameter

Q = diperkirakan dari data kualitatif

S = diperkirakan dari data sekunder

Nilai parameter (-), dihitung oleh model

Beberapa kondisi ekstrim dicobakan untuk melihat konsistensi perilaku model. Batasan-batasan model dibangun, serta konsisten dimensi diperiksa.

Berbagai pengujian perilaku model diberikan untuk memvalidasi model yang dikembangkan. Pengujian model yang dipilih didasarkan pada pengamatan visual yang menurut Goldsmith dan Hebert (tanpa tahun) biasa dipergunakan untuk memvalidasi model komputer yang dikembangkan dengan pendekatan *system dynamics*. Pengujian dilanjutkan menggunakan metode statistika yang direkomendasikan Sterman (1984, 2000;875). Pengujian secara visual dan statistika juga telah dipergunakan Sterman (1981) dalam menguji model yang dikembangkan menggunakan *system dynamics*.

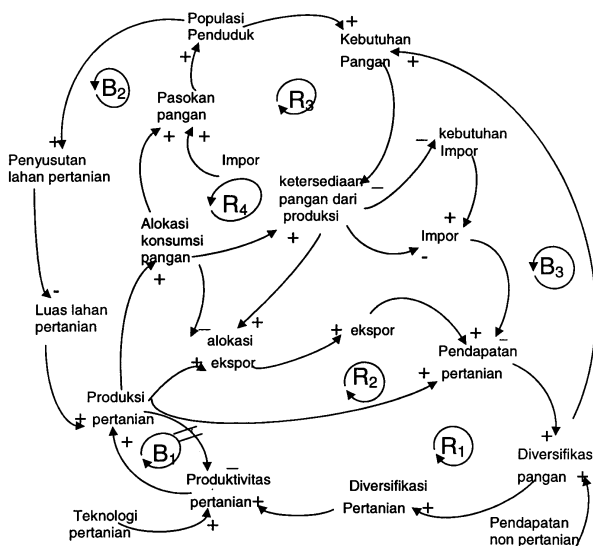
Pengujian model menurut Sterman (2000:890) ditujukan untuk melihat apakah model sesuai dengan

maksud tujuan yang ingin dicapai. Melalui eksperimen simulasi, iterasi dari langkah kedua sampai keempat di atas dilakukan dalam rangka menghasilkan model yang teruji. Hasil simulasi komputer seyogyanya sesuai dengan model referensi yang dibangun dari data empiris di lapangan.

Model komputer juga diuji dengan memberikan kondisi-kondisi ekstrim untuk mengetahui apakah sistem yang dimodelkan dibangun dari struktur yang realistik. Pengujian-pengujian sensitivitas dijalankan menggunakan asumsi parameter dan batas model yang berlaku. Hasil pengujian model tersaji pada Tabel 3. Pengujian implikasi kebijakan dilakukan sejalan dengan evaluasi dan usulan kebijakan program pembangunan pertanian.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kontribusi Kesalahan Model

| Variabel                            | % bias | % var  | % kov  | RMSPE (total error) |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|---------------------|
| Penduduk                            | 1,62%  | 0,09%  | 0,77%  | 2,47%               |
| Tenaga Kerja Pertanian              | 2,02%  | 0,18%  | 6,71%  | 8,91%               |
| Tenaga Kerja Non pertanian          | 0,26%  | 1,22%  | 17,87% | 19,35%              |
| Luas Panen                          | 0,12%  | 3,54%  | 2,03%  | 5,69%               |
| Produktivitas Lahan                 | 0,66%  | 0,19%  | 4,99%  | 5,84%               |
| Produksi Pertanian                  | 0,52%  | 1,77%  | 3,464% | 5,76%               |
| Pendapatan Pertanian                | 1,10%  | 10,23% | 2,49%  | 13,82%              |
| Pendapatan Non pertanian            | 3,44%  | 6,58%  | 7,42%  | 17,44%              |
| Pendapatan Per kapita Pertanian     | 0,00%  | 8,05%  | 5,25%  | 13,31%              |
| Pendapatan Per kapita Non pertanian | 4,66%  | 10,56% | 15,52% | 30,73%              |
| pendidikan pertanian                | 4,88%  | 1,35%  | 6,08%  | 12,31%              |
| pendidikan non pertanian            | 9,44%  | 0,00%  | 5,05%  | 14,50%              |



Gambar 2. Hubungan sebab akibat variabel penduduk, produksi, konsumsi pangan, lahan, komersialisasi dan pendapatan pada pembangunan pertanian

**Keterangan:**

1. Anak panah yang bertanda positif dapat berarti *sebab* mempengaruhi *akibat* dengan perubahan yang sama, atau *sebab* akan menambah *akibat*.
2. Anak panah yang bertanda negatif dapat berarti *sebab* mempengaruhi *akibat* dengan perubahan yang berlawanan, atau *sebab* akan mengurangi *akibat*.

**3.5 Evaluasi dan Perancangan Usulan Kebijakan**

Evaluasi dan perancangan usulan kebijakan pada model yang dikembangkan dilakukan dengan menjalankan skenario-skenario alternatif dari kondisi-kondisi yang mungkin muncul. Kebijakan dan strategi apa yang seharusnya dijalankan atau struktur yang bagaimana yang sebaiknya ada, dicobakan pada model yang dikembangkan. Analisis “bagaimana jika” (*What...if*) suatu kondisi diberikan untuk melihat pengaruh seandainya kebijakan diimplementasikan. Melalui model pembangunan pertanian yang dikembangkan dengan bantuan komputer terhasil beberapa alternatif kebijakan yang dapat dijalankan oleh Pemerintah Indonesia dalam rangka membangun perekonomian di sektor pertanian yang tangguh, yaitu kebijakan program peningkatan intensitas tanam, adopsi teknologi, investasi di sektor pertanian, harga dasar komoditas pertanian, serta pengetahuan dan pendidikan masyarakat khususnya masyarakat tani. Dari keenam kebijakan tersebut, kebijakan terpadu dari enam program tersebut, merupakan kebijakan yang paling optimal untuk membangun perekonomian di sektor pertanian

**4. KESIMPULAN**

Model pembangunan pertanian teruji valid setelah melalui verifikasi struktur, perilaku dan implikasi kebijakan. Dari hasil tersebut model yang terhasil dapat dijadikan laboratorium untuk menguji coba kebijakan-kebijakan yang dapat dijalankan oleh pengambil keputusan untuk meningkatkan pendapatan petani khususnya, sebelum kebijakan tersebut dijalankan secara riil di lapangan. Simulasi alternatif kebijakan yang dicobakan pada program model komputer yang valid dapat menjadi acuan pemerintah dalam menghasilkan kebijakan yang akan dijalankan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] BPS. *Statistik Indonesia*, berbagai publikasi
- [2] BPS. *Indikator Kesejahteraan Rakyat*, berbagai publikasi
- [3] BPS. *Indikator Pertanian*. berbagai publikasi

- [4] Forrester, J.W., 1994. *Learning Through System Dynamics as Preparation for the 21st Century*. MIT: Cambridge. Melalui <<http://sysdyn.mit.edu/sdep/papers/D-4434-1.pdf>> [11/15/00].
- [5] \_\_\_\_\_, 1995. *Counterintuitive Behavior of Social Systems*, MIT: Cambridge. Melalui <<http://sysdyn.mit.edu/sdep/road-maps/RM1/D-4468-2.pdf>> [11/15/00].
- [6] Goldsmith, P., & Hebert, Y. (tanpa tahun). *System Dynamics, Agricultural Economics and the Process of Model Validation*. Melalui <<http://www.ace.uruc.edu/Faculty/goldsmith/dynamics.pdf>> [06/20/03].
- [7] Gollin, D., S. Parente, R. Rogerson. 2002a. "The Role of Agriculture in Development". *American Economics Review Paper and Proceedings*. 92 (2) May 2002:160-164. Melalui <<http://www.williams.edu/Economics/wp/GollinThe%20Role%20of%20Agriculture%20in%20Development.pdf>> [10/07/02].
- [8] \_\_\_\_\_, 2002b. *Structural Transformation and Cross-Country Income Differences*. Presented at NBER Summer Institute 2002. Cambridge. Mass.; and at Society for Economic Dynamics Annual Meetings 2002. New York. Melalui <<http://www.nber.org/~confer/2002/si2002/rogerson.pdf>> [10/07/02].
- [9] Hayami, Y., V.W. Ruttan. 1979. "Agricultural Growth in Four Countries" in Hayami, Y., V.W. Ruttan. H.M. Southworth. (Eds). *Agricultural Growth in Japan, Taiwan, Korea, and the Philippines*. The University Press of Hawaii. Honolulu. pp.3-26.
- [10] \_\_\_\_\_, H.M. Southworth. (Eds). 1979. *Agricultural Growth in Japan, Taiwan, Korea, and the Philippines*. The University Press of Hawaii. Honolulu.
- [11] Johnston, B.F., P. Kilby. 1975. *Agriculture & Structural Transformation: Economic Strategies in Late-Developing Countries*. New York: Oxford University Press.
- [12] Kuncoro. M. 1997. *Ekonomi Pembangunan: Teori, Masalah dan Kebijakan*. UPP AMP YKPN. Yogyakarta
- [13] Lee, Teng-hui. Yueh-eh Chen., 1979. "Agricultural Growth in Taiwan" in Hayami, Y., V.W. Ruttan, H.M. Southworth. (Eds). *Agricultural Growth in Japan, Taiwan, Korea, and the Philippines*. The University Press of Hawaii. Honolulu. pp.59-89.
- [14] Meadows, D., 1980, *The Unavoidable a Priori, in Rander, J.,(ed) Elements of the System Dynamics Methods*, Cambridge
- [15] Staatz, J.M., 1998. *What is Agricultural Transformation?*. MSU Agricultural Economics. Michigan State University. Melalui <[http://www.acc.msu.edu/agecon/fs2/ag\\_tnasformation/DefTrans.htm](http://www.acc.msu.edu/agecon/fs2/ag_tnasformation/DefTrans.htm)> [07/27/02].
- [16] \_\_\_\_\_, 1984. "Appropriate Summary Statistics for Evaluating The Historical Fit of System Dynamics Models. *Dynamic*. Vol. 10 Part II Winter. pp. 51-66.
- [17] \_\_\_\_\_, 2000. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill Higher Education. Boston.
- [18] \_\_\_\_\_, 2002. "All Models are Wrongs: Reflections on Becoming a Systems Scientist". *System Dynamics Review*. Vol. 18.no.4. pp.501-531
- [19] Timmer, C.P. 1997. "Farmer and Markets: The Political Economy of New Paradigms". *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 79 (May 1997):pp.621-627. American Agricultural Economics Association
- [20] Yamada, S., Y. Hayami. 1979. "Agricultural Growth in Japan, 1880-1970" in Hayami, Y., V.W. Ruttan, H.M. Southworth. (Eds). *Agricultural Growth in Japan, Taiwan, Korea, and the Philippines*. The University Press of Hawaii. Honolulu. pp.33-58.