

**PENGEMBANGAN SISTEM FORMULASI RANSUM UNTUK
KEBUTUHAN TERNAK RUMINANSIA MENGGUNAKAN
*LINEAR PROGRAMMING***

ALIN NUR ALIFAH



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Pengembangan Sistem Formulasi Ransum untuk Kebutuhan Ternak Ruminansia Menggunakan *Linier 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, Februari 2018

Alin Nur Alifah
NIM G64154068

ABSTRAK

ALIN NUR ALIFAH. Pengembangan Sistem Formulasi Ransum untuk Kebutuhan Ternak Ruminansia Menggunakan *Linier Programming*. Dibimbing oleh IRMAN HERMADI dan IDAT GALIH PERMANA.

Formulasi ransum merupakan aspek yang sangat esensial dalam menyeimbangkan nutrisi bagi hewan ternak dengan tujuan mendapatkan harga minimum berdasar pada kandungan nutrisi pakan hewan. Oleh karena itu peternak dituntut untuk mampu menyusun suatu formula ransum yang ekonomis tanpa mengabaikan faktor kebutuhan nutrisi ternak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem pendukung pengambilan keputusan yang mampu melakukan formulasi ransum dengan mengadopsi metode *linier programming*. Metode pengembangan sistem yang dilakukan adalah *prototype* dengan evaluasi menggunakan perbandingan dengan aplikasi WinFeed 2.8 dan POM QM.

Kata kunci: formulasi ransum, *linier programming*, *prototype*, ternak ruminansia

ABSTRACT

ALIN NUR ALIFAH. Development of Ration Formulation System for Ruminanted Livestock Needs Using Linear Programming. Supervised by IRMAN HERMADI and IDAT GALIH PERMANA.

Feed formulation is an essential aspect in balancing nutrients for livestock in order to get a minimum price based on the nutrient content of livestock feed. Therefore, farmers are required to be able to compile an economical feed formulation without ignoring nutritional needs factors of livestock. This research aims to create/develop a decision support system that is capable of compile feed formulation by adopting the method of linear programming. The development method used is prototype with evaluation using comparison beetwen WinFeed 2.8 application and POM QM.

Keywords: feed formulation, linier programming, prototype, ruminanted livestock

**PENGEMBANGAN SISTEM FORMULASI RANSUM UNTUK
KEBUTUHAN TERNAK RUMINANSIA MENGGUNAKAN
*LINEAR PROGRAMMING***

ALIN NUR ALIFAH

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
2018**

Penguji: 1 Prof Dr Ir Agus Buono, MSi MKom

Judul Skripsi: Pengembangan Sistem Formulasi Ransum untuk Kebutuhan Ternak
Ruminansia Menggunakan *Linier Programming*

Nama : Alin Nur Alifah

NIM : G64154068

Disetujui oleh

Irman Hermadi, SKom MS PhD
Pembimbing I

Dr Ir Idat Galih Permana, MSc
Pembimbing II

Diketahui oleh

Prof 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 karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2016 adalah optimasi formula ransum dengan judul Pengembangan Sistem Formulasi Ransum untuk Kebutuhan Ternak Ruminansia Menggunakan *Linier Programming*.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Irman Hermadi SKom MS PhD dan Bapak Dr Ir Idat Galih Permana MSc selaku pembimbing yang banyak memberi arahan dan motivasi kepada penulis dalam penelitian ini, serta Bapak Dr Prof Dr Ir Agus Buono MSi MKom selaku penguji yang telah banyak memberi saran dan perbaikan. Tak lupa penulis sampaikan terima kasih kepada seluruh civitas akademik Ilmu Komputer IPB, teman Ilkom AJ10 dan teman seperjuangan di DIDSIPB. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, adik, serta seluruh keluarga, atas segala dukungan, perhatian, doa dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembacanya.

Bogor, Februari 2018

Alin Nur Alifah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
METODE	2
Tahapan Penelitian	2
HASIL DAN PEMBAHASAN	5
Iterasi 1	6
Iterasi 2	11
SIMPULAN DAN SARAN	18
Simpulan	18
Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	20
RIWAYAT HIDUP	24

DAFTAR TABEL

1	Daftar kebutuhan pengguna	6
2	Kandungan nutrisi dan harga pakan	7
3	Kebutuhan nutrisi ternak	8
4	Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian	10
5	Batasan kebutuhan nutrisi pada pengujian	10
6	Hasil formulasi ransum dan komposisi bahan pakan	10
7	Nilai nutrisi pada hasil formulasi ransum	11
8	Daftar kebutuhan pengguna iterasi 2	11
9	Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian	14
10	Batasan kebutuhan nutrisi pada pengujian	14
11	Nilai komposisi pakan pada hasil formulasi	14
12	Nilai nutrisi pada hasil formulasi	15
13	Hasil pengujian menggunakan <i>black-box testing</i>	16

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan metode <i>prototype</i> (Pressman 2010)	3
2	<i>Use case</i> diagram sistem formulasi	7
3	Diagram relasi antar tabel	7
4	Hasil penerapan <i>linier programming</i> pada aplikasi POM QM	9
5	<i>Prototype</i> halaman hasil formulasi	9
6	<i>Use case</i> diagram iterasi 2	12
7	Diagram relasi antar tabel iterasi 2	12
8	Hasil <i>linier programming</i> menggunakan aplikasi POM QM	13
9	Hasil formulasi ransum pada aplikasi Dairy Feed	15
10	Hasil formulasi ransum menggunakan aplikasi WinFeed 2.8	16

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Prototype</i> halaman input formulasi	20
2	<i>Prototype</i> hasil dengan bahan segar	21
3	Hasil Kuesioner	22

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Subsektor peternakan memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia baik dalam pembentukan Produk Domestik Bruto (PDB) dan penyerapan tenaga kerja maupun dalam penyediaan bahan baku industri. Perannya dalam pertumbuhan ekonomi menunjukkan bahwa PDB peternakan triwulan I tahun 2005 tumbuh 5.8%. Kontribusi PDB subsektor peternakan terhadap sektor pertanian triwulan I tahun 2005 mencapai 13.2%. Sedangkan terhadap besaran PDB Nasional mencapai 2%. Penyerapan tenaga kerja sub sektor peternakan juga mempunyai peranan yang sangat strategis. Menurut hasil sensus pertanian 2003 dari 24,86 juta Rumah Tangga Pertanian di pedesaan dan perkotaan, sekitar 22,63% merupakan Rumah Tangga Usaha Peternakan. Selain itu sub sektor peternakan juga berperan penting dalam penyediaan bahan baku bagi keperluan industri (Makka 2012).

Efisiensi produksi dalam suatu usaha peternakan menjadi faktor penentu keberhasilan peternakan. Efisiensi produksi dapat diwujudkan dengan pemberian pakan yang berkualitas dengan kuantitas yang memadai sesuai dengan kebutuhan ternak. Pakan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam keberhasilan suatu usaha peternakan. Sehingga formulasi ransum dari sejumlah bahan pakan yang tersedia merupakan aspek yang sangat vital khususnya dalam rangka menyeimbangkan kandungan energi, protein dan nutrisi lainnya (Jayanegara 2014). Berdasarkan sudut pandang ekonomi, biaya untuk pembelian pakan ternak merupakan biaya tertinggi dalam agribisnis peternakan. Sehingga biaya tersebut harus ditekan serendah mungkin agar tidak mengurangi pendapatan. Teknologi dapat menjadi jalan keluar dalam permasalahan tersebut, yaitu dengan mengaplikasikan teknologi formulasi pakan ternak yang efisien. Pakan ternak yang diramu dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan ternak akan menekan biaya pembelian pakan serendah mungkin (Shiddieqy 2010).

Ransum yang murah dan berkualitas memerlukan suatu teknik atau metode dalam memformulasikannya. Formulasi ransum yang mudah digunakan, cepat, akurat dalam penentuan komposisi bahan dan mendapatkan biaya serendah mungkin dapat menggunakan metode *linier programming*. Selain metode *linier programming*, ada beberapa metode lain yang dapat digunakan, antara lain metode *trial and error*, *equation* dan *pearson's square*. Diantara metode-metode tersebut, metode *linier programming* adalah yang paling sesuai untuk diterapkan sebagai metode formulasi ransum karena mampu menangani jumlah variabel yang banyak secara efisien (Muzayyanah 2013). Akan tetapi dalam penghitungan secara manual metode ini masih dirasa sangat sulit (Kusnandar 2004).

Penelitian tentang formulasi ransum ternak sapi potong sudah pernah dilakukan oleh Rahman (Rahman 2017). Peneliti mengembangkan sistem formulasi ransum ternak sapi potong berdasarkan nilai ADG (*average daily gain*) dan berat badan ternak menggunakan metode *linier programming*. Sistem tersebut dapat melakukan formulasi dengan kesamaan dan akurasi yang baik karna hasil perbandingan mendapatkan selisih 0 jika dibandingkan dengan aplikasi penghitungan *linier programming* aplikasi QM. Namun pada penelitian sebelumnya perlu dilakukan pengembangan. Sehingga pada penelitian ini diusulkan

sebuah sistem pengembangan dari sistem informasi yang telah dikembangkan oleh Rahman (Rahman 2017) dengan hewan ternak mencakup seluruh ternak ruminansia.

Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang tercantum pada latar belakang maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1 Bagaimana menerapkan algoritme *linier programming* untuk formulasi ransum ternak ruminansia?
- 2 Bagaimana hasil evaluasi ransum pada formulasi?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem formulasi ransum menggunakan algoritme *linier programming* untuk ternak ruminansia.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat membantu para peternak dalam melakukan formulasi ransum secara cepat dan tepat.

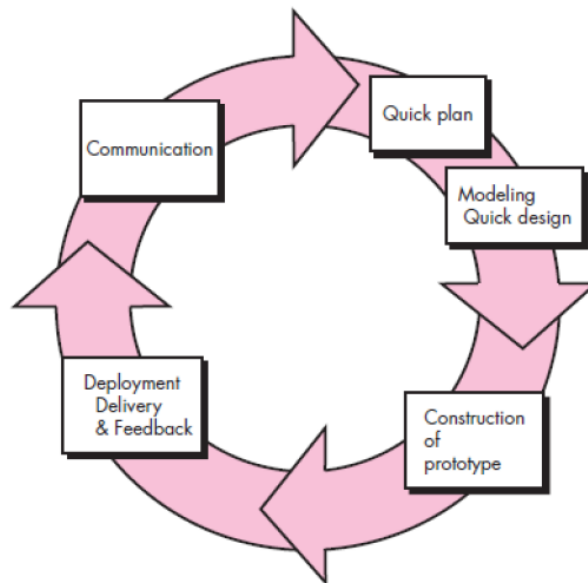
Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup dari penelitian ini adalah pengembangan sistem berfokus pada penghitungan formulasi ransum.

METODE

Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mengikuti kaidah pengembangan sistem *prototype*. Metode *prototype* terdiri dari beberapa tahapan yaitu komunikasi (pengumpulan kebutuhan), perencanaan dan pemodelan cepat, pembuatan *prototype*, pengembangan sistem serta pengiriman hasil dan umpan balik (*deployment delivery* dan *feedback*) (Pressman 2010). Gambar 1 menunjukkan tahapan proses pada metode *prototype*.



Gambar 1 Tahapan metode *prototype* (Pressman 2010)

Komunikasi

Tahapan ini mendefinisikan kebutuhan keseluruhan sistem. Mengidentifikasi proses bisnis, jenis ternak dan pakan yang akan digunakan. Jenis ternak yang digunakan adalah ternak ruminansia. Ternak ruminansia adalah jenis hewan ternak yang mampu mencerna pakan hijauan yang berserat tinggi dan pakan konsentrat seperti sapi, kerbau, domba dan kambing. Jenis pakan sendiri terbagi menjadi sumber protein, sumber energi, sumber vitamin dan sumber mineral yang dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu pakan hijauan dan pakan konsentrat (Hidayat dan Mukhlis 2015). Sedangkan ransum diartikan sebagai satu atau beberapa jenis pakan yang diberikan kepada hewan ternak dan dapat memenuhi zat gizi yang dibutuhkan ternak untuk berbagai fungsi tubuhnya (Muhammad et al. 2014). Pada tahapan ini akan dilakukan komunikasi antara peternak dan pengembang untuk kebutuhan *transfer knowledge* dari pakar kepada pengembang.

Perencanaan Cepat

Menurut Pressman (2010) setelah tahap komunikasi dilakukan, selanjutnya adalah tahap perencanaan dan pemodelan sistem. Perencanaan dan pemodelan yang dibuat disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang telah didefinisikan pada tahap komunikasi. Perencanaan dapat dideskripsikan melalui tabel kebutuhan fungsional sistem, digram *use case* dan diagram antar tabel.

Pemodelan Cepat

Pemodelan yang dilakukan pada tahapan ini adalah pemodelan *linier programming* dengan metode simpleks pada penghitungan formulasi. *Linier programming* merupakan metode matematika dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya. *Linier programming* banyak diterapkan dalam masalah ekonomi, industri, militer dan sosial. Penggunaannya dalam formulasi ransum

dapat digunakan untuk mendapatkan harga seminimal mungkin (Wirdasari 2009). *Linier programming* dapat digunakan untuk menentukan campuran makanan ternak dengan efisien. *Linier programming* mampu menentukan kombinasi terbaik antar pakan yang tersedia. Persamaan matematis *linier programming* bertujuan untuk meminimumkan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

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

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

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

$$\vdots$$

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

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

dengan:

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

x_j = nilai penggunaan bahan pakan dalam 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

Tiap pakan memiliki kandungan nutrisi dan harga yang berbeda sehingga *linier programming* memformulasikan ransum hingga mendapatkan ransum dengan harga paling minimum. Hasil dari formulasi tergantung pada nilai kebutuhan nutrisi ternak, jumlah pakan dan jenis pakan yang digunakan pada ransum. Harga akhir juga dipengaruhi oleh komposisi nutrisi dari bahan pakan yang dipilih dan unit harga dari tiap bahan pakan yang digunakan. Meminimumkan harga pakan menjadi fungsi tujuan dari pemodelan ini, dengan kendala-kendala kandungan nutrisi dari setiap bahan pakan dan kebutuhan nutrisi jenis ruminansia yang diinputkan.

Menurut Hidayat dan Mukhlas (2015) *linier programming* memiliki syarat, yaitu:

- 1 *Linier programming* harus memiliki fungsi tujuan berupa garis lurus dengan persamaan fungsi Z .
- 2 Harus memiliki kendala, yang dinyatakan garis lurus.
- 3 Nilai x adalah positif atau sama dengan nol. Tidak boleh ada nilai x bernilai negatif.

Linier programming dapat digunakan untuk menentukan campuran makanan ternak yang efisien, praktis dan relatif mudah digunakan. Sesuai definisi, *linier programming* adalah suatu teknik untuk menentukan kombinasi terbaik diantara pakan yang tersedia, yang mempunyai kandungan nutrisi dan harga yang berbeda, dalam rangka untuk mendapatkan ransum dengan harga serendah mungkin (Hidayat dan Mukhlas 2015).

Pembuatan *Prototype*

Membangun *prototype* dengan mengimplementasikan hasil perencanaan pada tahap sebelumnya. *Prototype* harus mampu menggambarkan sistem yang akan dikembangkan. Komponen yang digunakan dalam pembuatan *prototype* harus berdasarkan hasil perencanaan dari tahap perencanaan dan pemodelan cepat.

Deployment Delivery dan Feedback

Prototype yang telah dikembangkan dilakukan evaluasi oleh pengguna yang memahami alur proses formulasi ransum. Evaluasi bertujuan untuk memastikan alur proses pada sistem yang telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan tidak ada tahapan atau hasil penghitungan yang salah. Evaluasi tidak hanya dilakukan pada kebutuhan fungsional sistem, tetapi juga terhadap hasil akhir formulasi yang akan dibandingkan dengan program WinFeed 2.8. Nilai akurasi dari hasil perbandingan dihitung menggunakan MAPE. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari optimasi *linier programming*. Merujuk pada Suryaningrum dan Wijaya (2015) MAPE dapat dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap prediksi dibagi dengan nilai aktual hasil formulasi. Pada kasus ini nilai prediksi adalah hasil formulasi pada aplikasi X atau hasil perhitungan pakar. Nilai aktual adalah hasil penghitungan pada sistem formulasi ransum yang dikembangkan. MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan data prediksi. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum \frac{|X_t - Y_t|}{X_t} \right) 100\% \quad (2)$$

dengan:

X_t = hasil formulasi pada aplikasi X percobaan ke-t

Y_t = hasil formulasi pada aplikasi Y percobaan ke-t

n = jumlah percobaan

Jika hasil evaluasi sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memiliki nilai penghitungan formulasi yang sesuai maka pengembangan selesai dilakukan, jika evaluasi belum sesuai kebutuhan maka *prototype* diperbaiki dengan melakukan iterasi selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem formulasi yang sudah dikembangkan oleh Rahman (Rahman 2017). Fokus pengembangan sistem ini berada pada jenis ternak yang lebih beragam, nilai kebutuhan nutrisi yang dapat diatur untuk dijadikan *constraint* serta nilai minimum atau maksimum jumlah pakan yang akan digunakan untuk formulasi. Sistem formulasi ransum ini diberi nama Dairy Feed (DF). Metode *prototyping* memungkinkan pengembangan memiliki iterasi lebih dari satu kali. Pada pengembangan sistem formulasi ransum memiliki 2 iterasi. Iterasi pertama berhasil menerapkan *linier programming* pada

sistem dan memiliki hasil yang sesuai jika dibandingkan dengan aplikasi POM QM. Iterasi kedua berhasil mengembangkan sistem yang dapat dilakukan untuk formulasi dan sesuai dengan pengetahuan yang diadopsi dari pakar. Iterasi kedua memiliki rata-rata kesalahan 0.81% jika dibandingkan dengan aplikasi WinFeed 2.8.

Iterasi 1

Komunikasi

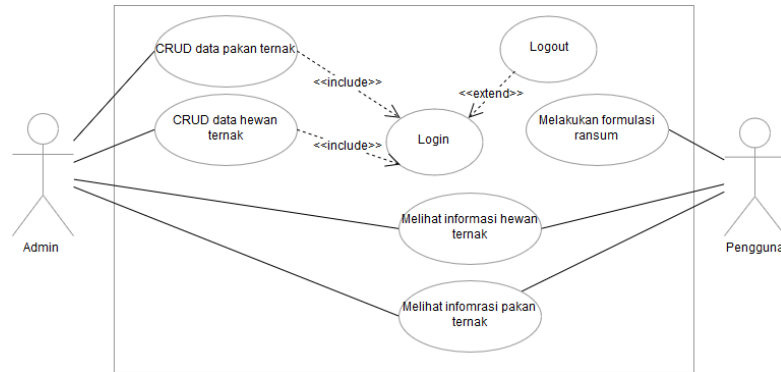
Komunikasi berguna sebagai sarana penggalian informasi. Komunikasi dilakukan antara pengembang sistem dengan pakar sebagai narasumber. Pada tahap ini narasumber menginformasikan tahapan dalam melakukan formulasi ransum secara manual. Informasi yang dijabarkan oleh narasumber mencakup tahapan dalam formulasi, data yang dibutuhkan dan penjelasan setiap variabel pada hasil formulasi yang didapatkan. Pada tahap ini juga melakukan evaluasi terhadap sistem yang telah dikembangkan oleh Rahman. Narasumber melakukan formulasi menggunakan sistem yang telah dikembangkan kemudian menjabarkan *user experience* yang didapatkan. Narasumber menjabarkan kebutuhan dalam melakukan formulasi yang belum diakomodir pada sistem sebelumnya. Hasil dari komunikasi adalah daftar kebutuhan pengguna yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar kebutuhan pengguna

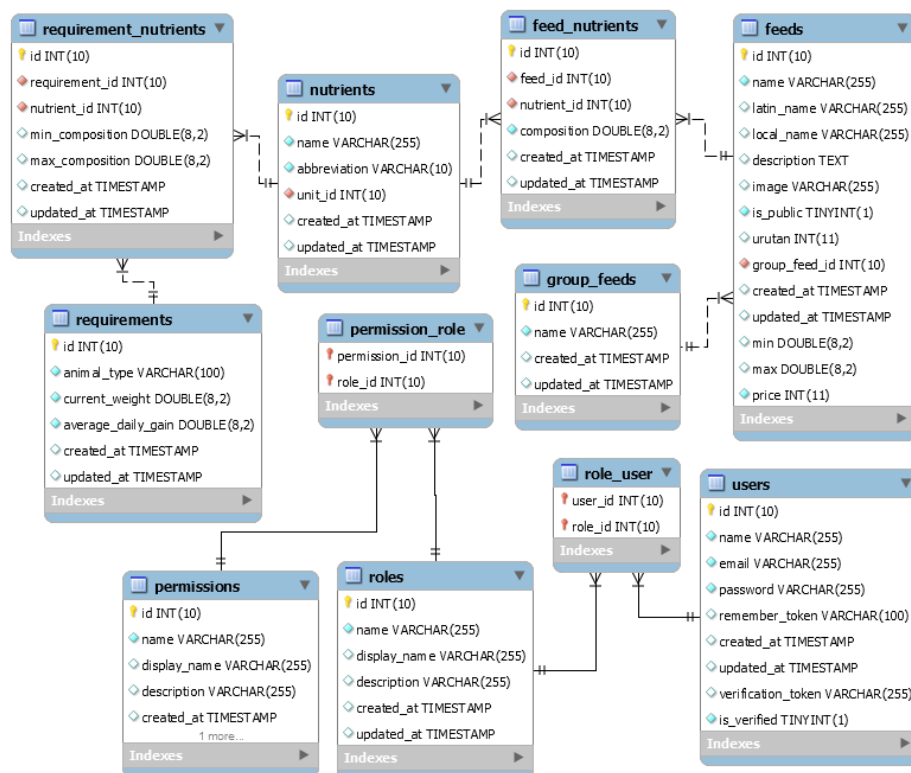
Kebutuhan	Keterangan
Melakukan formulasi ransum	Pengguna dapat melakukan formulasi dengan dapat mengatur nilai nutrisi kebutuhan ternak dan jumlah pakan yang akan digunakan untuk formulasi
Mengelola data pakan	Admin dapat mengelola data pakan yang bisa digunakan untuk formulasi serta kandungan nutrisi yang berada pada pakan
Mengelola data ternak	Admin dapat mengelola data ternak serta kebutuhan nutrisi pada ternak
Melihat informasi ternak dan kebutuhan nutrisinya	Pengguna dapat melihat informasi ternak dan kebutuhan nutrisinya
Melihat informasi pakan dan kandungan nutrisinya	Pengguna dapat melihat informasi pakan dan kandungan nutrisinya

Perencanaan Cepat

Perencanaan cepat sistem formulasi ransum berdasarkan daftar kebutuhan pengguna yang telah diperoleh pada tahap komunikasi. Pada perencanaan cepat memiliki 2 aktor yang akan menggunakan sistem yaitu admin sebagai pengelola data master dan pengguna yang merupakan pengunjung sistem formulasi. Aktivitas yang dapat dilakukan oleh masing-masing aktor dapat dilihat melalui diagram *use case* pada Gambar 2. Perencanaan cepat juga menghasilkan diagram relasi antar tabel sebagai acuan alur data dan keterhubungan antar data. Diagram relasi antar tabel dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Use case diagram sistem formulasi



Gambar 3 Diagram relasi antar tabel

Pemodelan Cepat

Penerapan *linier programming* pada sistem formulasi dapat menggunakan 5 bahan pakan yang dapat dilihat pada Tabel 2 dengan kebutuhan nutrisi yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2 Kandungan nutrisi dan harga pakan

Bahan Pakan	BK (%)	TDN (%)	Ca (%)	P (%)	Harga BS (Rp)
Onggok	79.8	78.3	0.26	0.16	2200
Jagung	86.8	80.8	0.23	0.41	3000
Dedak padi halus	87.7	67.9	0.09	1.39	1800

Bahan Pakan	BK (%)	TDN (%)	Ca (%)	P (%)	Harga BS (Rp)
Bungkil kelapa sawit	90.3	79	0.16	0.62	1400
Kapur	99	0	38	0	500

Tabel 3 Kebutuhan nutrisi ternak

Kebutuhan Nutrisi	BK (Kg)	TDN (%)	Ca (%)	P (%)
Minimum	86	70	0.6	0.7
Maksimum	100	100	1	1

Tabel 2 dan 3 digunakan untuk menyusun formula menggunakan metode *linear programming* dengan model matematika dengan x_1 adalah onggok, x_2 adalah jagung, x_3 adalah dedak padi halus, x_4 adalah bungkil kelapa sawit, dan x_5 adalah kapur sehingga fungsi tujuan dan kendala berdasarkan contoh kasus diatas dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

Fungsi tujuan:

$$Z = 2200x_1 + 3000x_2 + 1800x_3 + 1400x_4 + 500x_5$$

Fungsi kendala:

$$\begin{array}{rcll}
 79.8x_1 + 86.8x_2 + 87.7x_3 + 90.3x_4 + 99x_5 & \geq & 86 & \text{(BK)} \\
 78.3x_1 + 80.8x_2 + 67.9x_3 + 79x_4 & \geq & 70 & \text{(TDN)} \\
 0.26x_1 + 0.23x_2 + 0.09x_3 + 0.16x_4 + 38x_5 & \geq & 0.6 & \text{(Ca)} \\
 0.26x_1 + 0.23x_2 + 0.09x_3 + 0.16x_4 + 38x_5 & \leq & 1 & \text{(Ca)} \\
 0.16x_1 + 0.41x_2 + 1.39x_3 + 0.62x_4 & \geq & 0.7 & \text{(P)} \\
 0.16x_1 + 0.41x_2 + 1.39x_3 + 0.62x_4 & \leq & 1 & \text{(P)} \\
 x_1 & \leq & 0.4 & \text{(Onggok)} \\
 x_2 & \leq & 0.1 & \text{(Jagung)} \\
 x_2 & \geq & 0.5 & \text{(Jagung)} \\
 x_3 & \leq & 0.4 & \text{(Dedak)} \\
 x_4 & \leq & 0.3 & \text{(Bungkil)} \\
 x_5 & \leq & 0.02 & \text{(Kapur)} \\
 x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 & = & 1.00 & \text{(Total)}
 \end{array}$$

Sehingga hasil dari penerapan *linier programming* diatas menggunakan aplikasi POM QM dapat dilihat pada Gambar 4. Sistem yang akan dikembangkan harus memiliki hasil formulasi dengan nilai yang sama jika dibandingkan dengan aplikasi POM QM.

Objective		Note						
<input type="radio"/> Maximize <input checked="" type="radio"/> Minimize		Multiple optimal solutions exist						
[Untitled] Solution								
	80.8	67.9	79	0	X5		RHS	Dual
Maximize	2200	3000	1800	1400	500			
Constraint 1	79.8	86.8	87.7	90.3	99	>=	86	0
Constraint 2	78.3	80.8	67.9	79		>=	70	0
Constraint 3	0.26	0.23	0.09	0.16	38	>=	0.6	0
Constraint 4	0.26	0.23	0.09	0.16	38	<=	1	0
Constraint 5	0.16	0.41	1.39	0.62		>=	0.7	0
Constraint 6	0.16	0.41	1.39	0.62		<=	1	0
Constraint 7	1	1	1	1	1	=	1	-2200
Constraint 8	1					<=	0.4	0
Constraint 9		1				>=	0.1	-800
Constraint 10		1				<=	0.5	0
Constraint 11			1			<=	0.4	400
Constraint 12				1		<=	0.3	800
Constraint 13					1	<=	0.02	1700
Solution	0.18	0.1	0.4	0.3	0.02		1846	

Gambar 4 Hasil penerapan *linier programming* pada aplikasi POM QM

Pembuatan *Prototype*

Pembuatan *prototype* diimplementasikan pada pemrograman PHP menggunakan Framework Laravel 5.3. Fungsional sistem yang dikembangkan pada *prototype* sesuai dengan hasil analisis pada perencanaan cepat dan pemodelan cepat. Terdapat 5 fungsionalitas yang berhasil dikembangkan pada *prototype* pertama. Fungsionalitas tersebut adalah formulasi ransum dengan menerapkan *linier programming*, pengelolaan data pakan dan data ternak, informasi data pakan dan data ternak. Fungsi formulasi dapat digunakan oleh pengguna untuk merancang ransum yang memenuhi kebutuhan ternak dengan harga minimum. Pada fungsi formulasi pengguna dapat mengatur kebutuhan nutrisi ternak dan kuantitas pakan yang digunakan yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil penghitungan formulasi melalui sistem dapat dilihat pada Gambar 5. Pengelolaan data pakan dan ternak dapat dilakukan oleh admin. Data ini berfungsi sebagai data master yang akan dijadikan nilai koefisien pada kendala dalam penghitungan *linier programming*. Informasi data pakan dan ternak berguna untuk pengguna sebagai bahan pertimbangan dalam memilih pakan yang akan digunakan.

Hasil Formulasi

Kembali

Lihat Hasil Perhitungan Matriks

Pakan	Komposisi		Harga
Onggok	18 %	IDR	2200 / kg
Jagung	10 %	IDR	3000 / kg
Dedak Padi Halus	40 %	IDR	1800 / kg
Bungkil Kelapa Sawit	30 %	IDR	1400 / kg
Kapur	2 %	IDR	500 / kg
Harga Terakhir		IDR	1846 /kg

Nutrisi	Minimum	Maksimum	Hasil Formulasi
Bahan Kering	86	100	87.19
Abu	-	-	7.31
Protein Kasar	-	-	11.26
Lemak Kasar	-	-	7.51
Serat Kasar	-	-	16.52
BetaN	-	-	57.33
TDN	70	100	73.03
Kalsium	0.6	1	0.91
Pospor	0.7	1	0.81

Gambar 5 *Prototype* halaman hasil formulasi

Deployment Delivery dan Feedback

Pada tahap *deployment* pengembang melakukan testing hasil formulasi dengan membandingkan sistem formulasi dengan program WinFeed 2.8. Jenis dan harga bahan pakan serta batasan penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 4. Batasan kebutuhan nutrisi dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil dari formulasi dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai nutrisi yang terpenuhi dari hasil formulasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 4 Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian

Bahan Pakan	Harga (Rp/kg)	Min (%)	Max (%)
Dicalcium phospat	10000	0	100
Dedak padi halus	1500	10	30
Pollard	2300	20	100
Bungkil kedelai	7000	2	100
Onggok	2200	10	100
Bungkil Sawit	2500	10	25
Molases	2000	10	15
Kapur	750	0	2
Jagung	3000	15	100

Tabel 5 Batasan kebutuhan nutrisi pada pengujian

Nutrisi	Min	Max
Bahan kering (%)	86	100
Abu (%)	0	100
Protein kasar (%)	15	100
Lemak kasar (%)	0	100
Serat kasar (%)	0	100
BetaN (%)	0	100
TDN (%)	70	100
Kalsium (%)	1	100
Phospor (%)	1	100

Tabel 6 Hasil formulasi ransum dan komposisi bahan pakan

Hasil	DF	WF
Dicalcium phospat (%)	1.72	1.72
Dedak padi halus (%)	10	10
Pollard (%)	32.01	32.01
Bungkil kedelai (%)	8.09	8.09
Onggok (%)	10	10
Bungkil Sawit (%)	11.19	11.19
Molases (%)	10	10
Kapur (%)	2	2
Jagung (%)	15	15

Tabel 7 Nilai nutrisi pada hasil formulasi ransum

Nutrisi	DF	WF
Bahan kering (%)	86	86
Abu (%)	5.34	5.34
Protein kasar (%)	15	15
Lemak kasar (%)	4.33	4.33
Serat kasar (%)	9.05	9.05
BetaN (%)	62.61	62.61
TDN (%)	72.45	72.45
Kalsium (%)	1.42	1.42
Phospor (%)	1	1

Pada tahap *feedback* dilakukan pertemuan antara pengembang sistem dengan pakar sebagai narasumber. Pengembang menjelaskan fungsional yang telah dikembangkan pada sistem, penggunaannya dan penjelasan informasi lainnya. Setelah penjelasan selesai dijabarkan oleh pengembang, narasumber mencoba seluruh kebutuhan fungsional yang telah dikembangkan. Pada waktu yang bersamaan narasumber memberikan *feedback* atau pengalaman *user experience* yang didapatkannya dalam menggunakan sistem. Hasil dari *feedback* pada tahap iterasi 1 akan dijadikan bahan untuk melakukan komunikasi lanjut pada tahap iterasi 2.

Iterasi 2

Komunikasi

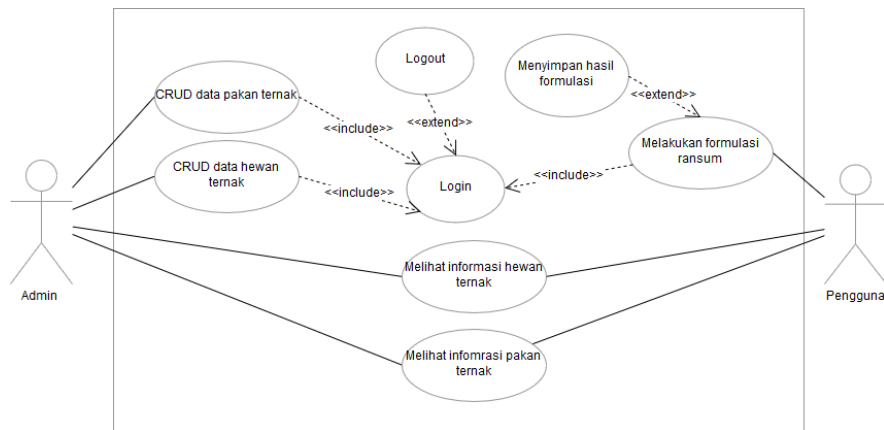
Komunikasi pada iterasi ke-2 membahas mengenai hasil evaluasi pada tahap *feedback* iterasi 1. *Feedback* iterasi 1 dibahas lebih lanjut dan didokumentasikan melalui daftar kebutuhan pengguna yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Daftar kebutuhan pengguna iterasi 2

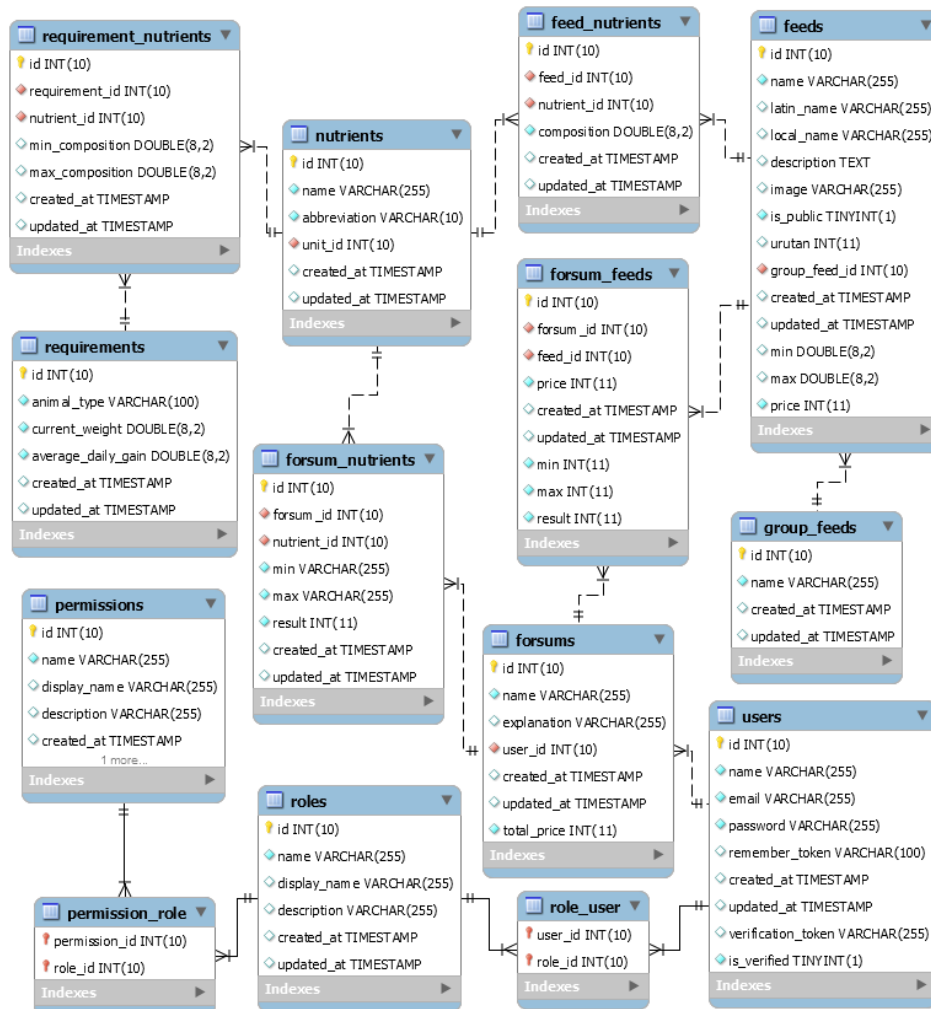
Kebutuhan	Keterangan
Menyimpan hasil formulasi	Pengguna dapat menyimpan hasil ransum untuk dapat diakses kembali dan dicetak
Perhitungan hasil dengan bahan segar	Hasil yang didapatkan dari linier merupakan komposisi bahan segar
Registrasi	Pengguna wajib melakukan <i>login</i> sebelum melakukan formulasi dan pengguna dapat membuat akun melalui registrasi

Perencanaan Cepat

Perencanaan cepat pada iterasi ke-2 menghasilkan aktivitas baru pada diagram *use case* dan menambah beberapa tabel pada diagram relasi antar tabel. Aktivitas tersebut adalah pengguna dapat menyimpan hasil formulasi dan dapat melakukan registrasi. *Use case* pada iterasi 2 dapat dilihat pada Gambar 6. Diagram relasi antar tabel dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6 Use case diagram iterasi 2



Gambar 7 Diagram relasi antar tabel iterasi 2

Pemodelan Cepat

Pemodelan cepat pada iterasi 2 berfokus pada penghitungan formulasi berdasarkan bahan kering dan hasil berdasarkan bahan segar. Bahan kering digunakan dalam penghitungan berfungsi untuk menghilangkan kandungan air

jumlah pengguna yang menggunakan sistem dan mengisi kuesioner. Jenis pertanyaan dan respon pengguna pada kuesioner dapat dilihat pada Lampiran 3. Berdasarkan hasil formulasi pada Tabel 11 maka nilai akurasi menggunakan MAPE pada persamaan 2 mendapatkan nilai 0.81%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil formulasi memiliki tingkat keakuratan yang tinggi karna nilai MAPE mendekati 0. Berdasarkan pada *feedback* yang diberikan oleh pengguna dan pakar, pengujian dan evaluasi pada iterasi ke-2 menyatakan sistem sudah memenuhi kebutuhan pengguna dalam melakukan formulasi ransum.

Tabel 9 Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian

Bahan Pakan	Harga (Rp/kg)	Pengujian 1		Pengujian 2	
		Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)
Jagung	3000	5	100	10	100
Dedak padi halus	1800	5	30	0	30
Onggok	2200	3	10	0	100
Bungkil Sawit	1400	0	30	0	25
Kapur	500	0	1	0	1
Dicalcium Phospat	20000	2	100	0	100
Bungkil Kelapa	2750	3	100	30	100

Tabel 10 Batasan kebutuhan nutrisi pada pengujian

Nutrisi	Pengujian 1		Pengujian 2	
	Min	Max	Min	Max
Bahan kering (%)	80	100	0	100
Abu (%)	0	100	0	100
Protein kasar (%)	10	100	15	100
Lemak kasar (%)	7	100	0	100
Serat kasar (%)	10	100	0	100
BetaN (%)	0	100	0	100
TDN (%)	60	100	65	100
Kalsium (%)	0.5	1	1	100
Phospor (%)	0.5	1	0.5	100

Tabel 11 Nilai komposisi pakan pada hasil formulasi

Hasil	Pengujian 1		Pengujian 2	
	DF	WF	DF	WF
Jagung (%)	33.17	14.63	10	10
Dedak padi halus (%)	20.85	15.95	30	30
Onggok (%)	10	10	2.14	1.9
Bungkil Sawit (%)	30	30	25	25
Kapur (%)	0.98	1	1	1
Dicalcium Phospat (%)	2	2	1.86	2.1
Bungkil Kelapa (%)	3	26.43	30	30
Harga BK (Rp/kg)	2497.8	2497.59	2741.83	2786.69

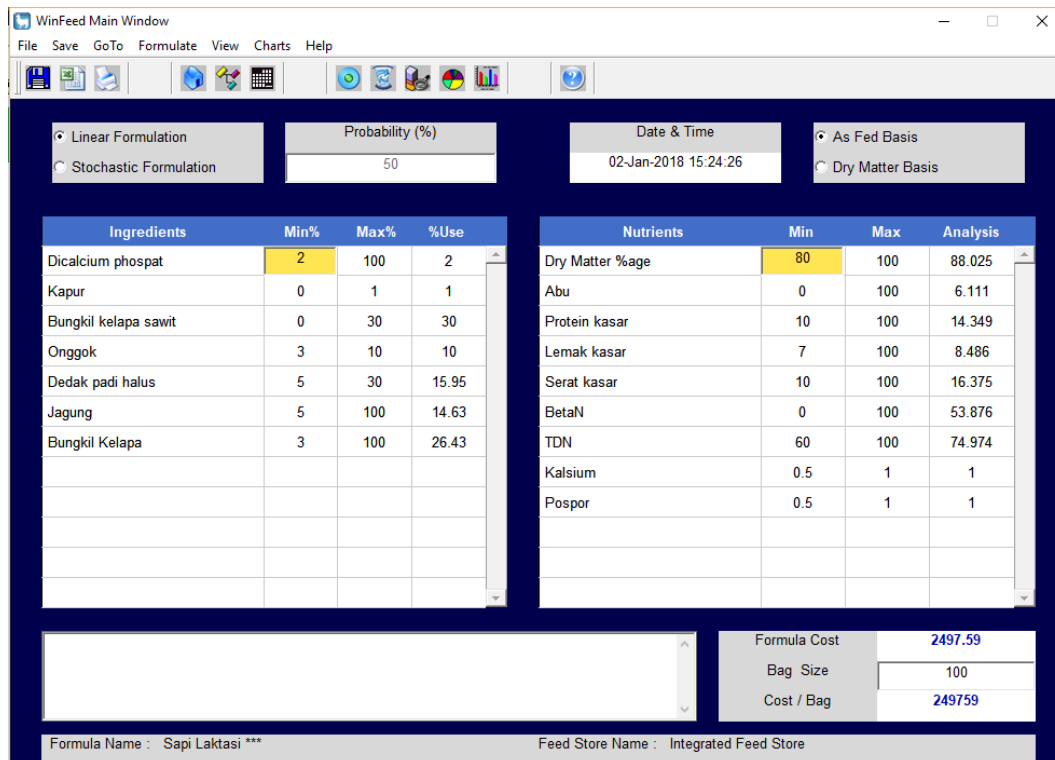
Tabel 12 Nilai nutrisi pada hasil formulasi

Nutrisi	Pengujian 1		Pengujian 2	
	DF	WF	DF	WF
Bahan kering (%)	87.64	88.03	88.61	88.53
Abu (%)	5.26	6.11	7.81	8.89
Protein kasar (%)	11.95	14.35	15.31	17.26
Lemak kasar (%)	7.15	8.49	9.27	10.44
Serat kasar (%)	14.38	16.38	14.60	18.51
BetaN (%)	60.61	53.88	49.7	56.7
TDN (%)	74.85	74.98	73.3	83.16
Kalsium (%)	1	1	1	1
Phospor (%)	1	1	1.17	1.26

Pakan	Komposisi		Harga BS	Kuantitas	Total Harga	
	(%BK)	(%BS)				
Jagung	33.17	33.45	IDR 3000 / kg	334.5 kg	IDR	1.003.500,00
Dedak Padi Halus	20.85	20.81	IDR 1800 / kg	208.1 kg	IDR	374.580,00
Onggok	10	10.97	IDR 2200 / kg	109.7 kg	IDR	241.340,00
Bungkil Kelapa Sawit	30	29.08	IDR 1400 / kg	290.8 kg	IDR	407.120,00
Kapur	0.98	0.86	IDR 500 / kg	8.6 kg	IDR	4.300,00
Dicalcium Phospat	2	1.87	IDR 20000 / kg	18.7 kg	IDR	374.000,00
Bungkil Kelapa	3	2.96	IDR 2750 / kg	29.6 kg	IDR	81.400,00
Harga Terakhir	IDR 2497.8/kg	IDR 2486.24/kg		1000 kg	IDR	2.486.240,00

Nutrisi	Minimum	Maksimum	Hasil Formulasi
Bahan Kering	80	100	87.64
Abu	0	100	5.26
Protein Kasar	10	100	11.95
Lemak Kasar	7	100	7.15
Serat Kasar	10	100	14.38
BetaN	0	100	60.61
TDN	60	100	74.85
Kalsium	0.5	1	1
Pospor	0.5	1	1

Gambar 9 Hasil formulasi ransum pada aplikasi Dairy Feed



WinFeed Main Window

File Save GoTo Formulate View Charts Help

Linear Formulation Stochastic Formulation

Probability (%) 50

Date & Time 02-Jan-2018 15:24:26

As Fed Basis Dry Matter Basis

Ingredients	Min%	Max%	%Use
Dicalcium phospat	2	100	2
Kapur	0	1	1
Bungkil kelapa sawit	0	30	30
Onggok	3	10	10
Dedak padi halus	5	30	15.95
Jagung	5	100	14.63
Bungkil Kelapa	3	100	26.43

Nutrients	Min	Max	Analysis
Dry Matter %age	80	100	88.025
Abu	0	100	6.111
Protein kasar	10	100	14.349
Lemak kasar	7	100	8.486
Serat kasar	10	100	16.375
BetaN	0	100	53.876
TDN	60	100	74.974
Kalsium	0.5	1	1
Pospor	0.5	1	1

Formula Cost 2497.59

Bag Size 100

Cost / Bag 249759

Formula Name : Sapi Laktasi *** Feed Store Name : Integrated Feed Store

Gambar 10 Hasil formulasi ransum menggunakan aplikasi WinFeed 2.8

Tabel 13 Hasil pengujian menggunakan *black-box testing*

Kasus uji	Nilai input	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Registrasi	Benar	Pengguna melakukan registrasi dengan mengisi form registrasi pada sistem	Pengguna berhasil terdaftar pada sistem	Berhasil
	Salah	Pengguna melakukan registrasi namun tidak melengkapi form	Pengguna gagal melakukan registrasi dan pesan gagal	Berhasil
Melakukan formulasi ransum	Benar	Pengguna melakukan penghitungan baru dengan memilih jenis ternak dan bahan pakan yang akan digunakan	Pengguna berhasil mendapatkan hasil berupa harga termurah dari pembuatan ransum dan nilai persentase penggunaan bahan pakan yang telah dipilih	Berhasil
Melihat informasi kebutuhan nutrisi ternak	Benar	Pengguna melakukan klik pada menu daftar kebutuhan nutrisi	Sistem menampilkan halaman informasi kebutuhan nutrisi sesuai ternak yang dipilih	Berhasil

Kasus uji	Nilai input	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Melihat informasi bahan pakan	Benar	Pengguna melakukan klik pada menu bahan pakan	Sistem menampilkan halaman informasi bahan pakan sesuai pakan yang dipilih	Berhasil
Mengelola kebutuhan nutrisi ternak	Benar	Admin melakukan tambah, ubah dan hapus pada data kebutuhan nutrisi ternak	Aksi yang dilakukan oleh admin berhasil terekam oleh sistem	Berhasil
Mengelola bahan pakan	Benar	Admin melakukan tambah, ubah dan hapus pada data bahan pakan	Aksi yang dilakukan oleh admin berhasil terekam oleh sistem	Berhasil

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian yang dilakukan telah berhasil mengembangkan formulasi ransum yang mampu mengatur batasan minimum dan maksimum pakan yang digunakan serta nutrisi yang dibutuhkan dengan mengoptimalkan harga ransum menggunakan metode *linier programming*. Metode pengembangan sistem pada penelitian menggunakan metode *prototyping* dan memiliki 2 iterasi. Hasil akhir penelitian menunjukkan bahwa sistem formulasi ini dapat menghasilkan harga dengan persentase kesalahan 0.81% jika dibandingkan dengan aplikasi WinFeed 2.8.

Saran

Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya. Penelitian selanjutnya dapat memperbaiki hasil formulasi jika terjadi *infeasible* untuk dianalisis dan ditampilkan variabel yang terlalu dekat dan menyebabkan hasil *infeasible*. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan pada bagian pemilihan pakan untuk ditampilkan apakah pakan yang dipilih sudah memenuhi nutrisi yang dibutuhkan sebelum dilakukan formulasi. Pengembangan juga dapat dilakukan supaya setiap pengguna dapat mengatur dan menyimpan jenis dan harga pakannya masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, S dan Mukhlas, I. 2015. "Rancang Bangun dan Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Web untuk Menentukan Formulasi Ransum Pakan Ternak" dalam: Jurnal Sains dan Seni ITS 4 (2). [Internet]. [Diunduh tanggal 9/8/2017]. Dapat diunduh dari: <https://media.neliti.com/media/publications>.
- Jayanegara, A. 2014. "Evaluasi Pemberian Pakan Sapi Perah Laktasi Menggunakan Standar NRC 2001: Studi Kasus Peternakan di Sukabumi". [Internet]. [Diunduh tanggal 9/8/2017]. Dapat diunduh dari: <http://anuragaja.staff.ipb.ac.id/publication/journal/>.
- Kusnandar, BA. 2004. "Aplikasi Program Linier dengan Microsoft Visual Basic 6.0 Dalam Formulasi Ransum Unggas". Skripsi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Institut Pertanian Bogor. 77 pp.
- Makka, D, ed. 2012. Kebijakan Sub Sektor Peternakan dalam Mendukung Pengembangan Sistem Integrasi Sawit-Sapi. Lokakarya Pengembangan Sistem Integrasi Kelapa Sawit. (2005).
- Muzayyanah, NS. 2013. "M-Polfo: Sistem Pakar Formulasi Pakan Unggas Menggunakan Metode Linier Programming". Skripsi. Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor. 28 pp.
- Pressman, RS. 2010. Software Engineering: A Practitioner's Approach, 7th ed. McGraw-Hill.

- Rahman, IA. 2017. "Formulasi Ransum untuk Kebutuhan Nutrisi Ternak Sapi Potong Menggunakan Pemrograman Linier". Skripsi. Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor. 23 pp.
- Shiddieqy, MI. 2010. Komputerisasi Formulasi Pakan. Ed. by Rakyat, Pikiran. Chap. 1, p. 29.
- Wirdasari, D. 2009. "Metode Simpleks dalam Program Linier" dalam: Jurnal Santikom 6 (1).

Lampiran 1 *Prototype* halaman input formulasi

TRISI ▾

EXPERTS

FORSUM ▾

VIDEO ▾

DOWNLOAD ▾

TANYA JAWAB

Profil

Alin Nur Alifah ▾

Kandungan nutrisi ransum

Nutrisi	Minimum	Maksimum
Bahan Kering	86	100
TDN	70	100
Kalsium	0.6	1
Pospor	0.7	1

Pilih pakan yang digunakan

Onggok ▾	0	40	2200 ▾	Hapus
Jagung ▾	10	50	3000 ▾	Hapus
Dedak Padi Halus ▾	0	40	1800 ▾	Hapus
Bungkil Kelapa Sawit ▾	0	30	1400 ▾	Hapus
Kapur ▾	0	2	500 ▾	Hapus

Tambah Pakan

Kembali

Formulasi

Lampiran 2 *Prototype* hasil dengan bahan segar

Dairy Feed Online
FORSUM
PAKAN
NUTRISI
PENGOLAHAN
MODUL
DISKUSI
ABOUT
Profil Alin Nur Alifah

Dairy Feed Online

Dairy Feed Online - Sistem Informasi Pakan Sapi Perah dapat diakses oleh para mahasiswa, praktisi, peternak dan pengelola koperasi sapi perah.

Bahan Pakan

- Semua Pakan
- Hijauan Rumput (2)
- Pakan Sumber Energi (14)
- Pakan Sumber Protein (12)
- Bahan Mineral (5)
- Suplemen & Imbuhan (2)
- Konsentrat Komersial (7)
- Hijauan Legum (1)
- Hijauan Limbah Pertanian (3)

Today January 2018

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
31	Jan 1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	Feb 1	2	3

Events shown in time zone: Jakarta
GoogleCalendar

Berita Terbaru

- Ujian Forsum Online
- FORSUM - Aplikasi Formulasi R...
- Persusuan di Indonesia

Hasil Formulasi
Kembali

Lihat Hasil Perhitungan Matriks

Kuantitas Ransum (kg) 1000 Submit

Nama Ransum Nama Ransum

Keterangan Keterangan Ransum

Simpan

Pakan	Komposisi		Harga BS (Rp/Kg)	Kuantitas (Kg)	Total Harga (Rp)
	(%BK)	(%BS)			
Onggok	18,96	20,65	2200	206,52	454.352,58
Jagung	10,00	10,01	3000	100,15	300.441,00
Dedak Padi Halus	39,04	38,70	1800	386,97	696.549,06
Bungkil Kelapa Sawit	30,00	28,88	2000	288,80	577.592,20
Kapur	2,00	1,76	500	17,56	8.780,55
Harga Terakhir	Rp 2.337,39 /kg	Rp 2.037,72 /kg		1000 kg	Rp 2.037.715,39

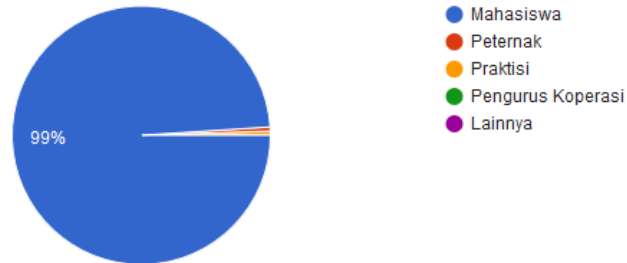
Nutrisi	Minimum	Maksimum	Hasil Formulasi
Bahan Kering	86	100	87,12
Abu	-	-	7,20
Protein Kasar	-	-	11,16
Lemak Kasar	-	-	7,43
Serat Kasar	-	-	16,47
BetaN	-	-	57,67
TDN	70	100	73,13
Kalsium	0.8	1	0,92
Pospor	0.6	0.8	0,80

Lampiran 3 Hasil Kuesioner

a. Pekerjaan responden

Pertanyaan : Apa jenis pekerjaan Anda?

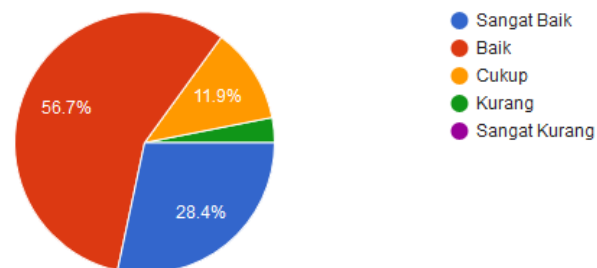
Respon :



b. Tampilan sistem formulasi

Pertanyaan : Menurut Anda bagaimana tampilan FORSUM Online?

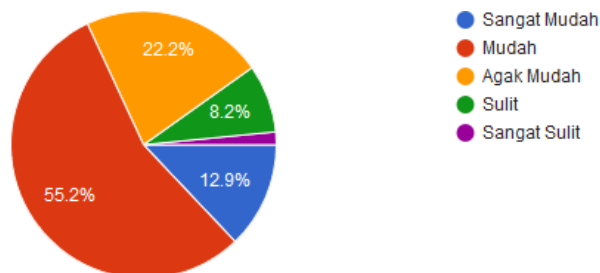
Respon :



c. Pengalaman pengguna

Pertanyaan : Menurut Anda apakah penggunaan FORSUM Online cukup mudah?

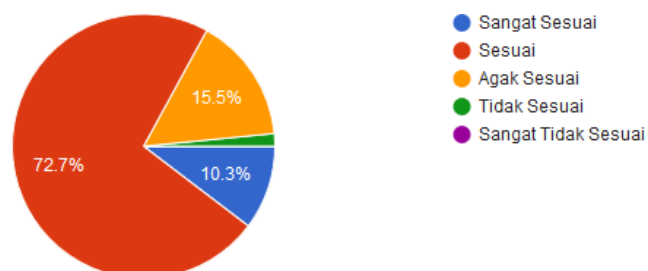
Respon :



d. Kesesuaian hasil formulasi

Pertanyaan : Menurut Anda apakah perhitungan formulasi ransum dengan FORSUM Online sesuai dengan software pada umumnya ?

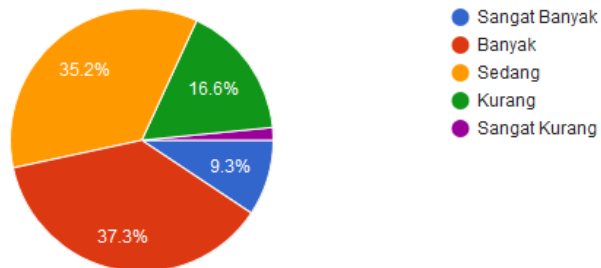
Respon :



e. Kelengkapan data

Pertanyaan : Menurut Anda apakah Bahan Pakan yang tersedia dalam FORSUM Online sudah cukup?

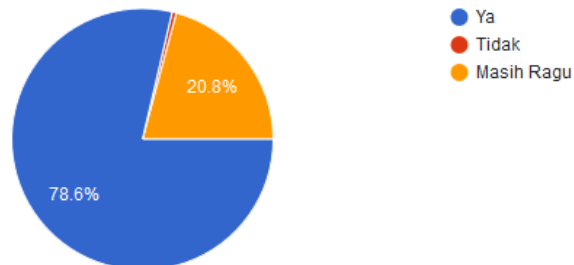
Respon :



f. Penggunaan kembali

Pertanyaan : Apakah Anda akan menggunakan FORSUM Online lagi pada waktu mendatang?

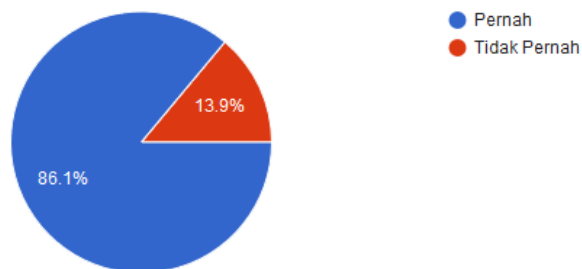
Respon :



g. Pengalaman pengguna

Pertanyaan : Apakah anda pernah menemukan kesulitan dalam menggunakan FORSUM Online ?

Respon :



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 01 Juli 1994. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara, anak dari pasangan Bapak Suparlan dan Ibu Sunarni. Penulis menempuh pendidikan SMK di SMK Negeri 1 Cibinong pada tahun 2009 sampai 2012. Penulis diterima sebagai mahasiswa Diploma Insitut Pertanian Bogor pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN Undangan pada program keahlian Manajemen Informatika. Penulis melanjutkan studi sarjana alih jenis di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2015 melalui jalur seleksi dan diterima di Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjabat sebagai bendahara Himpunan Mahasiswa MICRO pada tahun 2013-2014.