

**MODEL ANALISIS SYSTEM DINAMIS DISTRIBUSI NH<sub>3</sub> PADA KANDANG AYAM  
BROILER DENGAN SISTEM VENTILASI TERBUKA  
UNTUK MANAJEMEN KANDANG**

**A. Yani**

Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan  
Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor  
Jln. Agatis Kampus IPB Dramaga, Fakultas Peternakan, IPB Bogor 16680

**ABSTRACT**

Production process in an broiler farm has three elements such as input, output and environment. Through that production process, the environment inside stable and around the land will get negative effect as chicken's faeces that contain ammonia gas (NH<sub>3</sub>) and hydrogen sulfida caused by high protein content on chicken's feed. In certain condition, NH<sub>3</sub> an disturb healty and production even the death in chicken or human being. The aim of the study is to analyze concentration distribution of NH<sub>3</sub> inside the stable, hush of paddy, outside the stable through simulation use program language POWersim.

Stable contruction as basic in simulation calculation has long measure wide, height, wall height, height from wall to roof with volume respectively 50; 10; 5; 3.8; 1.2 m and 2200 m<sup>3</sup> that accept 5000 broiler. The result of this study show that higher chicken's age, the more increase production of NH<sub>3</sub> so it will increase NH<sub>3</sub> concentration inside stable, hush of paddy, outside stable. Change of hush of paddy (result of 28 days simulation and 21, 28 days) has extremely decrease NH<sub>3</sub> concentration inside stable, hush of paddy and outside stable if compared with changeless of hush of paddy.

Keywords: broiler, NH<sub>3</sub>, stable, model

## PENDAHULUAN

Proses produksi dalam suatu peternakan ayam (*broiler*) memiliki tiga elemen pokok, yaitu input (pakan, air, oksigen), output (daging, telur, manur, kotoran, dll), dan lingkungan (kandang, pencegahan penyakit, tata laksana, kesesuaian dengan alam dan lingkungan). Melalui proses produksi tersebut, lingkungan di dalam kandang dan sekitar lahan akan menerima dampak, baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak negatif akibat proses produksi ayam *broiler* diantaranya meningkatnya temperatur udara dalam kandang yang disebabkan oleh produksi panas dari ternak (ayam *broiler*). Panas yang dikeluarkan oleh hewan ternak (ayam *broiler*) berupa panas *sensibel* dan panas laten. Disamping itu, pada permukaan lantai kandang terjadi proses pindah panas secara konduksi antara ayam *broiler* dan lantai.

Dampak negatif yang lebih penting dan perlu mendapat perhatian serius adalah limbah atau kotoran ternak ayam. Limbah atau kotoran ayam mengandung gas ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan hidrogen sulfida yang disebabkan oleh tingginya kandungan protein dalam pakan ayam. Semakin tinggi kandungan protein yang dikonsumsi ternak, semakin tinggi gas amoniannya. Ayam *broiler* mengkonsumsi protein mencapai 23% dari total nutrisi yang diperlukan (Rasyaf, 2001). Konsumsi ransum meningkat seiring dengan bertambahnya bobot badan ayam, sehingga produksi dan kandungan gas ammonia dalam kandang akan semakin meningkat dengan meningkatnya produksi kotoran ayam *broiler* sampai penggantian sekam dalam kandang.

Jumlah kotoran yang dihasilkan oleh unggas termasuk ayam *broiler* dalam satu minggu untuk setiap bobot badan 1.000 lb (454 kg) adalah sebesar  $9,2 \text{ ft}^3$  ( $0,26051454 \text{ m}^3$ ). Wathes *et al.* (1997) mengatakan bahwa di England, konsentrasi gas ammonia di dalam, di luar dan di outlet kandang pada ayam berumur 24-34 hari berbeda di ketiga tempat tersebut. Konsentrasi gas ammonia di dalam kandang mencapai 15 - 40 ppm, di outlet mencapai 13-28 ppm, dan di luar kandang 1-5 ppm. Konsentrasi gas ammonia tersebut akan semakin meningkat pada musim dingin. Kandungan gas ammonia dalam kotoran ayam sebesar 2,6% (Overcash *et al.*, 1983). Dengan tingginya kandungan  $\text{NH}_3$  yang dihasilkan ternak (ayam *broiler*) dan dampaknya dapat mengganggu produksi, kesehatan bahkan kematian baik pada ternak (ayam *broiler*) maupun manusia maka perlu dilakukan kajian tentang distribusi  $\text{NH}_3$  dalam kandang, sekam, luar kandang. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi konsentrasi  $\text{NH}_3$  dalam kandang, sekam, di luar kandang melalui simulasi komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Powersim.

## METODE

### Konseptualisasi Sistem

Sistem yang dibangun untuk menganalisis distribusi  $\text{NH}_3$  dalam dan sekitar kandang ayam *broiler* ini adalah sistem dinamis sehingga bagian-bagian yang saling berinteraksi dalam sistem saling mempengaruhi (Muhammadi *et al.*, 2001). Dalam membangun sistem dinamis ini, dirancang melalui beberapa tahapan,

yaitu analisis perilaku sistem, pembuatan diagram sebab akibat, dan pembuatan diagram alir sistem.

Analisis perilaku sistem dilakukan dengan cara studi pustaka dan pengamatan langsung di dalam sistem yang akan dibangun (dalam dan sekitar kandang ayam *broiler*) terutama perilaku konsentrasi  $\text{NH}_3$  dan menghasilkan perilaku sebagai berikut: (a) konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang dihasilkan ayam broiler akan tersebar ke sekam (lantai), dalam kandang dan karena adanya hembusan angin (alami dan kipas), maka akan menyebar juga ke udara sekitar atau luar kandang, (b) semakin tinggi konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang dihasilkan oleh kotoran ayam, maka konsentrasi di sekam, kandang dan luar kandang juga akan semakin tinggi, (c) distribusi  $\text{NH}_3$  di tiga bagian yaitu sekam, kandang dan luar kandang selain dipengaruhi oleh produksi  $\text{NH}_3$  ayam broiler, akan sangat dipengaruhi oleh distribusi angin di dalam dan sekitar/luar kandang, lamanya penggantian sekam, dan fraksi  $\text{NH}_3$  yang masuk ke sekam, kandang dan luar/sekitar kandang serta fraksi bercampurnya kembali  $\text{NH}_3$  di sekam dan luar kandang tersebut ke dalam kandang, (d) distribusi angin dianggap seragam dan kontinu sehingga dapat mensirkulasikan  $\text{NH}_3$  yang ada di dalam kandang, sekam dan luar kandang (Gambar 1), (e) dengan pola distribusi angin pada Gambar 1, angin yang membawa  $\text{NH}_3$  dari kandang dan sekam, sebagian akan kembali ke dalam kandang dan akan bercampur dengan konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang ada dalam kandang, (f) semakin tinggi konsentrasi  $\text{NH}_3$  dalam kandang, akan semakin tinggi pula di luar kandang sehingga yang kembali ke kandang juga akan semakin tinggi, (g) lamanya penggantian sekam akan mempengaruhi konsentrasi  $\text{NH}_3$  dalam sekam. Jika sekam diganti, konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang ada di sekam juga akan menyebar ke dalam kandang. Konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang masuk ke sekam akan menguap dan bercampur ke dalam kandang dan memerlukan waktu untuk sampai  $\text{NH}_3$  menguap sepenuhnya.

Melalui perilaku sistem di atas, dapat dibangun diagram sebab akibat dan diagram alir sistem. Diagram sebab akibat dari permasalahan distribusi  $\text{NH}_3$  pada kandang ayam *broiler* dengan sistem ventilasi terbuka dapat dilihat pada Gambar 2. Diagram alir analisis sistem dinamis distribusi  $\text{NH}_3$  pada kandang ayam *broiler* dengan sistem ventilasi terbuka dapat dilihat pada Gambar 3.

#### Desain Model

Model adalah gambaran dari sistem interaksi antar komponen di alam dengan meniadakan komponen yang pengaruhnya kecil, sehingga hasil analisis model selalu memiliki kesalahan atau ketidaktepatan (Suratmo, 2002). Model dikelompokkan menjadi model kuantitatif, kualitatif dan model ikonik. Model kuantitatif adalah model yang berbentuk rumus-rumus matematika, statistik atau komputer. Model kualitatif adalah model yang berbentuk gambar, diagram, atau matriks yang menyatakan hubungan antar unsur dengan tidak menggunakan rumus matematika dan statistik. Model ikonik adalah model yang mempunyai bentuk fisik sama dengan barang yang ditirukan dengan skala yang diperbesar atau diperkecil (Winardi, 1999).

Dalam analisis sistem yang dibuat, desain model untuk penambahan bobot badan ayam disusun tiap 0,25 hari dengan tujuan untuk mencapai kondisi real dari banyaknya kotoran yang diproduksi sehingga distribusi  $\text{NH}_3$  dibuat tiap 0,25 hari. Dengan penambahan bobot badan tiap 0,25 hari, maka jumlah kotoran yang dihasilkan oleh 454 kg bobot ayam tiap minggunya dibuat untuk

tiap 0,25 hari dengan cara  $(454 \text{ kg} \cdot 7 \cdot 4 \text{ hari})$  untuk tiap  $(0,26051454 \text{ m}^3)$  kotoran. Dari jumlah kotoran yang dihasilkan tiap 0,25 hari tersebut, kandungan  $\text{NH}_3$  yang terdapat dalam kotoran sebesar 2,6%.

Kandang yang dibuat untuk keperluan simulasi memiliki ukuran panjang 50 m, lebar 10 m, tinggi dinding 3,8 m dan tinggi dari dinding ke atap (atas) 1,2 m sehingga memiliki luas  $500 \text{ m}^2$  dan volume kandang  $2.200 \text{ m}^3$ . Dengan luasan dan volume kandang tersebut, dapat menampung 5.000 ekor ayam *broiler* dengan umur produksi 35 hari. Berdasarkan desain sistem di atas dan diagram alir analisis sistem dinamis distribusi  $\text{NH}_3$  pada kandang ayam *broiler* dengan sistem ventilasi terbuka maka dapat dibuat model matematikanya. Model persamaan matematika dalam komputer dari permasalahan analisis sistem distribusi  $\text{NH}_3$  di dalam dan sekitar kandang ayam *broiler* adalah sebagai berikut :

```

init   Akan_Ganti = 0
flow   Akan_Ganti = -dt*Waktu_ganti +dt*Ke_Sekam
init   Akumulasi_Konsentrasi_NH3 = 0
flow   Akumulasi_Konsentrasi_NH3 = +dt*Kons_NH3_per_6jam
init   Bobot_1_ekor = 0.17
flow   Bobot_1_ekor = +dt*Bobot_badan_Ayam
init   Jumlah_kotoran = 0
flow   Jumlah_kotoran = +dt*produksi_kotoran
init   Kons_NH3_diluar_kandang = 0.85*0.247
flow   Kons_NH3_diluar_kandang = +dt*Dari_Kandang -dt*Kembali_ke_Kandang
      -dt*Campur_ke_Atmosfer
init   Kons_NH3_dlm_Kandang = 0.85*0.247
flow   Kons_NH3_dlm_Kandang = +dt*Masukan_ke_dlm_kandang
      -dt*Keluar_Kandang
init   Kons_NH3_Sekam = 0.15*0.247
flow   Kons_NH3_Sekam = +dt*Masuk -dt*Ganti_Sekam -dt*Keluar
init   Umur_Ayam = 1
flow   Umur_Ayam = +dt*Tambah_Umur
aux    Bobot_badan_Ayam = Pertambahan_Bobot_Badan
aux    Campur_ke_Atmosfer = Kons_NH3_diluar_kandang*Fraksi_Campur
aux    Dari_Kandang = Keluar_Kandang*Fraksi_Dari_Kandang
aux    Ganti_Sekam = Waktu_ganti
aux    Ke_Sekam = 0.2*NH3_ke_Sekam
aux    Keluar = Delay_keluar
aux    Keluar_Kandang = Kons_NH3_dlm_Kandang*Fraksi_keluar_kandang
aux    Kembali_ke_Kandang = Kons_NH3_diluar_kandang*Fraksi_Kembali
aux    Kons_NH3_per_6jam = Produksi_NH3*Fraksi_konsentrasi_NH3
aux    Masuk = NH3_ke_Sekam
aux    Masukan_ke_dlm_kandang=
Ganti_Sekam*0.4+Keluar+Kembali_ke_Kandang+NH3_ke_Kandang
aux    produksi_kotoran = bobot_1_kandang/fraksi__produksi_kotoran
aux    Tambah_Umur = Pertambahan_umur_ayam
aux    Waktu_ganti = PULSE(1,(140,0),(112,28),(84,28,28))*Akan_Ganti
aux    bobot_1_kandang = Bobot_1_ekor*Jumlah_ayam
aux    Delay_keluar = DELAYPPL(Keluar_Sekam,4,0)
aux    Keluar_Sekam = NH3_ke_Sekam*Fraksi_Keluar_Sekam
aux    NH3_ke_Kandang = Kons_NH3_per_6jam*Fraksi_ke_Kandang
aux    NH3_ke_Sekam = Kons_NH3_per_6jam*Fraksi_ke_Sekam
aux    Pertambahan_Bobot_Badan=
GRAPH(Umur_Ayam,7,1,[0.009275,0.009275,0.009275,0.009275,0.009275,0.009275,0.00

```

```

9275,0.013225,0.013225,0.013225,0.013225,0.013225,0.013225,0.013225,0.016075,0.01
6075,0.016075,0.016075,0.016075,0.016075,0.016075,0.0175,0.0175,0.0175,0.0175,0.01
75,0.0175,0.0175,0.0175,0.0175,0.0175,0.0175,0.0175,0.0175,0.0175,0.016075,0.01607
5,0.016075,0.016075,0.016075,0.016075,0.016075,0.016075"Min:0;Max:0.1"]])
aux  Produksi_NH3 = produksi_kotoran*Fraksi_produksi_NH3
const fraksi__produksi_kotoran = 454*7*4/0.260515
const Fraksi_Campur = 0.7
const Fraksi_Dari_Kandang = 1
const Fraksi_ke_Kandang = 0.75
const Fraksi_ke_Sekam = 0.25
const Fraksi_keluar_kandang = 1
const Fraksi_Keluar_Sekam = 0.8
const Fraksi_Kembali = 0.3
const Fraksi_konsentrasi_NH3 = 10000/22
const Fraksi_produksi_NH3 = 0.026
const Jumlah_ayam = 5000
const Pertambahan_umur_ayam = 0.25

```

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Meningkatnya bobot badan ayam (umur meningkat) menyebabkan jumlah kotoran yang diproduksi setiap ¼ hari (6 jam) semakin meningkat sehingga produksi dan konsentrasi NH<sub>3</sub> yang dihasilkan juga semakin meningkat. Dari hasil simulasi diperoleh nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> dalam kandang, sekam, di luar kandang dan konsentrasi NH<sub>3</sub> per 6 jam dalam kandang yang terus meningkat jika tidak dilakukan pergantian sekam (Gambar 4). Dari Gambar 4 diperoleh nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> tertinggi dalam kandang, sekam, di luar kandang dan konsentrasi per 6 jam masing-masing sebesar 3,28; 10,20; 3,25; dan 2,48 ppm. Nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> tersebut sudah melebihi ambang batas baku mutu NH<sub>3</sub> (secara ketat, 1 ppm) berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. KEP 03 / MENKLH/ II / 1991.

Konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar enam ppm dapat menyebabkan timbulnya iritasi pada mata dan saluran pernapasan ayam (Pauzenga, 1991), memiliki efek terhadap tampilan ternak, meningkatkan kerentanan terhadap penyakit dan mengganggu efisiensi kerja pekerja kandang, menurunkan rata-rata tingkat pertumbuhan ayam (Moore *et al.*, 1995).

Untuk meminimalkan dampak dari konsentrasi NH<sub>3</sub> yang melebihi ambang batas baku mutu, diperlukan pergantian sekam dalam kandang ayam. Pergantian sekam dapat mengurangi konsentrasi NH<sub>3</sub> di dalam kandang, luar kandang dan sekam. Hasil simulasi menunjukkan nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> dalam kandang, sekam, luar kandang dan konsentrasi per enam jam dengan mengganti sekam pada umur ayam 28 hari berturut-turut sebesar 4,58; 6,69; 4,58 dan 1,86 ppm sehingga pada umur ayam 35 hari konsentrasinya berturut-turut 3,28; 5,01; 3,25; 2,48 ppm (Gambar 5).

Pada pergantian sekam yang lebih sering (21, 28 dan 35 hari), nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> untuk semua tempat (dalam kandang, sekam, luar kandang) semakin menurun (Gambar 6). Pada umur ayam 28 hari, nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> tertinggi di dalam kandang, sekam, luar kandang dan konsentrasi per enam jam

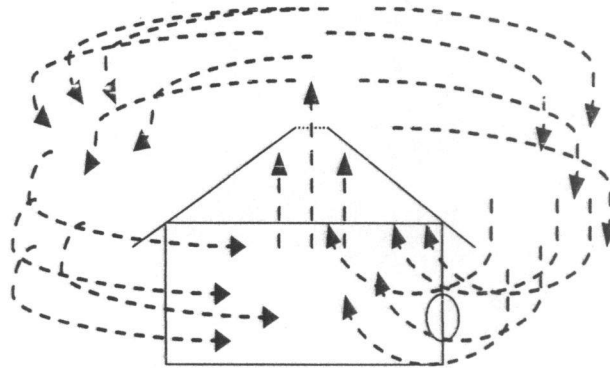
masing-masing 2,94; 4,02; 1,68; dan 1,25 ppm. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan tidak ada pergantian sekam dan pergantian sekam satu kali (28 hari).

### KESIMPULAN

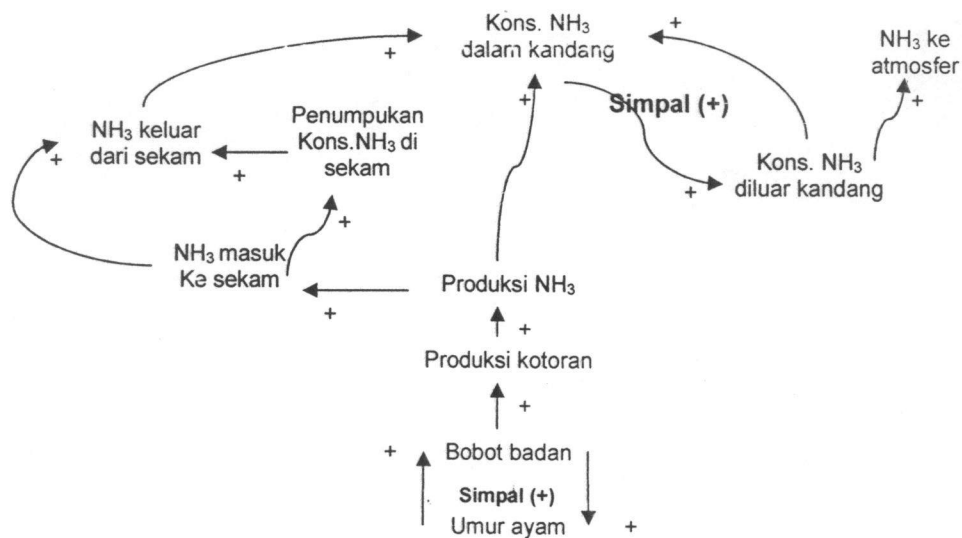
Distribusi  $\text{NH}_3$  dalam kandang, sekam, dan luar kandang dapat dianalisis dengan menggunakan model analisis sistem dinamis melalui simulasi menggunakan program POWERSIM. Pergantian sekam dapat mengurangi konsentrasi  $\text{NH}_3$  dalam kandang, sekam, luar kandang.

### DAFTAR PUSTAKA

- KEP 03 / MENKLH / II / 1991. Baku Mutu Ambien dan Emisi Gas  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{S}$ . MENKLH. Jakarta.
- Moore, P.A. J.R., Daniel, T.C., Edwards, D.R., Miller, D.M. 1996. Evaluation of chemical amendment to reduce ammonia volatilization from poultry litter. *Poultry Science*, 75: 315-320.
- Muhammadi, E. Aminullah, B. Susilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen. UMJ Press. Jakarta.
- Overcash, M.R., Humenik, F.J., and Miner, J.R. 1983. *Livestock Waste Management. Volume II*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Pauzenga, 1991. Animal Production in The 90's in Harmony with Nature: A Case Study in The Netherland, *In: Biotechnology in The Feed Industry* (T.P.Lyons Eds.). Proc.Alltech's Seventh Annual Symposium. Nicholasville, Kentucky.
- Rasyaf, M. 2001. *Beternak Ayam Pedaging*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suratmo, F.G. 2002. *Panduan Penelitian Multidisiplin*. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- Wathes, C.M., Holden, M.R., Sneath., White, R.P., and Philips, V.R. 1997. Concentration and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. *British Poultry Science*, 38: 14-28.
- Winardi. 1999. *Pengantar Tentang Teori Sistem dan Analisis Sistem*. Penerbit Mandar Maju, Bandung.

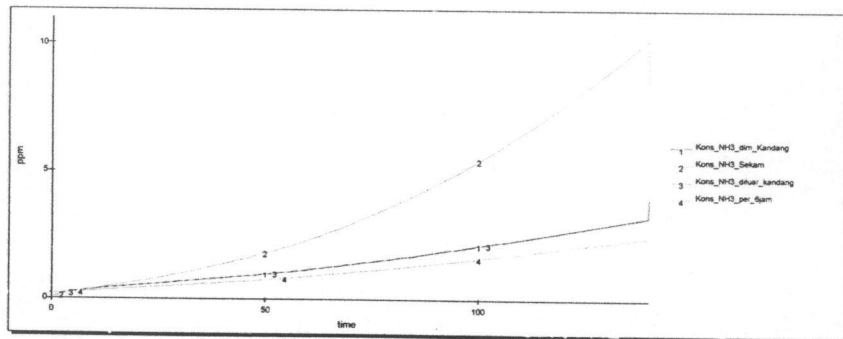
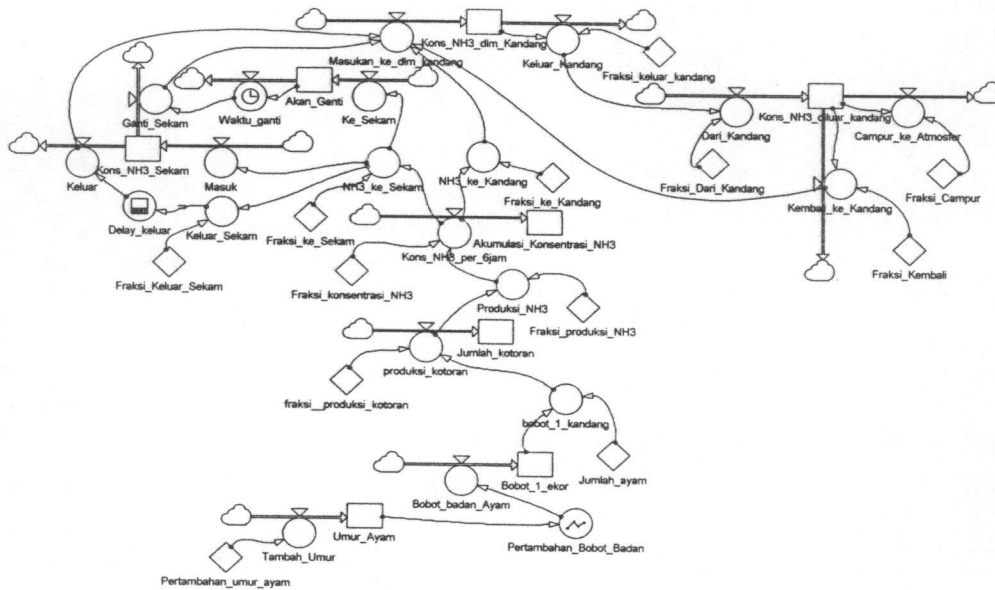


Gambar 1. Distribusi Udara di Dalam dan Luar Kandang



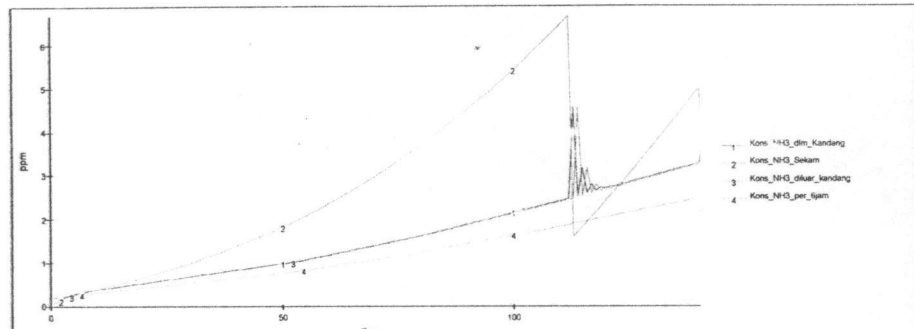
Gambar 2. Diagram Sebab Akibat Analisis Sistem Dinamis Distribusi  $\text{NH}_3$  pada Kandang Ayam *Broiler* dengan Sistem Ventilasi Terbuka

Gambar 3. Diagram Alir Analisis Sistem Dinamis Distribusi NH<sub>3</sub> Pada Kandang Ayam Broiler dengan Sistem Ventilasi Terbuka

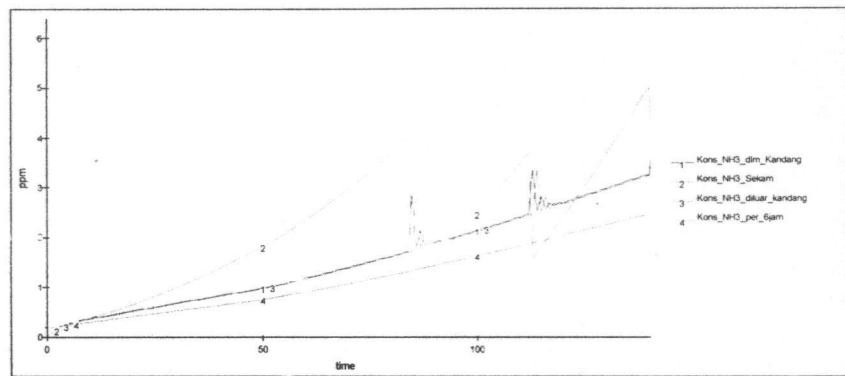


Gambar 4. Grafik Konsentrasi NH<sub>3</sub> dalam Kandang, Sekam, di Luar Kandang dan Konsentrasi Tiap Enam Jam pada Ayam *Broiler* Hasil Simulasi (Tanpa Ganti Sekam)





Gambar 5. Grafik Konsentrasi NH<sub>3</sub> dalam Kandang, Sekam, di Luar Kandang dan Konsentrasi Tiap Enam Jam pada Ayam *Broiler* Hasil Simulasi (Ganti Sekam pada Umur Ayam 28 Hari)



Gambar 6. Grafik Konsentrasi NH<sub>3</sub> dalam Kandang, Sekam, di luar Kandang dan Konsentrasi Tiap Enam Jam pada Ayam *Broiler* Hasil Simulasi (ganti sekam pada umur ayam 21 dan 28 hari)