

## Pemodelan Fuzzy Inference System (FIS) dan Certainty Factor (CF) untuk Grading Ternak pada Penggemukan Sapi Bali

Defiana Arnaldy<sup>1\*</sup>; Kudang Boro Seminar<sup>2</sup>; Muladno<sup>3</sup>; Heru Sukoco<sup>1</sup>; Shelvie Nidya Neyman<sup>1</sup>

1. Department of Computer Science, IPB University, Bogor Indonesia
  2. Mechanical and Bio-system Engineering Department, IPB University, Bogor Indonesia
  3. Department of Animal Technology and Production Science, IPB University, Bogor Indonesia
- Jl. Raya Darmaga Kampus IPB, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16680

<sup>\*</sup>Email: [arnaldydefiana@apps.ipb.ac.id](mailto:arnaldydefiana@apps.ipb.ac.id)

Received: 25 September 2024 | Accepted: 18 Desember 2024 | Published: 10 Januari 2025

### ABSTRACT

Beef cattle development in Indonesia has developed in several regions by applying livestock technology and innovation through the Community's Animal Husbandry School (namely Sekolah Peternakan Rakyat, SPR in Indonesia). The SPR program has been established in several regions in Indonesia and has had a positive impact on community's animal husbandry. The condition of livestock in each SPR is still classified as not having good productivity. One of the most important factors in developing livestock populations for breeding and fattening purposes is the availability of good seed sources based on good genetic quality. The grading classification of cattle for breeding and fattening purposes needs to be identified in detail and comprehensively, including through selection based on qualitative and quantitative traits. The main objective of this research is to develop a livestock grading model in Balinese cattle fattening using fuzzy inference system and certainty factor approach. Grading is done by looking at information from the morphometric characteristics of livestock. The method used in this research is quantitative and qualitative data collection with a system of direct interviews with farmers and measurements of their livestock. The parameters used follow the characteristics of animal morphometrics, namely body weight, body length, chest circumference, chest width, hip height, hip width, pelvic height, hip height. The results obtained from the initial data of the experiment show that the classification is divided into three classes, namely class I, class II, and class III.

**Keywords:** certainty factor, fuzzy, grading, SPR

### ABSTRAK

Pengembangan sapi potong di Indonesia telah berkembang di beberapa daerah dengan menerapkan teknologi dan inovasi peternakan melalui program Sekolah Peternakan Rakyat (SPR). Program SPR telah didirikan di beberapa daerah di Indonesia dan telah memberikan manfaat yang positif untuk peternakan rakyat. Kondisi peternakan di setiap SPR masih tergolong belum mencapai tingkat produktivitas yang optimal. Tersedianya sumber bibit yang baik berdasarkan mutu genetik yang tinggi adalah salah satu faktor terpenting dalam mengembangkan populasi ternak untuk tujuan penggemukan dan pembibitan. Penggolongan ternak untuk tujuan pembibitan dan penggemukan perlu diidentifikasi secara rinci dan komprehensif, diantaranya melalui seleksi berdasarkan sifat-sifat kualitatif dan kuantitatif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model grading ternak pada penggemukan sapi bali dengan menggunakan pendekatan fuzzy inference system dan certainty factor. Grading dilakukan dengan melihat informasi dari ciri-ciri morfometrik ternak. Penelitian ini mengumpulkan data kualitatif dan kuantitatif melalui wawancara langsung dengan peternak dan pengukuran terhadap ternak mereka. Parameter yang digunakan mengikuti karakteristik morfometrik ternak, yaitu bobot badan, tinggi pinggul, lebar pinggul, tinggi panggul

*panjang badan, lingkar dada, lebar dada,. Hasil yang diperoleh dari data awal percobaan menunjukkan bahwa klasifikasi dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas I, kelas II, dan kelas III.*

***Kata kunci:*** *certainty factor, fuzzy, grading, SPR*

## 1. PENDAHULUAN

Konsumsi produk hewani di seluruh dunia diperkirakan akan meningkat sebesar 70% hingga tahun 2050, hal ini memperburuk situasi kelaparan manusia [1]. Baik dalam produksi daging maupun susu, peternak berupaya memberikan kondisi terbaik bagi hewan mereka untuk memastikan produktivitas yang optimal. Banyak faktor yang mempengaruhi strategi mereka. Bagi produsen daging, berat akhir sapi saat dipotong menjadi faktor penting yang harus diprediksi [2]. Daging sapi adalah daging yang paling banyak dikonsumsi ketiga di dunia dan dianggap sebagai makanan dengan nilai gizi yang tinggi [3].

Permintaan daging sapi di Indonesia terus meningkat setiap tahun seiring dengan besarnya populasi dan kegemaran masyarakat terhadap daging sapi. Namun, berdasarkan data proyeksi pasokan daging sapi nasional tahun 2014–2024, produksi daging sapi nasional masih belum mencukupi kebutuhan [4]. Sapi potong banyak dibudidayakan oleh peternak di berbagai daerah di Indonesia, umumnya sebagai tabungan atau usaha sampingan. Sapi adalah salah satu ternak utama yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani di Indonesia.

Inovasi dan teknologi peternakan yang lebih baik telah mendorong pertumbuhan sapi potong di beberapa daerah di Indonesia. Program Sekolah Peternakan Rakyat (SPR), yang dikelola oleh LPPM Institut Pertanian Bogor, berusaha menyebarkan teknologi dan inovasi. Program ini telah dilaksanakan di berbagai daerah di Indonesia dan telah menghasilkan manfaat bagi peternakan rakyat. Kondisi ternak pada setiap SPR masih tergolong belum memiliki produktivitas yang baik. Untuk tujuan pembibitan dan penggemukan, salah satu faktor terpenting dalam pengembangan populasi ternak untuk tujuan pembibitan adalah ketersediaan sumber bibit yang baik dengan kualitas genetik yang baik. Untuk mencapai tujuan ini, kelompok ternak harus diidentifikasi secara menyeluruh dan komprehensif, termasuk menggunakan kriteria kuantitatif dan kualitatif. [5].

Penilaian ternak adalah elemen penting dalam industri penggemukan sapi, yang berfungsi sebagai alat fundamental untuk mengevaluasi kualitas dan nilai ternak. Di sektor penggemukan sapi, di mana pertumbuhan dan kesejahteraan hewan secara langsung berdampak pada keuntungan ekonomi, metode penilaian yang tepat dan efektif sangat penting. Metode penilaian tradisional sering kali gagal dalam mengatasi kompleksitas dan ketidakpastian yang melekat dalam penilaian ternak.

Untuk meningkatkan akurasi dan keandalan penilaian ternak, teknologi canggih dan model komputasi telah dieksplorasi, dan di antaranya, Sistem Inferensi Fuzzy (FIS) dan Pemodelan Faktor Kepastian (CFM) telah muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan. Metode komputasi ini dapat mengakomodasi informasi yang tidak tepat dan tidak pasti [6], yang melekat pada proses penilaian ternak, sehingga sangat cocok untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam operasi penggemukan sapi.

Dengan penekanan pada sektor penggemukan sapi, penelitian ini mengeksplorasi penggunaan pemodelan faktor kepastian dan sistem inferensi fuzzy dalam konteks penilaian ternak. Penelitian ini menyelidiki bagaimana metode komputasi ini dapat meningkatkan konsistensi dan objektivitas penilaian ternak, yang akan meningkatkan proses pengambilan keputusan. FIS dan CFM dapat mengubah prosedur penilaian konvensional dan meningkatkan manajemen dan sistem pendukung keputusan dalam industri penggemukan sapi dengan mempertimbangkan berbagai faktor dan ketidakpastian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengklarifikasi manfaat dan aplikasi praktis dari penggabungan Pemodelan *certainity factor* dengan *fuzzy inference system* dalam penilaian sapi untuk memajukan industri penggemukan sapi.

Penggunaan fuzzy sebagai system grading telah dilakukan sebelumnya oleh Aziz dan Hashem [7] pada penelitian mereka. Untuk mengimplementasikan penilaian fuzzy, sistem harus menyediakan: (a) Sebuah nilai yang diberikan dari standar yang berisi persentase yang telah

ditentukan sebelumnya dari populasi ideal yang dengan nilai Kelas I, Kelas II, dan Kelas III [8]. Dalam penelitian ini, persentase ini ditentukan berdasarkan badan standar nasional kualifikasi sapi[9], (b) data parameter sapi yang akan diberikan label grading kelas tersebut.

## 2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

### 2.1. Data Set

Penelitian ini menggunakan data tentang Tinggi Pundak (TP), Panjang Badan (PB), dan Lingkar Dada (LD). Keputusan untuk menggunakan parameter ini sesuai dengan temuan penelitian sebelumnya [10], yang menunjukkan bahwa ketiga parameter tersebut memiliki korelasi yang tinggi, yang berarti ketiga parameter tersebut dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan grading atau kelas. Data yang digunakan terdiri dari 51 sapi bali dari SPR Musi Banyuwasin, yang terdiri dari desa Cinta Damai, Bukit Jaya, dan Mulyorejo. Table 1 menunjukkan beberapa data.

**Tabel 1.** Data set yang digunakan

No	Tinggi Pundak	Lingkar Dada	Panjang Badan	Umur (Bulan)	Berat (Kg)
1	108	144	106	18	202
2	115	155	123	18	230
3	110	149	119	19	231
4	112	150	105	20	200
5	112	148	105	24	232
6	114	164	119	24	266
7	118	157	104	26	230
8	110	154	118	27	255
9	114	150	113	30	226
10	112	156	113	30	244

### 2.1. Algoritma

Berikut adalah tahapan umum untuk membuat Fuzzy Inference System (FIS) menggunakan metode Certainty Factor (CF) dengan parameter input "Tinggi Pundak," "Lingkar Dada," dan "Panjang Badan" yang kemudian mengklasifikasikan ke dalam tiga kelas, yaitu Kelas I, Kelas II, dan Kelas III:

1. Definisi Fungsi Keanggotaan Input dan Output
2. Menentukan aturan Fuzzy
3. Membangun mesin inferensi dengan metode Certainty Factor (CF)
4. Defuzifikasi
5. Implementasi Sistem
6. Uji dan Evaluasi

### 2.2. Implementasi

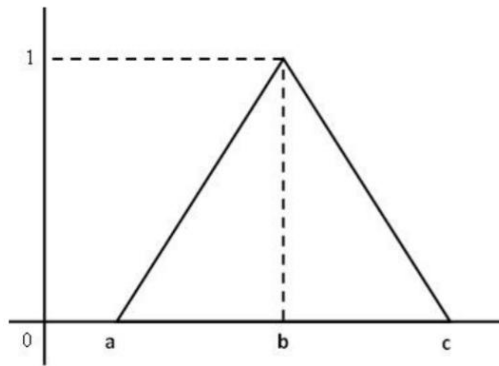
Pada fuzzy inference system terdiri dari tiga tahapan, yaitu fuzifikasi, mesin inferensi dan defuzifikasi.

#### 1. Fuzifikasi

Fuzzifikasi didefinisikan sebagai input yang mengubah nilai kebenaran yang sebenarnya (*crisp input*) menjadi fuzzy input, berupa nilai linguistik berdasarkan fungsi keanggotaan, yang berarti pada proses ini berfokus pada perubahan nilai input (desimal)

menjadi nilai fuzzy (linguistik) [11], [12], [13]. Grafik fungsi keanggotaan yang digunakan adalah segitiga seperti terlihat pada gambar 1. Adapun formula yang digunakan pada grafik fungsi keanggotaan ini dapat dilihat pada persamaan 1.

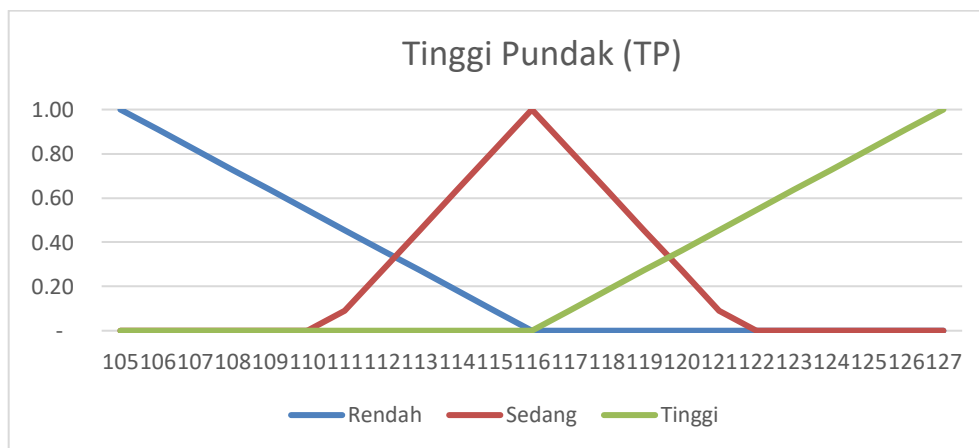
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ or } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$



Gambar 1. Grafik fungsi keanggotaan segitiga

a. Fuzifikasi Tinggi Pundak (TP)

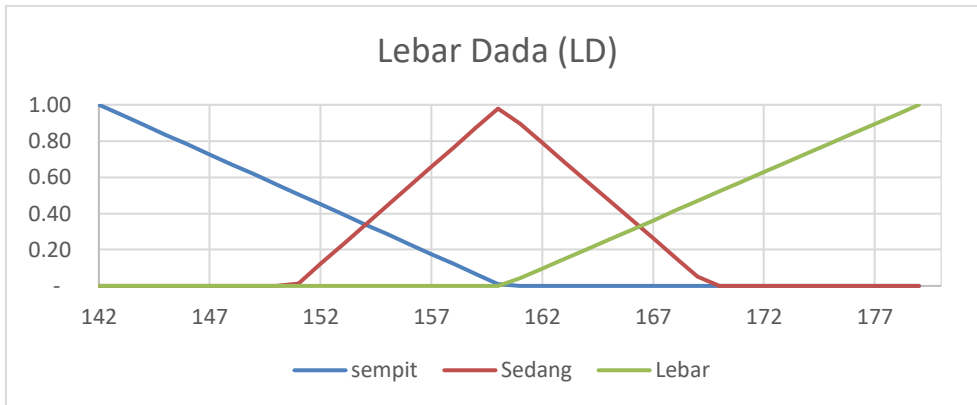
Tinggi Pundak (TP): fungsi keanggotaan yang digunakan yaitu fungsi segitiga dengan rentang setiap kelas, "Rendah," "Sedang," dan "Tinggi". Fungsi segitiga dari TP dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Fungsi segitiga nilai tinggi pundak (TP)

b. Fuzifikasi Lebar Dada (LD)

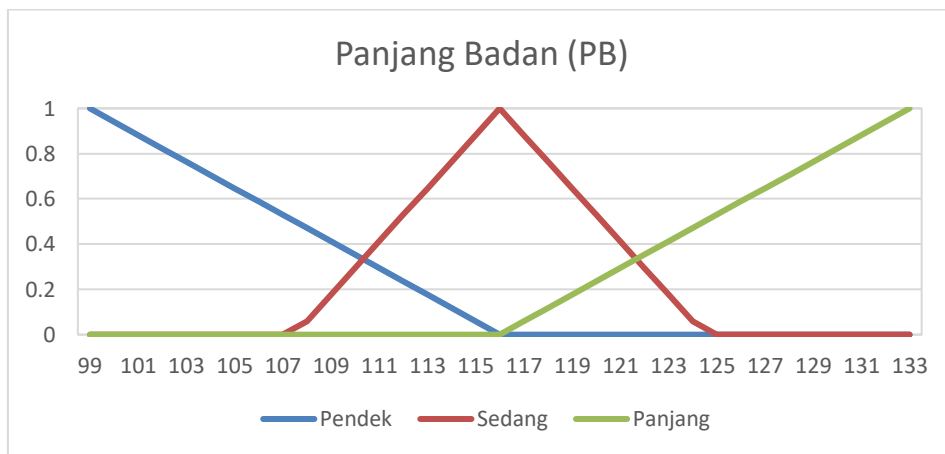
Lingkar Dada (LD): fungsi keanggotaan yang digunakan yaitu fungsi segitiga dengan rentang setiap kelas, "Sempit," "Sedang," dan "Lebar". Fungsi segitiga dari LD dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Fungsi nilai lebar dada (LD)

c. Fuzifikasi Panjang Badan (PB)

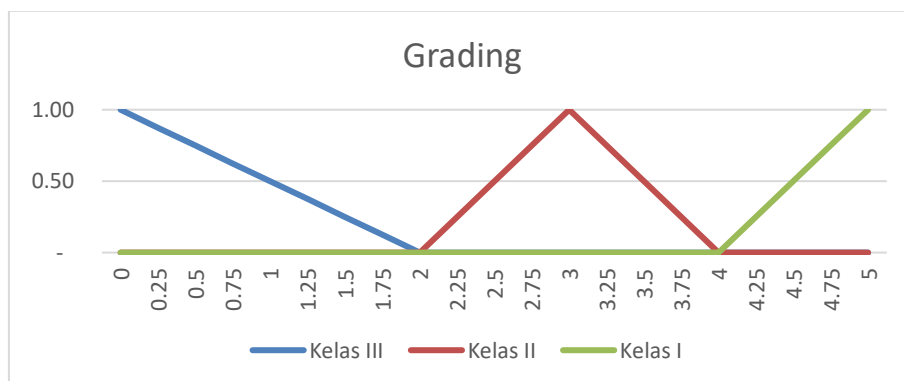
Panjang Badan (PB): fungsi keanggotaan yang digunakan yaitu fungsi segitiga dengan rentang setiap kelas, "Pendek," "Sedang," dan "Panjang". Fungsi segitiga dari PB dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Fungsi nilai panjang badan (PB)

d. Fuzifikasi Grading

Fungsi keanggotaan untuk kelas output, yaitu "Kelas I," "Kelas II," dan "Kelas III" dengan fungsi yang digunakan adalah segitiga yang dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Fungsi nilai grading

2. Mesin inferensi

Mesin inferensi adalah suatu proses dalam menalar nilai input untuk menentukan nilai output sebagai bentuk pemutusan hasil. Dengan adanya proses ini, maka implikasi yang diinginkan akan dapat tercapai[11], [13], [14]. Pada mesin inferensi dilakukan menggunakan metode *certainty factor* (CF). Aturan fuzzy yang digunakan dapat dilihat pada table 2, dimana terdapat 27 aturan yang ddigunakan. Sebagai contoh jika Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Sempit maka Kelas III, dan jika Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Lebar maka Kelas I.

*Certainty Factor* adalah cara untuk menunjukkan apakah sebuah fakta bersifat pasti atau tidak pasti dalam bentuk matriks, dan ini umumnya digunakan dalam sistem pakar. [6], [15]. metode CF bisa mendapatkan kesimpulan yang akurat dengan lebih sedikit komputasi dan akurasi yang lebih tinggi[16]. Bentuk dasar dari rumus *Certainty Factor* adalah aturan IF E THEN H seperti yang ditunjukkan oleh persamaan 2 [15].

$$CF(H, e) = CF(E, e) \times CF(H, E) \tag{2}$$

Dimana:

CF(H, e) : Hipotesis Faktor Kepastian yang dipengaruhi oleh bukti e

CF(E, e) : Faktor Kepastian bukti E dipengaruhi oleh bukti e.

CF(H, E) : Hipotesis Faktor Kepastian dengan asumsi bukti diketahui dengan pasti, e ketika CF (E, e) = 1

selanjutnya dengan menggunakan persamaan 3 [15] dapat diperoleh gabungan dari CF sebagai berikut:

$$CF_{combine}: CF[H, E]_{1,2} = CF[H, E]_1 + CF[H, E]_2 \times (1 - CF[H, E]_1) \tag{3}$$

**Tabel 2.** Aturan fuzzy pada mesin inferensi

Rule	Description
[R1]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas III
[R2]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas III
[R3]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas III
[R4]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas III
[R5]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas II
[R6]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas II
[R7]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas II
[R8]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas II
[R9]	IF Tinggi Pundak Rendah AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas I
[R10]	IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas III

- [R11] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas II
- [R12] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas II
- [R13] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas II
- [R14] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas II
- [R15] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas II
- [R16] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas II
- [R17] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas II
- [R18] IF Tinggi Pundak Sedang AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas I
- [R19] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas II
- [R20] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas II
- [R21] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Pendek AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas I
- [R22] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas II
- [R23] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas II
- [R24] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Sedang AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas I
- [R25] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Sempit THAN Kelas II
- [R26] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Sedang THAN Kelas I
- [R27] IF Tinggi Pundak Tinggi AND Panjang Badan Panjang AND Lingkar Dada Lebar THAN Kelas I
- 

### 3. Defuzifikasi

Defuzifikasi adalah proses perubahan nilai *membership function* menjadi nilai Nyata [11], [13], [14] Defuzifikasi dilakukan untuk mengembalikan nilai dari hasil perhitungan mesin inferensi menjadi nilai tegas. Dalam pemodelan ini defuzifikasi dilakukan menggunakan metode titik Tengah menggunakan persamaan [11]

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Perhitungan secara manual

Berikut ini salah satu contoh perhitungan secara manual berdasarkan data yang diperoleh, sebagai contoh jika diketahui Tinggi Pundak (TP) = 115, Lingkar Dada (LD) = 155, dan Panjang Badan (PB) = 123.



1. Fuzifikasi

Menentukan nilai keanggotaan untuk setiap parameter

a. Tinggi Pundak (TP)

TP = 115, berada diantara rendah dan sedang sehingga dapat dihitung nilai dari derajat keanggotannya sebagai berikut;

Pada grafik keanggotaan rendah maka nilai  $\mu$  adalah  $x = 115$ ,  $b = 105$ , dan  $c = 116$

$$\text{sehingga dapat dihitung } \mu = \frac{(c-x)}{(c-b)} = \frac{(116-115)}{(116-105)} = 0.090$$

Pada grafik keanggotaan sedang maka nilai  $\mu$  adalah  $x = 115$ ,  $a = 110.5$ , dan  $b = 116$

$$\text{sehingga dapat dihitung } \mu = \frac{(x-a)}{(b-a)} = \frac{(115-110.5)}{(116-110.5)} = 0.818$$

b. Lingkar Dada (LD)

LD = 155, berada diantara sempit dan sedang sehingga dapat dihitung nilai dari derajat keanggotannya sebagai berikut;

Pada grafik keanggotaan sempit maka nilai  $\mu$  adalah  $x = 155$ ,  $b = 142$ , dan  $c = 160.2$

$$\text{sehingga dapat dihitung } \mu = \frac{(c-x)}{(c-b)} = \frac{(160.2-155)}{(160.2-142)} = 0.285$$

Pada grafik keanggotaan sedang maka nilai  $\mu$  adalah  $x = 155$ ,  $a = 150.875$ , dan  $b = 160.2$

$$\text{sehingga dapat dihitung } \mu = \frac{(x-a)}{(b-a)} = \frac{(155-150.875)}{(160.2-150.875)} = 0.442$$

c. Panjang Badan (PB)

PB = 123, berada diantara sempit dan sedang sehingga dapat dihitung nilai dari derajat keanggotannya sebagai berikut;

Pada grafik keanggotaan panjang maka nilai  $\mu$  adalah  $x = 123$ ,  $a = 116$ , dan  $b = 133$

$$\text{sehingga dapat dihitung } \mu = \frac{(x-a)}{(b-a)} = \frac{(123-116)}{(133-116)} = 0.411$$

Pada grafik keanggotaan sedang maka nilai  $\mu$  adalah  $x = 123$ ,  $b = 116$ , dan  $c = 124.5$

$$\text{sehingga dapat dihitung } \mu = \frac{(c-x)}{(c-b)} = \frac{(124.5-123)}{(124.5-116)} = 0.176$$

2. Mesin Inferensi

Berdasarkan hasil perhitungan untuk setiap parameter diperoleh derajat keanggotaan masing-masing parameter pada setiap rentang yaitu TP pada keanggotaan rendah sebesar 0.090, sedangkan pada keanggotaan sedang sebesar 0.818, Adapun nilai LD pada keanggotaan sempit sebesar 0.285 dan keanggotan sedang sebesar 0.442, Untuk nilai PB pada keanggotaan Panjang sebesar 0.411 dan keanggotaan sedang sebesar 0.176.

Menggunakan metode *certainty factor* dengan derajat keanggotaan sebagai derajat kepastian dapat dihitung:

Kelas I [R27]

$$CF[A] = CF[TP] + CF[PB] \times (1 - CF[TP])$$

$$= 0 + 0.411 \times (1 - 0) = 0.411$$

$$CF[B] = CF[LD] + CF[A] \times (1 - CF[LD])$$

$$= 0 + 0.411 \times (1 - 0) = 0.411$$

Kelas II [R14]

$$CF[A] = CF[TP] + CF[PB] \times (1 - CF[TP])$$

$$= 0.818 + 0.176 \times (1 - 0.818) = 0.850032$$

$$CF[B] = CF[LD] + CF[A] \times (1 - CF[LD])$$

$$= 0.442 + 0.850032 \times (1 - 0.442) = 0.91632$$

Kelas III [R1]

$$CF[A] = CF[TP] + CF[PB] \times (1 - CF[TP])$$

$$= 0.090 + 0 \times (1 - 0.090) = 0.090$$

$$CF[B] = CF[LD] + CF[A] \times (1 - CF[LD])$$

$$= 0.285 + 0.090 \times (1 - 0.285) = 0.34935$$

Perhitungan dilakukan untuk setiap Rule yang ada.

### 3. Defuzifikasi

Berdasarkan hasil dari perhitungan kombinasi *certainty factor* untuk masing-masing parameter, defuzifikasi dilakukan dengan mengambil nilai maksimum untuk setiap kelas, yang kemudian dikalikan dengan persentase untuk menghasilkan prosentase untuk masing-masing kelas.

Kelas I:

[R9]	0,465240642	[R24]	0,176470588
[R18]	0,893048128	[R26]	0,671976029
[R21]	0	[R27]	0,411764706

Sehingga nilai maksimum adalah 0,893048128, kemudian dikalikan 100% diperoleh nilai 89.3%

Kelas II:

[R5]	0,582514946	[R13]	0,893048128	[R19]	0,285714286
[R6]	0,251336898	[R14]	0,916502989	[R20]	0,442359249
[R8]	0,70179639	[R15]	0,85026738	[R22]	0,411764706
[R11]	0,898610773	[R16]	0,923605806	[R23]	0,540766441
[R12]	0,818181818	[R17]	0,940359278	[R25]	0,579831933

Sehingga nilai maksimum adalah 0,940359278, kemudian dikalikan 100% diperoleh nilai 94%

Kelas III:

[R1]	0,350649351	[R4]	0,465240642
[R2]	0,493053863	[R7]	0,61802903
[R3]	0,090909091	[R10]	0,87012987

Sehingga nilai maksimum adalah 0,87012987, kemudian dikalikan 100% diperoleh nilai 87%

### 3.2. Analisis

Berdasarkan hasil perhitungan manual, sapi dengan informasi yang diberikan termasuk dalam kelas II dengan persentase 94%. Dengan menggunakan model yang telah dibangun, klasifikasi atau grading sapi Bali dapat ditentukan berdasarkan parameter Tinggi Pundak, Lebar Badan, dan Panjang Badan. Tabel 3 menunjukkan data secara keseluruhan dan hasil klasifikasi menggunakan perhitungan manual.

Penggunaan *certainty factor* dalam *fuzzy inference system* dapat diterapkan pada tahap mesin inferensi. Ini membuktikan bahwa modifikasi terhadap *fuzzy inference system* dapat dilakukan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa klasifikasi atau grading ternak berhasil dilakukan menggunakan model tersebut.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan secara manual

No	Tinggi Pundak	Lingkar Dada	Panjang Badan	Umur (Bulan)	Berat (Kg)	Persentase (%)			Kelas
						Kelas I	Kelas II	Kelas III	
1	108	144	106	18	202	72,73	95,48	98,77	III
2	115	155	123	18	230	89,30	94,04	87,01	II
3	110	149	119	19	231	64,71	86,43	93,83	III
4	112	150	105	20	200	64,71	84,49	90,13	III
5	112	148	105	24	232	64,71	88,36	92,60	III
6	114	164	119	24	266	76,11	94,60	71,12	II
7	118	157	104	26	230	75,94	96,33	91,19	II
8	110	154	118	27	255	76,47	92,89	92,95	III
9	114	150	113	30	226	64,71	94,36	87,31	II
10	112	156	113	30	244	64,71	89,88	82,72	II

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan model *fuzzy inference system* menggunakan metode *certainty factor*, diketahui bahwa grading dapat diterapkan pada sapi Bali. Data menunjukkan bahwa rata-rata sapi Bali di salah satu SPR, yaitu Musi Banyuasin, yang dijadikan bahan penelitian umumnya masuk dalam kategori kelas II dan kelas III.

Pemodelan ini juga dapat diterapkan pada jenis sapi lainnya dengan menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu Tinggi Pundak, Panjang Badan, dan Lebar Dada.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. da Silva Santos, V. W. C. de Medeiros, and G. E. Gonçalves, "Monitoring and classification of cattle behavior: a survey," Feb. 01, 2023, Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.jatech.2022.100091.
- [2] M. Hakem, Z. Boulouard, and M. Kissi, "Classification of Body Weight in Beef Cattle via Machine Learning Methods: A Review," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2021, pp. 263–268. doi: 10.1016/j.procs.2021.12.238.
- [3] K. Nikolaou, P. Koutsouli, and I. Bizelis, "Evaluation of greek cattle carcass characteristics (carcass weight and age of slaughter) based on SEUROP classification system," *Foods*, vol. 9, no. 12, Dec. 2020, doi: 10.3390/foods9121764.
- [4] Rahmat and W. Prasetya, *Kupas Tuntas Beternak Sapi Potong*, 1st ed. Depok: Penebar Swadaya, 2022.
- [5] A. Irianto, A. Gunawan, and Muladno, "Perbaikan Mutu Genetik Melalui Sistem Grading Ternak dalam Upaya Menunjang Program Pemuliaan Berbasis Digital," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, vol. 7, no. 1, p. 29, Jan. 2020, doi: 10.33772/jitro.v7i1.8907.
- [6] A. Agusta, F. Y. Arini, and R. Arifudin, "Implementation of Fuzzy Logic Method and Certainty Factor for Diagnosis Expert System of Chronic Kidney Disease," *Journal of Advances in Information Systems and Technology*, vol. 2, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jaist>
- [7] A. Aziz and M. M. A. Hashem, "Fuzzy Logic-Based Assessment of Students Learning Outcome in Implementing Outcome-Based Education," in *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 95, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022, pp. 745–759. doi: 10.1007/978-981-16-6636-0\_56.

- [8] K. Chatzistavrou, G. Kakarontzas, and L. Angelis, “Fuzzy grading for adaptability in a learning platform,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Nov. 2016. doi: 10.1145/3003733.3003766.
- [9] [BSN] and Badan Standardisasi Nasional, “Standar Nasional Indonesia Bibit sapi Bali,” Jakarta, 2020.
- [10] Andilah, Muhsinin, and Maskur, “Korelasi Bobot Badan Dengan Ukuran Tubuh Sapi Bali Jantan Muda Yang,” *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, vol. 7, no. 2, pp. 68–75, 2021.
- [11] A. T. Khomeiny, T. Restu Kusuma, A. N. Handayani, A. Prasetya Wibawa, and A. H. Supadmi Irianti, “Grading System Recommendations for Students using Fuzzy Mamdani Logic,” in *2020 4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, IEEE, Sep. 2020, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9230299.
- [12] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [13] T. Sutojo, E. Mulyanto, and V. Suhartono, *Buku Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: ANDI, 2011.
- [14] Jamaaludin and I. Sulistyowati, *Buku Ajar Kecerdasan Buatan*. Sidoarjo: UMSIDA PRESS, 2021.
- [15] F. Agus, H. E. Wulandari, and I. F. Astuti, “Expert System With Certainty Factor For Early Diagnosis Of Red Chili Peppers Diseases,” 2017.
- [16] J. Yuan, S. Zhang, S. Wang, F. Wang, and L. Zhao, “Process abnormality identification by fuzzy logic rules and expert estimated thresholds derived certainty factor,” *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, vol. 209, p. 104232, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.chemolab.2020.104232.