

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

LAPORAN DISERTASI

FRAMEWORK REAL-TIME BUSINESS INTELLIGENCE (RTBI) UNTUK Mendukung PRECISION LIVESTOCK FARMING (STUDI KASUS: KAMBING PERAH JAWA TIMUR)

ALUSYANTI PRIMAWATI



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “*Framework real-time business intelligence (RTBI) untuk mendukung precision livestock farming (PLF)* (studi kasus: kambing perah di Jawa Timur)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen 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 disertasi ini.

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

Bogor, Januari 2025

Alusyanti Primawati
G661194041

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

RINGKASAN

ALUSYANTI PRIMAWATI. *Framework real-time Business Intelligence (RTBI)* untuk Mendukung *Precision Livestock Farming* (Studi Kasus: Kambing Perah Jawa Timur). Dibimbing oleh IMAS SUKAESIH SITANGGANG, ANNISA dan DEWI APRI ASTUTI.

Pengembangan *framework* RTBI dilakukan dalam penelitian ini untuk mencapai *real-time* dengan mengintegrasikan setiap *layer* dan memodifikasi teknologi yang digunakan setiap *layer* arsitektur RTBI terdahulu berdasarkan kebutuhan lingkungan realitas. *Framework* RTBI dikembangkan menggunakan modul prediktif deret waktu *real-time* berbasis model *machine learning* (ML) yang mampu bekerja dengan baik pada data terbatas dan analisis langsung data yang baru masuk dan memperbaharui model ketika data historis bertambah dalam *real-time* data warehouse (RTDW). Seluruh *layer* RTBI diintegrasikan dengan proses terpadu *real-time* menggunakan sub *layer* sistem integrasi *real-time*. Implementasi model dalam bentuk aplikasi RTBI untuk menampilkan pelaporan tren dan prediksi berdasarkan kebutuhan bisnis. Metode penelitian yang digunakan eksperimental berbasis studi kasus dari lingkungan realitas yang belum memiliki *Business Intelligence* sejak awal seperti bisnis susu kambing di Jawa Timur yang belum memiliki BI sejak awal untuk uji dan evaluasi implementasi model. Informasi bisnis berupa tren dan prediksi yang dihasilkan RTBI dapat digunakan untuk mendukung *Precision Livestock Farming* (PLF). Hasil penelitian ini berhasil mengembangkan *framework* RTBI yang memiliki mekanisme integrasi antar *layer* sehingga *framework* menjadi cukup fleksibel digunakan pada studi kasus lainnya. Modul prediktif *real-time* dalam *framework* RTBI berhasil mencapai waktu respon prediksi dan sistem *real-time* yang mendekati 0 ms dengan kinerja sistem yang cukup handal apabila ada lonjakan 100 pengguna melakukan *request*. Model prediksi berbasis *machine learning* terbaik untuk prediksi produksi susu kambing yaitu LSTM dengan nilai R^2 terbaik 0,78 dan mean absolute percentage error (MAPE) terkecil 3,9%. Model LSTM digunakan dalam modul prediksi *real-time* dalam RTBI dengan nama *Machine learning–Application Programming Interface* (ML-API) *service*. Modul dapat memperbaharui model melalui *service* retrain model. Penerapan RTBI pada usaha susu kambing perah melalui aplikasi RTBI berbasis *website* berhasil dibangun tetapi data sebenarnya sangat terbatas sehingga RTBI kurang mampu menggambarkan pergerakan usaha tersebut.

Kata kunci: aplikasi RTBI, *framework* RTBI LSTM, *machine learning*, prediksi *real-time*, *real-time business intelligence*.



SUMMARY

ALUSYANTI PRIMAWATI. *real-time Business Intelligence (RTBI) Framework to Support Precision Livestock Farming (Case Study: East Java Dairy Goats)*. Supervised by IMAS SUKAESIH SITANGGANG, ANNISA and DEWI APRI ASTUTI..

The RTBI framework was developed in this study to achieve real-time by integrating each layer and modifying the technology used in each layer of the previous RTBI architecture based on the needs of the real environment. The RTBI framework was developed using a real-time time series predictive module based on a machine learning (ML) model that can work well on limited data directly analyze newly entered data and update the model when historical data increases in the real-time data warehouse (RTDW). All RTBI layers are integrated with a real-time integrated process using a real-time integration system sub-layer. Implementing the model as an RTBI application to display trend reporting and predictions based on business needs. The research method used is experimental based on case studies from a real environment that has not had Business Intelligence since the beginning, such as a goat milk business in East Java that has not had BI since the beginning for testing and evaluating model implementation. Business information in the form of trends and predictions generated by RTBI can be used to support Precision Livestock Farming (PLF). The results of this study succeeded in developing an RTBI framework with an integration mechanism between layers so that the framework is flexible enough to be used in other case studies. The real-time predictive module in the RTBI framework successfully achieved a prediction response time and a real-time system approaching 0 ms with fairly reliable system performance when there was a spike of 100 users making requests. The best machine learning-based prediction model for predicting goat milk production was LSTM with the best R2 value of 0,78 and the smallest mean absolute percentage error (MAPE) of 3,9%. The LSTM model is used in the real-time prediction module in RTBI and the name is Machine Learning–Application Programming Interface (ML-API) service. The module can update the model through the model retrain service. The application of RTBI to the dairy goat milk business through the website-based RTBI application was successfully built but the actual data was very limited so RTBI was less able to describe the movement of the business.

Keywords: framework RTBI, LSTM, machine learning, real-time prediction, real-time business intelligence, *RTBI application*



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025 Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

***FRAMEWORK REAL-TIME BUSINESS INTELLIGENCE (RTBI)
UNTUK Mendukung PRECISION LIVESTOCK FARMING
(STUDI KASUS: KAMBING PERAH JAWA TIMUR)***

ALUSYANTI PRIMAWATI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



@Hak cipta milik IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Dr. Irman Hermadi, S.Kom, MS
- 2 Dr. Ir. Idat Galih Permana M.ScAgr

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Irman Hermadi, S.Kom, MS
- 2 Dr. Ir. Idat Galih Permana M.ScAgr

Judul Disertasi

: *Framework real-time Business Intelligence (RTBI) untuk Mendukung Precision Livestock Farming (Studi Kasus: Kambing Perah Jawa Timur)*

Nama

: Alusyanti Primawati

NIM

: G661194041

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si, M.Kom



Pembimbing 2:

Dr. Eng. Annisa, S.Kom, M.Kom



Pembimbing 3:

Prof. Dr. Ir. Dewi Apri Astuti, MS



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Ilmu Komputer:

Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si M.Kom

NIP 197501301998022001



Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika:

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si, M.Kom

NIP. 196607021993021001



Tanggal Ujian:

07 Oktober 2024

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Mahas Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak 23 November 2022 sampai bulan April 2024 ini, dengan judul “*Framework real-time Business Intelligence (RTBI)* untuk Mendukung *Precision Livestock Farming* (Studi Kasus: Kambing Perah Jawa Timur)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si M.Kom, Dr. Eng. Annisa, M.Kom, dan Prof. Ir. Dewi Apri Astuti, MS yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator sidang, dan penguji luar komisi pembimbing. Penghargaan penulis juga sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Sumaryoto selaku Rektor Universitas Indraprasta PGRI yang telah membiayai UKT perkuliahan melalui program beasiswa S3 untuk dosen tetap di lingkungan Universitas Indraprasta PGRI, beserta staf unit peternakan Nyx Farm dan Prof Farm Probolinggo yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada suami, anak-anak, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Alusyanti Primawati

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.6 Kebaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gambaran Umum Perkembangan <i>real-time Business Intelligence (RTBI)</i>	6
2.2 <i>Business Analytical (BA)</i>	11
2.3 <i>Business Intelligence (BI)</i>	12
2.4 Gambaran Umum <i>real-time Data Warehouse (RTDW)</i>	14
2.5 <i>Online Analytical Processing (OLAP)</i>	15
2.6 Ekplorasi Data	15
2.7 <i>Machine learning</i>	16
2.8 <i>Prediksi Time Series</i>	17
2.9 <i>Precision Livestock Farming (PLF)</i> Kambing Perah di Indonesia	22
III METODE	29
3.1 Metodologi Penelitian	29
3.2 Tahapan Penelitian	31
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Analisis Kebutuhan dan Proses Bisnis Susu Kambing	51
4.2 Skema Model Multidimensi Terpilih untuk RTBI	53
4.3 Model Prediksi <i>Machine learning</i> Terbaik	75
4.4 Arsitektur <i>real-time Business Intelligence</i>	84
4.5 Pembahasan	120
V SIMPULAN DAN SARAN	124
5.1 Simpulan	124
5.2 Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	126
LAMPIRAN	133
RIWAYAT HIDUP	150

DAFTAR TABEL

1	Gap penelitian	4
2	Permasalahan dan solusi <i>near real-time</i> ETL	9
3	Perbandingan jumlah produksi susu kambing pada 3 wilayah populasi	23
4	Data produksi susu kambing di Jawa Timur 2019–2023 dari berbagai sumber	24
5	Data produksi susu kambing perah di wilayah Jawa Timur 2017-2021	24
6	Kajian penelitian relevan model prediksi susu pada ruminansia	26
7	Profil data peternakan kambing dalam sebagian tabel Puska Apps	33
8	Atribut dataset penelitian yang diambil <i>database</i> Puska Apps	35
9	Pengaturan parameter model prediksi	37
10	Deskripsi dataset produksi susu segar	37
11	Contoh data pada dataset A, B, dan C	39
12	Deskripsi fitur dataset penelitian	42
13	<i>Matrix head</i> dataset <i>univariate</i> dan <i>multivariate</i>	42
14	Skenario penelitian pemilihan model prediksi terbaik untuk dataset	43
15	Parameter model LSTM dalam penelitian	43
16	Pertanyaan bisnis susu kambing perah Jawa Timur	52
17	<i>Query</i> DAX untuk tabel fakta <i>fact_produksi</i> dan <i>fact_distribusi</i>	67
18	Skenario pengujian model multidimensi	68
19	Hasil evaluasi kinerja model prediksi	76
20	Contoh data dengan penambahan 4 fitur regresor pada Prophet	77
21	Contoh data dengan penambahan 4 fitur regresor pada LSTM	77
22	Hasil evaluasi optimasi model Prophet dan LSTM	77
23	Nilai evaluasi kinerja model data uji Prof farm	79
24	Nilai evaluasi kinerja model data uji Nyx Farm	80
25	Nilai evaluasi model data uji Probolinggo	81
26	Hasil evaluasi model terpilih ketiga dataset	82
27	Hasil evaluasi model dataset Prof Farm dan BPS	83
28	Model prediksi dari model data multidimensi	84
29	Hasil <i>validation testing</i>	102
30	Hasil pengujian <i>data driven script</i>	103
31	Hasil pengukuran latensi dan akurasi prediksi <i>real-time</i> dengan	103
32	Ringkasan MAPE model <i>real-time</i> dan tidak <i>real-time</i>	104
33	Skenario sistem RTBI susu kambing	104
34	Hasil pengujian ketersediaan data yang masuk dalam fakta produksi	110
35	Hasil pengujian ketersediaan data hasil prediksi yang tersimpan dalam tabel Pred_susu	112
36	Hasil evaluasi MAPE prediksi <i>real-time</i> harian	113
37	Hasil pengujian fungsional	115
38	Hasil pengujian performa <i>website</i> dengan GTMetrix	117
39	Skenario pengujian non-fungsional (skalabilitas dan reabilitas)	117
40	Hasil pengujian non fungsional	117
41	Kendala implementasi sistem RTBI bisnis susu	119

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

1	Proses bisnis susu ternak kambing perah	3
2	<i>Framework toward RTBI ke dalam BI tahun 2005</i>	6
3	<i>MaxStream architecture</i>	7
4	Tahapan proses modul <i>updating data</i>	7
5	<i>Framework RTBI</i>	8
6	<i>Framework RTDW dengan menggunakan modul change data capture</i>	9
7	<i>DOD- ETL workflow</i>	10
8	Tingkatan analitik	11
9	Arsitektur BI <i>high level</i>	13
10	Metodologi pemodelan prediktif	14
11	Contoh plot dasar: (a) <i>line graph</i> (b) <i>scatter plots</i> (c) <i>bar chart</i> berdasarkan variabel numerik dan (d) <i>bar chart</i> berdasarkan variabel kategorikal	16
12	Plot distribusi Histogram (a) dan Boxplot (b)	16
13	Gambaran khas pendekatan <i>machine learning</i>	17
14	Proses prediksi <i>time series</i>	17
15	Hasil komparasi metode prediksi	18
16	Struktur sel LSTM	20
17	Struktur LSTM prediksi	21
18	Aliran rantai pasok susu kambing	23
19	Arsitektur MooCare	28
20	<i>Flowchart</i> prediksi produksi susu dengan ARIMA dan <i>Internet Of Things</i>	28
21	<i>Framework RTBI yang dimodifikasi dari penelitian terdahulu</i>	29
22	Produksi susu segar di Indonesia (a) dan peta klasifikasi kawasan kambing di Jawa Timur yang dimodifikasi dari Disnak Jatimprov 2024) (b)	30
23	Tahapan penelitian yang diusulkan	31
24	Hasil FGD tentang kebutuhan informasi bisnis peternakan kambing	32
25	Tabel-tabel dalam DB Puska untuk RTBI	33
26	Desain arsitektur RTBI	34
27	Tahapan penelitian membangun model prediksi	38
28	Plot dataset produksi susu harian Prof Farm	40
29	Plot dataset produksi susu harian Nyx Farm	40
30	Plot dataset produksi susu harian wilayah Probolinggo	40
31	Visualisasi analisis PACF	41
32	Arsitektur prediksi <i>real-time</i> dalam <i>framework RTBI</i>	45
33	Tahapan rancangan dan pengujian ML-API <i>service</i>	46
34	Tahapan RAD	46
35	Rancangan percobaan sistem RTBI	47
36	Alur proses pengujian fungsioanal (a) dan alur proses pengujian non-fungsional (b)	50
37	Proses bisnis susu kambing di Jawa Timur	51
38	Model <i>logical skema galaxy</i> skenario 1	54
39	Model <i>logical skema galaxy</i> skenario 2	55
40	Model data wilayah pada DB puska	56

41	Proses ETL dim_lokasi	56
42	Tampilan tabel dim_lokasi pada dwh_bi_susu	57
43	Proses ETL dimensi unit peternakan	57
44	Tampilan tabel dim_unit_peternakan pada dwh_bi_susu	58
45	Proses ETL dimensi waktu	58
46	Tampilan data dimensi waktu (dim_waktu)	59
47	Proses ETL dimensi produk	59
48	Tampilan data dimensi jenis produk (dim_jenis_produk)	59
49	Tampilan dataset distribusi_susu pada DB Puska (a) dan dataset	60
50	<i>Query sql</i> ekstrak tabel mitra bisnis dari DB Puska	60
51	Proses ETL dimensi mitra bisnis	61
52	Tampilan data dimensi mitra bisnis (Dim_mitra_bisnis)	61
53	Proses ETL dimensi sumber pasokan	61
54	Tampilan data dimensi sumber pasokan (Dim_sumber_pasokan)	62
55	Proses ETL fakta produksi susu	62
56	Proses ETL fakta distribusi susu	62
57	Hasil <i>quick launch spoon: data warehouse</i> dwh_bi_susu	63
58	Tampilan data fakta produksi (fact_produksi)	63
59	Tampilan data fakta distribusi (fact_distribusi_susu)	63
60	Ilustrasi <i>data cube</i> produksi	64
61	Model relasi <i>data cube</i> skema <i>galaxy</i> skenario 1	65
62	Model relasi data <i>cube</i> skema <i>galaxy</i> skenario 2	65
63	Hasil OLAP 01 pada skenario 1 dan 2	68
64	Validasi hasil OLAP 01 pada fakta produksi	69
65	Validasi hasil OLAP 01 pada fakta distribusi	69
66	Hasil OLAP 02 memiliki informasi yang sama pada skenario 1 dan 2	69
67	Validasi hasil OLAP 02 pada fakta produksi	69
68	Validasi hasil OLAP 02 pada fakta distribusi	70
69	Hasil OLAP 03 pada skenario 1 - <i>false</i>	70
70	Hasil OLAP 03 pada skenario 2 - <i>true</i>	71
71	Validasi hasil OLAP 03 pada fakta distribusi jenis produk kefir	71
72	Deskripsi lokasi Jawa Timur pada dimensi lokasi	71
73	Hasil OLAP 04 pada skenario 1- <i>false</i>	72
74	Hasil OLAP 04 pada skenario 2- <i>true</i>	72
75	Validasi hasil OLAP 04 pada fakta distribusi jenis produk	72
76	Deskripsi data lokasi Jawa Timur Kab. Probolinggo pada dimensi lokasi	73
77	Deskripsi data mitra bisnis pada dimensi mitra bisnis dengan id = 16	73
78	Hasil OLAP 05 pada skenario 1- <i>false</i>	73
79	Hasil OLAP 05 pada skenario 2- <i>true</i>	74
80	Deskripsi data unit peternakan Prof Farm pada dimensi unit peternakan	74
81	Analisis PACF dataset susu sapi	76
82	Visualisasi tren produksi susu di Prof Farm	78
83	Visualisasi tren produksi susu di Nyx Farm dari Prophet	79
84	Visualisasi tren produksi susu Probolinggo dari Prophet	80
85	Plot prediksi model LSTM dengan data <i>multivariate</i> di Prof Farm	82
86	Plot prediksi model LSTM dengan data <i>multivariate</i> di Nyx Farm	82
87	Plot prediksi model LSTM dengan data <i>multivariate</i> di Probolinggo	83
88	Proses bisnis operasional susu dalam RTBI bisnis susu kambing	85

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



89	Pemetaan sub tabel RTDW Puska untuk RTBI susu kambing	86
90	<i>Docker registry website</i> RTBI susu kambing	87
91	Pemilihan tabel fakta produksi dan distribusi susu untuk informasi total produksi susu segar	88
92	<i>Query</i> presentase produksi setiap produk susu	89
93	<i>Query</i> presentase distribusi setiap produk susu	89
94	<i>Query</i> OLAP menampilkan plot tren produksi dan distribusi susu segar	90
95	<i>Query</i> OLAP menampilkan perbandingan total jumlah permintaan susu berdasarkan setiap mitra bisnis	91
96	Bagian <i>Query</i> OLAP menampilkan persentase dari total distribusi susu segar	91
97	<i>Query</i> OLAP menampilkan total pendapatan	92
98	Bagian <i>query</i> OLAP menampilkan harga minimum	92
99	Master data untuk visualisasi <i>dashboard website</i> RTBI	93
100	<i>Flowchart</i> prediksi <i>real-time</i> pada ML-API <i>service</i>	94
101	API input parameter dengan JSON	95
102	Algoritme untuk validasi data dalam ML-API <i>Logic</i>	95
103	<i>Flowchart script handles data</i> dan <i>model and scaler not found logic</i>	96
104	<i>Flowchart script handle get input</i> untuk logika prediksi	97
105	Skema prediksi <i>real-time</i>	99
106	Level pemodelan setiap hirarki dimensi	100
107	Alur proses dan <i>service</i> dalam ML-API	101
108	<i>Use case diagram</i> aplikasi RTBI bisnis susu kambing perah	105
109	<i>Sequence diagram real-time</i> analisis dalam <i>website</i> RTBI	106
110	Tampilan Fitur produksi susu, mitra bisnis, dan distribusi susu pada Puska Apps	106
111	<i>Mockup</i> kolaborasi beranda Puska.Info	107
112	<i>Mockup</i> fitur 2 RTBI pada Puska sebagai fitur susu	108
113	Beranda <i>website</i> RTBI kolaborasi dengan Puska	108
114	Tampilan <i>dashboard</i> RTBI fitur susu	109
115	Hasil skenario A1 berdasarkan log_Stream	110
116	Hasil skenario A2	111
117	Grafik durasi pemrosesan data RTDW dalam 30 hari	111
118	Hasil skenario 1 dan 2 (sebagian data)	112
119	Hasil <i>retrain model</i> baru dari data unit peternakan Wily Farm	113
120	Grafik variasi MAPE pada skenario B1	114
121	Grafik variasi MAPE pada skenario B2	114
122	<i>Dropdown list</i> dimensi waktu, lokasi, dan unit peternak	116
123	Waktu respon pada setiap <i>request</i> dala durasi 20 detik	118
124	Waktu respon pada setiap <i>request</i> data durasi 10 detik	118
125	Persentase penggunaan CPU terhadap lonjakan 100 pengguna	119
126	Diagram aliran informasi sistem RTBI susu kambing di Jawa Timur	122



DAFTAR LAMPIRAN

1	Kuesioner Survei	134
2	Dataset Fakta Produksi Susu Kambing Perah Unit Peternakan Prof Farm dan Nyx Farm, Probolinggo Jawa Timur	139
3	Hasil pengujian <i>black box</i> pada <i>dashboard</i> BI bisnis susu	148

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.