

**ESTIMASI BOBOT SAPI BERDASARKAN REGISTRASI CITRA DIGITAL DENGAN
METODE FRAKTAL DAN KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOR (KNN)
CATTLE WEIGHT ESTIMATION BASED ON DIGITAL IMAGE REGISTRATION WITH
FRACTAL METHOD AND K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) CLASSIFICATION**

Utari Hustita Dewi¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Dr. drh. Endang Yuni S., M.Sc.Ag.³

^{1,2} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

¹utarihustita22@gmail.com ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id

³endang.setyowati65@gmail.com

Abstrak

Sapi adalah hewan ternak anggota suku Bovidae dan anak suku Bovinae[1]. Sapi dipelihara sebagai sumber daging, tenaga kerja, dan dimanfaatkan susunya. Karena banyak kegunaan ini, sapi telah menjadi bagian dari kebudayaan Indonesia sejak lama yang akhirnya dijadikan sebagai ladang untuk berbisnis. Bobot sapi merupakan indikator yang sangat penting sebagai penilaian produktivitas dan untuk mengetahui keberhasilan bisnis ternak sapi[2]. Salah satu cara untuk mengetahui bobot sapi dengan menggunakan timbangan ternak. Namun, timbangan ternak dinilai masih kurang efisien, untuk membantu memberikan cara yang lebih praktis dan efisien, pemasalahan diatas dapat diatasi dengan mengestimasi bobot sapi dengan konsep registrasi citra digital. Metode yang digunakan adalah metode fraktal untuk memisahkan citra sapi dengan latar belakang dan objek-objek pengganggu. Hasilnya ditemukan ciri berupa lebar dada dan panjang badan sapi yang digunakan dalam perhitungan dan proses klasifikasi. Klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah K-Nearest Neighbor (KNN).

Sistem yang telah dirancang dalam program aplikasi estimasi bobot sapi memerlukan input berupa citra atau gambar sapi dan menghasilkan output berupa bobot beserta klasifikasi sapi berdasarkan bobot karkas yang diperoleh. Program aplikasi yang diimplementasikan untuk mengestimasi bobot sapi, dirancang dalam software Matlab dan ditampilkan dalam bentuk GUI (Graphic User Interface). Kolaborasi dari metode fraktal dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dapat menghasilkan suatu sistem yang memiliki akurasi estimasi bobot sapi sebesar 79,11% dan akurasi klasifikasi sebesar 85,71% dengan waktu komputasi 0,316 detik.

Kata kunci: Bobot Sapi, Registrasi Citra Digital, Fraktal, *K-Nearest Neighbor*.

Abstract

Beef cattle are livestock members of the Bovidae tribe and Bovinae tribe children [1]. Cattle weight is a very important indicator as a consideration of productivity and to determine the success of cattle business [2]. One of many ways to find out the cattle weight is by using cattle scales. The problem can be solved by estimating the cattle weight by using the concept of digital image registration. The method used to separate the image of a cow with a background and disturbing objects is called fractal method. The result had shown the characteristics of the chest width and length of the cow body which was used in the calculation and classification process. The classification used in this study is K-Nearest Neighbor (KNN).

The system has been designed in the application program to calculate the cattle weight demands input in the form of images or images of cows and produces output in the form of weights and also cows classification based on the obtained cows weight. The application program which is implemented to estimate cattle weight was designed in Matlab software and shown by a GUI (Graphic User Interface). Collaboration from fractal method and K-Nearest Neighbor classification can produced a system which has the highest value of 79.11% and classification accuracy of 85.71% with a computing time of 0.316 seconds.

Key words : *Cattle Weight, Digital Image Registration, Fractal, K-Nearest Neighbor*

1. Pendahuluan

Sapi merupakan hewan ternak yang berasal dari suku Bovidae dan anak suku Bovinae[1]. Suku Bovidae sendiri adalah keluarga biologis hewan berkuku belah dan hewan pemamah biak yang anggotanya terdiri dari bison, kerbau, rusa, domba, kambing, dan hewan sejenisnya. Sapi dipelihara

sebagai sumber daging, tenaga kerja, dan dimanfaatkan susunya. Bahkan, kotoran sapi merupakan pupuk yang dapat menyuburkan lahan pertanian. Karena banyak kegunaan ini, sapi telah menjadi bagian dari kebudayaan Indonesia sejak lama yang akhirnya dijadikan sebagai ladang untuk berbisnis.

Terdapat beberapa cara untuk mengetahui besarnya bobot sapi, pertama dengan melakukan penimbangan sapi secara manual menggunakan timbangan konvensional. Namun, timbangan konvensional dinilai masih kurang efisien karena ukuran timbangan yang cukup besar dan tidak fleksibel untuk dibawa-bawa serta harga timbangan yang relatif mahal. Belum lagi naluri sapi sebagai hewan yang susah dikendalikan. Kedua, bobot sapi dapat ditentukan dengan penafsiran atau perkiraan secara visual oleh ahli. Tetap saja, cara tersebut dinilai kurang akurat, karena bobot sapi ditentukan berdasarkan penglihatan semata bahkan tak jarang dilakukan secara sembarangan (random) demi menguntungkan salah satu pihak saja dalam proses jual beli sapi. Ketiga, perhitungan bobot karkas sapi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan oleh para ahli seperti Rumus Schoorl, Denmark, dan Winter. Penggunaan ketiga rumus diatas memerlukan parameter berupa lingkaran dada dan panjang badan sapi. Parameter tersebut diperoleh melalui pengukuran tubuh sapi secara manual menggunakan pita ukur. Oleh karena itu, ketiga rumus diatas jarang digunakan akibat pengukuran tubuh sapi secara manual dianggap sulit dilakukan.

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pendugaan bobot karkas sapi pada jenis sapi tertentu melalui proses segmentasi citra dengan berbagai metode dan klasifikasi yang berbeda. Dapat diketahui setelah melakukan pengujian dan analisis dengan metode dan klasifikasi yang berbeda-beda menghasilkan tingkat akurasi diatas 70% atau bisa dikatakan sudah cukup baik. Pada penelitian sebelumnya juga perancangan tidak hanya menggunakan software MATLAB saja melainkan juga memakai software Android. Namun, kendala yang terjadi pada software Android adalah perbedaan citra yang dihasilkan dari perangkat yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi tingkat akurasi yang dihasilkan. Melalui proses registrasi citra dan dirancang dengan satu software saja, diteliti mendapatkan ukuran yang lebih akurat. Metode yang digunakan pada penelitian proposal tugas akhir ini adalah metode fraktal dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (K-NN).

2. Dasar Teori

2.1. Sapi

2.1.1 Definisi Sapi

Sapi adalah hewan ternak yang berasal dari suku Bovidae dan anak suku Bovinae [1]. Suku Bovidae sendiri adalah keluarga biologis hewan berkuku belah dan hewan pemamah biak yang anggotanya terdiri dari bison, kerbau, rusa, domba, kambing, dan hewan sejenisnya. Sapi dipelihara sebagai sumber daging, tenaga kerja, dan dimanfaatkan susunya. Bahkan, kotoran sapi merupakan pupuk yang dapat menyuburkan lahan pertanian. Dilihat dari segi pemanfaatannya, maka sapi dibagi menjadi sapi pedaging, sapi pekerja, dan sapi perah.

2.1.2 Cara Pengukuran Berat Sapi

Untuk mengetahui bobot hidup sapi dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu penimbangan secara konvensional dan perhitungan menggunakan rumus.

2.1.2.1 Pengukuran Berat Sapi dengan Konvensional[3]

Penimbangan dengan metode ini hendaklah dilakukan dengan urutan dan tata cara yang tetap, agar mendapatkan berat badan yang mendekati kebenaran. Penimbangan sebaiknya dilakukan pagi hari sebelum diberi makan, dan dilakukan di kandang jepit.

2.1.2.2 Pengukuran Berat Sapi secara Pengukuran Parameter Tubuh Sapi[4]

Bagi orang-orang yang belum berpengalaman, diperlukan satu metode sederhana untuk menentukan berat badan ternak yang akan dibeli. Bila dicermati, penampang tubuh sapi menyerupai bentuk geometri berupa tabung. Untuk mencari volume tabung harus diketahui luas alas dan tinggi tabung. Dalam hal ini, lingkaran dada sapi dapat diasumsikan sebagai luas alas bentuk lingkaran dan panjang badan sebagai tinggi tabung [5]. Lingkaran dada (LD) biasanya diukur dengan melingkarkan meteran kain pada bagian dada sapi, tepat di bagian belakang kaki depan.

2.1.2.3 Pengukuran Berat Sapi Menggunakan Rumus[6]

Pengukuran berat sapi bisa dilakukan dengan menggunakan beberapa rumus, yaitu :

1. Rumus *Schoorl*

$$BB = \frac{(LD+22)^2}{100} \quad (1)$$

Keterangan:

LD : Lingkar Dada (cm)

BB : Bobot Badan (kg)

2. Rumus *Winter*

$$BB = \frac{LD^2 \times PB}{300} \quad (2)$$

Keterangan:

LD : Lingkar Dada (cm)

BB : Bobot Badan (kg)

PB : Panjang Badan (inchi)

3. Rumus *Denmark*

$$BB = \frac{(LD+18)^2}{10840} \quad (3)$$

Keterangan:

LD : Lingkar Dada (cm)

BB : Bobot Badan (kg)

2.2. Citra Digital

Citra digital dibentuk oleh kumpulan titik yang dinamakan piksel. Setiap piksel digambarkan sebagai satu kotak kecil. Setiap piksel mempunyai koordinat posisi dan sebuah piksel mempunyai koordinat berupa (x, y) .

Citra digital dinyatakan dengan matriks dimana baris dan kolomnya menyatakan suatu piksel pada citra tersebut dan elemen matriksnya menyatakan tingkat keabuan pada piksel tersebut. Matriks dari citra digital berukuran $N \times M$ (baris x kolom), seperti persamaan 1 dibawah ini:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & \cdots & f(0,M) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & \cdots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (4)$$

2.2.1 Citra Biner

Citra biner adalah merupakan bagian dari citra gray-level yang hanya memiliki dua level keabuan, yaitu 0 untuk warna hitam dan 1 untuk warna putih, sehingga setiap piksel dari citra biner dikodekan dengan hanya menggunakan 1 bit [7].

2.2.2 Citra Berwarna

Citra berwarna adalah citra yang secara visual memiliki kandungan informasi warna, dimana warna ini direpresentasikan dalam nilai-nilai piksel yang mengandung komponen *luminance*, *hue*, dan *chrominance/saturation*.

2.2.3 Citra Gray-Level[7]

Citra *gray-level* (skala keabuan) merupakan citra dimana nilai pikselnya hanya diwakilkan oleh nilai *luminance*, yang umumnya dikodekan dalam 8-bit atau artinya memiliki skala keabuan yang bervariasi dari nilai 0 sampai 255 $(2^8 - 1)$.

2.2.4 Citra JPEG

JPEG adalah suatu format file citra yang memiliki ukuran kecil (mini) dibandingkan format file citra yang lainnya. *Joint Photographic Expert Group* (JPEG) sering disingkat menjadi JPG. Format file JPEG atau JPG dapat menampilkan warna citra dengan kedalaman hingga 24-bit *true colour*.

2.3. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra digital merupakan suatu proses pada sebuah sistem dengan input berupa citra dan output berupa citra hasil pengolahan. Proses pengolahan citra adalah pemrosesan citra khususnya dengan menggunakan komputer agar mudah diinterpretasikan oleh manusia atau mesin. Biasanya proses pengolahan tersebut dilakukan dengan menggunakan suatu algoritma untuk memperbaiki kualitas citra, mengurangi noise, mencari ciri dari citra, dan melakukan transformasi

citra [8]. Dengan pengolahan citra, citra yang mengalami degradasi mutu dapat dimanipulasi menjadi citra yang kualitasnya sudah diperbaiki.

2.4. Registrasi Citra

Terdapat bermacam-macam definisi registrasi citra, diantaranya adalah registrasi citra merupakan proses overlay dua atau lebih citra dengan obyek yang sama, yang diambil pada waktu yang berbeda, dari sudut pandang yang berbeda, dan atau oleh sensor yang berbeda pula.

Registrasi citra dapat dilakukan pada domain spasial dan domain frekuensi. Pada domain spasial, registrasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata, median, atau ukuran statistika lainnya pada setiap nilai derajat keabuan (*gray scale*) atau RGB. Registrasi citra pada domain spasial akan bekerja dengan baik jika diaplikasikan pada citra yang memiliki tingkat ketidakteraturan yang cukup kecil, artinya adalah citra tersebut memiliki selisih nilai yang relatif kecil. Sedangkan pada domain frekuensi dilakukan dengan menggunakan Transformasi Fourier, yaitu nilai matriks dari citra yang sebelumnya berada pada domain spasial diubah ke domain frekuensi. Metode yang mengacu pada Transformasi Fourier mampu memberikan nilai rotasi yang besar, perbesaran, dan pergeseran untuk mendapatkan hasil registrasi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode pada domain spasial. Konsep registrasi citra pada domain spasial dan frekuensi adalah estimasi pergeseran dan estimasi rotasi.

2.5. Fraktal

Inti dari konsep fraktal adalah adanya proses penyusunan ulang komponen-komponen yang identik yang memiliki kesamaan diri (*self-similarity*) dalam jumlah besar. Berdasarkan sifatnya, fraktal secara umum dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu fraktal *self-similarity*, fraktal acak (stokastik), dan fraktal *self-affine*. Fraktal *self-similarity* adalah fraktal yang potongan kecil bagiannya memiliki bentuk yang sama persis dengan keseluruhannya. Fraktal acak (stokastik) adalah fraktal yang tidaklah self-similar secara eksak namun dalam pengertian statistik tetap *self-similar*. Fraktal *self-affine* adalah fraktal yang potongan kecil bagiannya memiliki bentuk yang tidak sama persis sama dengan bentuknya secara keseluruhan.

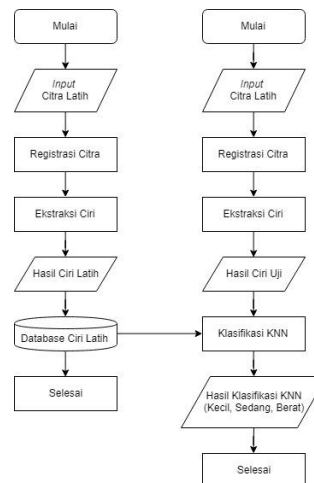
2.6. K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor adalah suatu metode untuk melakukan klasifikasi suatu data. Klasifikasi objek dilakukan berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Dalam metode *K-Nearest Neighbor* dihitung nilai jarak antara titik yang merepresentasikan data uji dengan semua titik yang merepresentasikan data latihnya [9]. Metode ini digunakan untuk mengklasifikasikan terhadap dua kelas dimana dibutuhkan data latih sebagai acuan terhadap data uji, sehingga nilai k yang diambil akan menentukan banyak data dari dua kelas yang masuk ke dalam region tersebut.

3. Perancangan dan Realisasi Sistem

3.1 Diagram Alur Sistem

Sistem pada program aplikasi estimasi bobot sapi berbasis pengolahan citra digital menggunakan Matlab dilakukan melalui beberapa tahapan yang bisa dilihat pada Gambar 1. Proses identifikasi dibagi menjadi dua proses, yaitu proses latih dan proses uji. Proses latih merupakan proses pencarian nilai parameter yang menjadi acuan untuk database program, dimana nilai parameter tersebut dicocokkan dengan citra uji untuk kelas yang nantinya akan dilakukan proses klasifikasi.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Sistem

3.1.1 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap mendapatkan citra digital. Proses akuisisi didapatkan dari gambar yang diambil menggunakan perangkat kamera DSLR.

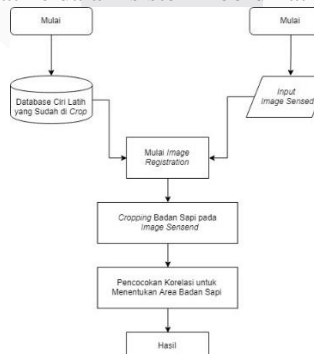
Dalam proses akuisisi citra, foto yang digunakan diambil dari sisi samping. Jarak pengambilan gambar antara kamera dengan sapi adalah sejauh satu setengah meter dan dengan intensitas cahaya yang sama. Posisi sapi diambil ketika berada di depan kain hijau untuk memudahkan dalam proses. Format foto sapi berupa *.jpg. Citra digital tersebut memiliki resolusi 5184×3456 pixel. Resolusi tersebut merupakan resolusi yang didapat dari kamera DSLR yang digunakan untuk pengambilan citra sapi.



Gambar 2. Citra Sapi Tampak Samping

3.1.2 Registrasi Citra

Registrasi citra adalah proses penempatan objek berupa image atau citra yang belum mempunyai acuan sistem koordinat ke dalam sistem koordinat dan proyeksi tertentu.



Gambar 3. Diagram Alur Registrasi Citra

Proses yang terdapat pada registrasi citra :

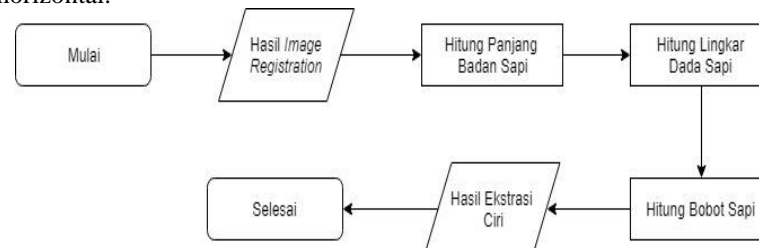
1. *Input image reference.*
2. Mengambil *database image reference* yang sudah di *crop*.
3. *Input image sensed.*

4. *Cropping image sensed.*
5. Perhitungan korelasi antara citra hasil *database cropping image reference* dan hasil *cropping image sensed.*
6. Citra keluaran.

3.1.3 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri (*Feature Extraction*) merupakan suatu cara atau teknik untuk mengambil ciri dari citra guna melakukan pengenalan pola. Pada tahap ini dilakukan untuk mendapatkan ciri dari citra sapi.

Informasi yang diperlukan untuk menghitung berat sapi adalah panjang badan dan lingkaran dada sapi. Sehingga ciri yang diambil dari citra sapi adalah pada bagian lingkaran dada yang diambil dari banyak pixel secara vertikal dan panjang badan yang diambil dari banyak pixel secara horizontal.



Gambar 4. Diagram Alur Ekstraksi Ciri

3.1.4 Klasifikasi

Proses klasifikasi menindaklanjuti hasil dari proses ekstraksi ciri. Semua informasi yang sudah tercatat akan diklasifikasikan dengan menggunakan *K-Nearest Neighbour* dengan nilai $k=1$. Pada dasarnya algoritma ini akan menghitung jarak antara nilai ciri yang dimiliki oleh data uji menuju data latih. Lalu, jarak jarak tersebut akan dipilih jarak terpendeknya. Setelah itu, klasifikasi mengeluarkan hasil apakah citra uji termasuk ternak sapi besar, sedang, atau kecil.

3.2 Performansi Sistem

Setelah semua tahapan dari proses citra latih dan citra uji, maka dilakukan evaluasi terhadap performansi sistem yang telah dibuat. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem. Parameter yang digunakan untuk evaluasi ini adalah:

1. Akurasi Sistem

Akurasi merupakan ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara matematis dapat dituliskan seperti persamaan 5, 6, dan 7.

$$\text{Percent of Error} = \left| \frac{\text{Berat sistem} - \text{Berat asli}}{\text{Berat asli}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Akurasi Estimasi} = 100\% - \text{Percent of Error} \quad (6)$$

$$\text{Akurasi Klasifikasi} = \frac{\sum \text{data benar}}{\sum \text{data}} \times 100\% \quad (7)$$

2. Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi dihitung dengan menggunakan waktu selesai dikurangi waktu mulai, sehingga akan didapatkan waktu komputasi sistem. Persamaan waktu komputasi terdapat pada persamaan 8.

$$\text{Waktu Komputasi} = \text{Waktu Selesai} - \text{Waktu Mulai} \quad (8)$$

4. Pengujian dan Analisis Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa baik performansi sistem yang telah dirancang. Total citra sapi yang dijadikan sebagai sampel adalah 56 citra, dengan jumlah sapi sebanyak 7 ekor yang diambil citra setiap satu sapi sebanyak 8 buah. Citra sapi terdiri dari kelas sapi berbeda yaitu kecil, sedang, dan besar. Pada data latih digunakan 35 citra sapi dari tiga kelas yang berbeda. Sedangkan pada data uji digunakan 21 citra sapi dari tiga kelas yang berbeda pula. Seluruh citra sapi tersebut merupakan citra tampak samping dari sapi yang diketahui bobotnya.

4.1 Hasil Pengujian Skenario 1

Pada bagian ini dilakukan analisis pengujian sistem terhadap nilai *threshold* terhadap akurasi bobot sapi yang dihasilkan dan waktu komputasi. Perubahan nilai *threshold* dimulai dari 0.1 hingga 1. Berikut adalah grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1 merepresentasikan hasil pengujian skenario 1:

Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai *Threshold* Terhadap Waktu Komputasi dan Akurasi

Nilai <i>Threshold</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
0,1	80,95%	0,4225
0,2	80,95%	0,3915
0,3	80,95%	0,4623
0,4	80,95%	0,3568
0,5	80,95%	0,365
0,6	80,95%	0,3626
0,7	80,95%	0,3584
0,8	80,95%	0,3617
0,9	80,95%	0,3904
1	80,95%	0,3753

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa nilai *threshold* tidak mempengaruhi akurasi sistem. Seluruh nilai *threshold* yang digunakan pada pengujian skenario 1 menghasilkan akurasi sistem yang sama yaitu 80,75%.

4.2 Hasil Pengujian Skenario 2

Pada pengujian skenario 2, dilakukan analisis pengaruh perubahan ukuran matriks ciri dimensi fraktal terhadap akurasi dan waktu komputasi sistem. Berikut adalah hasil pengujian skenario 2:

Tabel 2. Hasil Pengaruh Jumlah Dimensi Fraktal Terhadap Akurasi Sistem

Nilai <i>s</i> Matriks Ciri	Jumlah Dimensi Fraktal	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
[2]	1	80,95%	0,3551
[2 4]	2	80,95%	0,3622
[2 4 8]	3	80,95%	0,4679
[2 4 8 16]	4	80,95%	0,3919
[2 4 8 16 32]	5	85,71%	0,3969

Berdasarkan Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian skenario 2 yaitu jumlah dimensi fraktal adalah 5 dengan nilai *s* matriks ciri [2 4 8 16 32] menghasilkan akurasi 85,71% dan waktu komputasi 0.3969 detik.

4.3 Hasil Pengujian Skenario 3

Pada pengujian skenario 3, dilakukan analisis pengaruh nilai *k* dalam metode *K-Nearest Neighbor* terhadap akurasi dan waktu komputasi sistem. Akurasi yang dihitung pada pengujian kali ini adalah akurasi sistem dalam proses klasifikasi sapi berdasarkan ciri uji terhadap ciri latih *database*. Pengujian kali ini memakai nilai *threshold* 0,1 dan ukuran matriks ciri dimensi fraktal 1×5. Perubahan nilai *k* yang digunakan yaitu 1, 3 dan 5. Berikut adalah hasil pengujian skenario 3 dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Hasil Pengaruh Jenis *Distance* dan Nilai *k* Terhadap Akurasi Sistem dan Waktu Komputasi

Jenis <i>Distance</i>	Nilai <i>k</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
<i>Euclidean Distance</i>	1	80,95%	0,3915
	3	76,19%	0,3437
	5	85,71%	0,3724

<i>Cosine Distance</i>	1	71,43%	0,4185
	3	71,43%	0,4636
	5	85,71%	0,4068
<i>Cityblock Distance</i>	1	80,95%	0,4348
	3	85,71%	0,316
	5	85,71%	0,3683

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa perubahan jenis distance yang digunakan dan nilai k mempengaruhi akurasi sistem dalam proses pengklasifikasian sapi. Dari ketiga jenis distance yang digunakan, akurasi paling baik didapat oleh *Cityblock Distance* dengan akurasi klasifikasi paling tinggi sebesar 85,71% dengan nilai $k=3$ dan $k=5$.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap skenario pengujian yang dilakukan pada sistem estimasi bobot sapi menggunakan metode fraktal dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dibuat mampu mengestimasi bobot sapi dengan metode fractal dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor*. Sistem ini berguna di bidang peternakan untuk mempermudah penjual dan pembeli dalam menentukan harga ternak sapi yang ideal.
2. Pengimplementasian sistem dapat menghasilkan tingkat akurasi estimasi yang sudah cukup baik yakni mencapai 79,11% dan akurasi klasifikasi sebesar 85,71% dengan waktu komputasi rata-rata 0,316 detik.
3. Akurasi dan waktu komputasi sistem tersebut diperoleh dengan jumlah data latih sebanyak 35 citra dan jumlah data uji 21 citra, dengan nilai dari masing-masing parameter sebagai berikut: *threshold* 0.1, jumlah matriks ciri dimensi fraktal=5, parameter $s=[2\ 4\ 8\ 16\ 32]$, dan perhitungan jarak menggunakan *Cityblock Distance* pada klasifikasi KNN dengan nilai $k=3$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Syamsi, E. S. Sari dan Y. E. Rahayu, BUKU PENGAYAAN BAHASA INDONESIA BERDASARKAN PENDEKATAN SAINTIFIK DALAM KURIKULUM 2013, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2014.
- [2] J. Blakely dan D. H. Bade, Ilmu Peternakan. Edisi Keempat. Terjemahan: B. Srigandono., Yogyakarta: Univesitas Gadjah Mada Press, 1991.
- [3] A. T. Panjaitan, Petunjuk Praktis Pengukuran Ternak Sapi Potong, Mataram: Balai Pengkajian Teknologi Peternakan Nusa Tenggara Barat (BPTP-NTB), 2010.
- [4] H. Soeprapto dan Z. Abidi, Cara Tepat Penggemukan Sapi Potong, PT Agro Media Pustaka, 2006.
- [5] B. A. Murtidjo, Seri Budi Daya Sapi Potong, Kanisius, 2012.
- [6] T. Saputro, "Pendugaan Bobot Badan Ternak dengan Berbagai Macam Rumus," 2015. [Online]. Available: <http://www.ilmupeternakan.com>. [Diakses 18 Februari 2018].
- [7] S. Madenda, Pengolahan Citra Digital & Video Digital, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2015.
- [8] D. Putra, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: Andi Offset, 2010.
- [9] M. C. Wijaya dan A. Prijono, Pengolahan Citra Digital menggunakan MATLAB Image Processing Toolbox, Bandung: Penerbit Informatika, 2007