

**KLASIFIKASI TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA TRANSPORTASI  
BUS TRANS METRO PEKANBARU (TMP)  
MENGUNAKAN METODE C4.5**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik  
Universitas Islam Riau



OLEH:

**DEDEK FAJRIADI**  
**143510738**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2021

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI II

Nama : Dedek Fajriadi  
NPM : 143510738  
Jurusan : Teknik  
Program Studi : Teknik Informatika  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)  
Judul Skripsi : Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Transportasi Bus Trans Metro Pekanbaru (TMP) Menggunakan Metode C4.5

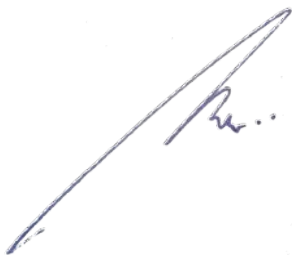
Format sistematika dan pembahasan materi pada masing-masing bab dan sub bab dalam skripsi ini telah dipelajari dan dinilai relatif telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kriteria-kriteria dalam metode penelitian ilmiah. Oleh karena itu skripsi ini dinilai layak dapat disetujui untuk disidangkan dalam ujian **Seminar Komprehensif**.

Pekanbaru, 15 Desember 2021

**Disetujui Oleh :**

Ketua Prodi Teknik Informatika

Dosen Pembimbing



**Dr. Apri Siswanto, S.Kom., M.Kom**



**Ir. Des Suryani, M.Sc**


## LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI UJIAN SKRIPSI

Nama : Dedek Fajriadi  
NPM : 143510738  
Jurusan : Teknik  
Program Studi : Teknik Informatika  
Jenjang Pendidikan : S1  
Judul Skripsi : Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Transportasi Bus Trans Metro Pekanbaru (TMP) Menggunakan Metode C4.5

Skripsi ini secara keseluruhan dinilai telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kaidah-kaidah dalam penulisan penelitian ilmiah serta telah diuji dan dapat dipertahankan dihadapan tim penguji. Oleh karena itu, Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menyatakan bahwa mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan **Telah Lulus Mengikuti Ujian Komprehensif pada tanggal 17 Desember 2021** dan disetujui serta diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Bidang Ilmu **Teknik Informatika**.

Pekanbaru, 17 Desember 2021

### Tim Penguji :

1. Ause Labellapansa, S.T., M.Cs., M.Kom. Sebagai Tim Penguji I   
(.....)
2. Ana Yulianti, S.T., M.Kom. Sebagai Tim Penguji II   
(.....)

### Disahkan Oleh

Ketua Prodi Teknik Informatika

Dosen Pembimbing

  
Dr. Apri Siswanto, S.Kom., M.Kom

  
Ir. Des Suryani, M.Sc.

## LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dedek Fajriadi

NPM : 143510738

Adalah Mahasiswa Universitas Islam Riau yang terdaftar pada :

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Informatika

Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S1)

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis adalah benar dan asli hasil dari penelitian yang telah saya lakukan dengan judul **Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Transportasi Bus Trans Metro Pekanbaru (Tmp) Menggunakan Metode C4.5**. Apabila dikemudian hari ada yang merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan atau karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau terbukti karya ilmiah ini **bukan** karya saya sendiri atau **plagiat** hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 17 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



Dedek Fajriadi

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul “Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Transportasi Bus Trans Metro Pekanbaru (TMP) Menggunakan metode C4.5” tepat pada waktunya, dan tak pula penulis mengucapkan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang dengan segala keredahan hati dan kesucian iman, serta kebersihan budi, akhlak dan perilakunya telah menjadi panutan bagi seluruh umat muslim didunia.

Dalam penulisan laporan skripsi ini, penulis sampaikan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunannya.

Pekanbaru, 14 Desember 2021

Dedek Fajriadi  
NPM : 143510651

**KLASIFIKASI TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA TRANSPORTASI  
BUS TRANS METRO PEKANBARU (TMP)  
MENGUNAKAN METODE C4.5**

**DEDEK FAJRIADI**

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

Email : [dedekfajriadi@gmail.com](mailto:dedekfajriadi@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pekanbaru merupakan kota yang dijuluki sebagai kota Madani. Namun, pesatnya perkembangan kota Pekanbaru tidak bisa terhindar dari meningkatnya jumlah kendaraan pribadi yang tidak sebanding dengan jumlah ruas jalan yang ada sehingga menyebabkan tingkat kemacetan di Pekanbaru semakin meningkat dan pemandangan tidak enak karena lalu lintas yang acak-acakan. Berkaitan dengan masalah kemacetan ini, pemerintah kota Pekanbaru meluncurkan transportasi yang ramah lingkungan, nyaman dan aman yaitu Angkutan Umum Massal (SAUM) dan diberi nama Trans Metro Pekanbaru. Dengan adanya bus Trans Metro Pekanbaru diharapkan mampu menjadi solusi yang jauh lebih baik dari angkutan perkotaan yang telah ada dan mampu menyerap pengguna kendaraan pribadi untuk beralih menggunakan transportasi publik. Namun, pada tahun 2017 ojek online mulai beroperasi dan menjadi kompetitor baru di kota Pekanbaru. Masyarakat mulai meninggalkan transportasi bus Trans Metro Pekanbaru dan beralih untuk menggunakan transportasi ojek online. Oleh karena itu, maka perlu dibangun sebuah aplikasi untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru. Dengan aplikasi ini, hasil akhir dari klasifikasi data mining untuk menentukan tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru menggunakan metode C4.5 untuk mendapatkan pengetahuan berupa pola tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru yaitu mahasiswa/i Universitas Islam Riau. Pengujian akurasi aplikasi yang dibangun memiliki performance cukup terbilang baik dengan data training sebanyak 200 dengan data testing sebanyak 33 memiliki persentase 91%, sehingga sistem klasifikasi tingkat kepuasan pada bus Trans Metro Pekanbaru layak untuk diimplementasikan.

**Kata kunci** : data mining, klasifikasi tingkat kepuasan, metode C4.5, trans metro pekanbaru.

**CLASSIFICATION OF USER SATISFACTION LEVEL OF PEKANBARU  
TRANS METRO BUS TRANSPORTATION (TMP)  
USING METHOD C4.5**

**DEDEK FAJRIADI**

Informatics Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Riau Islamic

University

Email : [dedekfajriadi@gmail.com](mailto:dedekfajriadi@gmail.com)

**ABSTRAC**

Pekanbaru is a city dubbed as the city of Madani. However, the rapid development of the city of Pekanbaru cannot be avoided from the increasing number of private vehicles that are not proportional to the number of existing roads, causing the congestion level in Pekanbaru to increase and the scenery to be unpleasant due to the random traffic. In connection with this congestion problem, the Pekanbaru city government launched an environmentally friendly, comfortable and safe transportation, namely the Mass Public Transport (SAUM) and was named Trans Metro Pekanbaru. With the Trans Metro Pekanbaru bus, it is hoped that it will be a much better solution than existing urban transportation and be able to absorb private vehicle users to switch to using public transportation. However, in 2017 online motorcycle taxis began operating and became a new competitor in the city of Pekanbaru. People are starting to leave the Trans Metro Pekanbaru bus transportation and switch to using online motorcycle taxi transportation. Therefore, it is necessary to build an application to determine the level of satisfaction of users of Trans Metro Pekanbaru bus transportation. With this application, the final result of the classification of data mining to determine the level of satisfaction of Trans Metro Pekanbaru bus transportation users using the Naive Bayes method to obtain knowledge in the form of patterns of satisfaction levels for Trans Metro Pekanbaru bus transportation users, namely students at the Islamic University of Riau. Testing the accuracy of the application that was built has a very good performance with 200 training data with 33 testing data having a percentage of 91%, so that the classification of the satisfaction level on the Trans Metro Pekanbaru bus system is feasible to implement.

**Keywords** : data mining, classification of satisfaction level, C4.5 method, trans metro Pekanbaru.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Studi Keperpustakaan .....	5
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Transportasi .....	7
2.2.2 Trans Metro Pekanbaru .....	8
2.2.3 Jasa .....	8
2.2.4 Kepuasan Konsumen .....	9
2.2.5 Data Mining .....	9
2.2.5.1 Sejarah Data Mining .....	9
2.2.5.2 Proses Data Mining .....	10



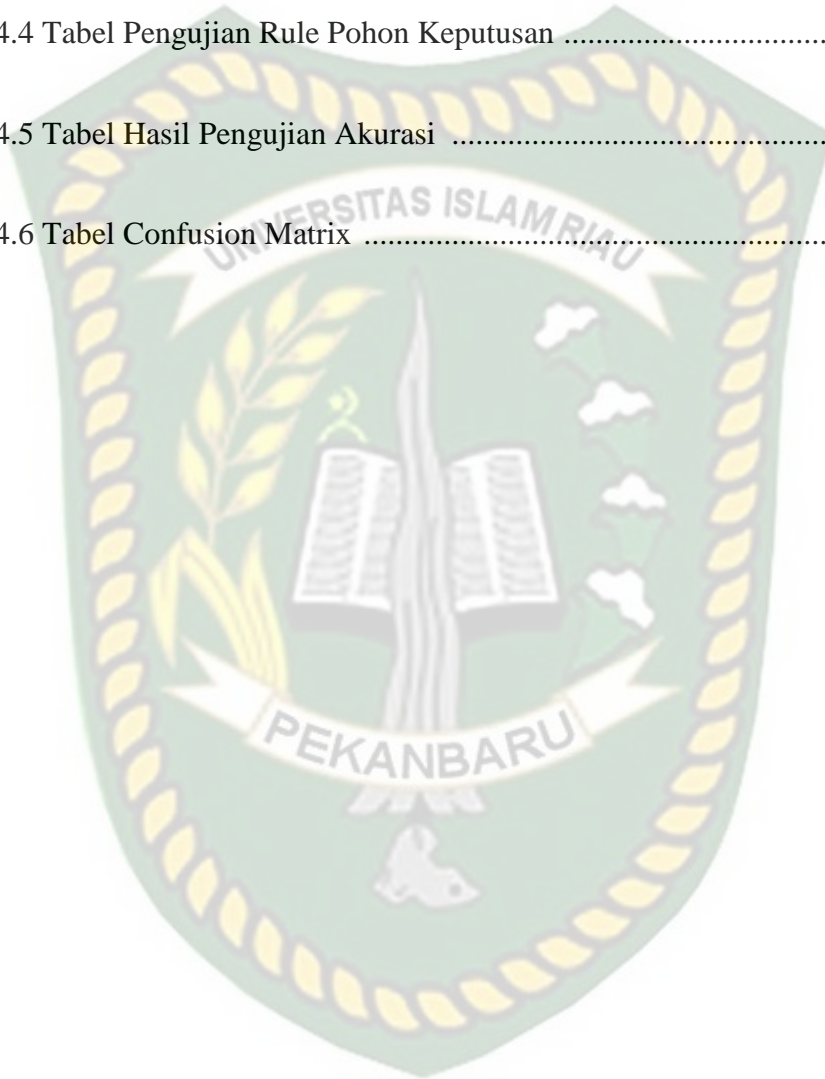
2.2.6	Attributte yang Digunakan .....	13
2.2.7	Klasifikasi .....	17
2.2.8	Konsep Decision Tree .....	18
2.2.9	Algoritma C4.5 .....	20
2.2.10	Akurasi .....	24
2.3	Alat Bantu Dalam Perancangan Sistem .....	27
2.3.1	Data Flow Diagram (DFD) .....	27
2.3.2	Entity Relationship Diagram (ERD) .....	28
2.3.3	Program Flowchart .....	30
2.4	Penggunaan Dalam Pemrograman .....	31
2.4.1	HTML .....	31
2.4.2	PHP .....	31
2.4.3	CSS .....	32
2.4.4	SQL .....	33
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Alat dan Bahan Penelitian .....	34
3.1.1	Alat yang Digunakan .....	34
3.1.2	Bahan Penelitian .....	35
3.2	Analisa Sistem yang Sedang Berjalan .....	36
3.3	Perancangan Sistem .....	37
3.3.1	Context Diagram .....	37
3.3.2	Hierarchy Chart .....	38
3.3.3	Data Flow Diagram Level 0 .....	38

3.3.4	Data Flow Diagram Level 1 .....	40
3.4	Perhitungan Manual .....	41
3.5	Pengembangan Sistem .....	53
3.5.1	Desain Output .....	53
3.5.2	Desain Input .....	56
3.5.3	Desain Database .....	58
3.5.4	Desain Anatar Muka .....	59
3.5.5	Desain Logika Program .....	61
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pengujian <i>Black Box</i> .....	68
4.1.1	Pengujian <i>Login</i> .....	68
4.1.2	Pengujian Data <i>Training</i> .....	70
4.1.3	Pengujian Data <i>Testing</i> .....	73
4.1.4	Pengujian Rule Pohon Keputusan .....	75
4.1.5	Kesimpulan Hasil Pengujian <i>Black Box</i> .....	77
4.2	Pengujian Data Uji .....	77
4.2.1	Pengujian Akurasi <i>Confusion Matrix</i> .....	78
4.2.2	Kesimpulan Pengujian <i>Confusion Matrix</i> .....	79
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	80
5.2	Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>82</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Attribute dan Uraian .....	13
Tabel 2.2 Attribute dan Value .....	16
Tabel 2.3 Value dan Nilai Skor Attribute Target .....	17
Tabel 2.4 Contoh Kasus .....	22
Tabel 2.5 Perhitungan Node Awal .....	23
Tabel 2.6 Matriks Confusion Untuk Klasifikasi .....	25
Tabel 2.7 Matriks Confusion Prediksi Hewan Kucing dan Kelinci .....	26
Tabel 2.8 Notasi - Notasi Pada DFD Menurut Gene dan Serson .....	28
Tabel 2.9 Simbol-Simbol ERD Dengan Notasi Chen .....	29
Tabel 2.10 Simbol Program Flowchart .....	30
Tabel 3.1 Hasil Perhitungan <i>Entropy</i> .....	42
Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Nilai Gain .....	49
Tabel 3.3 Keterangan <i>Attribute</i> .....	51
Tabel 3.4 Tabel Admin .....	58
Tabel 3.5 Tabel Master .....	58
Tabel 4.1 Tabel Proses Login .....	69

Tabel 4.2 Tabel Kesimpulan Pengujian Data Training .....	73
Tabel 4.3 Tabel Kesimpulan Pengujian Data Testing .....	75
Tabel 4.4 Tabel Pengujian Rule Pohon Keputusan .....	76
Tabel 4.5 Tabel Hasil Pengujian Akurasi .....	78
Tabel 4.6 Tabel Confusion Matrix .....	79



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Data Mining .....	12
Gambar 2.2 Node Awal .....	24
Gambar 3.1 Alur Sistem yang Sedang Berjalan .....	36
Gambar 3.2 <i>Context Diagram</i> .....	37
Gambar 3.3 <i>Hierarchy Chart</i> Klasifikasi Tingkat Kepuasan .....	38
Gambar 3.4 DFD <i>Level 0</i> Klasifikasi Tingkat Kepuasan .....	39
Gambar 3.5 DFD <i>Level 1</i> .....	40
Gambar 3.6 Pohon Keputusan Node Akar .....	51
Gambar 3.8 Desain <i>Output</i> Data Training .....	53
Gambar 3.9 Desain <i>Output</i> Menu Data Mining .....	54
Gambar 3.10 Desain Menu Hasil Klasifikasi .....	55
Gambar 3.11 Desain <i>Output</i> Menu Panduan .....	55
Gambar 3.12 Desain Input Tambah Data .....	56
Gambar 3.13 Menu Upload Data .....	57
Gambar 3.14 Desain Menu Klasifikasi .....	57

Gambar 3.15 Desain Antarmuka .....	59
Gambar 3.16 Program <i>Flowchart Login</i> .....	61
Gambar 3.17 Program <i>Flowchart Menu Awal</i> .....	62
Gambar 3.18 Program <i>Flowchart Data Training</i> .....	63
Gambar 3.19 Program <i>Flowchart Input Data Manual</i> .....	64
Gambar 3.20 Program <i>Flowchart Upload Data</i> .....	65
Gambar 3.21 Program <i>Flowchart Data Mining</i> .....	66
Gambar 3.22 Program <i>Flowchart Klasifikasi</i> .....	67
Gambar 4.1 Proses Login .....	69
Gambar 4.2 Hasil Login .....	70
Gambar 4.3 Menu Tampilan Data Training .....	71
Gambar 4.4 Menu Tampilan Tambah Data Training .....	71
Gambar 4.5 Import Data .....	72
Gambar 4.6 Hasil Import Data .....	72
Gambar 4.7 Tampilan Data Testing .....	74
Gambar 4.8 Hasil Data Testing .....	74
Gambar 4.9 Tampilan Menu Rule Keputusan .....	75
Gambar 4.10 Hasil Rule Keputusan Setelah Generate .....	76

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Provinsi Riau memiliki 12 kabupaten/kota dengan pusat pemerintahannya adalah kota Pekanbaru yang merupakan kota yang terbesar di provinsi Riau, sekaligus kota perdagangan dan jasa, termasuk pula kota dengan pertumbuhan migrasi dan urbanisasi yang tinggi dengan jumlah penduduk 1.038.118 jiwa dan jumlah muslim 85,94% dari total penduduk kota Pekanbaru sehingga kota ini dijuluki sebagai kota madani. Adapun pesatnya perkembangan di kota Pekanbaru ini, tidak terlepas pula meningkatnya jumlah kendaraan pribadi yang tidak sebanding dengan ruas jalan yang sehingga menimbulkan kemacetan di jam – jam tertentu. Berkaitan dengan masalah kemacetan ini, pemerintah kota Pekanbaru meluncurkan transportasi ramah lingkungan, nyaman, dan aman yaitu Angkutan Umum Massal (SAUM) yang diberi nama Trans Metro Pekanbaru.

Hampir semua kota besar yang ada di Indonesia memiliki transportasi umum termasuk kota Pekanbaru yang telah ditetapkan berdasarkan surat keputusan Menteri Perhubungan NO KP. 111 yaitu bus Trans Metro Pekanbaru mulai beroperasi pada 18 Juni 2009 sebagai transportasi umum Pekanbaru yang dimana sistem pembelian tiket bus Trans Metro Pekanbaru dilakukan didalam bus tersebut. Selain itu, tempat duduk yang berhadapan dan memanjang, dengan 33 tempat duduk dan 32 alat pegang tangan untuk penumpang yang berdiri dan telah dilengkapi *Air Conditioner* (AC) yang membuat penumpang tidak merasa

kepanasan seperti angkutan kota pada umumnya. Tetapi, seringkali masyarakat memilih angkutan umum yang lebih murah namun kualitas pelayanan seadanya. Padahal pelayanan umum wajib diutamakan karena menyangkut hajat hidup orang banyak. Kemurahan seringkali mengorbankan keselamatan (safety), keandalan (reliability), dan kenyamanan (comfort) yang merupakan tiga hal terpenting dalam transportasi (Sutomo, 2008).

Pada tanggal 1 Februari 2019 peralihan pengelolaan bus Trans Metro Pekanbaru dari Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru ke PT. Transportasi Pekanbaru Madani (TPM) yang sebagai anak perusahaan PT. Sarana Pembangunan Pekanbaru (SPP) diberikan kewenangan untuk mengatur dan mengelola bus Trans Metro Pekanbaru. PT. Transportasi Pekanbaru Madani (TPM) memiliki 2 kantor yang berlokasi di Jl. Thamrin No.106 dan di Terminal AKAP.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang disusun dalam sebuah tugas akhir dengan judul “Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Transportasi Bus Trans Metro Pekanbaru (TMP) Menggunakan Metode C4.5.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah yang dapat diambil dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut :

1. Belum dilakukannya penelitian tentang klasifikasi tingkat kepuasan pengguna terhadap pelayanan bus Trans Metro Pekanbaru oleh PT. Transportasi Pekanbaru Madani.



2. Belum adanya aplikasi yang mendukung untuk mengetahui tingkat kepuasan bus Trans Metro Pekanbaru pada PT. Transportasi Pekanbaru Madani.

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya meneliti tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru yang penggunanya adalah mahasiswa Universitas Islam Riau.
2. Penelitian ini hanya mengambil data dari 2 (dua) halte yang berlokasi di depan kampus Universitas Islam Riau.
3. *Attribute* yang digunakan untuk menentukan tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru terdiri dari akses menuju halte, kondisi halte, pembelian tiket, keamanan halte, informasi, harga, ketepatan waktu, waktu tunggu, waktu perjalanan, sikap pegawai, sikap pengemudi saat mengemudi, mendapatkan tempat duduk, kebersihan bus, keamanan bus dan kenyamanan dengan *attributte* targetnya adalah tingkat kepuasan.

### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan klasifikasi tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru?
2. Bagaimana membangun aplikasi untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru dengan metode C4.5.

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghasilkan klasifikasi terhadap tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru yang hasilnya dapat digunakan sebagai data untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru .
2. Membangun aplikasi untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru dengan menggunakan metode C4.5.
3. Agar perusahaan PT. Transportasi Pekanbaru Madani (TPM) bisa menjadikan hasil klasifikasi tingkat kepuasan pengguna ini sebagai alat ukur untuk kedepannya menjadi lebih baik lagi.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah ssebagai berikut :

1. Mendapatkan hasil klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru.
2. PT. Transportasi Pekanbaru Madani bisa mengetahui tingkat kepuasan pengguna dan membuat inovasi – inovasi baru untuk kedepannya agar menjadi lebih baik.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Studi Kepustakaan

Pada penelitian ini, penulis memaparkan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dan berkaitan dengan latar belakang masalah pada tugas akhir ini. Berikut merupakan penelitian – penelitian terdahulu yang menjadi rujukan penulis yaitu:

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Siddiq, Ratih Kumalasari Niswatin, dan Intan Nur Farida (2018) tentang analisa kepuasan konsumen menggunakan klasifikasi *decesion tree* di restoran dapur Solo. Kekurangan yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan sangatlah sedikit dengan 15 data.
2. Tidak adanya akurasi dalam penetian ini.

Adapun kelebihan yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini sudah terapkan dalam bentuk aplikasi.
2. Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem yang akan dibuat menggunakan konsep *waterfal*.

Dalam penelitian yang dilakakukan oleh Nurul Azwanti dan Erlin Elisa (2020) tentang analisa kepuasan konsumen menggunakan algoritma C4.5. Penelitian ini mengambil data kepuasan konsumen Bakso Akbar sebagai alat ukur dalam penelitiannya. Adapun 70 kuisoner yang telah dibagikan kepada

konsumen yang datang ke Bakso Akbar dan *attribute* yang dipakai sebagai tolak ukurnya adalah pelayanan, kecepatan, akses lokasi, kebersihan, rasa dan harga.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rizky Haqmanullah Pambudi, Budi Darma Setiawan, dan Indriati (2018) tentang penerapan algoritma C4.5 untuk memprediksi nilai kelulusan siswa sekolah menengah berdasarkan faktor eksternal. Kekurangan yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Perlunya data tambahan agar hasil yang didapat lebih akurat.
2. Tingkat akurasi yang didapat 60%.

Adapun Kelebihan yang dapat dilihat pada penelitian ini adalah:

1. Kriteria yang digunakan 2 kriteria.
2. Adanya grafik hasil pengujian data.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Anggita Safitri Febriarini dan Erna Zuni Astuti (2019) tentang penerapan algoritma C4.5 untuk prediksi kepuasan penumpang Bus Rapid Transit (BRT) trans Semarang. Kekurangan yang dapat pada penelitian ini adalah:

1. *Attribute* yang digunakan hanya 3 kriteria.
2. Hasil penelitian belum diterapkan dalam bentuk aplikasi.

Adapun kelebihan yang dapat dilihat pada jurnal ini adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai akurasi yang cukup baik dengan 95%.
2. Proses *data mining* menggunakan *tools* RapidMiner.

Dalam penelitian ini, penulis juga memaparkan penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan judul dan data yang sama tetapi berbeda metode dengan penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Jefri Alber (2021) tentang klasifikasi tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru (TMP) menggunakan Naive Bayes dengan akurasi 100%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Riko Thomas (2021) tentang klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru (TMP) menggunakan metode *K-NEAREST NEIGHBOUR* dengan nilai akurasi 80%.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Transportasi

Transportasi umum (dikenal publik atau transportasi massal) adalah layanan angkutan penumpang oleh sistem perjalanan kelompok yang tersedia untuk digunakan oleh masyarakat umum, biasanya dikelola sesuai jadwal, dioperasikan pada rute yang telah ditetapkan, dan dikenakan biaya untuk setiap perjalanan. Transportasi umum dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu, transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara. Adapun transportasi yang baik tidak terlepas dari kualitas pelayanannya, menurut Adrian Payne (2000) yang menjadi indikator kualitas layanan yaitu:

1. Keandalan (*Reliability*) dengan item – item yang digunakan yaitu: ketepatan waktu, kenyamanan dan keamanan.
2. Daya tanggap (*Responsiveness*) dengan item yang digunakan yaitu: ketersediaan pelayanan angkutan, kesiapan kru membantu penumpang dan kecepatan pelayanan kru.

3. Jaminan (*Assurances*) dengan item – item yang digunakan yaitu: keramahan kru, kesopanan kru dan pengetahuan kru tentang trayek yang dilalui.
4. Empati (*Empathy*) dengan item – item yang digunakan yaitu: kepedulian kru dan perlakuan yang sama antar penumpang.
5. Bukti fisik (*Tangibel*) item – item yang digunakan yaitu: kebaruan armada, fasilitas tempat duduk, fasilitas ruang bus, penampilan kru, kebersihan dan kerapian.

#### **2.2.2 Trans Metro Pekanbaru (TMP)**

Transportasi bus Trans Metro Pekanbaru (TMP) adalah sebuah transportasi bus rapid transit yang terdapat di kota Pekanbaru. Transportasi bus Trans Metro Pekanbaru ini telah diresmikan penggunaannya oleh Walikota Pekanbaru, Bapak Drs. H. Herman Abdullah pada hari Kamis tanggal 18 Juni 2009. Transportasi ini dipusatkan di Terminal AKAP Payung Sekaki yang sekarang sudah beroperasi melalui beberapa koridor di Pekanbaru.

Trans Metro Pekanbaru dikelola oleh Dinas Perhubungan sebelum adanya pembentukan Perseroan Terbatas atau PT yang akan mengelola bus Trans Metro Pekanbaru. Hal ini berdasarkan hasil konsultasi yang dilakukan Direksi PD Pembangunan kantor Kementerian Hukum, HAM dan Dewan Perundang – undangan di Jakarta. Pada tanggal 1 Februari 2019 sampai sekarang transportasi bus Trans Metro Pekanbaru di kelola oleh PT. Transportasi Pekanbaru Madani (TPM) yang dimana PT ini anak dari perusahaan dari PT. Sarana Pembangunan Pekanbaru (SPP).

### 2.2.3 Jasa

Menurut Adrian Payne (2000), jasa adalah suatu kegiatan ekonomi yang terdiri dari berbagai elemen *intangible* yang berkaitan dengannya, yang juga melibatkan sejumlah interaksi dengan konsumen ataupun dengan berbagai barang milik, tapi tidak akan terjadi perpindahan kepemilikan.

### 2.2.4 Kepuasan Konsumen

Kepuasan adalah suatu keadaan yang dirasakan konsumen setelah dia mengalami suatu kinerja atau hasil yang telah memenuhi berbagai harapannya. Menurut Oliver, kepuasan adalah tingkat perasaan seseorang (pelanggan) setelah antara kinerja atau hasil yang dirasakan (pelayanan yang diterima dan dirasakan) dengan yang diharapkannya (Irene, 2009).

### 2.2.5 Data Mining

Menurut Eko Prasetyo (2014) dalam bukunya “Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi”, *data mining* adalah serangkaian proses mendapatkan pengetahuan atau pola dari kumpulan data. *Data mining* akan memecahkan masalah dengan menganalisa data yang telah ada dalam basis data. *Data mining* sering juga disebut *knowledge discovery in database (KDD)* adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data historis untuk menemukan pola keteraturan, pola hubungan dalam set data berukuran besar. Hasil keluaran dari *data mining* ini dapat dijadikan untuk memperbaiki pengambilan keputusan dimasa depan.

### 2.2.5.1 Sejarah Data Mining

Kehadiran data *mining* dilatar belakangi oleh berlimpahnya data (*overload data*) yang dialami oleh berbagai institusi, perusahaan atau organisasi. Berlimpahnya data ini merupakan akumulasi data transaksi yang terekam bertahun-tahun. Data-data tersebut merupakan data transaksi yang umumnya diproses menggunakan aplikasi komputer yang biasa disebut dengan OLTP (*On Line Transaction Processing*). *Data mining* juga dilatarbelakangi oleh atau adanya ledakan informasi (*explosion information*) dari berbagai media terutama internet. Delapan puluh persen informasi yang disajikan media internet dalam bentuk tak terstruktur (*unstructured information*).

Media internet menyajikan informasi dalam berbagai format file, bahasa, dan bentuk penyajian seperti teks, gambar, suara ataupun video. Kendala lain yang melatar belakangi adalah tidak dilengkapinya informasi dengan metadata yang terstandarisasi atau bahkan tidak menyertakannya samasekali. Pertumbuhan yang pesat dari akumulasi data/informasi itu telah menciptakan kondisi dimana suatu institusi memiliki bergunung-gunung data tetapi miskin informasi yang bermanfaat (*“rich of data but poor of information”*). Tidak jarang “gunung” data itu dibiarkan begitu saja seakan-akan menjadi “kuburan data” (*data tombs*).

### 2.2.5.2 Proses Data Mining

Proses data *mining* merupakan suatu rangkaian proses untuk mencari sebuah pengetahuan pada *database*. Proses ini berhubungan dengan pencarian dan



penemuan pola-pola data, yang sering disebut dengan penggalian data yang merujuk kepada semua aktivitas yang biasanya muncul.

Proses data mining juga merupakan suatu langkah dalam *knowlegde discovery in databases (KDD)*. Bertujuan sebagai serangkaian proses yang terdiri atas *data selection, preprocessing, transformation, data mining, interpretation/evaluation*. Berikut penjelasan tentang tahapan serangkaian proses data mining

### 1. *Data Selection*

Proses pemilihan data yang relevan dari kumpulan data operasional yang perlu dilakukan sebelum tahap penggalian informasi dalam KDD dimulai. Dimana data yang relevan dengan tugas analisis dikembalikan kedalam *database*. Karena data yang ada pada *database* sering kali tidak semuanya dipakai, oleh karena itu hanya data yang sesuai untuk analisis yang akan diambil dari *database*.

### 2. *Preprocessing*

Proses di mana data mining dapat dilaksanakan, perlu dilakukan proses cleaning pada data yang menjadi fokus KDD. Proses cleaning mencakup antara lain membuang duplikasi data, memeriksa data yang tidak konsisten, dan memperbaiki kesalahan pada data.

### 3. *Transformation*

Proses di mana data dapat berubah atau bersatu ke dalam format yang sesuai untuk diproses dalam data mining. Sebagai contoh beberapa metode standar seperti analisis asosiasi dan clustering hanya bisa menerima input data kategorikal. Karenanya data berupa angka numerik yang berlanjut

perlu dibagi-bagi menjadi beberapa interval. Proses ini yang sering disebut transformasi data

#### 4. *Data Mining*

Proses data *mining* merupakan sebuah proses yang paling utama pada saat metode digunakan untuk mencari pengetahuan tersembunyi dan berharga dari data. Proses digunakan sebagai proses mencari pola atau informasi menarik dalam data terpilih dengan menggunakan teknik atau metode tertentu. Teknik, metode, atau algoritma dalam data mining yang sangat bervariasi. Pemilihan metode atau algoritma yang tepat sangat bergantung pada tujuan dan proses KDD secara keseluruhan.

#### 5. *Interpretation/ Evaluation*

Dalam tahap ini hasil dari teknik data mining yang berupa pola informasi maupun model prediksi yang dievaluasi untuk menilai apakah hipotesa yang digunakan sudah tercapai atau belum. Tahap ini mencakup pemeriksaan apakah pola atau informasi yang ditemukan bertentangan dengan fakta atau hipotesis yang ada sebelumnya seperti pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Proses Data Mining

### 2.2.6 *Attribute* yang Digunakan

Pada penelitian ini, adapun *attribute* yang menjadi tolak ukur untuk menentukan klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru yang telah ditentukan oleh pihak pengelola bus Trans Metro Pekanbaru yang di dasari oleh peraturan menteri perhubungan republik Indonesia nomor 10 tahun 2012 tentang standar pelayanan minimal angkutan umum masal berbasis jalan. *Attribute* dan uraian yang menjadi tolak ukur bisa dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** *Attribute* dan Uraian

No	<i>Attribute</i>	Uraian
1.	Akses Menuju Halte	Fasilitas akses menuju halte yang memberikan kemudahan bagi pengguna jasa yang menggunakan kursi roda, penyandang cacat dan manusia usia lanjut.
2.	Kondisi Halte	Kondisi halte berupa kenyamanan yang ada dihalte, baik itu dari lampu peneranga, fasilitas pengatur suhu/ ventilasi udara, fasilitas kebersihan, luas lantai per orang dan fasilitas kemudahan naik/turun penumpang.
3.	Pembelian Tiket	Sistem pembayaran, metode pembelian tiket yang memberikan kemudahan dalam melakukan transaksi dengan cepat dan transparan.

4.	Keamanan Halte	Keamanan halte meliputi petugas keamanan yang berfungsi orang bertugas untuk menjaga ketertiban dan kelancaran sirkulasi pengguna jasa di halte. Informasi gangguan keamanan berfungsi informasi yang disampaikan pengguna jasa apabila mendapat gangguan keamanan berupa stiker yang berisi nomor telepon/ SMS pengaduan yang ditempel di halte.
5.	Informasi	Fasilitas di dalam halte yang memberikan informasi penyebab keterlambatan jadwal perjalanan bus seperti gangguan keamanan, operasional dan keselamatan.
6.	Harga	Harga disini maksudnya ialah tarif atau biaya yang dikenakan pada pengguna jasa satu kali perjalanan.
7.	Ketepatan Waktu	Ketepatan waktu ialah ketepatan dan kepastian jadwal kedatangan dan keberangkatan mobil bus, untuk memberikan kepastian waktu keberangkatan dan kedatangan mobil bus.
8.	Waktu Tunggu	Waktu yang dibutuhkan pengguna jasa menunggu kedatangan bus.
9.	Waktu Perjalanan	Waktu perjalanan ialah waktu untuk menempuh jarak dari halte keberangkatan ke halte tujuan.
10.	Sikap Pegawai	Sikap Pegawai ialah sikap pramugara/i terhadap melayani pengguna jasa bus.

11.	Sikap Pengemudi	Sikap sipengemudi saat mengemudi ialah sikap sipengemudi saat mengemudi bus.
12.	Mendapatkan Tempat Duduk	Ialah fasilitas yang diperuntukkan untuk pengguna jasa bus, baik bagi penyandang cacat, manusia usia lanjut, anak- anak dan wanita hamil.
13.	Kebersihan Bus	Ialah kondisi kebersihan yang terdapat pada didalam mobil bus.
14.	Keamanan Bus	Keamanan bus meliputi identitas bus, tanda pengenalan pengemudi, lampu penerangan, kaca film dan petugas keamanan.
15.	Kenyamanan Bus	Meliputi dari lampu penerangan yang berada di dalam bus, jumlah penumpang sesuai kapasitas, fasilitas pengatur suhu (AC) dan luas lantai untuk berdiri per orang.

Dari tabel diatas, terdapat 15 *attribute* yang menjadi tolak ukur dengan ditambah 1 *attribute* target yaitu tingkat kepuasan. Adapun masing – masing *attribute* memiliki *value* yang berbeda – beda, dan setiap *value* memiliki nilai *value* yang bisa dilihat di tabel 2.2.

**Tabel 2.2** *Attribute dan Value*

No	Nama Attribute	Value	Nilai dari Value
1.	Akses menuju halte	Sangat Mudah, Mudah, Sulit	3,2,1
2.	Kondisi Halte	Bersih, Kotor, Sangat Kotor	3,2,1
3.	Pembelian Tiket	Sangat Mudah, Mudah, Sulit	3,2,1
4.	Keamanan Halte	Aman, Tidak Aman, Sangat Tidak Aman	3,2,1
5.	Informasi	Sangat Mudah, Mudah, Sulit	3,2,1
6.	Harga	Sangat Wajar, Wajar, Tidak Wajar	3,2,1
7.	Ketepatan Waktu	Sesuai, Kadang-Kadang, Jarang/Tidak Pernah	3,2,1
8.	Waktu Tunggu	Sangat Wajar, Wajar, Tidak Wajar	3,2,1
9.	Waktu Perjalanan	Sangat Wajar, Wajar, Tidak Wajar	3,2,1
10.	Sikap Pegawai	Sangat Ramah, Ramah, Tidak Ramah	3,2,1
11.	Sikap Pengemudi Saat Mengemudi	Aman dan Nyaman, Ugal-Ugalan	2,1
12.	Mendapatkan Tempat Duduk	Selalu, Sering, Kadang-Kadang	3,2,1
13.	Kebersihan Bus	Sangat Bersih, Bersih, Kotor	3,2,1
14.	Keamanan Bus	Sangat Aman, Aman, Tidak Aman	3,2,1
15.	Kenyamanan	Nyaman, Tidak Nyaman	2,1

Pada tabel diatas merupakan attribute yang berpengaruh yang akan digunakan, dan yang menjadi attribute target adalah tingkat kepuasan. Adapun value dan nilai skor attribute target bisa dilihat di tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Value dan Nilai Skor Attribute Target

<i>Value</i>	<i>Skor</i>
Sangat Puas	Skor $\geq 38$
Puas	$29 \leq \text{Skor} < 38$
Mengecewakan	Skor $< 29$

### 2.2.7 Klasifikasi

Menurut Retno Tri Wulandari (2017) dalam bukunya “Data Mining”, teknik klasifikasi merupakan suatu pendekatan sistematis untuk membangun model klasifikasi dari suatu himpunan data masukan. Klasifikasi merupakan proses pembelajaran suatu fungsi tujuan atau target yang memetakan tiap himpunan atribut  $x$  ke satu dari label  $y$  yang didefinisikan sebelumnya. Fungsi target disebut juga model klasifikasi. Masukan dari model klasifikasi merupakan sekumpulan record (*training set*). Tiap *record* meliputi himpunan *attributes*, yang salah satu atributnya merupakan *class*. Data *set* yang diberikan dibagi menjadi *training* dan *tes sets*, dimana *training set* digunakan untuk membangun model dan *test set* digunakan untuk memvalidasi.

### 2.2.8 Konsep *Decision Tree*

Menurut Eko Prasetyo (2014) dalam bukunya “Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi”, *decision tree* atau pohon keputusan adalah pohon yang digunakan sebagai prosedur penalaran untuk mendapatkan jawaban dari masalah yang dimasukkan. Pohon yang dibentuk tidak selalu berupa pohon biner. Jika semua fitur dalam data set menggunakan 2 macam nilai kategorikal maka bentuk pohon yang didapatkan berupa pohon biner. Jika dalam fitur berisi lebih dari 2 macam nilai kategorikal atau menggunakan tipe numerik maka bentuk pohon yang didapatkan biasanya tidak berupa pohon biner.

Kefleksibelan membuat metode ini atraktif, khususnya karena memberikan keuntungan berupa visualisasi saran (dalam bentuk *decision tree*) yang membuat prosedur prediksinya dapat diamati. *Decision tree* banyak digunakan untuk menyelesaikan kasus penentuan keputusan seperti di bidang kedokteran (diagnosis penyakit pasien), ilmu komputer (struktur data), psikologi (teori pengambilan keputusan), dan sebagainya.

Proses dalam menginduksi *decision tree*, dimana sudah tercakup proses pemilihan keputusan dalam pohon yang dibentuk. Ketika ada data yang baru belum diketahui label kelasnya, maka dapat dilakukan dengan melakukan deduksi dari *decision tree* untuk mendapatkan label kelas yang sesuai. Proses untuk menginduksi *decision tree* merupakan proses pelatihan dalam klasifikasi, sedangkan proses untuk mendeduksi data baru yang belum diketahui label kelasnya untuk dapat diketahui label kelasnya disebut dengan prediksi.



*Decision tree* mempunyai tiga pendekatan klasik adalah sebagai berikut :

1. Pohon klasifikasi, digunakan untuk melakukan prediksi ketika ada data baru yang belum di ketahui label kelasnya.
2. Pohon regresi, ketika hasil prediksi dianggap sebagai nilai nyata yang mungkin akan didapatkan.
3. CART (atau C&R ketika masalah klasifikasi dan regresi digunakan bersama-sama).

*Decision tree* yang diinduksi tidak selalu sama pada beberapa percobaan karena urutan atau cara pemilihan fitur sebagai pemecah cabang. Ada banyak pilihan algoritma untuk meninduksi *decision tree*, seperti Hunt, CART (C&RT), ID3, C4.5, SLIQ, SPRINT, QUEST, DTREG, THAID, CHAID, dan sebagainya. Jika memerhatikan kriteria pemilihan cabang pemecah, maka algoritma penginduksi *decision* mempunyai beberapa macam yakni sebagai berikut :

1. Kriteria GINI (*impurity*) index

Utamanya digunakan untuk dalam algoritma CART dan SPRINT, yang mempresentasikan ukuran seberapa acak pilihan objek dari data latih yang dapat dilabelkan secara tidak benar jika dilabelkan secara acak menurut distribusi label dalam data latih. Ukuran ketidakmurnian (*impurity*) mencapai nol ketika hanya satu kelas saja yang ada pada sebuah node. Sebaliknya, akan mencapai maksimum ketika ukuran kelas pada node tersebut seimbang.

2. Kriteria entropy (*impurity*)

Utama digunakan dalam algoritma ID3, C4.5, dan C5.0. Didasarkan pada pemilihan titik pemecahan yang memaksimal informasi gain (pengurangan

*entropy* maksimal). Nilai minimal nol ketika semua data pada node tersebut dimiliki oleh satu kelas, hal ini mengimplikasikan paling informatif.

### 3. Kriteria ukuran misklasifikasi

Didasarkan pada *error* klasifikasi, kadang digunakan untuk mengukur ketidakmurnian node. Nilai minimalnya nol ketika semua data latih dimiliki oleh satu kelas yang mengimplikasikan paling informative.

### 4. Kriteria *chi-square*

Mirip dengan nilai standar *chi-square* yang dihitung untuk klasifikasi yang dibutuhkan dan diamati.

### 5. Kriteria *G-square*

Mirip dengan *maximum-likelihood chi-square*.

## 2.2.9 Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 diperkenalkan oleh Quinlan pada tahun 1995 sebagai versi perbaikan dari ID3. Dalam ID3, induksi *decision tree* hanya bisa dilakukan pada fitur bertipe kategorikal (nominal atau ordinal), sedangkan tipe numerik (interval atau rasio) tidak dapat digunakan. Perbaikan yang membedakan algoritma C4.5 dari ID3 adalah menangani fitur dengan tipe numerik, melakukan pemotongan (*pruning*) *decision tree*, dan penurunan (*deviring*) *rule set*. Algoritma C4.5 juga menggunakan kriteria gain dalam menentukan fitur yang menjadi pemecah node pada pohon yang diinduksi (Eko prasetyo, 2014).

Secara umum algoritma C4.5 untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut :

1. Pilih atribut sebagai akar.
2. Buat cabang masing – masing nilai.
3. Bagi kasus dalam cabang.
4. Ulangi proses untuk masing – masing cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

*Entropy* digunakan untuk menentukan seberapa *informative* sebuah masukan atribut untuk menghasilkan sebuah atribut. Rumus dasar dari *entropy* adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

$S$  : himpunan kasus.

$k$  : jumlah partisi  $S$ .

$p_i$  : Proporsi dari  $S_i$  terhadap  $S$ .

Untuk memilih atribut sebagai akar, didasarkan pada nilai *gain* tertinggi dari atribut-atribut yang ada. Untuk menghitung *gain* digunakan rumus seperti yang tertera sebagai berikut :

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^k \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i)$$

Keterangan :

$S$  : Himpunan Kasus.

$A$  : Atribut.

$k$  : Jumlah partisi atribut  $A$ .

$|S_i|$  : Jumlah kasus pada partisi ke  $i$ .

$|S|$  : Jumlah kasus dalam  $S$

Untuk memudahkan penjelasan mengenai algoritma C4.5 adalah sebagai berikut di jelaskan pada contoh kasus pada tabel 2.4.

**Tabel 2.4** Contoh Kasus

No	Outlook	Temperature	Humidity	Windy	Play
1	Sunny	Hot	High	False	No
2	Sunny	Hot	High	True	No
3	Cloudy	Hot	High	False	Yes
4	Rainy	Mild	High	False	Yes
5	Rainy	Cool	Normal	False	Yes
6	Rainy	Cool	Normal	True	Yes
7	Cloudy	Cool	Normal	True	Yes
8	Sunny	Mild	High	False	No
9	Sunny	Cool	Normal	False	Yes
10	Rainy	Mild	Normal	False	Yes
11	Sunny	Mild	Normal	True	Yes
12	Cloudy	Mild	High	True	Yes
13	Cloudy	Hot	Normal	False	Yes
14	Rainy	Mild	High	True	No

Berikut ini akan dilakukan perhitungan algoritma C4.5 untuk menjelaskan tiap-tiap langkah dalam pembentukan pohon keputusan. Langkah awal dilakukan dengan cara menghitung jumlah kasus, jumlah kasus untuk keputusan 'yes', jumlah keputusan untuk keputusan 'no', dan *entropy* dari semua kasus dan kasus yang dibagi berdasarkan atribut *Outlook*, *Temperature*, *Humidity*, dan *Windy*. Selanjutnya lakukan perhitungan *gain* untuk setiap atribut. Berikut hasil perhitungan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Perhitungan Node Awal

Node			Jumlah Kasus (S)	Tidak (S)	Ya (S)	Entropy	Gain
1	Total		14	4	10	0.86312	
	Outlook						0.25852
		Cloudy	4	0	4	0	
		Rainy	5	1	4	0.72193	
		Sunny	5	3	2	0.97095	
	Temperature						0.18385
		Cool	4	0	4	0	
		Hot	4	2	2	1	
		Mild	6	2	4	0.9183	
	Humidity						0.37051
		High	7	4	3	0.98523	
		Normal	7	0	7	0	
	Windy						0.00598
		False	8	2	6	0.81128	
		True	6	2	4	0.9183	

$$E(\text{Total}) = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 p_i$$

$$E(\text{Total}) = \left( -\frac{4}{14} * \frac{\log_2 4}{\log_2 14} \right) + \left( -\frac{10}{14} * \frac{\log_2 10}{\log_2 14} \right)$$

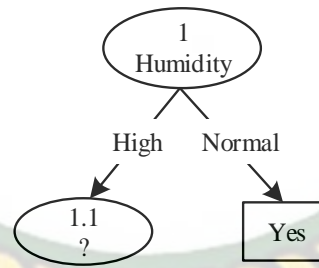
$$= 0.86312$$

$$\text{Gain}(\text{Total}, \text{Outlook}) = E(\text{Total}) - \sum_{i=1}^n \frac{\text{Outlook}}{\text{Total}} * E(\text{Outlook})$$

$$= 0.86312 - \left( \left( \frac{4}{14} * 0 \right) + \left( \frac{5}{14} * 0.72 \right) + \left( \frac{5}{14} * 0.97 \right) \right)$$

$$= 0.25852$$

Dari nilai *gain* yang dicari diatas, nilai pada *Humidity* merupakan nilai tertinggi maka *Humidity* menjadi node awal. Gambar 2.2 adalah gambar node awal.



**Gambar 2.2** Node Awal

Perhitungan nilai *entropy* dan *gain* dilanjutkan hingga membentuk pohon keputusan atau hingga semua kasus sudah masuk dalam kelas.

### 2.2.9 Akurasi

Menurut Eko Prasetyo (2014) dalam bukunya “Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi”, sebuah sistem yang melakukan klasifikasi diharapkan dapat melakukan klasifikasi semua set data dengan benar. Akan tetapi, tidak dapat dipungkiri bahwa kinerja suatu sistem tidak bisa bekerja 100% benar. Oleh karena itu, sebuah sistem klasifikasi juga harus diukur kinerjanya. Umumnya cara mengukur kinerja klasifikasi menggunakan matriks confusion. Matriks confusion merupakan tabel yang mencatat hasil kerja klasifikasi. Tabel 2.6 merupakan contoh matriks confusion yang melakukan klasifikasi masalah dua kelas, misalnya kelas 0 dan kelas 1. Setiap sel  $f_{ij}$  dalam matriks menyatakan jumlah record atau data dari kelas  $I$  yang hasil prediksinya masuk ke kelas  $j$ . misalnya sel  $f_{11}$  adalah jumlah data dalam kelas 1 yang secara benar dipetakan ke kelas 1, dan  $f_{10}$  adalah data dalam kelas 1 yang dipetakan secara salah ke kelas 0.

**Tabel 2.6** Matriks Confusion Untuk Klasifikasi 2 Kelas

$f_{ij}$		kelas hasil prediksi ( $j$ )	
		kelas = 1	kelas = 0
kelas asli ( $j$ )	kelas = 1	$f_{11}$	$f_{10}$
	kelas = 0	$f_{01}$	$f_{00}$

Berdasarkan isi matriks confusion, maka dapat diketahui jumlah data dari masing-masing kelas yang diprediksi secara benar yaitu ( $f_{11}+f_{00}$ ) dan data yang diklasifikasikan secara salah yaitu ( $f_{10}+f_{01}$ ). Kuantitas matriks confusion dapat diringkas menjadi dua nilai, yaitu akurasi dan laju error. Dengan mengetahui jumlah data yang diklasifikasikan secara benar maka dapat diketahui akurasi hasil prediksi, dan dengan mengetahui jumlah data yang diklasifikasikan secara salah maka dapat diketahui laju error dari prediksi yang dilakukan. Dua kuantitas ini digunakan sebagai metrix kinerja klasifikasi. Untuk menghitung akurasi digunakan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{\text{jumlah data yang diprediksi secara benar}}{\text{jumlah prediksi yang dilakukan}} \\ &= \frac{f_{11}+f_{00}}{f_{11}+f_{10}+f_{01}+f_{00}} \end{aligned}$$

Untuk menghitung laju error (kesalahan prediksi) digunakan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Laju error} &= \frac{\text{jumlah data yang diprediksi secara salah}}{\text{jumlah prediksi yang dilakukan}} \\ &= \frac{f_{10}+f_{01}}{f_{11}+f_{10}+f_{01}+f_{00}} \end{aligned}$$

Semua algoritma klasifikasi berusaha untuk membentuk model yang mempunyai akurasi yang tinggi (laju error yang rendah). Umumnya model yang

dibangun dapat memprediksi dengan benar pada semua data yang menjadi data latihnya, tetapi ketika model berhadapan dengan data uji barulah kinerja model dari sebuah algoritma klasifikasi ditentukan.

Kelemahan yang dihadapi oleh nilai akurasi yang diberikan bisa menjadi salah arti dalam nilai kinerja yang diberikan. Misalnya sistem sudah dilatih untuk membedakan hewan antara kucing dan kelinci. Jumlah keseluruhan hewan ada 100 ekor, terdiri dari 95 ekor kucing dan 5 ekor kelinci. Tabel hasil prediksi disajikan pada tabel 2.7. Nilai yang didapatkan dari tabel tersebut untuk akurasi adalah 95%, dimana ada 95 ekor kucing yang diprediksi secara benar sebagai kucing, dan 4 kelinci yang diprediksi secara salah sebagai kucing, dan 1 kelinci diprediksi secara benar sebagai kelinci.

**Tabel 2.7** Matriks Confusion Prediksi Hewan Kucing dan Kelinci

<i>f<sub>ij</sub></i>		hasil prediksi	
		Kucing	Kelinci
kelas asli	kucing	95	0
	kelinci	4	1

Kelemahan yang didapat dari perhitungan akurasi (dari matriks confusion) untuk tabel 2.6 adalah bahwa untuk kasus data yang di dominasi oleh salah satu kelas (salah satu kelas jumlahnya sangat besar), hasil prediksi bisa terbias ke kelas mayoritas. Hasil yang ditunjukkan pada tabel 2.7 akan menyajikan nilai akurasi yang didapatkan adalah 95%, meskipun sebenarnya nilai tersebut mengenali 100% benar untuk kucing dan 0.20% benar untuk kelinci. Sistem sangat lemah dalam mengenali kelinci.







## 2.3 Alat Bantu Dalam Pengembangan dan Perancangan Sistem

### 2.3.1 *Data Flow Diagram* (DFD)

*Data Flow Diagram* (DFD) adalah alat pembuatan model yang memungkinkan profesional sistem untuk menggambarkan sistem sebagai suatu jaringan proses fungsional yang dihubungkan satu sama lain dengan alur data, baik secara manual maupun komputerisasi. DFD ini sering disebut juga dengan nama *Bubble chart*, *Bubble diagram*, model proses, diagram alur kerja, atau model fungsi. DFD ini adalah salah satu alat pembuatan model yang sering digunakan, khususnya bila fungsi-fungsi sistem merupakan bagian yang lebih penting dan kompleks dari pada data yang dimanipulasi oleh sistem.

Dengan kata lain, DFD adalah alat pembuatan model yang memberikan penekanan hanya pada fungsi sistem. DFD ini merupakan alat perancangan sistem yang berorientasi pada alur data dengan konsep dekomposisi dapat digunakan untuk penggambaran analisa maupun rancangan sistem yang mudah dikomunikasikan oleh profesional sistem kepada pemakai maupun pembuat program. Dalam pembuatan DFD penulis mengambil notasi – notasi pada DFD menurut Gane dan Sarson, dan dapat dilihat pada tabel 2.8.

**Tabel 2.8** Notasi - Notasi Pada DFD Menurut Gane dan Sarson

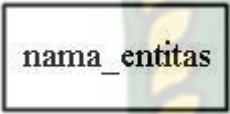
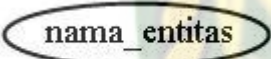

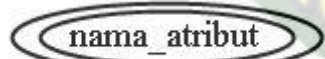


Simbol	Nama	Fungsi
	Simbol entitas eksternal	Digunakan untuk menunjukkan tempat asal data atau sumber data.
	Simbol proses	Digunakan untuk menunjukkan tugas atau proses yang dilakukan baik secara manual atau otomatis
	Simbol penyimpanan data	Digunakan untuk menunjukkan Gudang informasi atau data
	Simbol arus data	Digunakan untuk menunjukkan arus dari proses

### 2.3.2 Entity Relationship Diagram (ERD)

Menurut Rahmadya Trias Handayanto dan Herlawati (2016), dalam bukunya “Pemograman Basis Data di Matlab”. ERD diperkenalkan pada tahun 1976 oleh Peter Chen, dengan menggunakan segi empat sebagai record, garis, dan belah ketupat sebagai simbol relasi antara dua record. ERD digunakan untuk pemodelan basis data relasional sehingga jika penyimpanan basis data menggunakan OODBMS maka perancangan basis data tidak perlu menggunakan

ERD. ERD memiliki beberapa aliran notasi seperti notasi Chen (dikembangkan oleh Peter Chen), Barker (dikembangkan oleh Richard Barker, Ian Palmer, Harry Ellis), notasi Crow's Foot, dan beberapa notasi lainnya. Namun yang banyak digunakan adalah notasi dari Chen. Berikut adalah simbol-simbol yang digunakan pada ERD dengan notasi Chen.



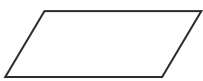
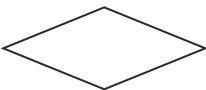

**Tabel 2.9** Simbol-Simbol ERD Dengan Notasi Chen

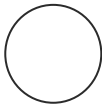



Simbol	Deskripsi
Entitas/ <i>entity</i> 	Entitas merupakan data inti yang akan disimpan, bakal tabel pada basis data, benda yang memiliki data dan harus disimpan datanya agar dapat diakses oleh aplikasi komputer, penamaan entitas biasanya lebih ke kata benda dan belum merupakan nama tabel.
Atribut 	<i>Field</i> atau kolom data yang butuh disimpan dalam suatu entitas.
Atribut kunci primer 	<i>Field</i> atau kolom data yang butuh disimpan dalam suatu entitas dan digunakan sebagai kunci akses <i>record</i> yang diinginkan, biasanya berupa id, kunci primer dapat lebih dari satu kolom asalkan kombinasi dari beberapa kolom tersebut dapat bersifat unik (berbeda tanpa ada yang sama).
Atribut multivalai/ <i>multivalue</i> 	<i>Field</i> atau kolom data yang butuh disimpan dalam suatu entitas yang dapat memiliki nilai lebih dari satu.
Relasi 	Relasi yang menghubungkan antar entitas, biasanya diawali dengan kata kerja.
Asosiasi/ <i>association</i> 	Penghubung antara relasi dan entitas di mana di kedua ujungnya memiliki <i>multiplicity</i> kemungkinan jumlah pemakaian. Kemungkinan jumlah maksimum terhubung antara entitas satu dengan entitas yang lain disebut dengan kardinalitas. Misalkan ada kardinalitas 1 ke N atau sering disebut dengan <i>one to many</i> menghubungkan entitas A dengan entitas B.

### 2.3.3 Program Flowchart

Flowchart adalah diagram yang menampilkan langkah - langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah digambarkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah. Flowchart berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah atau fungsionalitas dari sebuah proyek pembuatan program yang melibatkan banyak orang sekaligus. Selain itu dengan menggunakan bagan alur proses dari sebuah program akan lebih jelas, ringkas, dan mengurangi kemungkinan untuk salah penafsiran. Penggunaan flowchart dalam dunia pemrograman juga merupakan cara yang bagus untuk menghubungkan antara kebutuhan teknis dan non-teknis. Adapun simbol-simbolnya dapat dilihat pada tabel 2.10.

**Tabel 2.10** Simbol Program Flowchart

No.	Simbol	Fungsi
1		<i>Terminator</i> , untuk memulai dan mengakhiri suatu proses.
2		Proses, suatu simbol yang menunjukkan setiap pengolahan yang dilakukan oleh computer.
3		<i>Input-output</i> untuk memasukkan data atau menunjukkan hasil dari suatu proses.
4		<i>Decision</i> , suatu kondisi yang akan menghasilkan beberapa kemungkinan jawaban atau pilihan.
5		<i>Predefined</i> proses, suatu simbol untuk menyediakan tempat-tempat pengolahan data dalam <i>storage</i> .

6		<i>Connector</i> , suatu prosedur akan masuk atau keluar melalui simbol ini dalam lembar yang sama.
7		<i>Off-line Connector</i> , merupakan simbol masuk atau keluarnya suatu prosedur pada lembar kertas lainnya.
8		<i>Flow Line</i> , digunakan untuk menunjukkan arah aliran program.
9		Untuk menyatakan sekumpulan langkah proses yang ditulis sebagai prosedur.

## 2.4 Penggunaan Dalam Pemrograman

### 2.4.1 HTML (*Hypertext Markup Language*)

Menurut Alexander F.K. Sibero (2011), dalam bukunya “Kitab Suci Web Programming”. *HyperText Markup Language* (HTML) adalah bahasa yang digunakan pada dokumen web sebagai bahasa untuk pertukaran dokumen web. Struktur pedoman HTML terdiri tag pembuka dan tag penutup. HTML versi 1.0 dibangun oleh W3C, dan terus mengalami perkembangan. Sampai saat ini HTML terakhir adalah versi 5.0.

### 2.4.2 PHP (*Hypertext Preprocessor*)

PHP (HyperText Preprocessor) adalah sebuah bahasa utama script server-side yang disisipkan pada HTML yang dijalankan di server, dan juga bisa digunakan untuk membuat aplikasi desktop. Menurut Alexander F.K. Sibero (2011), dalam bukunya “Kitab Suci Web Programming”, menyebutkan bahwa

PHP merupakan secara umum dikenal dengan sebagai bahasa pemrograman script yang membuat dokumen HTML secara on the fly yang dieksekusi di server web, dokumen HTML yang dihasilkan dari suatu aplikasi bukan dokumen HTML yang dibuat dengan menggunakan editor teks atau editor HTML, dikenal juga sebagai bahasa pemrograman server side.

### 2.4.3 CSS (*Cascading Style Sheet*)

Menurut Alexander F.K. Sibero (2011), dalam bukunya “Kitab Suci Web Programming”. CSS (*Cascading Style Sheet*) adalah salah satu bahasa desain web (*style sheet language*) yang mengontrol format tampilan sebuah halaman web yang ditulis dengan menggunakan penanda (markup language). Biasanya CSS digunakan untuk mendesain sebuah halaman HTML dan XHTML, tetapi sekarang CSS bisa diaplikasikan untuk segala dokumen XML, termasuk SVG dan XUL bahkan ANDROID. Tujuan utama CSS diciptakan untuk membedakan konten dari dokumen dan dari tampilan dokumen, dengan itu, pembuatan ataupun pemrograman ulang web akan lebih mudah dilakukan. Hal yang termasuk dalam desain web diantaranya adalah warna, ukura dan formatting. Dengan adanya CSS, konten dan desain web akan mudah dibedakan, jadi memungkinkan untuk melakukan pengulangan pada tampilan-tampilan tertentu dalam suatu web, sehingga akan memudahkan dalam membuat halaman web yang banyak, yang pada akhirnya dapat memangkas waktu pembuatan web.

Fungsi utama css adalah merancang, merubah, mendisain, membentuk halaman wesite (blog juga website). dan isi dari halaman website adalah tag-tag

html, logikanya css itu dapat merubah tag-tag html(yang sederhana) sehingga menjadi lebih fungsional dan menarik.

#### 2.4.4 SQL (*Structured Query Language*)

SQL adalah bahasa pemrograman yang digunakan dalam mengakses, mengubah, dan memanipulasi data yang berbasis relasional. Dalam buku “Pemrograman Basis Data di Matlab” yang ditulis oleh Rahmadya Trias Handayanto dan Herlawati (2016), pada tahun 1970 team yang beranggotakan peneliti IBM Donal D. Chamberlin dan Raymond F.Boyce, mengembangkan SQUARE yang berubah menjadi SEQUEL (*Structured English Query Language*). SEQUEL digunakan untuk mengoprasikan prototipe RDBMS pertama IBM, lalu SEQUEL berubah nama menjadi SQL karena permasalahan merek dagang (*trademark*) dengan sebuah perusahaan pesawat di Inggris yang terlebih dahulu telah memakai nama SEQUEL.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.1.1 Alat yang digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam menunjang proses pembuatan sistem pada penelitian ini terdiri dari dua jenis alat, yaitu perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

##### 1. Perangkat keras (*Hardware*)

Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan dalam pembuatan sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru adalah sebagai berikut:

- a. Processor Intel Core i3 CPU M33
- b. Memory RAM 4GB
- c. *System Type 32-bit Operating System*

##### 2. Perangkat lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*Software*) dan bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru adalah:

- a. Sistem operasi Windows 7
- b. *Hypertext Preprocessor (PHP)*
- c. *HyperText Mark up Language (HTML)*
- d. MySQL



### 3.1.2 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, data yang akan digunakan berjumlah 233 data, yang mana 200 data yang akan dijadikan data training dan 33 data yang akan menjadi data testing. Adapun jenis data dan metode dalam pengumpulan data yang digunakan dipenelitian ini sebagai berikut:

#### 1. Jenis Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer sendiri didapatkan dari hasil jawaban kuesioner yang dimana mahasiswa/i Universitas Islam Riau (UIR) yang menggunakan transportasi bus Trans Metro Pekanbaru sebagai alat transportasinya. Pencarian data dengan menebar kuesioner ini juga telah disetujui oleh bagian operasional PT Transportasi Pekanbaru Madani. Sedangkan data sekunder berasal dari PT Transportasi Pekanbaru Madani, buku – buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian untuk melengkapi kebutuhan data peneliti.

#### 2. Teknik Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data pada penelitian ini dengan cara :

##### a. Kuesioner

Adapun pengumpulan data dengan menebar kuesioner dilakukan selama 3 bulan, yang dimana pada bulan maret sampai bulan mei 2020, dan penebaran kuesionernya dilakukan pada waktu siang sampai dengan sore hari. Kuesioner yang diberikan berisi pertanyaan dan jawaban terhadap tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru. Adapun yang menjadi narasumbernya adalah mahasiswa/i Universitas Islam Riau

untuk memilih jawaban yang sesuai dengan tanggapan dan pendapatnya dengan cara mencentang pada kolom yang tersedia.

b. Wawancara

Dilakukannya wawancara untuk mendapatkan data secara langsung dari sumbernya. Adapun proses wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara langsung kepada pengguna, lalu mencatat jawaban – jawaban pengguna dan meminta penjelasan terkait hal – hal penelitian ini.

c. Studi Pustaka

Dalam penelitian ini, penulis mencari berbagai sumber yang berkaitan dengan masalah yang diteliti dalam menyusun tugas akhir ini. Adapun sumber yang didapat baik dari buku, jurnal – jurnal, dokumen atau arsip dan dari bacaan lainnya yang dapat dipertanggung jawabkan.

### 3.2 Analisa Sistem yang Sedang Berjalan

Ditahap ini akan dilakukan analisa terhadap sistem yang berjalan sebelumnya untuk mendapatkan data tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru. Analisa sistem yang berjalan bisa dilihat di gambar 3.1.



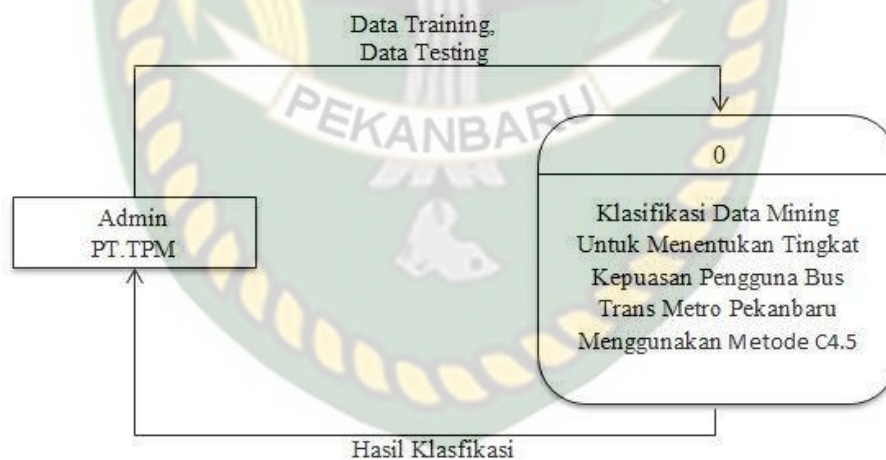
**Gambar 3.1** Alur Sistem yang Sedang Berjalan

### 3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem akan menjelaskan alur data atau aliran data pada sistem yang dibangun. Ada beberapa *level* dalam *Data Flow Diagram* (DFD) sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru, DFD level 0, *hierarchy chart*, dan DFD Level 1.

#### 3.3.1 Context Diagram

*Context Diagram* adalah suatu diagram yang digunakan untuk mendesain sistem yang memberikan gambaran umum mengenai semua sistem informasi yang diterima maupun dihasilkan dari suatu aktivitas. Berikut ini *context diagram* pada sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru.

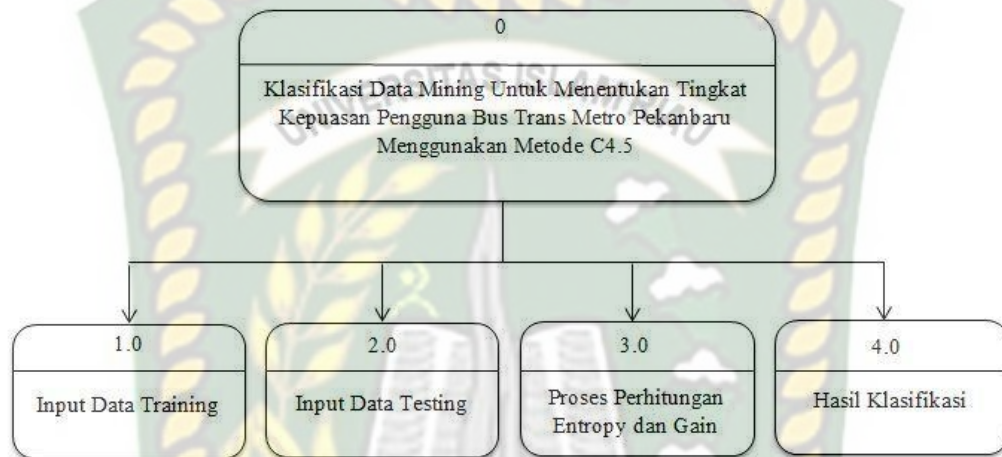


**Gambar 3.2** Context Diagram

Berdasarkan gambar 3.2 menjelaskan pengguna yaitu admin PT Tranportasi Pekanbaru Madani akan menginputkan data *training* dan data *testing*. Kemudian diproses dalam sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru. Selanjutnya admin akan menerima *output* hasil klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus.

### 3.3.2 Hierarchy Chart

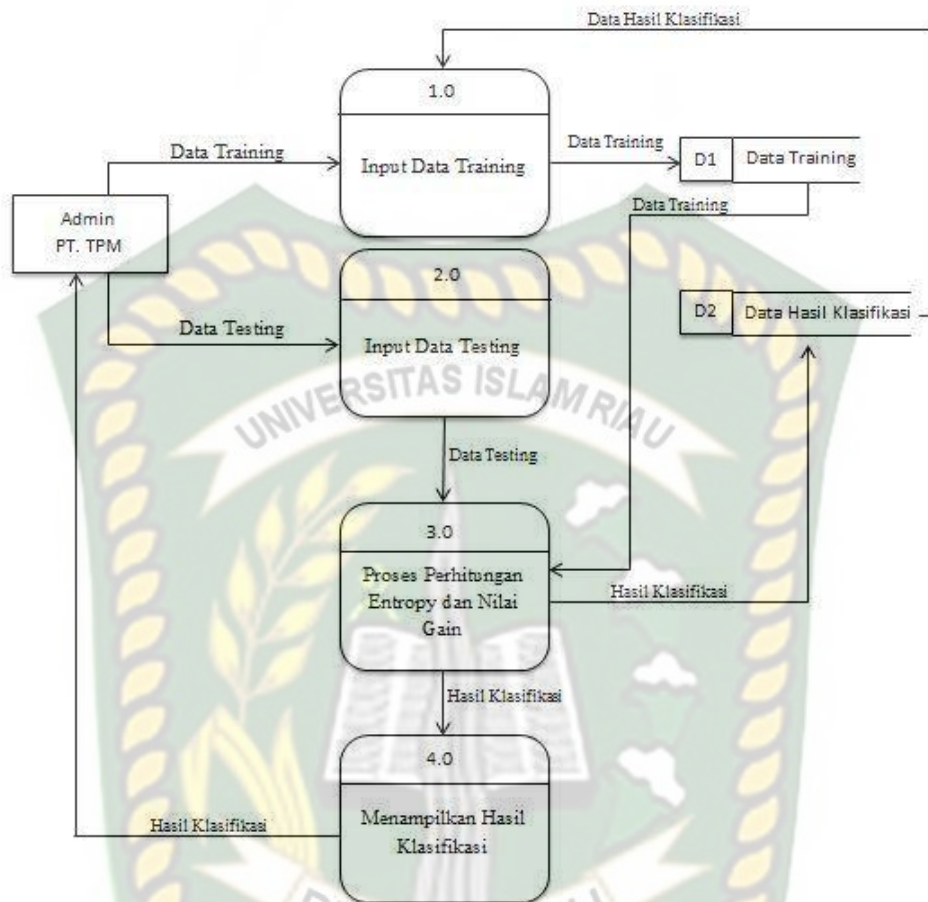
*Hierarchy Chart* digunakan untuk memperlihatkan jenjang atau hirarki dari program yang akan dikembangkan. Dengan demikian dapat dijabarkan urutan kerja dari tiap sistem.



**Gambar 3.3** Hierarchy Chart Klasifikasi Tingkat Kepuasan

### 3.3.3 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

DFD digunakan untuk menjelaskan alur sistem dan juga akan menggambarkan secara visual bagaimana data tersebut mengalir. DFD *level 0* berfungsi untuk alur data dan proses keseluruhan dalam sistem. Berikut ini DFD *level 0* dapat dilihat pada gambar 3.4.

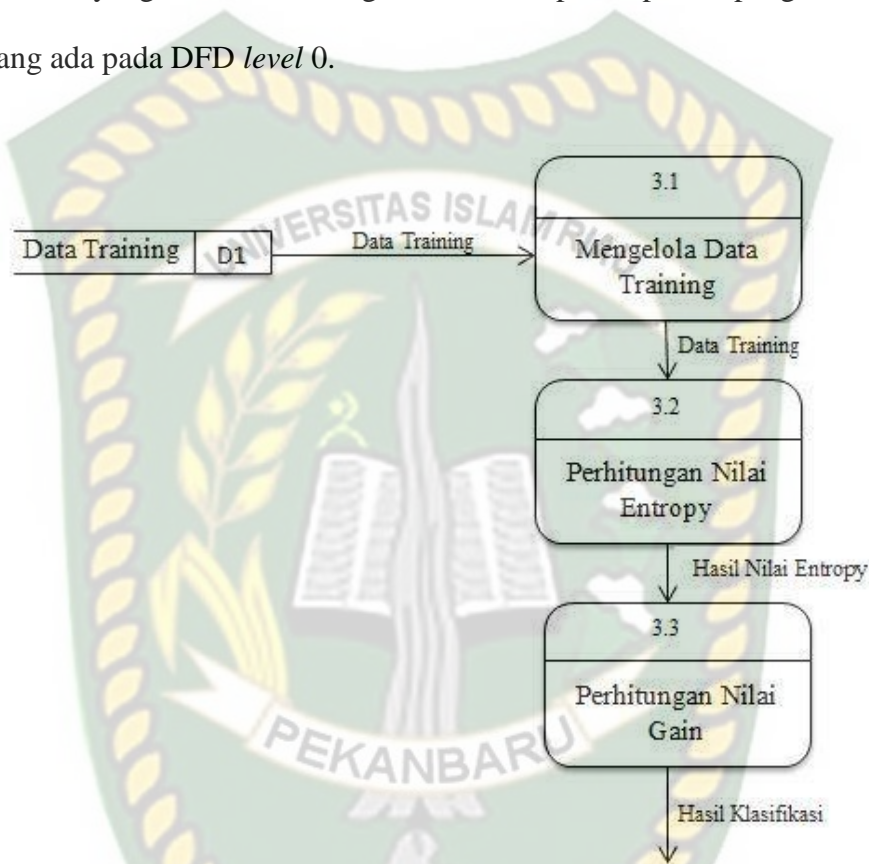


**Gambar 3.4** DFD *Level 0* Klasifikasi Tingkat Kepuasan

Dari gambar diatas, terlihat bahwa admin PT Transportasi Pekanbaru Madani sebagai pengguna yang dapat mengelola data *training*, data *testing*, dan mendapatkan hasil klasifikasi. Adapun penjelasan dari DFD *level 0* yang dimana proses pertama yang dilakukan adalah proses input data *training* yang kemudian disimpan ke penyimpanan data *training*, proses kedua input data *testing*, proses yang ketiga mengolah data *testing* yang diinputkan dengan data *training* dari penyimpanan data *training* menggunakan algoritma C4.5 dan mendapatkan hasil klasifikasi yang diinginkan maka data klasifikasitersebut tersimpan di penyimpanan data hasil klasifikasi serta menampilkan hasil klasifikasi kepada admin PT TPM.

### 3.3.4 Data Flow Diagram (DFD) Level 1

DFD *level 1* digunakan untuk menggambarkan modul-modul yang ada dalam sistem yang akan dikembangkan dan merupakan proses pengolahan secara rinci yang ada pada DFD *level 0*.



**Gambar 3.5** DFD Level 1

Berdasarkan gambar diatas, Data Flow Diagram Level 1 mempunyai beberapa tahapan prosesnya seperti mengelola data training dari penyimpanan data training, melakukan perhitungan Entropy di setiap partisi dan melakukan perhitungan nilai gain untuk mendapatkan mendapatkan hasil klasifikasi.

### 3.4 Perhitungan Manual

Pada perhitungan manual ini, data yang digunakan berasal dari data primer dan data sekunder sebanyak 233 data. Data primer didapatkan melalui kuesioner sebanyak 127 data dan 106 data sekunder berasal dari pihak PT Transportasi Pekanbaru Madani. Adapun 233 data yang terkumpul, 200 data yang dipakai untuk data training dan 33 data dipakai sebagai data testing. Adapun langkah – langkah dalam metode ini yang pertama perhitungan nilai *entropy* dari setiap kriteria, yang kedua perhitungan nilai gain dan yang terakhir menentukan nilai gain yang tertinggi sebagai node awal.

Langkah awal algoritma C4.5 adalah mencari nilai entrophy. Pertama, tentukan terlebih dahulu nilai entropy total dalam kasus. Rumusnya sebagai berikut :

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

Maka :

*Entropy* Total (S)

$$= \left( -\frac{sangat\ puas}{jumlah} * \frac{\log \frac{sangat\ puas}{jumlah}}{\log_2} \right) + \left( -\frac{puas}{jumlah} * \frac{\log \frac{puas}{jumlah}}{\log_2} \right) + \left( -\frac{mengecewakan}{jumlah} * \frac{\log \frac{mengecewakan}{jumlah}}{\log_2} \right)$$

$$= \left( -\frac{73}{200} * \frac{\log \frac{73}{200}}{\log_2} \right) + \left( -\frac{111}{200} * \frac{\log \frac{111}{200}}{\log_2} \right) + \left( -\frac{16}{200} * \frac{\log \frac{16}{200}}{\log_2} \right)$$

$$= 0.531 + 0.472 + 0.292$$

$$= 1.295$$

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan *entropy* total, maka selanjutnya menghitung *entropy* dari setiap kriteria yang ada. Hasil *entropy* dari setiap kriteria dapat dilihat dari tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Hasil Perhitungan *Entropy*

		Jumlah (S)	Sangat Puas (Si)	Puas (Si)	Mengecewakan (Si)	Entropy
<b>Total</b>		200	73	111	16	1,29366942
<b>Akses menuju Halte</b>						
	Sangat Mudah	76	55	19	2	0,975751106
	Mudah	101	15	76	10	1,047665632
	Sulit	23	3	16	4	1,186392934
<b>Kondisi Halte</b>						
	Bersih	151	72	78	1	1,049689685
	Kotor	48	1	32	15	1,030725856
	Sangat Kotor	1	0	1	0	0
<b>Pembelian Tiket</b>						
	Sangat Mudah	80	58	21	1	0,92190855
	Mudah	115	14	87	14	1,044255077
	Sulit	5	1	3	1	1,370950594
<b>Keamanan Halte</b>						
	Aman	177	72	93	12	1,278928039
	Tidak Aman	20	1	15	4	0,991760148
	Sangat Tidak Aman	3	0	3	0	0
<b>Informasi</b>						
	Sangat Mudah	69	61	7	1	0,580604717
	Mudah	90	11	75	4	0,789462545
	Sulit	41	1	29	11	0,993278915
<b>Harga</b>						
	Sangat Wajar	84	63	20	1	0,880326981
	Wajar	112	9	90	13	0,906445815
	Tidak Wajar	4	1	1	2	1,5
<b>Ketepatan Waktu</b>						
	Sesuai	85	57	28	0	0
	Kadang - Kadang	108	14	79	15	1,107618919
	Jarang/Tidak Pernah	7	2	4	1	1,378783493
<b>Waktu Tunggu</b>						



	Sangat Wajar	18	14	4	0	0
	Wajar	154	58	90	6	1,165881012
	Tidak Wajar	28	1	17	10	1,139278163
<b>Waktu Perjalanan</b>						
	Sangat Wajar	28	20	8	0	0
	Wajar	162	53	101	8	1,166645411
	Tidak Wajar	10	0	2	8	0
<b>Sikap Pegawai</b>						
	Sangat Ramah	17	11	5	1	1,16608706
	Ramah	176	62	105	9	1,194174371
	Tidak Ramah	7	0	1	6	0
<b>Sikap Pengemudi di saat mengemudi</b>						
	Aman Dan Nyaman	186	72	106	8	1,187577261
	Ugal - Ugalan	14	1	5	8	1,263809174
<b>Mendapatkan Tempat Duduk</b>						
	Selalu	47	16	30	1	1,060828897
	Sering	110	55	46	9	1,321469175
	Kadang - Kadang	43	2	35	6	0,84406288
<b>Kebersihan Bus</b>						
	Sangat Bersih	79	64	14	1	0,768300129
	Bersih	117	9	95	13	0,880866223
	Kotor	4	0	2	2	0
<b>Keamanan Dibus</b>						
	Sangat Aman	75	67	8	0	0
	Aman	118	6	100	12	0,756245219
	Tidak Aman	7	0	3	4	0
<b>Kenyamanan</b>						
	Nyaman	188	72	108	8	1,183511988
	Tidak Nyaman	12	1	3	8	1,188721876

Setelah mendapatkan hasil dari seluruh entropy, maka selanjutnya melakukan perhitungan nilai gain dari setiap kriteria dengan rumus sebagai berikut:

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^k \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i)$$

1. Gain (Akses Menuju Halte)

$$\begin{aligned}
 &= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah sangat mudah}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{sangat mudah} \right) - \\
 &\left( \left( \frac{\text{Jumlah mudah}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{mudah} \right) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah sulit}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{sulit} \right) \\
 &= (1.294) - \left( \left( \frac{76}{200} \right) * 0.976 \right) - \left( \left( \frac{101}{200} \right) * 1.048 \right) - \left( \left( \frac{23}{200} \right) * 1.186 \right) \\
 &= 0.258
 \end{aligned}$$

2. Gain (Kondisi Halte)

$$\begin{aligned}
 &= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah bersih}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{bersih} \right) - \\
 &\left( \left( \frac{\text{Jumlah kotor}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{kotor} \right) - \\
 &\left( \left( \frac{\text{Jumlah sangat kotor}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{sangat kotor} \right) \\
 &= (1.294) - \left( \left( \frac{151}{200} \right) * 1.05 \right) - \left( \left( \frac{48}{200} \right) * 1.031 \right) - \left( \left( \frac{1}{200} \right) * 0 \right) \\
 &= 0.254
 \end{aligned}$$

3. Gain (Pembelian Tiket)

$$\begin{aligned}
 &= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah sangat mudah}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{sangat mudah} \right) - \\
 &\left( \left( \frac{\text{Jumlah mudah}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{mudah} \right) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah sulit}}{\text{jumlah total}} \right) * entropy\ \text{sulit} \right) -
 \end{aligned}$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{80}{200} \right) * 0.922 \right) - \left( \left( \frac{115}{200} \right) * 1.044 \right) - \left( \left( \frac{5}{200} \right) * 1.371 \right)$$

$$= 0.290$$

4. Gain (Keamanan Halte)

$$= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{Jumlah\ aman}{jumlah\ total} \right) * entropy\ aman \right) -$$

$$\left( \left( \frac{Jumlah\ tidak\ aman}{jumlah\ total} \right) * entropy\ tidak\ aman \right) -$$

$$\left( \left( \frac{Jumlah\ sangat\ tidak\ aman}{jumlah\ total} \right) * entropy\ sangat\ tidak\ aman \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{177}{200} \right) * 1.279 \right) - \left( \left( \frac{20}{200} \right) * 0.992 \right) - \left( \left( \frac{3}{200} \right) * 0 \right)$$

$$= 0,063$$

5. Gain (Informasi)

$$= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{Jumlah\ sangat\ mudah}{jumlah\ total} \right) * entropy\ sangat\ mudah \right) -$$

$$\left( \left( \frac{Jumlah\ mudah}{jumlah\ total} \right) * entropy\ mudah \right) - \left( \left( \frac{Jumlah\ sulit}{jumlah\ total} \right) * entropy\ sulit \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{69}{200} \right) * 0.581 \right) - \left( \left( \frac{90}{200} \right) * 0.789 \right) - \left( \left( \frac{41}{200} \right) * 0.993 \right)$$

$$= 0.534$$

6. Gain (Harga)

$$= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{Jumlah\ sangat\ wajar}{jumlah\ total} \right) * entropy\ sangat\ wajar \right) -$$

$$\left( \left( \frac{Jumlah\ wajar}{jumlah\ total} \right) * entropy\ wajar \right) - \left( \left( \frac{Jumlah\ tidak\ wajar}{jumlah\ total} \right) * entropy\ tidak\ wajar \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{84}{200} \right) * 0.880 \right) - \left( \left( \frac{112}{200} \right) * 0.906 \right) - \left( \left( \frac{4}{200} \right) * 1.5 \right)$$

$$= 0.386$$

7. Gain (Ketepatan Waktu)

$$= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{Jumlah\ sesuai}{jumlah\ total} \right) * entropy\ sesuai \right) -$$

$$\left( \left( \frac{Jumlah\ kadang\ kadang}{jumlah\ total} \right) * entropy\ kadang\ kadang \right) -$$

$$\left( \left( \frac{Jumlah\ jarang/tidak\ pernah}{jumlah\ total} \right) * entropy\ jarang/tidak\ pernah \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{85}{200} \right) * 0 \right) - \left( \left( \frac{108}{200} \right) * 1.108 \right) - \left( \left( \frac{7}{200} \right) * 1.379 \right)$$

$$= 0.647$$

8. Gain (Waktu Tunggu)

$$= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{Jumlah\ sangat\ wajar}{jumlah\ total} \right) * entropy\ sangat\ wajar \right) -$$

$$\left( \left( \frac{Jumlah\ wajar}{jumlah\ total} \right) * entropy\ wajar \right) - \left( \left( \frac{Jumlah\ tidak\ wajar}{jumlah\ total} \right) * entropy\ tidak\ wajar \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{18}{200} \right) * 0 \right) - \left( \left( \frac{154}{200} \right) * 1.166 \right) - \left( \left( \frac{28}{200} \right) * 1.139 \right)$$

$$= 0.236$$

9. Gain (Waktu Perjalanan)

$$= (entropy\ total) - \left( \left( \frac{Jumlah\ sangat\ wajar}{jumlah\ total} \right) * entropy\ sangat\ wajar \right) -$$

$$\begin{aligned} & \left( \left( \frac{\text{Jumlah wajar}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy wajar} \right) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah tidak wajar}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy tidak wajar} \right) \\ &= (1.294) - \left( \left( \frac{28}{200} \right) * 0 \right) - \left( \left( \frac{162}{200} \right) * 1.167 \right) - \left( \left( \frac{10}{200} \right) * 0 \right) \\ &= 0.349 \end{aligned}$$

10. Gain (Sikap Pegawai)

$$\begin{aligned} &= (\text{entropy total}) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah sangat ramah}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy sangat ramah} \right) - \\ & \left( \left( \frac{\text{Jumlah ramah}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy ramah} \right) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah tidak ramah}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy tidak ramah} \right) \\ &= (1.294) - \left( \left( \frac{17}{200} \right) * 1.166 \right) - \left( \left( \frac{176}{200} \right) * 1.914 \right) - \left( \left( \frac{7}{200} \right) * 0 \right) \\ &= 0.144 \end{aligned}$$

11. Gain (Sikap Pengemudi Saat Mengemudi)

$$\begin{aligned} &= (\text{entropy total}) - \left( \left( \frac{\text{Jumlah aman dan nyaman}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy aman dan nyaman} \right) - \\ & \left( \left( \frac{\text{Jumlah ugal ugalan}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy ugal ugalan} \right) \\ &= (1.294) - \left( \left( \frac{186}{200} \right) * 1.187 \right) - \left( \left( \frac{14}{200} \right) * 1.264 \right) \\ &= 0.101 \end{aligned}$$

12. Gain (Mendapatkan Tempat Duduk)

$$\begin{aligned} &= (\text{entropy total}) - \left( \left( \frac{\text{jumlah selalu}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy selalu} \right) - \\ & \left( \left( \frac{\text{jumlah sering}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy sering} \right) - \end{aligned}$$

$$\left( \left( \frac{\text{jumlah kadang kadang}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy kadang kadang} \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{47}{200} \right) * 1.061 \right) - \left( \left( \frac{110}{200} \right) * 1.321 \right) - \left( \left( \frac{43}{200} \right) * 0.844 \right)$$

$$= 0.136$$

13. Gain (Kebersihan Bus)

$$= (\text{entropy total}) - \left( \left( \frac{\text{jumlah sangat bersih}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy sangat bersih} \right) -$$

$$\left( \left( \frac{\text{jumlah bersih}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy bersih} \right) - \left( \left( \frac{\text{jumlah kotor}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy kotor} \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{79}{200} \right) * 0.768 \right) - \left( \left( \frac{117}{200} \right) * 0.881 \right) - \left( \left( \frac{4}{200} \right) * 0 \right)$$

$$= 0.475$$

14. Gain (Keamanan Bus)

$$= (\text{entropy total}) - \left( \left( \frac{\text{jumlah sangat aman}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy sangat aman} \right) -$$

$$\left( \left( \frac{\text{jumlah aman}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy aman} \right) - \left( \left( \frac{\text{jumlah tidak aman}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy tidak aman} \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{75}{200} \right) * 0 \right) - \left( \left( \frac{118}{200} \right) * 0.756 \right) - \left( \left( \frac{7}{200} \right) * 0 \right)$$

$$= 0.847$$

15. Gain (Kenyamanan)

$$= (\text{entropy total}) - \left( \left( \frac{\text{jumlah nyaman}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy nyaman} \right) -$$

$$\left( \left( \frac{\text{jumlah tidak nyaman}}{\text{jumlah total}} \right) * \text{entropy tidak nyaman} \right)$$

$$= (1.294) - \left( \left( \frac{188}{200} \right) * 1.183 \right) - \left( \left( \frac{12}{200} \right) * 1.189 \right)$$

$$= 0.11$$

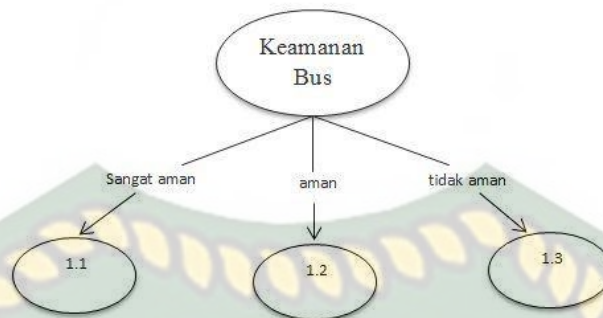
**Tabel 3.2** Hasil Perhitungan Nilai Gain

	Jumlah (S)	Sangat Puas (Si)	Puas (Si)	Mengecewakan (Si)	Entropy	Gain
<b>Total</b>	200	73	111	16	1,29366942	
<b>Akses menuju Halte</b>						<b>0,257377668</b>
Sangat Mudah	76	55	19	2	0,975751106	
Mudah	101	15	76	10	1,047665632	
Sulit	23	3	16	4	1,186392934	
<b>Kondisi Halte</b>						<b>0,253779502</b>
Bersih	151	72	78	1	1,049689685	
Kotor	48	1	32	15	1,030725856	
Sangat Kotor	1	0	1	0	0	
<b>Pembelian Tiket</b>						<b>0,290185566</b>
Sangat Mudah	80	58	21	1	0,92190855	
Mudah	115	14	87	14	1,044255077	
Sulit	5	1	3	1	1,370950594	
<b>Keamanan Halte</b>						<b>0,062642091</b>
Aman	177	72	93	12	1,278928039	
Tidak Aman	20	1	15	4	0,991760148	
Sangat Tidak Aman	3	0	3	0	0	
<b>Informasi</b>						<b>0,53448047</b>
Sangat Mudah	69	61	7	1	0,580604717	
Mudah	90	11	75	4	0,789462545	
Sulit	41	1	29	11	0,993278915	
<b>Harga</b>						<b>0,386322432</b>
Sangat Wajar	84	63	20	1	0,880326981	
Wajar	112	9	90	13	0,906445815	
Tidak Wajar	4	1	1	2	1,5	
<b>Ketepatan Waktu</b>						<b>0,647297781</b>
Sesuai	85	57	28	0	0	
Kadang - Kadang	108	14	79	15	1,107618919	
Jarang/Tidak Pernah	7	2	4	1	1,378783493	
<b>Waktu</b>						<b>0,236442098</b>

<b>Tunggu</b>							
	Sangat Wajar	18	14	4	0	0	
	Wajar	154	58	90	6	1,165881012	
	Tidak Wajar	28	1	17	10	1,139278163	
<b>Waktu Perjalanan</b>							<b>0,348686637</b>
	Sangat Wajar	28	20	8	0	0	
	Wajar	162	53	101	8	1,166645411	
	Tidak Wajar	10	0	2	8	0	
<b>Sikap Pegawai</b>							<b>0,143678574</b>
	Sangat Ramah	17	11	5	1	1,16608706	
	Ramah	176	62	105	9	1,194174371	
	Tidak Ramah	7	0	1	6	0	
<b>Sikap Pengemudi di saat mengemudi</b>							<b>0,100755925</b>
	Aman Dan Nyaman	186	72	106	8	1,187577261	
	Ugal - Ugalan	14	1	5	8	1,263809174	
<b>Mendapatkan Tempat Duduk</b>							<b>0,136093064</b>
	Selalu	47	16	30	1	1,060828897	
	Sering	110	55	46	9	1,321469175	
	Kadang - Kadang	43	2	35	6	0,84406288	
<b>Kebersihan Bus</b>							<b>0,474884129</b>
	Sangat Bersih	79	64	14	1	0,768300129	
	Bersih	117	9	95	13	0,880866223	
	Kotor	4	0	2	2	0	
<b>Keamanan Dibus</b>							<b>0,847484741</b>
	Sangat Aman	75	67	8	0	0	
	Aman	118	6	100	12	0,756245219	
	Tidak Aman	7	0	3	4	0	
<b>Kenyamanan</b>							<b>0,109844839</b>
	Nyaman	188	72	108	8	1,183511988	
	Tidak Nyaman	12	1	3	8	1,188721876	

Dari hasil perhitungan nilai gain, terpilihlah kriteria keamanan bus yang mempunyai nilai gain tertinggi yang akan menjadi node akar.





**Gambar 3.6** Pohon Keputusan Node Akar

**Tabel 3.3** Keterangan *Attribute*

No	Nama <i>Attribute</i>	Keterangan
1	C1	Akses menuju ke halte bus
2	C2	Kondisi halte bus
3	C3	Pembelian tiket
4	C4	Kemanan dihalte
5	C5	Kemudahan dalam mendapatkan informasi
6	C6	Harga tiket
7	C7	Ketepatan waktu kedatangan bus
8	C8	Waktu tunggu bus
9	C9	Waktu perjalanan
10	C10	Sikap pegawai
11	C11	Sikap si pengemudi saat mengemudi bus
12	C12	Mendapatkan tempat duduk
13	C13	Kebersihan bus
14	C14	Keamanan dibus
15	C15	Kenyamanan bus
16	C16	Tingkat kepuasan pengguna, sebagai <i>attribute target</i>



Adapun dari gambar 3.7 mempunyai keterangan sebagai berikut:

- SP = Sangat Puas
- P = Puas
- MC = Mengecewakan

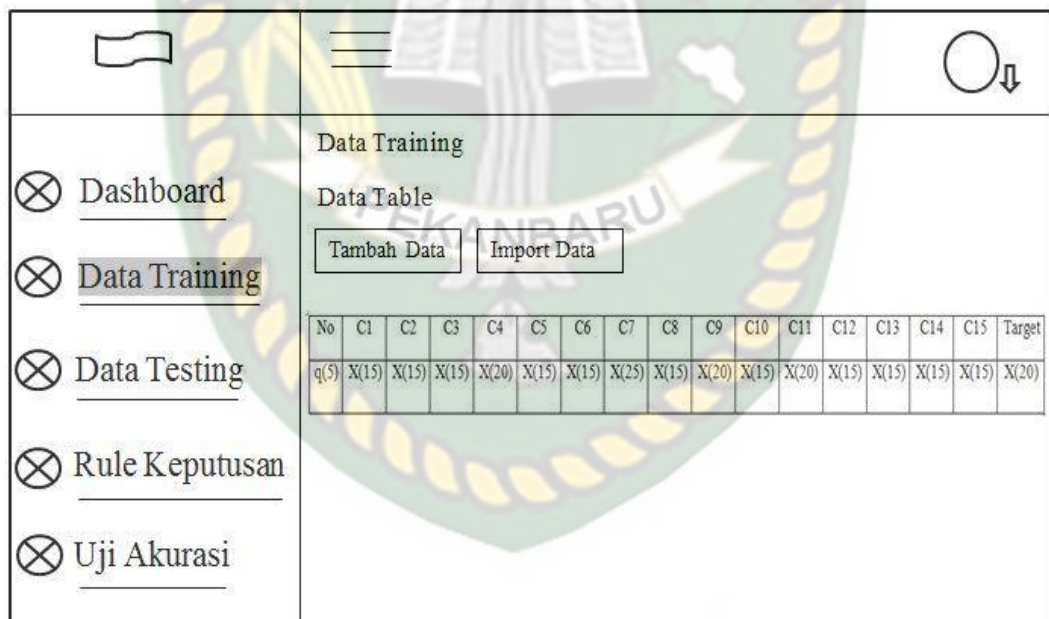
### 3.5 Pengembangan Sistem

#### 3.5.1 Desain Output

Ada beberapa desain *output* yang dirancang dalam sistem yang dibangun diantaranya.

##### 1. Desain *Output* Menu Data Training

Desain *output* menu data training akan di tunjukkan pada gambar 3.8.



No	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Target
q(5)	X(15)	X(15)	X(15)	X(20)	X(15)	X(15)	X(25)	X(15)	X(20)	X(15)	X(20)	X(15)	X(15)	X(15)	X(15)	X(20)

**Gambar 3.8** Desain *Output* Data Training

Dari gambar di atas terdapat menu data training yang memiliki isi seperti tabel data, pencarian data, tambah data dan upload data. Adapun tambah data dan upload data bisa dilihat pada gambar 3.12 dan 3.13.

## 2. Desain Output Menu Data Mining

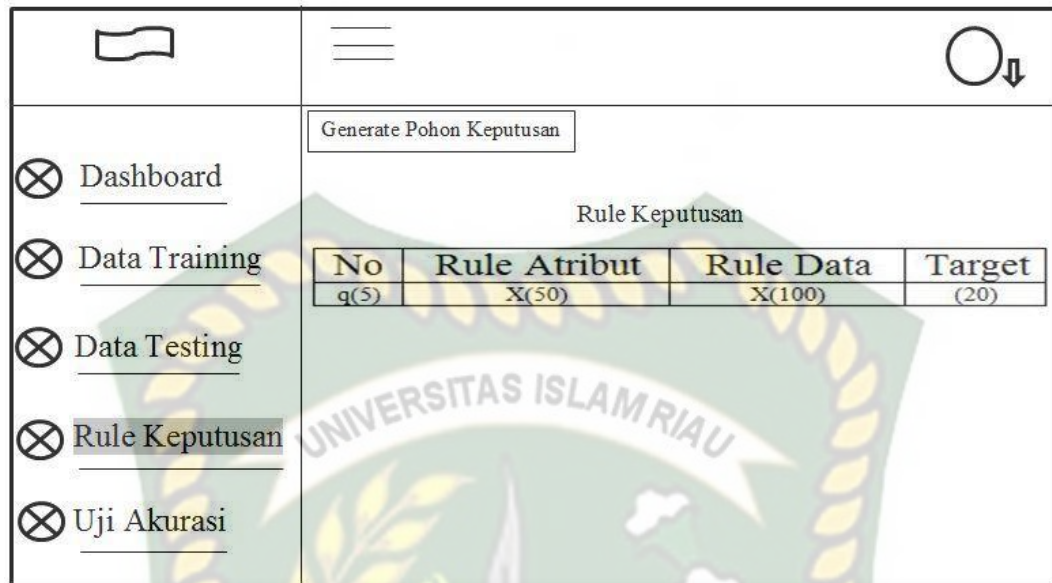
Desain *output* data testing akan menghasilkan proses mining untuk perhitungan nilai entropy dan nilai gain. Adapun *output* data mining tunjukkan pada gambar 3.9.

No	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Target
q(5)	X(15)	X(15)	X(15)	X(20)	X(15)	X(15)	X(25)	X(15)	X(20)	X(15)	X(20)	X(15)	X(15)	X(15)	X(15)	X(20)

**Gambar 3.9** Desain *Output* Menu Data Testing

## 3. Desain *Output* Menu Hasil Rule Pohon Keputusan

Desain *output* menu hasil rule pohon keputusan akan di tunjukkan pada gambar 3.10.

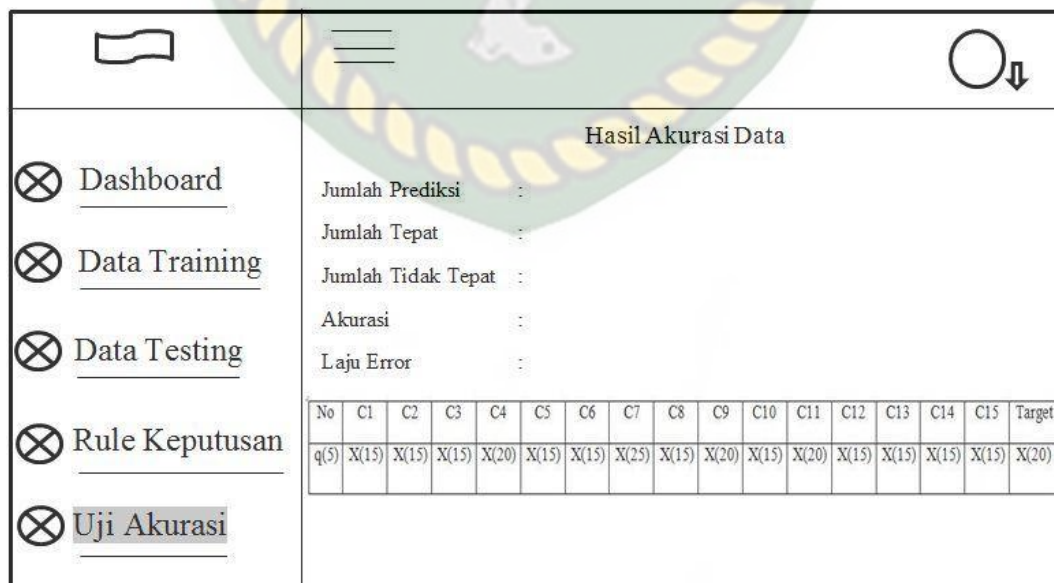


**Gambar 3.10** Desain Menu Rule Keputusan

Pada gambar di atas, menu hasil rule pohon keputusan adalah hasil dari menu data training yang telah diproses dan telah mendapatkan hasil tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru.

#### 4. Desain *Output* Menu Uji Akurasi

Desain *output* menu uji akurasi akan ditunjukkan pada gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Desain *Output* Menu Panduan

Pada gambar 3.11 terlihat tampilan menu uji akurasi yang mana dapat diketahui akurasi dari data penggunaan aplikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru.

### 3.5.2 Desain Input

#### 1. Desain Input Tambah Data Training

Desain input tambah data training akan di tunjukkan pada gambar 3.12 dibawah ini :

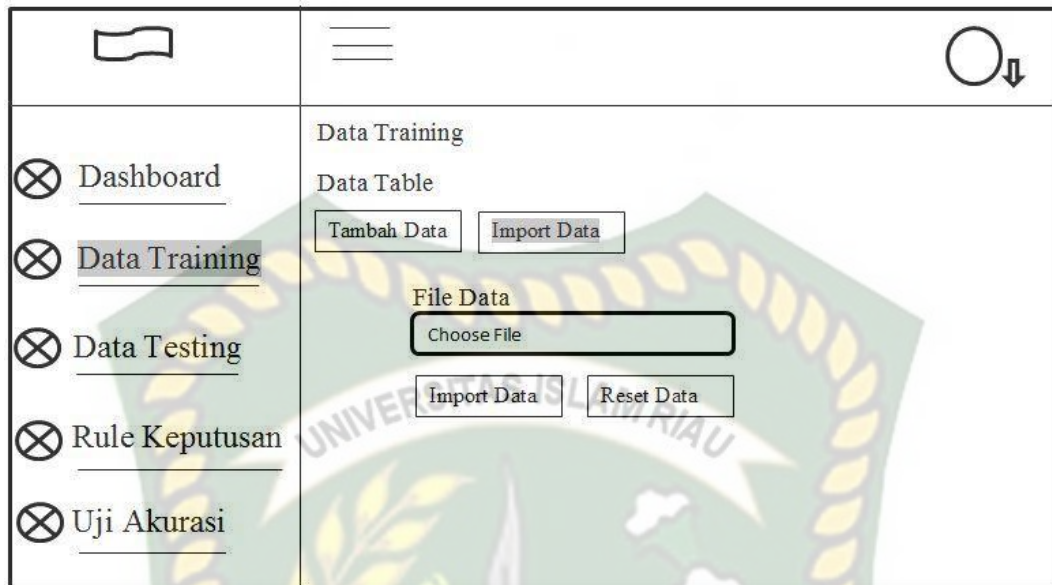
Menu	Form Detail
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Dashboard</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Data Training</li> <li><input type="checkbox"/> Data Testing</li> <li><input type="checkbox"/> Rule Keputusan</li> <li><input type="checkbox"/> Uji Akurasi</li> </ul>	<p>Data Training</p> <p>Data Table</p> <p><input type="button" value="Tambah Data"/> <input type="button" value="Import Data"/></p> <p><b>Tambah Data Training</b></p> <p>Bagaimana akses menuju halte ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana kemudahan dalam membeli tiket ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana untuk mendapatkan informasi ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana ketepatan waktu datang bus TMP ? <input type="text" value="X(25)"/></p> <p>Bagaimana dengan lama waktu perjalanan ? <input type="text" value="X(20)"/></p> <p>Bagaimana sikap si pengemudi bus ? <input type="text" value="X(20)"/></p> <p>Bagaimana kebersihan di bus ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana dengan kenyamanan dalam menggunakan bus TMP ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana kondisi halte ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana dengan keamanan di halte ? <input type="text" value="X(20)"/></p> <p>Bagaimana biaya yang dikeluarkan untuk membeli tiket ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana dengan lama waktu menunggu bus TMP ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana pelayanan pegawai bus TMP ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Apakah selalu mendapat tempat duduk ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p>Bagaimana keamanan di dalam bus TMP ? <input type="text" value="X(15)"/></p> <p><input type="button" value="Tambah Data"/></p>

**Gambar 3.12** Desain Input Tambah Data Training

Dari gambar di atas terdapat tampilan tambah data training yang dimana memiliki beberapa kriteria yang harus diisi untuk bisa menambahkan data ke sistem.

#### 2. Desain Import Data

Pada desain menu import data merupakan cara penginputan data training dalam bentuk dokumen excel yang mana jumlah data yang diinputkan cukup banyak. Adapun desain upload data di tunjukkan pada gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Menu Import Data

### 3. Desain Input Data Testing

Desain input menu data testing akan di tunjukkan pada gambar 3.14 dibawah ini :

**Gambar 3.14** Desain Menu Input Data Testing

Pada gambar di atas, desain input data testing memiliki beberapa kriteria yang harus diisi untuk bisa diproses dan mendapatkan hasil tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru.

### 3.5.3 Desain Database

Dalam sistem ini menggunakan sebuah database dengan nama tmpc45 yang digambarkan kedalam sistem terdapat 2 tabel yaitu tabel admin dan tabel master. Adapun tabel admin yang bernama pengguna dapat dilihat pada 3.4 dan tabel master bernama tb\_tmp yang dapat dilihat 3.5.

**Tabel 3.4** Tabel Admin

No	Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Keterangan
1	id_pengguna	Varchar	11	Id admin sebagai ( <i>Primary Key</i> )
2	Nama	Varchar	25	Nama admin
3	<i>Password</i>	<i>Password</i>	255	<i>Password</i> admin

**Tabel 3.5** Tabel Master

No	Nama Field	Tipe Data	Ukuran	Keterangan
1	id_kasus	Int	5	Id kasus
2	akses_halte	Varchar	15	Akses menuju halte
3	kodisi_halte	Varchar	15	Kondisi halte
4	Tiket	Varchar	15	Pembelian tiket
5	keamanan_halte	Varchar	20	Keamanan halte
6	Informasi	Varchar	15	Informasi
7	Harga	Varchar	15	Harga
8	ketepatan_waktu	Varchar	25	Ketepatan waktu
9	waktu_tunggu	Varchar	15	Waktu tunggu
10	waktu_perjalanan	Varchar	20	Waktu perjalanan
11	sikap_pegawai	Varchar	15	Sikap pegawai



12	sikap_pengemudi	Varchar	20	Sikap sipengemudi saat mengemudi
13	tempat_duduk	Varchar	15	Mendapatkan tempat duduk
14	kebersihan_bus	Varchar	15	Kebersihan bus
15	keamanan_bus	Varchar	15	Keamanan dibus
16	kenyamanan_bus	Varchar	15	Kenyamanan bus
17	hasil_kepuasan	Varchar	20	Tingkat kepuasan
18	id_hasil	Int	5	Sebagai foreign key

### 3.5.4 Desain Antarmuka

Desain antarmuka merupakan bagian dari sistem yang akan digunakan untuk media interaksi antara sistem dengan pengguna sistem (*user*). Adapun tampilan desain antarmuka dari aplikasi klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru menggunakan metode C4.5. Untuk desain antarmuka dapat dilihat sebagai berikut:



**Gambar 3.15** Desain Antarmuka

Pada Gambar 3.15 yang merupakan desain antarmuka dan memiliki tampilan – tampilan sebagai berikut :

1. Dashboard

Menu ini merupakan awal sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru.

2. Data *Training*

Menu data training berfungsi untuk menampilkan data training serta dapat menambah dan mengupload data dari dokumen excel.

3. Data Testing

Menu data testing berfungsi untuk membaca perhitungan nilai entropy dan nilai gain.

4. Rule Pohon Keputusan

Menu rule pohon keputusan berfungsi untuk mengetahui tingkat kepuasan dengan kasus yang baru, klasifikasi yang dilakukan bisa dengan satu kasus yang ataupun dengan banyak kasus.

5. Uji Akurasi

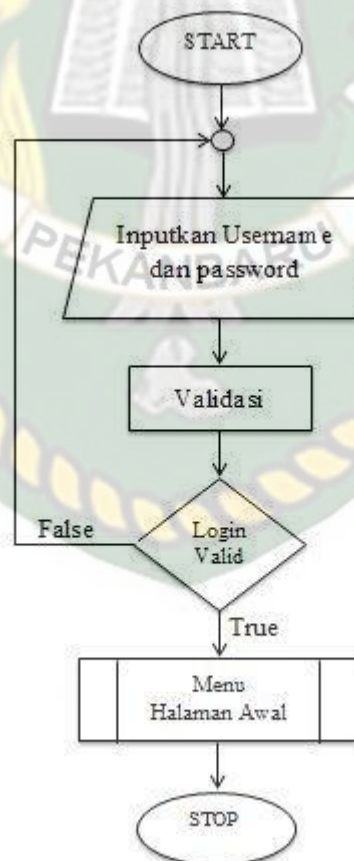
Menu uji akurasi merupakan menu tampilan dari perhitungan data training yang akan mendapatkan akurasi dari data itu sendiri.

### 3.5.5 Desain Logika Program

Desain logika program adalah skema atau bagan yang menunjukkan aliran data didalam suatu program dan menggambarkan urutan logika dari suatu prosedur pemecahan masalah. Adapun beberapa desain logika program sebagai berikut :

#### 1. Program *Flowchart Login*

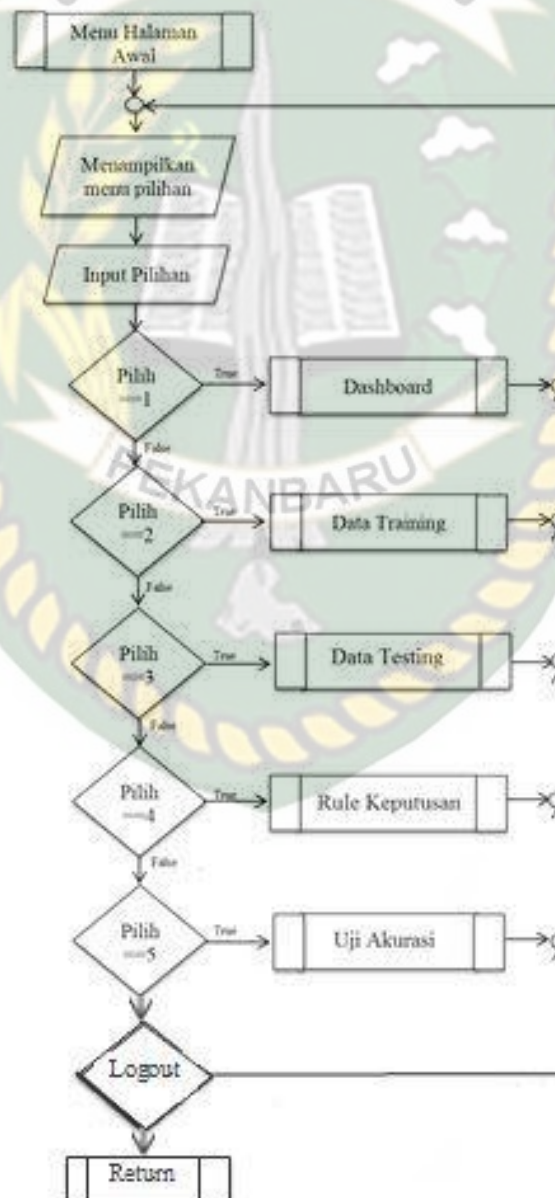
Program *flowchart login* adalah rancangan yang dibangun untuk menjelaskan aliran secara umum ketika *user* akan memulai menggunakan sistem yang dibangun, rancangan program *flowchart login* dilihat pada gambar 3.16.



**Gambar 3.16** Program *Flowchart Login*

## 2. Program *Flowchart* Menu Awal

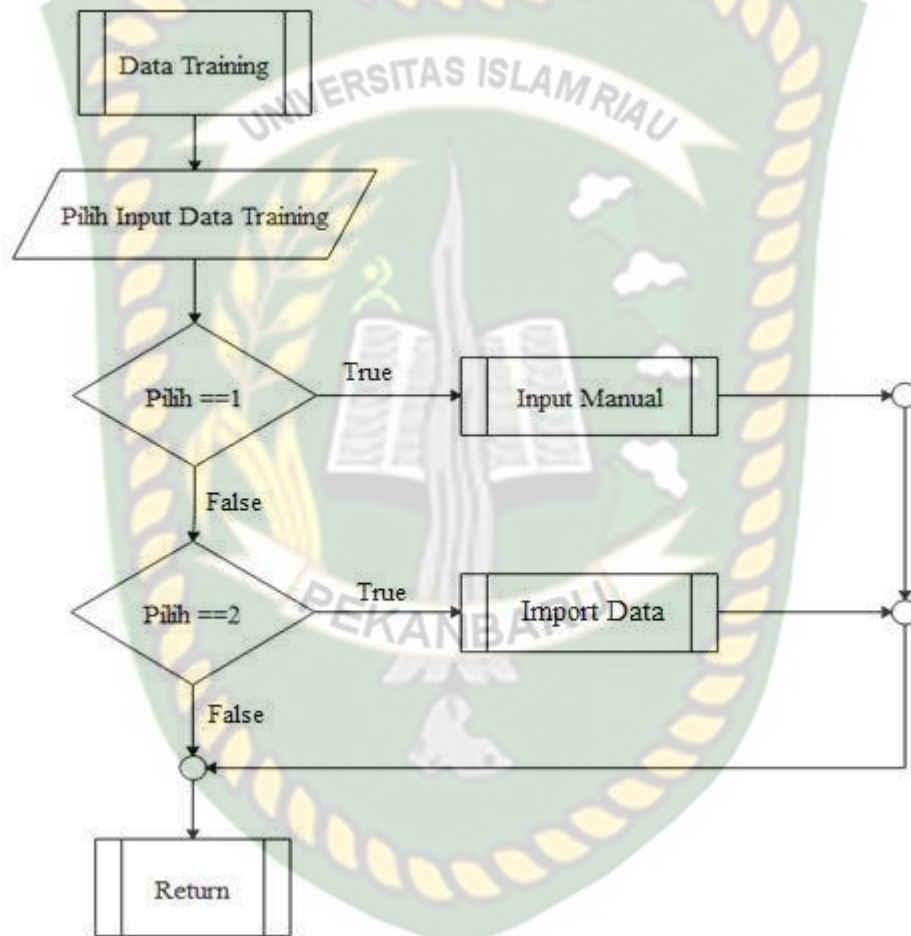
Program *flowchart* menu halaman awal adalah rancangan dibangun untuk menggambarkan aliran secara global yang terdapat dalam menu halaman awal *user*. Menu halaman awal merupakan rancangan menu yang dibangun untuk digunakan oleh *user* dalam mengolah berbagai data, rancangan program *flowchart* menu halaman awal dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Program *Flowchart* Menu Awal

### 3. Program *Flowchart* Data Training

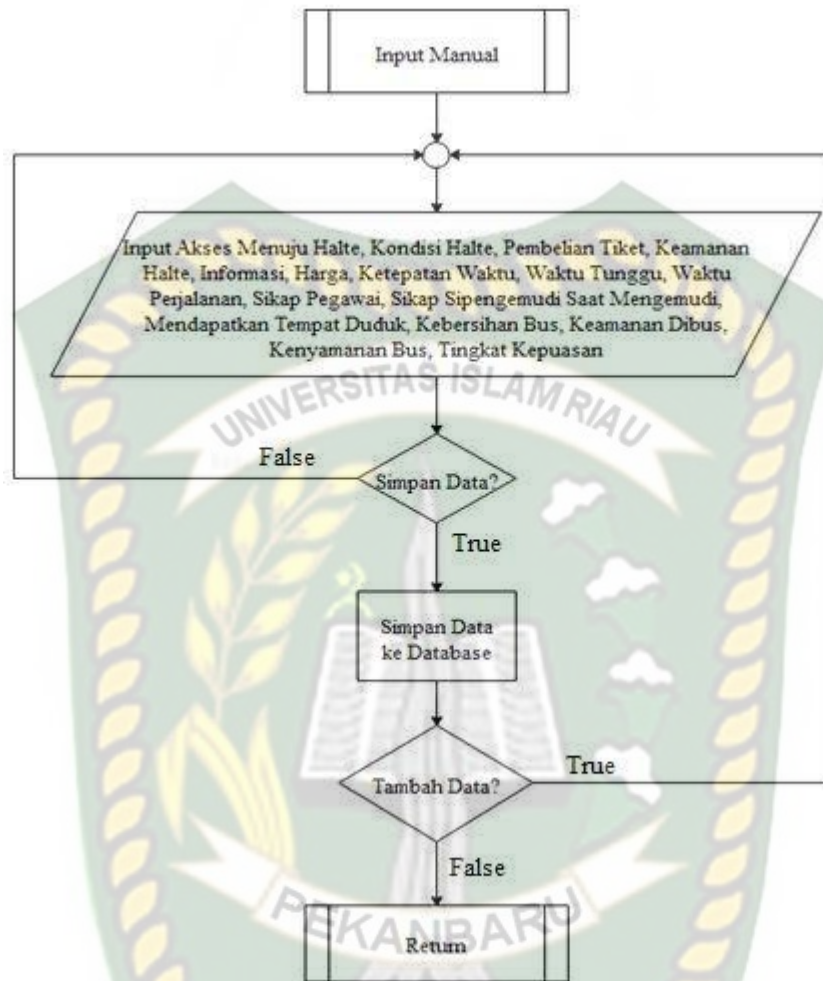
Program *flowchart* data training merupakan alur program yang merancang input data training yang akan tersimpan kedalam sistem. Pada *flowchart* data training memiliki 2 pilihan yaitu input data secara manual dan import data.



**Gambar 3.18** Program *Flowchart* Data Training

### 4. Program *Flowchart* Input Data Manual

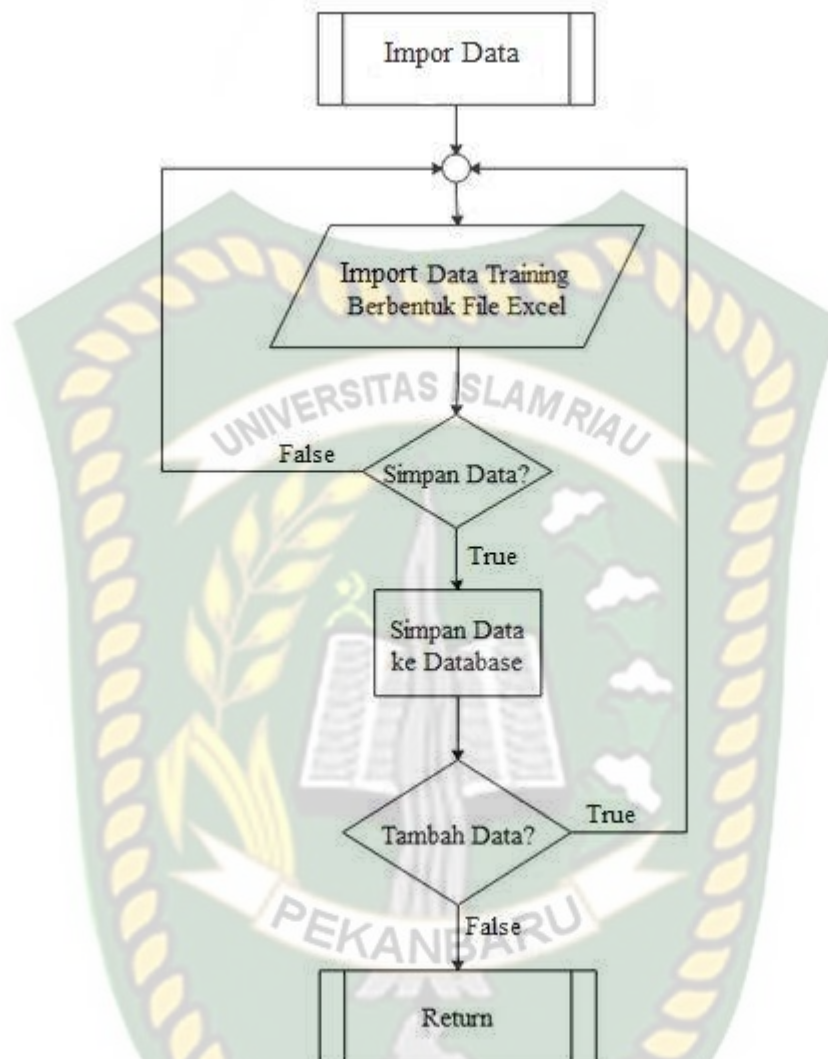
Program *flowchart* input manual adalah untuk menggambarkan penginputan data training secara manual. Adapun *flowchart* input data manual di tunjukkan pada gambar 3.19.



**Gambar 3.19** Program *Flowchart* Input Data Manual

5. Program *Flowchart Import Data Training*

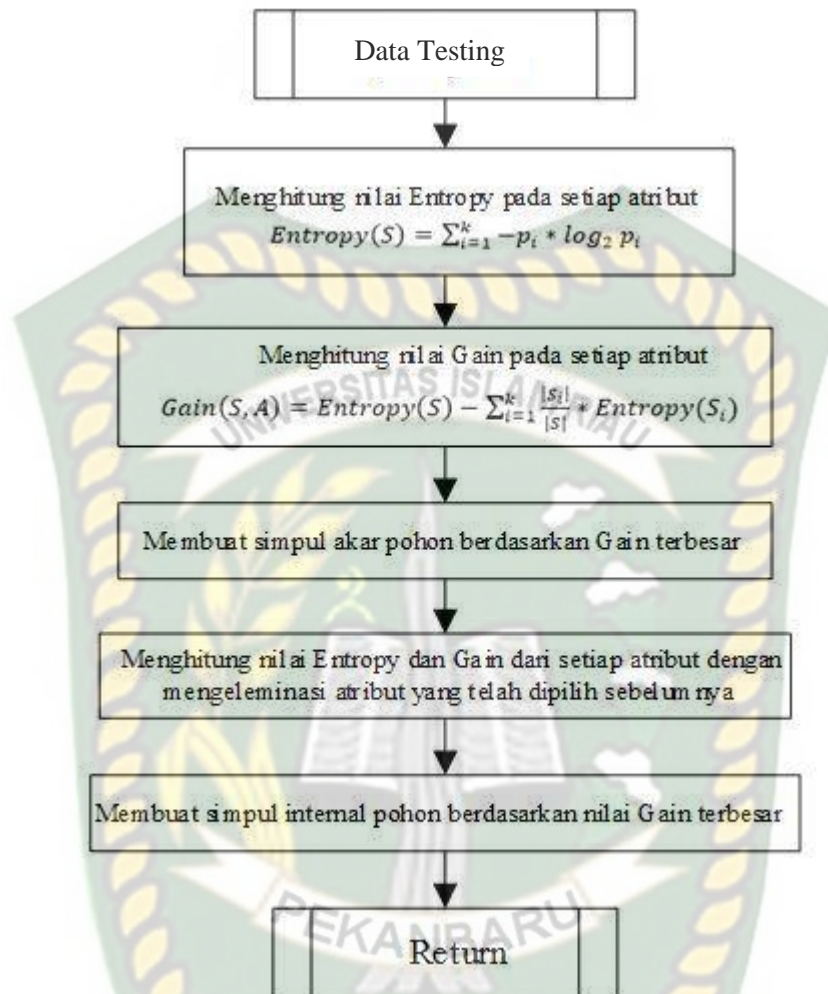
Program *flowchart import* data adalah untuk menggambarkan alur data yang mana data yang cukup banyak dan dokumen masih dalam bentuk excel. Adapun *flowchart import* data di tunjukkan pada gambar 3.20.



**Gambar 3.20** Program *Flowchart Import Data Training*

6. Program *Flowchart Data Testing*

Program *flowchart data testing* adalah untuk menggambarkan alur dari data yang akan mencari perhitungan nilai entropi dan gain. Adapun *flowchart data testing* dapat dilihat pada gambar 3.21.

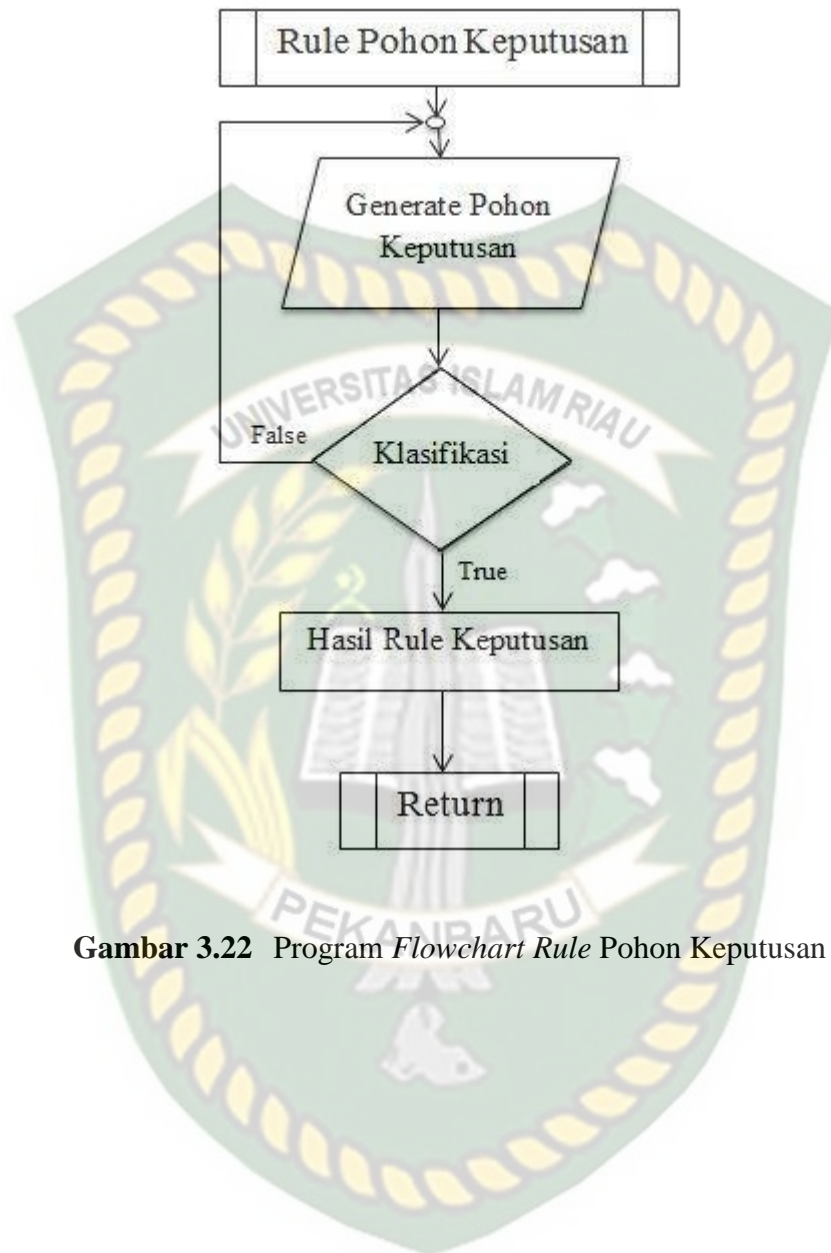


**Gambar 3.21** Program *Flowchart* Data Testing

#### 7. Program *Flowchart* Rule Pohon Keputusan

Program *flowchart rule* pohon keputusan adalah untuk menggambarkan alur data klasifikasi yang mana data baru langsung bisa diproses untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru. Adapun *flowchart rule* pohon keputusan dapat dilihat pada gambar 3.22.





**Gambar 3.22** Program *Flowchart* Rule Pohon Keputusan

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penjelasan dari analisa dan rancangan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya berkaitan dengan klasifikasi tingkat kepuasan terhadap pelayanan Bus Trans Metro Pekanbaru berbasis web menggunakan metode *C4.5*, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan implementasi dan pengujian terhadap sistem, dimana terdapat beberapa pengujian yang dilakukan terhadap sistem untuk mendapatkan hasil atau kesimpulan mengenai sistem yang telah dibuat, pertama pengujian dengan menggunakan *black box* dan pengujian terhadap aturan sistem yang akan diuji oleh data.

#### 4.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian dengan menggunakan metode *black box* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah dibangun atau diimplementasikan dengan benar serta sesuai antara kinerja sistem dengan daftar kebutuhan yang diharapkan. *Black box (black box testing)* adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsionalitas, khususnya pada *input* dan *output* aplikasi (apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum).

##### 4.1.1 Pengujian *Login*

*Login* adalah tahapan yang harus dilakukan oleh pengguna untuk menggunakan sistem. Tahapan *login* merupakan hal yang penting karena apabila

pengguna tidak berhasil melakukan *login* maka proses pengolahan data tidak dapat dilakukan. Proses *login* dapat dilihat pada gambar 4.1



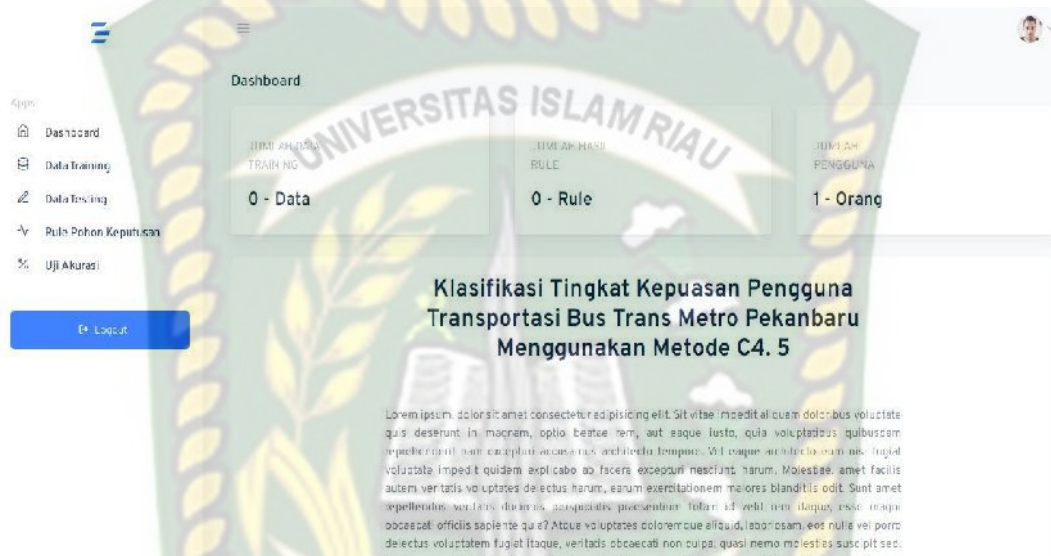
**Gambar 4.1** Proses *Login*

Adapun hasil pengujian proses *login* dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Tabel Proses *Login*

No	Fungsi yang diuji	Cara menguji	Hasil yang diterapkan	Hasil setelah pengujian	Kesimpulan hasil pengujian
1	<i>Login</i>	Mengosongkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Muncul pesan (masukkan <i>username</i> atau <i>password</i> )	Muncul pesan (masukkan <i>username</i> atau <i>password</i> )	Sesuai yang diharapkan
		Mengisi <i>username</i> dan <i>password</i>	Membuka halaman menu utama	Membuka halaman menu utama	Sesuai yang diharapkan

Setelah pengguna berhasil melakukan *login* maka sistem akan menampilkan menu yang disediakan untuk pengguna. Ada 4 menu yang disediakan untuk mengolah data klasifikasi tingkat kepuasan pengguna transportasi bus trans metro pekanbaru.



**Gambar 4.2 Hasil Login**

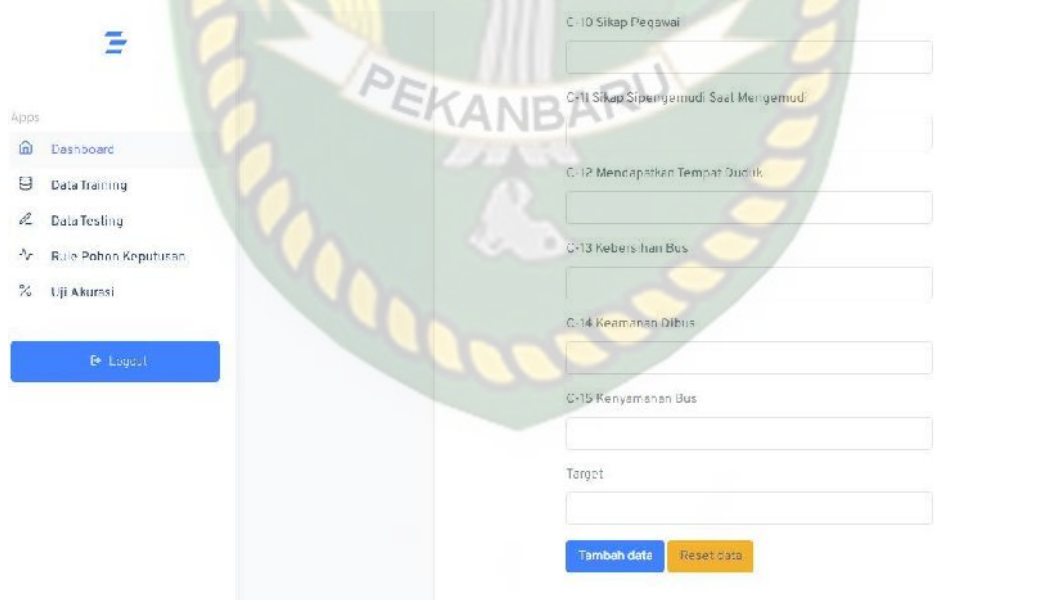
#### 4.1.2 Pengujian Data *Training*

Pada data training pengguna disajikan dengan tampilan tabel data, yang dimana pengguna bisa melakukan tambah data dengan manual ataupun dengan *import data excel*.



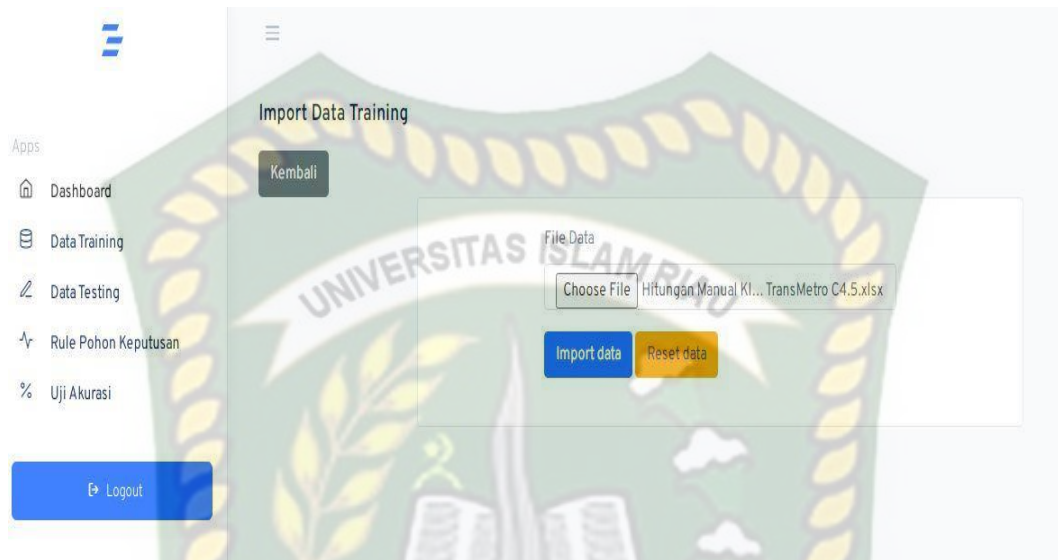
**Gambar 4.3** Menu Tampilan Data *Training*

Berdasarkan gambar di atas terlihat tabel yang mana itu adalah tabel data training, dan jika pengguna ingin menambahkan data yang tidak banyak bisa dengan melakukan tambah data.



**Gambar 4.4** Menu Tampilan Tambah Data Training

Jika pengguna ingin menambahkan data yang cukup banyak dan file dengan dokumen excel bisa melakukan *import* data, seperti gambar 4.5.



**Gambar 4.5** *Import Data*

Setelah berhasil melakukan *import* data, maka data akan disimpan ke database dan ditampilkan menu data *training*.

#	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Tan
1	Mudah	Bersih	Sangat Mudah	Aman	Mudah	Wajar	Kadang-kadang	Wajar	Wajar	Ramah	Aman Dan Nyaman	Sering	Bersih	Aman	Nyaman	P
2	Mudah	Bersih	Sangat Mudah	Aman	Sulit	Wajar	Kadang-kadang	Wajar	Wajar	Ramah	Aman Dan Nyaman	Kadang-kadang	Bersih	Aman	Nyaman	P
3	Mudah	Kotor	Mudah	Aman	Mudah	Wajar	Kadang-kadang	Wajar	Wajar	Ramah	Aman Dan Nyaman	Sering	Bersih	Aman	Nyaman	P
4	Mudah	Bersih	Sangat Mudah	Aman	Mudah	Wajar	Kadang-kadang	Tidak Wajar	Wajar	Sangat Ramah	Aman Dan Nyaman	Selalu	Bersih	Sangat Aman	Nyaman	P

**Gambar 4.6** Hasil Import Data

Pada gambar 4.6 dijelaskan pada menu data *training* bisa menambahkan data secara banyak dengan mengimport *file excel* yang berisikan data pengguna bus TMP dan bisa menyesuaikan terlebih dahulu format *file excel*nya sebelum di *import*. Adapun kesimpulan pengujian menu halaman data *training* dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Kesimpulan Pengujian Data Training

Komponen yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Menu data <i>training</i>	Mengklik menu data <i>training</i> .	Sistem menampilkan menu data <i>training</i>	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan
	Mengklik tombol tambah data.	Sistem menampilkan form tambah data manual.	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan
	Mengisi semua inputan mengklik tombol tambah.	Data <i>training</i> baru berhasil ditambahkan dan menampilkan pesan: Data berhasil ditambahkan.	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan
	Mengklik tombol <i>import excel</i> .	Sistem menampilkan form tambah data <i>import file excel</i> .	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan
	Mengimportkan data <i>training</i> sesuai dengan format <i>excel</i> .	Data <i>training</i> baru berhasil ditambahkan dan menampilkan pesan: Data berhasil ditambahkan.	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan

#### 4.1.3 Pengujian Data Testing

Pada saat pengguna memilih menu data testing, maka akan ada tampilan form untuk data testing yang dimana form tersebut diisi secara manual. Setelah pengisian form telah dilakukan dengan menekan klasifikasi, maka sistem akan membaca data dan mengklasifikan data testing tersebut, lalu akan menghasilkan rule pohon keputusan. Adapun proses dan hasil dari data testing bisa dilihat dari gambar 4.7 dan 4.8.

**Gambar 4.7** Tampilan Data Testing

Data Inputan													
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
Sangat Mudah	Bersih	Sangat Mudah	Aman	Mudah	Sangat Wajar	Jarang Atau Tidak Pernah	Tidak Wajar	Wajar	Sangat Remah	Aman Dan Nyaman	Kadang-kadang	Sangat Bersih	Sangat Aman

**Hasil Mining**

RULE ATRIBUT : [c14]==>[c1]==>[c2]==>[c3]

RULE NAMA ATRIBUT : [Keamanan Dibus ]==>[ Akses Menuju Halte ]==>[ Kondisi Halte ]==>[ Pembelian Tiket ]

RULE DATA : [SANGAT AMAN]==>[SANGAT MUDAH]==>[BERSIH]==>[SANGAT MUDAH]

HASIL TARGET : Sangat Pulas

Uji cobalah ?

**Gambar 4.8** Hasil Data Testing

Adapun kesimpulan dari pengujian menu data testing bisa dilihat pada tabel 4.3.



Tabel 4.3 Kesimpulan Pengujian Data Testing

Komponen yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Menu data <i>training</i> .	Mengklik menu data testing	Sistem akan menampilkan form data testing	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan
	Mengklik tombol Reset	Sistem akan menghapus form yang telah diisi menjadi kosong	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan
	Mengklik tombol klasifikasi	Sistem akan membaca dan memberikan hasil klasifikasi data testing	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan

#### 4.1.4 Pengujian Rule Pohon Keputusan

Adapun menu rule pohon keputusan, pengguna dapat mengetahui hasil dari klasifikasi tingkat kepuasan pengguna transportasi bus trans metro pekanbaru dengan menekan generate pohon keputusan. Proses dan hasil menu pohon keputusan dapat dilihat pada gambar 4.9 dan 4.10.



Gambar 4.9 Tampilan Menu Rule Pohon Keputusan

No.	Rule Atribut	Rule Dalam
1.	[c14]==>[c1]	[Sangat Aman]
2.	[c14]==>[c1]	[Tidak Aman]
3.	[c14]==>[c1]==>[c2]	[Sangat Aman]==>[Mu]
4.	[c14]==>[c1]==>[c2]	[Sangat Aman]==>[Sangat]
5.	[c14]==>[c1]==>[c2]	[Tidak Aman]==>[Mud]
6.	[c14]==>[c1]==>[c2]	[Tidak Aman]==>[Mur]
7.	[c14]==>[c1]==>[c2]	[Tidak Aman]==>[Mudah]
8.	[c14]==>[c2]==>[c1]==>[c3]	[Aman]==>[Bersih]==>[Mud]
9.	[c14]==>[c2]==>[c1]==>[c3]	[Aman]==>[Bersih]==>[Sangat]

**Gambar 4.10** Hasil Rule Pohon Keputusan Setelah Generate

Dari gambar diatas proses menu rule pohon keputusan adalah hasil dari data training yang mana hasil klasifikasinya dan rule pohon keputusannya terdapat di menu rule pohon keputusan. Adapun kesimpulan pengujian menu rule pohon keputusan dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Pengujian Rule Pohon Keputusan

Komponen yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Menu Rule Pohon Keputusan	Mengklik menu Rule Pohon Keputusan	Sistem akan menampilkan menu rule pohon keputusan	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan
	Mengklik Generate Rule Pohon Keputusan	Sistem akan menampilkan hasil klasifikasi pohon keputusan berbentuk rule	[✓] Sesuai Harapan. [ ] Tidak Sesuai Harapan

#### 4.1.5 Kesimpulan Hasil Pengujian *Black Box*

Setelah hasil dari pengujian dengan menggunakan black box, sistem yang sudah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari halaman menu yang disediakan semuanya berfungsi sesuai dengan yang diharapkan baik validasi maupun proses penanganan kesalahan.
2. Proses input data klasifikasi untuk menentukan tingkat kepuasan pengguna transportasi bus trans metro pekanbaru berhasil dilakukan.

#### 4.2 Pengujian Data Uji

Data uji merupakan sebuah proses puncak pada proses ini, yang mana pengguna melakukan klasifikasi untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna transportasi bus trans metro pekanbaru. Pada penelitian ini digunakan 33 data sebagai data testing untuk menentukan akurasi data klasifikasi dan 200 data sebagai data training.

##### 4.2.1 Pengujian Akurasi *Confusion Matrix*

Pengujian akurasi klasifikasi tingkat kepuasan pengguna TMP dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi klasifikasi pengguna transportasi bus trans metro pekanbaru yang dilakukan secara manual dengan menggunakan algoritma C4.5. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* yaitu sebuah matrik dari prediksi yang akan dibandingkan dari *attribute* asli dengan 33 data testing. Hasil pengujian klasifikasi tingkat kepuasan pengguna transportasi bus trans metro dapat dilihat pada tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Akurasi Berdasarkan Klasifikasi Tingkat Kepuasan

Data Ke	Hasil Output Data Aktual	Hasil Output Aplikasi	Keterangan
1	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
2	Puas	Puas	Sesuai
3	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
4	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
5	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
6	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
7	Puas	Puas	Sesuai
8	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
9	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
10	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
11	Puas	Puas	Sesuai
12	Puas	Puas	Sesuai
13	Puas	Puas	Sesuai
14	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
15	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
16	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
17	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
18	Puas	Mengecewakan	Tidak Sesuai
19	Puas	Puas	Sesuai
20	Mengecewakan	Mengecewakan	Sesuai
21	Mengecewakan	Mengecewakan	Sesuai
22	Mengecewakan	Mengecewakan	Sesuai
23	Puas	Puas	Sesuai
24	Puas	Puas	Sesuai
25	Mengecewakan	Mengecewakan	Sesuai
26	Puas	Mengecewakan	Tidak Sesuai
27	Mengecewakan	Puas	Tidak Sesuai
28	Puas	Puas	Sesuai
29	Puas	Puas	Sesuai
30	Puas	Puas	Sesuai
31	Puas	Puas	Sesuai
32	Sangat Puas	Sangat Puas	Sesuai
33	Mengecewakan	Mengecewakan	Sesuai

Berikut ini adalah tabel dari confusion matrix :

**Tabel 4.6** Tabel *Confusion Matrix*

<i>Confusion Matrix</i>	<i>Predicted Class</i>		
	Sangat Puas	Puas	Mengecewakan
Sangat Puas	13	0	0
Puas	0	11	2
Mengecewakan	0	1	6

Setelah melakukan klasifikasi lalu hitunglah nilai akurasi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{jumlah data yang diprediksi secara benar}}{\text{jumlah prediksi yang dilakukan}} \times 100\% \\
 &= \frac{13+11+6}{13+0+0+0+11+2+0+1+6} \times 100\% \\
 &= \frac{30}{33} \times 100\% \\
 &= 91\%
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Kesimpulan *Confusion Matrix*

Hasil pengujian akurasi dengan menggunakan *Confusion Matrix*, pengujian yang sudah dilakukan maka diperoleh kesimpulan adalah bahwa algoritma C4.5 dapat digunakan sebagai algoritma pengklasifikasi tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

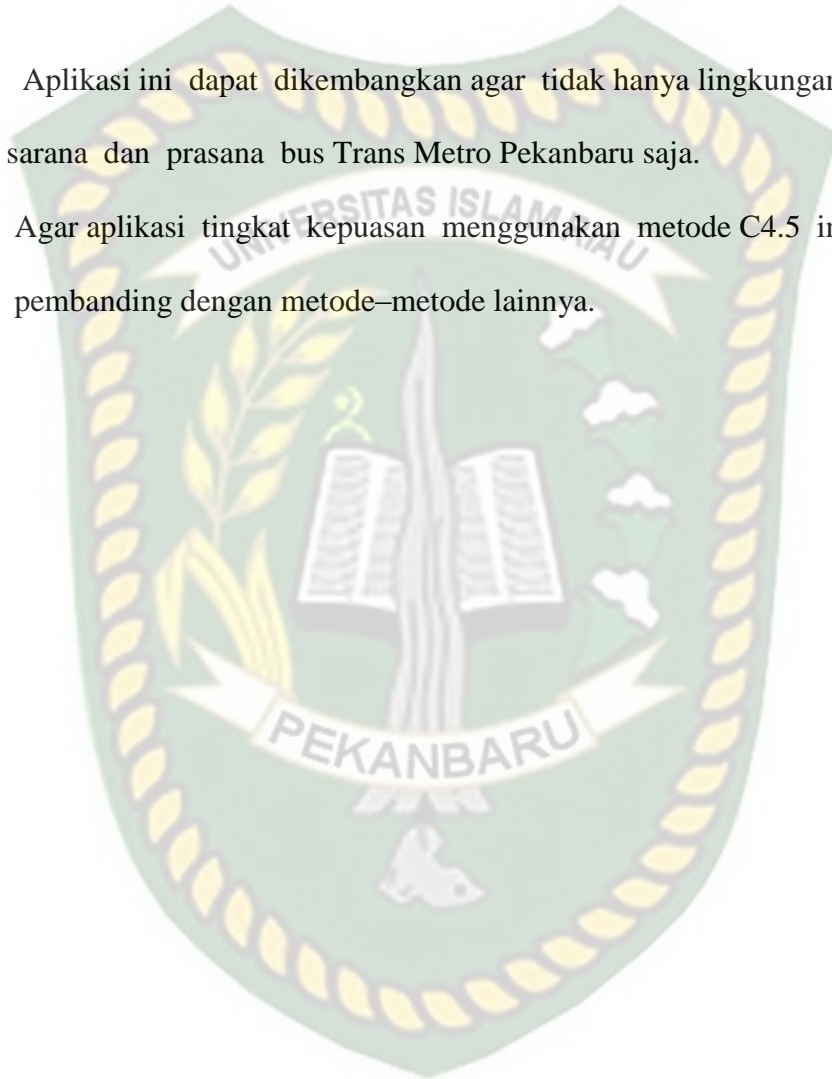
Berdasarkan analisa dan perancangan sistem, implementasi dan pengujian dari sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna transportasi bus Trans Metro Pekanbaru menggunakan metode *C4.5* ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan dibuatnya sistem klasifikasi tingkat kepuasan ini dapat membantu admin untuk mengklasifikasikan tingkat kepuasan pengguna jasa bus Trans Metro Pekanbaru.
2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan *Black box*, sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru ini sudah sesuai dengan yang diharapkan.
3. Berdasarkan hasil pengujian sistem klasifikasi tingkat kepuasan pengguna bus Trans Metro Pekanbaru menggunakan metode *C4.5* dengan 200 data *training* dan 33 data *testing* ini dapat memberikan klasifikasi yang akurat, karena dapat menghasilkan tingkat akurasi sebesar 91%.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang ada maka dapat dikemukakan saran–saran sebagai berikut :

1. Aplikasi ini dapat dikembangkan agar tidak hanya lingkungan pengelola sarana dan prasana bus Trans Metro Pekanbaru saja.
2. Agar aplikasi tingkat kepuasan menggunakan metode C4.5 ini bisa jadi pembandingan dengan metode–metode lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alber, Jefri. 2021. "Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Transportasi Bus Trans Metro menggunakan Metode Naive Bayes". Skripsi. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- Azwanti, Nurul dan Elisa, Erlin. 2020. "Analisa Kepuasan Konsumen Menggunakan Algoritma C4.5" *SNISTEK 3*. Batam : Universitas Putra Batam.
- Febriarini, Anggita Safitri dan Astuti, Erna Zuni. 2019. "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Kepuasan Penumpang Bus Rapid Transit (BRT) Trans Semarang" dalam *Jurnal Eksplora Informatika*. Semarang : Universitas Dian Nuswantoro.
- Handayanto, Rahmadya Trias dan Herlawati. 2016. *Pemrograman Basis Data di Matlab*. Jakarta : Infomatika.
- Mutaqqin, Muchammad Zaenal. 2017. "Kualitas Pelayanan Trans Metro Pekanbaru Sebagai Angkutan Umum Komuter Mahasiswa" dalam *Jurnal Saintis*. Pekanbaru : Universitas Islam Riau.
- Pambudi, Rizky Haqmanullah. Dkk. 2018. "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Nilai Kelulusan Siswa Sekolah Menengah Berdasarkan Faktor Eksternal" dalam *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Malang : Universitas Brawijaya.



Payne, Adrian. 2000. *The Essence of Service Marketing Pemasaran Jasa Edisi Kedua*. Yogyakarta : Andi.

Shiddiq, Ahmad. Dkk. 2018. “Analisa Kepuasan Konsumen Menggunakan Klasifikasi *Decesion Tree* di Restoran Dapur Solo” dalam *Generation Jurnal*. Kediri : Universitas Nusantara PGRI.

Sibero, Alexander F.K. 2011. *Kitab Suci Web Programming*. Yogyakarta : Medikom.

Thomas, Riko. 2020. “Klasfikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Transportasi Bus Trans Metro Pekanbaru Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors (KNN). Skripsi. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.

Wulandari, Retno Tri. 2017. *Data Mining*. Yogyakarta : Gava Media.