

SKRIPSI

**SISTEM REKOMENDASI PROGRAM LATIHAN
FISIK DALAM OLAHRAGA BULU TANGKIS
MENGUNAKAN METODE *DECISION TREE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I Gde Made Yudha Adistara

NIM. 2115354001

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Bulu tangkis merupakan cabang olahraga yang menuntut kekuatan, kecepatan, dan daya tahan fisik. Namun, program latihan fisik yang diterapkan sering kali belum mempertimbangkan faktor individual, seperti usia, jenis kelamin, dan kondisi fisik pemain. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi program latihan fisik berbasis data guna membantu pemain bulu tangkis memperoleh latihan yang sesuai dengan kebutuhan tubuhnya. Sistem dibangun menggunakan metode *Decision Tree* dengan algoritma *Classification and Regression Tree* (CART), serta dilakukan optimasi model melalui teknik *Grid Search* untuk menentukan kombinasi parameter terbaik. Data dikumpulkan melalui wawancara dan observasi terhadap beberapa pelatih dari sejumlah persatuan bulu tangkis di Kota Denpasar. Proses pengembangan meliputi tahap praproses data, pelatihan model, pengujian menggunakan *confusion matrix*, dan evaluasi performa berdasarkan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model yang dibangun mencapai akurasi sebesar 95%, presisi 93%, *recall* 95%, dan *f1-score* 94%. Sistem ini mampu memberikan rekomendasi program latihan yang bersifat personal dan dapat digunakan secara mandiri oleh pemain untuk mengurangi risiko cedera akibat program latihan yang tidak sesuai dengan kondisi fisik.

Kata Kunci: bulu tangkis, latihan fisik, sistem rekomendasi, *Decision Tree*, CART, *Grid Search*

ABSTRACT

Badminton is a sport that requires strength, speed, and physical endurance. However, physical training programs are often not tailored to individual factors such as age, gender, and physical condition. This study aims to develop a data-driven recommendation system to help badminton players receive training programs suited to their physical needs. The system is built using the Decision Tree method with the Classification and Regression Tree (CART) algorithm, and model optimization is performed through the Grid Search technique to determine the best combination of parameters. Data were collected through interviews and direct observations with several coaches from various badminton clubs in Denpasar City. The research process includes data preprocessing, model training, testing using a confusion matrix, and performance evaluation based on accuracy, precision, recall, and F1-score. The test results show that the model achieved 95% accuracy, 93% precision, 95% recall, and a 94% F1-score. This system is capable of providing personalized physical training recommendations and can be used independently by players to reduce the risk of injury caused by unsuitable training programs.

Keywords: badminton, physical training, recommendation system, Decision Tree, CART, Grid Search

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Sebelumnya	7
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Bulu Tangkis	8
2.2.2 Latihan Fisik Olahraga Bulu Tangkis	9
2.2.3 Sistem Rekomendasi.....	9
2.2.4 Decision Tree	9
2.2.5 Algoritma CART.....	11
2.2.6 Preprocessing Data	12
2.2.7 Pembagian Data	13
2.2.8 Grid Search	13
2.2.9 Tensorflow.js.....	16
2.2.10 Pickle	16
2.2.11 JavaScript Object Notation (JSON).....	16
2.2.12 Application Programming Interface (API)	16
2.2.13 Metode <i>Waterfall</i>	17
2.2.14 Flowchart	18

2.2.15	Database	19
2.2.16	ERD (Entity Relationship Diagram)	19
2.2.17	UML (Unified Modeling Language)	20
2.2.18	Use Case Diagram	20
2.2.19	Activity Diagram	21
2.2.20	Sequence Diagram	22
2.2.21	Class Diagram	23
2.2.22	PHP	24
2.2.23	Python	24
2.2.24	Visual Studio Code	24
2.2.25	Laravel	24
2.2.26	Laragon	25
2.2.27	Black Box Testing	25
2.2.28	Metrik Evaluasi	25
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Objek dan Metode Penelitian	27
3.1.1	Objek Penelitian	27
3.1.2	Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.1.3	Metode Pengumpulan Data	28
3.1.4	Metode Pengembangan Sistem	29
3.2	Analisis Kondisi Eksisting	30
3.2.1	Analisis Sistem Berjalan	30
3.2.2	Analisis Sistem Baru	31
3.3	Rancangan Penelitian	31
3.3.1	<i>Flowchart</i> Sistem	31
3.3.2	Arsitektur Sistem	42
3.3.3	Desain Proses	43
3.3.4	Kebutuhan Sistem	44
3.4	Pengujian Penelitian	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Implementasi Aplikasi	49
4.2	Hasil Pengujian	52
4.2.1	<i>Confusion Matrix</i>	52

4.2.2	<i>Classification Reports</i>	54
4.3	Pembahasan Hasil dan Implementasi Pengujian Model	55
4.3.1	Analisis Implementasi Model	55
4.3.2	Analisis Pengujian Model	60
4.3.3	Analisis Perbandingan Hasil terhadap Acuan yang Dipakai di Tinjauan Pustaka	61
BAB V PENUTUP		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		65
DAFTAR LAMPIRAN		69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Simbol Flowchart [29]	18
Tabel 2.2. Simbol Use Case Diagram [31]	20
Tabel 2.3. Simbol Activity Diagram [31]	21
Tabel 2.4. Simbol Sequence Diagram [31]	22
Tabel 2.5. Simbol Class Diagram [31]	23
Tabel 4.1. Korelasi Fitur Rekomendasi Latihan Fisik	56
Tabel 4.2. Analisis Deskriptif Usia	56
Tabel 4.3. Parameter Awal	60
Tabel 4.4. Parameter Hasil	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Decision Tree Structure[20]	10
Gambar 2.2. Flowchart Algoritma CART	11
Gambar 2.3. Metode Waterfall [10]	17
Gambar 4.1. Halaman Rekomendasi Latihan Fisik	49
Gambar 4.2. Halaman Informasi Latihan Fisik	50
Gambar 4.3. Halaman Tambah Data Informasi Program Latihan Fisik	51
Gambar 4.4. Halaman Manajemen Informasi Program Latihan Fisik.....	51
Gambar 4.5. Confusion Matrix Model Rekomendasi Latihan Fisik.....	52
Gambar 4.6. Classification Reports Model Rekomendasi Latihan Fisik.....	54
Gambar 4.7. Grafik Distribusi Usia	57
Gambar 4.8. Grafik Distribusi Jenis Kelamin.....	58
Gambar 4.9. Grafik Distribusi Kondisi Fisik.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 decision_tree.json.	69
Lampiran 2 visualisasi pohon keputusan.	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bulu tangkis merupakan olahraga yang sangat populer di Indonesia dan di seluruh dunia. Dalam olahraga ini, pemain menggunakan raket untuk memukul *shuttlecock* di lapangan berbentuk persegi panjang yang dibatasi oleh *net*. Bulu tangkis dapat dimainkan oleh dua orang (*single*) atau empat orang (*double*). Olahraga ini mengandalkan ketahanan (stamina) yang bagus sebagai kunci dalam permainan dengan durasi pendek dan intensitas tinggi ditambah waktu istirahat yang sedikit dan terbatas [1]. Oleh karena itu, penting bagi para pemain untuk memiliki program latihan fisik yang terstruktur. Program ini dirancang untuk membantu para pemain meningkatkan kekuatan, kecepatan, dan ketahanan, serta disesuaikan dengan kondisi dan kemampuan tubuh pemain.

Untuk mendukung kebutuhan fisik dalam olahraga bulu tangkis, diperlukan program latihan yang dirancang secara terstruktur. Bulu tangkis menuntut pemain memiliki kekuatan otot, kecepatan reaksi, fleksibilitas, dan daya tahan kardiovaskular yang baik, mengingat intensitas permainan yang tinggi dan waktu istirahat yang terbatas [2]. Program latihan yang baik harus disesuaikan dengan usia, jenis kelamin dan kondisi fisik dari setiap pemain. Dengan perkembangan teknologi saat ini, pendekatan berbasis data seperti sistem rekomendasi dapat dimanfaatkan untuk merancang program latihan fisik yang lebih akurat dan personal. Sistem ini memungkinkan pemain mendapatkan latihan fisik yang sesuai dengan kebutuhan tubuh pemain, sehingga performa di lapangan dapat ditingkatkan secara maksimal tanpa mengesampingkan aspek keamanan dan kesehatan.

Meskipun program latihan fisik dapat meningkatkan performa pemain bulu tangkis, penyesuaiannya dengan kondisi dan kebutuhan individu sering kali menjadi tantangan. Bulu tangkis memerlukan peran pelatih dalam menentukan pola program latihan untuk memenuhi kebutuhan dan kondisi fisik pemain [3]. Setiap pemain memiliki kondisi fisik dan ketahanan tubuh yang berbeda-beda. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan program latihan yang sesuai dengan kondisi tubuh masing-masing pemain agar tidak mengakibatkan cedera. Namun, meskipun penyesuaian program latihan fisik dalam olahraga bulu tangkis sangat penting, beberapa tempat latihan di Kota Denpasar, yang biasa disebut Persatuan Bulu Tangkis (PB), belum mempertimbangkan berbagai faktor penting ini. Salah satu contohnya dapat dilihat di beberapa persatuan bulu

tangkis di Kota Denpasar, di mana program latihan fisik tidak ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi fisik pemain. Sebaliknya, program latihan fisik biasanya masih bersifat umum dan tidak disesuaikan dengan kebutuhan serta kondisi fisik masing-masing pemain.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama dalam bidang *Machine Learning*, telah memperkuat kemampuan untuk mengidentifikasi pola dalam berbagai jenis data. Hal ini menjadi elemen yang sangat penting dalam pengembangan *Machine Learning* itu sendiri. Salah satu metode yang digunakan dalam hal ini adalah klasifikasi, yang termasuk dalam kategori *Supervised Learning*. Proses klasifikasi data berusaha menemukan pola berdasarkan informasi dari setiap fitur yang ada, sehingga pada akhirnya dapat menentukan kelas dari suatu data [4]. Dengan demikian, model klasifikasi yang dikembangkan secara tidak langsung dapat memberikan solusi terhadap permasalahan yang ada dengan menentukan kelas yang tepat, berupa program latihan fisik, berdasarkan data kriteria yang telah diberikan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi adalah penerapan *Decision Tree* dengan Algoritma *Classification and Regression Trees* (CART). Algoritma tersebut membangun pohon klasifikasi dan regresi, dengan konstruksi pohon klasifikasi yang didasarkan pada pemisahan biner dari atribut dan menggunakan indeks Gini untuk memilih atribut [5]. Oleh karena itu, algoritma ini cocok untuk merekomendasikan program latihan fisik yang tepat berdasarkan kebutuhan dan kondisi masing-masing pemain.

Penelitian mengenai metode *Decision Tree* telah banyak dilakukan di berbagai bidang untuk tujuan klasifikasi, prediksi, dan rekomendasi. Misalnya, penerapan *Decision Tree* C4.5 dalam klasifikasi data insentif karyawan bertujuan meningkatkan ketepatan penentuan insentif [6]. Selain itu, metode *Decision Tree* dengan algoritma ID3 juga diterapkan untuk membantu pelanggan memilih pakaian yang sesuai dengan karakter dirinya [7]. Dalam pendidikan, penting untuk membantu siswa memilih jurusan yang sesuai dengan kemampuan dan minat mereka, sehingga penelitian [8] menerapkan *Decision Tree* dengan metode *Research and Development* (R&D) berdasarkan data nilai pendaftar tahun lalu. Meskipun metode *Decision Tree* telah berhasil diterapkan di berbagai bidang, penelitian mengenai sistem rekomendasi latihan fisik untuk olahraga bulu tangkis masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menerapkan metode *Decision Tree* dalam sistem rekomendasi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi fisik pemain, sehingga dapat membantu pemain memilih program latihan yang tepat.

Berdasarkan uraian di atas, solusi yang dapat diusulkan untuk mengatasi permasalahan dalam latihan fisik bagi pemain bulu tangkis adalah dengan membangun **“Sistem Rekomendasi Latihan Fisik Dalam Olahraga Bulu Tangkis Menggunakan Metode *Decision Tree*”** Sistem ini dirancang untuk memberikan rekomendasi program latihan yang disesuaikan dengan kondisi fisik dan kebutuhan individu setiap pemain. Dengan memanfaatkan metode *Decision Tree* dengan Algoritma *Classification and Regression* (CART), sistem ini akan mengolah data terkait kebutuhan dan kondisi fisik pemain untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat dan personal. Pendekatan ini diharapkan dapat membantu pemain dalam memilih program latihan yang sesuai, sehingga mampu menjaga kesehatan pemain dan meminimalkan risiko cedera.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

- a. Bagaimana membangun sistem rekomendasi latihan fisik dalam olahraga bulu tangkis menggunakan metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART?
- b. Bagaimana penerapan metode *Grid Search* dalam mengoptimalkan *hyperparameter tuning* pada metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART?

1.3 Batasan Masalah

Diperlukan sebuah batasan masalah yang akan dijadikan pedoman untuk mencapai target penelitian ini. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Sistem rekomendasi program latihan fisik dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *Python*, dengan *Framework* Laravel 11 serta basis data MySQL.
- b. Metode rekomendasi program latihan fisik menggunakan metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART, ditambah dengan metode *Grid Search* untuk mengoptimalkan hasil rekomendasi latihan fisik.
- c. Sumber data mengenai aturan yang digunakan diperoleh melalui proses wawancara dengan ahli, yaitu pelatih dari beberapa persatuan bulu tangkis di Kota Denpasar.
- d. Sumber data untuk *dataset* bagi contoh pembelajaran sistem adalah data usia, jenis kelamin, kondisi fisik dan program latihan fisik dari beberapa persatuan bulu tangkis di Kota Denpasar.

- e. Model pengembangan menggunakan metode *Waterfall* dan pengujian sistem menggunakan *black-box testing* dan metrik evaluasi untuk menilai kinerja sistem.
- f. Fitur sistem ini hanya terbatas pada rekomendasi program latihan fisik dan informasi mengenai deskripsi lengkap dari setiap level program latihan fisik tersebut.
- g. Pengguna sistem (*user*) adalah pemain dari beberapa persatuan bulu tangkis di Kota Denpasar.
- h. Sistem ini diperuntukkan bagi pemain bulu tangkis yang bukan merupakan *atlet* Pemusatan Latihan Nasional (PELATNAS).
- i. Sistem ini hanya ditujukan untuk pemain dengan kondisi fisik normal dan kondisi fisik spesial sesuai kriteria yang telah ditentukan, sehingga tidak dirancang untuk individu dengan disabilitas.

1.4 Tujuan Penelitian

Agar penelitian ini memiliki arah dan capaian yang jelas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Untuk membangun sistem rekomendasi latihan fisik dalam olahraga bulu tangkis menggunakan metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART.
- b. Untuk menerapkan *Grid Search* dalam mengoptimalkan *hyperparameter* pada metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak, sebagai berikut:

- a. Bagi Mahasiswa
 - 1) Penelitian dapat dijadikan media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman mengenai penerapan metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART, serta pentingnya *Grid Search* dalam mengoptimalkan *hyperparameter* pada metode tersebut.
 - 2) Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan bagi pengembang dalam merancang sistem rekomendasi menggunakan metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART, serta pentingnya *Grid Search* dalam mengoptimalkan *hyperparameter* pada metode tersebut.
 - 3) Hasil penelitian dapat memperkaya wawasan mengenai pengintegrasian teknologi berbasis data dalam bidang olahraga bulu tangkis.

- b. Bagi persatuan bulu tangkis di Kota Denpasar
 - 1) Penelitian ini dapat membantu pemain dalam memilih program latihan fisik yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi pemain.
 - 2) Penelitian ini dapat mengurangi risiko kesalahan dalam memilih program latihan fisik, sehingga pemain bisa terhindar dari cedera atau masalah kesehatan lainnya.
- c. Bagi Politeknik Negeri Bali
 - 1) Penelitian ini dapat dijadikan referensi akademis dalam penerapan metode *Decision Tree* dengan Algoritma CART, dan *Grid Search* dalam mengoptimalkan *hyperparameter* pada metode tersebut.
 - 2) Hasil penelitian ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan penelitian serupa ke depannya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini secara umum akan dibagi menjadi lima bagian dengan susunan penulisan sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan menguraikan latar belakang permasalahan yang diangkat sebagai topik pembahasan. Selain itu, bab ini juga mencakup rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan Pustaka menguraikan berbagai teori dan konsep yang menjadi dasar penelitian. Selain itu, bab ini juga mencakup referensi dari penelitian terdahulu yang relevan, landasan teori yang digunakan, serta konsep-konsep utama yang mendukung penelitian ini.

c. BAB III METODE PENELITIAN

Bab II Metode Penelitian menjelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan, mulai dari objek penelitian, teknik pengumpulan data, hingga analisis kondisi eksisting. Bab ini juga membahas rancangan penelitian yang meliputi perancangan sistem, pengujian, dan evaluasi hasil.

d. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab IV Hasil dan Pembahasan memuat uraian mengenai implementasi dan pengujian sistem yang telah dikembangkan. Pembahasan mencakup analisis proses implementasi, mulai dari tahapan pemrosesan data, pelatihan model dengan algoritma CART, hingga evaluasi kinerja model. Selain itu, bab ini juga menyajikan hasil pengujian sistem, analisis penerapan sistem pada aplikasi, serta pembahasan terhadap hasil yang diperoleh selama proses implementasi dan pengujian.

e. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab V Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan yang merangkum hasil penelitian berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan bagi akademisi, praktisi, maupun pihak lain yang berkepentingan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem rekomendasi program latihan fisik untuk olahraga bulu tangkis berhasil dikembangkan menggunakan metode *Decision Tree* dengan *algoritma* CART. Proses diawali dengan pengecekan data, seperti memeriksa keberadaan data duplikat dan nilai kosong, serta memastikan kesesuaian tipe data. Selanjutnya, dilakukan transformasi data jenis kelamin dan kondisi fisik dengan mengubah variabel kategori menjadi numerik, sedangkan untuk data numerik seperti usia dilakukan normalisasi data. Data kemudian dibagi menjadi data latih (70%) dan data uji (30%). Model dilatih menggunakan CART dan dioptimalkan melalui *Grid Search* untuk memperoleh kombinasi parameter terbaik. Hasil evaluasi menunjukkan akurasi 95%, presisi 93%, *recall* 95%, dan *f1-score* 94%.
2. Penggunaan metode *Grid Search* dalam proses penyesuaian *hyperparameter* terbukti mampu meningkatkan kinerja model klasifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh capaian akurasi sebesar 95% yang diperoleh melalui kombinasi parameter terbaik, yaitu *criterion* bernilai *entropy*, *max depth* sebesar 10, *min samples split* bernilai 2, *min samples leaf* bernilai 1, serta *splitter* dengan nilai *random*. Proses terpilihnya kombinasi ini dimulai dengan menentukan seluruh kombinasi parameter, lalu mengevaluasi setiap kombinasi menggunakan validasi silang, menghitung rata-rata skor, dan akhirnya memilih serta menerapkan parameter terbaik pada seluruh data pelatihan.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan lebih lanjut, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Perlu dilakukan penambahan data dari berbagai klub atau daerah lain guna memperluas cakupan sistem dan meningkatkan akurasi model dalam mengenali variasi kondisi fisik pemain
2. Pengembangan sistem dapat mencakup fitur umpan balik dari pengguna agar sistem memperbarui rekomendasi berdasarkan pengalaman penggunaan yang sebenarnya.

3. Disarankan untuk membandingkan kinerja algoritma CART dengan metode lain, seperti *Random Forest* atau *Support Vector Machine*, guna memperoleh model yang paling efektif.
4. Penambahan fitur yang mendukung integrasi dengan perangkat kebugaran atau sensor tubuh akan memperkuat kemampuan sistem dalam memberikan rekomendasi secara *real-time* dan lebih adaptif.
5. Perluasan sistem untuk mencakup kategori pengguna berkebutuhan khusus dapat menjadikan sistem ini lebih inklusif dan bermanfaat bagi lebih banyak kalangan.
6. Penambahan fitur tinggi dan berat badan sebagai bagian fitur *input* dapat membantu sistem memberikan rekomendasi program latihan yang lebih akurat, sesuai kebutuhan, serta selaras dengan kondisi fisik masing-masing individu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. G. Saputra and M. Purnomo, “Analisis Kondisi Fisik Atlet Bulutangkis Putri KONI Sidoarjo dalam menghadapi PORProv ke VI 2019,” *J. prestasi olahraga*, vol. 4, no. 4, pp. 71–78, 2021.
- [2] M. F. Arif and O. Wiriawan, “Analisis Kondisi Fisik Atlet Bulutangkis Putra Porprov Situbondo Tahun 2022,” *JPO J. Prestasi Olahraga*, vol. 5, no. 8, pp. 70–80, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-prestasi-olahraga/article/view/50096>
- [3] G. Simanjuntak and M. Arnando, “Kondisi Fisik Pemain Bulutangkis,” vol. 7, no. 3, pp. 490–497, 2024.
- [4] B. Mahesh, “Machine Learning Algorithms - A Review,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 9, no. 1, pp. 381–386, 2020, doi: 10.21275/art20203995.
- [5] D. N. Sharma and S. I. M. Iqbal, “Applying Decision Tree Algorithm Classification and Regression Tree (CART) Algorithm to Gini Techniques Binary Splits,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 77–81, 2023, doi: 10.35940/ijeat.e4195.0612523.
- [6] P. W. Sari, G. Giwangga, N. D. Fitriyanti, A. A. Putra, and H. Irawan, “Implementasi Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Data Insentif Karyawan PT. Adhi Cakra Utama Mulia,” *J. Komput. Antart.*, vol. 2, no. 3, pp. 95–101, 2024, doi: 10.70052/jka.v2i3.318.
- [7] N. Hayati, P. H. Susilo, and A. I. Hanifah, “Implementation Of The ID3 Decision Tree Algorithm Method for Clothing Recommendations,” *JICTE (Journal Inf. Comput. Technol. Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 10–15, 2020, doi: 10.21070/jicte.v4i2.1019.
- [8] A. Risiko Anwari, “Recommendation System To Select a Major of Vocational School Using Decision Tree,” *J. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 589–598, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2024.5.2.1327>
- [9] M. A. Putri, Nurwindiana, and N. Khoiriyah, “Klasifikasi Faktor yang Berpengaruh Terhadap Keparahan Tingkat Luka Pekerja Menggunakan Metode CART (Classification and Regression Trees),” pp. 59–79, 2020, [Online]. Available: Klasifikasi Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Keparahan Tingkat Luka Pekerja Menggunakan Metode Cart (Classification and Regression Trees)

- [10] L. N. Rachmadi, A. P. Wibawa, and U. Pujiyanto, "Rekomendasi Jurusan Dengan Menggunakan Decision Tree Pada Sistem Penerimaan Peserta Didik Baru SMK Widya Dharma Turen," *Belantika Pendidik.*, vol. 4, no. 1, pp. 29–36, 2021, doi: 10.47213/bp.v4i1.95.
- [11] M. A. Hasanah, S. Soim, and A. S. Handayani, "Implementasi CRISP-DM Model Menggunakan Metode Decision Tree dengan Algoritma CART untuk Prediksi Curah Hujan Berpotensi Banjir," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 103–108, 2021, doi: 10.30871/jaic.v5i2.3200.
- [12] M. Ozcan and S. Peker, "A classification and regression tree algorithm for heart disease modeling and prediction," *Healthc. Anal.*, vol. 3, no. November 2022, p. 100130, 2023, doi: 10.1016/j.health.2022.100130.
- [13] R. Gomes Mantovani *et al.*, "Better trees: an empirical study on hyperparameter tuning of classification decision tree induction algorithms," *Data Min. Knowl. Discov.*, vol. 38, no. 3, pp. 1364–1416, 2024, doi: 10.1007/s10618-024-01002-5.
- [14] L. Simón-Chico, J. Abián-Vicén, A. Bravo-Sánchez, and P. Abián, "Age, a Key Factor in the Performance of Doubles Badminton Players: Analysis of the Evolution of Age from 1994 to 2020," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 5, 2023, doi: 10.3390/app13052888.
- [15] Lalu Sapta Wijaya Kusuma, "Metode Latihan Crossfit Sebagai Program Pembinaan Fisik Bulutangkis," *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 1, no. 12, pp. 3767–3774, 2022, doi: 10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v1i12.3815.
- [16] Novianti Indah Putri, Rustiyana, Yudi Herdiana, and Zen Munawar, "Sistem Rekomendasi Hibrid Pemilihan Mobil Berdasarkan Profil Pengguna dan Profil Barang," *Tematik*, vol. 8, no. 1, pp. 56–68, 2021, doi: 10.38204/tematik.v8i1.566.
- [17] Z. Munawar, N. I. Putri, and D. Z. Musadad, "Meningkatkan Rekomendasi Menggunakan Algoritma Perbedaan Topik," *J. Sist. Inf.*, vol. 01, no. 02, pp. 17–26, 2020.
- [18] S. T. Informatika *et al.*, "Implementasi Algoritma Decision Tree Untuk Mengetahui Faktor Kredit Macet Dan Lancar di Koperasi Serba Usaha Daruzzakah Rensing Lombok Timur," vol. 3, no. 2, pp. 92–103, 2020.
- [19] B. A. C. Permana, M. Sadali, and R. Ahmad, "Penerapan Model Decision Tree Menggunakan Python Untuk Prediksi Faktor Dominan Penyebab Penyakit Stroke," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 23–31, 2024, doi: 10.29408/jit.v7i1.23232.

- [20] I. D. Mienye and N. Jere, "A Survey of Decision Trees: Concepts, Algorithms, and Applications," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 86716–86727, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3416838.
- [21] F. Melani and S. Sulastri, "Analisis Perbandingan Klasifikasi Algoritma CART dengan Algoritma C 4.5 Pada Kasus Penderita Kanker Payudara," *J. Tekno Kompak*, vol. 17, no. 1, p. 171, 2023, doi: 10.33365/jtk.v17i1.2379.
- [22] F. Putra, H. F. Tahiyat, R. M. Ihsan, R. Rahmaddeni, and L. Efrizoni, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Menggunakan Wrapper Sebagai Preprocessing untuk Penentuan Keterangan Berat Badan Manusia," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 273–281, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i1.1085.
- [23] S. Developers, "DecisionTreeClassifier," 2025. <https://scikit-learn.org/dev/modules/generated/sklearn.tree.DecisionTreeClassifier.html>
- [24] D. Smilkov *et al.*, "TensorFlow.js: Machine Learning for the Web and Beyond," 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1901.05350>
- [25] S. Jackson, N. Cummings, and S. Khan, "Streaming Technologies and Serialization Protocols: Empirical Performance Analysis," *IEEE Access*, pp. 1–15, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3486054.
- [26] H. G. Simanullang, A. P. Silalahi, and D. R. Manalu, "Sistem Informasi Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Framework Codeigniter dan Application Programming Interface," *Ultim. InfoSys J. Ilmu Sist. Inf.*, vol. 12, no. 1, pp. 67–73, 2021, doi: 10.31937/si.v12i1.1803.
- [27] T. Cahyono, S. Setianingsih, and D. Iskandar, "Website-Based Book Lending System Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Sistem," vol. 3, no. 3, 2022.
- [28] Halimatussyah'diyah Purba and Yahfizham Yahfizham, "Konsep Dasar Pemahaman Algoritma Pemrograman," *J. Arjuna Publ. Ilmu Pendidikan, Bhs. dan Mat.*, vol. 1, no. 6, pp. 290–301, 2023, doi: 10.61132/arjuna.v1i6.356.
- [29] A. Zalukhu, P. Swingly, and D. Darma, "Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart," *J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 61–70, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.istp.ac.id/index.php/jtii/article/view/351>
- [30] S. M. Pulungan, R. Febrianti, T. Lestari, N. Gurning, and N. Fitriana, "Analisis Teknik Entity-Relationship Diagram Dalam Perancangan Database," *J. Ekon. Manaj. dan Bisnis*, vol. 1, no. 2, pp. 98–102, 2023, doi: 10.47233/jemb.v1i2.533.

- [31] S. Yudha, P. Putra, and M. Ropianto, "Pemodelan UML Sistem Informasi Penjualan Tas Berbasis Web Pada Toko Sarinah Collection," *Pemodelan UML Sist. Inf. Penjualan Tas Berbas. Web Pada Toko Sarinah Collect.*, 2022.
- [32] C. Ar Lamasitudju and Miftah, "Strategi Organizational Melalui Sistem Kearsipan Surat Pada Perusahaan PT Arah Mulia (Service Station ARBA Palu)," *J. Ilm. Multidisipline*, vol. 1, no. 4, pp. 603–613, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8231374>
- [33] S. U. P. - and S. U. P. -, "A Review on Python the Fastest Growing Programming Language," *Int. J. Multidiscip. Res.*, vol. 6, no. 3, pp. 1–4, 2024, doi: 10.36948/ijfmr.2024.v06i03.23112.
- [34] R. Ramadhani Airmas Sahid, H. Hasna Nabila, and I. Prastya, "Perancangan Sistem Informasi Berbasis Web untuk Layanan Pelanggan Di Segitiga Bermuda Café Coffee & Eatery Menggunakan Metode Waterfall," *Biner J. Ilmu Komputer, Tek. dan Multimed.*, vol. 2, no. 2, pp. 89–99, 2024, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/biner>
- [35] I. A. Alfarisi, A. T. Priandika, and A. S. Puspaningrum, "Penerapan Framework Laravel Pada Sistem Pelayanan Kesehatan (Studi Kasus: Klinik Berkah Medical Center)," *J. Ilm. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.58602/jics.v2i1.11.
- [36] A. Fahrezi, F. N. Salam, G. M. Ibrahim, R. R. Syaiful, and A. Saifudin, "Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Inventori Barang Berbasis Web di PT. AINO Indonesia," *Log. J. Ilmu Komput. dan Pendidik.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2022, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [37] Y. Azhar, G. A. Mahesa, and M. C. Mustaqim, "Prediction of hotel bookings cancellation using hyperparameter optimization on Random Forest algorithm," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 15–21, 2021, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13790.