

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

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**BOGOR**

**2017**

**ALIN NUR ALIFAH**

**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, Desember 2017

*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 pemrograman linier. Sistem dirancang dalam perograman web dan *mobile* sehingga formulasi ransum dapat dilakukan oleh pengguna di peternakan dan pengolahan data dapat dilakukan menggunakan peramban. Metode pengembangan sistem yang dilakukan adalah prototype dengan evaluasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Mean Square Error (MSE).

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 system is designed in web and mobile programming so that the feed formulation can be conducted by users in farms and data processing can be done using a web browser. The development method used is prototype with evaluation of Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Mean Square Error (MSE).

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

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

**ALIN NUR ALIFAH**

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

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**BOGOR**

**2017**

Penguji: 1 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

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 formulasi ransum pakan ternak ruminansia ini diharapkan dapat berguna secara langsung bagi para peternak.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr Ir Agus Buono, 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, Desember 2017

*Alin Nur Alifah*

**DAFTAR ISI**

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR LAMPIRAN ix

[PENDAHULUAN 1](#_Toc462131081)

[Latar Belakang 1](#_Toc462131082)

[Perumusan Masalah 1](#_Toc462131083)

[Tujuan Penelitian 1](#_Toc462131084)

[Manfaat Penelitian 2](#_Toc462131085)

[Ruang Lingkup Penelitian 2](#_Toc462131086)

[TINJAUAN PUSTAKA 2](#_Toc462131087)

[*Extreme Programming* 2](#_Toc462131088)

[Formulasi Ransum 2](#_Toc462131089)

[*Linear Programming* 3](#_Toc462131090)

[*Model, View, Controller* (MVC) 3](#_Toc462131091)

[METODE 3](#_Toc462131092)

[Tahapan Penelitian 3](#_Toc462131093)

[Lingkungan Pengembangan 6](#_Toc462131094)

[HASIL DAN PEMBAHASAN 6](#_Toc462131095)

[Perencanaan 6](#_Toc462131096)

[Desain 7](#_Toc462131097)

[*Coding* 13](#_Toc462131098)

[Pengujian 16](#_Toc462131099)

[SIMPULAN DAN SARAN 20](#_Toc462131100)

[Simpulan 20](#_Toc462131101)

[Saran 20](#_Toc462131102)

[DAFTAR PUSTAKA 20](#_Toc462131103)

LAMPIRAN 22

RIWAYAT HIDUP 47

**DAFTAR TABEL**

1. [Kebutuhan fungsional *user* SiMURAA 8](#_Toc461176889)
2. [Hasil pengujian menggunakan *black-box testing* 16](#_Toc461176890)
3. [Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian 17](#_Toc461176891)
4. [Batasan kebutuhan nutrien pada pengujian 18](#_Toc461176892)
5. [Harga ransum dan komposisi penggunaan bahan pakan pada pengujian 18](#_Toc461176893)

**DAFTAR GAMBAR**

1. [Proses tahapan *extreme programming* (XP) 4](#_Toc462304076)
2. [Diagram *use case* SiMURAA 7](#_Toc462304077)
3. [Alur proses perhitungan menggunakan *linear programming* 9](#_Toc462304078)
4. [CRC *Card* SiMURAA 9](#_Toc462304079)
5. [Diagram kelas SiMURAA 10](#_Toc462304080)
6. [ERD SiMURAA 11](#_Toc462304081)
7. [Prototipe halaman memulai perhitungan formulasi ransum 11](#_Toc462304082)
8. [Diagram aktivitas membuat perhitungan formulasi ransum 12](#_Toc462304083)
9. [Diagram sekuens membuat perhitungan formulasi ransum 13](#_Toc462304084)
10. [Halaman untuk memulai formulasi ransum 14](#_Toc462304085)
11. [Hasil perhitungan yang dieksekusi di *command prompt* 15](#_Toc462304086)
12. [Hasil perhitungan formulasi ransum menggunakan SiMURAA 19](#_Toc462304087)
13. [Hasil perhitungan formulasi ransum menggunakan Winfeed 2.8 19](#_Toc462304088)

**DAFTAR LAMPIRAN**

1. [Diagram kelas konseptual 22](#_Toc461176931)
2. [Diagram kelas spesifikasi 22](#_Toc461176932)
3. [Kamus data SiMURAA 23](#_Toc461176933)
4. [Prototipe seluruh fungsi pada SiMURAA 26](#_Toc461176934)
5. [Seluruh diagram aktivitas pada SiMURAA 32](#_Toc461176935)
6. [Seluruh diagram sekuens pada SiMURAA 38](#_Toc461176936)
7. [Seluruh halaman pada SiMURAA 41](#_Toc461176937)

# 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%. Dalam 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 nutrien lainnya (Jayanegara 2014). Berdasarkan sudut pandang ekonomi, biaya untuk pembelian pakan ternak merupakan biaya tertinggi dalam agribisnis perternakan. 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. 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 pemrograman linier untuk formulasi ransum ternak ruminansia?
2. Bagaimana hasil evaluasi ransum pada formulasi terhadap perhitungan pakar?

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem formulasi ransum menggunakan algoritme pemrograman linier untuk ternak ruminansia.
2. Melakukan evaluasi ransum hasil formulasi sistem dengan hasil formulasi pakar.

## Manfaat Penelitian

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

## Ruang Lingkup Penelitian

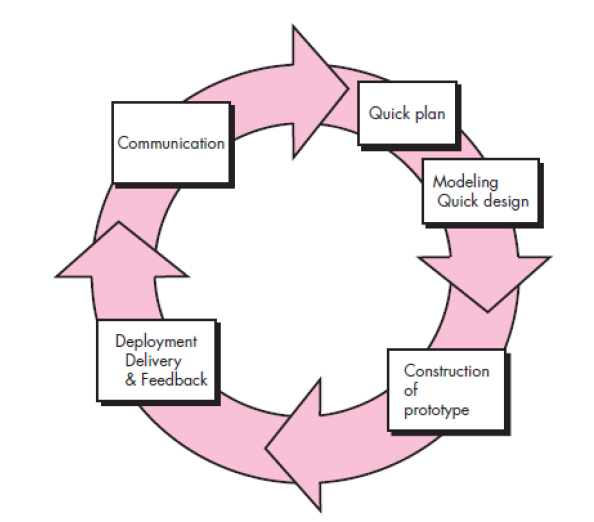
Lingkup dari penelitian ini adalah:

1 Sistem dikembangkan pada sistem berbasis web.

# 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 menunjukan 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 Mukhlas 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.

### Perancangan dan Pemodelan

Menurut Pressman (2010) setelah tahap komunikasi dilakukan, selanjutnya adalah tahap perancangan dan pemodelan sistem. Perancangan dan pemodelan yang dibuat disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang telah didefinisikan pada tahap komunikasi. Perancangan dapat dideskripsikan melalui tabel kebutuhan fungsional sistem dan basisdata. Pemodelan disepakati menggunakan model *linier programming* dengan metode simpleks. *Linier programming* merupakan metode matematika dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimumkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Pemrograman linier banyak diterapkan dalam masalah ekonomi, industri, militer dan sosial. Dalam formulasi ransum dapat digunakan untuk mendapatkan harga seminimal mungkin (Wirdasari 2009). Pemrograman linier dapat digunakan untuk menentukan campuran makanan ternak dengan efisien. Pemrograman linier mampu menentukan kombinasi terbaik antar pakan yang tersedia.

Pemodelan yang dilakukan pada tahapan ini adalah pemodelan *linier programming*  dengan metode simpleks pada penghitungan formulasi. Persamaan matematis pemrograman linier bertujuan untuk meminimumkan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

:

:

(1)

dengan:

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

= nilai penggunaan bahan pakan dalam bentuk persentase

= koefisien harga tiap pilihan bahan pakan

= koefisien nilai komposisi nutrien yang terkandung dalam suatu bahan pakan

= nilai pembatas berupa nilai minimum dan maksimum nutrien 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 pemrograman linier 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) pemrograman linier memiliki syarat, yaitu:

1. Pemrograman linier 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.

### Pembuatan *Protoype*

Membangun prototype dengan mengimplementasikan hasil perancangan pada tahap sebelumnya. *Prototype* dibuat dalam bentuk gambaran antarmuka sistem serta input yang dibutuhkan dan output yang akan dihasilkan. *Prototype*  harus mampu menggambarkan sistem yang akan dikembangkan. Komponen yang digunakan dalam pembuatan *prototype* harus berdasarkan hasil perancangan dari tahap perencanaan dan pemodelan.

### *Deployment Delivery* dan *Feedback*

*Prototype* yang sudah disepakati kemudian dirancang dan dikembangkan menjadi sebuah sistem. Sistem 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. Jika hasil evaluasi sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memiliki nilai penghitungan formulasi yang sesuai maka pengembang 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. Metode *prototyping* memungkinkan pengembangan memiliki iterasi lebih dari satu kali. Pada pengembangan sistem formulasi ransum ini memiliki 2 iterasi. Iterasi pertama berhasil mengembangkan sistem formulasi yang sesuai dengan permintaan pakar. Iterasi kedua adalah pengembangan fungsi-fungsi untuk menunjang formulasi.

## Iterasi 1

**Komunikasi**

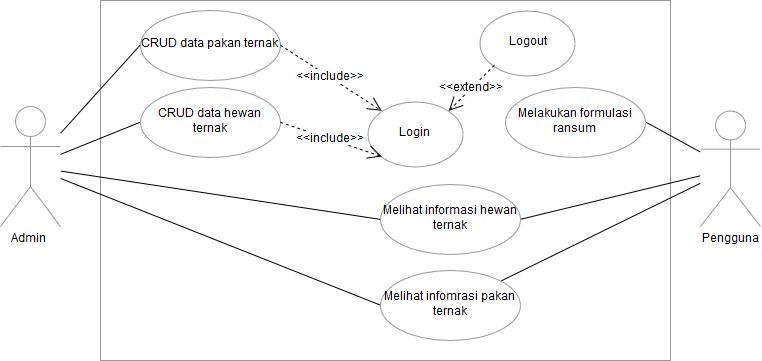
Komunikasi berguna sebagai sarana penggalian informasi. Komunikasi dilakukan antara pengembang sistem dengan pakar sebagai narasumber. Pada tahap ini narasumber menginformasikan tahapan dalam melakukan formulasi ransum secara manual. Informasi yang dijabarkan oleh narasumber mencakup tahapan dalam formulasi,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

Tabel 1 Daftar kebutuhan pengguna

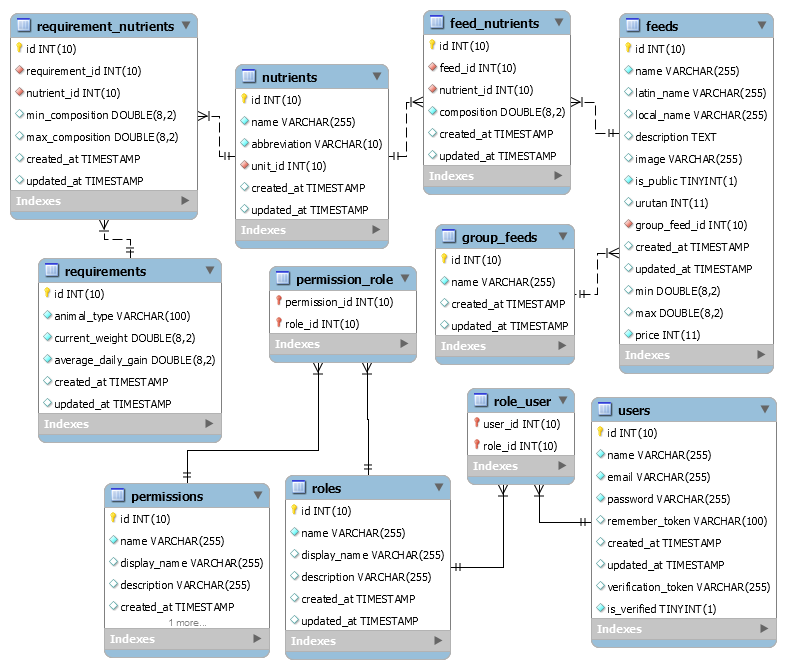
| Kebutuhan | Keterangan |
| --- | --- |
| Melakukan formulasi ransum | Pengguna dapat melakukan formulasi dengan dapat mengatur nilai nutrisi kebutuhan ternak dan jumlah pakan yang akan digunakan untuk formulasi |
| Mengelola data pakan | Admin dapat mengelola data pakan yang bisa digunakan untuk formulasi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

**Perencanaan dan Pemodelan Cepat**

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



Gambar 2 *Use case* diagram sistem formulasi



Gambar 3 Diagram relasi antar tabel

Penerapan *linier programming* pada sistem formulasi dapat menggunakan 9 bahan pakan yang dapat dilihat pada Tabel X dengan kebutuhan nutrien yang dapat dilihat pada Tabel X.

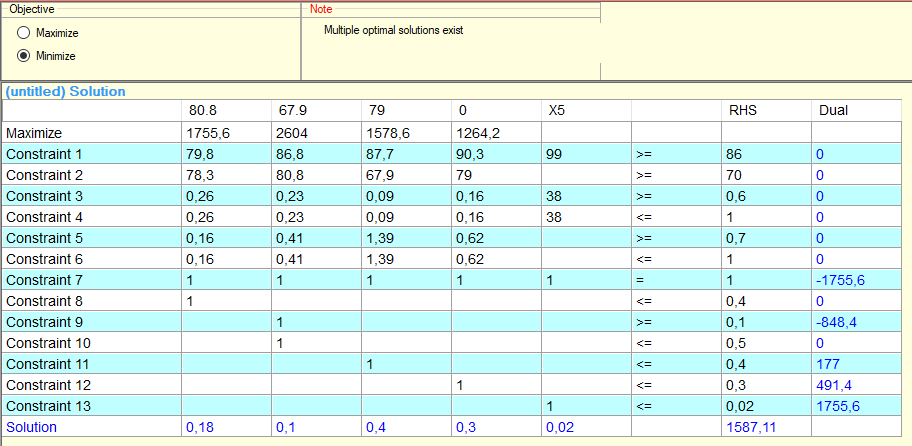
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kebutuhan Nutrien | BK (Kg) | PK  (%) | TDN  (%) | Ca  (%) | P  (%) |
| Minimum | 86 | 0 | 70 | 0.6 | 0.7 |
| Maksimum | 100 | 100 | 100 | 1 | 1 |

| Bahan Pakan | BK (%) | TDN (%) | Ca (%) | P (%) | Harga BS (Rp) | Harga BK (Rp) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Onggok | 79.8 | 78.3 | 0.26 | 0.16 | 2200 | 1755.6 |
| Jagung | 86.8 | 80.8 | 0.23 | 0.41 | 3000 | 2604 |
| Dedak padi halus | 87.7 | 67.9 | 0.09 | 1.39 | 1800 | 1578.6 |
| Bungkil kelapa sawit | 90.3 | 79 | 0.16 | 0.62 | 1400 | 1264.2 |
| Kapur | 99 | 0 | 38 | 0 | 500 | 495 |

Tabel X dan X digunakan untuk menyusun formula menggunakan metode *linear programming* dengan model matematika misal adalah onggok, adalah jagung, adalah dedak padi halus, adalah bungkil kelapa sawit, dan adalah kapur dengan fungsi tujuan meminimumkan harga pada persamaan dibawah ini.

Dengan fungsi batasan sebagai berikut.

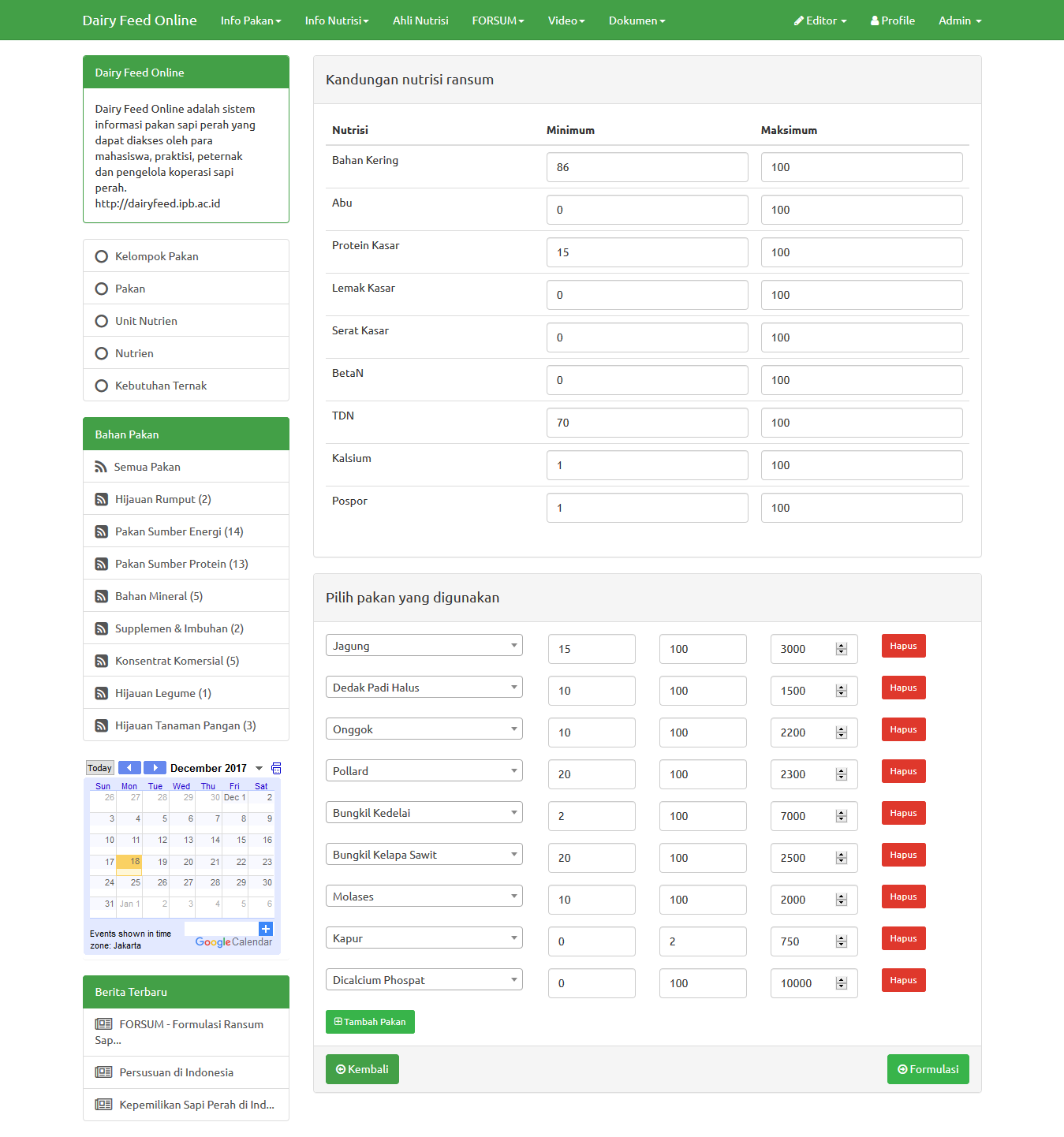
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | (BK)  (TDN)  (Ca)  (Ca)  (P)  (P)  (Onggok)  (Jagung)  (Dedak)  (Dedak)  (Bungkil)  (Kapur)  (Total) |



Gambar 4 Hasil menggunakan 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, pengelolaan data pakan, pengelolaan data ternak, informasi data pakan dan informasi data ternak. Fungsi formulasi dapat digunakan oleh pengguna untuk merancang ransum yang memenuhi kebutuhan ternak dengan harga minumum. Pada fungsi formulasi pengguna dapat mengatur kebutuhan nutrisi ternak dan kuantitas pakan yang digunakan. Hasil penghitungan formulasi melalui sistem dapat dilihat pada Gambar X. 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.



Gambar 5 Formulasi ransum

***Deployment Delivery* dan *Feedback***

Pada tahap *deployment* pengembang melakukan testing hasil formulasi dengan perbandingan antara sistem formulasi dengan program WinFeed 2.8. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali percobaan. Jenis dan harga bahan pakan serta batasan penggunaannya dapat dilihat pada Tabel X. Batasan kebutuhan nutrisi dapat dilihat pada Tabel X. Hasil dari formulasi dapat dilihat pada Tabel X.

Tabel 2 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 3 Batasan kebutuhan nutrien pada pengujian

| Nutrien | 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 4 Hasil formulasi ransum dan komposisi bahan pakan

| Hasil | SM | | WF | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Harga (Rp/kg) | |  | |  | |
| 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 5 Nilai nutrient pada hasil

| Nutrien | SM | 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**

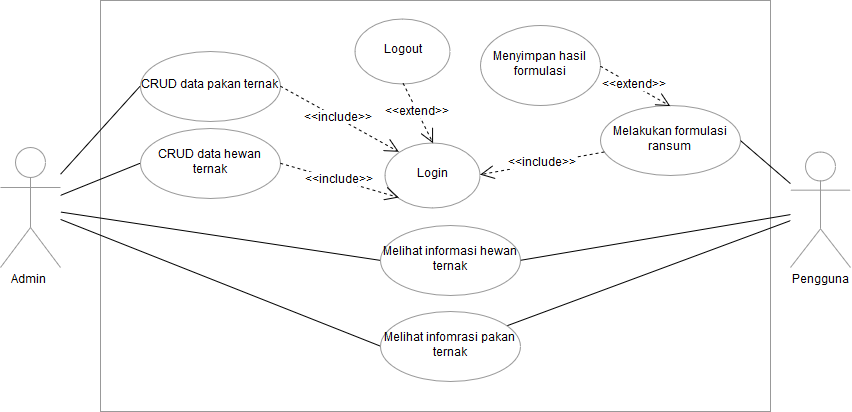
Komunikasi pada iterasi ke-2 membahas mengenai hasi evaluasi pada tahap *feedback* iterasi 1. *Feedback* iterasi 1 dibahas lebih lanjut dan didokumentasikan melalui daftar kebutuhan pengguna yang dapat dilihat pada Tabel X.

Tabel 6 Daftar kebutuhan pengguna iterasi 2

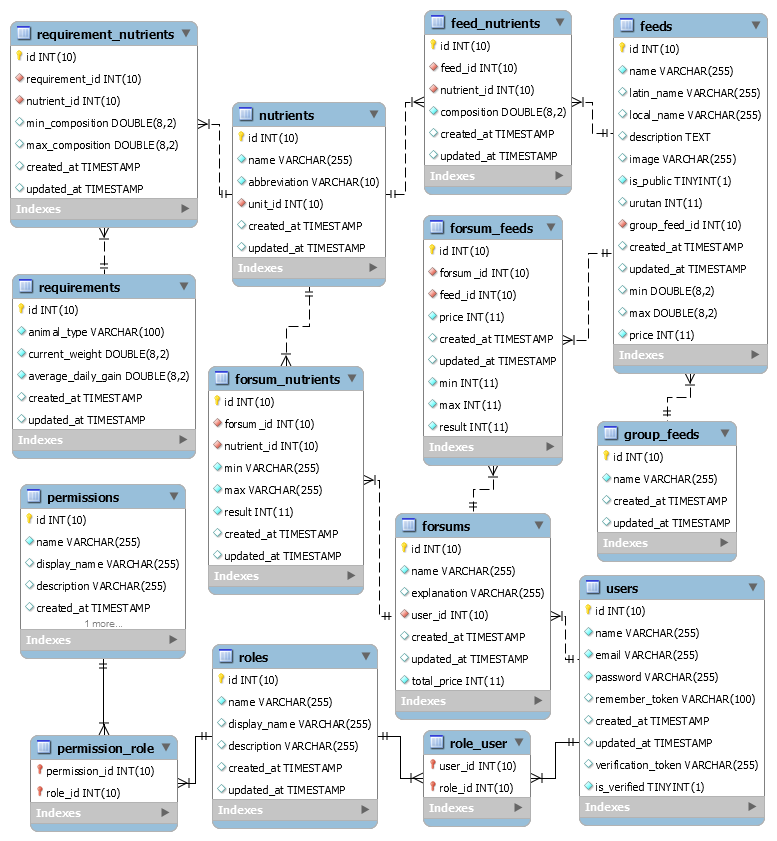
| Kebutuhan | Keterangan |
| --- | --- |
| Menyimpan hasil formulasi | Pengguna dapat menyimpan hasil ransum untuk dapat diakses kembali dan dicetak |
| Perhitungan hasil dengan bahan segar | Hasil yang didapatkan dari linier merupakan komposisi bahan segar |
| Registrasi | Pengguna wajib melakukan *login*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

**Perencanaan dan Pemodelan 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 X. Diagram relasi antar tabel dapat dilihat pada Gambar X.



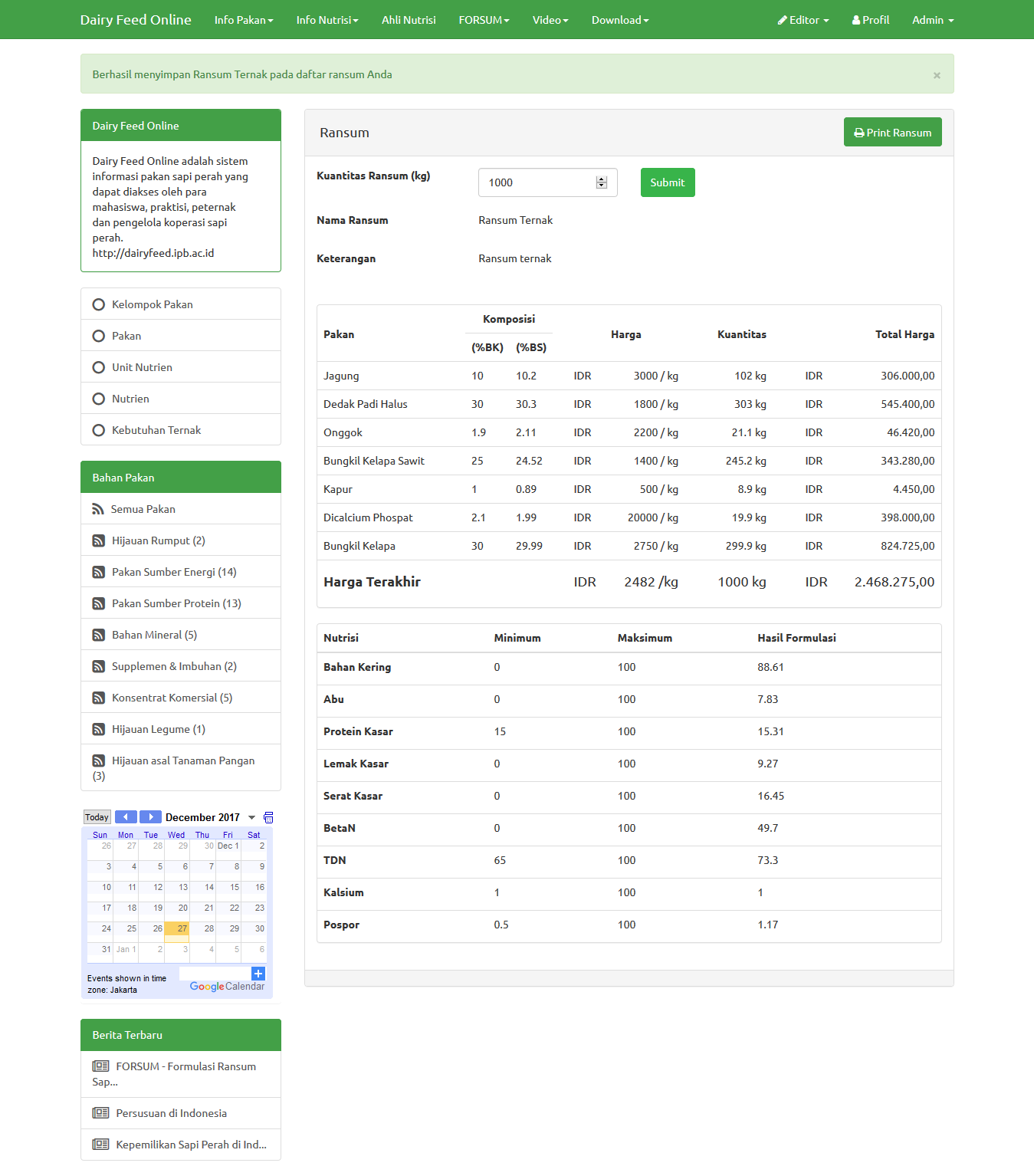
Gambar 6 *Use case* diagram iterasi 2



Gambar 7 Diagram relasi antar tabel iterasi 2

**Pembuatan *Prototype***

*Prototype* berhasil dikembangkan pada iterasi 2 dan menghasilkan sebuah fungsional baru yang dapat digunakan oleh pengguna. Pengguna dapat menyimpan hasil formulasi dan mengaksesnya kembali. Pengguna juga dapat mencetak hasil formulasi guna mempermudah dalam pengerjaan dilapangan.



Gambar 8 Hasil formulasi ransum yang telah disimpan

***Deployment Delivery* dan *Feedback***

Tahap *deployment* pada iterasi 2 dilakukan pengujian kembali terhadap fungsional sistem menggunakan metode *black-box testing.* Fungsi yang telah dikembangkan diuji dengan menguji *input* dan *output* untuk menentukan keberhasilan sistem yang telah dibuat. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel X. Tahap *delivery* dan *feedback* pada iterasi 2 meminta kembali narasumber untuk menggunakan sistem dan memberikan *feedback* melalui penjabaran *user experience* yang didapatkannya. Hasilpengujian dan evaluasi pada iterasi ke-2 menyatakan sistem sudah memenuhi kebutuhan pengguna dalam melakukan formulasi ransum.

Tabel 2 Bahan pakan dan batasan penggunaannya pada pengujian

|  |  | Pengujian 1 | | Pengujian 2 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Bahan Pakan | Harga (Rp/kg) | 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 |

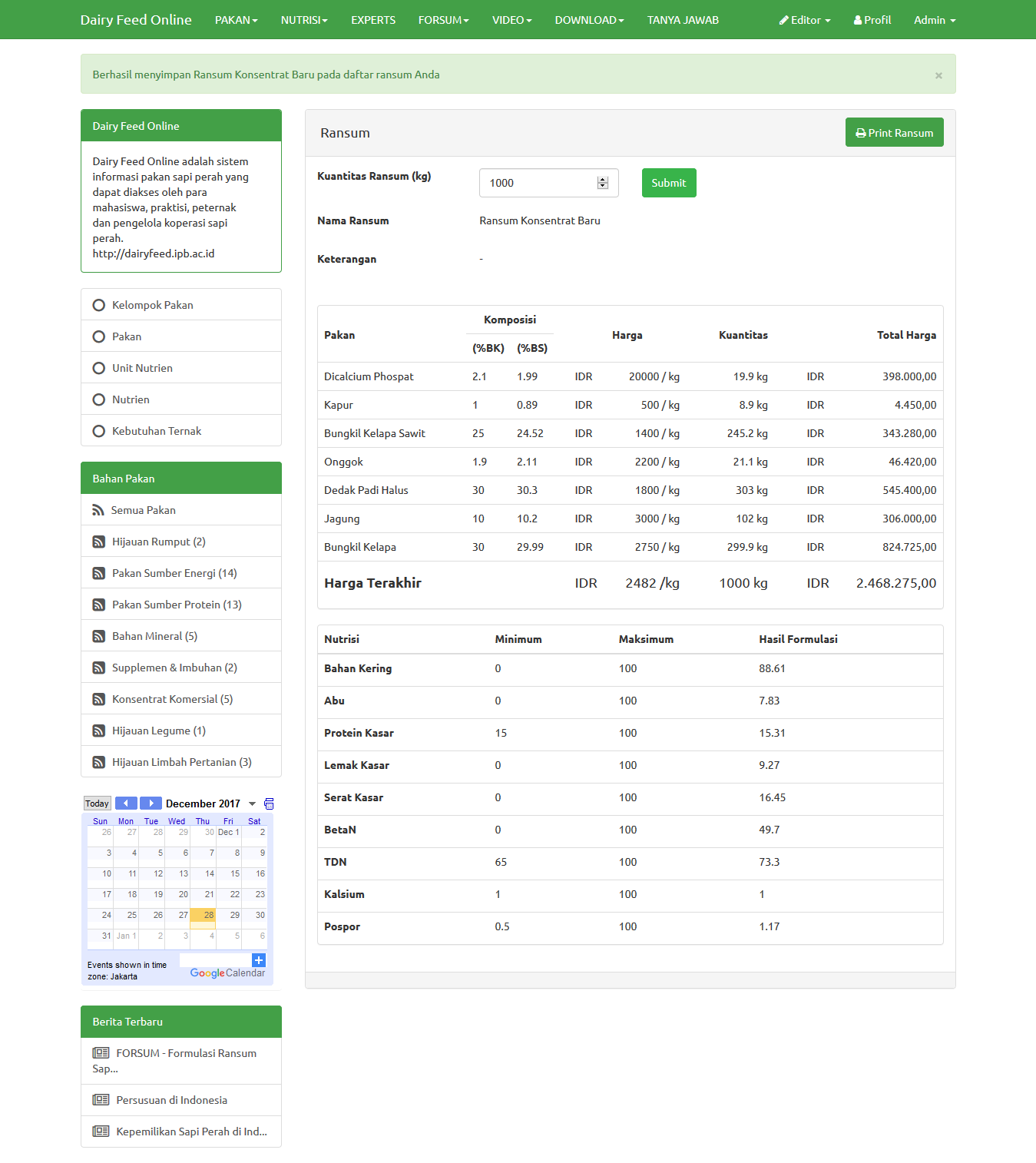
Tabel 3 Batasan kebutuhan nutrien pada pengujian

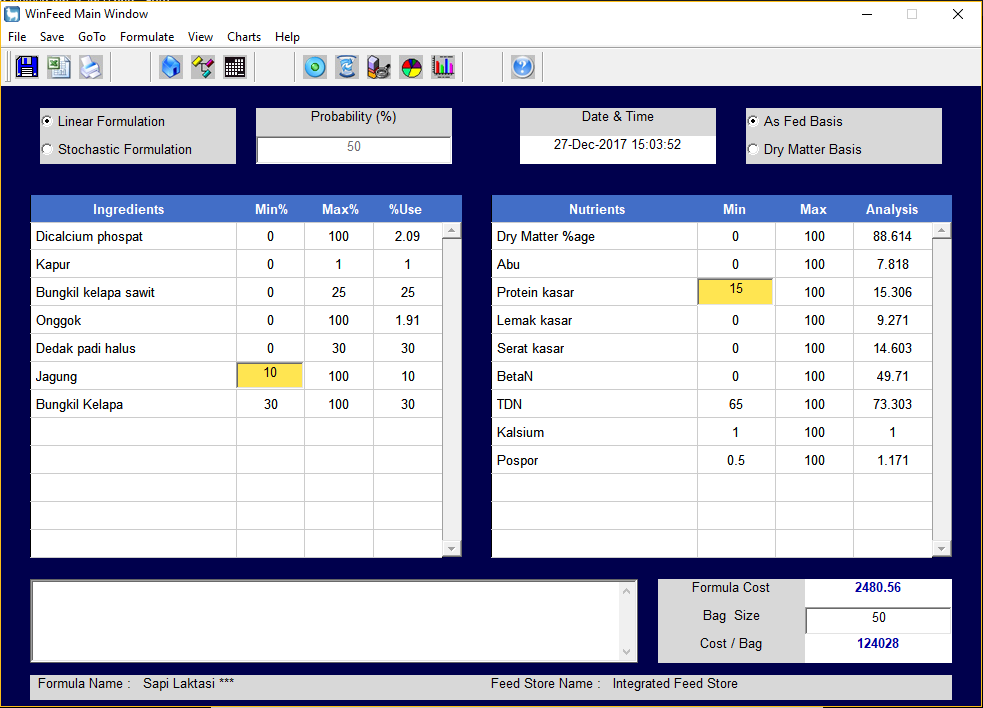
|  | Pengujian 1 | | Pengujian 2 | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nutrien | Min | Max | Min | Max |
| Bahan kering (%) | 80 | 100 | 0 | 100 |
| Abu (%) | 0 | 100 | 0 | 100 |
| Protein kasar (%) | 10 | 100 | 15 | 100 |
| Lemak kasar (%) | 7 | 100 | 0 | 100 |
| Serat kasar (%) | 10 | 100 | 0 | 100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

Tabel 4 Hasil formulasi ransum dan komposisi bahan pakan

|  | Pengujian 1 | | | | Pengujian 2 | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Hasil | SM | | WF | | SM | | WF | |
| Jagung (%) | | 33.17 | | 33.17 | | 10 | | 10 | |
| Dedak padi halus (%) | | 20.85 | | 20.85 | | 30 | | 30 | |
| Onggok (%) | | 10 | | 10 | | 1.9 | | 1.91 | |
| Bungkil Sawit (%) | | 30 | | 30 | | 25 | | 25 | |
| Kapur (%) | | 0.98 | | 0.98 | | 1 | | 1 | |
| Dicalcium Phospat (%) | | 2 | | 2 | | 2.1 | | 2.09 | |
| Bungkil Kelapa (%) | | 3 | | 3 | | 30 | | 30 | |

|  | Pengujian 1 | | Pengujian 2 | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nutrien | SM | WF | SM | WF |
| Bahan kering (%) | 80 | 80 | 88.61 | 88.61 |
| Abu (%) | 0 | 0 | 7.83 | 7.81 |
| Protein kasar (%) | 10 | 10 | 15.31 | 15.31 |
| Lemak kasar (%) | 7 | 7 | 9.27 | 9.27 |
| Serat kasar (%) | 10 | 10 | 16.45 | 14.60 |
| BetaN (%) | 0 | 0 | 49.7 | 49.71 |
| TDN | 60 | 60 | 73.3 | 73.3 |
| Kalsium (%) | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 |
| Phospor (%) | 0.5 | 0.5 | 1.17 | 1.171 |





Tabel 7 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 | Penggunamelakukan 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 nutrien ternak | Benar | Penggunamelakukan klik pada menu daftar kebutuhan nutrien | Sistem menampilkan halaman informasi kebutuhan nutrien sesuai ternak yang dipilih | Berhasil |
| 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 nutrien ternak | Benar | Admin melakukan tambah, ubah dan hapus pada data kebutuhan nutrien 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

Sistem formulasi ransum pakan ternak ruminansia berbasis web menggunakan perhitungan *linear programming* dengan metode simpleks dan metode pengembangan sistem *prototyping*. Sistem formulasi ini dapat menghasilkan ransum ternak yang seimbang dan murah (*least cost balance ration)*. Fitur-fitur yang dapat dilakukan oleh *user* yaitu mendaftar akun, mengubah profil *user*, melihat informasi kebutuhan nutrien 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 berkirim 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.

**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 Lapang (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).