

**SISTEM INFORMASI FORMULASI RANSUM PAKAN UNGGAS
MENGUNAKAN *LINEAR PROGRAMMING***

DIARDIAN FEBIANI



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2016**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Sistem Informasi Formulasi Ransum Pakan Unggas Menggunakan *Linear Programming* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2016

Diardian Febiani
NIM G64120113

ABSTRAK

DIARDIAN FEBIANI. Sistem Informasi Formulasi Ransum Pakan Unggas Menggunakan *Linear Programming*. Dibimbing oleh IRMAN HERMADI dan IDAT GALIH PERMANA.

Unggas akan berproduksi dengan baik jika nutrisi pada ransum pakannya seimbang dan lengkap sesuai dengan kebutuhannya. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sistem informasi yang dapat memformulasikan komposisi berbagai bahan pembuatan ransum serta memenuhi kebutuhan nutrisi unggas sehingga menghasilkan ransum dengan harga minimum untuk membantu peternak unggas. Informasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu berbagai bahan pakan dengan harga dan komposisi nutrisinya, serta berbagai jenis unggas dengan kebutuhan nutrisinya. Sistem informasi formulasi ransum pakan unggas ini dibuat dengan metode pengembangan perangkat lunak *extreme programming* (XP). Perhitungan formulasi ransum dengan *linear programming* diimplementasikan ke dalam kode sistem menggunakan perhitungan sesuai metode simpleks untuk menghasilkan harga minimum dari kombinasi berbagai bahan pakan ransum. Pengujian dilakukan dengan uji unit menggunakan *black-box testing* dan uji pengguna menggunakan perbandingan dengan aplikasi WinFeed 2.8.

Kata kunci: *extreme programming*, formulasi ransum, *linear programming*, sistem informasi, unggas

ABSTRACT

DIARDIAN FEBIANI. Information System of Poultry Ration Formulation Using Linear Programming. Supervised by IRMAN HERMADI and IDAT GALIH PERMANA.

Poultry will produce well if the nutrients in its ration have a balanced and complete ratio according to its needs. This research aimed to build an information system to formulate the composition of ingredients for making ration that meets the poultry's nutrients requirements with the minimum price in order to aid poultry farmers. The data used in this research are feed ingredients including the price and nutrient compositions, and the varieties of poultry with its nutrient requirements. The information system of poultry feed ration formulation was developed using extreme programming (XP) software development method. The calculation of ration formulation was done using linear programming with simplex method to generate minimum price from feed ingredients combination of the ration. Unit testing was done for the system using black-box testing, and acceptance testing by comparing the result with WinFeed 2.8 application.

Keywords: extreme programming, information system, linear programming, poultry, ration formulation

**SISTEM INFORMASI FORMULASI RANSUM PAKAN UNGGAS
MENGUNAKAN *LINEAR PROGRAMMING***

DIARDIAN FEBIANI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Ilmu Komputer
pada
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2016**

Penguji: 1 Dr Ir Agus Buono, MSi MKom

Judul Skripsi: Sistem Informasi Formulasi Ransum Pakan Unggas Menggunakan
Linear Programming

Nama : Diardian Febiani

NIM : G64120113

Disetujui oleh

Irman Hermadi, SKom MS PhD
Pembimbing I

Dr Ir Idat Galih Permana, MSc
Pembimbing II

Diketahui oleh

Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang menghasilkan sistem informasi formulasi ransum pakan unggas ini diharapkan dapat berguna secara langsung bagi peternak unggas.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

- 1 Bapak Dr Ir Agus Bueno, MSi MKom selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer FMIPA IPB sekaligus penguji.
- 2 Bapak Irman Hermadi, SKom MS PhD dan Bapak Dr Ir Idat Galih Permana, MSc selaku pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu dan saran yang membangun bagi penulis.
- 3 Seluruh dosen IPB yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama penulis menempuh pendidikan S1; staf tata usaha dan seluruh staf pegawai Departemen Ilmu Komputer FMIPA IPB yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan berbagai hal administrasi.
- 4 Bapak Dr Ir Tatag Budiardi, MSi dan Ibu Dr Ir Kurnia Suci Indraningsih, MSi selaku orang tua yang sangat penulis cintai dan kakak Titania Aulia, SKPm MSi yang penulis sayangi. Terima kasih untuk ketulusannya dalam memberi doa, dorongan dan semangat untuk terus maju.
- 5 Kekasih tersayang yang selalu menghibur, menemani, serta memberi dukungan dan semangat.
- 6 Seluruh teman-teman di IPB terutama Dwia Pungky Arumdani, Defriani Putri, Widuri Putri Wulansari, Wieke Aulia Putri, Shellafuri Biru Mardika, Ardhi Ma'arik, Ramdhan Abdul Ghifari, Irfan Zidny, Alfandio Grasheldi, Samad, Muammar Haikal Perdana, dan Muhammad Fariz yang memberi semangat dan membagikan ilmunya selama penulis menjalani masa perkuliahan dan penelitian.

Semoga skripsi ini bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembacanya.

Bogor, September 2016

Diardian Febiani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	1
Tujuan Penelitian	1
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
<i>Extreme Programming</i>	2
Formulasi Ransum	2
<i>Linear Programming</i>	3
<i>Model, View, Controller (MVC)</i>	3
METODE	3
Tahapan Penelitian	3
Lingkungan Pengembangan	6
HASIL DAN PEMBAHASAN	6
Perencanaan	6
Desain	7
<i>Coding</i>	13
Pengujian	16
SIMPULAN DAN SARAN	20
Simpulan	20
Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	22
RIWAYAT HIDUP	47

DAFTAR TABEL

1	Kebutuhan fungsional <i>user</i> SiMURAA	8
2	Hasil pengujian menggunakan <i>black-box testing</i>	16
3	Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian	17
4	Batasan kebutuhan nutrisi pada pengujian	18
5	Harga ransum dan komposisi penggunaan bahan pakan pada pengujian	18

DAFTAR GAMBAR

1	Proses tahapan <i>extreme programming</i> (XP)	4
2	Diagram <i>use case</i> SiMURAA	7
3	Alur proses perhitungan menggunakan <i>linear programming</i>	9
4	CRC Card SiMURAA	9
5	Diagram kelas SiMURAA	10
6	ERD SiMURAA	11
7	Prototipe halaman memulai perhitungan formulasi ransum	11
8	Diagram aktivitas membuat perhitungan formulasi ransum	12
9	Diagram sekuens membuat perhitungan formulasi ransum	13
10	Halaman untuk memulai formulasi ransum	14
11	Hasil perhitungan yang dieksekusi di <i>command prompt</i>	15
12	Hasil perhitungan formulasi ransum menggunakan SiMURAA	19
13	Hasil perhitungan formulasi ransum menggunakan Winfeed 2.8	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram kelas konseptual	22
2	Diagram kelas spesifikasi	22
3	Kamus data SiMURAA	23
4	Prototipe seluruh fungsi pada SiMURAA	26
5	Seluruh diagram aktivitas pada SiMURAA	32
6	Seluruh diagram sekuens pada SiMURAA	38
7	Seluruh halaman pada SiMURAA	41

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Unggas merupakan salah satu jenis hewan ternak yang banyak diproduksi karena potensi bisnisnya besar. Pakan merupakan kebutuhan utama bagi unggas untuk tetap hidup, tumbuh dan berkembang biak. Ransum adalah sekumpulan bahan makanan yang memenuhi persyaratan dan disusun dengan cara tertentu untuk memenuhi kebutuhan gizi unggas (Rasyaf 1989). Unggas berproduksi dengan baik jika nutrisi pada pakannya seimbang dan lengkap sesuai dengan kebutuhannya. Pentingnya keseimbangan nutrisi pada ransum menyebabkan dibutuhkan suatu sistem informasi mengenai formulasi ransum yang optimal. Formulasi ransum optimal mengandung arti bahwa nutrisi dalam ransum dapat memenuhi kebutuhan unggas secara maksimum, namun menghasilkan biaya minimum dari penggunaan berbagai bahan pakan penyusun ransum.

Penelitian sebelumnya membantu *user* khususnya peternak untuk memilih bahan pakan, mengecek komposisi ransum, mengecek kandungan nutrisi, memulai formulasi, dan melihat informasi ransum (Chandra 2015). Penelitian tersebut masih terbatas pada penentuan formulasi ransum dengan mencoba berbagai kemungkinan bahan pakan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi unggas. Namun demikian, model formulasi yang menghasilkan harga ransum minimum dengan ketepatan komposisi nutrisi belum dilakukan.

Sistem informasi yang dapat memformulasikan komposisi nutrisi, bahan pakan, serta perhitungan harga minimum dari berbagai bahan pakan yang digunakan diperlukan untuk efisiensi pembuatan ransum pakan unggas. Pada penelitian ini, sistem informasi yang dapat melakukan perhitungan formulasi ransum pakan unggas dibuat dengan menggunakan rumusan *linear programming*. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan formulasi yang memenuhi kebutuhan nutrisi unggas dengan harga minimum dari pembuatan ransum agar memaksimalkan keuntungan yang diperoleh peternak unggas.

Perumusan Masalah

Berbagai kemungkinan susunan bahan pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi unggas dapat dibuat dengan beraneka cara. Mengoptimalkan biaya yang tersedia perlu dilakukan dengan mendapatkan harga minimum dari berbagai kemungkinan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merumuskan sistem informasi formulasi ransum pakan unggas yang menghasilkan komposisi nutrisi dan bahan pakan yang seimbang bagi unggas, serta harga minimum dari penyusunan bahan pakan pada ransum.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan sistem berbasis web yang dapat digunakan untuk membuat formulasi ransum pakan unggas dengan menentukan

komposisi bahan yang terkandung dalam ransum pakan unggas, dan harga minimum kombinasi berbagai bahan yang memenuhi kebutuhan nutrisi unggas.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat langsung membantu peternak unggas atau industri pakan unggas skala kecil dan menengah untuk membuat pakan unggas yang murah dengan penggunaan bahan yang memenuhi kebutuhan nutrisi unggas.

Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup dari penelitian ini adalah:

- 1 Informasi yang digunakan terdiri dari komposisi nutrisi berbagai bahan pakan, kebutuhan nutrisi berbagai jenis unggas, dan harga berbagai bahan pakan.
- 2 Jenis unggas yang disusun ransumnya yaitu ayam broiler, ayam petelur (*layer*), ayam kampung, puyuh, dan itik.

TINJAUAN PUSTAKA

Extreme Programming

Agile merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak. Metode *agile* mengizinkan tim pengembang untuk fokus ke perangkat lunak dibanding desain dan dokumentasinya (Sommerville 2011). Salah satu model dari metode pengembangan perangkat lunak *agile* yang digunakan pada penelitian ini adalah *extreme programming* (XP). *Extreme programming* menggunakan sebuah pendekatan berorientasi objek sebagai paradigma pengembangan dan mencakup seperangkat aturan dan praktik-praktik yang terjadi dalam konteks empat kerangka kegiatan: perencanaan, desain, *coding*, dan pengujian (Pressman 2010).

Formulasi Ransum

Formulasi ransum dirancang untuk memecahkan persamaan dengan berbagai bahan yang memenuhi jumlah indikator kebutuhan gizi dan dengan harga terendah disesuaikan dengan formula ransum terbaik, memberikan potensi produksi maksimum hewan ternak dan unggas, dan meningkatkan efisiensi konversi pakan (Peng dan Li 2011). Komposisi kandungan nutrisi yang disesuaikan dengan bahan pembuat ransum akan menghasilkan berbagai kemungkinan kombinasi dengan harga yang berbeda. Untuk mengoptimalkan perhitungan formulasi ransum tersebut dibutuhkan suatu perhitungan untuk mencari harga yang minimum dari berbagai kombinasi bahan pembuat ransum dan kandungan nutrisi yang ada di dalamnya.

Linear Programming

Linear programming adalah upaya untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya dapat langsung diubah menjadi masalah mengoptimalkan suatu fungsi khusus. Masalah mendasar dari *linear programming* yaitu menentukan nilai optimal dari subyek fungsi linear ke kendala linear (Thie dan Keough 2008). Pada penelitian ini, informasi nutrisi yang dibutuhkan unggas, nutrisi yang terkandung dalam setiap bahan pakan, batasan penggunaan dan harga bahan pakan sudah tersedia. Masalah yang timbul adalah menentukan seberapa banyak bahan pakan yang dipakai untuk membuat ransum setelah disesuaikan dengan nutrisi yang terkandung di dalamnya dan meminimumkan total harga dari berbagai kombinasi bahan pakan tersebut.

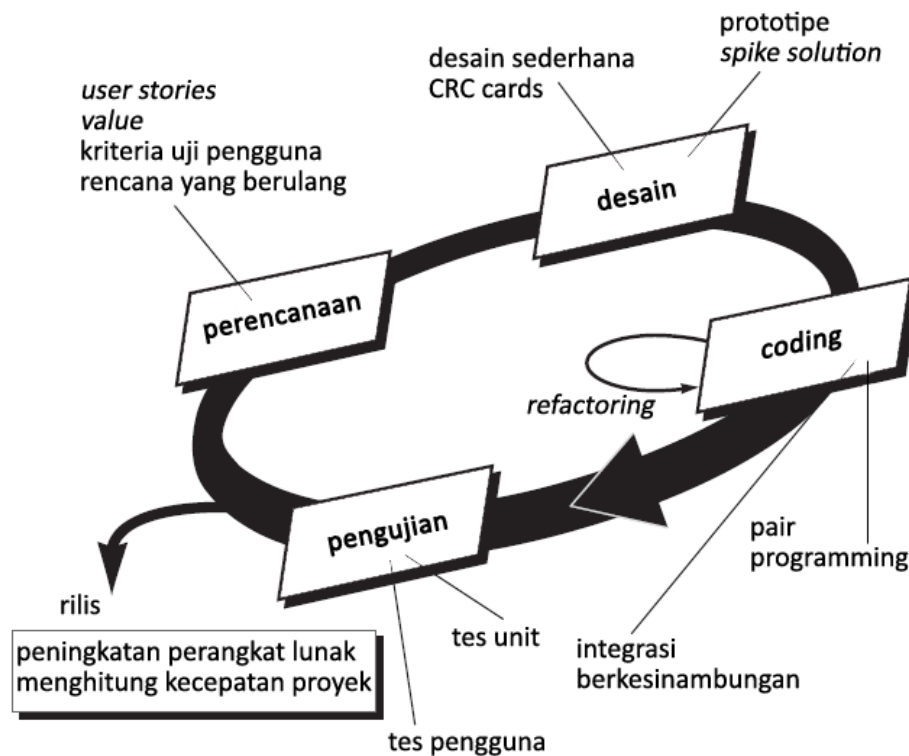
Model, View, Controller (MVC)

MVC merupakan salah satu desain arsitektural dalam pengembangan suatu perangkat lunak. Arsitektur MVC merupakan salah satu model infrastruktur *Webapp* yang memisahkan antarmuka pengguna dengan fungsionalitas dan konten informasional *Webapp* (Pressman 2010). *Model* berfungsi sebagai pengatur fungsi-fungsi yang digunakan pada sistem, *controller* berfungsi sebagai pengatur permintaan pengguna dan data, dan *view* berfungsi sebagai pengatur tampilan yang akan langsung dilihat oleh pengguna.

METODE

Tahapan Penelitian

Formulasi ransum dirancang untuk memecahkan persamaan dengan berbagai bahan yang memenuhi jumlah indikator kebutuhan gizi dan dengan harga terendah disesuaikan dengan formula ransum terbaik, memberikan potensi produksi maksimum hewan ternak dan unggas, dan meningkatkan efisiensi konversi pakan (Peng dan Li 2011). Sistem informasi formulasi ransum pakan unggas ini dibuat dengan metode pengembangan perangkat lunak *agile* yang mengizinkan tim pengembang untuk fokus ke perangkat lunak dibanding desain dan dokumentasinya (Sommerville 2011). Salah satu model dari *agile* yang digunakan pada penelitian ini adalah *extreme programming* (XP) dengan menggunakan pendekatan berorientasi obyek sebagai paradigma pengembangan dan mencakup seperangkat aturan dan praktik-praktik yang terjadi dalam konteks empat kerangka kegiatan: perencanaan, desain, *coding*, dan pengujian (Pressman 2010). Pengembangan sistem dilakukan dengan model XP untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak, melakukan dokumentasi yang cepat, dan melakukan konfirmasi ke *user* setiap suatu fungsi diselesaikan. Proses XP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses tahapan *extreme programming* (XP)

Untuk menyesuaikan pengembangan yang dilakukan oleh satu orang individu pada suatu penelitian, XP ini disesuaikan menjadi *Personal Extreme Programming* (PXP). PXP merupakan penerapan XP yang dimodifikasi sehingga dapat sesuai bagi kondisi *programmer* tunggal dan proses pengembangan perangkat lunak yang dibuat (Agarwal dan Umphress 2008). Pengembangan sistem informasi formulasi ransum pakan unggas ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.

Perencanaan

Perencanaan merupakan serangkaian persiapan yang dilakukan untuk memperoleh informasi terkait dengan kebutuhan klien. Dalam penelitian ini, klien yang dimaksud adalah peternak unggas, baik peternak langsung maupun pengusaha bidang industri pakan unggas baik skala kecil maupun menengah. Pada tahap ini, pengembang sudah harus mengetahui, baik fitur maupun fungsi sistem dibuat dengan melakukan diskusi terkait kebutuhan pengguna. *User stories* menggambarkan keluaran yang dibutuhkan, fitur-fitur, dan fungsionalitas untuk perangkat lunak yang akan dibangun (Pressman 2010). Dari setiap keluaran, fitur, atau fungsi tersebut, didapatkan *value* untuk menandakan bagian-bagian pentingnya. Dampak dari penggunaan metode XP adalah penambahan keluaran, fitur, dan fungsi, mengubah *value*, serta menghapus kebutuhan dapat dilakukan pada tahap perencanaan.

Desain

Dalam tahap ini, desain merupakan panduan pengimplementasian *user stories* dalam bentuk yang sederhana. Hal penting yang perlu disusun pada tahap ini yaitu *class-responsibility-collaborator* (CRC) card dan prototipe. Pengembang menggunakan CRC card selama kegiatan analisis untuk membantu mengidentifikasi kelas dan ruang lingkup masing-masing kelas (Satzinger *et al.* 2010). Pembuatan prototipe yang disebut *spike solution* direkomendasikan untuk dibuat pada tahap ini untuk membuat wujud nyata berupa tampilan yang dapat langsung dievaluasi dan diimplementasikan. Selain itu, untuk melengkapi dokumentasi pembuatan sistem maka ditambahkan pula penyusunan diagram *use case*, diagram kelas sebagai wujud nyata dari CRC card, *entity relationship diagram* (ERD), diagram aktivitas, dan diagram sekuens pada tahap ini.

Coding

Pada tahap ini, implementasi dilakukan dari segala hal yang telah dipersiapkan pada tahap perencanaan dan desain. Pada penelitian ini, *coding* dilakukan menggunakan editor teks *Sublime Text 2* dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Python, serta *framework* Yii sebagai pengaplikasian dari desain arsitektural MVC. Formula ransum yang terdapat dalam kode sistem dibentuk dengan fungsi dasar seperti pada Persamaan 1 berikut.

$$S = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

$$\text{Fungsi kendala : } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$\vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$\text{Asumsi : } x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \quad (1)$$

dengan:

S = fungsi tujuan yaitu nilai total harga minimum dari pembuatan ransum

x_j = nilai penggunaan bahan pakan dalam bentuk persentase

c_j = koefisien harga tiap pilihan bahan pakan

a_{ij} = koefisien nilai komposisi nutrisi yang terkandung dalam suatu bahan pakan

b_i = nilai pembatas berupa nilai minimum dan maksimum nutrisi yang dibutuhkan oleh unggas serta nilai minimum dan maksimum penggunaan bahan pakan

m = jumlah pembatas

n = jumlah bahan pakan yang digunakan dalam komposisi pembuatan ransum

S dan x_j merupakan keluaran yang dihasilkan oleh sistem dengan c_j , a_{ij} , dan b_i sebagai masukan. *Linear programming* adalah upaya untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya dapat langsung diubah menjadi masalah mengoptimalkan suatu fungsi khusus (Thie dan Keough 2008). Perhitungan formulasi ransum yang menggunakan *linear programming* tersebut diimplementasikan ke dalam kode sistem untuk menghasilkan keluaran sesuai yang diinginkan.

Pengujian

Pada tahap ini, terdapat dua jenis pengujian yaitu pengujian unit dan pengujian pengguna. Pengujian unit fokus terhadap komponen perangkat lunak secara individual, melatih komponen antarmuka, struktur data, dan fungsionalitas sebagai usaha untuk mengetahui *error* (Pressman 2010). Pengujian pengguna dispesifikasi oleh klien dan fokus terhadap keseluruhan fitur dan fungsionalitas sistem yang dapat dilihat langsung dan diulas oleh klien (Pressman 2010).

Lingkungan Pengembangan

Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

Perangkat keras berupa komputer personal dengan spesifikasi yaitu:

- Prosesor Intel® Core™ i5-3337U
- RAM 4 GB
- Hardisk kapasitas 500 GB

Perangkat lunak yang digunakan yaitu:

- Sistem operasi Windows 8.1 64 bit
- Bahasa pemrograman: PHP 5.0 dan Python 2.7.11
- Editor teks: Sublime Text 2
- *Framework*: Yii 1.1.16
- Server web: Apache
- *Database*: MySQL

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan

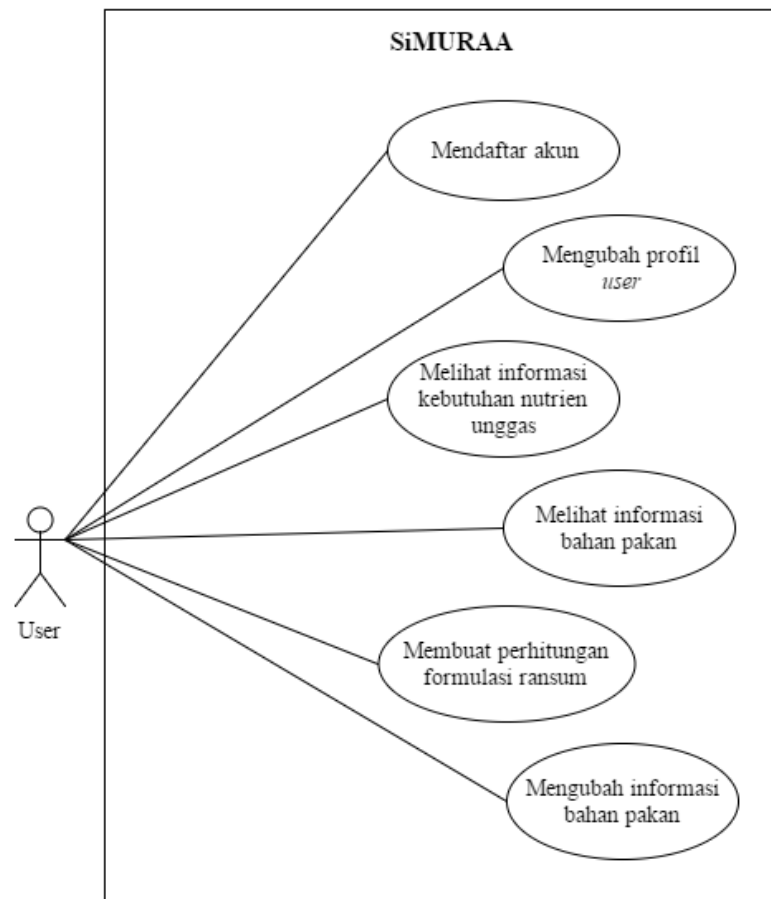
Pengembangan sistem SiMURAA diawali dengan perencanaan sesuai dengan kebutuhan *user*. *User* yang dapat menggunakan SiMURAA yaitu peternak unggas, pemilik industri pakan unggas, dan pelajar atau dosen yang ingin mempelajari sistem formulasi ransum menggunakan *linear programming*. Pada tahap ini, pertemuan dan komunikasi secara langsung dengan *feed formulator* dilakukan. Diskusi dilakukan bersama dengan *feed formulator*, termasuk pengambilan informasi yang diaplikasikan pada sistem. Pencarian informasi mengenai sistem perhitungan formulasi ransum yang sejenis juga dilakukan untuk menambah pengetahuan mengenai perhitungan formulasi ransum.

Fungsi utama yang menjadi *value* pada SiMURAA adalah perhitungan formulasi ransum dengan kriteria uji pengguna menggunakan aplikasi WinFeed 2.8. Aplikasi WinFeed merupakan aplikasi perhitungan formulasi ransum yang menggunakan *linear programming* sehingga serupa dengan perhitungan yang diterapkan dalam SiMURAA. Fungsi lain yang diinginkan ada pada sistem ini yaitu fungsi untuk melakukan *login* bagi *user*, melihat informasi mengenai unggas beserta kebutuhan nutriennya, melihat informasi berbagai bahan pakan beserta kandungan nutriennya, serta mengubah berbagai kriteria bahan pakan seperti

harga, nilai maksimal dan minimal penggunaan bahan pakan untuk ransum. *User stories* yang didapat dalam tahap perencanaan ini diinterpretasikan dalam bentuk diagram *use case*.

Desain

Setelah melakukan perencanaan dan mendapatkan berbagai informasi, desain dilakukan sebagai wujud konkret dari ide pengembangan sistem. Hal ini dilakukan untuk mengurangi risiko kesalahan pada tahap *coding* yang disebabkan ketidaksesuaian sistem yang dihasilkan oleh pengembang dengan sistem yang diinginkan oleh *user*. *User stories* yang telah disusun pada tahap perencanaan dapat digambarkan dalam bentuk diagram *user case* pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram *use case* SiMURAA

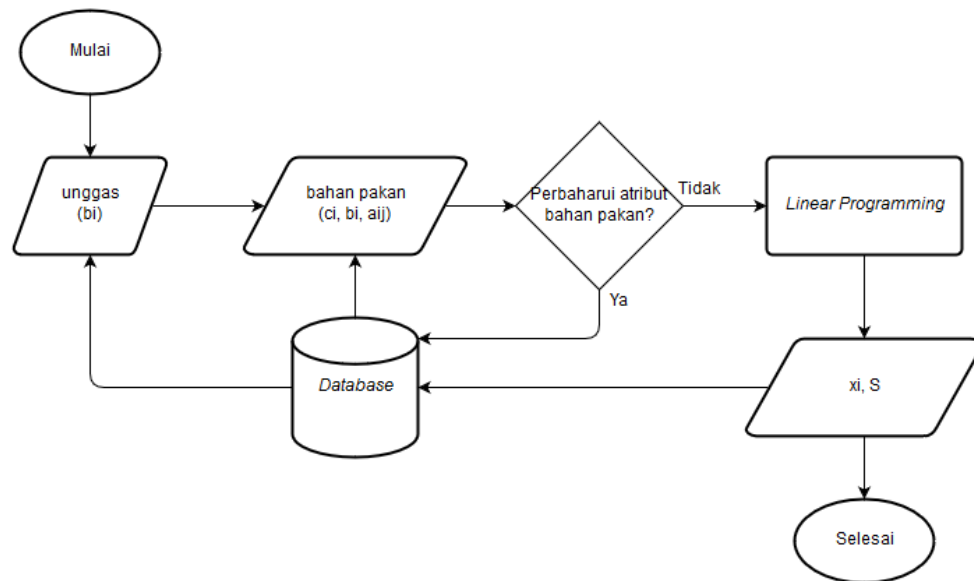
Untuk dapat menjalankan seluruh kegiatan pada *use case* selain mendaftar akun, user harus melakukan *login* terlebih dahulu untuk dapat masuk ke dalam SiMURAA. Setelah selesai melakukan aktivitas, *logout* dari sistem juga dapat dilakukan oleh *user*. Kebutuhan fungsional *user* SiMURAA sesuai dengan diagram *use case* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kebutuhan fungsional *user* SiMURAA

Kode fungsi	Kebutuhan fungsional	Keterangan
SM-001	Mendaftar akun	<i>User</i> melakukan pendaftaran dengan memberikan data yang telah ditentukan. Setelah mendaftar, <i>user</i> dapat masuk ke dalam sistem.
SM-002	Mengubah profil <i>user</i>	<i>User</i> dapat mengubah informasi diri yang telah diberikan ketika pendaftaran akun.
SM-003	Melihat informasi kebutuhan nutrisi unggas	<i>User</i> dapat melihat informasi seluruh unggas dan kebutuhan nutrisinya, serta menambah unggas dan kebutuhan nutrisinya.
SM-004	Melihat informasi bahan pakan	<i>User</i> dapat melihat informasi seluruh bahan pakan beserta harga dan kandungan nutrisinya.
SM-005	Membuat perhitungan formulasi ransum	<i>User</i> dapat melakukan perhitungan formulasi ransum dengan memilih jenis unggas dan bahan pakan yang akan digunakan.
SM-006	Mengubah informasi bahan pakan	Informasi bahan pakan secara <i>default</i> telah tersedia pada sistem. Namun, <i>user</i> dapat mengubah nilai minimum dan maksimum penggunaan bahan pakan dan harga bahan pakan pada saat sebelum perhitungan formulasi ransum.

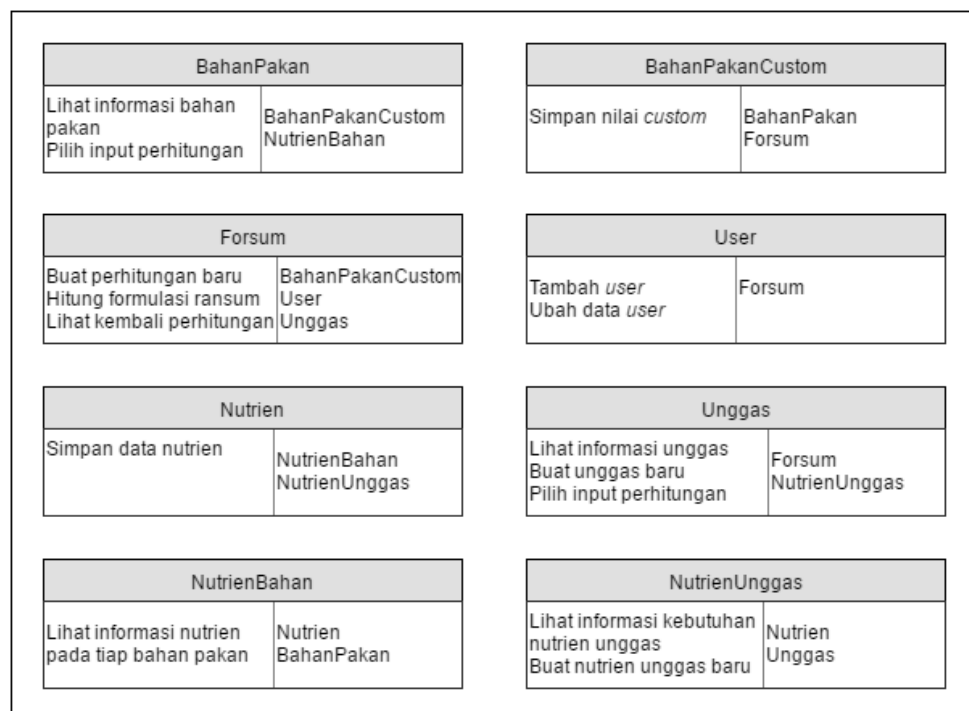
Fungsi utama dari SiMURAA yaitu perhitungan formulasi ransum menggunakan *linear programming*. *Linear programming* yang diaplikasikan dalam sistem membutuhkan *input* yang sudah ditentukan agar dapat menghasilkan *output* sesuai dengan tujuan yang ingin dihasilkan dari perhitungan. *Output* yang dihasilkan berupa nilai persentase penggunaan bahan-bahan penyusun ransum (x_i) dan harga minimum dari seluruh bahan yang digunakan untuk pembuatan ransum (S). *Input* yang diperlukan tersebut yaitu nilai minimum dan maksimum kebutuhan nutrisi suatu unggas (b_i), harga tiap bahan pakan yang digunakan dalam pembuatan ransum (c_i), nilai minimum dan maksimum penggunaan bahan pakan dalam ransum (b_i), dan nutrisi-nutrisi yang terkandung dalam tiap bahan pakan yang digunakan dalam pembuatan ransum (a_{ij}).

User dapat memulai perhitungan formulasi ransum dengan memilih nama unggas yang telah tersedia dalam *database*. Data kebutuhan nutrisi unggas diberikan ke sistem dan dijadikan data *input* bagi perhitungan *linear programming*. Selanjutnya, *user* memilih beberapa bahan pakan yang akan menjadi penyusun ransum. Data harga, nilai minimum dan maksimum penggunaan, dan kandungan nutrisi bahan pakan diberikan ke sistem dari *database* untuk digunakan sebagai *input*. *User* dapat mengubah harga serta nilai minimum dan maksimum penggunaan bahan pakan sebelum proses perhitungan. Setelah seluruh *input* lengkap, sistem melakukan perhitungan *linear programming* dengan menggunakan metode simpleks. Proses perhitungan dapat dikatakan selesai dan berhasil apabila menghasilkan seluruh nilai x_i dan S . Alur proses perhitungan menggunakan *linear programming* dapat dilihat pada Gambar 3.



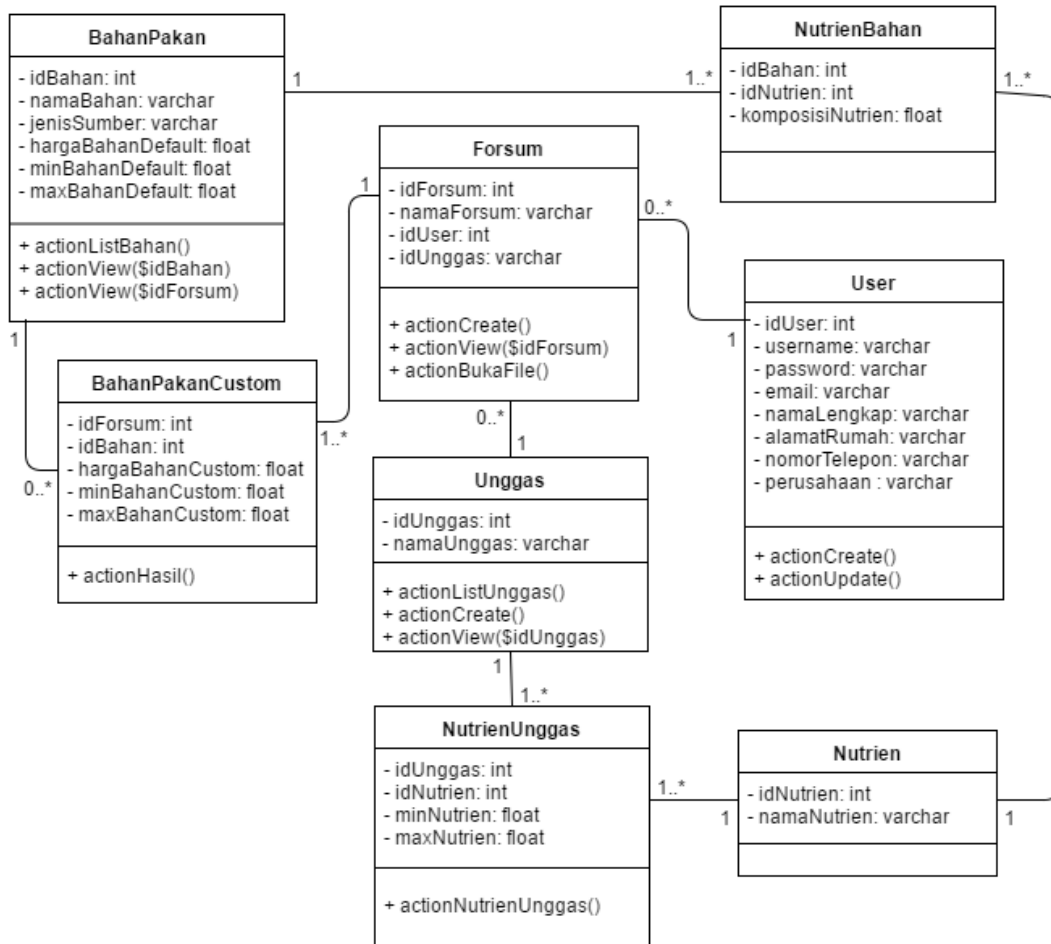
Gambar 3 Alur proses perhitungan menggunakan *linear programming*

Dua hal yang difokuskan pada desain dengan model XP yaitu pembuatan desain sederhana *CRC card* dan prototipe. Tabel dalam *CRC card* terdiri dari tiga bagian yaitu bagian atas sebagai nama kelas (*class*), bagian bawah kiri sebagai fungsi kelas (*responsibility*), dan bagian bawah kanan sebagai kelas lain yang berhubungan dengan kelas tersebut (*collaborator*). *CRC card* yang dibuat untuk SiMURAA dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 *CRC Card* SiMURAA

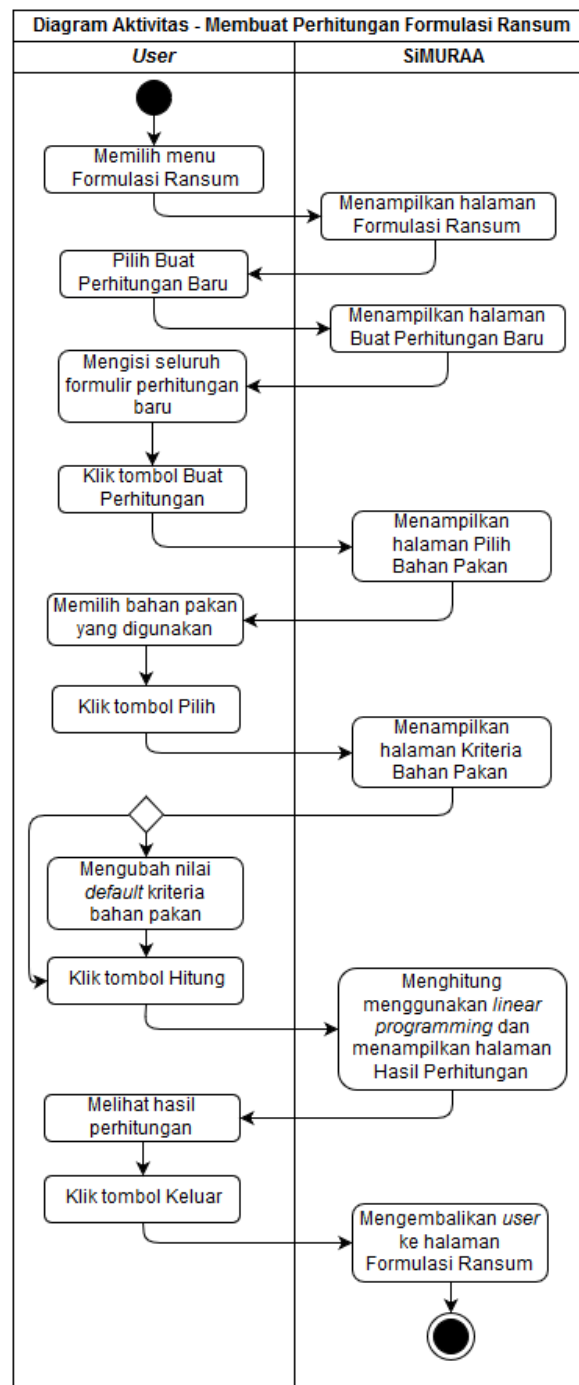
Hasil nyata dari CRC *cards* yang telah dibuat yaitu adanya diagram kelas. Pembuatan diagram kelas dibagi menjadi tiga bentuk yaitu konseptual, spesifikasi, dan implementasi. Diagram kelas konseptual dapat dilihat pada Lampiran 1 dan diagram kelas spesifikasi pada Lampiran 2. Diagram kelas dalam bentuk implementasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram kelas SiMURAA

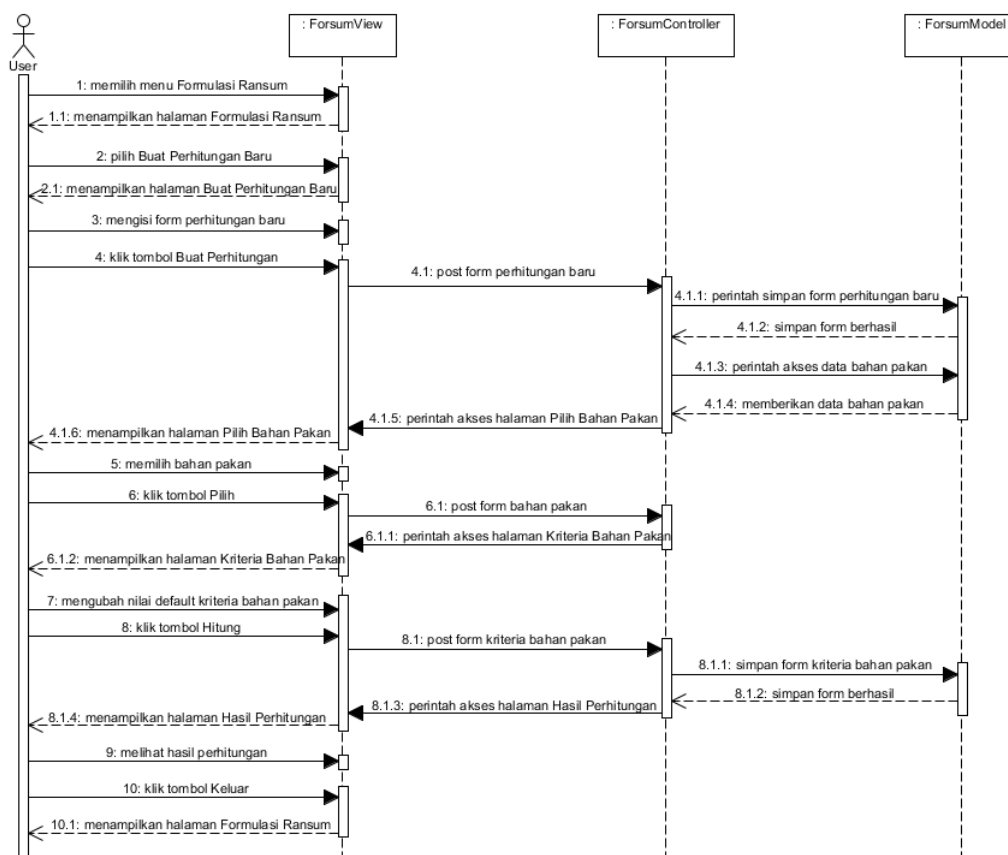
Dengan dibuatnya diagram kelas, pembuatan *database* pada SQL dapat dilakukan menggunakan *object relational mapping* (ORM). Hasil yang didapatkan yaitu jumlah kelas pada diagram kelas sama dengan jumlah entitas pada ERD. Terdapat delapan kelas yang diubah menjadi delapan entitas yaitu kelas BahanPakan menjadi entitas bahan_pakan, kelas BahanPakanCustom menjadi bahan_pakan_custom, kelas Unggas menjadi entitas unggas, kelas NutrienUnggas menjadi entitas nutrisi_unggas, kelas Nutrien menjadi entitas nutrisi, kelas NutrienBahan menjadi entitas nutrisi_bahan, kelas Forum menjadi entitas forum, dan kelas User menjadi entitas user. ERD SiMURAA dapat dilihat pada Gambar 6. Pendefinisian atribut-atribut tiap entitas di ERD dapat dilihat pada kamus data di Lampiran 3.

Untuk melengkapi dokumentasi sistem, diagram aktivitas dan diagram sekuens perlu dibuat. Diagram aktivitas dibuat untuk menggambarkan alur kerja atau proses bisnis SiMURAA. Jumlah diagram aktivitas yang dibuat disesuaikan dengan jumlah *use case* yang telah didefinisikan pada awal tahap desain. Seluruh diagram aktivitas SiMURAA dapat dilihat pada Lampiran 5. Gambar 8 berikut merupakan diagram aktivitas membuat perhitungan formulasi ransum.



Gambar 8 Diagram aktivitas membuat perhitungan formulasi ransum

Diagram sekuens dibuat untuk menggambarkan interaksi tiap-tiap objek dengan susunan sesuai urutan eksekusinya. Jumlah diagram sekuens yang dibuat disesuaikan dengan jumlah *use case* yang telah didefinisikan pada awal tahap desain. Seluruh diagram sekuens SiMURAA dapat dilihat pada Lampiran 6. Gambar 9 berikut merupakan diagram sekuens membuat perhitungan formulasi ransum.



Gambar 9 Diagram sekuens membuat perhitungan formulasi ransum

Coding

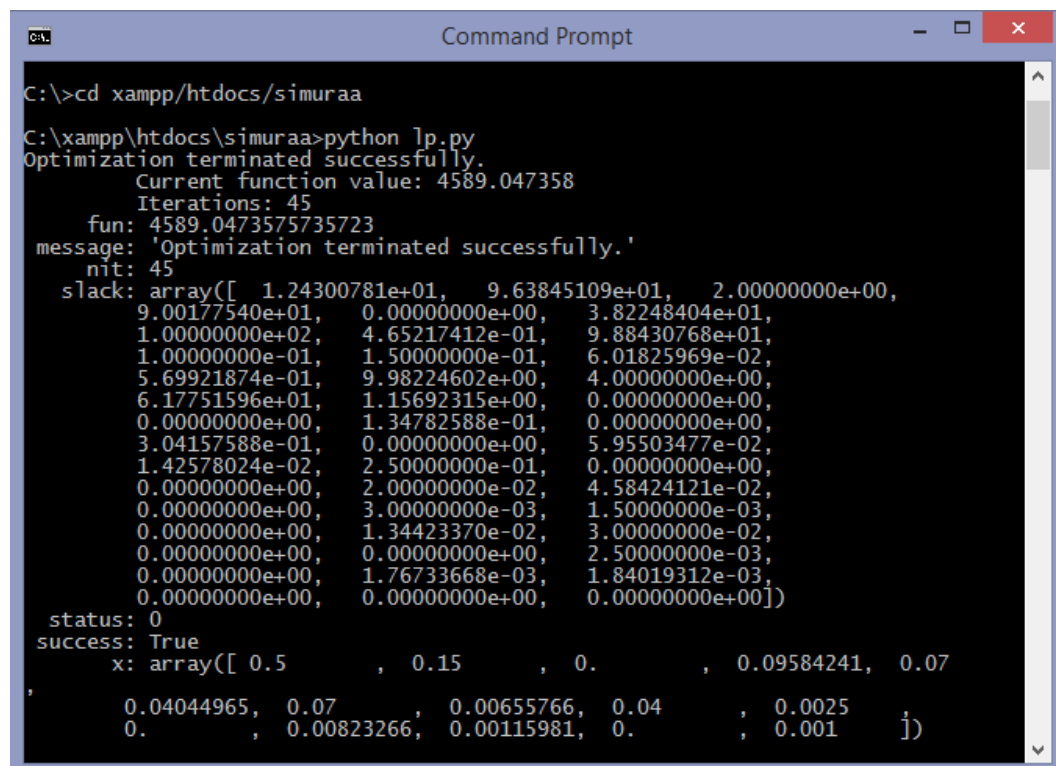
Tiga hal penting dalam *coding* pada XP yaitu *pair programming*, *refactoring*, dan integrasi berkesinambungan. Konsep *pair programming* dihilangkan dengan tetap mempertimbangkan peran yang harus dilakukan oleh 2 *programmer* pada *pair programming*. Peran sebagai seseorang yang dapat memberi masukan terhadap hasil *coding* dapat dilakukan oleh pembimbing penelitian dan *feed formulator*. *Refactoring* pada penelitian ini dapat dilakukan dengan merapikan atau memperbaiki struktur kode sistem yang telah dibuat untuk mengurangi risiko kesalahan pada program. Integrasi berkesinambungan pada konsep XP merupakan dampak dari *pair programming*. *Coding* yang dilakukan oleh satu orang menyebabkan *pair programming* dihilangkan pada penelitian ini dan integrasi berkesinambungan kurang perlu untuk dilakukan.

Pengembangan SiMURAA yang berbasis web menggunakan bahasa PHP dengan *framework* Yii. Terdapat 6 menu pada SiMURAA yaitu Beranda, Profil, Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas, Daftar Bahan Pakan, Formulasi Ransum, dan Tentang Kami. Pada menu Profil, *user* dapat melihat profil diri dan mengubahnya. Pada menu Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas, *user* dapat melihat informasi mengenai jenis-jenis unggas beserta nutrien yang dibutuhkan unggas tersebut. Pada menu Daftar Bahan Pakan, *user* dapat melihat daftar bahan pakan beserta nutrien yang dikandungnya. Pada menu Formulasi Ransum, *user* dapat melakukan perhitungan formulasi ransum yang menjadi fungsi utama pada SiMURAA. Seluruh halaman yang terdapat pada SiMURAA dapat dilihat pada Lampiran 7 dan contoh salah satu halaman untuk memulai formulasi ransum dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10 Halaman untuk memulai formulasi ransum

Untuk mengaplikasikan *linear programming* di dalam SiMURAA, perhitungan dilakukan menggunakan bahasa Python yang diintegrasikan dengan bahasa utama sistem yaitu PHP. Dengan menggunakan *SciPy Library* modul `scipy.optimize.linprog` yang merupakan *open source library*, optimasi perhitungan *linear programming* dapat dilakukan. Kendala pertama yang dapat diterima yaitu pertidaksamaan dengan ruas kiri kurang dari atau sama dengan (\leq) ruas kanan. Kendala kedua yang dapat diterima yaitu persamaan linear dengan ruas kiri sama dengan ($=$) ruas kanan. Namun, pada perhitungan ini terdapat pertidaksamaan dengan ruas kiri lebih dari atau sama dengan (\geq) ruas kanan. Tanda pertidaksamaan lebih dari atau sama dengan (\geq) harus diubah menjadi kurang dari atau sama dengan (\leq) dengan cara mengalikan pertidaksamaan dengan negatif sehingga tanda pertidaksamaan berubah.

Sistem mengambil data-data dari *database* yang dibutuhkan sebagai masukan untuk menghasilkan keluaran harga termurah dan komposisi penggunaan tiap bahan pakan penyusun ransum. Untuk dapat mengeluarkan hasil, masukan yang telah disebutkan pada Persamaan 1 yaitu c_j , a_{ij} , dan b_i harus dilengkapi. Jika perhitungan menemukan solusi fisibel atau memenuhi seluruh kendala maka hasil perhitungan yang dieksekusi di *command prompt* menghasilkan keluaran yang dapat dilihat pada Gambar 11.



```

C:\>cd xampp\htdocs\simuraa
C:\xampp\htdocs\simuraa>python lp.py
Optimization terminated successfully.
Current function value: 4589.047358
Iterations: 45
fun: 4589.0473575735723
message: 'Optimization terminated successfully.'
nit: 45
slack: array([ 1.24300781e+01,  9.63845109e+01,  2.00000000e+00,
 9.00177540e+01,  0.00000000e+00,  3.82248404e+01,
1.00000000e+02,  4.65217412e-01,  9.88430768e+01,
1.00000000e-01,  1.50000000e-01,  6.01825969e-02,
5.69921874e-01,  9.98224602e+00,  4.00000000e+00,
6.17751596e+01,  1.15692315e+00,  0.00000000e+00,
0.00000000e+00,  1.34782588e-01,  0.00000000e+00,
3.04157588e-01,  0.00000000e+00,  5.95503477e-02,
1.42578024e-02,  2.50000000e-01,  0.00000000e+00,
0.00000000e+00,  2.00000000e-02,  4.58424121e-02,
0.00000000e+00,  3.00000000e-03,  1.50000000e-03,
0.00000000e+00,  1.34423370e-02,  3.00000000e-02,
0.00000000e+00,  0.00000000e+00,  2.50000000e-03,
0.00000000e+00,  1.76733668e-03,  1.84019312e-03,
0.00000000e+00,  0.00000000e+00,  0.00000000e+00])
status: 0
success: True
x: array([ 0.5      ,  0.15     ,  0.       ,  0.09584241,  0.07
0.04044965,  0.07      ,  0.00655766,  0.04      ,  0.0025
0.       ,  0.00823266,  0.00115981,  0.       ,  0.001
])

```

Gambar 11 Hasil perhitungan yang dieksekusi di *command prompt*

Dari hasil tersebut, nilai yang ditampilkan pada SiMURAA yaitu *fun* dan *x*. Nilai *fun* merupakan nilai dari fungsi tujuan atau *S* yaitu harga termurah pembuatan ransum yang disusun dari berbagai bahan pakan senilai Rp4 589. Array *x* yang dihasilkan merupakan nilai komposisi dari tiap bahan pakan yang digunakan sesuai urutan pemilihan bahan pakan. Contoh pada Gambar 9 menunjukkan bahwa bahan pakan yang dipilih yaitu 15 bahan pakan. Penggunaan bahan pakan terbanyak yaitu bahan pakan ke-1 sebanyak 0.5 atau setengah dari seluruh komposisi bahan penyusun ransum. Bahan pakan yang tidak digunakan atau bernilai 0 yaitu bahan pakan ke-3, ke-11, dan ke-14. Nilai *nit* merupakan jumlah iterasi yang dilakukan pada perhitungan. Array *slack* merupakan nilai-nilai dari variabel *slack* atau variabel yang ditambahkan di tiap kendala untuk mengubah kendala pertidaksamaan menjadi kendala persamaan.

Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan terhadap dua hal yaitu tes unit dan tes pengguna. Tes unit dilakukan menggunakan *black-box testing*. Fungsi yang ada diuji dengan menguji masukan dan keluaran untuk menentukan keberhasilan sistem yang telah dibuat. Tabel pengujian menggunakan *black-box testing* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian menggunakan *black-box testing*

Kasus uji	Nilai input	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Mendaftar akun	Benar	<i>User</i> mendaftar akun sesuai dengan formulir yang disediakan pada halaman daftar akun	<i>User</i> berhasil mendaftar dan data <i>user</i> masuk ke <i>database</i>	Berhasil
	Salah	<i>User</i> mendaftar akun namun tidak mengisi formulir pada halaman daftar akun	<i>User</i> tidak dapat mendaftar dan muncul pesan untuk tidak mengosongkan formulir	Berhasil
Mengubah profil <i>user</i>	Benar	<i>User</i> mengubah beberapa informasi diri pada halaman ubah profil	<i>User</i> berhasil mengubah informasi dirinya dan <i>database user</i> tersebut berubah	Berhasil
Melihat informasi kebutuhan nutrisi unggas	Benar	<i>User</i> melakukan klik pada menu daftar kebutuhan nutrisi unggas	<i>User</i> berhasil melihat informasi unggas beserta kebutuhan nutriennya	Berhasil
Melihat informasi bahan pakan	Benar	<i>User</i> melakukan klik pada menu daftar bahan pakan	<i>User</i> berhasil melihat informasi bahan pakan beserta kandungan nutriennya	Berhasil
Membuat perhitungan formulasi ransum	Benar	<i>User</i> melakukan perhitungan baru dengan memilih jenis unggas dan bahan pakan yang akan digunakan pada halaman buat perhitungan baru	<i>User</i> berhasil mendapatkan hasil berupa harga termurah dari pembuatan ransum dan nilai persentase penggunaan bahan pakan yang telah dipilih	Berhasil
Mengubah informasi bahan pakan	Benar	<i>User</i> mengubah <i>default</i> nilai minimal dan maksimal dengan nilai 0-1 pada halaman kriteria bahan pakan	<i>User</i> berhasil melanjutkan perhitungan dengan mendapatkan hasil perhitungan formulasi ransum	Berhasil
	Salah	<i>User</i> mengubah <i>default</i> nilai maksimal dengan nilai 5 pada halaman kriteria bahan pakan	<i>User</i> mendapat pesan untuk mengubah nilai maksimal menjadi kurang dari 100	Berhasil

Sementara itu, tes pengguna diuji melalui perbandingan SiMURAA dengan WinFeed 2.8. Hal ini lebih merujuk pada perbandingan hasil perhitungan menggunakan *linear programming* yang digunakan SiMURAA dan WinFeed 2.8. Pengujian perbandingan dilakukan 5 kali dengan penggunaan bahan pakan dan pembatasan kebutuhan nutrisi unggas yang berbeda. Pembatas bahan pakan dan kebutuhan nutrisi berupa nilai minimal (min) dan nilai maksimal (max).

Pengujian 1 menggunakan 10 bahan pakan dan 4 pembatasan kebutuhan nutrisi, pengujian 2 menggunakan 10 bahan pakan dan 6 pembatasan kebutuhan nutrisi, pengujian 3 menggunakan 12 bahan pakan dan 8 pembatasan kebutuhan nutrisi, pengujian 4 menggunakan 12 bahan pakan dan 10 pembatasan kebutuhan nutrisi, dan pengujian 5 menggunakan 12 bahan pakan dan 12 pembatasan kebutuhan nutrisi. Bahan pakan yang digunakan beserta nilai pembatas penggunaannya pada 5 kali pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Kebutuhan nutrisi yang dibatasi pada 5 kali pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Setelah penentuan bahan pakan yang digunakan beserta batasannya, dan pembatasan kebutuhan nutrisi maka perhitungan dilakukan menggunakan SiMURAA (SM) dan WinFeed 2.8 (WF). Hasil yang diperoleh yaitu harga dan komposisi penggunaan bahan pakan. Harga ransum dan komposisi penggunaan bahan pakan yang diperoleh pada 5 kali pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 3 Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian

	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Pengujian 4		Pengujian 5	
Bahan Pakan	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)
Jagung lokal	25	50	25	50	25	50	25	40	25	40
Dedak halus	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15
Pollard	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6
Bungkil kedelai	5	40	5	40	5	40	5	40	5	40
CGM	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
MBM	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
Tepung ikan	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8
CPO	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
CaCO ₃	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
DCP	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
L-Lysin	-	-	-	-	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3
DL-Methionine	-	-	-	-	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3

Tabel 4 Batasan kebutuhan nutrisi pada pengujian

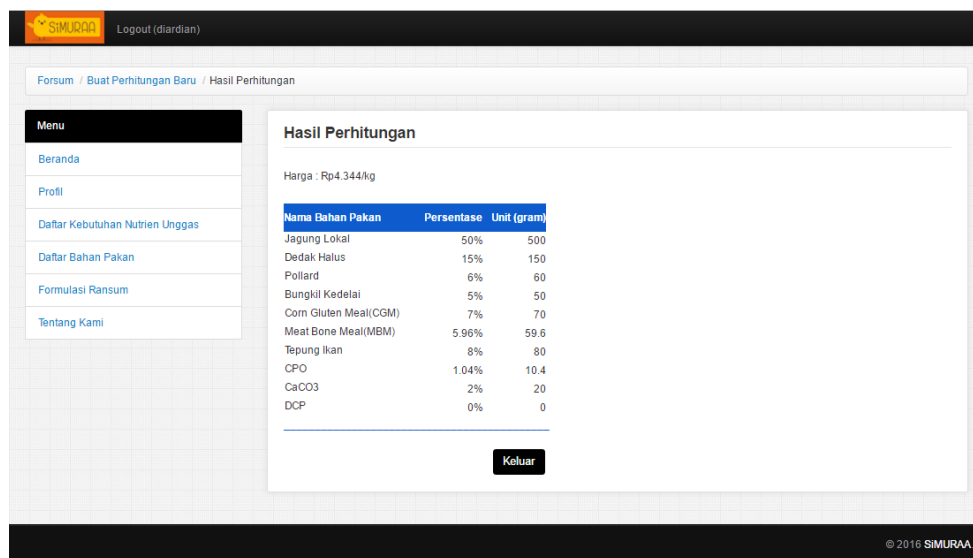
Nutrien	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Pengujian 4		Pengujian 5	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Bahan kering (%)	86	100	86	100	86	100	86	100	86	100
Abu (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4.9
Protein kasar (%)	20	23	20	23	20	23	20	23	20	23
Lemak kasar (%)	-	-	-	-	-	-	5	8.5	5	8.5
Serat kasar (%)	-	-	0	4	0	4	0	4	0	4
BetaN (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	57
Energi metabolisme (kkal/kg)	3 000	3 200	3 000	3 200	3 000	3 200	3 000	3 200	3 000	3 200
Kalsium (%)	-	-	0.9	1.5	0.9	1.5	0.9	1.5	0.9	1.5
Phospor total (%)	0.6	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0
Phospor tersedia (%)	-	-	-	-	-	-	0.4	0.5	0.4	0.5
Lysin (%)	-	-	-	-	0.5	1.3	0.5	1.3	0.5	1.3
Methionin (%)	-	-	-	-	0.3	0.7	0.3	0.7	0.3	0.7

Tabel 5 Harga ransum dan komposisi penggunaan bahan pakan pada pengujian

Hasil	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Pengujian 4		Pengujian 5	
	SM	WF	SM	WF	SM	WF	SM	WF	SM	WF
Harga (Rp)	4 344	4 344	4 379	4 379	4 477	4 477	-	5 223	5 293	5 293
Jagung lokal (%)	50	50	50	50	50	50	-	40	40	40
Dedak halus (%)	15	15	15	15	15	15	-	15	15	15
Pollar (%)	6	6	6	6	6	6	-	0	0	0
Bungkil kedelai (%)	5	5	9.17	9.17	9.36	9.36	-	25.87	25.73	25.73
CGM (%)	7	7	7	7	7	7	-	7	7	7
MBM (%)	5.96	5.96	1.89	1.89	1.34	1.34	-	1.06	1.56	1.56
Tepung ikan (%)	8	8	8	8	8	8	-	3.86	3.45	3.45
CPO (%)	1.04	1.04	1.24	1.24	1.26	1.26	-	3.97	3.95	3.95
CaCO ₃ (%)	2	2	1.71	1.71	1.84	1.84	-	2	1.95	1.95
DCP (%)	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1
L-Lysin (%)	-	-	-	-	0.1	0.1	-	0.1	0.1	0.1
DL-Methionine (%)	-	-	-	-	0.1	0.1	-	0.15	0.25	0.25

Pada hasil perbandingan SiMURAA dan WinFeed 2.8, dapat dikatakan bahwa hasil yang dikeluarkan keduanya memiliki nilai yang sama. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pada pengujian 1, 2, 3, dan 5. Namun, pada pengujian 4, SiMURAA tidak dapat mengeluarkan hasil seperti yang dikeluarkan pada WinFeed 2.8. Hal ini diduga karena keakurasian SiMURAA yang kurang menoleransi hasil nilai persentase penggunaan bahan pakan dan nilai total kandungan tiap nutrisi jika kurang atau lebih dari batasan yang telah ditentukan.

Salah satu contoh kasus perbandingan yang berhasil dalam pengujian ini yaitu perhitungan formulasi ransum pada pengujian 1 dengan memilih jenis unggas dengan penentuan 4 kebutuhan nutrisi yang dibatasi dan 10 bahan pakan yang digunakan. Hasil harga termurah yang diperoleh menggunakan SiMURAA yaitu Rp4 344/kg dapat dilihat pada Gambar 12, dan hasil harga termurah dengan menggunakan WinFeed 2.8 yaitu Rp4 344/kg dapat dilihat pada Gambar 13.



Logout (diarian)

Forum / Buat Perhitungan Baru / Hasil Perhitungan

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Hasil Perhitungan

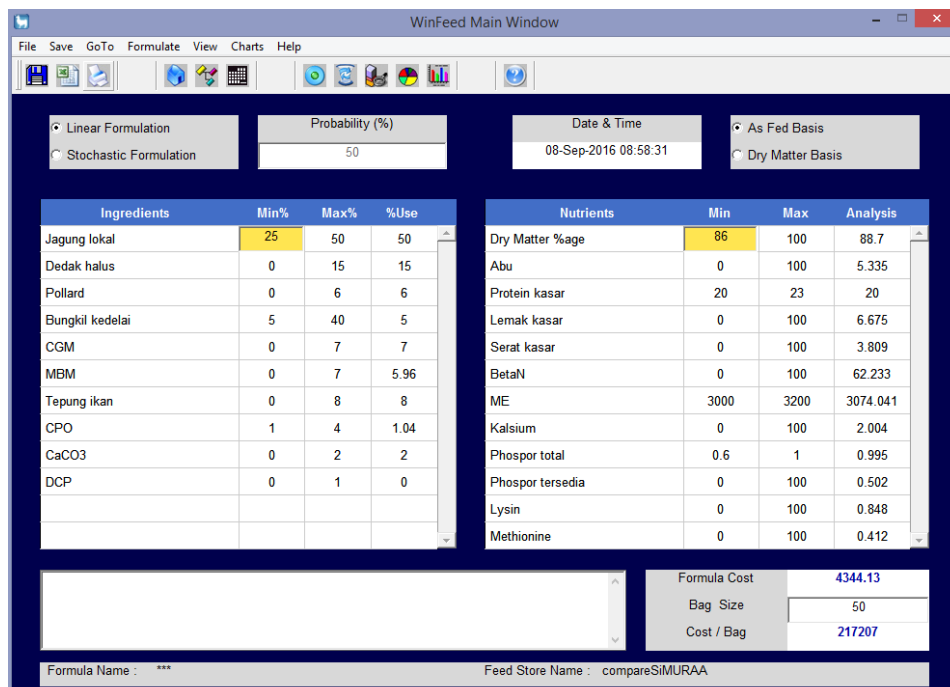
Harga : Rp4.344/kg

Nama Bahan Pakan	Persentase	Unit (gram)
Jagung Lokal	50%	500
Dedak Halus	15%	150
Pollard	6%	60
Bungkil Kedelai	5%	50
Corn Gluten Meal (CGM)	7%	70
Meat Bone Meal (MBM)	5.96%	59.6
Tepung ikan	8%	80
CPO	1.04%	10.4
CaCO3	2%	20
DCP	0%	0

Keluar

© 2016 SiMURAA

Gambar 12 Hasil perhitungan formulasi ransum menggunakan SiMURAA



WinFeed Main Window

File Save GoTo Formulate View Charts Help

Linear Formulation
Stochastic Formulation

Probability (%)
50

Date & Time
08-Sep-2016 08:58:31

As Fed Basis
Dry Matter Basis

Ingredients	Min%	Max%	%Use
Jagung lokal	25	50	50
Dedak halus	0	15	15
Pollard	0	6	6
Bungkil kedelai	5	40	5
CGM	0	7	7
MBM	0	7	5.96
Tepung ikan	0	8	8
CPO	1	4	1.04
CaCO3	0	2	2
DCP	0	1	0

Nutrients	Min	Max	Analysis
Dry Matter %age	86	100	88.7
Abu	0	100	5.335
Protein kasar	20	23	20
Lemak kasar	0	100	6.675
Serat kasar	0	100	3.809
BetaN	0	100	62.233
ME	3000	3200	3074.041
Kalsium	0	100	2.004
Phospor total	0.6	1	0.995
Phospor tersedia	0	100	0.502
Lysin	0	100	0.848
Methionine	0	100	0.412

Formula Cost: 4344.13
Bag Size: 50
Cost / Bag: 217207

Formula Name : ***
Feed Store Name : compareSiMURAA

Gambar 13 Hasil perhitungan formulasi ransum menggunakan Winfeed 2.8

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Sistem formulasi ransum pakan unggas berbasis web yang dinamakan SiMURAA menggunakan perhitungan *linear programming* dengan metode simpleks dan metode pengembangan sistem *personal extreme programming*. SiMURAA dapat menghasilkan ransum unggas yang seimbang dan murah (*least cost balance ration*). Fitur-fitur yang dapat dilakukan oleh *user* yaitu mendaftar akun, mengubah profil *user*, melihat informasi kebutuhan nutrisi unggas, melihat informasi bahan pakan, membuat perhitungan formulasi ransum, dan mengubah informasi bahan pakan. Pengujian SiMURAA dibandingkan dengan program profesional formulasi ransum WinFeed 2.8 memberikan hasil formulasi ransum yang sama.

Saran

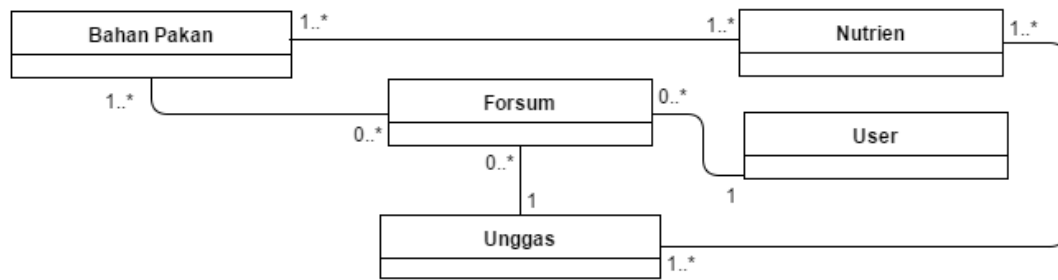
SiMURAA dapat dikembangkan menjadi lebih praktis atau *usable* bagi peternak atau pemilik industri pakan unggas dengan tampilan berbasis *mobile* pada *tablet* atau *smartphone*, ditambah fitur melihat kembali perhitungan formulasi ransum yang sudah pernah dilakukan, dan ditambah fitur berkiriman pesan ke sesama peternak unggas. SiMURAA dapat dibuat tampilannya menjadi lebih *user friendly* dan dapat memformulasikan berbagai ransum sekaligus atau *multiblend*. Nilai *default* dari atribut bahan pakan yang digunakan dalam perhitungan disarankan bukan berasal dari nilai *default* dari *database* sistem, melainkan berasal dari nilai *default* yang telah dimasukkan oleh *user*. Harga bahan pakan diharapkan dapat mengikuti harga pasar dan memiliki sejarahnya. Selain itu, keakurasian SiMURAA dibuat agar lebih menoleransi hasil jika nilai yang dikeluarkan kurang atau lebih dari batasan yang telah ditentukan sehingga perhitungan mengeluarkan hasil.

DAFTAR PUSTAKA

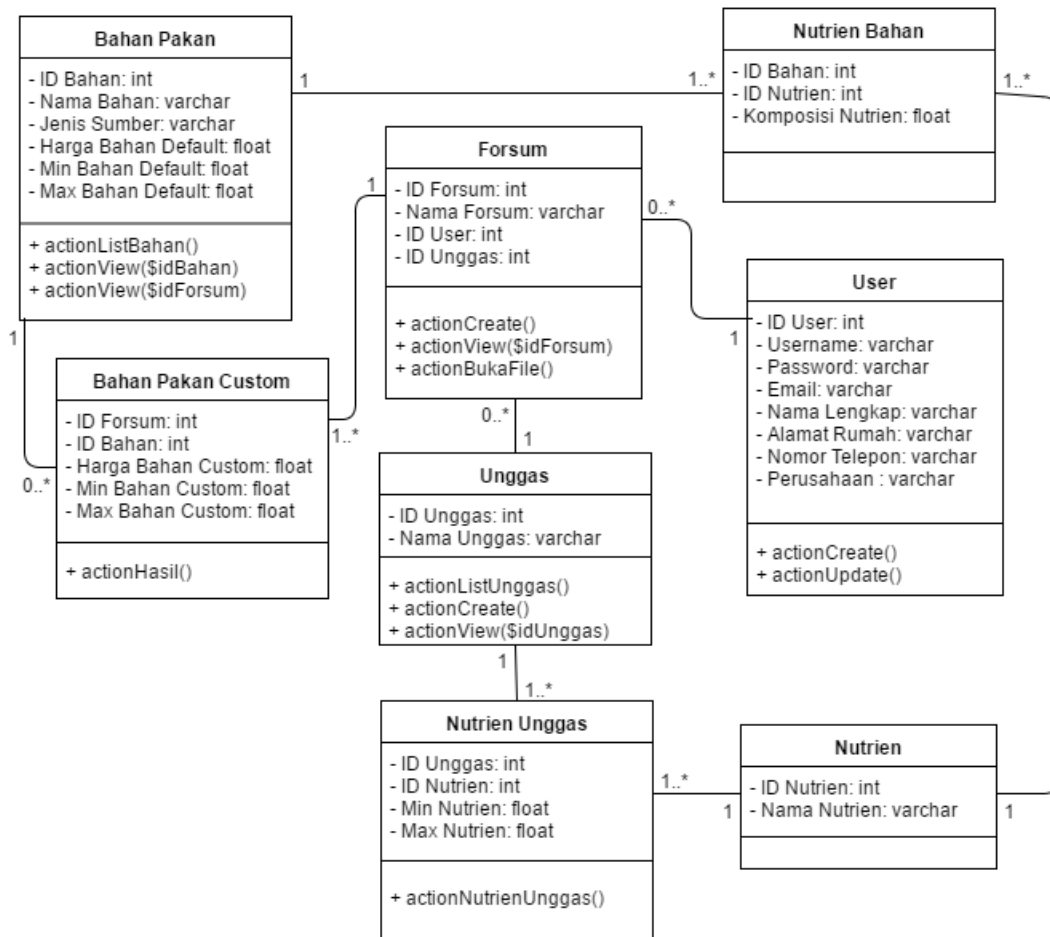
- Agarwal R, Umphress D. 2008. Extreme programming for a single person team. Di dalam: *Proceedings of the 46th Annual Southeast Regional Conference on XX - ACM-SE 46*; 2008 Mar 28-29; Auburn, USA. New York (US): ACM Press. hlm 82-87.
- Chandra. 2015. Sistem informasi formulasi ransum pakan ternak dengan model pengembangan *prototyping* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Peng Y, Li Q. 2011. The decision-making for feed formula in animal husbandry breeding based on the revised simplex method. Di dalam: *2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC)*; 2011 Agu 8-10; Zhengzhou, China. Piscataway (US): IEEE. hlm 1648 - 1651.

- Pressman RS. 2010. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. Ed ke-7. New York (US): McGraw-Hill.
- Rasyaf M. 1989. *Memelihara Ayam Buras*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Satzinger JW, Jackson RB, Burd SD. 2010. *System Analysis and Design in a Changing World*. Ed ke-5. Boston (US): Course Technology.
- Sommerville I. 2011. *Software Engineering*. Ed ke-9. Boston (US): Addison-Wesley.
- Thie PR, Keough GE. 2008. *An Introduction to Linear Programming and Game Theory*. Ed ke-3. Hoboken (US): John Wiley & Sons.

Lampiran 1 Diagram kelas konseptual



Lampiran 2 Diagram kelas spesifikasi



Lampiran 3 Kamus data SiMURAA

a. Tabel bahan_pakan (kelas BahanPakan)

No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_bahan	int (11)	<i>Primary key</i> , identitas unik dari entitas bahan pakan
2	nama_bahan	varchar (30)	Nama bahan pakan
3	jenis_sumber	varchar (15)	Jenis sumber bahan pakan, dapat berupa sumber energi, protein, mineral, asam amino, atau premix
4	harga_bahan_default	Float	Harga bahan pakan yang menjadi nilai <i>default</i> dalam perhitungan formulasi ransum
5	min_bahan_default	Float	Nilai minimal penggunaan bahan pakan yang menjadi nilai <i>default</i> dalam perhitungan formulasi ransum
6	max_bahan_default	Float	Nilai maksimal penggunaan bahan pakan yang menjadi nilai <i>default</i> dalam perhitungan formulasi ransum

b. Tabel bahan_pakan_custom (kelas BahanPakanCustom)

No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_forsum	int (11)	<i>Composite key</i> , identitas unik dari entitas forsum
2	id_bahan	int (11)	<i>Composite key</i> , identitas unik dari entitas bahan pakan
3	harga_bahan_custom	Float	Harga bahan pakan yang dapat diubah oleh <i>user</i> dalam perhitungan formulasi ransum
4	min_bahan_custom	Float	Nilai minimal penggunaan bahan pakan yang dapat diubah oleh <i>user</i> dalam perhitungan formulasi ransum
5	max_bahan_custom	Float	Nilai maksimal penggunaan bahan pakan yang dapat diubah oleh <i>user</i> dalam perhitungan formulasi ransum

c. Tabel unggas (kelas Unggas)

No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_unggas	int (11)	<i>Primary key</i> , identitas unik dari entitas unggas
2	nama_unggas	varchar (30)	Nama unggas

d. Tabel nutrisi_unggas (kelas NutrienUnggas)

No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_unggas	int (11)	<i>Composite key</i> , identitas unik dari entitas unggas
2	id_nutrien	int (11)	<i>Composite key</i> , identitas unik dari entitas nutrisi
3	min_nutrien	Float	Nilai minimal kebutuhan nutrisi unggas yang digunakan dalam perhitungan formulasi ransum
4	max_nutrien	Float	Nilai maksimal kebutuhan nutrisi unggas yang digunakan dalam perhitungan formulasi ransum

e. Tabel nutrisi (kelas Nutrien)

No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_nutrien	int (11)	<i>Primary key</i> , identitas unik dari entitas nutrisi
2	nama_nutrien	varchar (20)	Nama nutrisi

f. Tabel nutrisi_bahan (kelas NutrienBahan)

No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_bahan	int (11)	<i>Composite key</i> , identitas unik dari entitas bahan pakan
2	id_nutrien	int (11)	<i>Composite key</i> , identitas unik dari entitas nutrisi
3	komposisi_nutrien	Float	Kandungan nutrisi dalam bahan pakan yang digunakan dalam perhitungan formulasi ransum

g. Tabel forsum (kelas Forsum)

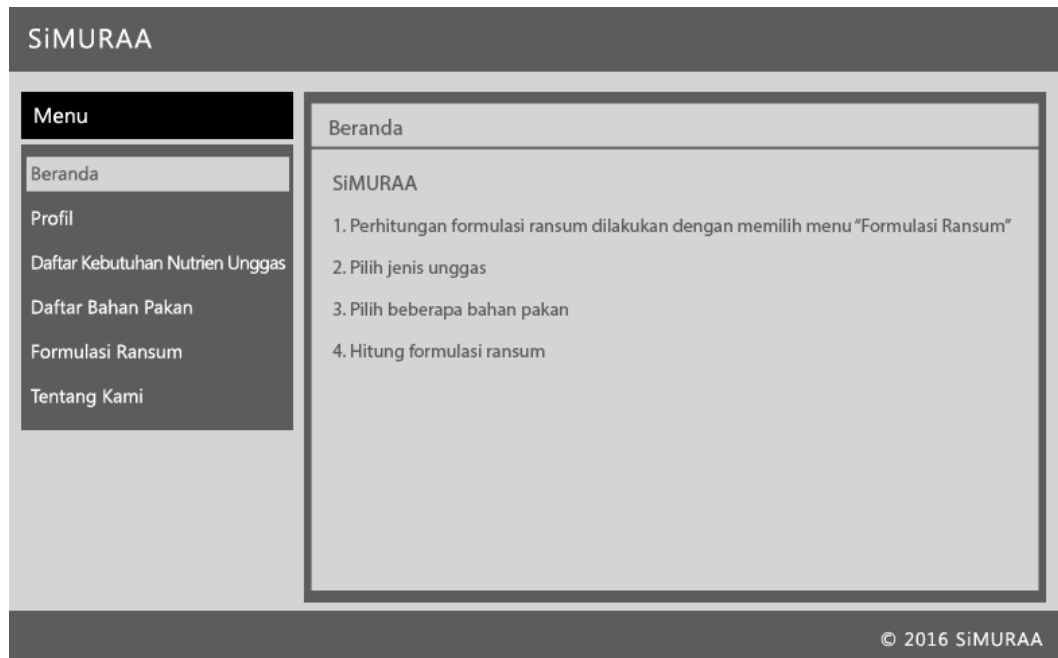
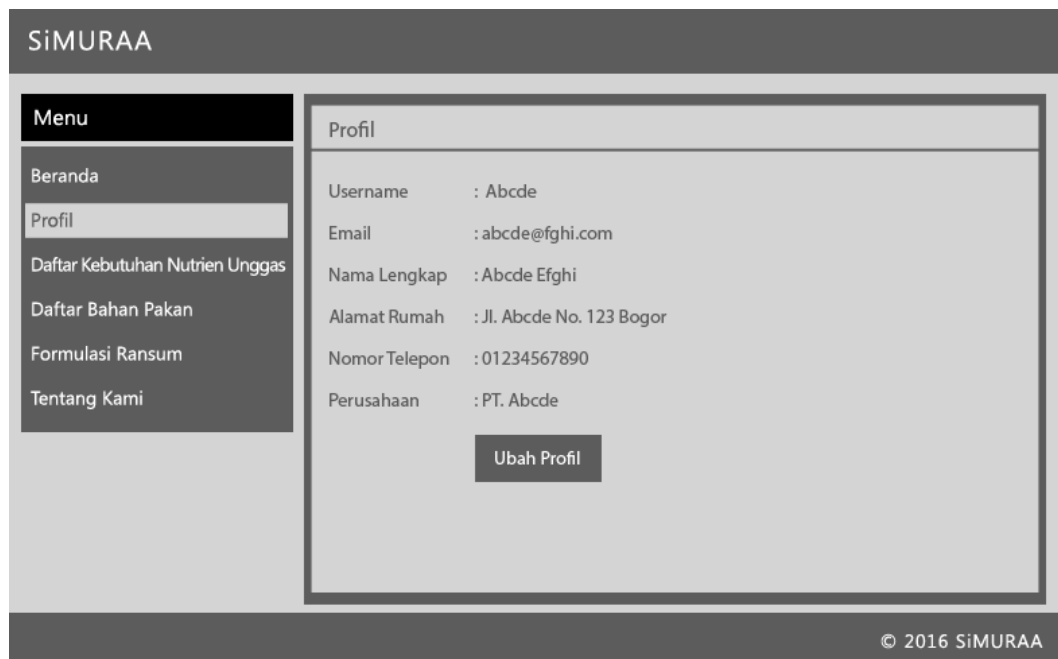
No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_forsum	int (11)	<i>Primary key</i> , identitas unik dari entitas forsum
2	nama_forsum	varchar (30)	Nama forsum yang dibuat ketika <i>user</i> memulai perhitungan formulasi ransom
3	id_user	int (11)	<i>Foreign key</i> , identitas unik dari entitas user
4	id_unggas	varchar (3)	<i>Foreign key</i> , identitas unik dari entitas unggas

h. Tabel user (kelas User)

No	Nama Atribut	Tipe data/lebar	Keterangan
1	id_user	int (11)	<i>Primary key</i> , identitas unik dari entitas user
2	Username	varchar (20)	nama unik dari setiap <i>user</i>
3	Password	varchar (20)	Kata sandi yang digunakan untuk mendapat akses <i>login</i>
4	Email	varchar (50)	Alamat <i>e-mail</i> dari <i>user</i>
5	nama_lengkap	varchar (50)	Nama lengkap <i>user</i>
6	alamat_rumah	varchar (200)	Alamat rumah tempat tinggal <i>user</i>
7	nomor_telepon	varchar (15)	Nomor telepon <i>user</i> yang dapat dihubungi
8	Perusahaan	varchar (200)	Nama perusahaan <i>user</i>

Lampiran 4 Prototipe seluruh fungsi pada SiMURAA

a. Prototipe halaman beranda

b. Prototipe halaman profil *user*

c. Prototipe halaman ubah profil *user*

SiMURAA

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Ubah Profil

Username :

Email :

Nama Lengkap :

Alamat Rumah :

Nomor Telepon :

Perusahaan :

© 2016 SiMURAA







d. Prototipe halaman daftar unggas

SiMURAA

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Daftar Unggas

No.	Nama Unggas	
1	Unggas 1	
2	Unggas 2	
3	Unggas 3	
4	Unggas 4	
5	Unggas 5	
6	Unggas 6	
7	Unggas 7	

© 2016 SiMURAA

e. Prototipe halaman daftar bahan pakan

SiMURAA

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan**
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Daftar Bahan Pakan

No.	Nama Bahan	Jenis Sumber	Min Bahan	Max Bahan	Harga Bahan	
1	Bahan 1	Energi	25	50	3800	🔍
2	Bahan 2	Energi	25	50	3500	🔍
3	Bahan 3	Protein	0	20	5000	🔍
4	Bahan 4	Protein	0	10	4500	🔍
5	Bahan 5	Mineral	0.25	0.5	1500	🔍
6	Bahan 6	Mineral	0	1	20000	🔍
7	Bahan 7	A. Amino	0	0.3	50000	🔍
9	Bahan 8	Premix	0.1	0.25	40000	🔍

Selanjutnya

© 2016 SiMURAA

f. Prototipe halaman buat perhitungan baru

SiMURAA

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum**
- Tentang Kami

Buat Perhitungan Baru

Nama forsum :

Nama Unggas :

Buat Perhitungan

© 2016 SiMURAA

g. Prototipe halaman pilih bahan pakan

SiMURAA

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum**
- Tentang Kami

Pilih Bahan Pakan

☐ Bahan pakan 1
☐ Bahan pakan 2
☐ Bahan pakan 3
 .
 .
 .
 .
☐ Bahan pakan 34

Pilih

© 2016 SiMURAA

h. Prototipe halaman kriteria bahan pakan

SiMURAA

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum**
- Tentang Kami

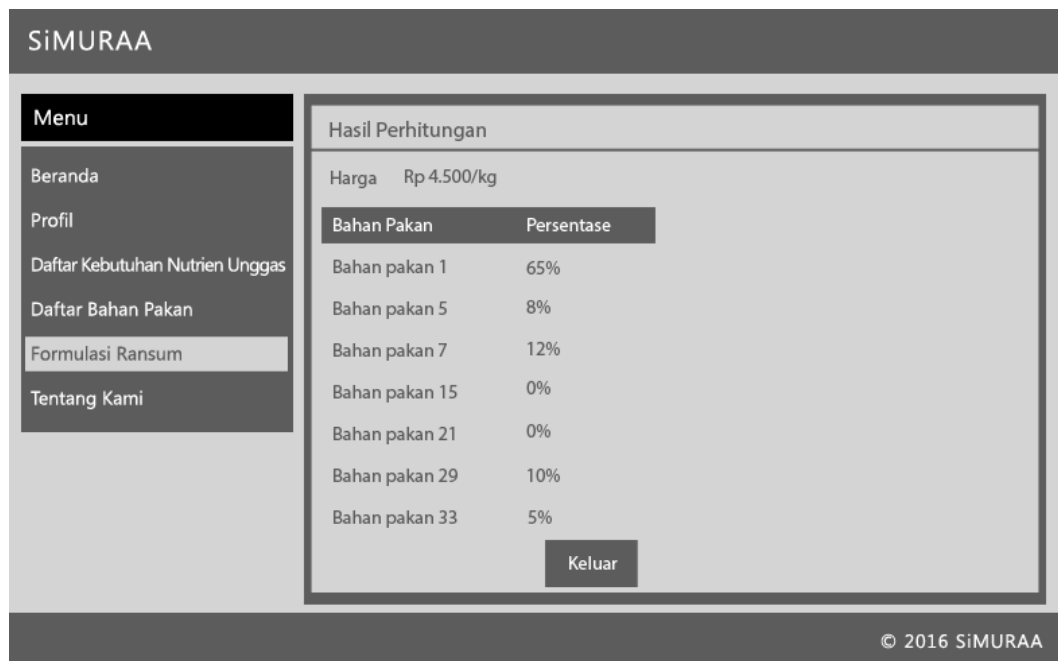
Kriteria Bahan Pakan

Bahan Pakan	Harga (Rp)	Minimal (%)	Maksimal (%)
Bahan pakan 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bahan pakan 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bahan pakan 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bahan pakan 15	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bahan pakan 21	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bahan pakan 29	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bahan pakan 33	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

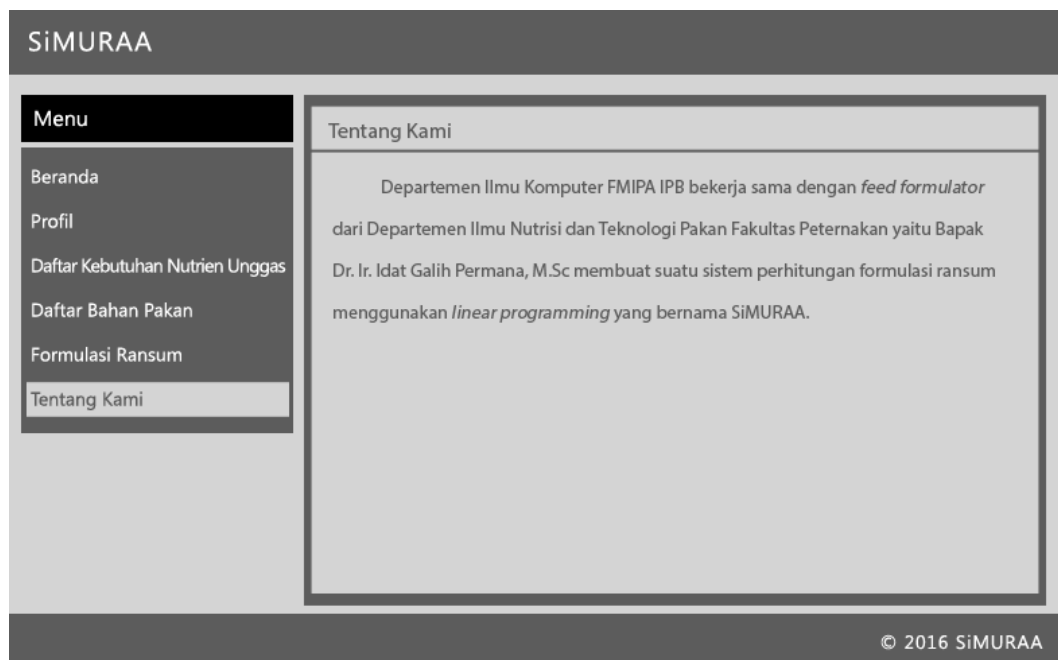
Hitung

© 2016 SiMURAA

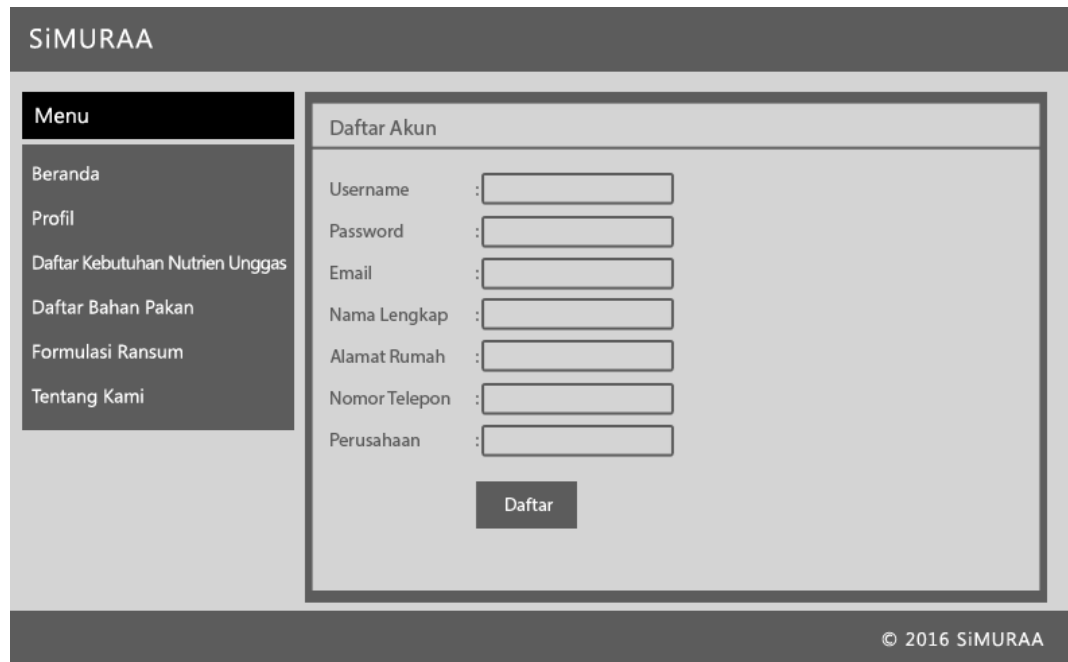
i. Prototipe halaman hasil perhitungan



j. Prototipe halaman tentang kami



k. Prototipe halaman daftar akun



The image shows a web application prototype for 'SiMURAA'. It features a dark grey header with the name 'SiMURAA'. On the left, there is a 'Menu' sidebar with a black header and grey items: 'Beranda', 'Profil', 'Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas', 'Daftar Bahan Pakan', 'Formulasi Ransum', and 'Tentang Kami'. The main content area is titled 'Daftar Akun' and contains a registration form with the following fields: 'Username', 'Password', 'Email', 'Nama Lengkap', 'Alamat Rumah', 'Nomor Telepon', and 'Perusahaan'. Each field is preceded by a colon and followed by a text input box. A dark grey 'Daftar' button is positioned below the 'Perusahaan' field. The footer of the page is dark grey and contains the copyright notice '© 2016 SiMURAA' on the right side.

SiMURAA

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Daftar Akun

Username :

Password :

Email :

Nama Lengkap :

Alamat Rumah :

Nomor Telepon :

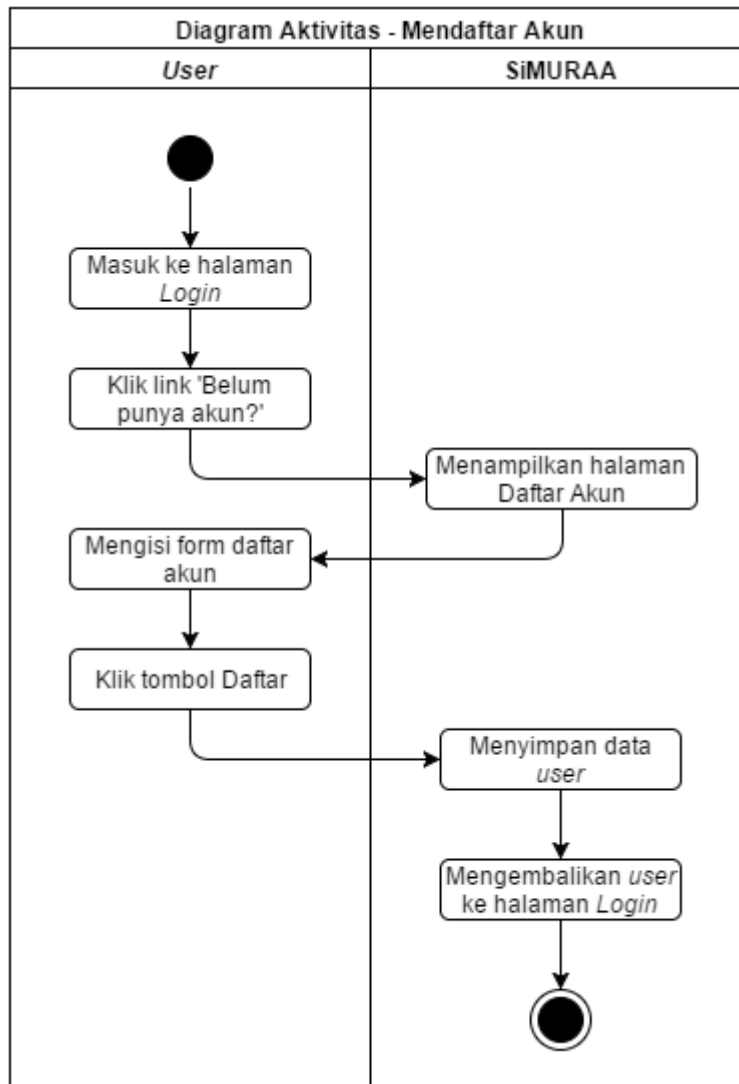
Perusahaan :

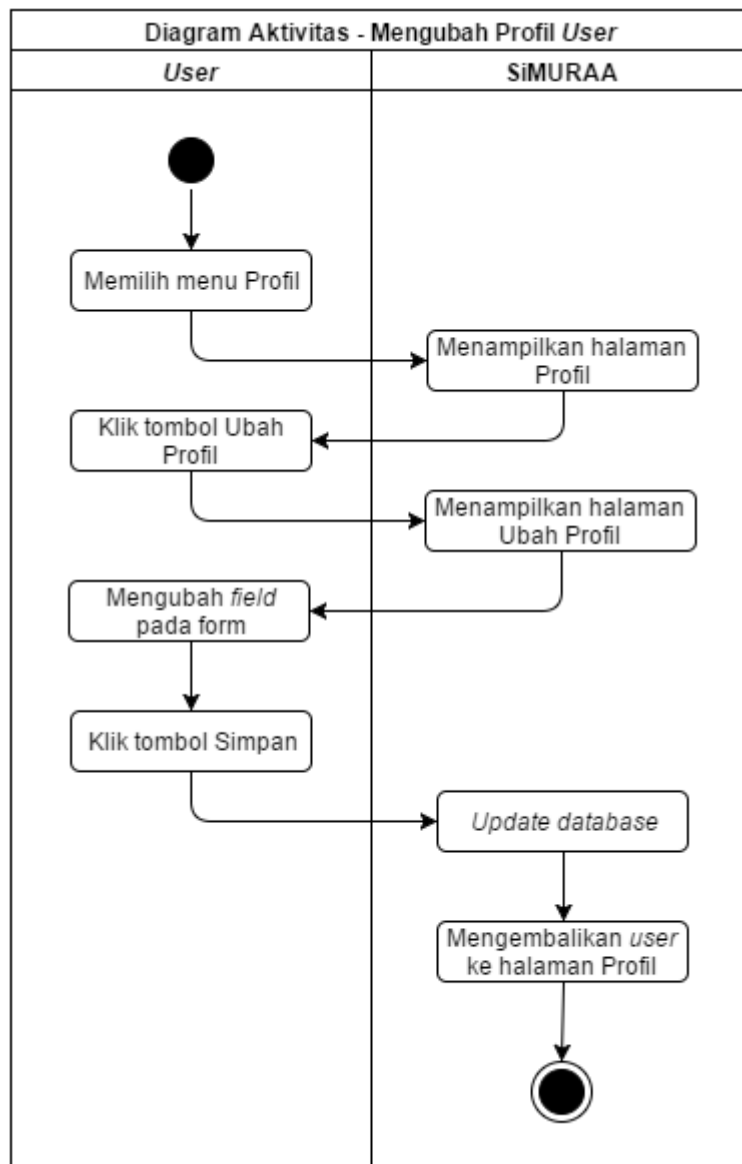
Daftar

© 2016 SiMURAA

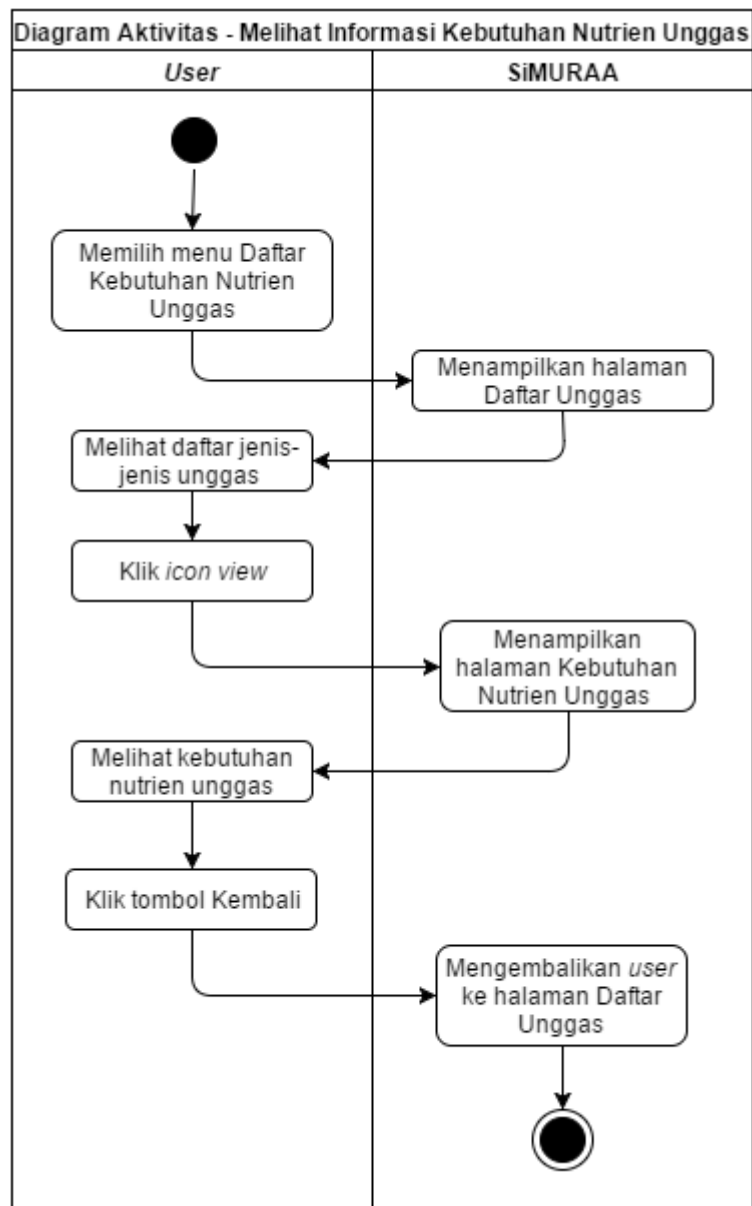
Lampiran 5 Seluruh diagram aktivitas pada SiMURAA

a. Diagram aktivitas mendaftar akun

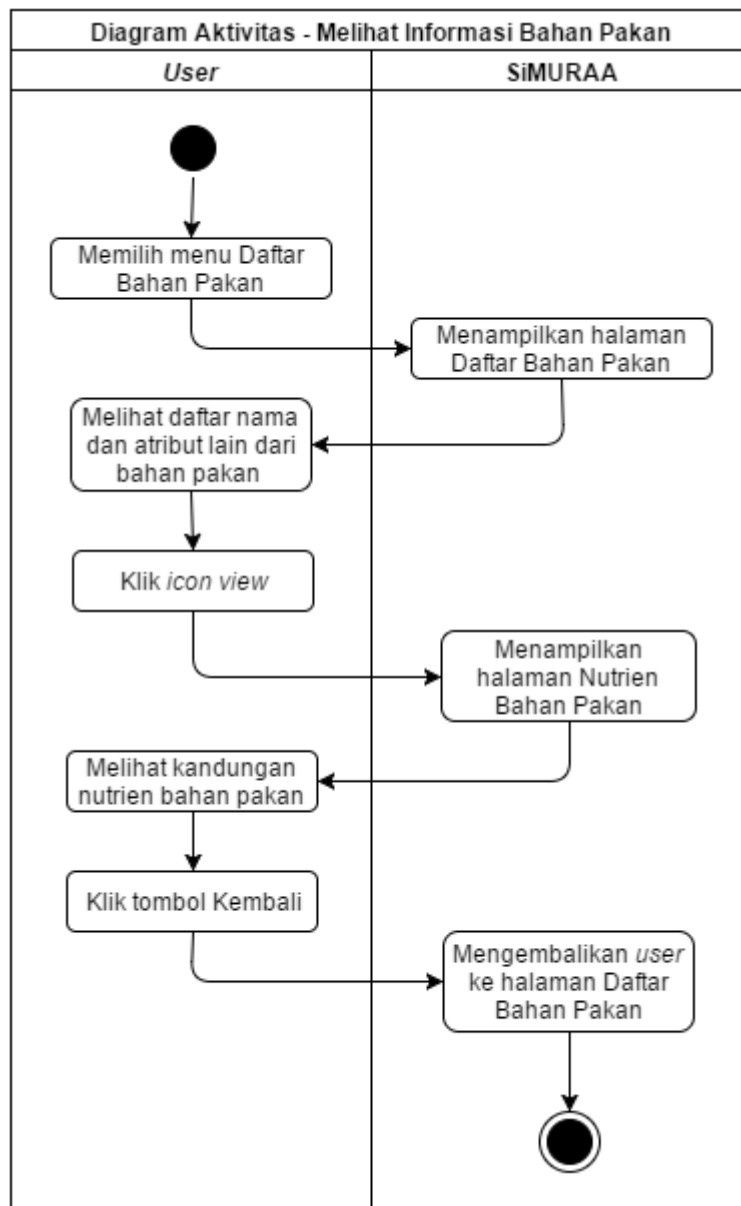


b. Diagram aktivitas mengubah profil *user*

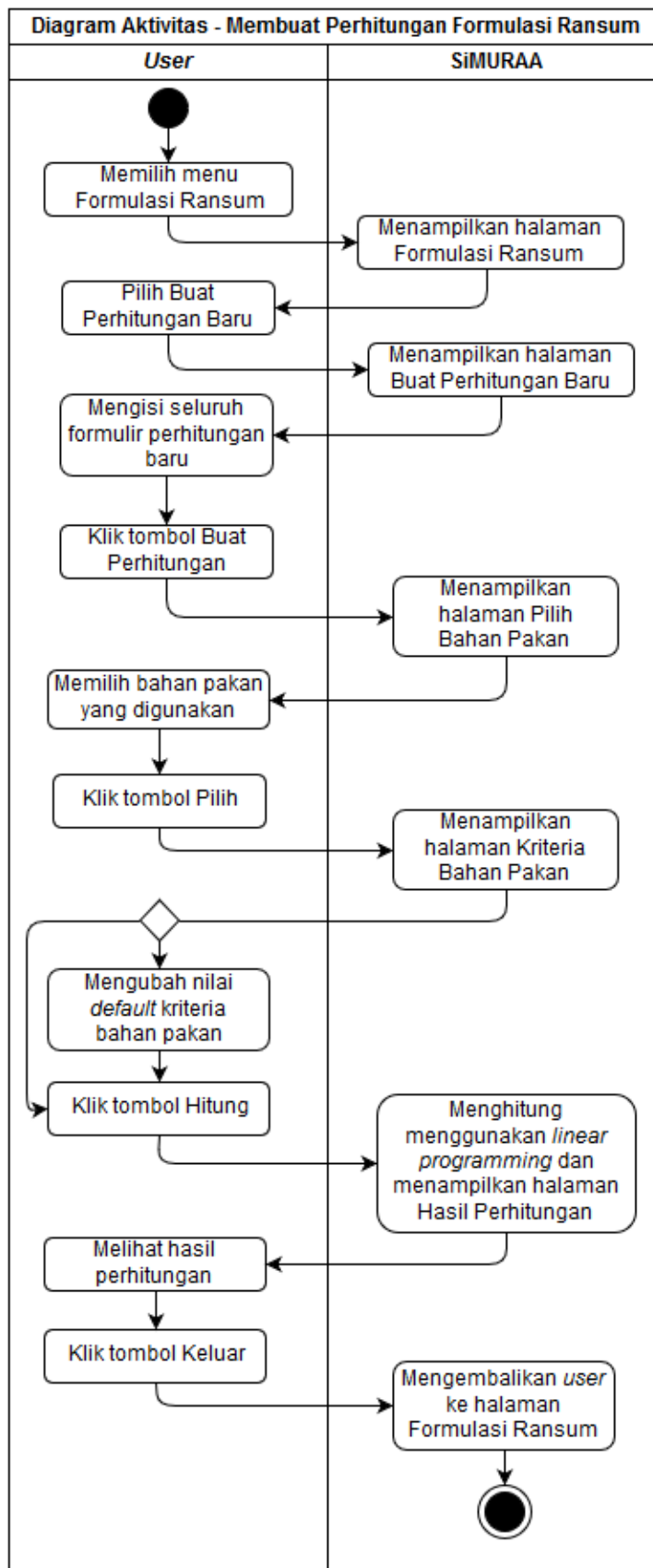
- c. Diagram aktivitas melihat informasi kebutuhan nutrisi unggas



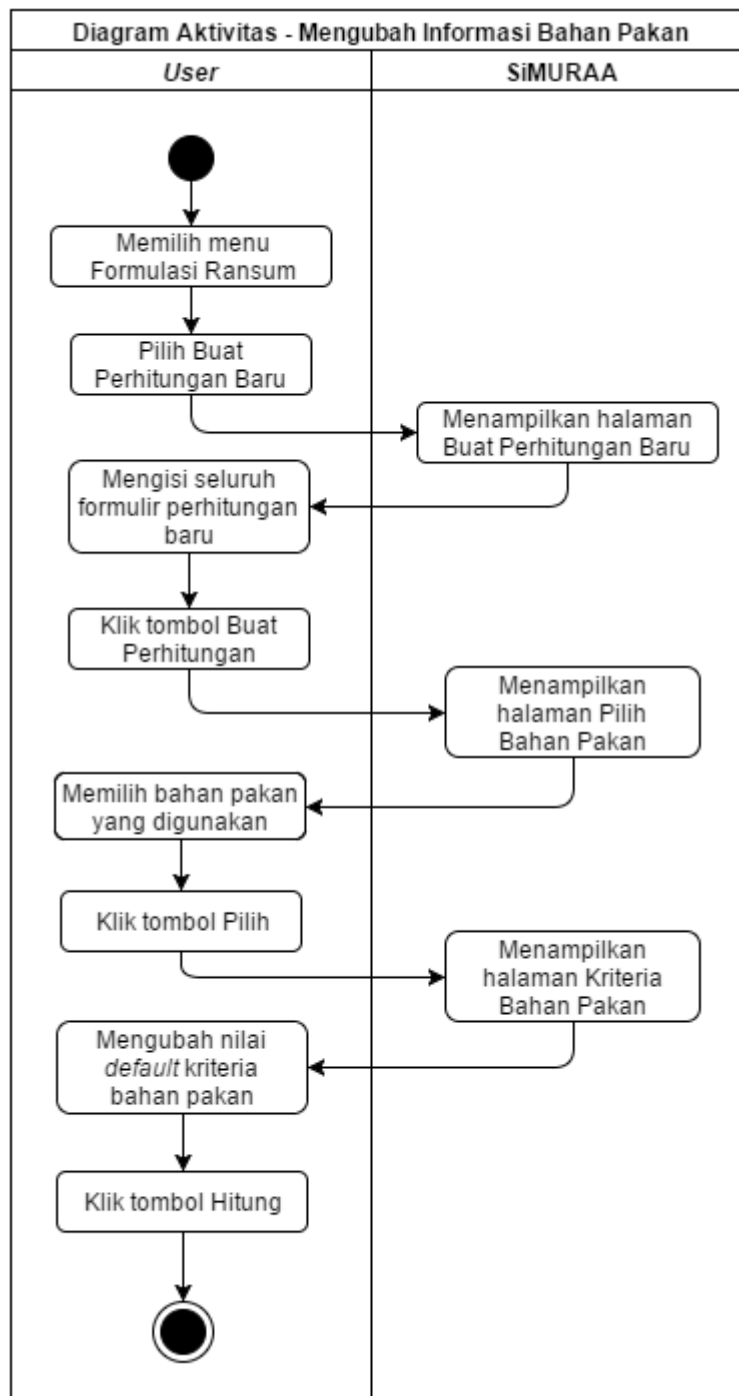
d. Diagram aktivitas melihat informasi bahan pakan



e. Diagram aktivitas membuat perhitungan formulasi ransum

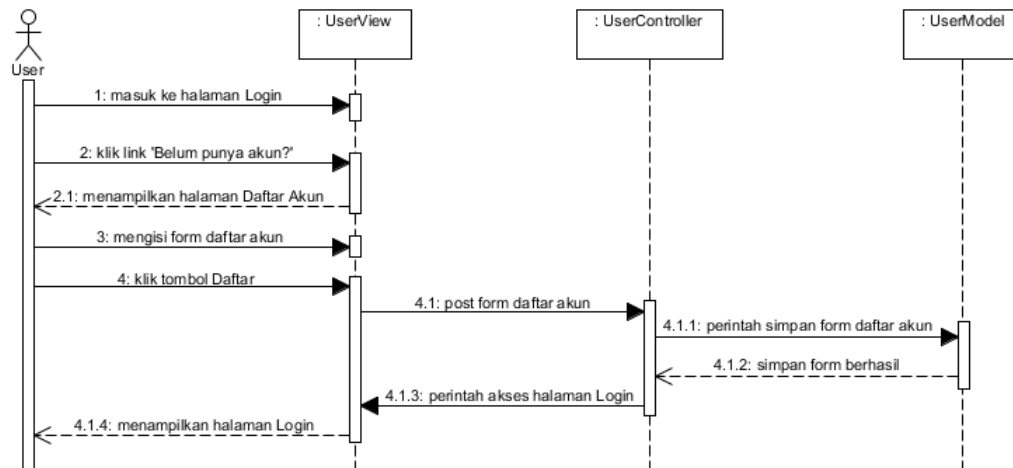
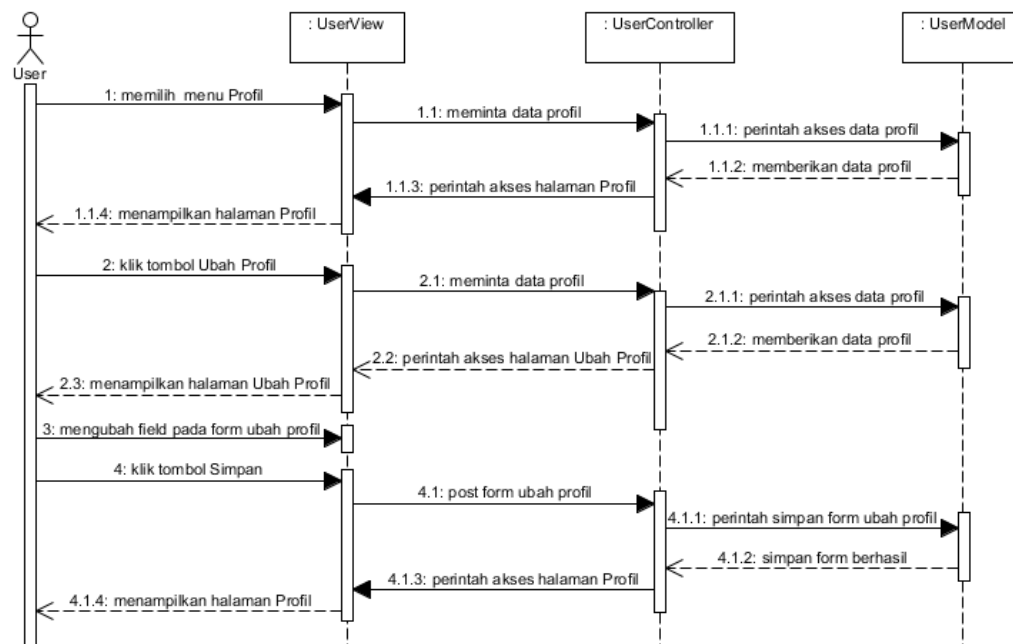


f. Diagram aktivitas mengubah informasi bahan pakan

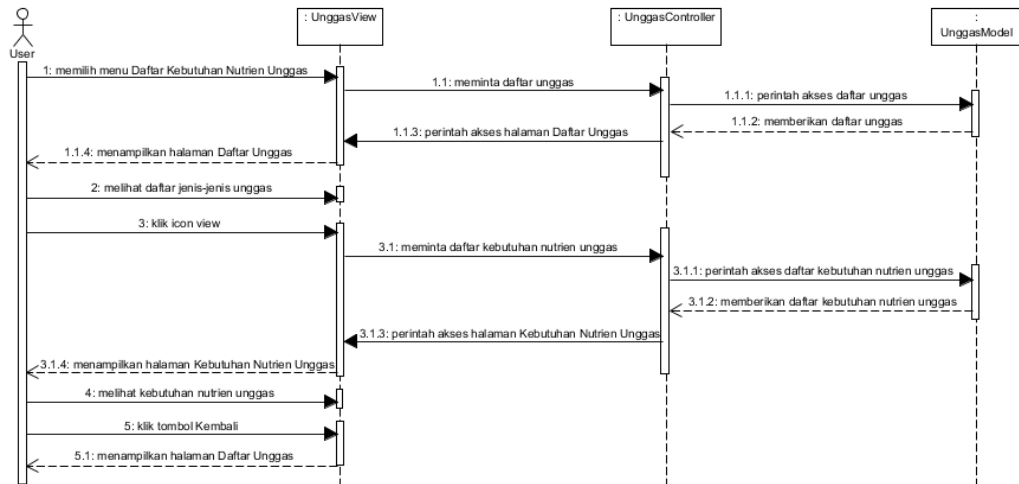


Lampiran 6 Seluruh diagram sekuens pada SiMURAA

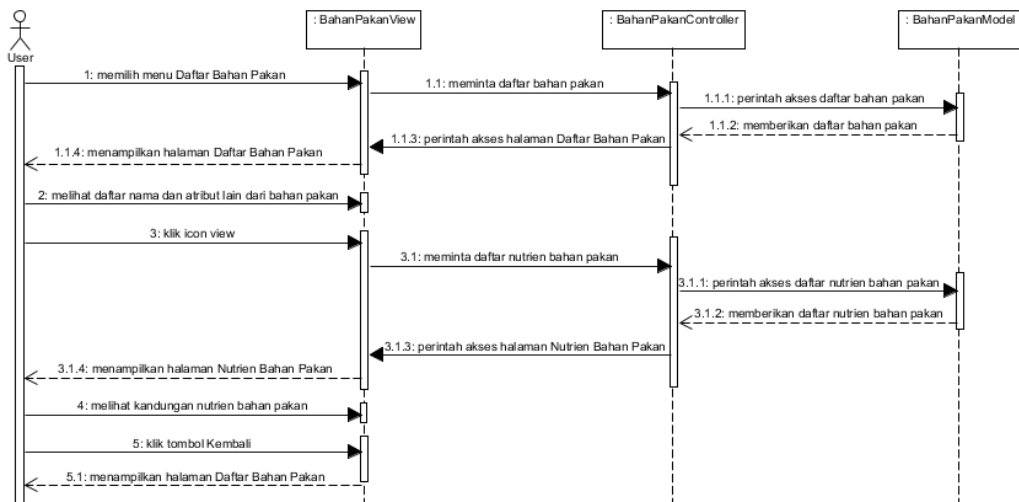
a. Diagram sekuens mendaftar akun

b. Diagram sekuens mengubah profil *user*

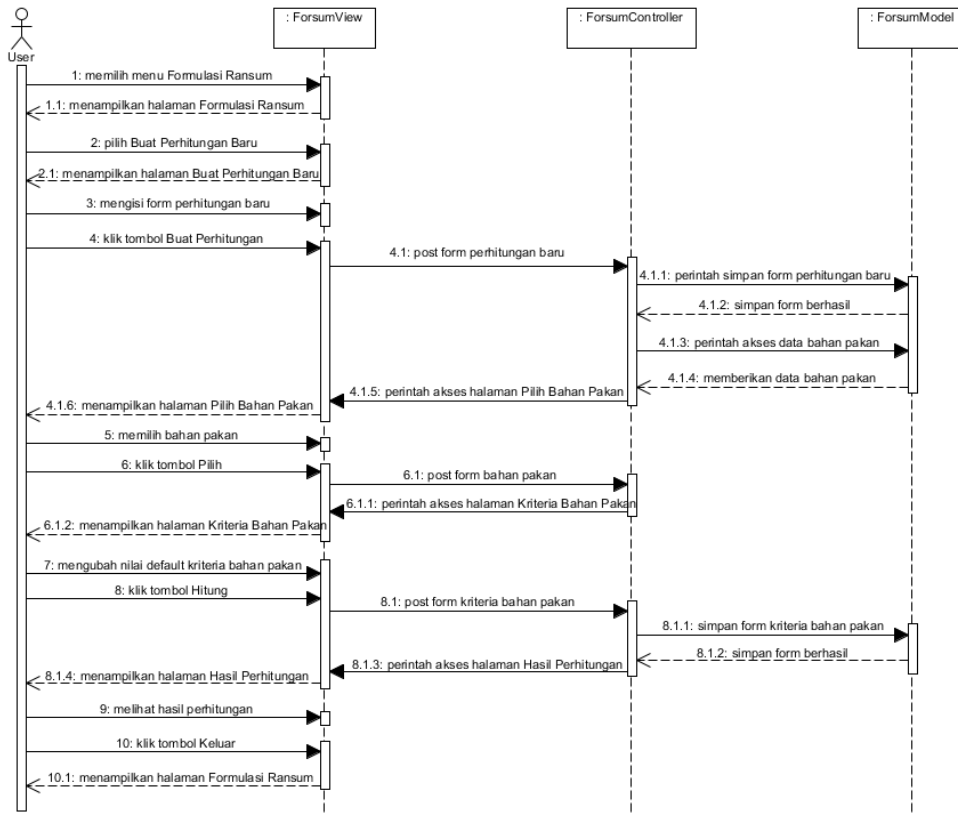
c. Diagram sekuens melihat informasi kebutuhan nutrisi unggas



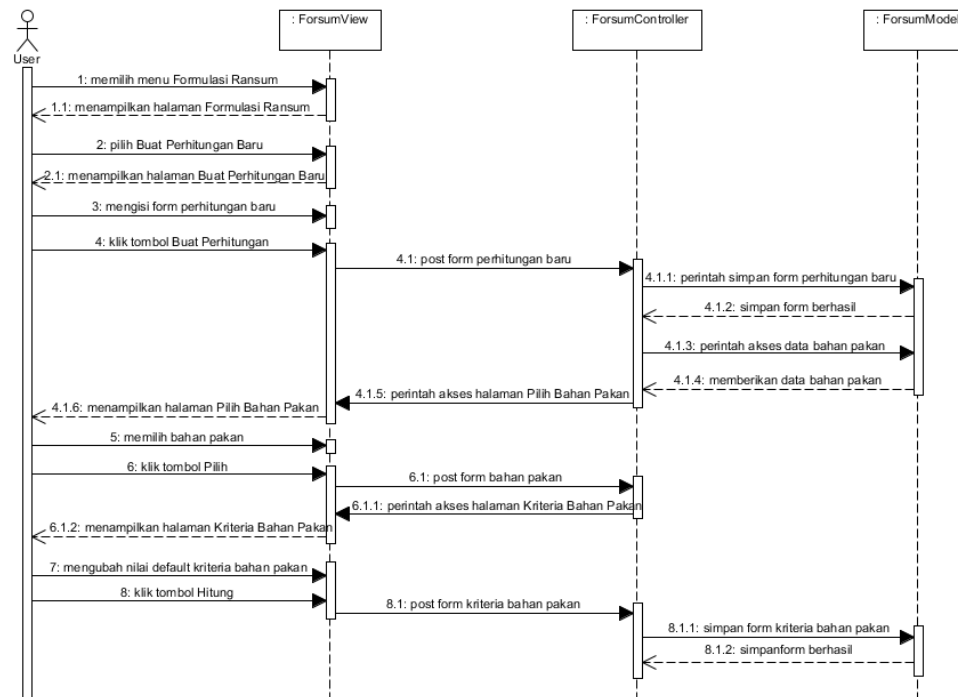
d. Diagram sekuens melihat informasi bahan pakan



e. Diagram sekuens membuat perhitungan formulasi ransum

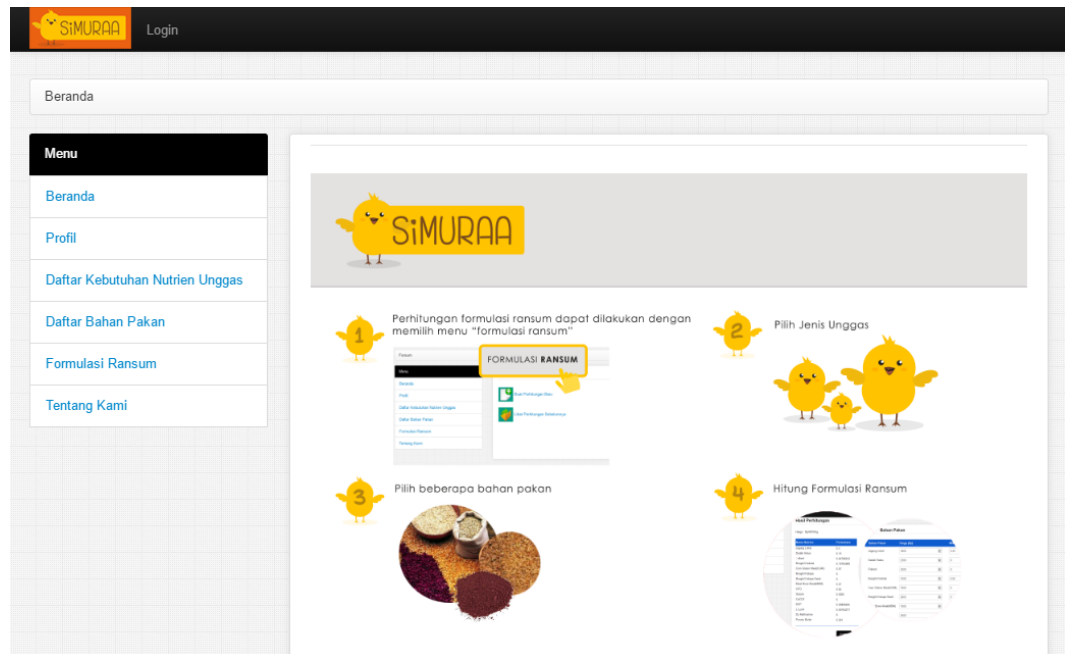


f. Diagram sekuens mengubah informasi bahan pakan

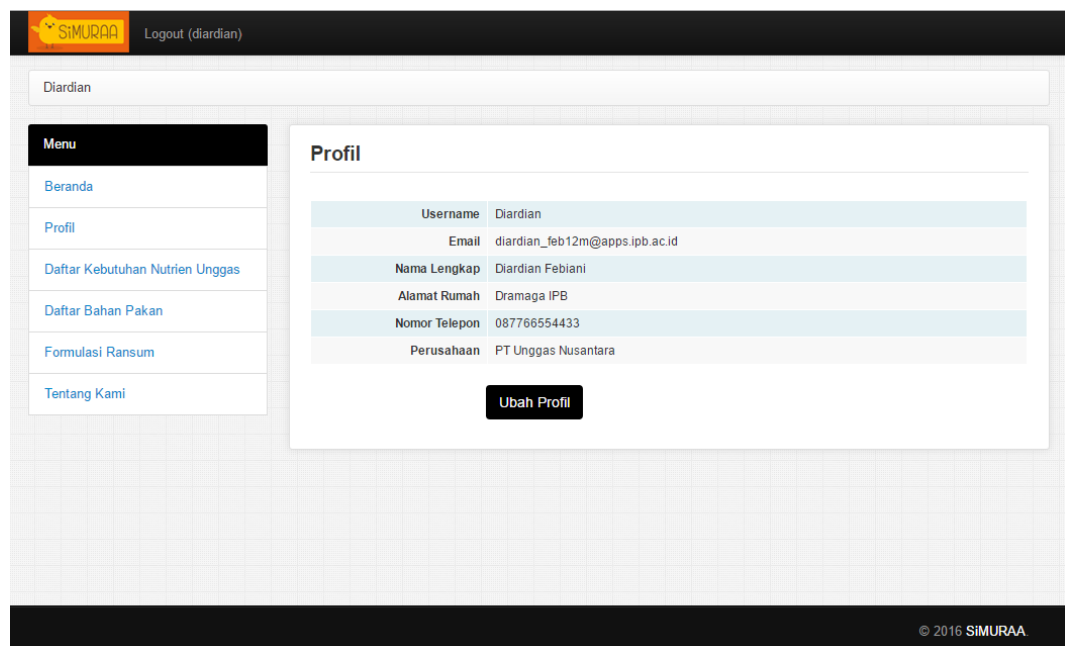


Lampiran 7 Seluruh halaman pada SiMURAA

a. Halaman beranda



b. Halaman profil *user*



c. Halaman ubah profil *user*

Logout (diardian)

Diardian / Ubah Profil

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Ubah Profil

Username: Diardian

Password:

Email: diardian_feb12m@apps.ipb.ac.id

Nama Lengkap: Diardian Febiani

Alamat Rumah: Dramaga IPB

Nomor Telepon: 087766554433

Perusahaan: PT Unggas Nusantara

Simpan

© 2016 SIMURAA

d. Halaman daftar unggas

Logout (diardian)

Daftar Unggas

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Daftar Unggas

Displaying 1-8 of 8 results.

Nama Unggas	
Ayam Kampung (0-3 Minggu)	
Ayam Kampung (3-8 Minggu)	
Broiler Finisher	
Broiler Starter	
Layer (0-6 Minggu)	
Layer (6-12 Minggu)	
Layer (12-18 Minggu)	
Layer (>18 Minggu)	

Tambah Unggas

© 2016 SIMURAA

e. Halaman daftar bahan pakan

Daftar Bahan Pakan

Logout (diardian)

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Daftar Bahan Pakan

Displaying 1-10 of 34 results.

No. Bahan	Nama Bahan	Jenis Sumber	Min Bahan	Max Bahan	Harga Bahan	
1	Jagung Lokal	Energi	25	50	3800	
2	Jagung Import	Energi	25	50	4000	
3	Dedak Halus	Energi	0	15	2300	
4	Bekatul	Energi	0	15	2200	
5	Pollard	Energi	0	6	2500	
6	Gaplek	Energi	0	10	3000	
7	Sorgum	Energi	0	15	3000	
8	Bungkil Kedelai	Protein	5	40	7500	
9	Biji Kedelai	Protein	0	20	5000	
10	Corn Gluten Feed (CGF)	Protein	0	7	3500	

Go to page: [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [Next >](#)

© 2016 SIMURAA

f. Halaman buat perhitungan baru

Forsum / Buat Perhitungan Baru

Logout (diardian)

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Buat Perhitungan Baru

Nama Forum

Nama Unggas

Buat Perhitungan

© 2016 SIMURAA

g. Halaman pilih bahan pakan

SIMURAA

Logout (diartian)

Forum / Buat Perhitungan Baru / Pilih Bahan Pakan

Menu

Beranda

Profil

Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas

Daftar Bahan Pakan

Formulasi Ransum

Tentang Kami

Pilih Bahan Pakan

Nama Forum: saaaa

Nama Unggas: Unggas 1

☐ Jagung Lokal

☐ Sorgum

☐ Bungkil Kapuk

☐ Tepung Darah

☐ Tepung Keong

☐ DL-Methionine

☐ Jagung Import

☐ Bungkil Kedelai

☐ Bungkil Kelapa

☐ Manure Ayam

☐ Kapur

☐ Premix

☐ Dedak Halus

☐ Biji Kedelai

☐ Bungkil Kelapa Sawit

☐ Minyak Ikan

☐ CaCO3

☐ Premix Boiler

☐ Bekatul

☐ Corn Gluten Feed (CGF)

☐ Meat Bone Meal (MBM)

☐ CPO

☐ DCP

☐ Premix Layer

☐ Pollard

☐ Corn Gluten Meal (CGM)

☐ Tepung Ikan

☐ Molases

☐ MCP

☐ Gapek

☐ Bungkil Kacang Tanah

☐ Tepung Cacing

☐ Garam

☐ L-Lysin

Pilih

© 2016 SIMURAA

h. Halaman kriteria bahan pakan

SIMURAA

Logout (diartian)

Forum / Buat Perhitungan Baru / Kriteria Bahan Pakan

Menu

Beranda

Profil

Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas

Daftar Bahan Pakan

Formulasi Ransum

Tentang Kami

Kriteria Bahan Pakan

Bahan Pakan	Harga (Rp)	Minimal (Persentase)	Maksimal (Persentase)
Jagung Lokal	3800	25	50
Dedak Halus	2300	0	15
Pollard	2500	0	6
Bungkil Kedelai	7500	5	40
Corn Gluten Meal(CGM)	7000	0	7
Meat Bone Meal(MBM)	7000	0	7
Tepung Ikan	7500	0	8
CPO	5000	1	4
CaCO3	750	0	2

i. Halaman hasil perhitungan

Logout (diartian)

Forum / Buat Perhitungan Baru / Hasil Perhitungan

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Hasil Perhitungan

Harga : Rp4.344/kg

Nama Bahan Pakan	Persentase	Unit (gram)
Jagung Lokal	50%	500
Dedak Halus	15%	150
Poliard	6%	60
Bungkil Kedelai	5%	50
Corn Gluten Meal(CGM)	7%	70
Meat Bone Meal(MBM)	5.96%	59.6
Tepung Ikan	8%	80
CPO	1.04%	10.4
CaCO3	2%	20
DCP	0%	0

Keluar

© 2016 SIMURAA

j. Halaman tentang kami


Logout (diartian)

Tentang Kami

Menu

- Beranda
- Profil
- Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas
- Daftar Bahan Pakan
- Formulasi Ransum
- Tentang Kami

Tentang Kami

 Departemen Ilmu Komputer FMIPA IPB bekerjasama dengan *feed formulator* dari Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan yaitu Bapak Dr. Ir. Idat Galih Permana, M.Sc membuat suatu sistem perhitungan formulasi ransum menggunakan *linear programming* bernama SIMURAA.

© 2016 SIMURAA

k. Halaman daftar akun

SIMURAA Login

[Login](#) / [Daftar Akun](#)

Menu

- [Beranda](#)
- [Profil](#)
- [Daftar Kebutuhan Nutrien Unggas](#)
- [Daftar Bahan Pakan](#)
- [Formulasi Ransum](#)
- [Tentang Kami](#)

Daftar Akun

Username

Password

Email

Nama Lengkap

Alamat Rumah

Nomor Telepon

Perusahaan

Daftar

© 2016 **SIMURAA**

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Bogor Provinsi Jawa Barat pada tanggal 19 Februari 1994. Penulis adalah anak kedua dari dua bersaudara, anak dari pasangan Tatag Budiardi dan Kurnia Suci Indraningsih. Penulis menempuh pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Bogor dari tahun 2006 hingga 2009 dan melanjutkan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Bogor pada tahun 2009 hingga 2012. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Departemen Ilmu Komputer dari tahun 2012 hingga 2016.

Penulis pernah bergabung dengan organisasi kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Ilmu Komputer selama 1 periode sebagai sekretaris Divisi Internal dan organisasi luar kampus yaitu Forum for Indonesia Chapter Bogor selama 2 periode sebagai sekretaris I dan staf Divisi *Business and Entrepreneurship*. Penulis juga pernah mengikuti berbagai perlombaan dan meraih penghargaan sebagai Juara 3 Kategori Fotografi Himasiera Olah Talenta 2012, Semifinalis Kategori Piranti Cerdas dan *Embedded System* Gemastik 8 2015, dan Finalis IBM Linux Challenge 2016. Kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang pernah dilakukan oleh penulis selama 35 hari kerja pada tahun 2015 yaitu di Badan Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Serpong dengan mengembangkan suatu sistem informasi bernama Sistem Informasi Administrasi Surat Masuk PDIS (SI-SAMP).