



## **SKRIPSI**

# **Rancang Bangun Aplikasi Tirta Optima untuk Menentukan Prioritas dan Tindakan Penagihan terhadap Tunggakan Pelanggan Menggunakan Fuzzy-AHP dan PSO Studi Kasus : Perumdam Tirta Umbulan Kota Pasuruan**

**DZULFIKAR AL GHOZALI**

NPM 21081010160

## **DOSEN PEMBIMBING**

Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M. Kom

Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
SURABAYA  
2025**



## **SKRIPSI**

# **Rancang Bangun Aplikasi Tirta Optima untuk Menentukan Prioritas dan Tindakan Penagihan terhadap Tunggakan Pelanggan Menggunakan Fuzzy-AHP dan PSO Studi Kasus : Perumdam Tirta Umbulan Kota Pasuruan**

**DZULFIKAR AL GHOZALI**  
NPM 21081010160

**DOSEN PEMBIMBING**  
Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M. Kom  
Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
SURABAYA  
2025**

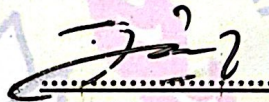
## LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN APLIKASI TIRTA OPTIMA UNTUK  
MENENTUKAN PRIORITAS DAN TINDAKAN PENAGIHAN  
TERHADAP TUNGGAKAN PELANGGAN MENGGUNAKAN FUZZY-  
AHP DAN PSO  
STUDI KASUS : PERUMDAM TIRTA UMBULAN KOTA PASURUAN**

Oleh :  
**DZULFIKAR AL GHOZALI**  
NPM. 21081010160

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika  
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal  
1 September 2025.

**Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom**  
NIP. 19920317 2018031 002



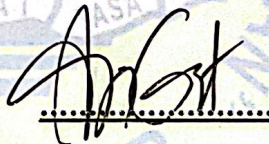
(Pembimbing I)

**Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom**  
NIP. 1993121 3202203 2010



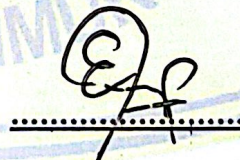
(Pembimbing II)

**Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T.**  
NIP. 19861008 202121 1 001



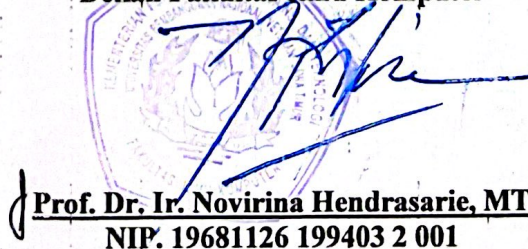
(Ketua Penguji)

**Eka Prakarsa Mandyartha, S.T, M.Kom**  
NIP. 19880525 201803 1 001



(Anggota Penguji)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



**Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT**  
NIP. 19681126 199403 2 001



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**RANCANG BANGUN APLIKASI TIRTA OPTIMA UNTUK  
MENENTUKAN PRIORITAS DAN TINDAKAN PENAGIHAN  
TERHADAP TUNGGAKAN PELANGGAN MENGGUNAKAN FUZZY-  
AHP DAN PSO  
STUDI KASUS : PERUMDAM TIRTA UMBULAN  
KOTA PASURUAN**

Oleh :  
**DZULFIKAR AL GHOZALI**  
NPM. 21081010160



**Menyetujui,  
Koordinator Program Studi  
Informatika**

**Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom**  
**NIP. 19820211 202121 2 005**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

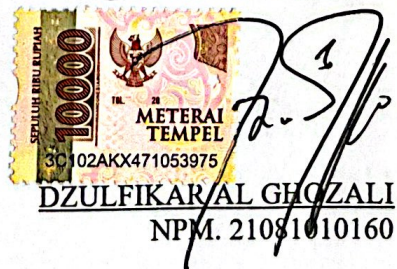
Nama Mahasiswa : DZULFIKAR AL GHOZALI  
NPM : 21081010160  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 September 2025  
Yang Membuat Pernyataan,

  
DZULFIKAR AL GHOZALI  
NPM. 21081010160



## **SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : DZULFIKAR AL GHOZALI  
Program Studi : Informatika  
Dosen Pembimbing : Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom  
Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom

dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan disertasi dengan judul:

**RANCANG BANGUN APLIKASI TIRTA OPTIMA UNTUK  
MENENTUKAN PRIORITAS DAN TINDAKAN PENAGIHAN  
TERHADAP TUNGGAKAN PELANGGAN MENGGUNAKAN FUZZY-  
AHP DAN PSO  
STUDI KASUS : PERUMDAM TIRTA UMBULAN  
KOTA PASURUAN**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 11 September 2025  
Yang Membuat Pernyataan,

  
**DZULFIKAR AL GHOZALI**  
NPM. 21081010160

## ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Dzulfikar Al Ghozali / 21081010160

Judul Skripsi : Rancang Bangun Aplikasi Tirta Optima untuk Menentukan Prioritas dan Tindakan Penagihan terhadap Tunggakan Pelanggan Menggunakan Fuzzy-AHP dan PSO Studi Kasus : Perumdam Tirta Umbulan Kota Pasuruan

Dosen Pembimbing : 1. Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom  
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom

Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumdam) Tirta Umbulan Kota Pasuruan memiliki tantangan dalam meningkatkan efektivitas penagihan tunggakan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Decision Support System* (DSS) bernama Tirta Optima yang mampu membantu manajemen dalam menentukan tindakan penagihan yang optimal. Metode yang digunakan adalah kombinasi *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) untuk menentukan bobot kriteria dan Particle Swarm Optimization (PSO) untuk menghasilkan prioritas dan tindakan penagihan terbaik berdasarkan data tunggakan pelanggan. Sistem ini dirancang dan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman C# dan *framework* ASP.NET Core 8 dengan pendekatan *Model–View–Controller*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Tirta Optima mampu memberikan prioritas dan rekomendasi tindakan yang akurat dan konsisten, ditunjukkan melalui uji akurasi terhadap perhitungan manual dan uji korelasi Spearman's Rho dan Kendall's Tau yang menghasilkan nilai konsistensi tinggi. Dengan demikian, DSS Tirta Optima dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung pengambilan keputusan strategis terkait penagihan piutang pelanggan di Perumdam Tirta Umbulan Kota Pasuruan.

**Kata kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, FAHP, PSO, Tirta Optima, Tindakan Penagihan.

## ABSTRACT

Student Name / NPM : Dzulfikar Al Ghozali / 21081010160

Thesis Title : Design and Construction of the Tirta Optima Application to Determine Priorities and Collection Actions for Customer Arrears Using Fuzzy-AHP and PSO

Study: Perumdam Tirta Umbulan, Pasuruan City

Advisor : 1. Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom  
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom

The Regional Drinking Water Company (Perumdam) Tirta Umbulan, Pasuruan City, faces challenges in increasing the effectiveness of its customer receivables collection strategy. This study aims to develop a Decision Support System (DSS) called Tirta Optima that can assist management in determining optimal collection actions. The method used is a combination of Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) to determine criteria weights and Particle Swarm Optimization (PSO) to generate the best collection priority and action based on customer arrears data. This system is designed and implemented using the C# programming language and the ASP.NET Core 8 framework with a Model–View–Controller approach. The test results show that the Tirta Optima application is able to provide accurate and consistent priority and action recommendations, demonstrated through accuracy tests against manual calculations and Spearman's Rho and Kendall's Tau correlation tests that produce high consistency values. Thus, the Tirta Optima DSS can be an effective solution in supporting strategic decision-making related to customer receivables collection at Perumdam Tirta Umbulan, Pasuruan City.

**Keywords:** Decision Support System, FAHP, PSO, Tirta Optima, Collection Action.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Aplikasi Tirta Optima untuk Menentukan Prioritas dan Tindakan Penagihan terhadap Tunggakan Pelanggan Menggunakan Fuzzy-AHP dan PSO Studi Kasus : Perumdam Tirta Umbulan Kota Pasuruan”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom beserta Ibu Afina Lina Nurlaili S.Kom, M.Kom selaku kedua Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Novirina Hendrasarie, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Fetty Tri Anggraini, S.Kom, M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran “ Jawa Timur.
3. Ibu Made Hanindia Prami Swari, S.Kom, M.Cs selaku dosen wali penulis.
4. Seluruh pihak Perumdam Tirta Umbulan Kota Pasuruan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian hingga bersedia menjalin kerja sama bersama Fakultas Ilmu Komputer.
5. Silfiana Safitri, seseorang yang telah memberikan penulis motivasi, semangat, dan harapan dalam menuntaskan sebuah mahakarya ini, serta selalu mendampingi penulis dalam keadaan apapun.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Dengan segala keterbatasan yang penulis miliki, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 17 Agustus 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                 |             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                                                  | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>                                                 | <b>v</b>    |
| <b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....</b>                                     | <b>vii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>                                       | <b>ix</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                            | <b>xi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                      | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                          | <b>xvii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                                       | <b>xxi</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                       | <b>xxv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                                   | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                                       | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                                      | 3           |
| 1.3. Fokus Penelitian .....                                                     | 3           |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....                                                    | 4           |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                                                   | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                             | <b>7</b>    |
| 2.1. Penelitian Terdahulu .....                                                 | 7           |
| 2.2. Landasan Teori.....                                                        | 10          |
| 2.2.1 Sistem Pendukung Keputusan ( <i>Decision Support System - DSS</i> ) ..... | 10          |
| 2.2.2 Piutang Pembayaran Pelanggan .....                                        | 10          |
| 2.2.3 Dasar Hukum dan Kebijakan Penagihan Piutang Pelanggan.....                | 11          |
| 2.2.4 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) .....                           | 13          |
| 2.2.5 <i>Fuzzy Logic</i> (Logika Fuzzy) .....                                   | 17          |
| 2.2.6 <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> (Fuzzy-AHP).....                | 21          |
| 2.2.7 <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO).....                             | 24          |
| 2.2.8 Perbandingan Metode Sistem Pendukung Keputusan.....                       | 26          |
| 2.2.9 <i>Agile Software Development</i> .....                                   | 30          |
| 2.2.10 Aplikasi Berbasis <i>Website</i> ( <i>Web Based Application</i> ).....   | 31          |
| 2.2.11 <i>C#</i> dan <i>ASP.NET Core</i> .....                                  | 33          |
| 2.2.12 <i>.NET Core</i> .....                                                   | 35          |

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2.13 <i>My SQL</i> .....                                      | 36         |
| 2.2.14 <i>Microsoft Visual Studio Community 2022</i> .....      | 37         |
| <b>BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....</b>              | <b>39</b>  |
| 3.1. Metodologi Penelitian.....                                 | 39         |
| 3.1.1. Identifikasi Masalah .....                               | 39         |
| 3.1.2. Studi Literatur.....                                     | 40         |
| 3.1.3. Analisis Kebutuhan.....                                  | 41         |
| 3.1.4. Perencanaan Sistem .....                                 | 46         |
| 3.1.5. Pengembangan Sistem .....                                | 46         |
| 3.1.6. Pengujian Sistem .....                                   | 47         |
| 3.2. Deskripsi Umum Sistem.....                                 | 48         |
| 3.3. Alur Proses Bisnis .....                                   | 48         |
| 3.4. Perancangan Sistem.....                                    | 52         |
| 3.4.1. <i>Use Case Diagram</i> .....                            | 52         |
| 3.4.2. <i>Activity Diagram</i> .....                            | 60         |
| 3.4.3. <i>Class Diagram</i> .....                               | 67         |
| 3.4.4. <i>Sequence Diagram</i> .....                            | 70         |
| 3.4.5. <i>Database Entity Relationship Diagram</i> .....        | 76         |
| 3.4.6. Desain Antarmuka .....                                   | 78         |
| 3.5. Perhitungan Metode.....                                    | 83         |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                        | <b>101</b> |
| 4.1. Lingkungan Pengembangan dan Pengujian.....                 | 101        |
| 4.1.1. Perangkat Keras .....                                    | 101        |
| 4.1.2. Perangkat lunak .....                                    | 101        |
| 4.2. Implementasi Sistem.....                                   | 102        |
| 4.2.1. Struktur Aplikasi dan Bahasa Pemrograman.....            | 102        |
| 4.2.2. Halaman Autentikasi .....                                | 104        |
| 4.2.3. Halaman Dashboard .....                                  | 106        |
| 4.2.4. Halaman Kriteria .....                                   | 107        |
| 4.2.5. Halaman Perhitungan Metode - Pairwise Comparison.....    | 108        |
| 4.2.6. Halaman Perhitungan Metode - G.Mean / Normalization..... | 115        |
| 4.2.7. Halaman Perhitungan Metode - PSO / Optimization .....    | 119        |

|                                         |                                                              |            |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.8.                                  | Halaman Perhitungan Metode - Hasil Bobot Kriteria.....       | 124        |
| 4.2.9.                                  | Halaman Hasil Prioritas Penagihan, Tindakan dan Penugasan... | 126        |
| 4.2.10.                                 | Halaman Data Pelanggan .....                                 | 134        |
| 4.2.11.                                 | Halaman Data Tagihan / Rekening .....                        | 137        |
| 4.2.12.                                 | Halaman Data Pembayaran .....                                | 139        |
| 4.2.13.                                 | Halaman Data Piutang.....                                    | 141        |
| 4.2.14.                                 | Halaman Penghapusan Piutang .....                            | 143        |
| 4.2.15.                                 | Halaman Penerbitan Surat.....                                | 144        |
| 4.2.16.                                 | Halaman Penyampaian Surat .....                              | 147        |
| 4.2.17.                                 | Halaman Tindakan Lanjut.....                                 | 149        |
| 4.2.18.                                 | Halaman Monitoring Piutang .....                             | 151        |
| 4.2.19.                                 | Halaman Laporan Piutang.....                                 | 151        |
| 4.2.20.                                 | Halaman Monitoring Penagihan .....                           | 152        |
| 4.2.21.                                 | Halaman Monitoring Petugas.....                              | 153        |
| 4.2.22.                                 | Halaman Profil .....                                         | 154        |
| 4.2.23.                                 | Halaman Kelola Data Master / Administrator .....             | 154        |
| 4.3.                                    | Pengujian Sistem.....                                        | 173        |
| 4.3.1.                                  | Pengujian Fungsionalitas ( <i>Black Box Testing</i> ).....   | 173        |
| 4.3.2.                                  | Pengujian Validitas dan Sensitivitas Metode AHP dan FAHP ... | 177        |
| 4.3.3.                                  | Pengujian Parameter PSO .....                                | 180        |
| 4.3.4.                                  | Uji Penerimaan Pengguna .....                                | 192        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                                              | <b>197</b> |
| 5.1.                                    | Kesimpulan .....                                             | 197        |
| 5.2.                                    | Saran.....                                                   | 198        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             |                                                              | <b>199</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |                                                              | <b>204</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Langkah-langkah dan proses AHP .....                          | 14 |
| Gambar 2. 2 Representasi Kurva Keanggotaan Segitiga .....                 | 19 |
| Gambar 2. 3 Ilustrasi Inisialisasi Partikel PSO .....                     | 25 |
| Gambar 2. 4 Diagram Alur <i>Agile Development</i> .....                   | 30 |
| Gambar 2. 5 <i>Web Application Architecture Diagram</i> .....             | 32 |
| Gambar 2. 6 <i>Browser Modern</i> .....                                   | 33 |
| Gambar 2. 7 Diagram <i>Workflow MVC ASP.NET</i> .....                     | 34 |
| Gambar 2. 8 Diagram Arsitektur ASP.NET .....                              | 34 |
| Gambar 2. 9 Peta Pikiran .NET Core .....                                  | 35 |
| Gambar 2. 10 Tampilan <i>Interface</i> Microsoft Visual Studio 2022 ..... | 37 |
| Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian .....                                      | 39 |
| Gambar 3. 2 Tahapan Identifikasi Masalah .....                            | 40 |
| Gambar 3. 3 BPMN Penagihan Pembayaran Pelanggan .....                     | 49 |
| Gambar 3. 4 BPMN Penagihan Setelah Implementasi DSS Tirta Optima .....    | 51 |
| Gambar 3. 5 Use Case DSS Tirta Optima.....                                | 53 |
| Gambar 3.6 <i>Activity Diagram Login</i> .....                            | 61 |
| Gambar 3.7 <i>Activity Diagram Mengelola Piutang</i> .....                | 62 |
| Gambar 3.8 <i>Activity Diagram Monitoring</i> .....                       | 63 |
| Gambar 3.9 <i>Activity Diagram Penagihan</i> .....                        | 64 |
| Gambar 3.10 <i>Activity Diagram Strategi Penagihan</i> .....              | 65 |
| Gambar 3.11 <i>Activity Diagram Administrator Sistem</i> .....            | 66 |
| Gambar 3.13 <i>Class Diagram Controller</i> .....                         | 67 |
| Gambar 3.13 <i>Class Diagram Model</i> .....                              | 68 |
| Gambar 3.14 <i>Sequence Diagram Login &amp; Dashboard</i> .....           | 70 |
| Gambar 3.15 <i>Sequence Diagram Pengelolaan Piutang</i> .....             | 71 |
| Gambar 3.16 <i>Sequence Diagram Penagihan</i> .....                       | 73 |
| Gambar 3.17 <i>Sequence Diagram Monitoring</i> .....                      | 74 |
| Gambar 3.18 <i>Sequence Diagram Strategi Penagihan</i> .....              | 75 |
| Gambar 3.19 ERD Database Tirta Optima .....                               | 76 |
| Gambar 3.20 Desain Halaman <i>Auth / Login</i> .....                      | 78 |
| Gambar 3.21 Desain Halaman <i>Dashboard / Beranda</i> .....               | 79 |

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 3.22 Desain Halaman Monitoring.....                 | 79  |
| Gambar 3.23 Desain Halaman Piutang.....                    | 80  |
| Gambar 3.24 Desain Halaman Penagihan .....                 | 81  |
| Gambar 3.25 Desain Halaman Strategi Penagihan.....         | 82  |
| Gambar 3.26 Desain Halaman Strategi Penagihan.....         | 82  |
| Gambar 4.1 Struktur Folder Aplikasi Tirta Optima .....     | 102 |
| Gambar 4.2 Halaman Autentikasi .....                       | 104 |
| Gambar 4.3 Halaman <i>Dashboard</i> .....                  | 106 |
| Gambar 4.4 Halaman Kriteria .....                          | 107 |
| Gambar 4.5 Halaman Pairwise Comparison.....                | 108 |
| Gambar 4.6 Form Input Perbandingan Kriteria .....          | 111 |
| Gambar 4.7 Halaman G Mean / Normalization.....             | 115 |
| Gambar 4.8 Halaman PSO / Optimization .....                | 119 |
| Gambar 4.9 Halaman Hasil Bobot Kriteria .....              | 124 |
| Gambar 4.10 Halaman Hasil Strategi Penagihan .....         | 126 |
| Gambar 4.11 Halaman Form Penugasan Penagihan .....         | 131 |
| Gambar 4.12 Halaman Data Pelanggan.....                    | 134 |
| Gambar 4.13 Halaman Data Pelanggan dari API.....           | 135 |
| Gambar 4.14 Konfirmasi Catat Pelanggan .....               | 136 |
| Gambar 4.15 Halaman Data Rekening / Tagihan.....           | 137 |
| Gambar 4.16 Halaman Data Tagihan / Rekening dari API ..... | 138 |
| Gambar 4.17 Konfirmasi Catat Data Tagihan / Rekening.....  | 138 |
| Gambar 4.18 Halaman Data Pembayaran.....                   | 139 |
| Gambar 4.19 Halaman Data Pembayaran dari API.....          | 140 |
| Gambar 4.20 Konfirmasi Catat Pembayaran .....              | 140 |
| Gambar 4.21 Halaman Data Piutang tiap Bulan.....           | 141 |
| Gambar 4.22 Halaman Detail Data Piutang tiap Bulan.....    | 141 |
| Gambar 4.23 Form Pencatatan Koreksi Piutang .....          | 142 |
| Gambar 4.24 Halaman Penghapusan Piutang.....               | 143 |
| Gambar 4.25 Halaman Detail Data Piutang tiap Bulan.....    | 143 |
| Gambar 4.26 Halaman Penerbitan Surat .....                 | 144 |
| Gambar 4.27 Form Penerbitan Surat .....                    | 145 |

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.28 Halaman Daftar Surat yang Diterbitkan..... | 145 |
| Gambar 4.29 Hasil Surat yang Diterbitkan .....         | 146 |
| Gambar 4.30 Halaman Penyampaian Surat .....            | 147 |
| Gambar 4.31 Halaman Daftar Surat yang Diterbitkan..... | 147 |
| Gambar 4.32 Halaman Form Pelaporan Hasil .....         | 148 |
| Gambar 4.33 Halaman Tindakan Lanjut.....               | 149 |
| Gambar 4.34 Halaman Daftar Surat yang Diterbitkan..... | 149 |
| Gambar 4.35 Halaman Pelaporan Tindak Lanjut.....       | 150 |
| Gambar 4.36 Halaman Monitoring Piutang .....           | 151 |
| Gambar 4.37 Halaman Laporan Piutang.....               | 151 |
| Gambar 4.38 Halaman Monitoring Penagihan.....          | 152 |
| Gambar 4.39 Halaman Monitoring Petugas.....            | 153 |
| Gambar 4.40 Halaman Detail Petugas .....               | 153 |
| Gambar 4.41 Halaman Profil .....                       | 154 |
| Gambar 4.42 Halaman User .....                         | 154 |
| Gambar 4.43 Form Tambah User.....                      | 155 |
| Gambar 4.44 Form Edit User .....                       | 155 |
| Gambar 4.45 Konfirmasi Hapus User.....                 | 156 |
| Gambar 4.46 Halaman Pimpinan .....                     | 157 |
| Gambar 4.47 Halaman Tambah Pimpinan .....              | 157 |
| Gambar 4.48 Form Edit Pimpinan .....                   | 158 |
| Gambar 4.49 Halaman Role.....                          | 158 |
| Gambar 4.50 Form Tambah Role.....                      | 159 |
| Gambar 4.51 Form Edit Role .....                       | 159 |
| Gambar 4.52 Konfirmasi Hapus Role.....                 | 160 |
| Gambar 4.53 Halaman Jenis Tindakan .....               | 160 |
| Gambar 4.54 Form Tambah Jenis Tindakan .....           | 161 |
| Gambar 4.55 Form Edit Jenis Tindakan .....             | 161 |
| Gambar 4.56 Konfirmasi Hapus Jenis Tindakan .....      | 162 |
| Gambar 4.57 Halaman Jenis Pelanggan.....               | 162 |
| Gambar 4.58 Form Tambah Jenis Pelanggan .....          | 163 |
| Gambar 4.59 Form Edit Jenis Pelanggan.....             | 163 |

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.60 Konfirmasi Hapus Jenis Pelanggan .....              | 164 |
| Gambar 4.61 Halaman Kategori Surat .....                        | 164 |
| Gambar 4.62 Form Tambah Kategori Surat .....                    | 165 |
| Gambar 4.63 Form Edit Kategori Surat.....                       | 165 |
| Gambar 4.64 Konfirmasi Hapus Kategori Surat .....               | 166 |
| Gambar 4.65 Halaman Kode Status .....                           | 166 |
| Gambar 4.66 Form Tambah Kode Status .....                       | 167 |
| Gambar 4.67 Form Edit Kode Status.....                          | 167 |
| Gambar 4.68 Konfirmasi Hapus Kode Status .....                  | 168 |
| Gambar 4.69 Halaman Data Kecamatan .....                        | 168 |
| Gambar 4.70 Form Tambah Kecamatan.....                          | 169 |
| Gambar 4.71 Halaman Detail Kecamatan .....                      | 169 |
| Gambar 4.72 Form Edit Kecamatan .....                           | 170 |
| Gambar 4.73 Konfirmasi Hapus Kecamatan.....                     | 170 |
| Gambar 4.74 Halaman Kelurahan .....                             | 171 |
| Gambar 4.75 Form Tambah Kelurahan.....                          | 172 |
| Gambar 4.76 Form Edit Kelurahan .....                           | 172 |
| Gambar 4.77 Konfirmasi Hapus Kelurahan .....                    | 173 |
| Gambar 4.78 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Iterasi .....         | 181 |
| Gambar 4.79 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Partikel .....        | 183 |
| Gambar 4.80 Grafik Hasil Pengujian Nilai C1 dan C2 .....        | 184 |
| Gambar 4.81 Grafik Hasil Pengujian Nilai $w$ Inersia.....       | 186 |
| Gambar 4.82 Grafik Akhir Tren dan Tabel Iterasi PSO Sistem..... | 191 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2. 1 Penjelasan Skala Intensitas 1–9 .....                                       | 15  |
| Tabel 2. 2 Random Index .....                                                          | 16  |
| Tabel 2. 3 Penjelasan Skala Nilai TFN .....                                            | 21  |
| Tabel 2. 4 Perbandingan Metode Sistem Pendukung Keputusan .....                        | 28  |
| Tabel 3. 1 Kebutuhan Fungsional .....                                                  | 42  |
| Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Keras Client .....                                      | 44  |
| Tabel 3. 3 Kebutuhan Perangkat Keras Server .....                                      | 45  |
| Tabel 3. 4 Kebutuhan Perangkat Lunak <i>Client</i> .....                               | 45  |
| Tabel 3. 5 Kebutuhan Perangkat Lunak Server .....                                      | 45  |
| Tabel 3.6 <i>Use Case Scenario</i> : Melihat Ringkasan Informasi .....                 | 54  |
| Tabel 3.7 <i>Use Case Scenario</i> : Mengelola Piutang.....                            | 55  |
| Tabel 3.8 <i>Use Case Scenario</i> : Melakukan Penagihan .....                         | 56  |
| Tabel 3.9 <i>Use Case Scenario</i> : Memantau Perkembangan ( <i>Monitoring</i> ) ..... | 57  |
| Tabel 3.10 <i>Use Case Scenario</i> : Menentukan Tindakan Penagihan .....              | 58  |
| Tabel 3.11 <i>Use Case Scenario</i> : Mengelola Konfigurasi Sistem.....                | 59  |
| Tabel 3.12 Kriteria yang Digunakan .....                                               | 83  |
| Tabel 3.13 Matriks Perbandingan Kriteria Skala Saaty .....                             | 84  |
| Tabel 3.14 Matriks Perbandingan Kriteria TFN .....                                     | 85  |
| Tabel 3.15 Hasil G.Mean (L, M, U) tiap Kriteria .....                                  | 86  |
| Tabel 3.16 Hasil Bobot Kriteria Awal .....                                             | 87  |
| Tabel 3.17 Inisialisasi 10 Partikel PSO.....                                           | 88  |
| Tabel 3.18 Matriks <b><i>Uij</i></b> Partikel 1 .....                                  | 89  |
| Tabel 3.19 Nilai Cost dan Fitness Tiap Partikel .....                                  | 90  |
| Tabel 3.20 Data Piutang Pelanggan Perumdam.....                                        | 94  |
| Tabel 3.21 <i>Mapping</i> Jenis Pelanggan .....                                        | 95  |
| Tabel 3.22 <i>Mapping</i> Jenis Pelanggan .....                                        | 96  |
| Tabel 3.23 <i>Mapping</i> Kualitas Layanan & Alamat / Jarak.....                       | 96  |
| Tabel 3.24 Nilai Minimum dan Maksimum Kriteria C1 & C2.....                            | 96  |
| Tabel 3.25 Hasil Normalisasi Kriteria C1 & C2 .....                                    | 97  |
| Tabel 3.26 Hasil Nilai dan Ranking Prioritas Penagihan.....                            | 98  |
| Tabel 3.27 Hasil Tindakan Penagihan .....                                              | 100 |



|                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                                         | <b>101</b> |
| Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras .....                                                      | 101        |
| Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Keras .....                                                      | 101        |
| Tabel 4.3 <i>Source Code Strategy Calculations Controller Action Index</i> .....                 | 109        |
| Tabel 4.4 <i>Source Code Strategy Calculation Service Method<br/>GetCriteriaComparison</i> ..... | 110        |
| Tabel 4.5 <i>Source Code Strategy Calculation Input Skala</i> .....                              | 112        |
| Tabel 4.6 <i>Source Code Strategy Calculation Calculate Weights</i> .....                        | 114        |
| Tabel 4.7 <i>Source Code FuzzyAhpPso Service G.Mean dan Normalisasi</i> .....                    | 116        |
| Tabel 4.8 <i>Source Code FuzzyAhpPso Service Simpan Normalisasi</i> .....                        | 117        |
| Tabel 4.9 <i>Source Code FuzzyAhpPso Service PSO Result</i> .....                                | 120        |
| Tabel 4.10 <i>Source Code StrategyCalculation Service Simpan Bobot Akhir</i> .....               | 125        |
| Tabel 4.11 <i>Source Code StrategyResult Controller &amp; Service</i> .....                      | 126        |
| Tabel 4.12 <i>Source Code StrategyResult Controller dan Service</i> .....                        | 132        |
| Tabel 4.13 Hasil Pengujian <i>Black Box</i> .....                                                | 173        |
| Tabel 4.14 Nilai Awal Parameter PSO sebelum Pengujian.....                                       | 177        |
| Tabel 4.15 Skenario Pengujian Sensivitas.....                                                    | 178        |
| Tabel 4.16 Hasil Pengujian Sensivitas .....                                                      | 179        |
| Tabel 4.17 Nilai Awal Parameter PSO sebelum Pengujian.....                                       | 181        |
| Tabel 4.18 Hasil Pengujian Jumlah Iterasi .....                                                  | 182        |
| Tabel 4.19 Hasil Pengujian Jumlah Partikel.....                                                  | 183        |
| Tabel 4.20 Hasil Pengujian Nilai C1 dan C2.....                                                  | 185        |
| Tabel 4.21 Hasil Pengujian Nilai w Inersia .....                                                 | 186        |
| Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Manual dengan FAHP Sistem.....                                     | 187        |
| Tabel 4.23 Perbandingan Hasil Manual dengan FAHP + PSO Sistem .....                              | 188        |
| Tabel 4.24 Nilai Akhir Parameter PSO setelah Pengujian .....                                     | 191        |
| Tabel 4.25 Hasil Kuesioner SUS .....                                                             | 193        |
| Tabel 4.26 Hasil Nilai SUS tiap Responden.....                                                   | 194        |