

PREDIKSI HASIL PERTANIAN PADI DI KABUPATEN KUDUS DENGAN METODE *BROWN'S DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*

Mohammad Nur Fawaiq¹⁾, Ahmad Jazuli²⁾, Muhammad Malik Hakim³⁾

^{1, 2, 3)}Teknik Informatika, Universitas Muria Kudus

Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

e-mail: 201651085@std.umk.ac.id¹⁾, ahmad.jazuli@umk.ac.id²⁾, malik.hakim@umk.ac.id³⁾

ABSTRAK

Pertanian termasuk sektor yang mempunyai peran strategis, karena merupakan sumber utama penghidupan dan pendapatan mayoritas masyarakat, sebagai penyedia hasil pangan, penampung lapangan pekerjaan, sebagai sumber devisa dan sebagai salah satu unsur menjaga kelestarian lingkungan hidup. Tanaman padi masuk ke dalam kelompok tanaman pangan pokok yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sampai saat ini, lebih dari 50% produksi padi nasional berasal dari areal sawah di Pulau Jawa. Sehingga apabila terjadi penurunan tingkat produksi dan produktivitas padi di Jawa secara drastis, maka akan mempengaruhi ketersediaan beras nasional dan akan berdampak negatif terhadap sektor-sektor lainnya. Prediksi merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Penelitian ini menggunakan metode Brown's Double Exponential Smoothing untuk menentukan nilai estimasi produksi padi dalam satu tahun yang akan datang. Penerapan metode ini menghasilkan prediksi panen padi di Kabupaten Kudus tahun 2019 sebesar 163.435,90 ton dengan nilai MAPE $\pm 8,64\%$. Berdasarkan rata-rata tersebut, kesalahan prediksi termasuk kategori rendah karena kesalahan presentase kurang dari 10%.

Kata Kunci: *brown's double exponential smoothing, padi, pertanian, prediksi*

ABSTRACT

Agriculture is a sector that has a strategic role, because it is the main source of livelihood and income for the majority of the community, as a provider of food produce, a source of employment, as a source of foreign exchange and as an element of environmental preservation. Rice plants are included in the staple food crop which is very important for the life of the Indonesian people. To date, more than 50% of the national rice production comes from rice fields in Java. So that if there is a drastic decline in rice production and productivity in Java, it will affect the availability of national rice and will have a negative impact on other sectors. Prediction is an important tool in effective and efficient planning. This research uses Brown's Double Exponential Smoothing method to determine the estimated value of rice production in the coming year. The application of this method resulted in predictions of rice harvest in Kudus Regency in 2019 of 163,435.90 tons with a MAPE value of 8.64%. Based on the average, prediction errors are in the low category because the percentage error is less than 10%.

Keywords: *agriculture, brown's double exponential smoothing, prediction, rice*

I. PENDAHULUAN

INDONESIA dikenal sebagai negara agraris, negara yang maju dalam bidang pertaniannya, sehingga menjadikan Indonesia peringkat ketiga produsen beras dunia setelah China dan India. Pertanian termasuk sektor yang mempunyai peran strategis, karena merupakan sumber utama penghidupan dan pendapatan mayoritas masyarakat, sebagai penyedia hasil dan pangan, penampung lapangan pekerjaan, sebagai sumber devisa dan sebagai salah satu unsur menjaga kelestarian lingkungan hidup [1].

Tanaman padi (*Oryza sativa, sp*) masuk ke dalam kelompok tanaman pangan pokok yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sampai saat ini, lebih dari 50% produksi padi nasional berasal dari areal sawah di Pulau Jawa. Sehingga apabila terjadi penurunan tingkat produksi dan produktivitas padi di Jawa secara drastis, maka akan mempengaruhi ketersediaan beras nasional dan akan berdampak negatif terhadap sektor-sektor lainnya [2].

Dalam dunia yang serba digital saat ini, penggunaan teknologi seperti aplikasi dalam berbagai bidang terus dilakukan, tidak terkecuali dalam sektor pertanian yang merupakan sektor perekonomian utama di Indonesia mengingat sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup di bidang pertanian.

Prediksi merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Di Kabupaten Kudus sendiri belum ada sistem prediksi digital, hal ini menjadi masalah bagi dinas terkait dalam mengidentifikasi potensi

peningkatan dan penurunan hasil produktivitas pertanian padi di masing-masing kecamatan yang tersebar di Kabupaten Kudus. Hasil dari penelitian ini yaitu dapat diciptakan sebuah sistem prediksi hasil pertanian padi dengan metode *Brown's Double Exponential Smoothing*.

II. LANDASAN TEORI

A. Aplikasi

Definisi aplikasi ialah penggunaan atau implementasi suatu konsep yang menjadi suatu pokok pembahasan. Aplikasi dapat diartikan juga sebagai program komputer yang dibuat untuk membantu manusia dalam melaksanakan tugas tertentu [3].

B. Prediksi

Prediksi adalah perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Dalam ilmu pengetahuan sosial segala sesuatu serba tidak pasti, sukar diperkirakan secara tepat. Dalam prediksi bertujuan agar kita meminimumkan pengaruh ketidakpastian dengan kata lain yang bisa meminimumkan kesalahan meramal [4].

Prediksi merupakan kegiatan memperkirakan fenomena yang terjadi di masa depan, salah satunya menggunakan analisis *time series*. Salah satu metode dalam analisis *time series* adalah *exponential smoothing* yang merupakan penjabaran lebih lanjut dari metode *moving average* [5].

C. Exponential Smoothing

Metode *exponential smoothing* merupakan metode prediksi yang cukup baik. Kelebihan utama dari metode *exponential smoothing* yaitu dari kemudahan dalam operasi yang relatif rendah [6].

Exponential smoothing yaitu mengambil rata-rata dari nilai beberapa periode untuk menaksir nilai pada suatu periode. *Exponential Smoothing* adalah suatu metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara *exponential* terhadap nilai-nilai observasi yang lebih tua [7].

D. Brown's Double Exponential Smoothing

Metode *brown's double exponential smoothing* merupakan salah satu metode deret berkala (*time series*) yang menggunakan data masa lalu untuk memprediksi masa yang akan datang. Metode ini dikemukakan oleh *Brown* untuk mengatasi perbedaan yang muncul antara data aktual dan nilai peramalan apabila ada *trend* pada *polynomial*-nya. Dalam metode ini dilakukan proses *smoothing* dua kali [4].

Dasar pemikiran metode pemulusan eksponensial linier dari *Brown* adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya jika terdapat unsur *trend*. Kelebihan dari metode ini dapat memodelkan *trend* dan tingkat dari suatu deret waktu lebih efisien dibandingkan metode lain, karena memerlukan data yang lebih sedikit, dan menggunakan satu parameter sehingga menjadi lebih sederhana. Kekurangan dari metode ini yaitu memerlukan optimasi parameter sehingga memerlukan waktu untuk mencari nilai α (*alpha*) yang paling optimal [6].

Parameter yang digunakan pada metode *brown's double exponential smoothing* yaitu α dengan nilai antara 0 dan 1. Nilai α diperoleh dengan cara *trial and error*. Nilai konstanta pemulusan yang dipilih adalah nilai yang meminimalkan ukuran kesalahan prediksi menggunakan kriteria MAPE, MAD, dan MSE [8].

Persamaan yang dipakai dalam implementasi pemulusan eksponensial linear satu-parameter dari *Brown* adalah sebagai berikut:

$$A'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)A'_{t-1} \quad (1)$$

Dimana A' menentukan *smoothing* pertama. X_t adalah nilai aktual periode ke- t dan α adalah parameter *smoothing*.

$$A''_t = \alpha A'_t + (1 - \alpha)A''_{t-1} \quad (2)$$

Dimana A'' menentukan *smoothing* kedua.

$$at = 2A'_t - A''_t \quad (3)$$

Untuk menentukan besarnya konstanta (at).

$$bt = \frac{\alpha}{1-\alpha}(A'_t - A''_t) \quad (4)$$

Untuk menentukan besarnya *slope* (bt).

$$At + m = \alpha t + bt m \quad (5)$$

Untuk menentukan besarnya peramalan *forecast* (A_{t+m}). m adalah jumlah periode kemuka yang diramalkan. Metode *brown's double exponential smoothing* lebih tepatnya digunakan untuk meramalkan data yang mengalami trend kenaikan [6].

Keterangan:

A^t : nilai pemulusan eksponensial tunggal pada periode ke- t

A^{t-1} : nilai pemulusan eksponensial tunggal pada periode ke- $(t-1)$

A''^t : nilai pemulusan eksponensial ganda pada periode ke- t

A''^{t-1} : nilai pemulusan eksponensial ganda pada periode ke- $(t-1)$

X_t : data aktual *time series* pada periode ke- t

α : parameter pemulusan eksponensial, $0 < \alpha < 1$

a_t, b_t : konstanta pemulusan pada periode ke- t

A_{t+m} : hasil peramalan untuk periode ke depan yang diramalkan

M : jumlah periode ke depan yang diprediksi

E. Ukuran Ketepatan Prediksi

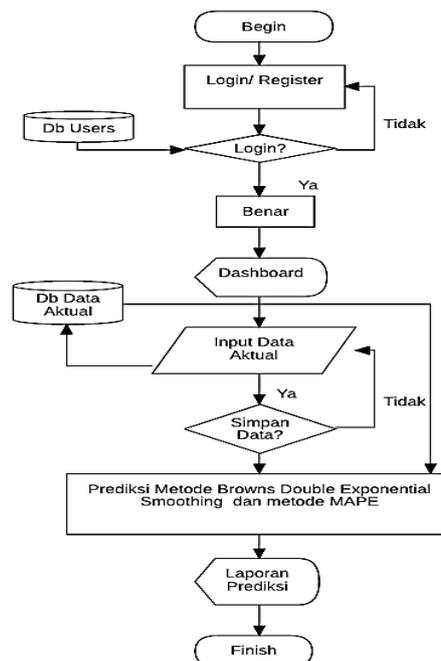
Dalam banyak situasi peramalan, ketepatan dipandang sebagai kriteria penolakan dalam memilih suatu metode peramalan. Bagi pemakai ramalan, ketepatan ramalan yang akan datang ialah sangat penting [9].

Dalam penelitian ini digunakan MAPE (*mean absolute percentage error*) untuk memilih serta mengetahui metode prediksi terbaik. Semakin kecil nilai MAPE berarti nilai taksiran semakin mendekati nilai yang sebenarnya. Dalam metode ini, tingkat fluktuatif data training mempengaruhi besarnya nilai MAPE. Kemampuan prediksi berarti sangat baik jika memiliki nilai MAPE dengan rata-rata kurang dari 10% dan mempunyai kemampuan prediksi yang baik jika rata-rata nilai MAPE kurang dari 20% [10].

III. METODOLOGI

A. Flowchart Analisa Sistem

Pada penelitian ini proses pengembangan perangkat lunak pada sistemnya menggunakan metode *waterfall*. Model air terjun (*waterfall*) digunakan karena menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut sehingga setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum ke tahap selanjutnya guna menghindari terjadinya pengulangan tahapan [11]. Gambar 1 merupakan *flowchart* analisa sistem baru yang akan dibuat.



Gambar 1. Flowchart Analisa Sistem

B. UML

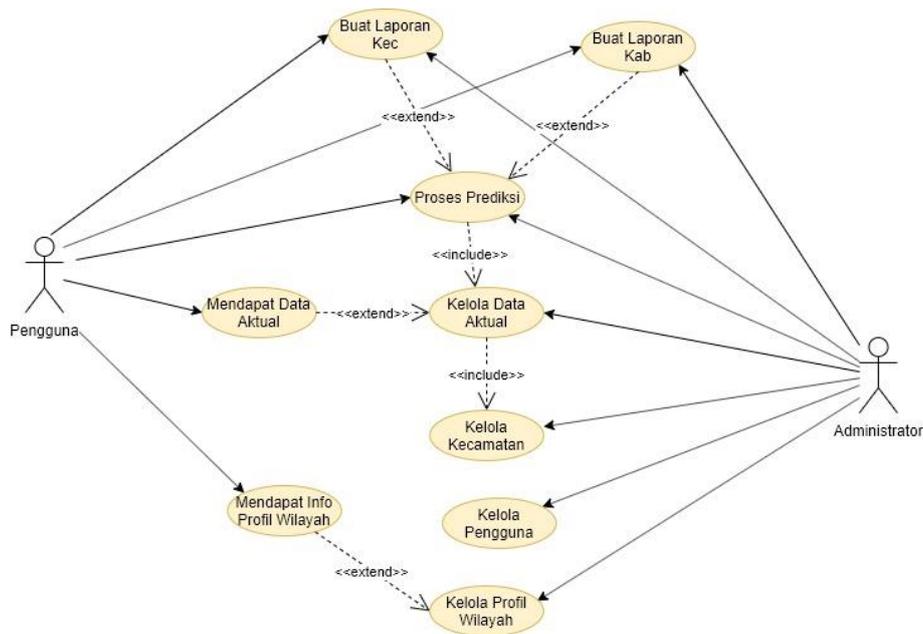
UML (*Unified Modeling Language*) adalah sebuah bahasa berdasarkan gambar untuk memvisualisasikan, menspesifikasikan, membangun dan mendokumentasikan sebuah sistem pengembangan perangkat lunak berbasis objek. *Unified Modeling Language* (UML) memungkinkan melakukan pemetaan (*mapping*) langsung dari model-model yang dibuat dengan bahasa-bahasa pemrograman berorientasi obyek [12].

Pada penelitian ini menggunakan perancangan UML sebagai berikut :

1. *Use Case Diagram*
Bagaimana user berinteraksi dengan sebuah sistem.
2. *Activity Diagram*
Perilaku prosedural dan paralel.
3. *Sequence Diagram*
Interaksi antara objek, lebih menekankan pada urutan.
4. *Class Diagram*
Perilaku prosedural dan paralel.

C. Use Case Diagram

Gambar 2 merupakan perancangan *use case diagram* dari sistem yang akan dibuat, yang di dalamnya terdapat 2 aktor.

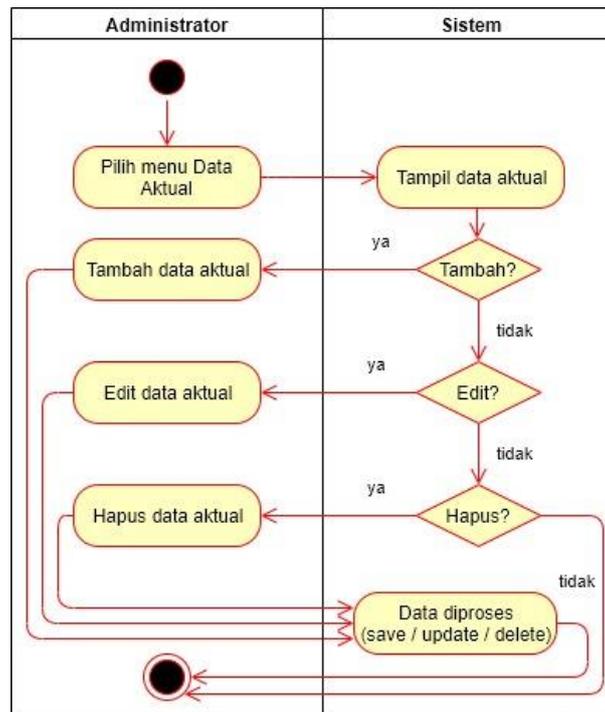


Gambar. 2. Use Case Diagram

1. **Administrator**
Administrator adalah aktor yang mengelola data kecamatan, data aktual, proses prediksi, data user, dan profil wilayah setelah melakukan proses login.
2. **Pengunjung**
Pengunjung adalah aktor yang bisa mengakses info data data aktual, proses prediksi, laporan, dan profil wilayah setelah memiliki akses login.

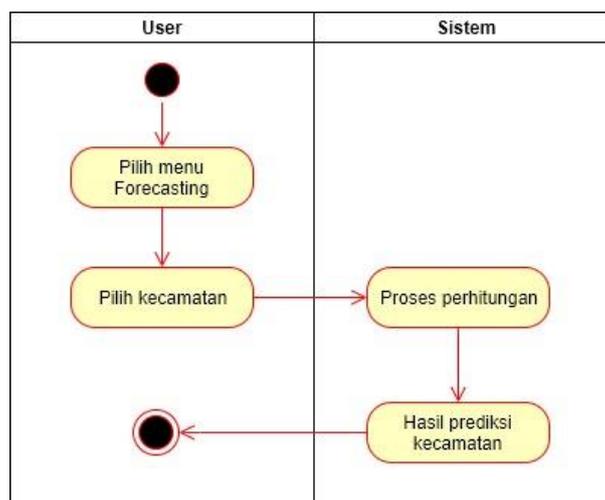
D. Activity Diagram

Interaksi kelola data aktual dilakukan oleh administrator seperti *activity diagram* pada Gambar 3. Kegiatan yang dilakukan adalah tambah, ubah, dan hapus data aktual.



Gambar. 3. Activity Diagram Kelola Data Aktual

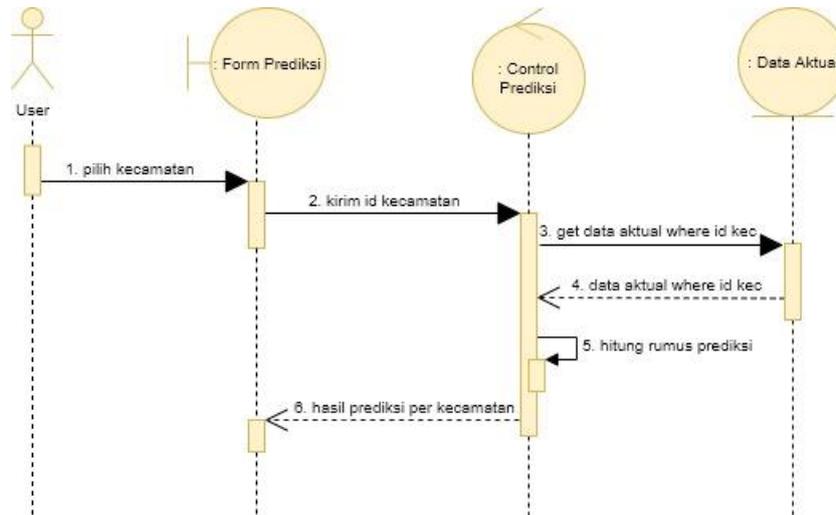
Activity diagram proses prediksi dapat dilihat pada Gambar 4. Diagram ini membahas tentang interaksi proses prediksi atau peramalan. Pengguna melakukan prediksi dengan memilih kecamatan kemudian pilih proses hitung. Hasil perhitungan akan ditampilkan sesuai rumus, lengkap dengan hasil prediksi pertanian padi satu tahun yang akan datang.



Gambar. 4. Activity Diagram Proses Prediksi

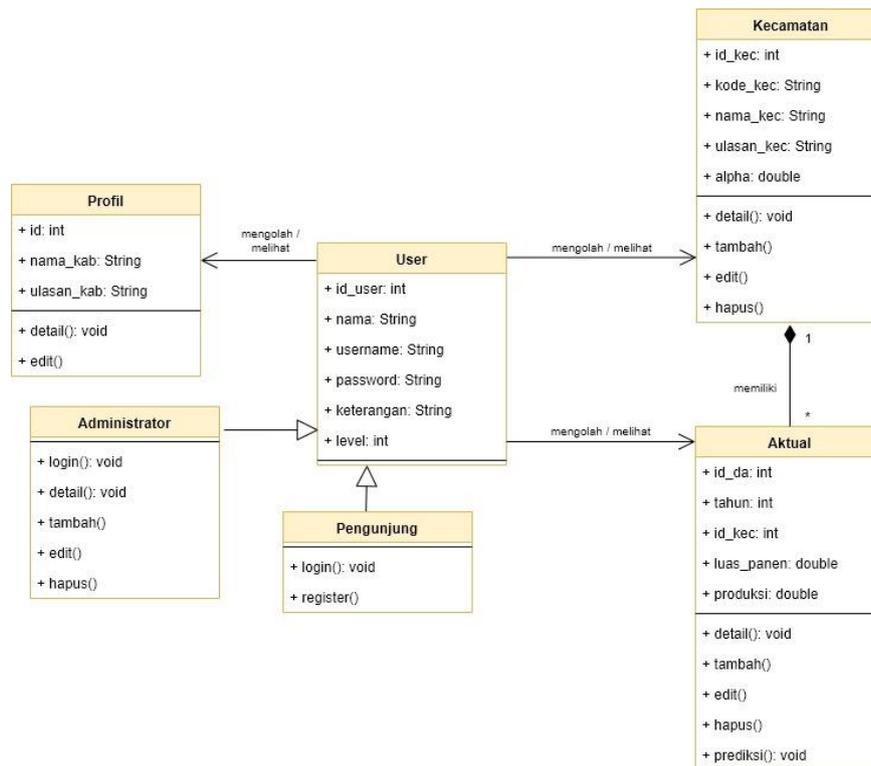
E. Sequence Diagram

Dalam Sequence diagram proses prediksi, pengguna yang sudah login membuka menu *forecasting*, setelah itu memilih data kecamatan yang akan dihitung, setelah klik tombol proses maka akan keluar hasil prediksi pertanian padi berdasarkan data aktual per kecamatan yang telah tersimpan dalam database. Diagram ini bisa dilihat seperti pada Gambar 5.



Gambar. 5. Sequence Diagram Proses Prediksi

F. Class Diagram



Gambar. 6. Class Diagram

Berdasarkan use case diagram, maka *class diagram* sistem prediksi hasil pertanian padi di Kabupaten Kudus seperti pada Gambar 6.

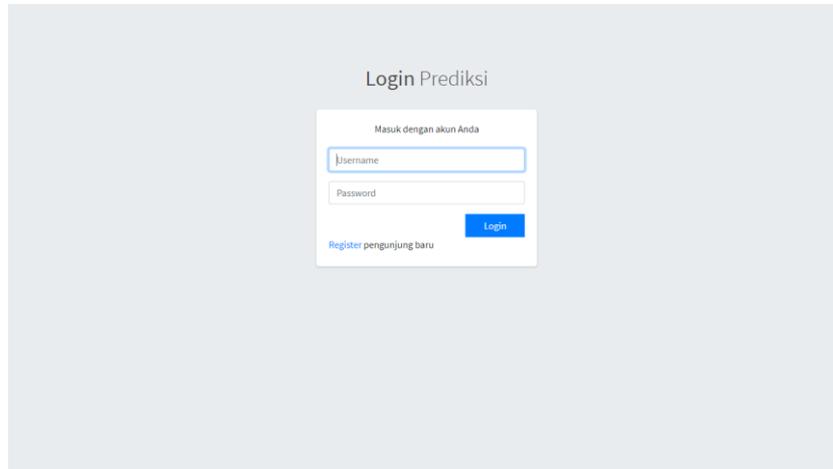
IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

1. Halaman Login

Halaman ini dibuka melalui browser yang digunakan untuk login user dengan 2 level yaitu administrator

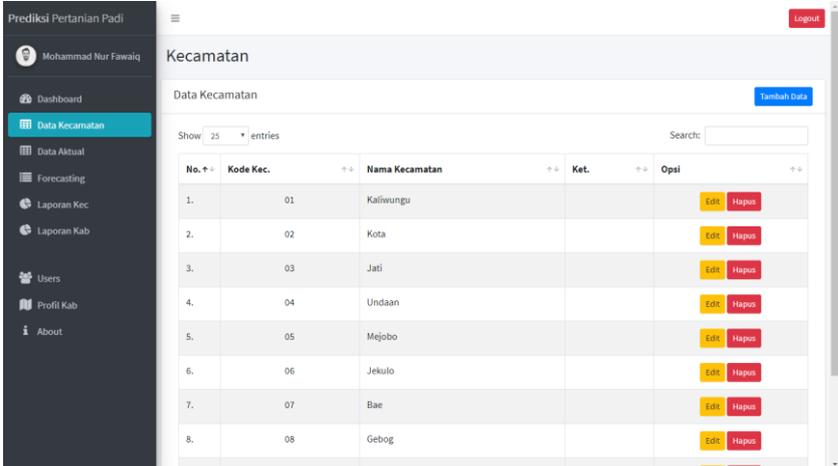
dan pengunjung, dengan memasukkan username dan password. Jika validasi gagal maka akan muncul pesan kesalahan, jika berhasil akan diarahkan ke halaman dashboard. Tampilan halaman login bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar. 7. Halaman Login

2. Halaman Data Kecamatan

Pada halaman data kecamatan, akan tampil tabel yang berisi data dari database. Halaman ini digunakan administrator untuk mengelola data kecamatan meliputi tambah, edit, dan hapus. Tampilan dari halaman data kecamatan dapat dilihat pada Gambar 8.

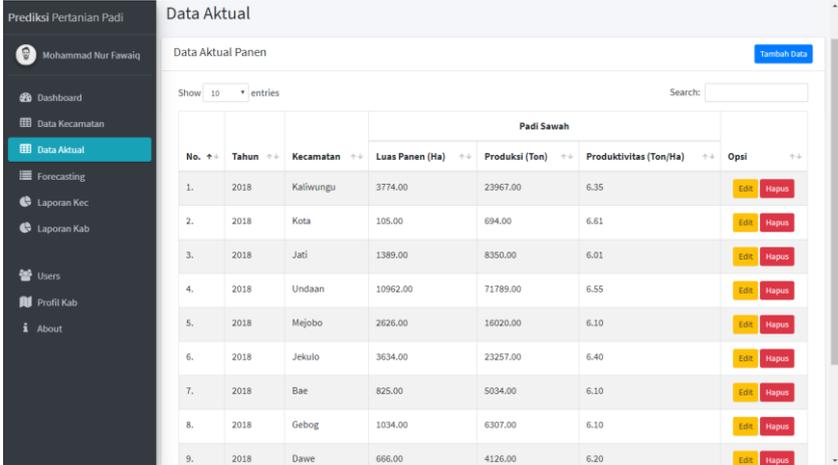


No.	Kode Kec.	Nama Kecamatan	Ket.	Opsi
1.	01	Kaliwungu		Edit Hapus
2.	02	Kota		Edit Hapus
3.	03	Jati		Edit Hapus
4.	04	Undaan		Edit Hapus
5.	05	Mejubo		Edit Hapus
6.	06	Jekulo		Edit Hapus
7.	07	Bae		Edit Hapus
8.	08	Gebog		Edit Hapus

Gambar. 8. Halaman Data Kecamatan

3. Halaman Data Aktual

Pada halaman ini, akan tampil tabel yang berisi data aktual dari database seperti pada Gambar 9. Halaman ini digunakan administrator untuk mengelola data aktual meliputi tambah, edit, dan hapus, berdasarkan kecamatan yang telah ditambahkan sebelumnya.

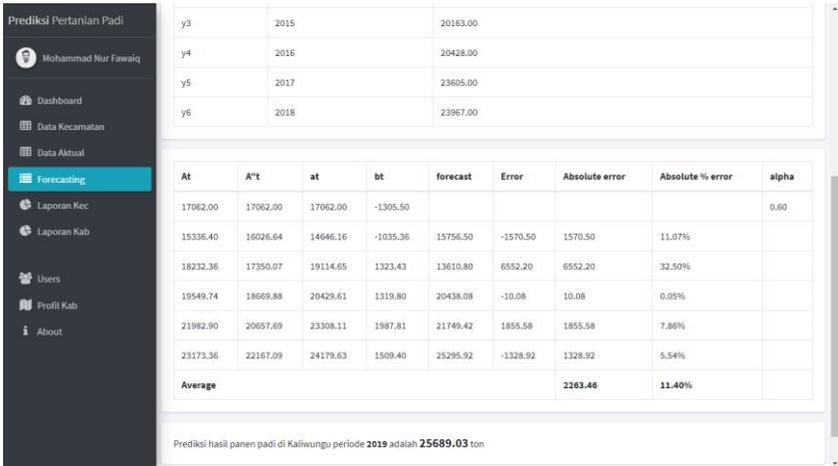


No.	Tahun	Kecamatan	Padi Sawah			Opsi
			Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Ton/Ha)	
1.	2018	Kaliwungu	3774.00	23967.00	6.35	Edit Hapus
2.	2018	Kota	105.00	694.00	6.61	Edit Hapus
3.	2018	Jati	1389.00	8350.00	6.01	Edit Hapus
4.	2018	Undaan	10962.00	71789.00	6.55	Edit Hapus
5.	2018	Mejubo	2626.00	16020.00	6.10	Edit Hapus
6.	2018	Jekulo	3634.00	23257.00	6.40	Edit Hapus
7.	2018	Bae	825.00	5034.00	6.10	Edit Hapus
8.	2018	Gebog	1034.00	6307.00	6.10	Edit Hapus
9.	2018	Dawe	666.00	4126.00	6.20	Edit Hapus

Gambar. 9. Halaman Data Aktual

4. Halaman Prediksi Tiap Kecamatan

Pada halaman ini, akan muncul *form* combobox memilih kecamatan yang akan diprediksi, setelah itu klik tombol proses hitung maka akan muncul tabel data produksi aktual dari tahun ke tahun, lalu di bawahnya ada tabel perhitungan prediksi sesuai dengan metode yang dipakai, kemudian di bawahnya lagi ada hasil prediksi panen padi untuk periode tahun selanjutnya, seperti yang terlihat pada Gambar 10.



y3	2015	20183.00
y4	2016	20428.00
y5	2017	23695.00
y6	2018	23967.00

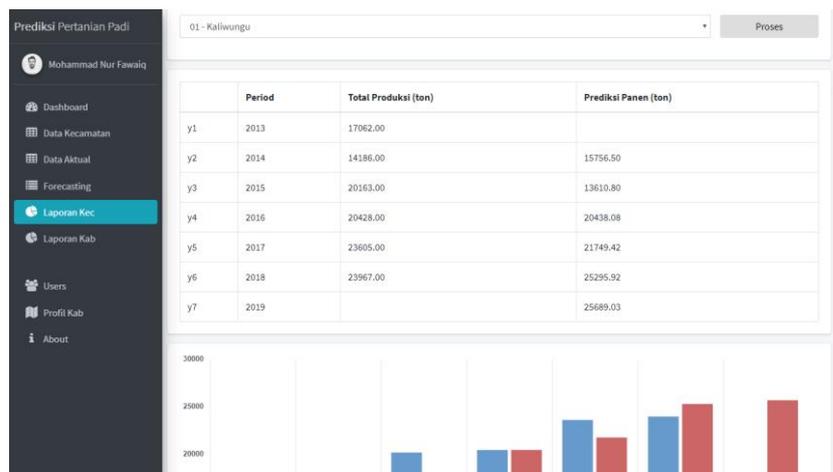
At	A't	at	bt	forecast	Error	Absolute error	Absolute % error	alpha
17062.00	17062.00	17062.00	-1305.50					0.60
15336.40	16026.64	14646.16	-1035.36	15756.50	-1570.50	1570.50	11.07%	
18232.36	17350.07	19114.65	1323.43	13610.80	6552.20	6552.20	32.50%	
19549.74	18669.88	20429.61	1319.80	20438.08	-10.08	10.08	0.05%	
21982.90	20657.69	23308.11	1987.81	21749.42	1855.58	1855.58	7.86%	
23173.36	22167.09	24179.63	1509.40	25295.92	-1328.92	1328.92	5.54%	
Average						2283.46	11.40%	

Prediksi hasil panen padi di Kaliwungu periode 2019 adalah **25689.03** ton

Gambar. 10. Halaman Proses Prediksi

5. Laporan Tiap Kecamatan

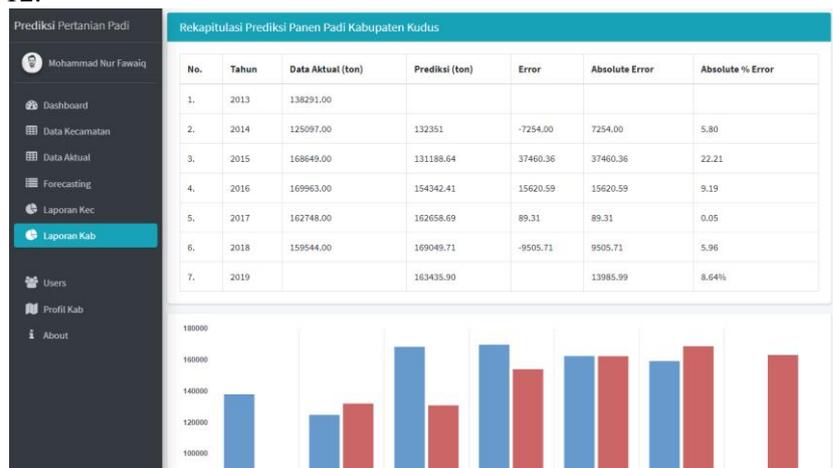
Pada halaman ini hampir sama dengan halaman sebelumnya, perbedaannya yaitu data akan dibandingkan antara hasil produksi aktual dengan proses prediksi, selain data di tabel akan muncul juga *chart* histogram di bawahnya. Tampilan halaman laporan per kecamatan bisa kita lihat pada Gambar 11.



Gambar. 11. Halaman Laporan Per Kecamatan

6. Laporan Rekapitulasi Kabupaten

Halaman ini menampilkan rekapitulasi data produksi aktual dan prediksi tiap kecamatan, kemudian menghitung total dan dibandingkan dengan tabel dan *chart* histogram. Tampilan halaman ini seperti yang ada pada Gambar 12.



Gambar. 12. Halaman Rekapitulasi Kabupaten

B. Pembahasan

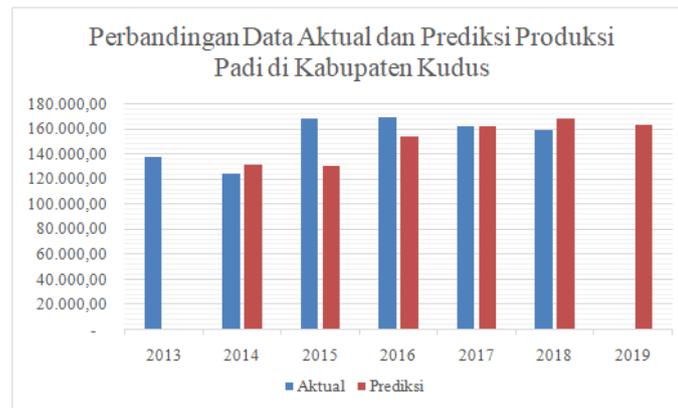
Dari implementasi metode *Brown's Double Exponential Smoothing* yang digunakan untuk memprediksi hasil produksi padi di Kabupaten Kudus pada tahun 2019, menghasilkan nilai prediksi dan presentase kesalahan metode yang ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I
HASIL PREDIKSI DAN PRESENTASE ERROR METODE

Tahun	Data Aktual	Prediksi	Error	Absolute Error	Absolute % error
2013	138.291,00				
2014	125.097,00	132.351,00	-7.254,00	7.254,00	5,80%
2015	168.649,00	131.188,64	37.460,36	37.460,36	22,21%
2016	169.963,00	154.342,40	15.620,60	15.620,60	9,19%
2017	162.748,00	162.658,69	89,31	89,31	0,05%
2018	159.544,00	169.049,71	-9.505,71s	9.505,71	5,96%
2019		163.435,90	Average	13.985,99	8,64%
				MAD	MAPE

Metode yang sederhana dapat memberikan hasil yang baik dalam cakupan kasus yang luas. Oleh sebab itu, pengguna prediksi tidak harus memilih metode yang paling sulit dan paling rumit secara matematis sebelum yakin bahwa hasilnya lebih baik dari metode sederhana yang lebih mudah diterapkan [8].

Tabel I menunjukkan hasil prediksi produksi padi pada tahun 2019 sebesar 163,435,90 ton dengan rata-rata nilai MAPE $\pm 8,64\%$. Berdasarkan besar presentase error tersebut, kesalahan prediksi masuk dalam kategori rendah karena MAPE (*mean absolute percentage error*) kurang dari 10%. Histogram perbandingan data aktual dan hasil prediksi di Kabupaten Kudus dalam beberapa periode bisa dilihat pada Gambar 13.



Gambar. 13. Histogram Perbandingan Data Aktual dan Prediksi

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang sistem prediksi hasil pertanian padi di Kabupaten Kudus dengan metode *Brown's Double Exponential Smoothing*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Brown's Double Exponential Smoothing* bisa diterapkan untuk memprediksi produksi padi di Kabupaten Kudus.
2. Hasil prediksi pada 9 kecamatan di Kabupaten Kudus memperoleh MAPE (*mean absolute percentage error*) sebesar 8.64%, berdasarkan nilai tersebut maka prediksi tergolong dalam kategori tingkat kesalahan rendah karena presentase kesalahan kurang dari 10%.
3. Hasil prediksi padi dapat digunakan sebagai bahan perencanaan yang lebih efektif dan efisien di masa yang akan datang dibandingkan tidak adanya alat prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pertiwi. Adinda Thana Arum, Andri Suprayogi, dan Hani'ah, "Penyajian Informasi Komoditas Pertanian berbasis WebGIS di Kabupaten Kendal," 2012.
- [2] Wahyunto. Widagdo, dan Bambang Heryanto, "Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi Sawah Melalui Analisis Citra Satelit," *Informatika Pertanian* 15: 853–869, 2006.
- [3] Noviansyah. E, "Aplikasi Website Museum Nasional Menggunakan Macromedia Dreamweaver MX," 2008.
- [4] Subagyo. Pangestu, "Forecasting Konsep dan Aplikasi," Dua, Jilid 2, Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, 1986.
- [5] Pratama Adi. Danang, Dzulfida. Amalia Lutfiana, dan Jihan, "Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Brown dan Holt untuk Meramalkan Total Pendapatan Bea dan Cukai," 2016.
- [6] Lieberty. Annastasya, Radiant V. Imbar, "Sistem Informasi Meramalkan Penjualan Barang Dengan Metode Double Exponential Smoothing (Studi kasus : PD. Padalarang Jaya)," 1 April 2015.
- [7] Utama. Cahyarizki Adi, dan Yan Watequlis, "Pengembangan SI Stok Barang Dengan Peramalan Menggunakan Double Exponential Smoothing (Studi Kasus : PT. Tomah Jaya Elektrikal)," 147–153, 2016.
- [8] Makridakis. Spyros, Steven C Wheelwright, dan Victor E McGee, "Metode dan Aplikasi Peramalan," 2 ed, Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 1991.
- [9] Makridakis. Spyros, Steven C Wheelwright, dan Victor E McGee, "Metode dan Aplikasi Peramalan," Jilid 1, Edisi Revisi, Binarupa Aksara : Jakarta, 2003.
- [10] Alda. R, "Penerapan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon di PT Telkomsel Drive3 Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh November, 2009.
- [11] Rosa. A. S, dan M Shalahuddin, "Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek," Bandung: Informatika, 2013.
- [12] Lethbridge. Timothy C, dan Laganriere. Robert. "Object-Oriented Software Engineering : Practical software development using UML and Java," Singapore : McGraw-Hill Higher Education, 2005.