



Contents lists available at [JESA](https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index)

Journal of Engineering and Science Application

journal homepage: <https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index>



Sistem Informasi Iuran Pengelolaan Lingkungan Untuk Prediksi Tunggakan Pembayaran Warga

Alfy Rachman Sanad^a, Agung Perdananto^b

^b Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan 15310, Indonesia

^a Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan 15310, Indonesia

Article Info

Keywords:

Environmental Fee
Decision Tree C4.5
Payment Arrears
Information System
RAD

ABSTRACT

The management of environmental service fees (Iuran Pengelolaan Lingkungan/IPL) at Deparis Residence Kemuning still requires an integrated information system to support payment management and monitoring of residents' payment arrears. This research aims to develop a web-based IPL Information System and implement the Decision Tree C4.5 algorithm to classify the potential for residents' payment arrears. The system was developed using the Rapid Application Development (RAD) method with PHP, Laravel 11, and MySQL/MariaDB. The dataset consisted of 138 historical IPL payment records with six classification attributes, namely arrears amount, arrears duration, late payment frequency, payment history, average payment delay, and payment time pattern. The C4.5 algorithm was applied through entropy, information gain, split information, and gain ratio calculations to generate decision rules for the Tunggak and Tidak Tunggak classes. The calculation results showed that the arrears amount attribute obtained the highest gain ratio of 0.143778 and was selected as the root node. The resulting decision tree produced 25 classification rules. System testing using Black Box Testing achieved a 100% success rate from 31 test scenarios, while White Box Testing produced a cyclomatic complexity value of 24. User response testing obtained 96.00% from administrators and 98.80% from residents, both categorized as Very Good. The results indicate that the developed system can support IPL management and provide information on potential payment arrears.

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



Corresponding Author:

Alfy Rachman Sanad
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Pamulang
Jalan Raya Puspipetek Nomor 46, Buaran, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten, 15310
Email: alfyrachman9@gmail.com

1. INTRODUCTION

Pengelolaan Iuran Pengelolaan Lingkungan (IPL) membutuhkan pencatatan pembayaran yang terstruktur agar proses administrasi, pemantauan pembayaran, dan penyampaian informasi kepada warga dapat dilakukan secara efektif. Pemanfaatan sistem informasi berbasis website dapat membantu pengelolaan administrasi menjadi lebih terorganisasi serta memudahkan pengelola dalam mengelola dan menyajikan informasi pembayaran [1]. Sistem informasi berbasis website juga dapat diterapkan untuk mendukung

pengelolaan administrasi warga sehingga proses yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat dilakukan secara lebih terstruktur [2] .

Pada Deparis Residence Kemuning, proses pengelolaan IPL masih memanfaatkan Microsoft Excel untuk pencatatan serta WhatsApp dalam penyampaian informasi pembayaran. Kondisi tersebut menyebabkan proses pemantauan pembayaran, pencocokan data pembayaran, dan identifikasi warga yang mengalami tunggakan menjadi kurang terintegrasi. Selain pengelolaan administrasi, diperlukan pula suatu pendekatan yang dapat memanfaatkan data historis pembayaran untuk mengidentifikasi potensi tunggakan warga. Data historis tersebut dapat diolah untuk menemukan pola pembayaran yang dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam menentukan prioritas penagihan.

Beberapa penelitian telah menerapkan metode *Rapid Application Development* (RAD) dalam pengembangan sistem informasi berbasis website. Penelitian mengenai sistem informasi kepegawaian menunjukkan bahwa RAD dapat digunakan untuk menggantikan proses pengelolaan data yang sebelumnya dilakukan secara manual melalui tahapan pengembangan yang melibatkan pengguna [3] . Penelitian lain mengenai sistem informasi administrasi rukun warga juga menerapkan RAD untuk membangun sistem administrasi berbasis website pada lingkungan masyarakat [4] . Sementara itu, algoritma *Decision Tree* C4.5 telah digunakan untuk melakukan klasifikasi berdasarkan data pembayaran sebelumnya dan dapat menghasilkan aturan keputusan berdasarkan karakteristik data yang tersedia [5] . Penelitian mengenai prediksi keterlambatan pembayaran juga menunjukkan penerapan C4.5 untuk mengklasifikasikan status pembayaran berdasarkan data historis [6] .

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan Sistem Informasi Iuran Pengelolaan Lingkungan berbasis website yang mengintegrasikan pengelolaan data warga, *property*, tagihan, pembayaran, riwayat pembayaran, tunggakan, dan laporan. Selain itu, algoritma C4.5 diterapkan untuk mengklasifikasikan potensi tunggakan berdasarkan enam atribut, yaitu nominal tunggakan, lama tunggakan, frekuensi telat bayar, riwayat pembayaran, rata-rata keterlambatan, dan pola waktu pembayaran. Dataset yang digunakan terdiri dari 138 data historis pembayaran dengan kelas Tunggak dan Tidak Tunggak. Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi pengelolaan IPL berbasis website dengan klasifikasi potensi tunggakan menggunakan algoritma C4.5 pada objek Deparis Residence Kemuning, sehingga hasil klasifikasi dapat digunakan sebagai informasi pendukung bagi pengelola dalam melakukan pemantauan dan menentukan prioritas penagihan.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem informasi berbasis website yang dipadukan dengan penerapan algoritma *Decision Tree* C4.5 untuk mengklasifikasikan potensi tunggakan pembayaran Iuran Pengelolaan Lingkungan (IPL) warga. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pengembangan sistem, pengolahan data menggunakan algoritma C4.5, serta pengujian terhadap sistem yang telah dikembangkan. Data penelitian diperoleh dari proses observasi, wawancara, dan dokumentasi pada Deparis Residence Kemuning, kemudian data historis pembayaran digunakan sebagai *dataset* klasifikasi. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD), sedangkan pengujian dilakukan menggunakan *Black Box Testing*, *White Box Testing*, dan *User Response* untuk mengetahui kesesuaian fungsi serta tanggapan pengguna terhadap sistem[7] .

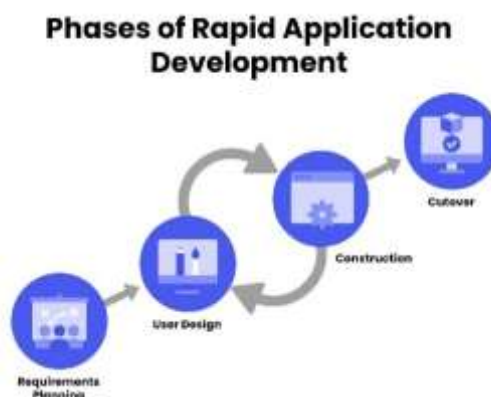
2.1 Data Collection Method

Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi pada proses pengelolaan Iuran Pengelolaan Lingkungan (IPL) di Deparis Residence Kemuning. Observasi dilakukan dengan mengamati proses pendataan warga dan *property*, pencatatan tagihan dan pembayaran, proses penagihan, pengelolaan tunggakan, serta penyusunan rekap pembayaran. Wawancara dilakukan dengan pengurus untuk memperoleh informasi mengenai ketentuan iuran rumah dan kios, komponen iuran, jatuh tempo pembayaran, mekanisme pembayaran, pengelolaan tunggakan, serta kebutuhan sistem. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data warga, data *property*, data pembayaran, riwayat pembayaran, dan data tunggakan. Data historis pembayaran dalam format Excel selanjutnya digunakan sebagai sumber data untuk pembentukan *dataset* dan proses klasifikasi menggunakan algoritma C4.5.

2.2 System Development Method

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *Rapid Application Development* (RAD), karena metode ini mendukung proses pengembangan secara cepat dan memungkinkan penyesuaian sistem berdasarkan kebutuhan pengguna [8], [9] . Tahapan RAD yang digunakan terdiri dari *Requirements Planning*, *User Design*, *Construction*, dan *Cutover* [10] . Pada tahap *Requirements Planning*, kebutuhan sistem ditentukan berdasarkan proses pengelolaan IPL yang berjalan. Tahap *User Design* dilakukan dengan merancang *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, *Entity Relationship Diagram* (ERD),

basis data, dan antarmuka sistem. Tahap *Construction* dilakukan dengan mengimplementasikan rancangan menjadi sistem berbasis website menggunakan PHP dan *framework* Laravel 11 serta MySQL/MariaDB, termasuk penerapan algoritma C4.5. Tahap *Cutover* dilakukan melalui pengujian dan penerapan sistem untuk memastikan fungsi pengelolaan IPL dan klasifikasi potensi tunggakan berjalan sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 1. Tahapan Rapid Application Development (RAD)

2.3 Decision Tree C4.5

Algoritma *Decision Tree* C4.5 digunakan untuk mengklasifikasikan potensi tunggakan pembayaran warga berdasarkan data historis pembayaran. Data yang digunakan diproses berdasarkan enam atribut, yaitu nominal tunggakan, lama tunggakan, frekuensi telat bayar, riwayat pembayaran, rata-rata keterlambatan, dan pola waktu pembayaran. Proses pembentukan pohon keputusan dilakukan dengan menghitung *entropy*, *information gain*, *split information*, dan *gain ratio* untuk menentukan atribut yang menjadi simpul pada pohon keputusan [11]. Atribut dengan nilai *gain ratio* tertinggi dipilih sebagai simpul keputusan, kemudian proses perhitungan dilanjutkan pada setiap cabang hingga diperoleh kelas akhir Tunggak atau Tidak Tunggak. Hasil akhir proses tersebut berupa pohon keputusan yang dapat diterjemahkan menjadi aturan *if-then* untuk mengklasifikasikan potensi tunggakan warga [12].

2.4 System Testing

Pengujian sistem dilakukan menggunakan *Black Box Testing*, *White Box Testing*, dan *User Response*. *Black Box Testing* digunakan untuk menguji fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa melihat struktur internal kode program [13]. Pengujian dilakukan pada fungsi utama sistem untuk memastikan setiap fitur menghasilkan keluaran sesuai kebutuhan. *White Box Testing* digunakan untuk menganalisis struktur dan alur logika program melalui *Control Flow Graph* serta perhitungan *Cyclomatic Complexity* untuk menentukan jalur independen yang perlu diuji [14], [15]. Pada penelitian ini, pengujian *White Box* difokuskan pada proses *Generate Invoice*. Sementara itu, *User Response* dilakukan menggunakan kuesioner dengan skala Likert lima tingkat untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap kemudahan penggunaan, tampilan, informasi, fungsi, dan manfaat sistem [16].

3. RESULTS AND DISCUSSION

Bagian ini menyajikan hasil perancangan dan implementasi Sistem Informasi Iuran Pengelolaan Lingkungan serta hasil penerapan algoritma *Decision Tree* C4.5 dalam mengklasifikasikan potensi tunggakan pembayaran warga. Pembahasan mencakup hasil perancangan sistem, proses perhitungan dan pembentukan pohon keputusan C4.5, implementasi sistem, serta hasil pengujian untuk mengetahui kesesuaian fungsi dan penerimaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

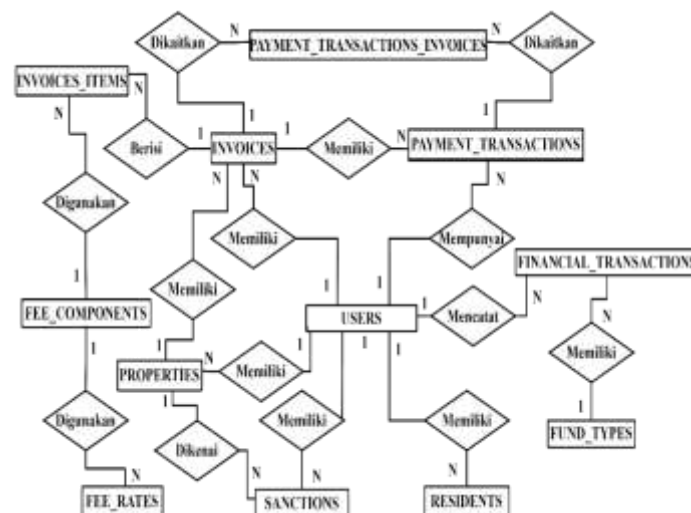
3.1 System Design Results

Perancangan sistem dilakukan berdasarkan kebutuhan pengelolaan IPL di Deparis Residence Kemuning. Sistem dirancang untuk mengintegrasikan pengelolaan data warga, *property*, tagihan, pembayaran, riwayat pembayaran, tunggakan, serta pelaporan. Pemodelan menggunakan UML digunakan untuk menggambarkan kebutuhan dan interaksi sistem, sedangkan ERD digunakan untuk menggambarkan hubungan antarentitas dalam basis data [17].



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Informasi IPL

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara Admin dan Warga dengan sistem. Admin memiliki akses untuk mengelola data warga, *property*, komponen iuran, tagihan, transaksi, laporan, dan proses pendukung pengelolaan IPL. Sementara itu, Warga dapat mengakses informasi tagihan, melakukan pembayaran, melihat riwayat pembayaran, serta memperoleh informasi mengenai status pembayaran dan tunggakan.



Gambar 3. Entity Relationship Diagram Sistem Informasi IPL

ERD menggambarkan struktur hubungan antarentitas yang digunakan dalam sistem. Perancangan basis data tersebut menjadi dasar dalam implementasi penyimpanan data sehingga data pengelolaan IPL dapat disimpan secara terstruktur dan saling berhubungan [18].

3.2 C4.5 Decision Tree Calculation Results

3.2.1 Training Data Analysis

Dataset yang digunakan dalam proses klasifikasi berasal dari data historis pembayaran IPL. Terdapat 138 data yang digunakan sebagai *dataset* klasifikasi dengan dua kelas target, yaitu Tunggak dan Tidak Tunggak. Atribut yang digunakan terdiri dari nominal tunggakan, lama tunggakan, frekuensi telat bayar, riwayat pembayaran, rata-rata keterlambatan, dan pola waktu pembayaran. Penggunaan data historis sebagai dasar pembentukan model klasifikasi memungkinkan pola pembayaran sebelumnya digunakan untuk menghasilkan aturan keputusan [5].

Tabel 1. Distribusi Dataset

Kelas Target	Jumlah Data
Tunggak	41
Tidak Tunggak	97
Total	138

Distribusi data tersebut menunjukkan bahwa kelas Tidak Tunggak memiliki jumlah data lebih banyak dibandingkan kelas Tunggak. Selanjutnya, data digunakan dalam proses pembentukan pohon keputusan menggunakan algoritma C4.5.

3.2.2 Entropy and Gain Ratio

Algoritma C4.5 menentukan atribut pemisah berdasarkan ukuran ketidakmurnian data dan nilai *gain ratio*. Proses tersebut melibatkan perhitungan *entropy*, *information gain*, *split information*, dan *gain ratio* [11], [12].

$$Entropy(S) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2(p_i) \quad (1)$$

Keterangan:

S = himpunan data;

n = jumlah kelas;

p_i = proporsi data pada kelas ke- i .

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{v \in Values(A)} \left(\frac{|S_v|}{|S|} \right) Entropy(S_v) \quad (2)$$

Keterangan:

S = himpunan data awal;

A = atribut yang diuji;

v = nilai pada atribut A ;

$Values(A)$ = kumpulan nilai yang terdapat pada atribut A ;

S_v = subset data berdasarkan nilai v ;

$|S_v|$ = jumlah data pada subset;

$|S|$ = jumlah seluruh data.

$$SplitInfo(S, A) = -\sum \left(\frac{|S_i|}{|S|} \right) \log_2 \left(\frac{|S_i|}{|S|} \right) \quad (3)$$

Keterangan:

S = keseluruhan dataset;

S_i = jumlah data pada kategori ke- i ;

$|S|$ = jumlah keseluruhan data;

A = atribut yang dihitung.

$$GainRatio(S, A) = \frac{Gain(S, A)}{SplitInfo(S, A)} \quad (4)$$

Keterangan:

S = himpunan atau seluruh data yang digunakan dalam proses klasifikasi;

A = atribut yang digunakan untuk melakukan pemisahan data;

$Gain(S, A)$ = nilai *Information Gain* dari atribut A terhadap himpunan data S ;

$SplitInfo(S, A)$ = nilai *Split Information* yang menunjukkan tingkat penyebaran data berdasarkan pembagian atribut A ;

$GainRatio(S, A)$ = nilai *Gain Ratio* dari atribut A , yang digunakan untuk menentukan atribut terbaik sebagai simpul pada *Decision Tree*.

Perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan atribut yang paling sesuai sebagai simpul keputusan. Dalam algoritma C4.5, atribut dengan nilai *gain ratio* tertinggi dipilih sebagai pemisah pada simpul

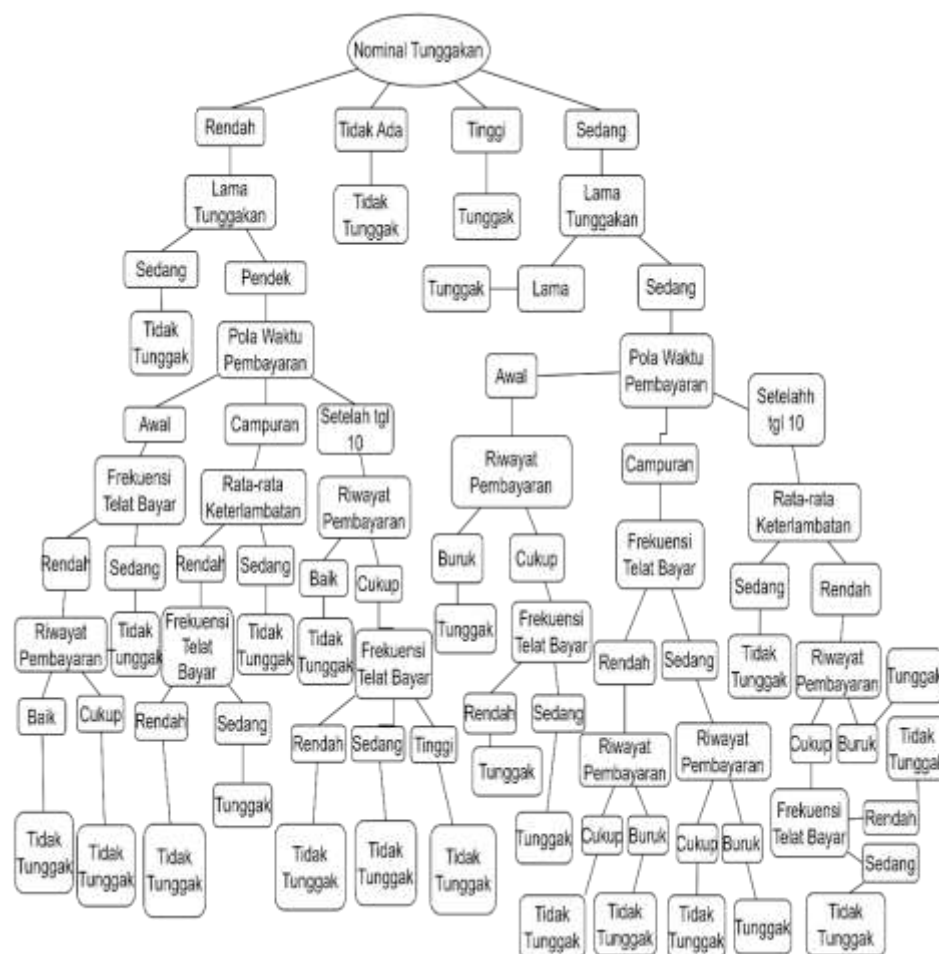
yang sedang diproses [17]. Berdasarkan hasil perhitungan penelitian, atribut nominal tunggakan memperoleh nilai *gain ratio* tertinggi sebesar 0,143778, sehingga dipilih sebagai *root node*.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Gain Ratio

No	Atribut	Information Gain	Split Information	Gain Ratio
1	Nominal Tunggakan	0,207274	1,441627	0,143778
2	Lama Tunggakan	0,174694	1,469375	0,11889
3	Frekuensi Telat Bayar	0,006745	0,92627	0,007282
4	Riwayat Pembayaran	0,164125	1,3198	0,124356
5	Rata-rata Keterlambatan	0,018484	0,580605	0,031836
6	Pola Waktu Pembayaran	0,035675	1,524599	0,0234

3.2.3 Decision Tree

Berdasarkan nilai *gain ratio*, atribut nominal tunggakan menjadi *root node*. Proses perhitungan kemudian dilanjutkan pada masing-masing subset hingga diperoleh kelas akhir. Pendekatan pembentukan pohon keputusan tersebut menghasilkan struktur keputusan yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap data baru [19].



Gambar 4. Pohon Keputusan C4.5

Pohon keputusan yang terbentuk menghasilkan 25 aturan klasifikasi untuk kelas Tunggak dan Tidak Tunggak. Aturan tersebut kemudian digunakan sebagai dasar klasifikasi potensi tunggakan pada sistem.

3.2.4 Rule If-Then

Pohon keputusan yang dihasilkan diterjemahkan menjadi aturan *if-then*. Bentuk aturan tersebut merepresentasikan kombinasi kondisi atribut yang menghasilkan suatu kelas tertentu. Aturan berbasis pohon keputusan dapat digunakan untuk menyajikan hasil klasifikasi dalam bentuk yang lebih mudah dipahami oleh pengguna [20].

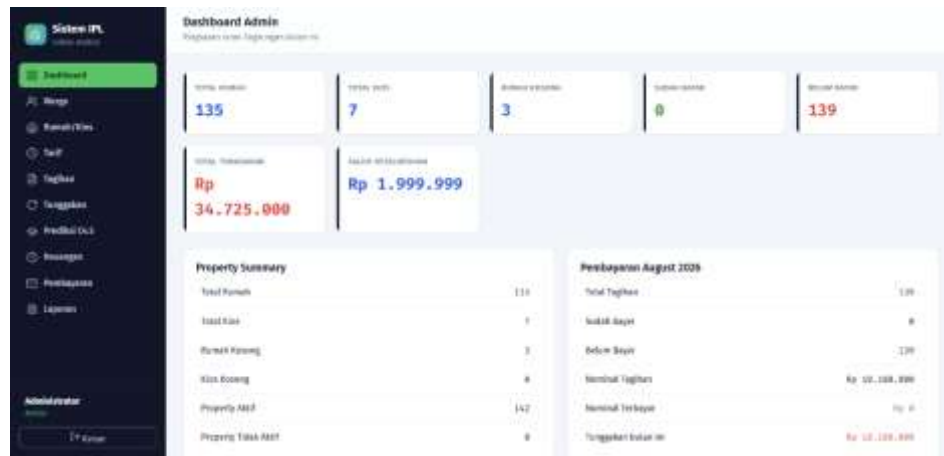
Contoh bentuk aturan:

IF kondisi atribut 1 AND kondisi atribut 2 THEN kelas = Tunggak.

Keseluruhan proses menghasilkan 25 aturan keputusan yang digunakan sebagai dasar klasifikasi potensi tunggakan warga.

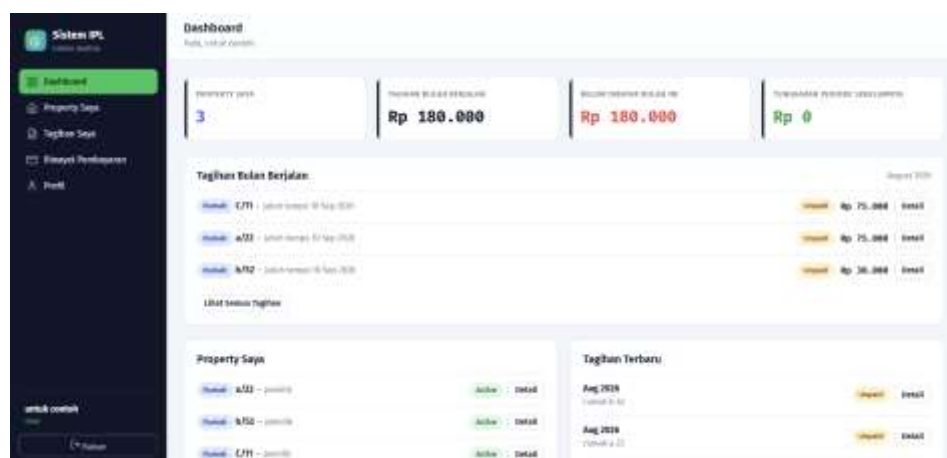
3.3 System Implementation

Implementasi sistem dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan rancangan sistem. Sistem dikembangkan menggunakan PHP dengan *framework* Laravel 11 serta MySQL/MariaDB. Implementasi mencakup pengelolaan data warga, *property*, tagihan, pembayaran, riwayat transaksi, tunggakan, dan klasifikasi potensi tunggakan[21].



Gambar 5. Halaman Dashboard Admin

Gambar 5 menunjukkan halaman *dashboard* Admin yang menyajikan informasi utama terkait pengelolaan IPL, seperti jumlah warga, tagihan, pembayaran, tunggakan, pemasukan, pengeluaran, dan informasi keuangan lainnya. Halaman ini digunakan sebagai pusat pemantauan kondisi pengelolaan IPL oleh Admin.



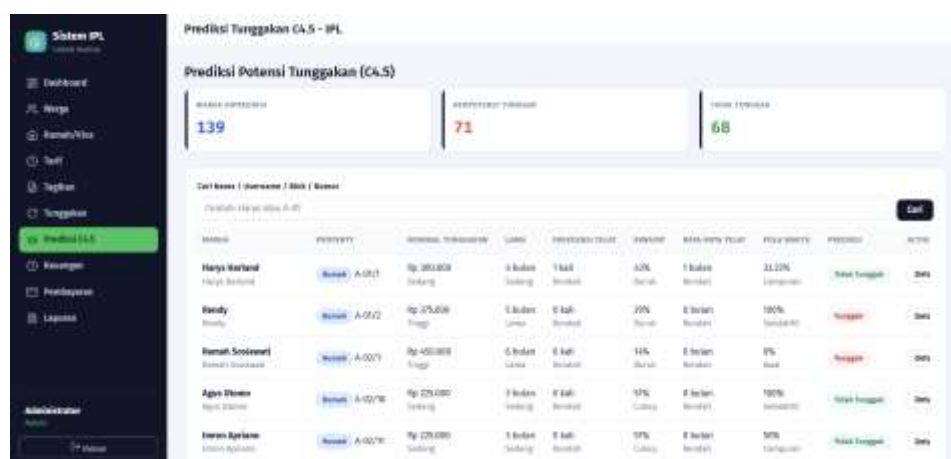
Gambar 6. Halaman Dashboard Warga

Gambar 6 menunjukkan halaman *dashboard* Warga yang digunakan untuk menampilkan informasi pembayaran secara personal. Warga dapat melihat informasi tagihan dan status pembayaran sehingga informasi yang berkaitan dengan kewajiban IPL dapat diakses melalui sistem.



Gambar 7. Halaman Tagihan

Gambar 7 menunjukkan halaman tagihan yang menampilkan informasi kewajiban pembayaran IPL. Halaman tersebut digunakan untuk memberikan informasi mengenai tagihan yang harus dibayarkan oleh warga beserta status pembayarannya.



Gambar 8. Halaman Prediksi Potensi Tunggakan

Gambar 8 menunjukkan halaman hasil klasifikasi potensi tunggakan menggunakan algoritma C4.5. Sistem menampilkan hasil klasifikasi berdasarkan atribut pembayaran yang digunakan dalam proses pembentukan pohon keputusan sehingga Admin dapat memperoleh informasi mengenai warga yang termasuk dalam kelas Tunggak atau Tidak Tunggak.

3.4 System Testing Results

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem dapat menjalankan fungsi sesuai kebutuhan dan memperoleh tanggapan dari pengguna. Pengujian perangkat lunak dapat dilakukan melalui pengujian fungsional dan struktural untuk memastikan sistem bekerja sesuai rancangan [22].

3.4.1 Black Box Testing

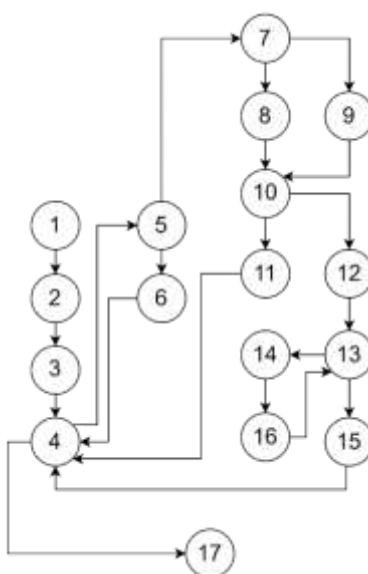
Black Box Testing digunakan untuk menguji fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa memeriksa struktur internal kode program [23]. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat 31 skenario, dan seluruh skenario berhasil dijalankan sesuai hasil yang diharapkan sehingga tingkat keberhasilan mencapai 100%.

Tabel 3. Rekapitulasi Black Box Testing

Hasil Pengujian	Jumlah	Persentase
Berhasil	31	100%
Gagal	0	0%
Total	31	100%

3.4.2 White Box Testing

White Box Testing digunakan untuk menganalisis struktur internal program dengan memperhatikan alur logika dan jalur eksekusi kode [14]. Pada penelitian ini, pengujian difokuskan pada proses *Generate Invoice*.



Gambar 9. Flowgraph Proses Generate Invoice

Nilai *Cyclomatic Complexity* dihitung menggunakan:

$$V(G) = E - N + 2 \quad (5)$$

$$V(G) = 21 - 17 + 2 = 6 \quad (6)$$

Dengan E merupakan jumlah edge dan N merupakan jumlah *node*. Berdasarkan hasil pengujian proses *Generate Invoice*, diperoleh nilai *Cyclomatic Complexity* sebesar 24. Nilai tersebut menunjukkan terdapat 24 jalur independen yang menjadi dasar pengujian struktur logika proses tersebut[24] .

Berdasarkan hasil pengujian proses *Generate Invoice*, diperoleh nilai *Cyclomatic Complexity* sebesar 6. Nilai tersebut menunjukkan terdapat 6 jalur independen yang menjadi dasar pengujian struktur logika proses tersebut.

3.4.3 User Response

Pengujian *User Response* digunakan untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap sistem setelah sistem digunakan. Pengukuran dilakukan menggunakan skala Likert yang umum digunakan untuk mengukur tingkat persepsi atau tanggapan responden terhadap suatu objek penelitian [25] .

Tabel 4. Hasil User Response

Responden	Persentase	Kategori
Admin	96,00%	Sangat Baik
Warga	98,80%	Sangat Baik

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem memperoleh tanggapan positif dari Admin dan Warga. Nilai 96,00% dari Admin menunjukkan penerimaan yang sangat baik terhadap fungsi pengelolaan IPL, sedangkan nilai 98,80% dari Warga menunjukkan penerimaan yang sangat baik terhadap fungsi sistem dari sisi pengguna.

4. CONCLUSION

Penelitian ini menghasilkan Sistem Informasi Iuran Pengelolaan Lingkungan berbasis website yang dapat mendukung pengelolaan data warga, *property*, tagihan, pembayaran, riwayat pembayaran, dan tunggakan di Deparis Residence Kemuning. Penerapan algoritma *Decision Tree* C4.5 menggunakan 138 data historis pembayaran dengan enam atribut menghasilkan pohon keputusan dengan 25 aturan klasifikasi untuk menentukan kelas Tunggak dan Tidak Tunggak, dengan atribut nominal tunggakan sebagai *root node* berdasarkan nilai *gain ratio* tertinggi sebesar 0,143778. Hasil pengujian menunjukkan seluruh 31 skenario *Black Box Testing* berhasil dengan tingkat keberhasilan 100%, sedangkan *White Box Testing* pada proses *Generate Invoice* menghasilkan nilai *Cyclomatic Complexity* sebesar 24. Pengujian *User Response* memperoleh nilai 96,00% dari Admin dan 98,80% dari Warga yang termasuk kategori Sangat Baik. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat mendukung proses pengelolaan IPL serta memberikan informasi mengenai potensi tunggakan pembayaran warga. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan memperluas jumlah dan periode data historis serta mengembangkan fitur klasifikasi agar dapat menyesuaikan perubahan pola pembayaran warga.

REFERENCES

- [1] Siti Halijah and Sasa Ani Arnomo, "Rancang Bangun Sistem Informasi Warga Puri Agung Berbasis Web," *Computer Based Information System Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 36–41, 2023.
- [2] Dadan Herdiansah and Winarsih, "Sistem Informasi Administrasi Rukun Warga Berbasis Website Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 2, pp. 730–739, 2023.
- [3] Aldi Ramadhan, Ati Zaidiah, and Mohamad Bayu Wibisono, "Penggunaan Metode Rapid Application Development (RAD) dalam Perancangan Sistem Informasi Kepegawaian pada PT Adyawinsa Telecommunication & Electrical," *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA)*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [4] Ahmad Rifa'i, Agustira, R. Nurfalah, M. R. Kusumayudha, and W. Kurniawan, "Penerapan Metode Rapid Application Development (RAD) pada Sistem Informasi Manajemen Aset Berbasis Website," *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, vol. 7, no. 2, pp. 113–122, 2023.
- [5] Miftahul Mukti Anas, "Implementation of Data Mining Algorithm C4.5 to Predict Loan Payments in the Harum Manis Women's Union in Simoboyo Village," *Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 2024.
- [6] Mutimatul Mubarakah, Danang Aditya Nugraha, and Amak Yunus, "Penerapan Algoritma C4.5 dalam Memprediksi Keterlambatan Pembayaran Sumbangan Pembinaan Pendidikan," *Jurnal Teknologi dan Informatika*, 2024.
- [7] S. P. Chand, "Methods of Data Collection in Qualitative Research: Interviews, Focus Groups, Observations, and Document Analysis," *Advances in Educational Research and Evaluation*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [8] Rizky Parlita, Muhammad Afifudin, Ilham Akbar Pradana, Yohanes Dimas Wisnu Wiratama, and Muhammad Nur Holis, "Literature Study on the Efficiency of the Rapid Application Development Model in Software Development," *POSITIF: Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, 2023.
- [9] Syarif Hidayatulloh and Enda Patyani, "Metode Rapid Application Development Dalam Pengembangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web," *Computer Science (CO-SCIENCE)*, 2024.
- [10] Agustina, "Pengembangan Sistem Informasi Monitoring Tugas Akhir Berbasis Web Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)," *Jurnal ESIT (E-Bisnis, Sistem Informasi, Teknologi Informasi)*, vol. 20, no. 3, pp. 54–60, 2025.
- [11] Sri Lestari, Yulmaini, Aswin, Sylvia, Yan Aditya Pratama, and Sulyono, "Implementation of the C4.5 algorithm for micro, small, and medium enterprises classification," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 12, no. 6, pp. 6707–6715, 2022.
- [12] Descania Mayangsari and Tri Wahyudi, "Klasifikasi Seleksi Penerimaan Karyawan Baru Menggunakan Algoritma C4.5," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 1, pp. 26–34, 2024.
- [13] Asri Maspupah, "Literature Review: Advantages and Disadvantages of Black Box and White Box Testing Methods," *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, vol. 21, no. 2, pp. 151–162, 2024.
- [14] Habibah Nurfauziah and Imroatul Jamaliyah, "Perbandingan Metode Testing Antara Blackbox dengan Whitebox pada Sebuah Sistem Informasi," *Jurnal Visualika*, vol. 8, no. 2, pp. 105–113, 2023.
- [15] Khamaeni and Muhammad Ghibran AL, "Implementasi White Box Testing Berbasis Path pada Aplikasi Berbasis Web," *urnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, vol. 9, no. 1, pp. 8–13, 2023.
- [16] Suryandari and Endang Sri Dewi Hastuti, "Evaluasi Penerimaan Sistem Informasi Manajemen Puskesmas Menggunakan Technology Acceptance Model," *urnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*, vol. 12, no. 1, pp. 81–89, 2023.
- [17] Fauzan Asrin, "OBJECT-ORIENTED PARTS INVENTORY INFORMATION SYSTEM MODELING USING UNIFIED MODELING LANGUAGE," *Jurnal Sistem Informasi dan Ilmu Komputer Prima (JUSIKOM PRIMA)*, vol. 7, no. 1, pp. 113–120, 2023.
- [18] draw.io, "An introduction to UML diagrams," draw.io.
- [19] Missa, Pandie, and Widiastuti, "Penggunaan Data Mining Algoritma C4.5 dalam Menentukan Klasifikasi Nasabah Potensial di PT. ADIRA Finance Soe," *Jurnal Inovatif Wira Wacana*, vol. 2, no. 2, pp. 153–159, 2023.
- [20] Suppakrit Kirdponpattara, Pitikhate Sooraksa, and Veera Boonjing, "Building a Rule-Based Expert System to Enhance the Hard Disk Drive Manufacturing Processes," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 31054–31068, 2024.
- [21] Nita Nabila and Emi Sita Eriana, "Perancangan Sistem Informasi Pembayaran SPP dengan Metode Rapid Application Development (RAD) Berbasis Web," *Jurnal ESIT*, 2025.
- [22] Laravel, "Meet Laravel," Laravel Documentation.
- [23] Michalak and Russell, "Closing the gap: Addressing missing standards in small academic libraries through the implementation of the ANSI/NISO Z39.87-2006 (R2017) data dictionary," *Inf. Serv. Use*, vol. 43, no. 3–4, pp. 387–395, 2023.
- [24] Widya Sari Wibowo and Dodik Arwin Dermawan, "Penerapan Metodologi Rapid Application Development Pada Sistem Informasi Manajemen Indikator Kinerja Utama Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Informatika," *Jurnal Manajemen Informatika*, 2025.
- [25] B. Jyothi, I. Sarah, and A. Srinivas, "Implementation of FPGA Based Smart Vending Machine," *Int. J. Eng. Res. Appl.*