

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tehnik Pengumpulan Data

Penelitian ini menganalisis keragaan ketahanan pangan gula Indonesia pada lingkup perekonomian terbuka secara agregat pada tingkat nasional. Data yang digunakan merupakan data sekunder berasal dari instansi terkait, antara lain Biro Pusat statistik (BPS), Badan Bimas Ketahanan Pangan Departemen Pertanian, Badan Urusan Logistik (Bulog), Food Agricultural Organization (FAO), Worl Bank dan sumber lainnya (akses internet). Jenis data yang digunakan adalah data deret waktu (*time series*) dengan periode waktu dari tahun 1970 sampai dengan 2002.

4.2. Metode Analisis Data

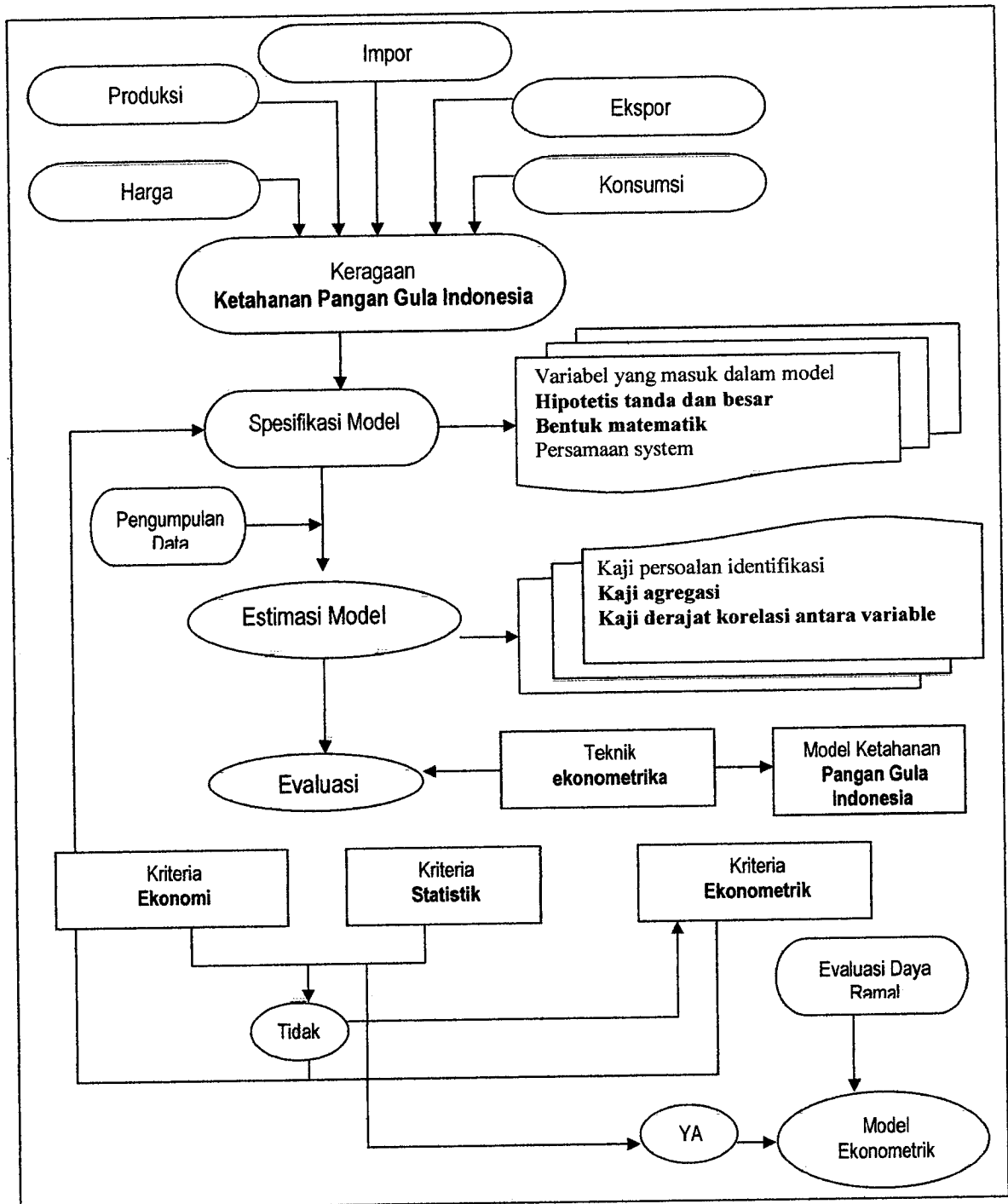
4.2.1. Tahapan Membangun Model

Konstruksi model dalam penelitian ini diawali dengan mengkaji fenomena perekonomian Indonesia berdasarkan data yang ada maupun pada penelitian sebelumnya. Setelah data terkumpul, model diduga dengan 2SLS dimana hasilnya dievaluasi dan disesuaikan dengan kriteria ekonomi, statistik maupun ekonometrika.

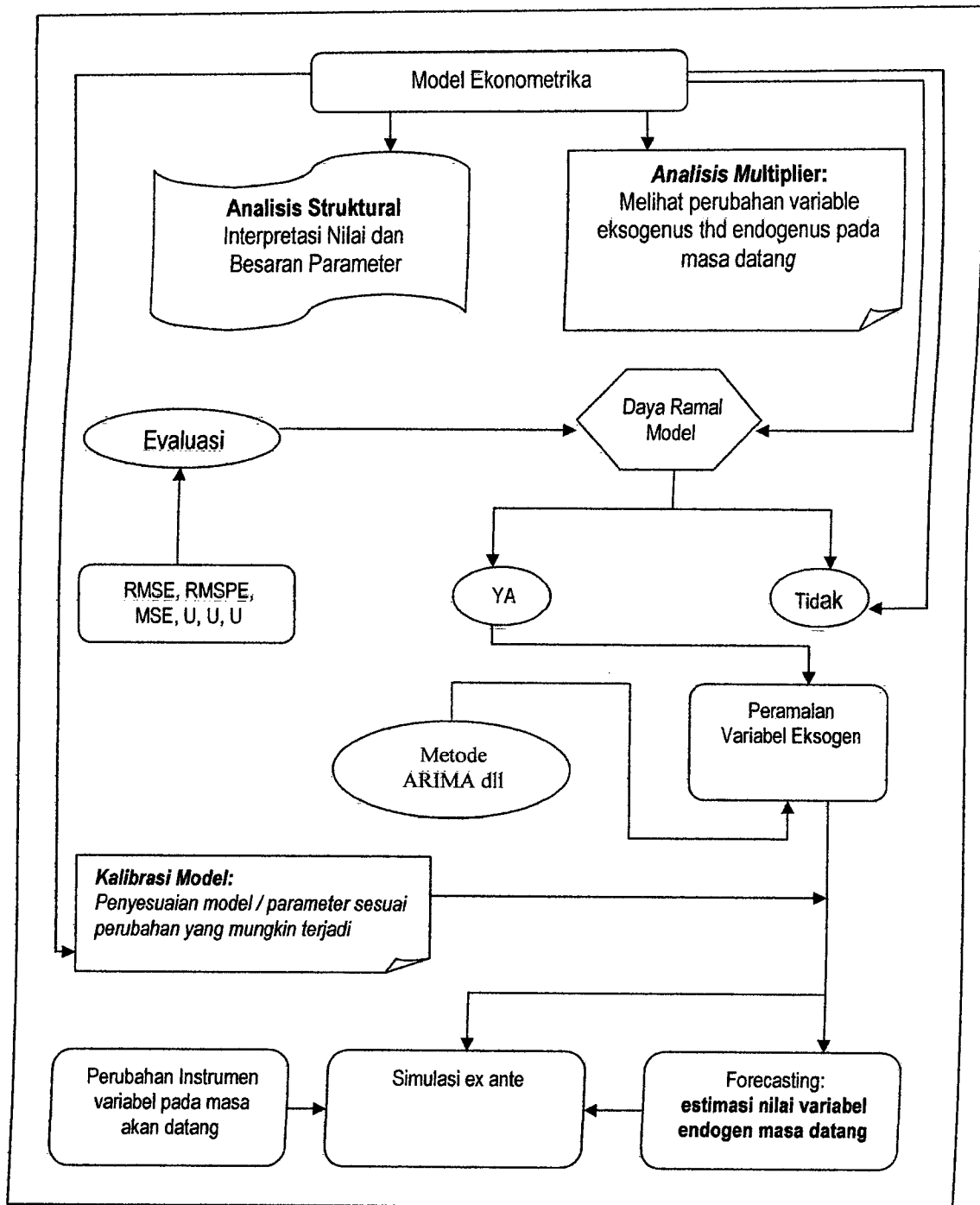
Untuk melihat baik tidaknya daya prediksi, model terlebih dahulu dilakukan validasi model dengan criteria RMSPE (*root mean square percent error*) dan koefisien U-Theil (*Theil's inequality coefficient*). Dalam rangka untuk menghasilkan penduga yang baik, maka dalam tahap ini dilakukan secara berulang-ulang pendugaan model yang diikuti dengan validasi model. Langkah

selanjutnya jika model telah diterima, maka dilakukan kalibrasi model yang disesuaikan dengan perubahan-perubahan yang terjadi di masa mendatang.

Dalam rangka menghasilkan model yang dapat digunakan untuk peramalan masa mendatang, dilakukan peramalan seluruh variabel eksogenous. Metode yang digunakan untuk meramal adalah kombinasi trend waktu dengan autoregresif, yaitu *trend-adjusted autoregressive* atau *exponential smoothing model*. Selanjutnya dari data ramalan variabel eksogenous tersebut dimasukkan ke dalam model sehingga kemudian dapat dibangun model untuk tujuan peramalan dan perumusan kebijakan yang tepat bagi masa depan ketahanan pangan utama Indonesia. Tahap-tahap membangun model dalam penelitian ini secara lengkap disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Kontruksi Model Ketahanan Pangan Gula Indonesia



Lanjutan Gambar 4.1

4.2.2. Model Ketahanan Pangan Komoditas Gula Indonesia

Model ketahanan pangan gula Indonesia dicirikan oleh keterkaitan antar produksi, konsumsi, harga, ekspor dan impor dan beberapa variabel lainnya. Dari sisi produksi, terdapat keterkaitan antara komoditas gula (tebu) dengan komoditas lain, ditunjukkan oleh adanya persaingan antar komoditas tersebut dalam penggunaan sumberdaya. Dari sisi konsumsi, perubahan harga gula akan berpengaruh terhadap turun naiknya permintaan komoditas pangan lainnya. Formulasi model ekonomi ketahanan pangan gula merupakan hipotesis penelitian dalam bentuk persamaan. Model ekonometrika yang dibangun adalah model dinamis dimana variabel lag endogen dimasukkan dalam persamaan struktural. Kerangka operasional model ketahanan pangan gula utama secara terperinci disajikan pada Gambar 11.

Luas Areal Tebu

$$\text{ATEBU}_t = d_0 + d_1 \cdot \text{PTTEBU}_t + d_2 \cdot \text{PTPADI}_t + d_3 \cdot \text{PTGUNG}_t + d_4 \cdot \text{PTLAI}_t + d_5 \cdot \text{PPUK}_t + d_6 \cdot \text{KLS}_t + d_7 \cdot \text{YTEBU}_{t-1} + d_8 \cdot \text{ATEBU}_{t-1} + d_9 \cdot T \quad (1)$$

Produktivitas Tebu

$$\text{YTEBU}_t = d_{10} + d_{11} \cdot \text{PTTEBU}_t + d_{12} \cdot \text{ATEBU}_t + d_{13} \cdot \text{PPUK}_t + d_{14} \cdot \text{TK} + d_{15} \cdot \text{KDI}_t + d_{16} \cdot \text{INV}_t + d_{17} \cdot \text{YTEBU}_{t-1} + d_{18} \cdot T \quad (2)$$

Produksi Tebu

$$\text{QTEBU}_t = \text{ATEBU}_t \cdot \text{YTEBU}_t \quad (3)$$

Produksi Gula

$$\text{QGUL}_t = k \cdot \text{QTEBU}_t \quad (3)$$

Impor Gula

$$\text{MGUL}_t = d_{20} + d_{21} \cdot \text{CGUL}_t + d_{22} \cdot \text{PMGUL}_t + d_{23} \cdot \text{ERI}_t + d_{24} \cdot \text{GDP}_t + d_{25} \cdot \text{POP} + d_{26} \cdot \text{QGUNG} + d_{27} \cdot \text{STGUL}_{t-1} + d_{28} \cdot \text{MGUL}_{t-1} + d_{29} \cdot T \quad (5)$$

Konsumsi Gula Domestik

$$\text{DGUL}_t = d_{30} + d_{31} \cdot \text{PKGUL}_t + d_{32} \cdot \text{PKRAS}_t + d_{33} \cdot \text{PKLAI}_t + d_{34} \cdot \text{PKGUNG}_t +$$

$$d_{35} \cdot POP_t + d_{36} \cdot GDP_t + d_{37} \cdot DGUL_{t-1} + d_{38} \cdot T \quad (6)$$

Keseimbangan Umum Pada Pasar Domestik

$$QGUL_t + MGUL_t + STGUL_{t-1} - SUSUT_t - XGUL_t = DGUL_t + \overline{STGUL}_{t-1} + \overline{DLGUL}_t \quad (7)$$

Harga Tebu di Tingkat Petani

$$PTTEBU_t = d_{40} + d_{41} \cdot QTEBU_t + d_{42} \cdot PKGUL_t + d_{43} \cdot PTTEBU_{t-1} + d_{43} \cdot T \quad (8)$$

Harga Gula di Tingkat Konsumen

$$PKGUL_t = d_{50} + d_{51} \cdot ERI_t + d_{52} \cdot PWGUL_t + d_{53} \cdot MGUL_t + d_{54} \cdot NPRGUL_t + d_{55} \cdot QGUL + d_{56} \cdot CGUL + d_{57} \cdot STGUL + d_{58} \cdot PMGULINA + d_{59} \cdot PKGUL_{t-1} + d_{510} \cdot T \quad (9)$$

Harga Gula Impor

$$PMRAS_t = d_{60} + d_{61} \cdot PWRAS_t + d_{62} \cdot NPRRAS \quad (10)$$

Harga Gula Impor di Indonesia

$$PMIGUL_t = PMGUL_t \cdot ERI_t / 1000 \quad (11)$$

Marjin Pemasaran Gula di Indonesia

$$MPGUL_t = PGUL_t - PTEBU_t / k \quad (12)$$

Harga Gula Dunia

$$PWGUL_t = d_{70} + d_{71} \cdot XWGUL_t + d_{72} \cdot MWGUL_t + d_{73} \cdot PWGUL_{t-1} \quad (13)$$

Total Ekspor Gula Dunia

$$XWGUL_t = \sum XGUL_{jt} \quad (14)$$

Ekspor Gula Negara BRAZIL

$$XGULZIL_{jt} = d_{80} + d_{81} \cdot EFIZIL_{jt} + d_{82} \cdot PWGUL_t + d_{83} \cdot PXGULZIL_t + d_{84} \cdot NPXGULZIL_t + d_{85} \cdot QGUNGZIL + d_{86} \cdot XGULZIL_{jt-1} \quad (15)$$

Ekspor Gula Negara THAILAND

$$XGULTLD_{jt} = d_{90} + d_{91} \cdot EFITLD_{jt} + d_{92} \cdot PWGUL_t + d_{93} \cdot PXGULTLD_t + d_{94} \cdot NPXGULTLD_t + d_{95} \cdot QGUNGTLTD + d_{96} \cdot XGULTLD_{jt-1} \quad (16)$$

Ekspor Gula Negara AUSTRLIA

$$XGULAUS_{jt} = d_{100} + d_{101} \cdot EFIAUS_{jt} + d_{102} \cdot PWGUL_t + d_{103} \cdot PXGULAUS_t + d_{104} \cdot NPXGULAUS_t + d_{105} \cdot QGUNGAUS + d_{106} \cdot XGULAUS_{jt-1} \quad (17)$$

Ekspor Gula Negara CUBA

$$XGULCUB_{jt} = d_{110} + d_{111} \cdot EFICUB_{jt} + d_{112} \cdot PWGUL_t + d_{113} \cdot PXGULCUB_t + d_{114} \cdot NPXGULCUB_t + d_{115} \cdot QGUNGCUB + d_{116} \cdot XGULCUB_{jt-1} \quad (18)$$

Ekspor Gula Negara GUATEMALA

$$XGULGUA_{jt} = d_{120} + d_{121} * EFIGUA_t + d_{122} * PWGUL_t + d_{123} * PXGULGUA_t + d_{124} * NPXGULGUA_t + d_{125} * QGUNGUA + d_{126} * XGULGUA_{jt-1} \quad (19)$$

Total Impor Dunia Komoditas Gula

$$MWGUL_t = \Sigma MGUL_{jt} \quad (20)$$

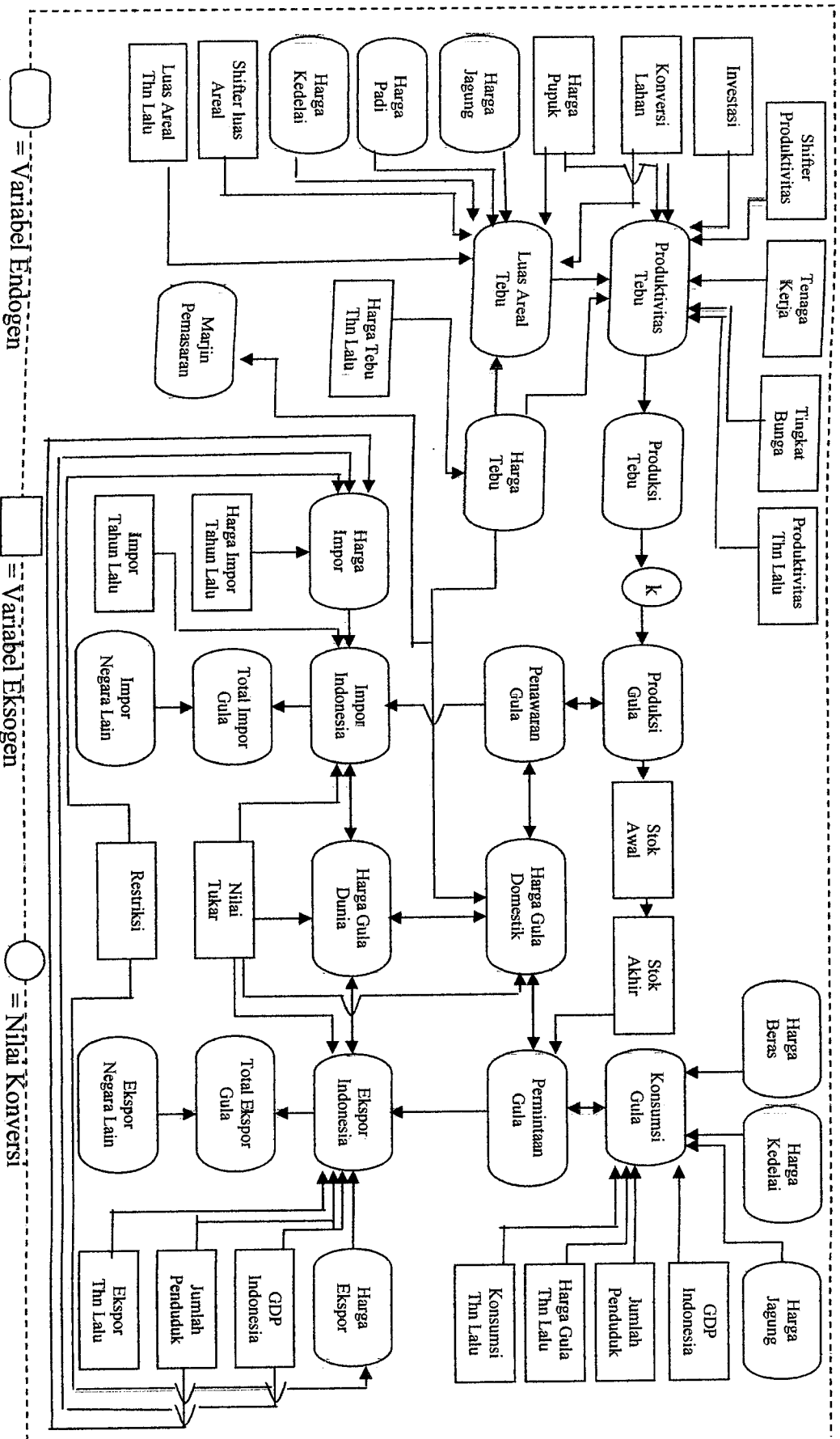
Impor Gula Negara J

$$MGUL_{jt} = d_{130} + d_{131} * EFI_t + d_{132} * PWGUL_t + d_{133} * PMGUL_t + d_{134} * NPRGUL_t + d_{135} * MGUL_{jt} \quad (21)$$

dimana :

ATEBU _t	=	Luas areal komoditas Tebu (1000 ha)
PTEBU _t	=	Harga domestik Tebu (Rp/Kg)
PGUL _t	=	Harga domestik Gula (Rp/Kg)
PPUK _t	=	Harga pupuk (Rp/Kg)
PTEH _t	=	Harga Teh (Rp/Kg)
KLS _t	=	luas konversi lahan (1000 ha)
T _t	=	Waktu sebagai proksi teknologi
YTEBU _t	=	Produktivitas Tebu (1000 ha)
KDIT _t	=	Kredit pertanian
INV _t	=	Investasi di bidang pertanian
QTEBU _t	=	Total produksi Tebu (1000 ton)
QGUL _t	=	Total produksi Gula (1000 ton)
MGUL _t	=	Impor Gula nasional (1000 ton)
DGUL _t	=	Permintaan domestik Gula (1000 ton)
POP _t	=	Jumlah penduduk Indonesia
GDPI _t	=	GDP Indonesia
ERI _t	=	Nilai tukar rupiah/dolar
EFI _t	=	Nilai tukar mata uang negara eksportir/importir
PWGUL _t	=	Harga dunia Gula
NPRGUL _t	=	Nilai restriksi impor Gula
XWGUL _t	=	Total ekspor Gula dunia (1000 ton)
MWGUL _t	=	Total impor Gula dunia (1000 ton)
XGUL _{jt}	=	Ekspor Gula oleh negara j (1000 ton)
MGUL _{jt}	=	Impor Gula oleh negara j (1000 ton)
STGUL _{t-1}	=	Stok Gula tahun lalu
MPGUL _t	=	Marjin pemasaran Gula di Indonesia
k	=	Persentase nilai konversi Tebu ke Gula

Tanda dan besaran parameter dugaan yang diharapkan pada persamaan 50 sampai dengan 70 adalah $da_5, da_6, db_1, db_3, dd_1, de_1, df_1, df_2, dg_1, dg_4, dh_1, di_1, dj_4, dk_1, dk_2, dk_3, dk_4 < 0$; $da_1, da_2, da_3, da_4, da_9, dc_3, db_2, db_4, db_5, db_6, db_8, dc_1, dc_4, dc_5, dc_6, dd_2, dd_3, dd_4, dd_5, dd_6, de_2, dag_2, dg_3, dh_2, di_2, dj_1, dj_2, dj_3, > 0$; $0 < da_7, da_8, db_7, dc_7, dd_7, de_3, dg_5, dh_3, di_3, dj_5, dk_5 < 1$



Gambar 4.2. Model Ekonomi Ketahanan Pangan Komoditas Gula di Indonesia

4.2.3. Identifikasi dan Metode Pendugaan Model

Menurut Koutsoyiannis (1977), rumusan identifikasi model persamaan struktural berdasarkan *order condition* adalah:

Bila $(K-M) > G-1$, maka persamaan dalam model *under identified*

Bila $(K-M) = G-1$, maka persamaan dalam model *exactly identified*

Bila $(K-M) < G-1$, maka persamaan dalam model *over identified*

dimana:

- K = Jumlah total peubah dalam model (endogen dan *predetermined*)
 M = Jumlah peubah (endogen dan eksogen) dalam persamaan yang diidentifikasi
 G = Jumlah total peubah endogen dalam suatu persamaan

Berdasarkan spesifikasi model yang dibangun, maka dapat dilakukan identifikasi sebagai berikut menurut *order condition* (Tabel 4.1):

Tabel 4.1. Identifikasi Model menggunakan Order Condition

Persamaan	M	K-M	G-1	Simpulan
Luas areal tebu	9	89-9 = 80	20	Overidentified
Produktivitas tebu	8	89-8 = 81	20	Overidentified
Impor gula	9	89-9 = 80	20	Overidentified
Konsumsi gula domestik	9	89-9 = 80	20	Overidentified
Harga tebu tingkat petani	5	89-5 = 84	20	Overidentified
Harga gula tingkat konsumen	11	89-11 = 78	20	Overidentified
Harga gula impor	3	89-3 = 86	20	Overidentified
Harga gula dunia	4	89-4 = 85	20	Overidentified
Ekspor gula brazil	7	89-7 = 82	20	Overidentified
Ekspor gula thailand	8	89-8 = 81	20	Overidentified
Ekspor gula australia	7	89-7 = 82	20	Overidentified
Ekspor gula cuba	7	89-7 = 82	20	Overidentified
Ekspor gula guatemala	7	89-7 = 82	20	Overidentified
Impor gula negara j	6	89-6 = 83	20	Overidentified

Pada model yang telah disusun, secara keseluruhan terdapat 501 persamaan atau 71 variabel endogen (G) dan 104 variabel *predetermined* yang

terdiri dari 68 variabel eksogen dan 36 variabel bedakala endogen (*lag endogenous*) sehingga total (K) berjumlah 175 variabel. Berdasarkan ketentuan di atas, maka model yang dibangun dalam penelitian ini adalah bersifat teridentifikasi berlebih (*over identified*), sehingga dapat diduga dengan menggunakan metode *Two Stage Least Square* (2SLS) (Gujarati, 1995).

4.2.4 Pengujian Model

Model persamaan simultan yang mengandung *lagged endogenous variables* harus dilakukan uji serial korelasi (uji autokorelasi) menggunakan *Durbin h statistic* (Pindyck & Rubinfeld, 1991). Untuk melihat ketetapan model yang dianalisa, dapat digunakan pengujian sebagai berikut:

1. Nilai koefisien determinasi (R^2), yaitu untuk mengetahui ketepatan (*goodness of fit*) dari model yang dipakai. Menurut Gujarati (1995), model yang baik adalah model yang memiliki nilai R^2 mendekati 1.
2. *Overall test* Uji F, yaitu untuk mengukur tingkat pengaruh variable-variabel bebas secara simultan terhadap variable terikat.
3. *Individual test* dengan uji t, yaitu untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat.

4.2.5. Validasi Model

Validasi model dilakukan melalui simulasi dinamis dengan menggunakan pemecahan Gauss-Seidel dengan beberapa kriteria statistik seperti, MPE (*Mean Percent Error*), RMSE (*root mean square error*), RMSPE (*root mean square percent error*), koefisien determinasi (R^2) dan *Theil's inequality coefficient* (U) (Pindyck and Rubinfeld, 1991). Kriteria-kriteria tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{RMSPE} = \left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{(Y^e_t - Y^a_t)^2}{(Y^a_t)^2} \right]^{0.5}$$

$$U = \frac{\left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y^e_t - Y^a_t)^2 \right]^{0.5}}{\left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y^e_t)^2 \right]^{0.5} + \left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y^a_t)^2 \right]^{0.5}}$$

dimana:

- RMSPE = akar tengah kuadrat persen galat (*root mean square percent error*)
- U = koefisien ketidaksamaan Theil (*Theil's inequality coefficient*)
- Y^e_t = nilai dugaan model
- Y^a_t = nilai pengamatan contoh, dan
- T = jumlah pengamatan dalam simulasi

Statistik RMSPE digunakan untuk mengukur seberapa jauh nilai-nilai peubah endogen hasil pendugaan menyimpang dari alur nilai-nilai aktualnya dalam ukuran relatif (persen), atau seberapa dekat nilai-nilai dugaan itu mengikuti perkembangan nilai aktualnya. Sementara statistik U juga besarnya penyimpangan nilai-nilai dugaan tersebut yang bermanfaat untuk mengetahui kemampuan model untuk analisis simulasi peramalan. Nilai koefisien ketidaksamaan Theil (U)

berkisa antara 0 dan 1. Jika $U = 0$ maka pendugaan model adalah naif. Pada dasarnya semakin kecil nilai RMSPE dan U semakin baik pendugaan model.

Kesalahan rata-rata kuadrat terkecil dapat juga dinyatakan dalam komponen lain yang dapat memberikan informasi yang sangat penting yaitu U_M , U_R , U_D .

$$U_M = \frac{(\bar{Y}^e - \bar{Y}^a)^2}{(1/T)S(Y^e_t - Y^a_t)^2}$$

$$U_R = \frac{T(S^e - r^{ea}S^a)}{S(Y^e_t - Y^a_t)^2}$$

$$U_D = \frac{T(1 - r^{ea2})(S)^2}{S(Y^e_t - Y^a_t)^2}$$

Ketentuannya adalah jumlah nilai ketiga komponen tersebut sama dengan satu:

$$U_M + U_R + U_D = 1$$

U_M disebut proporsi bias yaitu sebagai indikator kesalahan sistematis, karena komponen ini mengukur sampai seberapa jauh nilai rata-rata seri simulasi dan aktualnya menyimpang satu dari yang lainnya. U_R adalah komponen regresi yang menunjukkan penyimpangan kemiringan (slope) regresi aktual dengan nilai-nilai pendugaan. U_D merupakan komponen residualnya yang menggambarkan kesalahan-kesalahan yang tidak sistematis. S^e adalah standar deviasi nilai dugaan, S^a adalah standar deviasi nilai pengamatan aktual, r^{ea} adalah nilai koefisien korelasi antara nilai dugaan dan pengamatan aktual. Suatu model baik jika U_M dan U_R sangat kecil dan nilai U_D mendekati satu.

4.2.6. Simulasi Model

Untuk mengevaluasi pengaruh faktor eksternal terhadap perubahan variable endogen dilakukan analisis simulasi peramalan untuk kurun waktu tahun 2004– 2020. Semua simulasi yang dilakukan bersifat dinamis menggunakan nilai-nilai peubah endogen bedakala dari hasil simulasi periode $t-1$. Sesuai dengan tujuan penelitian yaitu menganalisis dampak penerapan liberalisasi perdagangan pangan utama dan alternatif kebijakan yang perlu direkomendasikan berkaitan dengan upaya peningkatan ketahanan pangan utama Indonesia, maka simulasi di dalam penelitian ini adalah simulasi mengikuti kesepakatan liberaalisasi perdagangan untuk periode 2005-2010, yang menuntut dihapauskannya berbagai intervensi pemerintah terhadap harga pangan domestik dan simulasi kebijakan pemerintah meliputi kebijakaan investasi, perkreditan, input dan output. Prosedur analisis simulasi dilakukan dengan menggunakan program SAS/ETS.

Beberapa simulasi yang dapat dilakukan dalam model adalah:

1) Simulasi Perdagangan Bebas

- a. Perdagangan bebas pada komoditas gula

2) Simulasi Alternatif Kebijakan

Beberapa variabel eksogen yaang digunakan sebagai alternatif kebijakan dalam simulasi adalah:

- a. Peningkatan investasi pertanian sebesar 50 persen.
- b. Peningkatan kredit pertanian sebesar 50 persen.
- c. penurunan harga pupuk pertaanian (subsidi pupuk) sebesar 30 persen.
- d. Peningkatan harga padi di tingkat petani sebesar 30 persen.

- e. Peningkatan harga beras ditingkat konsumen sebesar 50 persen.

Simulasi peramalan juga akan dilakukan dengan mengkonsumsi berbagai alternatif kebijakan sehingga tujuan yang ingin dicapai diharapkan lebih maksimal dibandingkan kebijakan tunggal. Asumsi yang melandasi simulasi dalam penelitian ini adalah kondisi sosial ekonomi dan politik dalam keadaan stabil sehingga mudah melaksanakan investasi, nilai tukar rupiah terhadap dolar konstan, harga pangan domestik maupun harga pangan dunia tidak mengalami perubahan berarti.

4.2.7. Analisis Ketahanan Pangan Indonesia

Ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi masyarakat yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup (aksesibilitas pangan), sedangkan peningkatan volume impor pangan akan menyebabkan tingginya ketergantungan terhadap pangan impor (aspek kerentanan pangan). Seleksi kebijakan model ketahanan pangan komoditas gula secara nasional dilakukan melalui 3 tahapan, yaitu:

1. Aspek ketersediaan

Peningkatan produksi domestik (dinyatakan dalam persen terhadap produksi kondisi dasar).

2. Aspek aksesibilitas

- a. Peningkatan permintaan dengan adanya simulasi kebijakan (dinyatakan dalam persen terhadap permintaan kondisi dasar).
- b. Peningkatan keuntungan produksi dengan adanya simulasi kebijakan (dinyatakan dengan nilai perubahan penerimaan petani produsen akibat adanya kebijakan dibanding kondisi dasar).

- c. Penurunan pengeluaran konsumen dengan adanya simulasi kebijakan (dinyatakan dengan nilai perubahan pengeluaran konsumen akibat adanya kebijakan dibanding kondisi dasar).
- d. Total keuntungan produsen dan konsumen (dinyataakaan dengan nilai perubahan penerimaan produsen dan konsumen akibat adanya simulasi kebijakan dibanding tanpa kebijakan).

3. Aspek kerentanan pangan

Penurunan impor pangan (dinyatakan dalam persen perubahan impor akibat adanya simulasi kebijakan dibanding terhadap kondisi dasar)