

ANDROID-BASED DECISION SUPPORT SYSTEM TO DETERMINE APPROPRIATE TIME FOR RICE CULTIVATION IN AGRICULTURAL LAND OF CENGLIK RESERVOIR

Yusuf Sulisty Nugroho^{*1}, Aldo Brian Granada²

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
Email: yusuf.nugroho@ums.ac.id, L200170182@student.ums.ac.id,

(Naskah masuk: 06 Februari 2022, Revisi: 16 Februari 2022, diterbitkan: 25 Februari 2022)

Abstract

Cengklik Reservoir is one of the tourism places in Ngemplak, Boyolali Regency, Central Java. This strategic location does not only attract the tourists to visit but is also used by farmers as a source of irrigation for their rice fields. The use of farmland around the Cengklik Reservoir as agricultural land can reduce the problem of drought which has been rarely encountered by farmers. However, another problem arises when the water in the reservoir overflows due to the increased rainfall. This can result in potential damage to paddy fields and might cause crop failure. This study aims to develop the Agraria, an Android-based Decision Support System (DSS) to inform an appropriate period of time for farmers to cultivate crops so that can reduce the risk of crop failures. The system was developed by applying the Mamdani Fuzzy Logic method to process the data taken from public data on weather forecasts of the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG). The results of the study show that the Android-based decision support system has been successfully developed. The accuracy test was carried out 10 times with an average value of 98.85%. This indicates that the system can be used to help farmers determine the appropriate time for planting so as to avoid the crop failure in the future.

Keywords: *Android, Cengklik reservoir, crops cultivation, decision support system..*

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BERBASIS ANDROID UNTUK MENENTUKAN WAKTU BERCOCK TANAM PADI DI LAHAN PERTANIAN WADUK CENGLIK

Abstrak

Waduk Cengklik merupakan salah satu tempat wisata yang berada di Ngemplak, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Lokasinya yang strategis tidak hanya menarik wisatawan untuk berkunjung, namun juga dimanfaatkan para petani sebagai sumber pengairan lahan persawahan. Penggunaan lahan di sekitar Waduk Cengklik sebagai lahan pertanian dapat mengurangi permasalahan kekeringan yang selama ini sangat jarang dijumpai oleh petani. Namun masalah lain muncul ketika air di waduk tersebut meluap akibat curah hujan yang meningkat. Hal ini dapat mengakibatkan potensi kerusakan lahan sawah dan akibat terburuknya adalah dapat menyebabkan gagal panen. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun Sistem Agraria, yaitu sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis Android yang dapat menginformasikan periode waktu yang tepat bagi petani untuk bercocok tanam sehingga dapat mengurangi risiko gagal panen. Sistem dibangun dengan menerapkan metode *Fuzzy Logic Mamdani* untuk mengolah data yang diambil dari data terbuka prakiraan cuaca milik Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan berbasis Android telah berhasil dibangun. Pengujian akurasi dilakukan sebanyak 10 kali dengan nilai rata-rata sebesar 98.85%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem dapat digunakan untuk membantu para petani menentukan waktu yang tepat bercocok tanam sehingga dapat menghindari kegagalan panen di masa yang akan datang.

Kata kunci: *Android, bercocok tanam, sistem pendukung keputusan, waduk Cengklik.*

1. PENDAHULUAN

Secara geografis, Negara Indonesia berada pada 6° Lintang utara – 11° Lintang selatan serta 95°

bujur timur – 141° bujur timur. Posisi ini membuat wilayah Indonesia berada di lintasan garis khatulistiwa yang selalu memiliki penyinaran setiap tahunnya yang mana merupakan salah satu faktor

pendukung yang penting dalam perkembangan sektor agrikultur di Indonesia [1]. Meskipun secara geografis Indonesia hanya memiliki 2 musim yakni musim kemarau dan musim penghujan, hal ini tidak dapat dipungkiri bahwa cuaca dan iklim di wilayah Indonesia cenderung sulit diprediksi hanya dengan metode pembagian periodisasi antara musim kemarau dengan musim penghujan. Lokasinya yang terhimpit oleh daratan benua Asia dan benua Australia, serta Samudra Pasifik dan Samudra Hindia mengakibatkan perbedaan variabel yang mempengaruhi cuaca di tiap-tiap bagian wilayah Indonesia [2]. Faktor lain yang mempengaruhinya adalah adanya perubahan iklim (*climate change*) akibat suhu bumi yang semakin memanas (*global warming*) [3] [4] [5]. Dalam konteks agrikultur, iklim dan pertanian memiliki kaitan yang erat [6] [7]. Perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan pada seluruh aspek keseharian [8], termasuk dalam sektor agrikultur [9] [10] [11]. Perubahan iklim juga dapat menyebabkan perubahan pola penggunaan air [12] [13], jangka waktu umur tanaman [14], serta penurunan kualitas dan produksi tanaman [15] [16].

Di sisi lain, Waduk Cengklik merupakan salah satu destinasi wisata yang sering dikunjungi wisatawan karena keindahan dan keragaman hayati yang dimilikinya [17]. Terlepas dari pemandangan eksotisnya, dataran subur yang mengelilingi Waduk Cengklik juga mengundang banyak petani lokal untuk membudidayakan produk pertaniannya di sekitar waduk tersebut. Pemanfaatan Waduk Cengklik sebagai sumber pengairan ladang sawah, permasalahan seperti kekeringan akibat sedikitnya persediaan air [18] menjadi jarang dijumpai oleh para petani. Namun curah hujan yang meningkat drastis terutama saat musim hujan dapat menyebabkan banjir [19] akibat naiknya ketinggian air dalam kurun waktu yang singkat di Waduk Cengklik. Hal ini tentunya dapat menimbulkan masalah lain, seperti meluapnya air yang berpotensi menyebabkan kerusakan lahan pertanian [20], bahkan kemungkinan yang terburuk adalah gagal panen [21]. Kurangnya pengetahuan para petani terhadap iklim dan cuaca ini dapat mempengaruhi kinerja serta angka produktivitas pertanian [22]. Oleh karena itu, maka diperlukan sebuah solusi yang dapat mengurangi risiko kegagalan panen akibat tingginya curah hujan yang bisa terjadi terutama saat musim hujan.

Beberapa penelitian terdahulu pernah dilakukan terkait permasalahan pertanian akibat cuaca. Sebuah penelitian pengembangan aplikasi telah dilakukan untuk menentukan jenis tanaman pangan yang paling optimal untuk ditanam berdasarkan suhu, kelembapan, curah hujan dan ketinggian tempat pada periode waktu tertentu [23]. Penelitian serupa juga dilakukan untuk membangun sistem pendukung keputusan yang dapat menentukan jenis tanaman dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

berdasarkan suhu, tekstur, drainase, PH, dan C organik untuk memperoleh hasil perhitungan yang diubah menjadi nilai matriks [24]. Penelitian lain untuk menentukan jenis tanaman juga dilakukan dengan menerapkan metode *Promethee* yang menggunakan variabel kondisi dan karakteristik tanah seperti suhu, curah hujan, kelembapan, drainase, tekstur, kedalaman tanah, ketebalan gambut, pH air, salinitas, alkalinitas, kedalaman sulfidik dan lereng [25]. Jenis tanaman yang dipilih sebagai variabel pengujian yaitu tanaman jagung, padi, kacang tanah, dan kedelai.

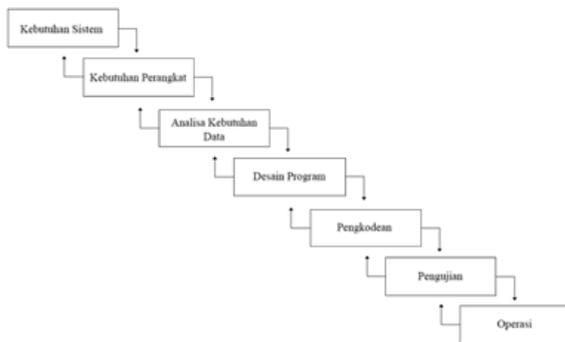
Penelitian serupa juga dilakukan untuk menentukan jenis tanaman buah-buahan menggunakan metode *Similarity* [26]. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu tekstur tanah, jenis tanah, solum tanah dalam, pH tanah, curah hujan (mm/tahun), lama kondisi kering (bulan), suhu dataran, ketinggian tempat, warna tanah dan kondisi tanah. Jenis tanaman yang digunakan sebagai variabel penelitian yaitu mangga, rambutan, durian, pepaya dan salak. Penelitian dilakukan dengan menggunakan karakteristik tempat sebagai variabel untuk mengungkap jenis tanaman yang terbaik yang dapat dipilih untuk ditanam atau dibudidayakan di tempat tersebut. Sebuah sistem pendukung keputusan untuk menentukan lahan yang cocok untuk bercocok tanam cabai telah dikembangkan pada sebuah penelitian dengan menerapkan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) [27]. Penelitian lain untuk merancang aplikasi bercocok tanam berbasis android juga pernah dilakukan di kawasan perkotaan menggunakan metode *urban agriculture* [28]. Sistem aplikasi yang dirancang menampilkan informasi dari berbagai jenis tanaman yang berfungsi sebagai sumber informasi dalam melakukan proses bercocok tanam bagi para petani yang menggunakan lahan di perkotaan.

Berdasarkan masalah yang telah dikemukakan dan telaah penelitian terdahulu, maka penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem Agraria. Sistem ini berupa aplikasi pendukung keputusan untuk membantu para petani menentukan waktu yang sesuai untuk bercocok tanam sehingga dapat mengurangi risiko gagal panen yang disebabkan oleh faktor iklim dan cuaca. Data yang digunakan pada sistem ini adalah data prakiraan cuaca yang diambil dari data terbuka Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Sistem dibangun dengan menggunakan perangkat lunak *Android Studio* dengan mengimplementasikan bahasa pemrograman Java. Hasil dari penelitian adalah sistem Agraria sebagai pendukung keputusan dengan nilai akurasi rata-rata sebesar 98,85%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat diimplementasikan untuk membantu para petani di wilayah Waduk Cengklik dalam menentukan waktu bercocok tanam tanaman padi sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya gagal panen..

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengembangan Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem Agraria yang berbasis Android sebagai pendukung keputusan menentukan waktu yang sesuai untuk bercocok tanam padi di lahan Waduk Cengklik. Sistem Agraria dikembangkan dengan mengikuti model *Waterfall* yang merupakan salah satu model dalam metode *System Development Life Cycle* (SDLC). Model *Waterfall* yang memiliki 7 tahap utama [29], seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram model *Waterfall* [29]

Kebutuhan Sistem dan Perangkat. Data terbuka BMKG yang menyediakan data prakiraan cuaca selama 3 hari ke depan digunakan sebagai nilai input pada sistem. Sistem ini dibuat dengan menerapkan Logika Kabur (*Fuzzy Logic*) untuk mengolah data prakiraan cuaca BMKG yang menghasilkan nilai keluaran. Logika kabur diperkenalkan dalam sebuah penelitian terhadap teknik elektro pada persimpangan jalan [30] yang menjelaskan hasil komputasi gerbang logika tidak selalu bersifat *True* atau *False*. Logika kabur memungkinkan adanya nilai yang tidak jelas dalam sebuah komputasi. Sehingga dalam penerapannya bisa digunakan menyerupai persepsi manusia dalam menentukan sebuah nilai dari informasi tertentu.

Telaah pustaka juga dilakukan untuk menyediakan data ilmiah yang dijadikan dasar dalam pembentukan rules set dan batasan parameter dari fungsi keanggotaan pada tahapan logika *fuzzy*. Parameter atau batasan interval dari fungsi keanggotaan ditentukan berdasarkan data statistik Kabupaten Boyolali tahun 2019 yang mencatat data cuaca bulanan berupa rata-rata suhu, kelembapan udara, dan kecepatan angin pada tahun 2018 [31]. Data tersebut dipilih dalam penelitian ini karena merupakan tahun dengan hasil produksi padi terbesar dibandingkan dengan wilayah lain [32].

Terkait dengan kebutuhan perangkat, sistem dikembangkan dengan memanfaatkan perangkat seluler untuk memberikan aksesibilitas yang mudah untuk dioperasikan. Kebutuhan minimum perangkat keras yang dapat digunakan oleh pengguna untuk menjalankan aplikasi adalah sebuah ponsel pintar

dengan RAM 2 GB dengan sistem operasi Android 7.1 ke atas. Adapun sistem ini dapat dijalankan jika terhubung ke jaringan internet dengan mengaktifkan fitur *Global Positioning System* (GPS).

Pengumpulan Data. Lahan pertanian di sekitar Waduk Cengklik dipilih sebagai sampel penelitian karena lokasinya yang unik dan memiliki banyak kasus gagal panen dengan ciri khas unik. Survei serta kajian pustaka dilakukan untuk memperoleh faktor-faktor yang menjadi hambatan dalam bertani. Berdasarkan hasil survei yang diperoleh disimpulkan bahwa:

- Lokasi ladang sawah para petani berada di tepian waduk sehingga jika intensitas hujan yang naik tidak terprediksi dapat menyebabkan naiknya ketinggian air pada waduk serta hilangnya petak sawah dan produk pertanian.
- Waduk memiliki fungsionalitas yang baik dalam menampung air sementara, namun ditemukan kesulitan dalam pengendalian banjir yang disebabkan oleh keterbatasan sistem irigasi dan kapasitas saluran drainase [33].
- Prakiraan cuaca berdasarkan periode musim tidak lagi relevan dan tidak bisa digunakan.

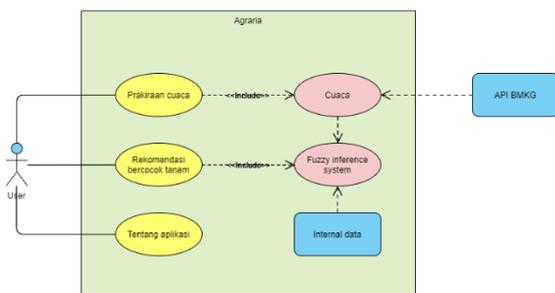
Adapun kondisi fisik dari Waduk Cengklik yang terletak di Desa Ngargorejo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Boyolali dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi fisik Waduk Cengklik

Waduk	MA banjir	EL. + 143.50 m, 278.00 ha, 11,08 juta m ³
	MA normal	EL. + 142.60 m, 253.00 ha, 9,773 juta m ³
	MA minimum	EL. + 133.49 m
	Volume efektif	9,773 juta m ³
Bendungan	Tipe	Urungan tanah homogen
	Elevasi Puncak	EL. + 144.50 m
	Lebar Puncak	4.00 m
	Panjang Puncak	1693.00 m
Pelimpah	Tinggi Maksimum	14.50 m
	Tipe	Pelimpah ambang lebar tanpa pintu
	Kapasitas Pelimpah	43.10 m ³ /s
	Elevasi mercu	EL. + 142.60m, panjang 30.00 m
Banjir desain		476.40 m ³ /s
	Bangunan	Tipe <i>Conduit</i>
Pengelak	Bentuk	Lingkar
	Ukuran	Diameter 0.80 m
	Jumlah	2 buah
	Panjang	75.00 m
	Tipe alat operasi	Pintu sorong vertikal
	Garis tengah	0.80 mm

Desain Program. Sistem Agraria dirancang secara sederhana untuk mempermudah pengoperasian namun tanpa mengurangi fungsionalitasnya. Sistem ini dapat menyajikan informasi yang dapat digunakan sebagai pendukung keputusan dalam bercocok tanam padi dan informasi prakiraan cuaca bagi para petani di lokasi sekitar Waduk Cengklik.

Gambar 2 menjelaskan bahwa sistem Agraria dibuat dengan memiliki tiga menu utama. Menu pertama adalah menu prakiraan cuaca yang menampilkan informasi prakiraan cuaca dalam periode waktu 3 hari ke depan yang bersumber langsung dari halaman data terbuka BMKG [34]. Menu kedua adalah rekomendasi bercocok tanam dengan menerapkan logika kabur untuk menentukan waktu terbaik untuk bercocok tanam padi dengan meninjau variabel karakteristik prakiraan cuaca. Sistem logika kabur menggunakan *internal data* sebagai acuan menentukan parameter dan *rules* yang digunakan untuk mengolah data prakiraan cuaca milik BMKG. Menu yang ketiga berisi informasi tentang aplikasi yang menampilkan informasi aplikasi dan pengembang.



Gambar 2. Diagram use case sistem

Implementasi Kode. Sistem Agraria dibuat menggunakan perangkat lunak Android Studio dengan bahasa pemrograman Java. Metode *fuzzy logic Mamdani* diimplementasikan dalam kode program untuk membangun sistem sehingga dapat mengolah data menjadi informasi yang dibutuhkan.

Pengujian Sistem. Demonstrasi sistem Agraria dilakukan dengan perangkat virtual *android emulator* untuk menyesuaikan spesifikasi perangkat yang diinginkan. Uji coba yang dilakukan berupa uji validasi terhadap sistem aplikasi untuk memastikan sistem aplikasi dapat berjalan dengan baik dan uji akurasi untuk memastikan sistem aplikasi bekerja dengan sesuai dan akurat.

Pengujian validitas aturan dilakukan dengan cara membandingkan nilai output dari total 75 aturan pada sistem aplikasi dan membandingkannya dengan rancangan aturan yang sudah dibuat. Pengujian validasi data pada aplikasi dilakukan untuk memastikan data informasi yang digunakan pada aplikasi sudah sesuai memenuhi kebutuhan yang ada. Dalam kasus ini, data yang digunakan pada sistem aplikasi dipastikan berasal dari data prakiraan cuaca BMKG pada sektor daerah Boyolali, Jawa Tengah.

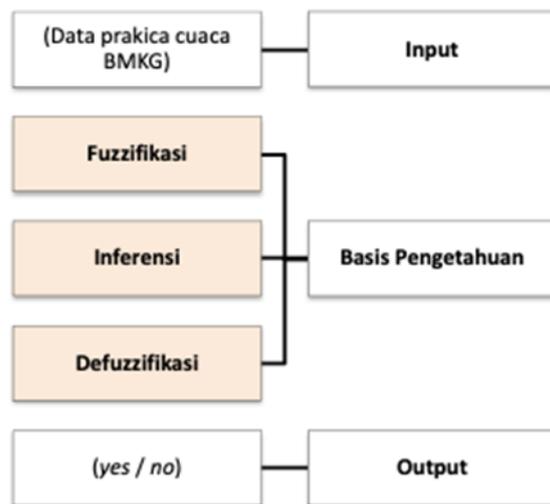
Pengujian akurasi juga dilakukan untuk mengukur tingkat ketepatan aplikasi dalam mengoperasikan perhitungan yang dilakukan untuk memperoleh hasil akhir.

Operasi. Tahap akhir pada penelitian ini adalah mempersiapkan produk akhir yang berupa file instalasi aplikasi yang dapat diakses secara

publik yang disertai dengan teks panduan aplikasi untuk memberikan arahan dalam mengoperasikan aplikasi. File instalasi dan teks panduan aplikasi dapat diakses pada laman <https://github.com/1200170182/agraria>.

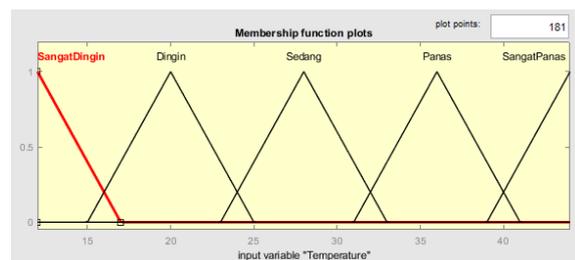
2.2. Implementasi Fuzzy Logic

Pengembangan sistem Agraria dilakukan dengan menerapkan metode *Mamdani* [35] yang dalam upayanya untuk mengendalikan mesin uap dan ketel uap dengan mengolah aturan kendali linguistik yang diperoleh dari operator manusia yang sudah berpengalaman [36]. Proses implementasi metode *Mamdani* dilakukan dengan melalui beberapa tahap yaitu Fuzzifikasi, Inferensi, dan Defuzzifikasi, seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahap pada Fuzzy Logic Controller

Pada tahap **Fuzzifikasi**, nilai input akan diubah menjadi variabel linguistik (*input fuzzy*) menggunakan fungsi keanggotaan berdasarkan basis pengetahuan. Data variabel yang digunakan sebagai nilai input merupakan nilai rata – rata suhu, tingkat kelembapan, dan kecepatan angin yang bersumber dari data terbuka BMKG. Sebagai ilustrasi, nilai input dari ketiga variabel tersebut akan dikategorikan ke dalam fungsi keanggotaan yang dibentuk berdasarkan letak pada interval [0,1].



Gambar 4. Fungsi keanggotaan suhu

Fungsi keanggotaan variabel suhu pada Gambar 4 dapat dituliskan sebagai berikut:

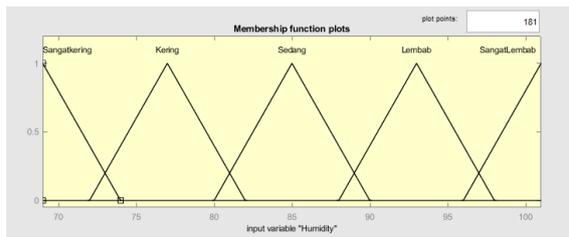
$$\mu_{\text{suhuSangatDingin}}(z) = \begin{cases} 1; z \leq 12 \\ \frac{17-z}{5}; 12 < z < 17 \\ 0; z \geq 17 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{suhuDingin}}(z) = \begin{cases} 0; z \leq 15 \text{ atau } z \geq 25 \\ \frac{z-15}{10}; 15 < z < 20 \\ \frac{25-z}{10}; 20 < z < 25 \\ 1; z = 20 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{suhuSedang}}(z) = \begin{cases} 0; z \leq 23 \text{ atau } z \geq 33 \\ \frac{z-23}{10}; 23 < z < 28 \\ \frac{28-z}{10}; 28 < z < 33 \\ 1; z = 28 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{suhuPanas}}(z) = \begin{cases} 0; z \leq 31 \text{ atau } z \geq 41 \\ \frac{z-31}{10}; 31 < z < 36 \\ \frac{41-z}{10}; 36 < z < 41 \\ 1; z = 36 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{suhuSangatPanas}}(z) = \begin{cases} 0; z \leq 39 \\ \frac{z-39}{5}; 39 < z < 44 \\ 1; z \geq 44 \end{cases}$$



Gambar 5. Fungsi keanggotaan kelembapan

Fungsi keanggotaan variabel kelembapan pada Gambar 5 dapat dituliskan sebagai berikut:

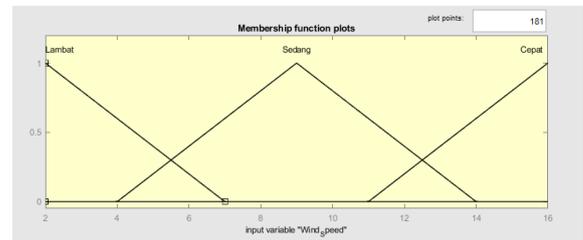
$$\mu_{\text{SangatKering}}(z) = \begin{cases} 1; z \leq 69 \\ \frac{74-z}{5}; 69 < z < 74 \\ 0; z \geq 74 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{kering}}(z) = \begin{cases} 0; (z \leq 72) \text{ atau } (z \geq 82) \\ \frac{z-72}{10}; 72 < z < 77 \\ \frac{82-z}{10}; 77 < z < 82 \\ 1; z = 77 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(z) = \begin{cases} 0; (z \leq 80) \text{ atau } (z \geq 90) \\ \frac{z-80}{10}; 80 < z < 85 \\ \frac{90-z}{10}; 85 < z < 90 \\ 1; z = 85 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{lembab}}(z) = \begin{cases} 0; (z \leq 88) \text{ atau } (z \geq 98) \\ \frac{z-88}{10}; 88 < z < 93 \\ \frac{98-z}{10}; 93 < z < 98 \\ 1; z = 93 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sangatLembab}}(z) = \begin{cases} 0; z \leq 96 \\ \frac{z-96}{5}; 96 < z < 101 \\ 1; z \geq 101 \end{cases}$$



Gambar 6. Fungsi keanggotaan kecepatan angin

Sedangkan fungsi keanggotaan variabel kecepatan angin pada Gambar 6 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{lambat}}(z) = \begin{cases} 1; z \leq 2 \\ \frac{7-z}{5}; 2 < z < 7 \\ 0; z \geq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(z) = \begin{cases} 0; (z \leq 4) \text{ atau } (z \geq 14) \\ \frac{z-4}{10}; 4 < z < 9 \\ \frac{14-z}{10}; 9 < z < 14 \\ 1; z = 9 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{cepat}}(z) = \begin{cases} 0; z \leq 11 \\ \frac{z-11}{5}; 11 < z < 16 \\ 1; z \geq 16 \end{cases}$$

Pada tahapan **Inferensi**, terjadi proses pengolahan nilai input *fuzzy* menjadi output *fuzzy* yang mengikuti struktur logika yang terdiri atas premis dan konklusi. Data input dan data output yang masuk ke dalam fungsi keanggotaan dituliskan dalam bentuk kode. Tabel 2 menjelaskan keterangan nama kode dan parameter yang digunakan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan.

Kombinasi dari seluruh kemungkinan parameter yang ada pada fungsi keanggotaan

terhadap jumlah variabel yang digunakan membentuk sebanyak 75 aturan (*rules*).

Tabel 2. Kode parameter pada aturan

Kode	Parameter
T ₁	Suhu: sangat dingin
T ₂	Suhu: dingin
T ₃	Suhu: sedang
T ₄	Suhu: panas
T ₅	Suhu: sangat panas
H ₁	Kelembapan: sangat kering
H ₂	Kelembapan: kering
H ₃	Kelembapan: sedang
H ₄	Kelembapan: lembap
H ₅	Kelembapan: sangat lembap
W ₁	Kecepatan angin: lambat
W ₂	Kecepatan angin: sedang
W ₃	Kecepatan angin: cepat
O ₁	Output: Tidak
O ₂	Output: Iya

Setelah terbentuk 75 aturan, berikutnya adalah menentukan nilai aturan berdasarkan implikasi nilai minimal. Pada fungsi implikasi minimal digunakan operator AND. Persamaan fungsi implikasi minimal dituliskan pada persamaan (1).

$$\alpha -predikat_i = \min(\mu_a[x_1], \dots, \mu_n[x_n]) \quad (1)$$

dimana, *i* merupakan aturan fuzzy ke- *i*.

Setelah diperoleh nilai aturan, langkah berikutnya adalah mencari nilai inferensi dengan menghitung fungsi nilai maksimal dari setiap nilai aturan pada ketiga variabel. Operator yang digunakan pada fungsi ini adalah OR. Persamaan dari fungsi nilai inferensi dituliskan pada persamaan (2).

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (2)$$

dimana $\mu_{sf}(x_i)$ dinyatakan sebagai nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-*i*, dan $\mu_{kf}(x_i)$ dinyatakan sebagai nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy aturan ke-*i*.

Pada tahapan **Defuzzifikasi**, nilai *output fuzzy* akan diubah menjadi *output bernilai tegas* yang mengikuti fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan. Metode yang digunakan dalam proses defuzzifikasi yaitu metode *Centroid* yang menentukan nilai titik pusat daerah dengan menentukan luasan daerah dan moment. Formula dari fungsi defuzzifikasi dituliskan pada persamaan (3).

$$z = \frac{momen_1 + \dots + momen_n}{luas_1 + luas_n} \quad (3)$$

atau dapat dituliskan pada persamaan (4).

$$z = \frac{\int_z \mu(z)z dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad (4)$$

dimana *z* dinyatakan sebagai nilai hasil defuzzifikasi, $\mu(z)$ dinyatakan sebagai nilai

keanggotaan, dan $\int_z \mu(z)z dz$ merupakan nilai momen untuk seluruh daerah dari komposisi aturan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pendukung keputusan waktu tepat untuk bercocok tanam padi dibangun dengan berbasis Android yang dapat beroperasi dan mampu menjalankan komputasi dengan baik. Adapun hasil penelitian ini dibahas tentang sistem sebagai produk penelitian dan proses uji coba yang dilakukan pada sistem tersebut.

3.1. Tampilan Sistem Pendukung Keputusan

Ini Saat sistem Agraria dijalankan, halaman yang pertama kali ditampilkan adalah *Splashscreen*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Saat halaman ini ditampilkan, sistem melakukan *background data process* yang bertujuan untuk mengambil data prakiraan cuaca pada situs halaman BMKG.

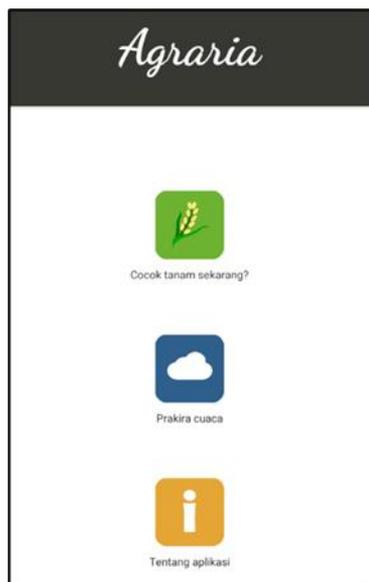


Gambar 7. Tampilan halaman splashscreen

Setelah proses pengambilan data selesai saat halaman *splashscreen* ditampilkan, maka sistem akan menuju ke halaman menu secara otomatis. Halaman menu menampilkan pilihan dari fitur yang tersedia pada sistem, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

Halaman menu memiliki 3 tombol yang memiliki fungsi berbeda, yaitu:

1. Tombol cocok tanam, digunakan untuk menjalankan fitur utama pada aplikasi yaitu mencari tahu apakah pada saat ini proses bercocok tanam padi dapat dilakukan secara optimal.
2. Tombol prakiraan cuaca, menampilkan halaman prakiraan cuaca.
3. Tombol tentang aplikasi, menampilkan halaman informasi terkait aplikasi dan pengembang



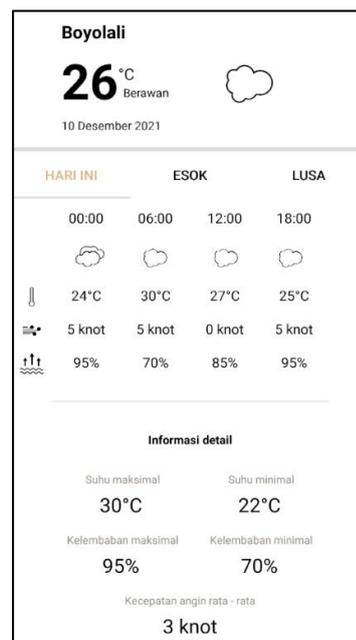
Gambar 8. Tampilan halaman menu

Hasil perhitungan data *input* prakiraan cuaca ditampilkan pada halaman cocok tanam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Pada halaman ini akan memberikan dua kemungkinan jawaban, yaitu "cocok" atau "tidak cocok" yang menjelaskan tentang kesesuaian waktu untuk bercocok tanam, dengan informasi tambahan yang berupa suhu rata-rata dengan satuan derajat celcius, kelembapan rata-rata dengan satuan persen, dan kecepatan angin rata-rata dengan satuan knot.



Gambar 9. Tampilan halaman ketepatan waktu untuk bercocok tanam

Sistem pendukung keputusan waktu bercocok tanam juga menampilkan halaman prakiraan cuaca, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Halaman ini untuk memberikan informasi data prakiraan cuaca untuk 3 hari berikutnya yang diperoleh dari data terbuka BMKG dengan 4 pembagian waktu pada tiap harinya. Informasi yang ditampilkan berupa tanggal, lokasi data yang digunakan, dan data terkait cuaca.



Gambar 10. Tampilan halaman prakiraan cuaca

3.2. Pengujian Sistem Agraria

Sistem Agraria telah selesai dibangun. Namun untuk melihat tingkat keberhasilan pengembangan sistem pendukung keputusan ini, dalam penelitian ini dilakukan 2 tahap pengujian, yaitu uji validitas dan uji akurasi.

Pengujian validitas dilakukan dengan memasukkan nilai input pada sistem untuk mendapatkan output sebanyak 75 kemungkinan yang berasal dari jumlah *rules* yang digunakan pada sistem. Hasil pengujian disederhanakan dalam Tabel 3 dengan memilih 5 data pengujian secara acak.

Tabel 3. Hasil pengujian validitas sistem

Input				
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kecepatan Angin (knot)	Output	Validity
27	86	8	Yes	Benar
12	80	10	No	Benar
44	96	4	No	Benar
19	88	11	Yes	Benar
37	93	2	Yes	Benar

Berdasarkan hasil pengujian yang dijelaskan pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa sistem aplikasi berjalan sesuai dengan semestinya dan tidak terjadi kesalahan pada komputasi gerbang logika.

Pada tahap pengujian akurasi, dilakukan pengukuran nilai akurasi output dari sistem aplikasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab sebagai acuan output yang akurat. Nilai input dapat diatur sehingga pengujian dapat dilakukan dengan memenuhi berbagai kemungkinan.

Tabel 4 menyajikan data hasil uji akurasi pada sistem. Pada tahap pengujian akurasi ini dilakukan 10 kali pengujian dengan nilai *input* diambil secara acak. Hasil pengujian menunjukkan terdapat

perbedaan yang tidak signifikan antara nilai *output* perangkat lunak Matlab dengan *output* sistem. Nilai rata – rata akurasi yaitu 98.85% dengan nilai akurasi terendah berada di 93.76% dan nilai akurasi tertinggi mencapai 99.56%.

Adanya perbedaan nilai *output* pada sistem pendukung keputusan dengan yang dihasilkan dari perangkat lunak Matlab disebabkan oleh proses

pembulatan yang terjadi pada proses *parsing* tipe variabel pada sistem aplikasi dan proses operasi penghitungan. Walaupun demikian hasil uji akurasi membuktikan nilai akurasi masih berada di atas 93% sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem Agraria dapat bekerja dengan baik.

Tabel 4. Hasil perbandingan pengujian akurasi Matlab dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

NO	Input			Output (0-10)		Nilai Akurasi (%)
	Temperature (°C)	Humidity (%)	Wind Speed (knot)	Matlab	SPK	
1	12	69	2	3.3	3.34	98.80
2	15	96	5	4.06	4.08	99.51
3	24	78	4	4.51	4.81	93.76
4	41	93	10	4.06	4.08	99.51
5	30	90	15	5.94	5.91	99.49
6	27	86	8	6.58	6.55	99.54
7	16	70	2	4.49	4.51	99.56
8	44	100	15	3.42	3.44	99.42
9	32	78	4	5.51	5.48	99.46
10	39	84	7	5.94	5.91	99.49
Rata – rata						98.85

KESIMPULAN

Sistem Agraria sebagai sistem pendukung keputusan untuk menentukan waktu bercocok tanam padi di Waduk Cengklik telah berhasil dibangun. Berdasarkan uji validitas yang dilakukan, diperoleh hasil yang sesuai tanpa terjadi kesalahan proses komputasi dalam sistem aplikasi. Pengujian akurasi yang dilakukan terhadap sistem menghasilkan nilai rata-rata sebesar 98.85%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem pendukung keputusan ini dapat dimanfaatkan untuk membantu para petani di lahan pertanian Waduk Cengklik dalam menentukan waktu yang optimal untuk bercocok tanam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Case, F. Ardiansyah and E. Spector, "Climate Change in Indonesia: Implications for Humans and Nature," *Climate change in Indonesia: implications for humans and nature*, 2007.
- [2] R. Djalante, J. Jupesta and E. Aldrian, *Climate Change Research, Policy and Actions in Indonesia: Science, Adaptation and Mitigation*, Springer Nature, 2020.
- [3] R. O. Mendelsohn and E. Massetti, "The use of cross-sectional analysis to measure climate impacts on agriculture: theory and evidence," *Review of Environmental Economics and Policy*, 2020.
- [4] P. Bergquist and C. Warshaw, "Does global warming increase public concern about climate change?," *The Journal of Politics*, vol. 81, no. 2, pp. 686-691, 2019.
- [5] L. Al-Ghussain, "Global warming: review on driving forces and mitigation," *Environmental Progress & Sustainable Energy*, vol. 38, no. 1, pp. 13-21, 2019.
- [6] S. Chen and B. Gong, "Response and adaptation of agriculture to climate change: Evidence from China," *Journal of Development Economics*, vol. 148, 2021.
- [7] T.-S. Neset, L. Wirehn, T. Opach, E. Glaas and B.-O. Linner, "Evaluation of indicators for agricultural vulnerability to climate change: The case of Swedish agriculture," *Ecological Indicators*, vol. 105, pp. 571-580, 2019.
- [8] C. Amin, S. Sukamdi and R. Rijanta, "Exploring migration hold factors in climate change hazard-prone area using grounded theory study: evidence from coastal Semarang, Indonesia," *Sustainability*, vol. 13, no. 8, p. 4335, 2021.
- [9] S. Ali, Y. Liu, M. Ishaq, T. Shah, A. Ilyas and I. Din, "Climate change and its impact on the yield of major food crops: evidence from Pakistan," *Foods*, vol. 6, no. 6, p. 39, 2017.
- [10] A. Raza, A. Razzaq, S. S. Mehmood, X. Zou, X. Zhang, Y. Lv and J. Xu, "Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review," *Plants*, vol. 8, no. 2, p. 34, 2019.
- [11] G. S. Malhi, M. Kaur and P. Kaushik, "Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review," *Sustainability*, vol. 13, no. 3, p. 1318, 2021.
- [12] M. Florke, C. Schneider and R. I. McDonald, "Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth," *Nature*

- Sustainability, vol. 1, no. 1, pp. 51-58, 2018.
- [13] J. L. Hatfield and C. Dold, "Water-use efficiency: advances and challenges in a changing climate," *Frontiers in plant science*, vol. 10, p. 103, 2019.
- [14] B. Zhang and C. L. Brack, "Urban forest responses to climate change: A case study in Canberra," *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 57, 2021.
- [15] A. Ferrante and L. Mariani, "Agronomic management for enhancing plant tolerance to abiotic stresses: High and low values of temperature, light intensity, and relative humidity," *Horticulturae*, vol. 4, no. 3, p. 21, 2018.
- [16] M. B. Bisbis, N. Gruda and M. Blanke, "Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality--A review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 170, pp. 1602-1620, 2018.
- [17] E. Roziaty, D. H. Aksiwi and N. A. D. Setyowati, "Keragaman Plankton di Wilayah Perairan Waduk Cengklik Boyolali Jawa Tengah," *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, vol. 4, no. 1, pp. 69-77, 2018.
- [18] M. M. Maipauw, E. Sedyono and S. Y. J. Prasetyo, "Drought Analysis and Forecast Using Landsat-8 Sattelite Imagery, Standardized Precipitation Index and Time Series," *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 58-65, 2020.
- [19] S. S. Saputri and E. Sudarmilah, "Game Edukasi Mitigasi Bencana Banjir-Tirta Si Pejuang Banjir," *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, vol. 1, no. 1, pp. 10-19, 2019.
- [20] S. Sudaryatno, B. Wiratmoko, W. Winanda and S. Y. Saputri, "Using Hydrological Mapping to Evaluate the Effectiveness of the Bener Dam Development in Reducing Flood Risk in Purworejo Regency, Central Java," *Forum Geografi*, vol. 34, no. 2, 2020.
- [21] E. Purbiyanti, F. Sjarkowi, D. Adriani, M. Antoni, I. Alamsyah, N. Yudhistira and G. Utami, "Water-system changes in swampy rice agro-ecosystems area and their economic impacts on farmers in South Sumatra, Indonesia," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021.
- [22] B. Soubry, K. Sherren and T. F. Thornton, "Are we taking farmers seriously? A review of the literature on farmer perceptions and climate change, 2007--2018," *Journal of Rural Studies*, vol. 74, pp. 210-222, 2020.
- [23] Y. Yanuari, M. G. Husada and D. B. Utami, "Aplikasi Rekomendasi Jenis Tanaman Pangan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," *Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 3, no. 1, pp. 1-8, 2018.
- [24] N. M. Mala, A. Muhibuddin and A. Sifaunajah, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Penggunaan Jenis Tanaman dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP)," *SAINTEKBU*, vol. 10, no. 1, pp. 64-74, 2018.
- [25] W. N. Adila, R. Regasari and H. Nurwasito, "Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Pemilihan Tanaman Pangan Pada Suatu Lahan Berdasarkan Kondisi Tanah Dengan Metode Promethee," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, vol. 2548, p. 964X, 2018.
- [26] A. Habibullah and S. Winiarti, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kesesuaian Jenis Lahan Pertanian Untuk Budidaya Tanaman Buah-Buahan Menggunakan Metode Similarity Berbasis Web," *Universitas Ahmad Dahlan*, 2014.
- [27] D. S. Anwar and D. Rohpandi, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Lahan Tanaman Cabai Dengan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting," in *Proceeding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2018.
- [28] N. A. Pratama and D. A. P. Putri, "Perancangan Aplikasi Bercocok Tanam Pada Kawasan Perkotaan Berbasis Android," *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 2021.
- [29] W. W. Royce, "Managing the development of large software systems: concepts and techniques," in *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering*, 1987.
- [30] L. A. Zadeh, "Electrical engineering at the crossroads," *IEEE Transactions on Education*, vol. 8, no. 2, pp. 30-33, 1965.
- [31] "Boyolali dalam angka 2018," *Badan Pusat Statistik Kabupaten Boyolali*, 2019.
- [32] "Luas panen, produksi, dan produktivitas padi menurut provinsi 2018-2020," 2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/53/1498/1/uas-panen-produksi-dan-produktivitas-padi-menurut-provinsi.html>. [Accessed July 2021].
- [33] A. E. Widiyanto and S. Sunarjono, "Evaluasi Kinerja Operasi Dan Pemeliharaan Bendungan Cengklik Dengan Menggunakan Balanced Scorecard," *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 2017.
- [34] "Data Prakiraan Cuaca Terbuka BMKG,"

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2021. [Online]. Available: <https://data.bmkg.go.id/DataMKG/MEWS/DigitalForecast/DigitalForecast-JawaTengah.xml> . [Accessed May 2021].

- [35] E. H. Mamdani and S. Assilian, "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller," *International journal of man-machine studies*, vol. 7, no. 1, pp. 1-13, 1975.
- [36] E. H. Mamdani, "Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis," *IEEE transactions on computers*, vol. 26, no. 12, pp. 1182-1191, 1977.