

LAPORAN DISERTASI

PEMODELAN *FUZZY INFERENCE SYSTEM - CERTAINTY*
***FACTOR* (FIS-CF) UNTUK *GRADING* TERNAK**
PADA PENGHEMUKAN SAPI BALI JANTAN

DEFIANA ARNALDY



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



@Hak cipta milik IPB University

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.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Pemodelan *Fuzzy Inference System – Certainty Factor* (FIS-CF) untuk *Grading* Ternak pada Penggemukan Sapi Bali Jantan” 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, Juli 2025

Defiana Arnaldy
G6601211005



RINGKASAN

DEFIANA ARNALDY. Pemodelan *Fuzzy Inference System – Certainty Factor* (FIS-CF) untuk *Grading* Ternak pada Penggemukan Sapi Bali Jantan. Dibimbing oleh KUDANG BORO SEMINAR, SHELVE NIDYA NEYMAN, HERU SUKOCO dan MULADNO.

Usaha penggemukan sapi Bali Jantan telah berkembang makin baik di komunitas peternak rakyat anggota Solidaritas Alumni Sekolah Peternakan Rakyat Indonesia (SASPRI) yang salah satunya berada di Kecamatan Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Dalam rangka efisiensi dalam pemilihan sapi jantan untuk usaha penggemukan, penelitian untuk membuat *grading* ternak sapi Bali jantan melalui pendekatan *fuzzy inference system* dan *certainty factor* dilakukan dengan melihat informasi dari karakteristik morfometrik ternak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa pendataan kuantitatif dan kualitatif dengan sistem wawancara secara langsung ke para peternak dan pengukuran terhadap ternaknya. Parameter yang digunakan merupakan morfometrik ternak yang meliputi panjang badan, lingkaran dada, dan tinggi pundak ternak sapi Bali jantan. Ukuran-ukuran tersebut dijadikan masukan ke dalam *fuzzy inference system* dan *certainty factor* untuk diketahui *grading* dari setiap ternak. *Grading* diklasifikasi menjadi tiga kelas yaitu kelas I, kelas II, dan kelas III. Kelas I menunjukkan sapi berkualitas terbaik, sedangkan kelas II menunjukkan sapi berkualitas baik, adapun kelas III menunjukkan sapi berkualitas kurang baik namun masih dapat diterima untuk penggemukan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, identifikasi kualitas ternak sapi Bali jantan untuk tujuan penggemukan dapat dilakukan secara lebih objektif dan sistematis. Penerapan model *Fuzzy Inference System–Certainty Factor* (FIS-CF) terbukti mampu mengakomodasi ketidakpastian data sekaligus memberikan tingkat keyakinan dalam proses klasifikasi, dengan menghasilkan akurasi tinggi serta skor *balanced accuracy* sebesar 96,2%. Model ini memungkinkan pengambilan keputusan secara konsisten meskipun menghadapi nilai parameter yang berada pada area batas antar kelas (*borderline*) karena nilai akhir klasifikasi ditentukan berdasarkan derajat keyakinan yang dihitung secara sistematis menggunakan rumus *CF combine*. Dibandingkan dengan metode klasifikasi tradisional yang bersifat subjektif dan sangat bergantung pada pengalaman individu penilai, pendekatan FIS-CF mampu menghasilkan keputusan yang lebih stabil, transparan, dan dapat direplikasi. Hal ini menegaskan bahwa penggabungan FIS dan CF dalam satu model inferensi merupakan pendekatan yang lebih unggul dalam menentukan kualitas ternak secara kuantitatif, serta dapat digunakan sebagai dasar sistem pendukung keputusan dalam praktik peternakan modern. Hasil penelitian dengan kelebihan dan keterbatasannya dapat diterapkan di komunitas peternak rakyat anggota SASPRI di seluruh Indonesia.

Kata kunci: *certainty factor*, *fuzzy inference system*, *grading* ternak, sapi potong, sekolah peternakan rakyat

SUMMARY

DEFIANA ARNALDY. Fuzzy Inference System – Certainty Factor (FIS-CF) Modeling for Livestock Grading in Bali Bull Fattening. Supervised by KUDANG BORO SEMINAR, SHELVE NIDYA NEYMAN, HERU SUKOCO and MULADNO.

The fattening business of Balinese male cattle has grown increasingly well in the community of smallholder cattle breeders who are members of the Solidarity of Alumni of the Indonesian School for Smallholder Community (SASPRI), one of which is located in Sungai Lilin District, Musi Banyuasin Regency, South Sumatra Province. In order to be efficient in selecting Balinese male cattle for fattening efforts, research to make grading of Balinese male cattle through a fuzzy inference system and certainty factor approach was conducted by looking at information from the morphometric characteristics of the cattle. The method used in this study was quantitative and qualitative data collection through a system of direct interviews with breeders and measurements of their cattle. The parameters used were livestock morphometrics which included body length, chest circumference, and shoulder height of Balinese male cattle. These measurements were used as input into the fuzzy inference system and certainty factor to determine the grading of each cattle. Grading was classified into three classes: class I, class II, and class III. Class I indicates the best quality cattle, while class II indicates good quality cattle, while class III indicates poor quality cattle but still acceptable for fattening. Based on the research results, the quality identification of male Bali cattle for fattening purposes can be performed more objectively and systematically. The application of the Fuzzy Inference System–Certainty Factor (FIS-CF) model has proven capable of accommodating data uncertainty while providing a high level of confidence in the classification process, producing high accuracy and a balanced accuracy score of 96.2%. This model enables consistent decision-making even when faced with parameter values that fall within the class boundary area because the final classification value is determined based on a degree of confidence calculated systematically using the CF combine formula. Compared with traditional classification methods, which are subjective and highly dependent on the experience of individual assessors, the FIS-CF approach produces more stable, transparent, and replicable decisions. This confirms that combining FIS and CF in a single inference model is a superior approach for quantitatively determining livestock quality and can be used as the basis for a decision support system in modern livestock practices. The research results, with their advantages and limitations, can be applied to smallholder livestock communities belonging to SASPRI throughout Indonesia.

Keywords: beef cattle, certainty factor, fuzzy inference system, livestock *grading*, people's livestock school

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

- 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.

© 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.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

**PEMODELAN *FUZZY INFERENCE SYSTEM* – *CERTAINTY*
FACTOR (FIS-CF) UNTUK *GRADING* TERNAK
PADA PENGGEMUKAN SAPI BALI JANTAN**

DEFIANA ARNALDY

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

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- 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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Irman Hermadi, S.Kom, M.S., Ph.D.
- 2 Dr. Ir. Bramada Winiar Putra, S.Pt., M.Si.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Irman Hermadi, S.Kom, M.S., Ph.D.
- 2 Prof. Ir. Dana Indra Sensuse, M.LIS., Ph.D.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Disertasi : *Pemodelan Fuzzy Inference System – Certainty Factor (FIS-CF)*
untuk *Grading* Ternak pada Penggemukan Sapi Bali Jantan

Nama : Defiana Arnaldy
NIM : G6601211005

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc.

Pembimbing 2:
Dr. Shelve Nidya Neyman, S.Kom., M.Si.

Pembimbing 3:
Dr.Eng. Heru Sukoco, S.Si., M.T.

Pembimbing 4:
Prof. Dr. Ir. Muladno, M.SA.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
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 19660702 199302 1 001



Tanggal Ujian:
19 Juni 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2025 sampai bulan Oktober 2025 ini ialah Kecerdasan Buatan Pada Peternakan Sapi, dengan judul "Pemodelan *Fuzzy Inference System-Certainty Factor (FIS-CF)* untuk *Grading Ternak* pada Penggemukan Sapi Bali Jantan".

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc., Dr. Shelve Nidya Neyman, S.Kom., M.Si., Dr.Eng. Heru Sukoco, S.Si., M.T., dan Prof. Dr. Ir. Muladno, M.SA., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing, Irman Hermadi, S.Kom., M.S., Ph.D., Dr. Ir. Bramada Winiar Putra, S.Pt., M.Si., dan juga penguji luar IPB, Prof. Ir. Dana Indra Sensuse, M.LIS., Ph.D. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Satriyo Ardi S.Pt pemilik Peternakan Garuda Farm yang telah memberi izin penelitian dilokasi peternakannya, Ibu Yulianingsih yang telah berbagi data morfometrik sapi Bali, serta bapak Yudo Romy asisten lapangan yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada (Alm) ayah, (Alm) ibu, kakak, serta seluruh keluarga (istri tercinta Verra serta anak tersayang Victoria) yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

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

Bogor, Juli 2025

Defiana Arnaldy

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.6 Kebaruan Penelitian	6
II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Sapi Potong	8
2.2 Morfometrik sapi potong	11
2.3 Klasifikasi / Prediksi	12
2.4 Sistem Cerdas / Artificial Intelligence	13
2.5 Sistem Cerdas Peternakan	19
2.6 Sekolah Peternakan Rakyat	20
2.7 Evaluasi Model	22
III METODE	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.3 Algoritma Klasifikasi Sapi Potong Menggunakan FIS-CF	25
3.4 Prosedur Kerja	29
3.5 Analisis Data	36
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Akuisisi Data	39
4.2 Pengembangan model FIS-CF	41
4.3 Implementasi Model	48
4.4 Evaluasi Model	50
4.5 Performa klasifikasi FIS-Mamdani	57
4.6 Keterbaruan (<i>Novelty</i>)	58
4.7 Penerapan FIS-CF di SPR	60
4.8 Program Klasifikasi Model FIS-CF	62
V SIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Simpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	72
RIWAYAT HIDUP	80



DAFTAR TABEL

1	Proyeksi jumlah ketersediaan dan konsumsi daging sapi (2014 – 2024)	1
2	Syarat minimal kuantitatif bibit sapi Bali	11
3	Kategori sistem pakar	14
4	Standar <i>Confusion matrix</i>	22
5	Data tabular hasil pengukuran	40
6	Hasil perhitungan model FIS-CF terhadap data sampel	49
7	Perbandingan klasifikasi model fis-cf dengan aktual	50
8	<i>Confusion matrix</i> hasil klasifikasi	50
9	Akurasi model fis-cf	54
10	Metrik evaluasi model fis-cf	57
11	Metrik evaluasi model fis-mamdani	57

DAFTAR GAMBAR

1	Grafik proyeksi suplai daging sapi nasional	2
2	Grafik proyeksi tingkat konsumsi dengan produksi daging	3
3	Sapi Potong Bali	10
4	Cara pengukuran morfometrik Sapi Potong Bali	12
5	Gambaran umum teknologi pertanian cerdas	13
6	Arsitektur sistem pakar	15
7	Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga	18
8	Proses transformasi dan transmisi data	19
9	Arsitektur Sistem Informasi Ternak Cerdas	19
10	<i>Precision Livestock Farming Platform</i>	20
11	<i>Framework</i> pengembangan SPR-1111 IPB	21
12	Tahapan penelitian	25
13	Diagram alur / Flowchart FIS-CF	30
14	Pita ukur untuk mengukur morfometrik sapi	31
15	Cara melakukan pengukuran morfometrik sapi	31
16	Alur akuisisi data	36
17	Proses pengukuran morfometrik sapi Bali	40
18	Fungsi keanggotaan segitiga untuk tinggi pundak (TP)	42
19	Fungsi keanggotaan segitiga untuk panjang badan (PB)	43
20	Fungsi keanggotaan segitiga untuk lingkar dada (LD)	43
21	Distribusi kategori <i>grading</i> 82 ekor sapi Bali	48
22	<i>Confusion Matrix</i> dari hasil klasifikasi	51
23	Tren defisit produksi daging sapi nasional (2014-2024)	60
24	<i>Pseudocode membership function</i>	64

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data Sapi Bali yang digunakan dalam penelitian	73
2	Kode program model FIS-CF	75
3	Tampilan antar muka program FIS-CF	79