

Prototype Alat Penyemprot Air Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban dan Mikrokontroler ATmega8 AVR Pada Pembibitan Sawit

Prototype of Automatic Water Sprayer Based on Humidity Sensor and ATmega8 AVR Microcontroller in Oil Palm Nurseries

Marcelo Salas Sihombing¹, Suhada², Ika Purnama Sari³
STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Diterima, 20 September 2022

Direvisi, 23 September 2022

Disetujui, 24 September 2022

Kata Kunci:

Prototype

Penyemprot Air

Otomatis

ATmega8 AVR

Pembibitan Sawit

ABSTRAK

Pembibitan kelapa sawit saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, namun dalam proses penyiraman pada tahapan pembibitan kelapa sawit itu sendiri masih dilakukan secara manual sehingga sehingga kurang efisien dalam proses penyiraman. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini dibuatlah sebuah sistem otomatis dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8 AVR sebagai pengendali utama sistem. Dengan variabel kelembaban media tanam sebagai pengatur waktu penyiraman, dibuatlah sebuah prototype alat penyemprot air yang dapat melakukan penyiraman secara otomatis. Prototype alat penyemprot air otomatis ini dilengkapi sensor kelembaban tanah yang digunakan untuk membaca nilai kelembaban media tanam kelapa sawit sekaligus berfungsi sebagai masukan sistem, LCD sebagai media monitoring kinerja sistem, dan relay yang berfungsi menghidupkan dan mematikan pompa air yang terhubung ke instalasi pipa penyiraman media tanam. Penyiraman bibit kelapa sawit dilakukan ketika sensor kelembaban tanah mendeteksi nilai kelembaban di dalam media tanam telah berada di bawah batas bawah sistem bekerja dan menghentikan penyiraman ketika hasil pembacaan sensor menunjukkan nilai kelembaban media tanam berada di atas batas atas sistem bekerja.

ABSTRACT

Oil palm nurseries are currently experiencing very rapid development, but the watering process at the oil palm nursery stage itself is still done manually so that it is less efficient in the watering process. To overcome these problems, in this study an automatic system was created using the AVRATmega8 microcontroller as the main controller of the system. With the variable humidity of the planting media as a timer for watering, a prototype water sprayer is made that can do watering automatically. The prototype of this automatic water sprayer is equipped with a soil moisture sensor which is used to read the moisture value of the oil palm growing media as well as functioning as a system input, LCD as a medium for monitoring system performance, and a relay that functions to turn on and off the water pump connected to the installation of the planting media watering pipe. . Watering of oil palm seedlings is carried out when the soil moisture sensor detects that the moisture value in the planting media has been below the lower limit of the working system and stops watering when the sensor readings indicate that the humidity value of the planting medium is above the upper limit of the working system.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Marcelo Salas Sihombing,

Program Studi Teknik Informatika,

STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: marcelosihombingstb@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi berbasis ilmu komputer yang sangat pesat memungkinkan adanya berbagai usaha untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi manusia. Banyak cabang ilmu komputer yang dapat menyelesaikan permasalahan diantaranya Sistem Pendukung Keputusan [1]–[7], Jaringan Saraf Tiruan [8]–[15], Data mining [16]–[25], hingga beberapa

penelitian dan percobaan yang menggunakan arduino berbasis sensor dan ilmu komputer untuk menyelesaikan masalah yang kompleks. Salah satu usaha untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan tersebut adalah melalui pengembangan sistem otomatis pada perusahaan, terutama di perusahaan kelapa sawit. Pesatnya perkembangan pembibitan kelapa sawit khususnya di Sumatera Utara tidak diimbangi dengan penerapan teknologi di dalamnya. Masih banyak kegiatan dalam industri kelapa sawit khususnya dalam tahapan pembibitan yang masih manual dan menggunakan tenaga kerja.

Permasalahan yang ada di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Marihat adalah dalam proses penyiraman pada pembibitan kelapa sawit itu sendiri masih dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dalam proses penyiraman. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini dibuatlah sebuah sistem otomatis dengan menggunakan mikrokontroler AVRATmega8 sebagai pengendali utama sistem.

AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan oscillator eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal oscillator. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki Power-On Reset, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan supply, maka secara otomatis AVR akan melakukan reset [26]–[28].

Oleh karena itu untuk mengatasi hal tersebut, dibuatlah sebuah prototype alat penyemprot air yang dapat melakukan penyiraman secara otomatis menggunakan mikrokontroler AVRATmega8 sebagai pengendali utama sistem, dengan variabel kelembapan media tanam sebagai pengatur waktu penyiraman. Prototype alat penyemprot air otomatis ini dilengkapi empat buah sensor kelembapan tanah yang digunakan untuk membaca nilai kelembapan media tanam kelapa sawit sekaligus berfungsi sebagai masukan sistem, LCD sebagai media monitoring kinerja sistem, dan relay yang berfungsi menghidupkan dan mematikan pompa air yang terhubung ke instalasi pipa penyiraman media tanam. Penyiraman bibit kelapa sawit dilakukan ketika sensor kelembapan tanah mendeteksi nilai kelembapan di dalam media tanam telah berada di bawah ambang batas bawah sistem bekerja dan menghentikan penyiraman ketika hasil pembacaan sensor menunjukkan nilai kelembapan media tanam berada di atas ambang batas atas sistem bekerja.

Penelitian terdahulu terkait penelitian yang akan dilakukan salah satunya penelitian dalam membangun sebuah alat penyiram otomatis tanaman hias berdasarkan kelembapan berbasis Mikrokontroler. Metode penelitian alat penyiram tanaman hias ini berbentuk percobaan atau eksperimen. Penyiraman tanaman hias pada alat ini dilakukan secara otomatis dengan menggunakan solenoid valve dan memanfaatkan sensor kelembapan untuk mendeteksi kelembapan tanah, air akan mengalir pada solenoid ketika kelembapan tanah yang dibutuhkan tanaman belum mencapai set poin, sedangkan air akan berhenti mengalir pada solenoid ketika kelembapan tanah yang dibutuhkan tanaman telah mencapai set poin. Monitoring persentase kelembapan tanah dapat dilihat pada Blynk. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat ini bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan [29]. Hal ini lah yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini untuk membangun alat penyemprot air otomatis berbasis sensor kelembapan dan mikrokontroler ATmega8 AVR pada pembibitan sawit.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Marihat. Adapun waktu pelaksanaannya dimulai pada tanggal 12 April 2021 sampai dengan 19 April 2021. Adapun metode yang digunakan memperoleh data yang dibutuhkan dalam perancangan alat penyemprot otomatis adalah sebagai berikut :

1. Penelitian Kepustakaan (*library research*) yaitu dengan mencari referensi dari buku, jurnal sebagai pendukung kegiatan perancangan alat penyemprot air otomatis.
2. Interview (wawancara) untuk memperoleh penjelasan dari masalah-masalah yang sebelumnya kurang jelas dan untuk meyakinkan bahwa data yang dikumpulkan dan diperoleh benar-benar akurat.

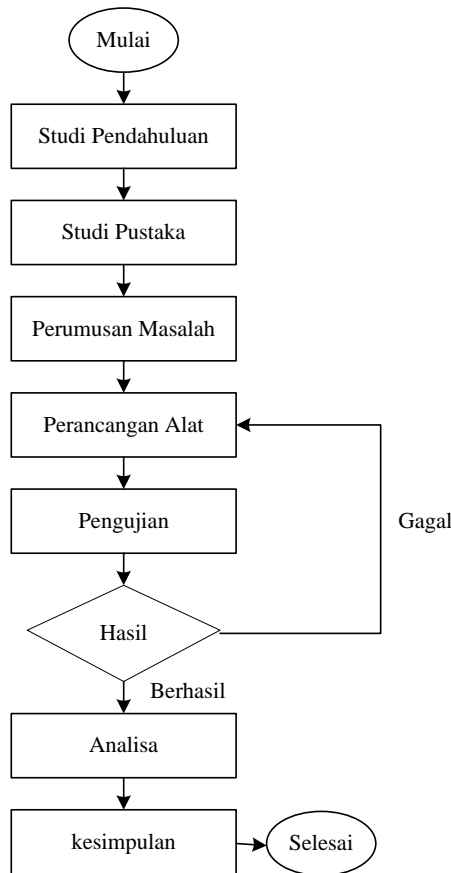
2.2. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian seperti yang tersaji pada gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi Pendahuluan
Studi pendahuluan dilaksanakan untuk mendapatkan masukan mengenai alat yang akan dirancang. Melalui studi ini, diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam penelitian yang terkait dengan masalah tersebut.
2. Studi Pustaka
Pada tahap ini, merupakan langkah untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan topik penelitian, melengkapi pengetahuan dasar teori-teori yang digunakan dalam penelitian.
3. Perumusan Masalah
Pada langkah ini dilakukan usaha atau solusi dalam mengatasi permasalahan tersebut.
4. Perancangan Alat
Pada tahap ini merupakan suatu rancangan alat yang menjadi acuan dalam proses pembuatannya. Perancangan ini digunakan untuk mewujudkan gagasan dan didasari oleh teori serta fungsi dari arduino.

5. Pengujian

Setelah pembuatan alat yang sudah jadi, kemudian langkah selanjutnya pengujian alat yang sudah dirancang untuk memperoleh hasil akhir, apakah alat yang dirancang sesuai yang diinginkan untuk menyelesaikan masalah yang sudah didapat.



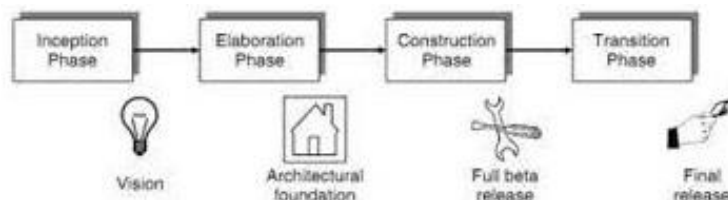
Gambar 1. Rancangan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kebutuhan Alat dan Bahan

Implementasi Alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu arduino uno, sensor kelembaban tanah, relay, kabel jumper, water pump, kabel usb, liquid crystal display16x2 i2c. Arduino uno sebagai pengontrol, relay driver untuk menghidupkan dan mematikan pompa air, LCD (Cristal Display liquid) untuk menampilkan skor Kelembaban tanah. Untuk menghubungkan semua perangkat keras tersebut maka dibutuhkan sebuah software, yaitu Arduino IDE sebagai tempat input kode program yang dibutuhkan.

3.2. Metode Rational Unified Process (RUP)



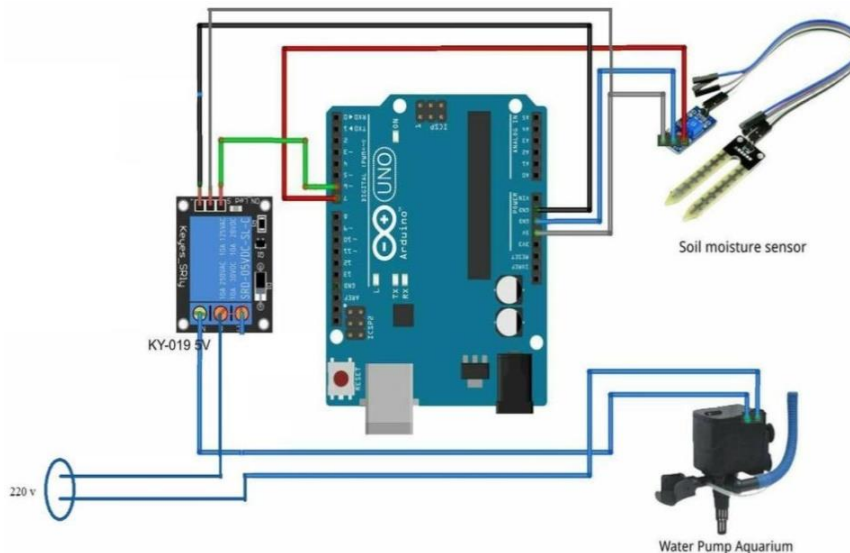
Gambar 2. Struktur Rational Unified Process (RUP)

Pada penelitian ini akan digunakan metode pengembangan purwarupa alat. Metode yang digunakan yaitu Rational Unified Process (RUP), pada metode RUP akan lebih digunakan pendekatan untuk pembuatan prototype pengembangan alat penyiraman tanaman. Pada sistem penyiraman tanaman otomatis akan menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis arduino uno yang dimana pompa air akan bekerja menyiram tanah pada nilai kelembaban yang sudah ditentukan. Metode RUP sendiri dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Inception pendefinisian batasan kegiatan, melakukan analisis kebutuhan dan melakukan perancangan awal sistem. Pada tahap ini penulis menentukan ruang lingkup pengembangan sistem dari hasil observasi dan studi dokumen yang di lakukan, meliputi dari hasil penelitian atau skripsi-skripsi terdahulu. Elaboration Perancangan perangkat lunak yaitu pembuatan prototype alat, dan program sistem penyiraman [30]. Tahap ini lebih difokuskan pada perencanaan arsitektur sistem. Tahap ini lebih pada analisis dan desain sistem.

3.3. Rangkaian Alat Sistem Penyiraman Otomatis

Berikut adalah gambar dari rangkaian sistem penyiraman tanaman otomatis yang dapat dilihat pada gambar 3.

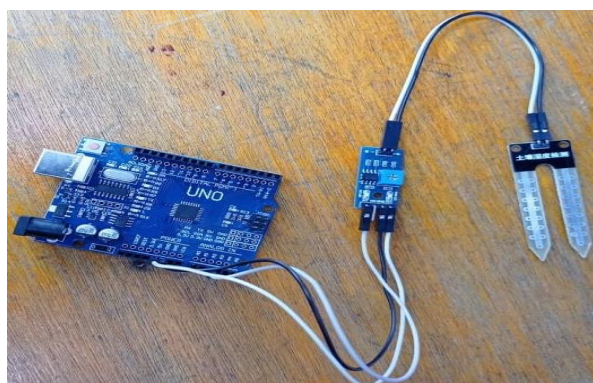


Gambar 3. Rangkaian Alat Sistem penyiram otomatis

Gambar 3 merupakan rancangan dari rangkaian prototype penyemprot tanaman otomatis berbasis sensor kelembaban dan mikrokontroler avr atmega8. Dimana pada pin sensor kelembaban tanah dihubungkan ke pin kaki kanan arduino dan untuk pin relay dihubungkan ke pin sebelah kiri arduino yang berfungsi sebagai pengubah arus DC ke AC yang berguna untuk perhubungan arus pompa air. Di dalam arduino uno, ketika arduino mendapat arus listrik 5v atau maksimal input. Arduino akan membaca arus tersebut dengan nilai 1023, dengan penjelasan demikian maka bisa di simpul kan bahwa konversi listrik ke nilai dari data di arduino adalah 0-5v akan di konversikan menjadi nilai 0-1023 relay 5v dikarenakan relay 5v sesuai dengan tegangan yang dimiliki oleh Arduino Uno, dan juga relay 5v ini memiliki batas maximal tegangan yang cukup untuk Pompa Air dan Solenoid yang bekerja pada tegangan 220-240v. Pompa Air Digunakan untuk menyiramkan air kepada tanaman, pompa air yang digunakan pada sistem ini adalah pompa aquarium yang bekerja di tegangan 220-240v.

3.4. Rangkaian Sensor

Hasil rangkaian dari sensor kelembaban dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.

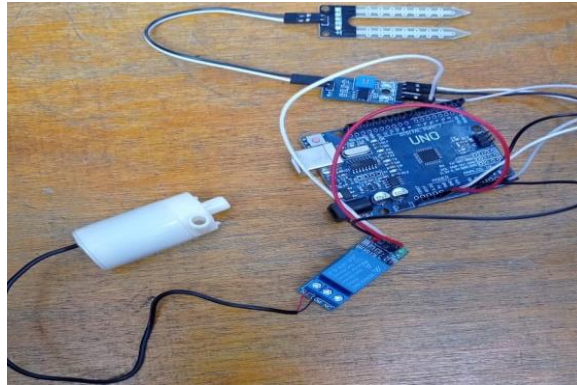


Gambar 4. Rangkaian Sensor

3.5. Hasil Rangkaian

Hasil rangkaian rancangan sistem alat penyemprot air otomatis pengganti keran yang bisa diberikan instruksi dari arduino berupa membuka dan menutup keran secara otomatis, Solenoid yang digunakan pada sistem ini adalah Solenoid yang

bekerja di tegangan 220-240v solenoid ini biasanya digunakan untuk mesin cuci dan alat elektronik yang memiliki keran otomatis. dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Rangkaian Alat

Gambar 5 merupakan hasil rangkaian Sistem alat penyemprot air otomatis berbasis sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler.

3.6. Kode Program

Kode program sensor kelembaban tanah untuk membaca nilai kelembaban nya, dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.

```

sketch_aug20a$
int sensorPin = A2;
int sensorValue = 0;
int humidity = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  humidity = convertToPercent(sensorValue);
  Serial.print("Nilai Sensor : ");
  Serial.println(sensorValue);
  Serial.print("Kelembaban: ");
  Serial.print(humidity);
  Serial.println("%");
  Serial.println(" ");
  delay(1000);
}
int convertToPercent(int value)
{
  int percentValue = 0;
  percentValue = map(value, 1023, 465, 0, 100);
  return percentValue;
}

```

Gambar 6. Kode Program

Untuk kode program *serial.begin(9600)* merupakan serial monitor yang disediakan oleh software arduino ide dan kode program diatas sudah ditentukan nilai kelembaban nya semakin tinggi nilainya maka semakin lembab tanahnya dan tidak perlu disiram, sedangkan jika nilai semakin kecil maka tanah kering yang artinya relay akan berfungsi untuk membuka arus untuk pompa air berfungsi.

Implementasi rancang bangun merupakan alat yang telah di buat yaitu perakitan keseluruhan komponen. Tahapan yang dilakukan pada fase ini adalah membangun perangkat keras (Penyiraman tanaman otomatis) secara utuh, mulai dari pembuatan rangkaian alat, program, sampai testing. Testing diperlukan untuk menjamin kualitas alat, apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan. Sistem Proses kerja dari Arduino uno adalah memproses data input analog dari Sensor dan mengambil nilai tersebut untuk di jadikan fungsi dalam memberikan sinyal digital output yang diteruskan ke relay.

3.7. Tampilan Nilai Kelembaban

Tampilan nilai kelembaban yang diperoleh dari penggunaan serial monitor software arduino yang ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8 berikut.

```

Nilai Sensor : 739
Kelembaban: 50%

Nilai Sensor : 740
Kelembaban: 50%

Nilai Sensor : 741
Kelembaban: 50%

Nilai Sensor : 742
Kelembaban: 50%

Nilai Sensor : 743
Kelembaban: 50%

Nilai Sensor : 744
Kelembaban: 50%

Nilai Sensor : 744
Kelembaban: 50%

Nilai Sensor : 744
Kelembaban: 50%
    
```

Gambar 7. Tampilan Nilai Kelembaban Tanah Basah

Pada gambar 7 nilai sensor dan kelembaban yang diberikan sangat tinggi. Itu artinya tanah yang kita uji adalah tanah basah dan tidak perlu disiram, dan sistem pompa air tidak akan berfungsi dan arus akan diblokir oleh relay.

```

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%

Nilai Sensor : 1023
Kelembaban: 0%
    
```

Gambar 8. Nilai Kelembaban Tanah Kering

Gambar 8 memperlihatkan nilai sensor lebih tinggi tetapi nilai kelembabannya sangat rendah yang ditampilkan sekitar 0 sampai 1 % yang artinya kondisi tanah tersebut sangatlah kering dan relay akan berfungsi membuka arus bagi pompa air hidup. Relay berfungsi sebagai pemutus atau pembatas arus dan terdapat dua lampu indikator.

3.8. Hasil Pengujian

Tabel 1 berikut merupakan hasil dari pengujian rancangan.

Tabel 1. Pengujian Rancangan

No	Percobaan	Rentang Jam	Kondisi	Nilai Kelembaban	Hasil
1	Percobaan 1	12.00 – 14.00	kering	0%	Pompa hidup
2	Percobaan 2	12.00 – 14.00	kering	0%	Pompa hidup
3	Percobaan 3	12.00 – 14.00	kering	0%	Pompa hidup
4	Percobaan 4	12.00 – 14.00	basah	50%	Pompa mati

Menurut data hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 1, hasil yang diinginkan penulis memuaskan, dimana sensor membaca kelembaban tanah dengan akurat dengan cuaca yang terus berubah. Dengan nilai kelembaban yang dihasilkan oleh sensor *soil moisture* kita tidak perlu terlalu membaca kondisi cuaca dan memudahkan para pekerja. Karena dengan cara ini para pekerja hanya cukup memonitoring pembibitan saja.

4. KESIMPULAN

Penjadwalan jadwal mengajar guru dengan algoritma genetika bertujuan agar dapat menghasilkan jadwal secara otomatis, sehingga menampilkan jadwal pada hari dan jam pada masing-masing jadwal mengajar guru. Penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan jadwal mengajar guru di SD Taman Cahaya Pematangsiantar membuat solusi optimal untuk penjadwalan, jadi kemungkinan kesamaan mengajar guru di jam dan hari yang sama sangat kecil. Penerapan Algoritma Genetika lebih cepat dan mudah dalam proses waktu pembuatan jadwal untuk mengatur penetapan jam mengajar guru sehingga tidak memakan waktu yang cukup lama. Untuk pengembangan sistem yang telah dibuat, maka diperlukan saran yang dapat membantu proses tersebut, diantaranya adalah: Pengembangan jadwal dengan menggunakan penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan mengajar guru di SD Taman Cahaya Pematangsiantar sudah lebih optimal, namun diperlukan penjadwalan menggunakan algoritma yang berbeda agar lebih bervariasi, sehingga ada baiknya untuk pengembangan penelitian berikutnya dapat menggunakan algoritma selain algoritma genetika seperti algoritma round robin atau algoritma priority scheduling. Untuk kedepannya diharapkan metode ini dapat diaplikasikan bukan hanya di SD tapi ke SMP, SMA dan ke instansi yang lebih tinggi seperti Universitas.

REFERENSI

- [1] A. Wanto and E. Kurniawan, "Seleksi Penerimaan Asisten Laboratorium Menggunakan Algoritma AHP Pada AMIK-STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar," *Jurnal Informatika dan Komputer (JIKO)*, vol. 3, no. 1, pp. 11–18, 2018.
- [2] V. V. Sianipar, A. Wanto, and M. Safii, "Decision Support System for Determination of Village Fund Allocation Using AHP Method," *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science) ISSN*, vol. 4, no. 1, pp. 20–28, 2020.
- [3] P. P. P. A. N. . F. I. R.H Zer, Masitha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the ELECTRE Method on the Selection of Student Creativity Program Proposals," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, Aug. 2019.
- [4] D. M. Sinaga, R. R. R. Alfah, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Jurnal Sains dan Informatika," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 129–135, 2018.
- [5] D. R. Sari, N. Rofiqo, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the Factors Causing Lazy Students to Study Using the ELECTRE II Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, p. 012007, Aug. 2019.
- [6] T. Imandasari, A. Wanto, and A. P. Windarto, "Analisis Pengambilan Keputusan Dalam Menentukan Mahasiswa PKL Menggunakan Metode PROMETHEE," *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, vol. 5, no. 3, pp. 234–239, 2018.
- [7] R. Watrionthos, W. A. Ritonga, A. Rengganis, A. Wanto, and M. Isa Indrawan, "Implementation of PROMETHEE-GAIA Method for Lecturer Performance Evaluation," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1933, no. 1, p. 012067, 2021.
- [8] G. W. Bhawika *et al.*, "Implementation of ANN for Predicting the Percentage of Illiteracy in Indonesia by Age Group," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [9] A. Wanto *et al.*, "Analysis of the Backpropagation Algorithm in Viewing Import Value Development Levels Based on Main Country of Origin," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [10] E. Siregar, H. Mawengkang, E. B. Nababan, and A. Wanto, "Analysis of Backpropagation Method with Sigmoid Bipolar and Linear Function in Prediction of Population Growth," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [11] M. K. Z. Sormin, P. Sihombing, A. Amalia, A. Wanto, D. Hartama, and D. M. Chan, "Predictions of World Population Life Expectancy Using Cyclical Order Weight / Bias," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [12] A. Wanto *et al.*, "Analysis of the Accuracy Batch Training Method in Viewing Indonesian Fisheries Cultivation Company Development," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [13] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, "Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia," *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [14] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, "Implementation of Resilient Methods to Predict Open Unemployment in Indonesia According to Higher Education Completed," *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, vol. 3, no. 1, pp. 163–174, 2019.
- [15] N. L. W. S. R. Ginantra *et al.*, "Performance One-step secant Training Method for Forecasting Cases," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1933, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [16] N. Arminarahmah, A. D. GS, G. W. Bhawika, M. P. Dewi, and A. Wanto, "Mapping the Spread of Covid-19 in Asia Using Data Mining X-Means Algorithms," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1071, no. 1, p. 012018, 2021.
- [17] A. Pradipta, D. Hartama, A. Wanto, S. Saifullah, and J. Jalaluddin, "The Application of Data Mining in Determining Timely Graduation Using the C45 Algorithm," *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–36, 2019.
- [18] T. H. Sinaga, A. Wanto, I. Gunawan, S. Sumarno, and Z. M. Nasution, "Implementation of Data Mining Using C4.5 Algorithm on Customer Satisfaction in Tirta Lihou PDAM," *Journal of Computer Networks, Architecture, and High-Performance Computing*, vol. 3, no. 1, pp. 9–20, 2021.
- [19] N. A. Febriyati, A. D. GS, and A. Wanto, "GRDP Growth Rate Clustering in Surabaya City uses the K- Means Algorithm," *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 276–283, 2020.
- [20] J. Hutagalung, N. L. W. S. R. Ginantra, G. W. Bhawika, W. G. S. Parwita, A. Wanto, and P. D. Panjaitan, "COVID-19 Cases and Deaths in Southeast Asia Clustering using K-Means Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1783, no. 1, p. 012027, 2021.
- [21] I. Parlina *et al.*, "Naive Bayes Algorithm Analysis to Determine the Percentage Level of visitors the Most Dominant Zoo Visit by Age Category," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1255, no. 1, p. 012031.
- [22] M. A. Hanafiah and A. Wanto, "Implementation of Data Mining Algorithms for Grouping Poverty Lines by District/City in North Sumatra," *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 315–322, 2020.

-
- [23] I. S. Damanik, A. P. Windarto, A. Wanto, Poningsih, S. R. Andani, and W. Saputra, "Decision Tree Optimization in C4.5 Algorithm Using Genetic Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [24] A. Wanto *et al.*, *Data Mining : Algoritma dan Implementasi*. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [25] D. Hartama, A. Perdana Windarto, and A. Wanto, "The Application of Data Mining in Determining Patterns of Interest of High School Graduates," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1339, no. 1, p. 012042, Dec. 2019.
- [26] V. V. R. Repi and F. Hidayanti, "Perancangan Sistem Pengukuran dan Monitoring Pemakaian Air Rumah PDAM Berbasis SMS (Short Message Service)," vol. 19, no. November, pp. 53–60, 2016.
- [27] Ahmad Yanie, Y. Ananda, and L. A. Siregar, "Rancang Bangun Peralatan Deteksi Panas Kabel Pada Panel Listrik Untuk Mengatasi Beban Lebih," *Journal of Electrical Technology*, vol. 6, no. 2, pp. 51–57, 2021.
- [28] S. Parulian, T. Pangaribuan, and A. Simamora, "Implementasi Kontrol Lup Tertutup Multi Point Pada Pengatur Temperatur Oven Panggang Roti," *Electric Power, Telecommunications & Control System*, vol. 4, no. 1, pp. 38–45, 2021.
- [29] I. D. Putri and S. Sukardi, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Hias Otomatis Berdasarkan Kelembaban Berbasis Mikrokontroler," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 74–83, 2022.
- [30] V. A. Rahardjo and D. Setiyadi, "Implementasi Sensor Pengukur Kelembapan Tanah Dan Penyiraman Otomatis Serta Monitoring Pada Kebun Tanaman Cabai Rawit," *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 106–115, 2021.