

Achieving Sustainable and Self-Sufficient Food Security in the Indonesian's Beef Industry: Policy Planning and Analysis Using Agent Based Modelling

Prof. Utomo Sarjono Putro²⁾; Dr. Stephan Onggo ¹⁾; Dhanan Sarwo Utomo^{1,2)}

1) Lancaster University Management Science

2) School of Business and Management, Institut Teknologi Bandung

Abstrak

Kebijakan pencapaian swasembada daging sapi di Indonesia, diangkat pada penelitian ini dalam rangka menunjukkan manfaat simulasi berbasis agen dalam proses policy rehearsal. Pada proses penelitian ini dibangun suatu model yang menggambarkan interaksi pada pasar ternak, berdasarkan hasil studi lapangan dan Focus Group Discussion dengan para stake holder. Eksperimen-eksperimen yang dilakukan pada model ini menunjukkan bagaimana interaksi mikro yang berlangsung, dapat mempengaruhi fenomena makro yang terjadi. Berdasarkan hasil-hasil eksperimen, kemudian diusulkan beberapa inisiatif kebijakan yang dapat membantu menstabilkan harga dan volume penjualan daging sapi.

Kata kunci: simulasi berbasis agen, policy rehearsal, market model

Pendahuluan

Pelaksanaan penelitian ini dilatar belakangi atas kebutuhan pengembangan alat bantu yang mendukung proses policy rehearsal. Saat ini telah banyak dikembangkan model-model untuk mendukung proses ini, akan tetapi, kebanyakan model-model ini bersifat agregat dan baru mempertimbangkan dampak interaksi pada level makro. Pada dunia nyata, fenomena yang terjadi pada level makro juga dipengaruhi oleh interaksi mikro yang terjadi. Mengidentifikasi dampak interaksi pada level mikro ini dapat membantu para pembuat kebijakan dalam merumuskan lebih banyak inisiatif kebijakan. Selain itu, dengan turut mempertimbangkan interaksi pada level mikro, dampak dari kebijakan yang diterapkan dapat bersifat lebih holistik.

Penelitian ini bertujuan untuk mendemonstrasikan manfaat dari pemodelan berbasis agen, sebagai suatu pendekatan yang dapat merelasikan interaksi mikro terhadap fenomena makro yang terjadi. Dalam penelitian ini, ditunjukkan bahwa pendekatan yang bersifat mikro ini, dapat menghasilkan luaran yang serupa dengan model-model yang telah ada sebelumnya. Tetapi selain itu, simulasi berbasis agen juga dapat menggambarkan fenomena yang akan terjadi ketika penyederhanaan-penyederhanaan pada model terdahulu ditiadakan.

Acknowledgement

This research was funded by Researcher Link Travel Grant with Application Reference Number: 127401718

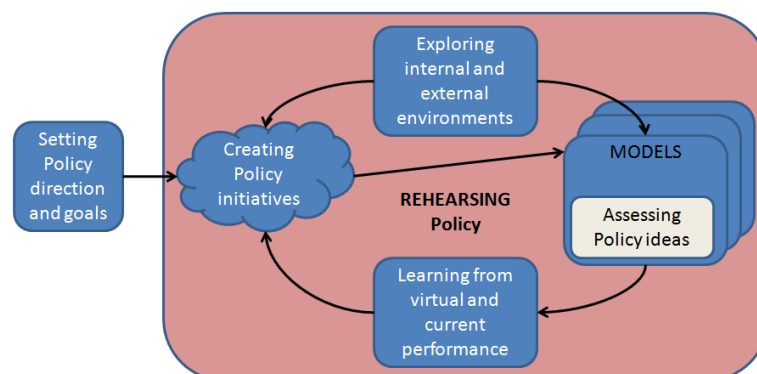
Untuk memenuhi tujuan tersebut, penelitian ini akan mengangkat kasus pembuatan kebijakan untuk mencapai swasembada daging sapi di Indonesia. Topik ini dipilih karena kayanya interaksi yang terjadi pada rantai pasok daging sapi di Indonesia. Berdasarkan eksperimen-eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan simulasi berbasis agen, pada akhir penelitian ini akan diusulkan intervensi-intervensi yang dapat membantu mencapai stabilitas harga dan jumlah penjualan ternak.

Kajian Pustaka

Peran pemodelan dalam proses pembuatan kebijakan publik

Pembuatan kebijakan publik kebanyakan berurusan dengan permasalahan yang amat kompleks, yang sering disebut dengan wicked problems (Australian Public Service Commission, 2007). Terdapat beberapa karakteristik umum dari suatu wicked problem yaitu (Australian Public Service Commission, 2007) 1) sulit didefinisikan secara jelas; 2) memiliki interdependensi yang tinggi; 3) kerap menimbulkan dampak sampingan yang tidak terduga; 4) bersifat dinamis; 5) tidak terdapat solusi tunggal; 6) kompleks secara sosial; 7) tidak dapat menjadi tanggung jawab satu organisasi saja; 8) solusinya menuntut perubahan perilaku para stakeholder dan 9) adanya *policy resistance*.

Kompleksitas ini memunculkan kebutuhan akan tahapan-tahapan sistematis yang dapat membantu proses pembuatan kebijakan. Skema dari tahapan-tahapan ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses percobaan dalam pembuatan kebijakan (policy rehearsal process) (O'Brien & Dyson, 2007)

Salah satu tahapan terpenting dalam siklus ini adalah upaya untuk menilai dampak dari rencana kebijakan yang akan diterapkan (O'Brien & Dyson, 2007). Tahapan ini tidak mungkin untuk dilakukan pada dunia nyata karena biaya dan memiliki potensi risikonya sangat tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan bantuan proses pemodelan yang dapat menirukan mekanisme yang terjadi di dunia nyata. Pada proses ini sebuah model berperan untuk menguji suatu inisiatif strategi, sebelum menerapkannya pada organisasi. Selain itu suatu

[Type text]

model juga dapat membantu mengidentifikasi konsekuensi tersembunyi dari suatu strategi, sebelum terjadinya umpan balik negatif dari penerapan strategi yang keliru (O'Brien & Dyson, 2007; Kunc & Morecroft, 2006). Karakteristik-karakteristik inilah yang mendorong urgensi pembuatan model kebijakan.

Kebanyakan penelitian ilmu sosial saat ini, melibatkan proses pembuatan model. Akan tetapi kebanyakan model ilmu sosial, termasuk dalam pembuatan kebijakan, melibatkan asumsi yang bersifat agregasi dan ekuilibrium (Gilbert & Terna, 2000). Sebaliknya, fenomena di dunia nyata melibatkan perilaku agen-agen irasional, yang berinteraksi secara tidak ideal, sehingga hasil interaksi ini bersifat non linear dan sulit untuk mencapai kondisi ekuilibrium. Akibatnya, model-model ilmu sosial memiliki kelemahan karena umumnya tidak mengindahkan heterogenitas antar agen, dan hanya mempertimbangkan perilaku agen pada kondisi ekuilibrium semata (Axtell, 2003).

Simulasi berbasis agen

Simulasi berbasis agen merupakan simulasi dari suatu sistem yang terdiri dari sejumlah individu software, yang disebut agen (Gilbert, 2004). Setiap agen didesain sedemikian hingga mereka memiliki sifat yang heterogen dan memiliki otonomi dalam membuat keputusan. Dalam berinteraksi setiap agen bersifat aktif dan saling mempengaruhi satu sama lain. Interdependensi antar agen ini kemudian dapat dianalisis dampaknya secara makro (Axelrod, 2003; Smith & Conrey, 2007).

Simulasi berbasis agen dapat mengurangi jumlah asumsi karena memiliki kemampuan mewakili individu secara penuh (Axtell, 2003). Dengan kemampuan ini akan lebih mudah pula untuk menggambarkan keterbatasan rasionalitas setiap agen (Axelrod, 2003). Selain itu, dengan menggunakan simulasi komputer akan lebih mudah pula untuk menggambarkan interaksi yang non linier (Gilbert & Terna, 2000). Dengan karakteristik-karakteristik yang lebih menyerupai perilaku di dunia nyata ini, maka simulasi berbasis agen, dianggap sebagai salah satu pendekatan pemodelan yang sesuai pada policy rehearsal.

Kebijakan Swasembada Daging Sapi

Saat ini proporsi konsumsi produk hewani di Indonesia (7.4% pada 2009) masih berada di bawah pola pangan harapan yang dianjurkan oleh FAO (12-20%) (FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2000). Dengan asumsi bahwa pola konsumsi daging sapi dari keseluruhan produk hewani adalah tetap yaitu 5.23%, maka masih terdapat kesenjangan antara konsumsi per kapita daging sapi (1.63 Kg per kapita per tahun pada 2011 (Soedjana, et al., 2012)) dan konsumsi perkapita ideal menurut PPH (2.64–4.4 Kg per kapita per tahun (FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2000; Soedjana, et al., 2012)). Kesenjangan ini muncul akibat rendahnya produksi lokal dan tingginya harga daging. Defisit yang terjadi biasanya dikompensasi dengan melakukan impor. Hingga 2009 jumlah impor ternak hidup

[Type text]

Indonesia telah mencapai 772,868 ekor, dan menjadikan Indonesia sebagai importir ternak hidup terbesar di dunia (Soedjana, et al., 2012). Walaupun impor dapat menekan harga daging sapi, akan tetapi kebijakan ini juga akan mempengaruhi keuntungan yang diperoleh petani, dan pada akhirnya dapat mengancam keberlangsungan industri ternak lokal.

Produksi ternak di Indonesia didominasi oleh para petani kecil yang tersebar di seluruh Nusantara. Para petani ini memiliki kemampuan yang heterogen dan budaya pemeliharaan yang berbeda-beda. Keuntungan petani dari pemeliharaan sapi akan ditentukan oleh negosiasi yang mereka lakukan dengan para pedagang ternak. Aturan dalam proses negosiasi yang dilakukan juga beraneka ragam dipengaruhi oleh budaya dan adat istiadat di setiap daerah. Para pedagang ternak sendiri memiliki otonomi yang tinggi dalam mencari pasokan yang ia butuhkan.

Pentingnya komoditas daging sapi bagi masyarakat Indonesia, dan kayanya keberagaman interaksi yang terjadi pada rantai pasok daging sapi, membuat topik ini sesuai untuk dijadikan fokus pada penelitian ini.

Metodologi

Proses penelitian ini diawali dengan melakukan studi lapangan kualitatif melalui observasi, wawancara dan *Focus Group Discussion* (FGD) kepada para stakeholder di dunia nyata. Tujuan pertama dari tahapan ini adalah sebagai proses familiarisasi tim peneliti terhadap topik yang tengah dikaji. Selain itu tahapan ini juga bertujuan untuk mengungkap pemahaman para stakeholder akan fenomena yang tengah terjadi, sehingga dapat dipilih asumsi-asumsi yang relevan untuk dipergunakan pada proses pemodelan. Proses observasi dan wawancara dilakukan dengan mengambil sampel jajarannya dinas peternakan, petani dan pedagang ternak di Kabupaten Garut Jawa Barat, sementara proses FGD dilakukan bersama dengan para peneliti dari Balitbang Kementerian Pertanian.

Tahapan kedua pada penelitian ini adalah pengembangan model. Cakupan model yang dibangun pada penelitian ini, dibatasi pada mekanisme jual beli dalam pasar ternak. Pada tahapan ini dibangun mekanisme simulasi berbasis agen dengan memanfaatkan asumsi-asumsi yang telah diperoleh sebelumnya. Mekanisme ini kemudian dikemas sebagai sebuah program simulasi dengan menggunakan NetLogo versi 5.0.5. Simulasi ini kemudian diverifikasi dan divalidasi dengan menggunakan teknik perbandingan antar model.

Setelah simulasi yang dihasilkan terverifikasi dan valid, maka masukan-masukan bagi simulasi ini disesuaikan berdasarkan informasi yang diperoleh pada studi lapangan dan data sekunder. Tahapan selanjutnya adalah melakukan eksperimen untuk menguji dampak dari berbagai kombinasi parameter yang mungkin terjadi. Berdasarkan perilaku dari hasil eksperimen-eksperimen ini, ditarik simpulan dan diusulkan rekomendasi kebijakan.

Pemodelan

[Type text]

Pada model ini didefinisikan tiga tipe agen yaitu, *seller* sebagai penjual, *buyer* sebagai konsumen, dan *market* sebagai fasilitator interaksi antara *seller* dan *buyer*. Jumlah agen pada setiap tipe dijadikan sebagai masukan model. Setiap *seller* dan *buyer* memiliki atribut *reservation price* (RP), yang merepresentasikan harga terendah bagi *seller* untuk menjual produknya dan sebaliknya harga tertinggi bagi *buyer* untuk membeli suatu produk. RP baik bagi *seller* maupun *buyer* diinisiasi secara acak, dengan selang yang diberikan sebagai masukan model.

Pada awal simulasi, diinisiasi jejaring antar agen *seller*, *buyer* dan *market*. Model ini mengasumsikan bahwa setiap agen *seller* hanya dapat memiliki hubungan ke satu agen *market*. Apabila jumlah agen *market* lebih dari satu, maka setiap *seller* akan dipasangkan secara acak kepada salah satu *market*. Sebaliknya, agen *buyer* dimungkinkan untuk memiliki hubungan ke lebih dari satu agen *market*. Ketika jumlah *market* lebih dari satu, maka *buyer* memiliki kemungkinan untuk dapat berhubungan ke seluruh *market* atau ke beberapa *market* saja. Kemungkinan ini dijadikan sebagai masukan model. Identitas dari setiap agen yang terhubung pada suatu *market*, akan disimpan pada *market* tersebut sebagai vektor yang disebut *seller list* dan *buyer list*. Asumsi-asumsi ini didasari oleh hasil wawancara yang mengindikasikan bahwa petani sebagai *seller* umumnya berinteraksi secara lokal, sementara pedagang ternak sebagai *buyer* kerap mencari pasokan di berbagai wilayah.

Pada awal setiap iterasi, nilai *Total Sales* (TS) dan *Average Price* (AP) yang menjadi luaran utama model diset nol. Sejumlah penawaran dan permintaan kemudian dibangkitkan. Model ini mengasumsikan bahwa karakteristik produk adalah identik dan jumlah total penawaran dan permintaan antar iterasi konstan. Proses distribusi penawaran kepada *seller*, dan permintaan kepada *buyer* dapat dilakukan baik secara merata, maupun secara acak. Opsi ini dijadikan sebagai masukan pada model. Jumlah penawaran yang diterima oleh *seller* kemudian disimpan oleh *seller* tersebut dalam variabel yang disebut *stock*. Sementara jumlah permintaan yang diterima, akan disimpan oleh *buyer* dalam variabel yang disebut *demand*. Sebagai penyederhanaan, model ini tidak mengasumsikan bahwa nilai *stock* dan *demand* akan terakumulasi seiring dengan waktu.

Pada setiap iterasi, setiap agen *market* akan memeriksa tiap elemen pada vektor *seller list*. Jika jumlah *stock* pada suatu elemen lebih besar dari nol, maka *seller* yang terdapat pada elemen tersebut akan berpartisipasi dalam perdagangan pada iterasi tersebut. *Seller* ini kemudian akan mengirimkan informasi jumlah *stock* dan RP yang dimilikinya kepada agen *market* dimana ia terdaftar. Berdasarkan nilai Rpnya, *market* akan mengurutkan identitas *seller*, jumlah *stock* dan RP setiap *seller*, dari terendah sampai dengan tertinggi. Proses pengurutan ini dilakukan untuk memfasilitasi asumsi bahwa setiap *buyer* akan berupaya untuk mencari *seller* dengan harga (RP) terendah.

[Type text]

Dimulai dari *seller ij** (*seller j** adalah *seller* dengan RP terendah pada *market i*), setiap *market* akan mengirimkan informasi RP yang tersedia kepada seluruh agen *buyer* yang terdapat pada *buyer list*. Dalam proses komunikasi antara *market* dan *buyer*, terdapat kemungkinan apakah *buyer* akan menerima informasi tersebut atau tidak. Kemungkinan ini disebut *information probability*, yang dijadikan sebagai masukan model.

Jika permintaan yang dimiliki oleh *buyer k* lebih besar dari nol, dan dari seluruh informasi yang diterimanya terdapat *seller* dengan RP yang lebih rendah dari Rpnya sendiri, maka *buyer k* akan memutuskan untuk terlibat dalam perdagangan pada iterasi tersebut. *Buyer k* kemudian akan mendaftarkan identitas, *demand* dan RP yang dimilikinya, pada *market* yang memberikan informasi *seller* dengan RP terendah. Pada tahap ini, jika tidak terdapat *buyer* yang mendaftarkan diri ke *market* manapun, baik karena seluruh *demand* telah terpenuhi, maupun karena sudah tidak terdapat *seller* yang memiliki RP lebih rendah dibandingkan dengan RP *buyer*, maka iterasi dihentikan.

Setiap *market* kemudian akan mengurutkan identitas *buyer*, serta *demand* dan RP yang dimiliki, dari *buyer* yang memiliki RP tertinggi hingga terendah. Hal ini dilakukan untuk memfasilitasi asumsi bahwa *seller* akan selalu berupaya untuk menjual kepada *buyer* yang memberikan penawaran harga tertinggi.

Market kemudian akan membandingkan *stock* yang dimiliki *seller ij**, dengan *demand* para *buyer*, dimulai dari *buyer ik** (*buyer ik** adalah *buyer* dengan RP tertinggi pada *market i*). Jika *stock* yang dimiliki *seller ij** \leq *demand buyer ik**, maka *stock seller ij** dan *demand buyer ik**, akan berkurang sebesar *stock seller ij**. Sementara itu, nilai TS akan bertambah sebesar *stock seller ij**. Sebaliknya, jika *stock seller ij** $>$ *demand buyer ik**, maka *stock seller ij** dan *demand buyer ik**, akan berkurang sebesar *demand buyer ik**. Sementara itu, nilai TS akan bertambah sebesar *demand buyer ik**. Pada kondisi kedua ini, *market* kemudian akan mengevaluasi *demand* yang dimiliki oleh *buyer* dengan harga tertinggi selanjutnya, dan seterusnya.

Sebagai penyederhanaan diasumsikan bahwa harga yang disepakati pada setiap transaksi adalah titik tengah antara RP *seller* dan RP *buyer*. Harga kesepakatan dari seluruh transaksi yang terjadi kemudian dirata-ratakan sebagai nilai AP.

Proses evaluasi yang dilakukan oleh *market* berlanjut hingga *stock seller ij** mencapai nol, atau seluruh *buyer* telah dievaluasi. *Market* kemudian akan mengulang proses ini untuk *seller* dengan RP terendah selanjutnya.

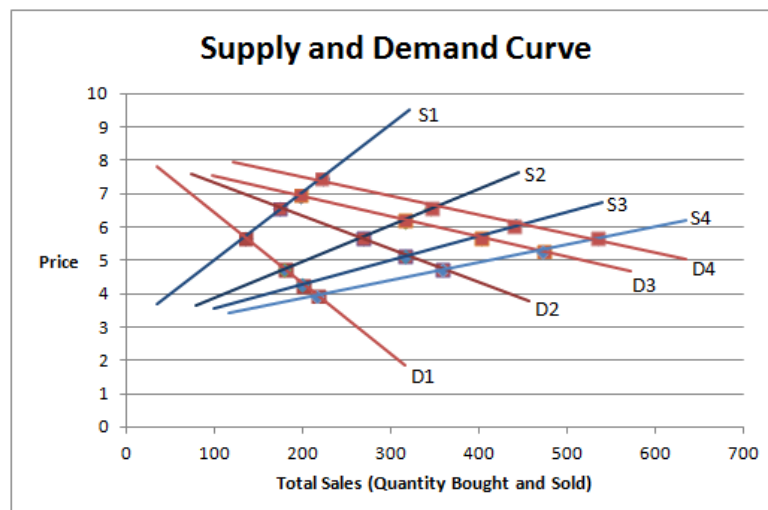
Validasi

Mekanisme pada penelitian ini divalidasi dengan pendekatan perbandingan antar model (Xiang, Kennedy, Madey, & Cabaniss, 2005). Pada proses ini hasil luaran model dibandingkan dengan kurva penawaran dan permintaan dari pendekatan mikroekonomi.

[Type text]

Untuk membandingkan kedua model ini, masukan-masukan pada model terlebih dahulu disesuaikan sebagai berikut, 1) Jumlah *seller* dan *buyer* diset 100; 2) Jumlah *market* diset bernilai 1 untuk memfasilitasi asumsi agregasi; 3) Pada setiap iterasi penawaran dan permintaan harian didistribusikan secara merata kepada seluruh *seller* dan *buyer*. Hal ini dilakukan untuk memfasilitasi asumsi bahwa tidak terdapat *seller* atau *buyer* yang cukup kuat untuk mempengaruhi pasar; 4) Model dijalankan berulang kali untuk setiap kombinasi penawaran dan permintaan, dengan variasi nilai masing-masing 250, 500, 750 dan 1000; Setiap kali model dijalankan, RP *seller* dan *buyer* diacak antara 1-10; 5) Kemungkinan informasi yang diterima oleh *buyer* diset 100%, untuk memfasilitasi asumsi informasi sempurna; 6) AP dan TS yang diperoleh dari seluruh percobaan pada kombinasi penawaran dan permintaan yang sama kemudian dirata-ratakan.

Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan menggunakan asumsi-asumsi teridealisasi, mekanisme yang diusulkan dapat menghasilkan perilaku yang serupa dengan model penawaran dan permintaan. Pada kondisi permintaan yang sama, misalnya $D1 = 250$, harga AP yang dihasilkan turun seiring dengan peningkatan penawaran, misalnya dari $S1 = 250$ ke $S2 = 500$. Sebaliknya, jika permintaan dinaikkan misalnya, dari $D2 = 500$ ke $D3 = 750$, dan penawaran bernilai tetap misalnya $S4 = 1000$, maka harga akan naik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model ini dapat menghasilkan luaran yang valid jika asumsi-asumsi ideal diberlakukan.



Gambar 2. Kurva penawaran dan permintaan yang dihasilkan oleh model

Penyesuaian Parameter

Sebelum eksperimen dilakukan, parameter-parameter yang dipergunakan model ini terlebih dahulu disesuaikan. Penyesuaian ini dilakukan dengan menggunakan informasi yang diperoleh saat studi kasus dan data sekunder. Parameter-parameter yang dipergunakan pada model saat ini i) Jumlah rata-rata penawaran ternak harian sebesar 178 ekor / hari; ii) jumlah rata-rata permintaan ternak harian sebesar 100 ekor / hari; iii) Kisaran

[Type text]

harga ternak ditingkat petani yaitu 9,487,500 – 23,850,000 Rp/ekor; dan iv) kisaran harga ternak di pasar yaitu 12,500,000 – 30,000,000 Rp/ekor (Dinas Peternakan Provinsi Jawa Barat, 2014).

Eksperimen

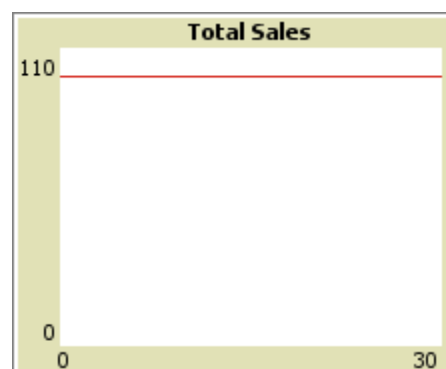
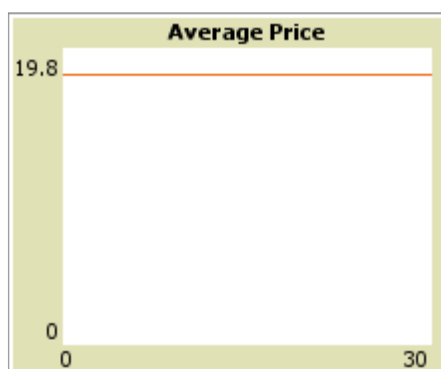
Eksperimen 1 dampak kelengkapan informasi yang dimiliki buyer

Eksperimen pertama bertujuan menguji dampak dari informasi yang diberikan oleh pasar kepada *buyer*. Pada eksperimen ini didefinisikan dua buah kelompok eksperimen, pertama probabilitas konsumen menerima informasi dari pasar diasumsikan 100%, dan kedua probabilitas ini diset sebesar 50%.

Pada setiap kelompok eksperimen jumlah *seller* dan *buyer* diset masing-masing 100 agen, jumlah pasar diasumsikan 1. Selang RP *seller* dan *buyer* divariasikan baik memiliki irisan (tidak seluruh *buyer* mampu membeli ternak dari setiap pedagang, RP *seller* diset 9 – 23 (juta rupiah) dan RP *buyer* diset 12 – 30 (juta rupiah)), maupun tanpa irisan (setiap *buyer* diasumsikan mampu membeli ternak dari setiap pedagang, RP *seller* diset 9 – 19 (juta rupiah) dan RP *buyer* diset 20 – 30 (juta rupiah)). Jumlah total penawaran dan permintaan harian di set sesuai dengan data riil yaitu 178 ekor/hari dan 100 ekor/hari. Proses distribusi penawaran dan permintaan divariasikan baik secara merata maupun secara acak.

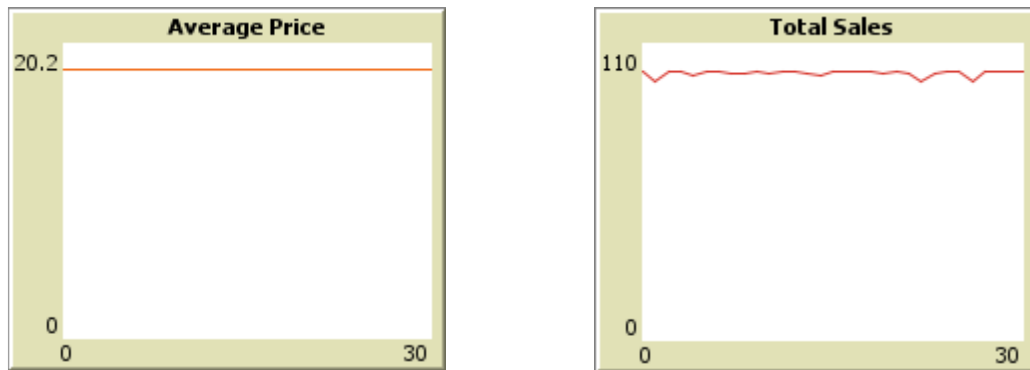
Gambar 3 menunjukkan dampak perbedaan informasi yang diterima oleh *buyer* terhadap jumlah TS dan harga rata-rata pasar ketika penawaran dan permintaan didistribusikan secara merata dan RP *seller* dan *buyer* tidak memiliki irisan. Pada Gambar 3.a nampak bahwa AP dan TS akan stabil ketika *buyer* memiliki informasi lengkap akan pasar. Sebaliknya, ketika informasi *buyer* tidak lengkap, akan terjadi fluktuasi pada nilai TS. TS akan turun dari nilai semestinya ketika terdapat *buyer* yang walaupun memiliki RP yang memadai, tidak memperoleh informasi akan tersedianya *stock*. Perilaku ini ditunjukkan pada Gambar 3.b. Dampak serupa juga dijumpai pada eksperimen dengan seluruh variasi distribusi penawaran dan permintaan serta selang RP *seller* dan *buyer*.

a)



[Type text]

b)



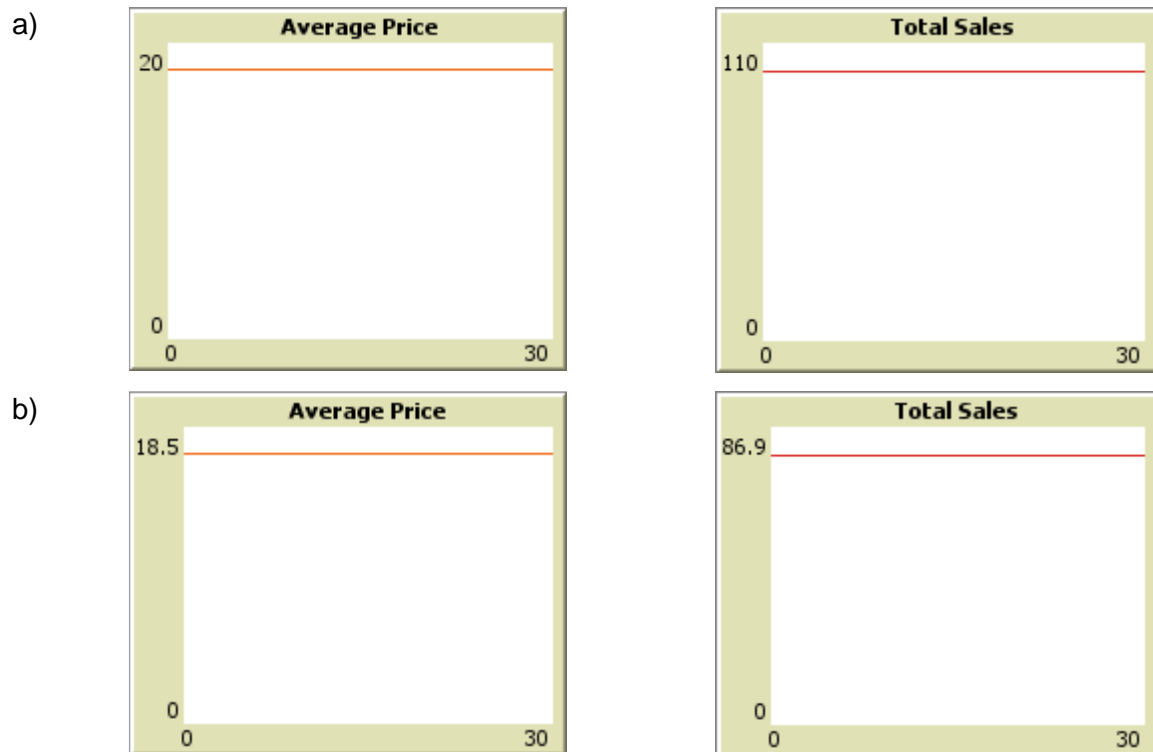
Gambar 3. a) Hasil eksperimen dimana *buyer* memiliki informasi sempurna akan kondisi pasar. b) Hasil eksperimen dimana *buyer* tidak memiliki informasi sempurna akan pasar.

Eksperimen 2 dampak selang RP seller dan buyer

Eksperimen kedua bertujuan menguji dampak perbedaan selang RP *seller* dan *buyer*. Kelompok eksperimen pertama mengasumsikan seluruh *buyer* mampu membeli ternak dari *seller* manapun. Pada kelompok eksperimen ini selang RP *seller* diset 9 – 19 (juta rupiah) sementara rentang RP *buyer* diset 20 – 30 (juta rupiah), sedemikian sehingga kedua rentang ini tidak memiliki irisan. Kelompok kedua mengasumsikan bahwa terdapat *buyer* yang tidak dapat membeli dari sembarang *seller*, sebagaimana terjadi pada dunia nyata. Pada kelompok eksperimen ini rentang distribusi RP *seller* diset 9 – 23 (juta rupiah) sementara rentang RP *buyer* diset 12 – 30 (juta rupiah), sedemikian sehingga kedua rentang ini memiliki irisan.

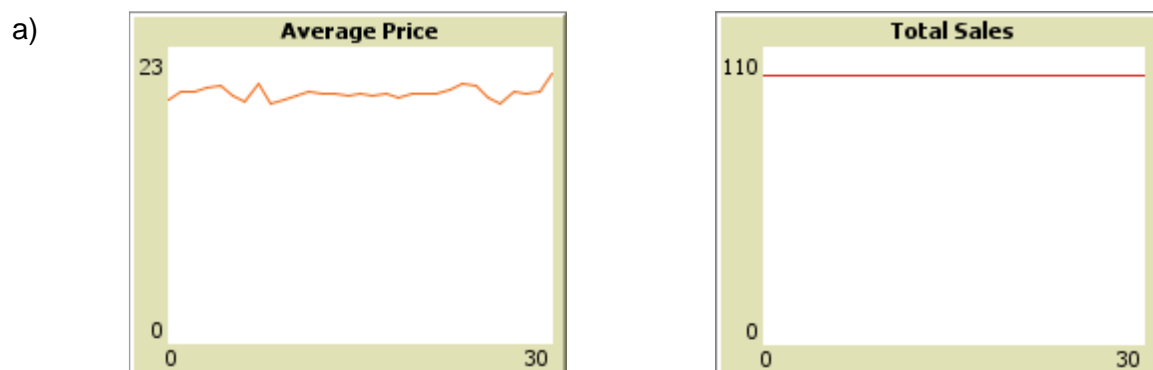
Pada setiap kelompok eksperimen jumlah agen pada setiap tipe, serta jumlah penawaran dan permintaan harian diset serupa dengan eksperimen pertama. Proses distribusi penawaran dan permintaan kepada *seller* dan *buyer* divariasikan baik secara merata maupun secara acak, dan informasi yang dimiliki oleh *buyer* divariasikan baik ketika *buyer* memiliki informasi pasar yang lengkap maupun tidak.

Gambar 4.a menunjukkan hasil eksperimen kelompok pertama, dengan proses distribusi penawaran dan permintaan yang seragam, dan informasi yang dimiliki *buyer* lengkap. Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa *buyer* mampu memenuhi seluruh permintaan yang dimiliki. Akan tetapi, ketika tidak semua *buyer* mampu membeli ternak dari sembarang *seller*, maka rata-rata TS yang dihasilkan akan menurun. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 4.b.

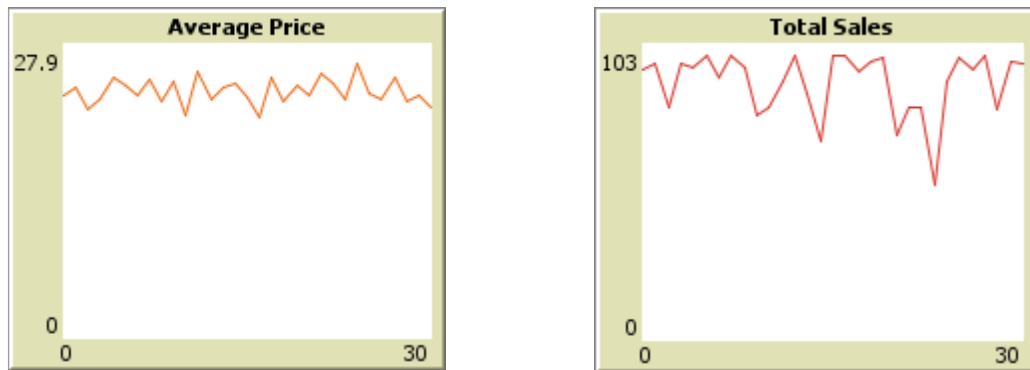


Gambar 4. a) Hasil eksperimen dimana seluruh *buyer* mampu membeli ternak dari sembarang *seller*. b) Hasil eksperimen dimana tidak semua *buyer* mampu membeli ternak dari sembarang *seller*.

Ketika proses distribusi penawaran dan permintaan diubah menjadi acak, dapat terjadi fluktuasi pada AP dan TS. Walaupun terjadi fluktuasi, pada eksperimen ini diamati bahwa rata-rata TS ketika rentang RP *seller* dan *buyer* memiliki irisan akan lebih rendah dibandingkan ketika tidak terdapat irisan. Hal ini dapat diamati pada Gambar 5.a dan 5.b.



b)



Gambar 5. a) Hasil eksperimen dimana seluruh *buyer* mampu membeli ternak dari sembarang *seller*. b) Hasil eksperimen dimana tidak semua *buyer* mampu membeli ternak dari sembarang *seller*.

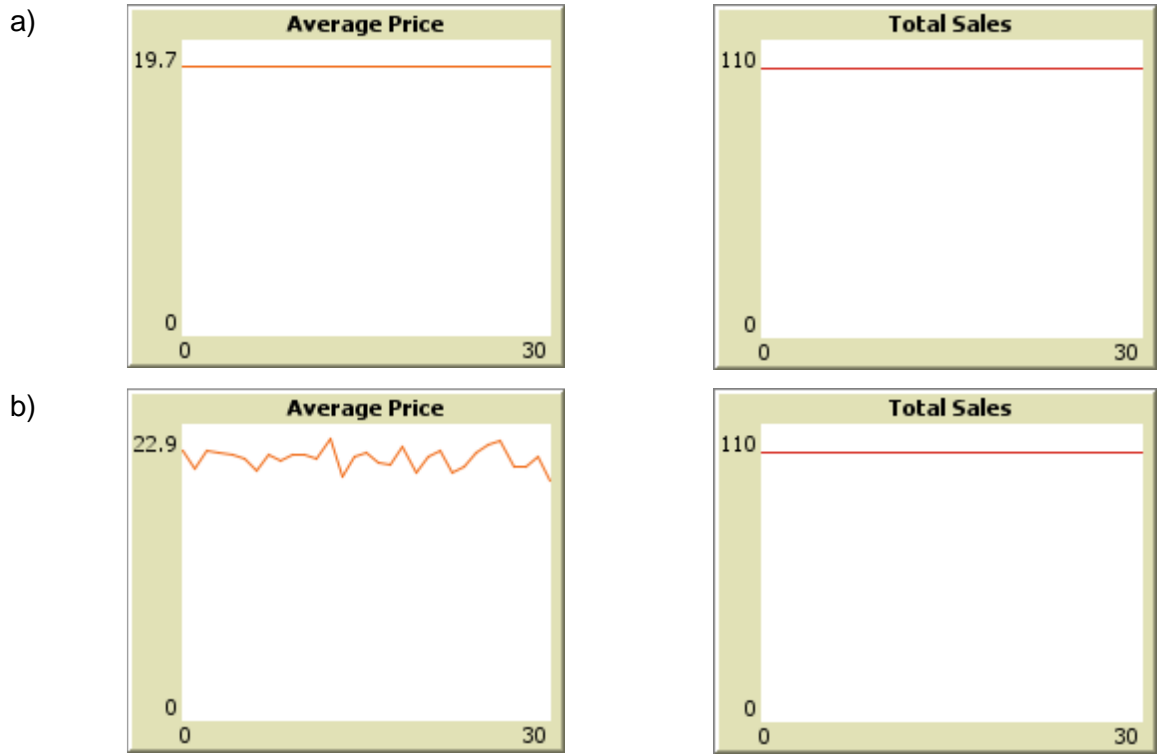
Perilaku rata-rata TS yang konsisten juga dijumpai ketika informasi yang dimiliki *buyer* diubah menjadi tidak lengkap, baik ketika distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara merata maupun acak. Hanya saja, pada eksperimen-eksperimen ini, nilai TS akan selalu berfluktuasi.

Eksperimen 3 dampak proses distribusi penawaran dan permintaan

Eksperimen ketiga bertujuan untuk menguji dampak perbedaan proses distribusi penawaran dan permintaan kepada *seller* dan *buyer*. Pada kelompok eksperimen pertama distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara merata kepada seluruh *seller* dan *buyer* sementara, pada kelompok eksperimen kedua dilakukan secara acak.

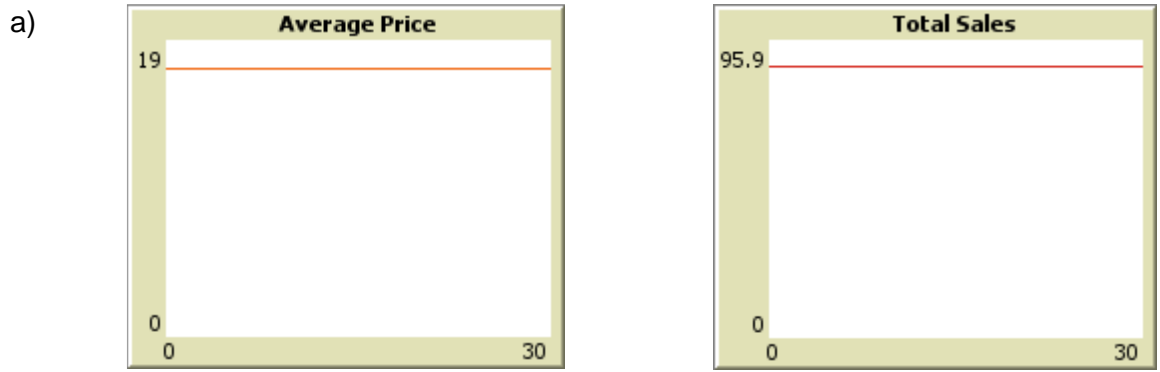
Jumlah agen pada setiap tipe, serta jumlah penawaran dan permintaan harian diset serupa dengan eksperimen pertama, pada setiap kelompok eksperimen. Informasi yang dimiliki oleh *buyer* divariasikan baik ketika *buyer* memiliki informasi pasar yang lengkap maupun tidak. Rentang RP *seller* dan *buyer* juga divariasikan baik beririsan maupun tidak.

Gambar 6 hasil eksperimen dengan rentang RP yang tidak beririsan dan informasi *buyer* yang lengkap. Dengan membandingkan Gambar 6.a dan Gambar 6.b dapat diamati bahwa proses distribusi penawaran dan permintaan yang acak, dapat menimbulkan fluktuasi pada nilai AP. Nilai AP cenderung meningkat ketika para *seller* yang memiliki RP tinggi, memiliki penawaran yang lebih banyak dibandingkan para *seller* yang memiliki RP rendah. Nilai AP juga cenderung meningkat ketika para *buyer* yang memiliki RP tinggi, memiliki permintaan yang lebih banyak dibandingkan para *buyer* yang memiliki RP rendah.

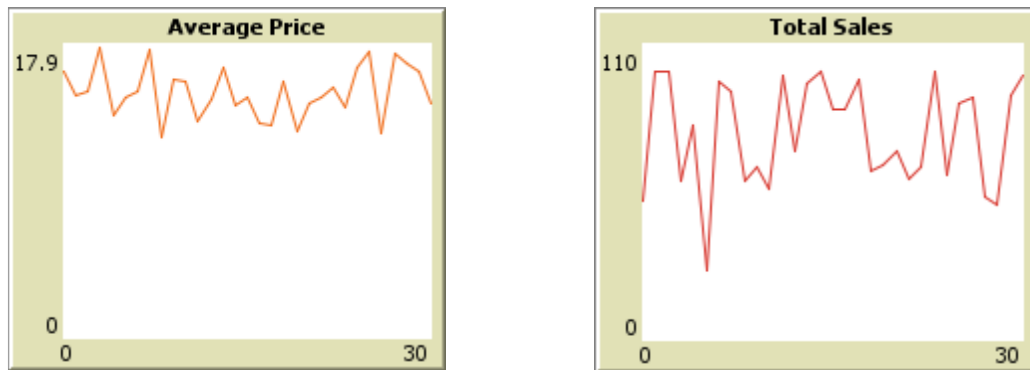


Gambar 6. a) Hasil eksperimen dimana proses distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara merata b) Hasil eksperimen dimana proses distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara acak

Pada eksperimen-eksperimen selanjutnya, rentang RP *seller* dan *buyer* diubah menjadi beririsan. Dengan meninjau Gambar 7, dapat diamati bahwa dengan proses distribusi penawaran dan permintaan yang acak dan rentang RP yang beririsan, selain dapat menimbulkan fluktuasi pada nilai AP, dapat pula menimbulkan fluktuasi pada TS. TS akan cenderung tinggi ketika *seller* yang memiliki RP rendah memiliki penawaran yang besar dan disisi lain, *buyer* yang memiliki RP tinggi juga memiliki jumlah permintaan yang tinggi.



b)



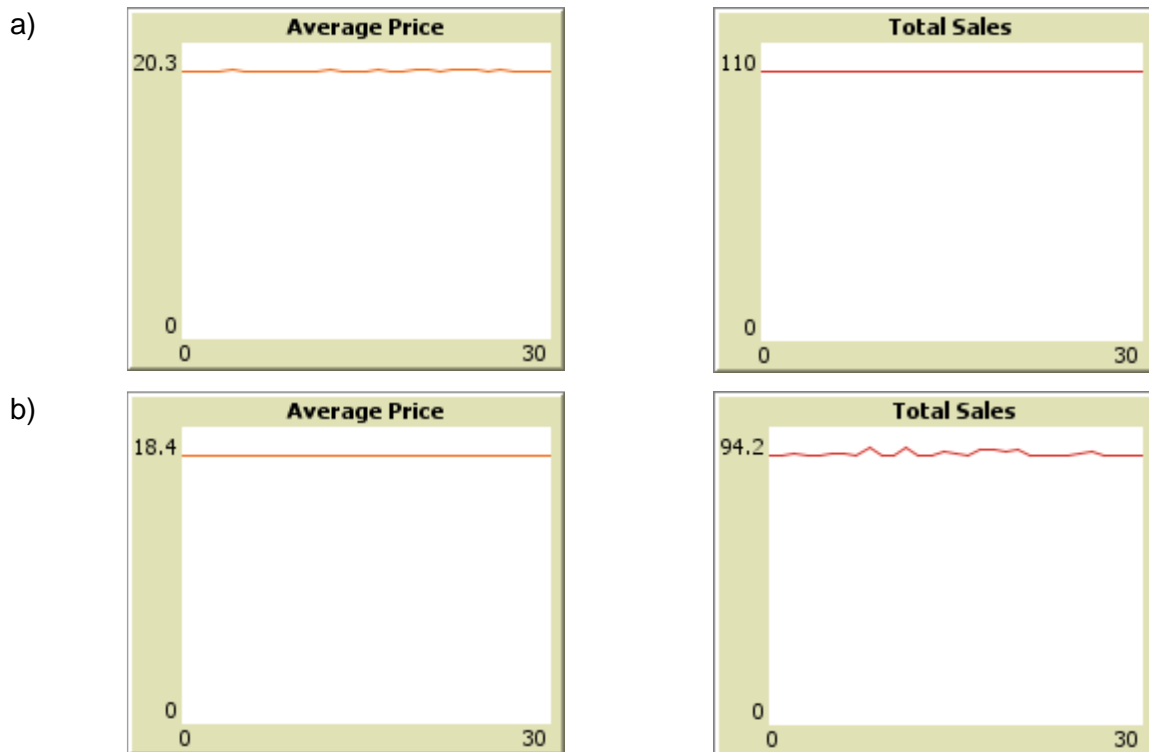
Gambar 7. a) Hasil eksperimen dimana proses distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara merata b) Hasil eksperimen dimana proses distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara acak

Perilaku AP dan TS serupa juga dijumpai ketika informasi yang dimiliki *buyer* diubah menjadi tidak lengkap, baik dengan rentang RP yang beririsan maupun tidak. Hanya nilai TS akan berfluktuasi pada setiap eksperimen.

Eksperimen 4 dampak jumlah pasar

Pada eksperimen ini diuji dampak jumlah *market* terhadap nilai AP dan TS. Pada eksperimen ini, jumlah *seller*, *buyer* serta penawaran dan permintaan harian diset serupa dengan eksperimen-eksperimen sebelumnya. Begitupula variasi yang dilakukan pada parameter-parameter lain dilakukan serupa dengan eksperimen-eksperimen lain. Hanya saja, jumlah *market* pada eksperimen ini diset 4 sementara, *buyer* diasumsikan memiliki akses kepada seluruh *market*.

Dengan berbagai variasi parameter yang telah dilakukan, diamati bahwa penambahan jumlah pasar dapat meredam fluktuasi TS yang diakibatkan oleh tidak lengkapnya informasi yang diterima oleh *buyer*. Perilaku terjadi selama penawaran dan permintaan didistribusikan secara merata, baik ketikah terdapat irisan pada rentang RP, maupun tidak. Pada Gambar 8 ditunjukkan hasil eksperimen dengan nilai parameter information 50% pada saat rentang RP tidak beririsan (8.a) dan pada saat beririsan (8.b). Hal ini dapat terjadi, karena tersedianya lebih banyak opsi sehingga, walaupun tidak diperoleh informasi *seller* dari salah satu pasar masih terdapat kemungkinan *buyer* tersebut memperoleh informasi dari pasar yang lain.

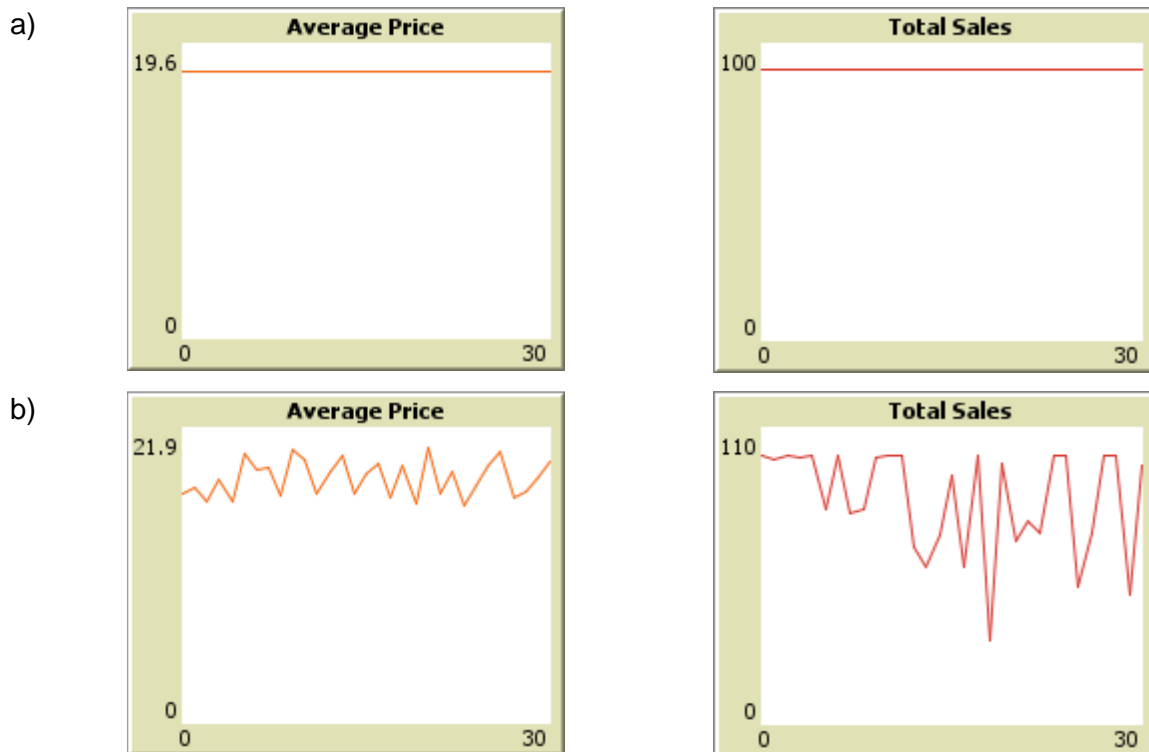


Gambar 8. a) Hasil eksperimen dengan nilai information 50% dan selang RP tidak beririsan. b) Hasil eksperimen dengan nilai information 50% dan selang RP yang beririsan

Eksperimen 5 dampak akses buyer terhadap pasar

Pada eksperimen ini diuji dampak dari akses *buyer* terhadap pasar. Pada kelompok eksperimen pertama, *buyer* diasumsikan memiliki akses terhadap seluruh pasar yang ada sementara, pada kelompok eksperimen kedua, *buyer* diasumsikan hanya dapat mengakses beberapa *market* saja. Pada eksperimen ini, jumlah *seller*, *buyer* serta penawaran dan permintaan harian diset sama dengan eksperimen-eksperimen sebelumnya, sementara jumlah pasar diset 4. Parameter-parameter lain juga divariasikan serupa dengan eksperimen-eksperimen sebelumnya.

Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa, selama distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara merata, dihasilkan perilaku yang serupa antara kedua kelompok eksperimen. Akan tetapi ketika distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara acak, kelompok eksperimen kedua menghasilkan TS dengan rata-rata yang lebih rendah. Selain itu fluktuasi AP dan TS pada kelompok eksperimen kedua juga lebih tinggi. Pada kondisi ini TS akan turun secara signifikan ketika *buyer* yang memiliki permintaan tinggi, hanya dapat mengakses *market* dengan penawaran yang rendah, dan sebaliknya. Gambar 9 menunjukkan contoh eksperimen dengan selang RP yang tidak beririsan, informasi yang lengkap dan *buyer* yang hanya dapat mengakses beberapa *market* saja, pada saat distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara merata (9.a) dan saat dilakukan secara acak (9.b).



Gambar 9. Hasil eksperimen dimana *buyer* hanya dapat mengakses beberapa *market* saja, dengan selang RP yang tidak beraturan, dan informasi yang lengkap saat: a) Distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara merata; b) Distribusi penawaran dan permintaan dilakukan secara acak

Simpulan

Melalui penelitian ini telah ditunjukkan nilai tambah simulasi berbasis agen pada proses policy reherasing. Selain tetap dapat menggambarkan dampak serupa sebagaimana yang dihasilkan oleh model-model yang lebih makro, simulasi berbasis agen yang didasari oleh interaksi mikro, juga mampu menunjukkan dampak dari berbagai asumsi yang lebih longgar.

Melalui model pasar yang diajukan, telah diuji dampak makro dari berbagai inteaksi yang bersifat mikro. Pada eksperimen pertama telah ditunjukkan bagaimana informasi yang dimiliki oleh masing-masing *buyer* akan mempengaruhi TS secara makro. Semakin rendah jumlah informasi yang dimiliki oleh masing-masing *buyer*, maka akan semakin berfluktuasilah TS yang terjadi. Fluktuasi TS jika dikaitkan dengan kebijakan swasembada daging sapi, akan berkaitan erat dengan resiko yang harus diantisipasi oleh petani. Melalui eksperimen ini dapat diusulkan bahwa dalam rangka mengurangi resiko yang dihadapi oleh petani dapat dilakukan dengan upaya mempermudah arus informasi dari pasar kepada *buyer*.

Pada eksperimen kedua telah ditunjukkan bagaimana irisan yang terjadi pada RP *seller* dan *buyer*, pada akhirnya akan menurunkan TS secara rata-rata. Dikaitkan dengan upaya pencapaian swasembada daging sapi, studi kasus yang telah dilakukan menunjukkan bahwa saat ini masih terdapat daerah-daerah dengan biaya produksi ternak yang amat

tinggi. Akibatnya, RP dari para petani di daerah tersebut menjadi terlalu tinggi hingga ternaknya sulit dijual. Hal ini pada akhirnya akan mengurangi minat petani untuk memelihara sapi. Dengan intervensi untuk menekan harga produksi pada daerah-daerah ini, dapat membantu mendorong TS untuk mencapai titik optimal. Hal ini pada akhirnya akan membantu petani untuk memperoleh keuntungan yang optimal pula, dan meningkatkan minat mereka untuk memelihara sapi.

Pada eksperimen ketiga ditunjukkan bahwa distribusi penawaran dan permintaan yang tidak merata akan meningkatkan fluktuasi harga pasar yang terjadi. Ketika hal ini terjadi pada kondisi dimana terdapat irisan antara RP *seller* dan *buyer*, maka selain fluktuasi harga, TS rata-rata yang dihasilkan menjadi lebih rendah dan berfluktuasi. Fluktuasi harga dan TS ini, merupakan faktor resiko baik bagi pihak *seller* maupun *buyer*. Hal ini dapat diredam dengan melakukan intervensi-intervensi yang mendorong agar distribusi ternak menjadi lebih merata. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memperbaiki sarana transportasi ternak sehingga menjadi lebih mudah dan murah. Hal ini penting karena berdasarkan hasil studi kasus yang telah dilakukan, masih banyak daerah yang sulit dijangkau, sehingga ternak di daerah tersebut sulit untuk disalurkan.

Pada eksperimen ke empat ditunjukkan bagaimana penambahan jumlah *market* dapat mengurangi fluktuasi TS yang terjadi, akibat tidak lengkapnya informasi yang dimiliki oleh *buyer*. Penambahan pasar-pasar baru merupakan salah satu intervensi yang memudahkan *buyer* untuk memperoleh informasi dari *seller*. Akan tetapi, hal ini saja belum tentu cukup, karena pada kenyataannya *buyer* belum tentu dapat mengakses seluruh pasar ini. Sebagaimana ditunjukkan oleh eksperimen kelima, hal ini tetap harus didukung dengan upaya memperlancar distribusi ternak dan memudahkan akses *buyer* ke setiap pasar.

Daftar Pustaka

Australian Public Service Commission. (2007). *Tackling Wicked Problems: A Public Policy Perspective*. Commonwealth of Australia.

Axelrod, R. (2003). Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. *Japanese Journal for Management Information System, Special Issue on Agent-Based Modeling*, 12 (3).

Axtell, R. L. (2003). The new coevolution of information science and social science: from software agents to artificial societies and back or how more computing became different computing.

Dinas Peternakan Provinsi Jawa Barat. (2014). Dipetik September 08, 2014, dari <http://disnak.jabarprov.go.id/index.php/blog>

FAO Regional Office for Asia and the Pacific. (2000). *Selected indicators of food and agriculture development in Asia-Pacific region*. Dipetik 12 11, 2013, dari FAO Corporate Document Repository: www.fao.org/docrep/004/ab987e/ab987e0h.htm#bm17.10

Gilbert, N. (2004, December 18). *Agent-based Social Simulation: Dealing With Complexity*. Dipetik October 26, 2008, dari <http://www.agsm.unsw.edu.au/bobm/teaching/SimSS/ABSS-dealingwithcomplexity-1-1.pdf>

Gilbert, N., & Terna, P. (2000). How to build and use agent-based models in social science. *Mind & Society* , 57-72.

Kunc, M., & Morecroft, J. (2006). Business Dynamics for Strategic Development . *Proceedings of The 24th International Conference of the System Dynamics Society*, (hal. 1-24).

O'Brien, F., & Dyson, R. (2007). *Supporting strategy: frameworks, methods and models*. New York: John Wiley & Sons.

Smith, E. R., & Conrey, F. R. (2007). Agent-Based Modeling: A New Approach for Theory Building in Social Psychology. *Personality and Social Psychology Review* , 11 (87), 87-104.

Soedjana, T., Bahri, S., Diwyanto, K., Priyanti, A., Ilham, N., Muharsini, S., et al. (2012). *Menakar Potensi Penyediaan Daging Sapi Dan Kerbau Di Dalam Negeri Menuju Swasembada 2014*. Jakarta: IAARD Press.

Xiang, X., Kennedy, R., Madey, G., & Cabaniss, S. (2005). Verification and validation of agent-based scientific simulation models. *Agent-Directed Simulation Conference*, (hal. 47-55).