

ESTIMASI BOBOT SAPI BERDASARKAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE FRAKTAL DAN KLASIFIKASI *DECISION TREE*

(*CATTLE WIEGHT ESTIMATION BASED ON DIGITAL IMAGE WITH FRACTAL METHOD AND DECISION TREE CLASSIFICATION*)

Fajar Kurniawan Alhamal¹, Dr. Ir. Jangkung Raharjo, M.T. ², Syamsul Rizal, S.T., M.Eng., Ph.D³

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

¹fajarka@student.telkomuniversity.ac.id, ² jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id,

³syamsul@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Potensi sapi di Indonesia mempunyai peluang yang sangat besar, karena jenis sapi endemik Indonesia masuk jajaran sapi paling berkualitas di dunia. Dalam menentukan kualitas sapi, bobot merupakan salah satu indikator penting. Dengan bobot, peternak dapat menentukan hasil produksi dan produktivitas sapi. Menentukan bobot sapi yang paling umum adalah menggunakan timbangan. Namun, mahalnya harga timbangan menjadi salah satu faktor penghambat dalam merintis usaha peternakan sapi.

Sistem yang dirancang menggunakan masukan citra sapi dari sisi samping dan keluaran berupa estimasi bobot sapi. Tujuan dari penelitian ini adalah mempermudah calon peternak dalam menentukan bobot sapi tanpa menggunakan timbangan yang harganya relatif mahal.

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 sapi yang diperoleh. Program aplikasi yang diimplementasikan untuk mengestimasi bobot sapi, dirancang dalam software MATLAB 2018a menggunakan metode fraktal dan klasifikasi Decision Tree. Pada tugas akhir ini mendapatkan tingkat akurasi estimasi sistem sebesar 81% dengan nilai root mean squared error pada perhitungan rumus schoorl mendapatkan hasil 72,56277, winter 75,00148, dan denmark 69,11267. Waktu komputasi rata-rata 0,3329 detik. Akurasi dan waktu komputasi didapatkan dengan jumlah data latih sebanyak 47 citra dan jumlah data uji sebanyak 21 citra.

Kata kunci: Bobot Sapi, *Decision Tree*, Fraktal, Pengolahan Citra Digital.

Abstract

Potential cattle in Indonesia has a very big opportunity, because Indonesian endemic cows enter ranks of the most qualified cows in the world. In determining the quality of the cow, weight is an important indicator. With weight, breeders can determine cow production and productivity. Determines the most common cow weight is to use the scales. However, the high price of the scales is wrong one inhibiting factor in starting a cattle farm business.

System which is designed using a cow image input from the side and output in the form of cow weight estimation. The purpose of this research is to make it easier for candidates breeders in determining the weight of the cow without using scales the price is relatively expensive.

The system that has been designed in the cow weight estimation application program requires input in the form of an image or image of a cow and produces output in the form weight and classification of cattle based on the weight of cattle obtained. Program the application implemented to estimate the weight of a cow is designed in MATLAB 2018a software uses the fractal method and the Decision classification Tree. In this final project, the system estimation accuracy rate is 81% with the root mean squared error value in the Schoorl formula calculation, getting 72.56277 results, winter 75.00148, and Denmark 69.11267. The average computation time was 0.3329 seconds. Accuracy and computation time obtained by the amount of training data as much as 47 images and the number of test data as many as 21 images.

Key words : *Fractal, Decision Tree, Cow Weight, Digital Image Processing*

1. Pendahuluan

Sapi di Indonesia banyak dimanfaatkan untuk peternakan. Sapi yang dipelihara untuk ternak di Indonesia diantaranya adalah sapi Bali, sapi Madura dan sapi (Peranakan Ongole) [2]. Bobot sapi merupakan salah satu parameter penting yang menentukan produktivitas Sapi, semakin berat sapi, semakin banyak daging yang dihasilkan. Klasifikasi terhadap bobot sapi dengan bobot dibawah 285 kg maka masuk ke dalam kategori sapi kecil, sapi dengan bobot antara 285kg sampai 388kg maka masuk ke dalam kategori sapi sedang, dan sapi dengan bobot diatas 388kg maka masuk ke dalam kategori sapi besar [3]. Pemanfaatan sapi di Indonesia masih belum dilakukan secara optimal. Hal ini disebabkan dalam bisnis ternak sapi tidaklah mudah dan banyak kendala bagi orang awam yang ingin mulai bisnis ternak sapi. Terlebih dengan bobot sapi adalah indikator utama produktivitas dan peternak mengharapkan keberhasilan pemeliharaan melalui produksi daging yang banyak yang di indikasikan dengan bobot badan yang besar [4].

Terdapat berbagai macam cara untuk mengetahui besarnya bobot sapi, pertama dilakukan dengan penimbangan secara manual dengan menggunakan timbangan konvensional. Tetapi, timbangan konvensional masih kurang efisien karena ukurannya yang cukup besar sehingga tidak fleksibel untuk dibawa-bawa serta harga timbangan yang cukup mahal. Belum lagi sapi adalah salah satu hewan yang susah dikendalikan. Kedua, bobot sapi dapat ditentukan dengan cara perkiraan secara visual oleh ahli, yang ditentukan berdasarkan penglihatan semata bahkan tak jarang dilakukan secara tidak tepat. Ketiga, perhitungan bobot sapi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan oleh para ahli seperti Rumus Schoorl, Denmark, dan Winter. Penggunaan ketiga rumus tersebut memerlukan parameter berupa Lingkar Dada (LD) dan Panjang Badan (PB) sapi. Parameter tersebut diperoleh melalui pengukuran tubuh sapi secara manual menggunakan pita ukur. Oleh karena itu, ketiga rumus tersebut jarang digunakan akibat pengukuran tubuh sapi secara manual dianggap sulit dilakukan dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih dan sangat pesat ini, untuk mengestimasi bobot sapi dapat menggunakan pengolahan citra digital (image processing). Pemrosesan citra digital meliputi proses input dan output yang berupa gambar dan disamping itu juga meliputi proses input dan output yang berupa gambar dan disamping itu juga meliputi proses mengekstrak atribut dari gambar sampai dengan pengenalan sebuah individu objek [5]. Hasil dari program ini dapat mempermudah pekerjaan peternak sapi dalam melakukan perhitungan bobot pada sapi, dan dapat mempermudah proses jual beli sapi.

2. Dasar Teori

Sapi adalah salah satu hewan mamalia atau hewan yang menyusui. Sapi yang bernama latin Bos Taurus mendapatkan tempat di Kingdom Animalia [1]. Sapi merupakan jenis hewan ternak yang dipelihara manusia sebagai sumber penghasil daging, susu, tenaga kerja dan kebutuhan manusia lainnya. Dilihat dari segi pemanfaatannya, maka sapi dibagi menjadi sapi pedaging, sapi pekerja, dan sapi perah.

2.1. Perhitungan Bobot Sapi

Dalam bisnis ternak sapi terdapat faktor yang paling penting yaitu bobot sapi. karena bobot sapi merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan produktivitas sapi, semakin berat sapi tersebut maka akan semakin banyak daging yang dihasilkan. Untuk mengetahui bobot hidup sapi dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu penimbangan menggunakan timbangan konvensional dan perhitungan menggunakan rumus.

2.1.1 Perhitungan Bobot Sapi Menggunakan Timbangan

Perhitungan bobot sapi biasanya dilakukan dengan cara konvensional atau dengan menggunakan timbangan [10]. Penimbangan dengan metode ini hendaklah dilakukan dengan urutan dan tata cara yang tetap, agar mendapatkan berat badan yang mendekati kebenaran. Sebaiknya penimbangan sapi dilakukan pada saat pagi hari sebelum diberi makan, dan dilakukan di kandang jepit. Angka yang diambil adalah angka tetap atau tidak berubah Ketika ditimbang yang tertera pada monitor timbangan digital ataupun timbangan analog.

2.1.2 Perhitungan Bobot Sapi Menggunakan Rumus

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

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 adalah citra dua dimensi yang ditampilkan pada layar perangkat digital seperti komputer sebagai himpunan/diskrit nilai digital yang disebut piksel (picture element), dalam konteks yang lebih luas citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi. Citra digital adalah suatu array yang berisi nilai kompleks atau real yang direpresentasikan dalam deretan bit tertentu. Citra digital juga dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ dengan ukuran M dan N kolom, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitude f berada di titik koordinat (x,y) disebut intensitas atau skala keabuan dari citra pada titik tersebut. Biasanya, citra digital berbentuk empat persegi panjang dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi \times lebar. Citra digital yang mempunyai dimensi $M \times N$ dapat direpresentasikan oleh persamaan (4) dalam bentuk matriks [8]

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

2.3. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan suatu proses dalam sistem dengan yang masukannya berupa citra dan keluarannya berupa hasil dari pengolahan suatu citra. Dapat berupa citra yang diperbaiki kualitasnya, mendapatkan ciri suatu citra, hasil transformasi citra. Proses pengolahan citra merupakan pemrosesan citra terutama dengan menggunakan komputer sehingga dapat diinterpretasikan oleh manusia atau mesin. Biasanya proses pengolahan tersebut dilakukan dengan menggunakan suatu algoritma untuk memperbaiki kualitas citra, mengurai noise, mencari ciri dari citra, dan melakukan transformasi citra [11] [15].

2.4. Preprocessing

Preprocessing adalah suatu proses untuk memperbaiki citra yang bertujuan menghilangkan noise pada citra. *Preprocessing* juga dapat menghilangkan bagian yang tidak diperlukan untuk tahapan selanjutnya. Beberapa proses yang dapat dilakukan pada tahap *preprocessing* antara lain binerisasi, *thresholding*, dan normalisasi. Dalam Tugas Akhir ini digunakan proses *thresholding* dimana prosesnya mengubah citra berderajat keabuan (*Greyscale*) menjadi citra biner sehingga diperoleh daerah objek dan latar dari citra secara jelas [16].

2.5. Fraktal

Fraktal adalah bidang geometri yang mengupas dan dapat menjelaskan objek-objek yang bersifat alamiah/natural. Inti dari konsep fraktal adalah proses penyusunan ulang komponen-komponen yang identik yang memiliki kesamaan diri (*self-similarity*). Ciri khas fraktal adalah memiliki dimensi dalam bentuk pecahan [8]. Berdasarkan sifatnya, fraktal secara umum dapat dikategorikan menjadi 4 yaitu fraktal *self-similarity*, *self-affinity*, *self-inverse*, dan *self-squaring*. Sifat *self-similarity* menunjukkan bahwa fraktal terdiri atas bagian-bagian yang berbentuk serupa satu sama lain. *Self-affinity* menggambarkan bahwa fraktal disusun atas bagian-bagian yang saling terangkai satu sama lain. *Self-inverse* artinya suatu bagian dari fraktal dapat merupakan susunan terbalik dari susunan lainnya, dan *self-squaring* yang dapat diartikan bahwa suatu bagian dari fraktal merupakan peningkatan kerumitan dari bagian terdahulu atau secara matematis disebut dengan pengkuadratan [8].

2.6. Decision Tree

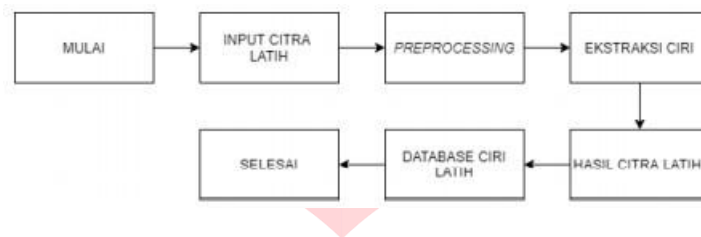
Decision Tree merupakan metode klasifikasi menggunakan representasi pohon, dimana beberapa node merepresentasikan atribut, daun yang merepresentasikan kelas, dan cabang merepresentasikan nilai dari kelas. Visualisasi *decision tree* untuk menunjukkan informasi secara rinci menggunakan grafik *nodes* yang lebih kompleks [19].

3. Perancangan dan Simulasi

Program aplikasi estimasi bobot sapi pada Tugas Akhir ini memanfaatkan pengolahan citra digital dengan masukan berupa citra sapi yang sebelumnya dikumpulkan dipeternakan sapi dan keluaran berupa perkiraan bobot sapi serta kelas sapi yang tergolong besar, kecil, atau sedang.

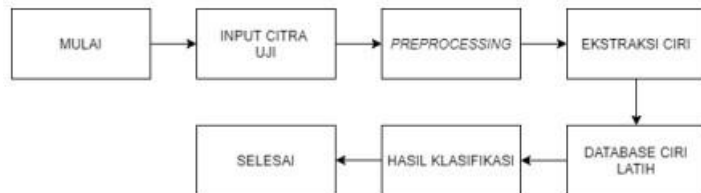
3.1 Perancangan Sistem

Sistem pada program aplikasi estimasi bobot dan kelas sapi berbasis pengolahan citra digital menggunakan MATLAB dilakukan melalui beberapa tahapan. Proses identifikasi dibagi menjadi dua proses antara lain proses latih dan proses uji. Proses latih merupakan proses pencarian nilai parameter yang menjadi acuan untuk database proses. Diagram blok proses latih dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Proses Latih

Setelah proses latih maka dilakukan proses uji, proses uji akan melakukan penyesuaian dengan nilai parameter yang telah disimpan di database. Diagram blok proses uji dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Proses Uji

3.1.1 Akuisisi Citra

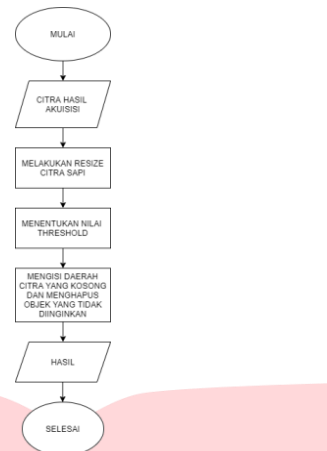
Akuisisi citra merupakan proses paling awal dilakukan untuk menentukan pengambilan citra digital. Dalam proses akuisisi citra, foto yang digunakan akan diambil dari sisi samping dengan posisi sapi berdiri di depan background berwarna hijau. Foto sapi diambil menggunakan kamera mirrorless camera dengan jarak 1,5 meter agar badan sapi terlihat dengan jelas dari kepala hingga bagian belakang sapi dengan format foto berupa *.jpg. Contoh posisi sapi saat pengambilan foto seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Akuisisi Citra

3.1.2 Registrasi Citra

Pada Tugas Akhir ini digunakan sistem *threshold* dalam menghasilkan gambar yang ingin digunakan dalam tahapan selanjutnya. Alur proses pada *preprocessing* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Diagram Alir *Preprocessing*

Proses yang terdapat pada registrasi citra :

1. Melakukan akuisisi citra menggunakan perangkat keras kamera
2. Melakukan resizing citra dengan ukuran 512×512
3. Menggunakan nilai threshold 100 untuk menghilangkan latar dari citra sapi
4. Melakukan rekonstruksi citra kembali dari yang citra yang dirasa hasilnya belum baik

3.1.3 Ekstraksi Ciri

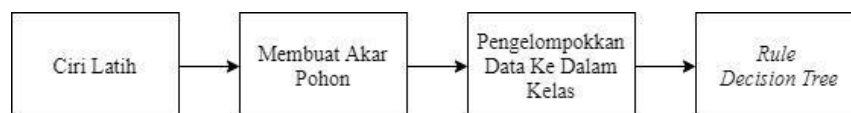
Ekstraksi ciri adalah teknik yang digunakan untuk memperoleh ciri dari citra untuk melakukan pengenalan pola. Ekstraksi ciri yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode dimensi fraktal. Diagram blok pada fraktal dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 5. Diagram Blok Ekstraksi Ciri

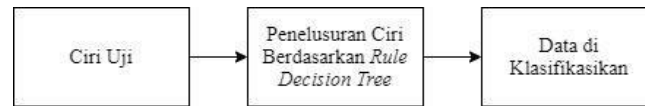
3.1.4 Klasifikasi

Klasifikasi adalah tahapan setelah ekstraksi ciri yang mempunyai hasil berupa ciri sebuah citra. Pada proses klasifikasi akan dilakukan dua proses untuk memisahkan citra menjadi dua yaitu citra latih dan citra uji. Proses pengklasifikasian dilakukan dengan metode klasifikasi *Decision Tree*. Proses rule decision tree semua informasi yang tercatat akan di kelompokkan untuk mengetahui GINI *index* dari masing-masing kelas. *Rule decision tree* berupa bentuk pohon berdasarkan data latih. Berikut diagram blok proses latih pembuatan *decision tree*.



Gambar 6. Diagram Blok Ciri Latih *Decision Tree*.

Selanjutnya dilakukan *rule decision tree* untuk mengklasifikasi data yang belum terklasifikasi. Data yang telah di klasifikasi selanjutnya akan di labelkan, apakah data tersebut termasuk kategori kecil, sedang, dan besar pada proses labeling data. Gambar 5 merupakan proses uji pelabelan *desicion tree*.



Gambar 7. Diagram Blok Ciri Uji *Decision Tree*.

3.2 Identifikasi Sistem

Identifikasi terhadap performa dilakukan dengan cara menghitung tingkat akurasi sistem, waktu komputasi, dan toleransi estimasi sistem. Persamaan yang digunakan dalam melakukan perhitungan akurasi sistem dan performansi adalah sebagai berikut:

1. Waktu Komputasi

Waktu Komputasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses komputasi atau perhitungan. Secara matematis, perhitungan waktu komputasi dilihat pada persamaan (5).

$$\text{Waktu Komputasi} = \text{Waktu Selesai} - \text{Waktu Mulai} \quad (5)$$

2. Akurasi Sistem

Tingkat akurasi merupakan ukuran ketepatan sistem dalam mengenali input sehingga menghasilkan output yang benar. Perhitungan tingkat akurasi sistem secara sistematis dilihat pada persamaan (6).

$$\text{Akurasi Klasifikasi} = \frac{\sum \text{Data benar}}{\sum \text{Data}} \times 100\% \quad (6)$$

3. Toleransi *error* estimasi sistem

Perhitungan selisih antara sistem estimasi bobot dan bobot aktual dapat menggunakan persamaan (7) [21].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (I_i^{\text{aktual}} - I_i^{\text{prediksi}})^2} \quad (7)$$

4. Pengujian dan Analisis Sistem

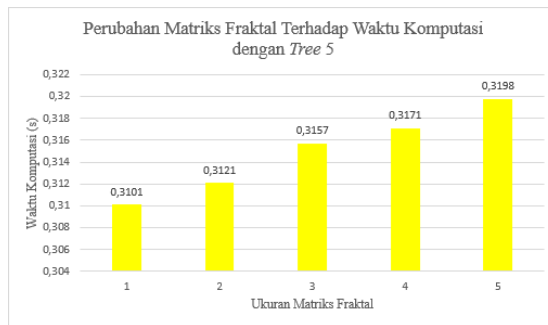
Total citra sapi yang menjadi data dalam penelitian Tugas Akhir ini berjumlah 68 citra, dengan jumlah 7 sapi yang diambil citra setiap satu sapi sebanyak kurang lebih 9-10 citra. Citra sapi terdiri dari tiga kelas yaitu kecil, sedang, besar. Pada data latih digunakan 47 citra sapi dari tiga kelas yang berbeda. Pada data uji digunakan 21 citra sapi dari tiga kelas yang berbeda juga. Seluruh citra sapi adalah citra dari tampak samping yang telah diketahui masing - masing bobotnya. Bobot aktual didapatkan dari catatan peternak sapi.

4.1 Hasil Pengujian Skenario 1

Pada skenario 1 dilakukan analisis pengaruh perubahan matriks ciri dimensi fraktal terhadap akurasi dan waktu komputasi. Nilai jumlah dimensi dirubah dari dimensi 1 hingga dimensi 5, setiap nilai menggunakan tree 5 untuk klasifikasi *decision tree*. Berikut adalah hasil pengujian skenario 1 direpresentasikan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Jumlah Dimensi Fraktal Terhadap Akurasi Sistem



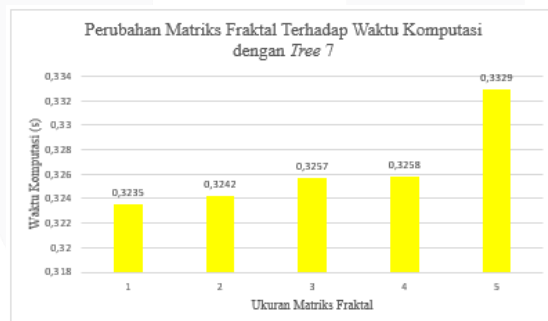
Gambar 9. Grafik Pengaruh Jumlah Dimensi Fraktal Terhadap Waktu Komputasi

4.2 Hasil Pengujian Skenario 2

Pada skenario 2 dilakukan analisis pengaruh perubahan matriks ciri dimensi fraktal terhadap akurasi dan waktu komputasi. Nilai jumlah dimensi dirubah dari dimensi 1 hingga dimensi 5, setiap nilai menggunakan tree 7 untuk klasifikasi *decision tree*. Berikut adalah hasil pengujian skenario 2 direpresentasikan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



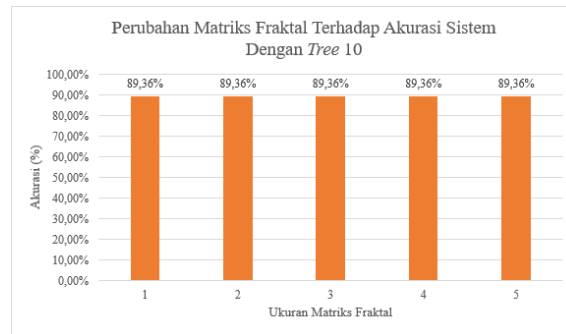
Gambar 10. Grafik Pengaruh Jumlah Dimensi Fraktal Terhadap Akurasi Sistem



Gambar 11. Grafik Pengaruh Jumlah Dimensi Fraktal Terhadap Waktu Komputasi

4.3 Hasil Pengujian Skenario 3

Pada skenario 3 dilakukan analisis pengaruh perubahan matriks ciri dimensi fraktal terhadap akurasi dan waktu komputasi. Nilai jumlah dimensi dirubah dari dimensi 1 hingga dimensi 5, setiap nilai menggunakan tree 10 untuk klasifikasi *decision tree*. Berikut adalah hasil pengujian skenario 3 direpresentasikan pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Grafik Pengaruh Jumlah Dimensi Fraktal Terhadap Akurasi Sistem



Gambar 13. Grafik Pengaruh Jumlah Dimensi Fraktal Terhadap Waktu Komputasi

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis terhadap skenario pengujian pada program estimasi bobot sapi menggunakan metode fraktal dan klasifikasi *decision tree*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Program yang dibuat dapat mengestimasi bobot sapi dengan metode fraktal dan klasifikasi *decision tree*. Sistem ini dapat dimanfaatkan menjadi alternatif dalam mencari bobot sapi.
2. Implementasi sistem dapat menghasilkan tingkat akurasi estimasi sistem sebesar 81%, nilai *root mean squared error* perhitungan *schoorl* 72,56277013, *winter* 75,0014818, *denmark* 69,1126758. Waktu komputasi rata-rata 0,3329 detik.
3. Akurasi dan waktu komputasi diperoleh dengan jumlah data latih sebanyak 47 citra dan jumlah data uji 21 citra, data diolah dengan parameter matriks dimensi fraktal sejumlah 5 dan menggunakan tree sejumlah 7.

REFERENSI

- [1] K. Syamsi, E. S. Sari, and Y. E. Rahayu, "Buku pengayaan bahasa indonesia berdasarkan pendekatan saintifik dalam kurikulum 2013," Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2014.
- [2] M. F. Wiyatna, "Perbandingan indek perdagangan sapi-sapi indonesia (sapi bali, madura, po) dengan sapi australian commercial cross (acc)," *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, vol. 7, no. 1, 2007.
- [3] E. Constantia, B. Hidayat et al., "Estimasi bobot sapi berdasarkan registrasi citra digital dengan metode geometric active contour dan klasifikasi *decision tree*," *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [4] J. Blakely and D. Bade, "Ilmu peternakan. edisi iv," Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta, 1991.
- [5] C. Dewi and A. A. Supianto, *Pengolahan Citra Satelit Dengan MATLAB*. Universitas Brawijaya Press, 2015..
- [6] U. H. Dewi, B. Hidayat, and E. Yuni, "Estimasi bobot sapi berdasarkan registrasi citra digital dengan metode fraktal dan klasifikasi k-nearest neighbor cattle weight estimation based on digital image registration with fractal method and k-nearest neighbor classification," *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [7] B. B. Mandelbrot, *The fractal geometry of nature*. WH freeman New York, 1982, vol. 480.

- [8] S. Marom, "Application of fractal concept in material batik development based on wolframs mathematica," *ZERO: Jurnal Sains, Matematika dan Terapan*, vol. 1, no. 2, pp. 49–61, 2017.
- [9] D. K. Widiyati, M. Wati, and H. S. Pakpahan, "Penerapan algoritma id3 decision tree pada penentuan penerima program bantuan pemerintah daerah di kabupaten kutai kartanegara," *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, vol. 2, no. 2, pp. 125–134, 2018.
- [10] A. Muzani and T. S. Panjaitan, "Memilih bakalan sapi bali," Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) NTB, Balai Besar Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2010.
- [11] T. Saputro, "Pendugaan bobot badan ternak dengan berbagai macam rumus," Online] *ilmuternak.com*, 2015.
- [12] D. Putra, *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi, 2010.
- [13] R. Munir, "Pengolahan citra digital dengan pendekatan algoritmik," *Informatika*, Bandung, 2004.
- [14] J. Naam, J. Harlan, S. Madenda, and E. P. Wibowo, "Identification of the proximal caries of dental x-ray image with multiple morphology gradient method," *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, vol. 6, no. 3, pp. 343–346, 2016.
- [15] D. E. P. Manullang, "Penyisipan pesan ke dalam file video menerapkan metode chinese remainder theorem," *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [16] D. Rohpandi, A. Sugiharto, and G. A. Winara, "Aplikasi pengolahan citra dalam pengenalan pola huruf ngalagena menggunakan matlab," *Proceedings Konferensi Nasional Sistem dan Informatika (KNS&I)*, 2015.
- [17] M. Arief, "Analisis matematik fraktal untuk klasifikasi menggunakan citra penginderaan jauh spot-4 (fractal mathematic analysis for classification using spot-4 remote sensing image)," *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, vol. 11, no. 1, 2014.
- [18] K. Liu and M. Ostadhassan, "Multi-scale fractal analysis of pores in shale rocks," *Journal of Applied Geophysics*, vol. 140, pp. 1–10, 2017.
- [19] J. Mrva, S. Neupauer, L. Hudec, J. ˇ Sevcech, and P. Kapec, "Decision support ˇ in medical data using 3d decision tree visualisation," in *2019 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*. IEEE, 2019, pp. 1–4.
- [20] E. Alpaydin, "Introduction to machine learning, massachusetts," 2004.
- [21] M. Calasan, S. H. A. Aleem, and A. F. Zobaa, "On the root mean square error ´ (rmse) calculation for parameter estimation of photovoltaic models: A novel exact analytical solution based on lambert w function," *Energy Conversion and Management*, vol. 210, p. 112716, 2020.