

Yessy Asri, ST., MMSI  
Dr. Dra. Dwina Kuswardani, Mkom  
Dr. Widya Nita Suliyanti, ST., MCompSc  
Chrystyna Monica Tambunan, ST

# ALGORITMA C4.5

**KLASIFIKASI TITIK DAN JENIS GANGGUAN  
PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG**



# **ALGORITMA C4.5**

## **KLASIFIKASI TITIK DAN JENIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG**

Yessy Asri, ST., MMSI

Dr. Dra. Dwina Kuswardani, MKom

Dr. Widya Nita Suliyanti, ST., MCompSc

Chrystyna Monica Tambunan, ST

# **ALGORITMA C4.5**

## **KLASIFIKASI TITIK DAN JENIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG**

**ISBN:** 978-623-133-242-4

**Penulis:** Yessy Asri, ST., MMSI

Dr. Dra. Dwina Kuswardani, MKom

Dr. Widya Nita Suliyanti, ST., MCompSc

Chrystyna Monica Tambunan, ST

**Tata Letak:** Yogi

**Desain Cover:** Widi

15,5 cm x 23 cm

xi + 122 Halaman

Cetakan Pertama, November 2023

**Diterbitkan Oleh:**

**Uwais Inspirasi Indonesia**

Anggota IKAPI Jawa Timur Nomor: 217/JTI/2019 tanggal 1 Maret 2019

**Redaksi:**

Ds. Sidoarjo, Kec. Pulung, Kab. Ponorogo

Email: Penerbituwais@gmail.com

Website: www.penerbituwais.com

Telp: 0352-571 892

WA: 0812-3004-1340/0823-3033-5859

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta, sebagaimana yang telah diatur dan diubah dari Undang-Undang nomor 19 Tahun 2002, bahwa:

### **Kutipan Pasal 113**

- (1) Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).



# KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Buku yang berjudul “Algoritma C4.5: Klasifikasi Titik Dan Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi Penyulang”.

Dalam buku ini penulis akan membahas mulai dari landasan teori dan metodologi, hingga tahap perhitungan, serta hasil yang telah dilakukan akan dikupas secara ringkas di dalam buku ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam pembuatan buku ini. Saran dan kritik yang konstruktif diharapkan untuk meningkatkan kualitas dari buku ini. Akhirnya, semoga buku ini turut memberikan kontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan, dan memberikan manfaat kepada para pembaca.

Jakarta, 2021

**Yessy Asri, ST., MMSI**



# DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                     | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                      | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                       | <b>ix</b>  |
| <b>BAB I Pendahuluan</b> .....                                  | <b>1</b>   |
| <b>BAB II Sistematis Dan Aplikasi Pada Tenaga Listrik</b> ..... | <b>4</b>   |
| 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....                       | 4          |
| 2.2 Gangguan Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik .....      | 7          |
| 2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....                         | 9          |
| 2.3.1 PMT .....   | 10         |
| 2.3.2 <i>Recloser</i> .....                                     | 11         |
| 2.4 Relay Proteksi.....   | 12         |
| 2.4.1 <i>Ground Fault Relay</i> (GFR) .....                     | 13         |
| 2.4.2 <i>Over Current Relay</i> (OCR).....                      | 14         |
| 2.5 <i>Fuse Cut Out</i> (FCO) .....                             | 15         |
| 2.6 Manajemen Gangguan Distribusi.....                          | 16         |
| 2.7 <i>Data Mining</i> .....                                    | 17         |
| 2.8 Algoritma C4.5 .....  | 21         |
| 2.9 Android .....   | 26         |
| 2.10 Kodular .....  | 27         |
| 2.11 XAMPP.....   | 30         |
| 2.12 Rapidminer .....   | 32         |
| 2.13 <i>Confusion Matrix</i> .....                              | 32         |
| 2.14 CRISP-DM.....  | 36         |
| <b>BAB III Penerapan Aplikasi Dan Langkah-Langkahnya</b> .....  | <b>44</b>  |
| 3.1 <i>Business Understanding</i> .....                         | 44         |
| 3.2 <i>Data Understanding</i> .....                             | 46         |
| 3.3 <i>Algorithm Preparation</i> .....                          | 48         |
| 3.4 <i>Modelling</i> .....                                      | 54         |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| 3.5  | <i>Evaluation</i> .....  | 71         |
| 3.6  | <i>Deployment</i> .....  | 74         |
| 3.7  | Perancangan Antarmuka .....  | 76         |
|  | 3.7.1 Halaman Login .....  | 77         |
|  | 3.7.2 Halaman Dashboard.....   | 80         |
|  | 3.7.3 Menu Lokasi Gangguan.....                                      | 83         |
|  | 3.7.4 Menu Perbaharui Status .....                                   | 85         |
|  | 3.7.5 Menu Pelaporan Titik Gangguan .....                            | 87         |
|  | 3.7.6 Menu Tambah Petugas .....                                      | 90         |
|  | 3.7.7 Menu Rekap Laporan Gangguan<br>Penyulang.....                  | 93         |
| <b>BAB IV User Interface Pada Aplikasi .....</b> |  | <b>95</b>  |
| 4.1  | Tampilan Halaman Login.....  | 95         |
| 4.2  | Tampilan Halaman Dashboard .....                                     | 96         |
| 4.3  | Tampilan Halaman dalam Menu Tambah Petugas ....                      | 97         |
| 4.4  | Tampilan Halaman dalam Menu Pelaporan<br>Titik Gangguan .....        | 99         |
| 4.5  | Tampilan Halaman dalam Menu Lokasi Gangguan..                        | 102        |
| 4.6  | Tampilan Halaman dalam Tombol Perbaharui<br>Status .....             | 104        |
| 4.7  | Tampilan Halaman dalam Menu Rekap Laporan<br>Gangguan Penyulang..... | 108        |
| 4.8  | Hasil <i>Confusion Matrix</i> .....                                  | 112        |
| <b>BAB V Penutup.....</b>                        |  | <b>113</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                      |  | <b>115</b> |
| <b>BIODATA PENULIS .....</b>                     |  | <b>120</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Ruang Lingkup Sistem Tenaga Listrik .....                          | 5  |
| Gambar 2.2  | PMT.....   | 11 |
| Gambar 2.3  | <i>Recloser</i> .....  | 12 |
| Gambar 2.4  | Prinsip Kerja <i>Ground Fault Relay</i> .....                      | 13 |
| Gambar 2.5  | Prinsip Kerja <i>Over Current Relay</i> .....                      | 14 |
| Gambar 2.6  | <i>Fuse Cut Out</i> .....  | 16 |
| Gambar 2.7  | Arsitektur Sistem Operasi <i>Android</i> .....                     | 27 |
| Gambar 2.9  | <i>Homepage Kodular</i> .....                                      | 29 |
| Gambar 2.9  | <i>Login pada Kodular</i> .....                                    | 29 |
| Gambar 2.10 | <i>Designer View</i> .....   | 30 |
| Gambar 2.11 | <i>Confusion Matrix</i> .....                                      | 33 |
| Gambar 2.12 | <i>Cross-Industry Standard Process Model for Data Mining</i> ..... | 37 |
| Gambar 3.1  | <i>Flowchart</i> Algoritma C4.5 .....                              | 55 |
| Gambar 3.2  | Pohon Keputusan Klasifikasi Titik Gangguan Node 1 .....            | 59 |
| Gambar 3.3  | Pohon Keputusan Klasifikasi Titik Gangguan Node 1.1 .....          | 61 |
| Gambar 3.4  | Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan <i>Node 1</i> .....     | 62 |
| Gambar 3.5  | Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan Node 1.1 .....          | 65 |
| Gambar 3.6  | Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan <i>Node 1.2</i> .....   | 68 |
| Gambar 3.7  | Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan <i>Node 1.3</i> .....   | 70 |
| Gambar 3.8  | Proses Uji Model Titik Gangguan .....                              | 71 |
| Gambar 3.9  | Pohon Keputusan Terkait Titik Gangguan ...                         | 72 |
| Gambar 3.10 | Daftar Aturan Terkait Titik Gangguan .....                         | 72 |
| Gambar 3.11 | Proses Uji Model Jenis Gangguan .....                              | 73 |
| Gambar 3.12 | Daftar Aturan Terkait Jenis Gangguan .....                         | 73 |



|   |     |
|---|-----|
| Gambar 3.13 Rancangan Tampilan Login .....                                  | 77  |
| Gambar 3.14 <i>Flowchart</i> Halaman <i>Login</i> .....                     | 78  |
| Gambar 3.15 Rancangan Tampilan <i>Dashboard</i> .....                       | 80  |
| Gambar 3.16 <i>Flowchart</i> Halaman <i>Dashboard</i> .....                 | 81  |
| Gambar 3.17 Rancangan Tampilan dalam Menu<br>Lokasi Gangguan .....          | 83  |
| Gambar 3.18 <i>Flowchart</i> Halaman Lokasi Gangguan .....                  | 84  |
| Gambar 3.19 Rancangan Tampilan dalam Menu<br>Perbaharui Status .....        | 85  |
| Gambar 3.20 <i>Flowchart</i> Halaman Perbaharui Status .....                | 86  |
| Gambar 3.21 Rancangan Tampilan dalam Menu<br>Pelaporan Titik Gangguan.....  | 88  |
| Gambar 3.22 <i>Flowchart</i> Pelaporan Titik Gangguan .....                 | 89  |
| Gambar 3.23 Rancangan Tampilan dalam Menu<br>Tambah Petugas .....           | 91  |
| Gambar 3.24 <i>Flowchart Menu</i> Tambah Petugas.....                       | 92  |
| Gambar 3.25 Rancangan Tampilan dalam Menu<br>Rekapan Laporan Gangguan ..... | 93  |
| Gambar 3.26 <i>Flowchart</i> Rekapan Laporan<br>Gangguan Penyulang.....     | 94  |
| Gambar 4.1 Tampilan Halaman <i>Login</i> .....                              | 96  |
| Gambar 4.2 Tampilan Halaman <i>Dashboard</i> .....                          | 97  |
| Gambar 4.3 Tampilan Halaman dalam Menu<br>Tambah Petugas .....              | 98  |
| Gambar 4.4 Tampilan Halaman dalam Menu Pelaporan<br>Titik Gangguan.....     | 100 |
| Gambar 4.5 Tampilan Notifikasi pada <i>Dashboard</i> .....                  | 101 |
| Gambar 4.6 Tampilan Halaman dalam Menu<br>Lokasi Gangguan .....             | 103 |
| Gambar 4.7 Tampilan dalam Tombol Perbaharui<br>Status.....                  | 104 |
| Gambar 4.8 Tampilan Hasil Klik Tombol Submit<br>Gangguan .....              | 105 |
| Gambar 4.9 Tampilan Tombol Normal Kembali .....                             | 106 |

|   |     |
|---|-----|
| Gambar 4.10 Tampilan Hasil Klik Tombol Kembali Normal.....                    | 107 |
| Gambar 4.11 Tampilan Halaman dalam Menu Rekap Laporan Gangguan Penyulang..... | 108 |
| Gambar 4.12 Tampilan Hasil Rekap Laporan Gangguan Penyulang.....              | 109 |
| Gambar 4.13 Proses Uji Validasi terhadap Jenis Gangguan.....                  | 110 |
| Gambar 4.14 Proses Uji Validasi terhadap Jenis Gangguan.....                  | 110 |
| Gambar 4.15 Akurasi untuk Jenis Gangguan.....                                 | 111 |
| Gambar 4.16 Akurasi untuk Titik Gangguan.....                                 | 112 |

## DAFTAR TABEL

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1  | Contoh Data Diskrit.....                              | 21 |
| Tabel 2.2  | Contoh Data Atribut Kosong .....                      | 23 |
| Tabel 2.3  | Keterangan Singkatan XAMPP .....                      | 31 |
| Tabel 2.4  | Contoh <i>Confusion Matrix</i> .....                  | 35 |
| Tabel 3.1  | Klasifikasi Titik Gangguan .....                      | 49 |
| Tabel 3.2  | Klasifikasi Jenis Gangguan.....                       | 49 |
| Tabel 3.3  | Nominalisasi untuk Klasifikasi Titik<br>Gangguan..... | 51 |
| Tabel 3.4  | Struktur Tabel FCO.....                               | 52 |
| Tabel 3.5  | Struktur Tabel FGTM .....                             | 53 |
| Tabel 3.6  | Struktur Tabel Gangguan .....                         | 53 |
| Tabel 3.7  | Struktur Tabel Login .....                            | 53 |
| Tabel 3.8  | Struktur Tabel Lokasi.....                            | 53 |
| Tabel 3.9  | Hasil Klasifikasi Titik Gangguan.....                 | 56 |
| Tabel 3.10 | Hasil Klasifikasi Titik Gangguan Node1.1 .....        | 59 |
| Tabel 3.11 | <i>Confusion Matrix</i> Titik Gangguan .....          | 74 |
| Tabel 3.12 | <i>Confusion Matrix</i> Jenis Gangguan.....           | 75 |



**P**LN sebagai penyedia distribusi jaringan listrik membangun sarana tenaga listrik seperti pembangkit, transmisi, dan distribusi jaringan listrik dari suatu Gardu Induk ke konsumen. Selain itu juga melakukan usaha-usaha untuk mencegah, meminimalisir gangguan pada pendistribusian listrik ke pelanggan.

Pada sistem pendistribusian listrik dapat terjadi gangguan. Penyebab gangguan yang berasal dari sistem antara lain tegangan dan arus abnormal, pemasangan kurang baik, beban lebih, kerusakan material seperti isolator pecah dan kawat putus. Penyebab gangguan yang berasal dari luar sistem antara lain gangguan mekanis dan pengaruh cuaca. Gangguan adalah keadaan tidak normal dimana keadaan ini dapat mengakibatkan terganggunya pelayanan tenaga listrik, gangguan tersebut berasal dari sistem maupun dari luar sistem (Rochman dkk., 2017). Jika gangguan tersebut dibiarkan secara terus-menerus akan menyebabkan kerugian bagi masyarakat dan perusahaan PLN dimana terjadinya penurunan keandalan sistem tenaga listrik dan kualitas energi yang disalurkan, dan kerusakan alat-alat kelistrikan.

Pada tahun 2020, pemantauan status gangguan PT. PLN UP3 Manokwari terhadap jaringan distribusi penyulang dapat dilihat pada layar *dispatcher* yang terhubung dengan SCADA yang memberikan informasi gangguan seadanya. Informasi detail terkait gangguan tersebut disampaikan oleh petugas lapangan kepada pimpinan dan staff lainnya melalui grup chat pada aplikasi *Whatsapp* atau disaat *briefing* pagi hari. Pimpinan tidak dapat mengetahui kondisi mengenai gangguan jaringan distribusi listrik, apabila pimpinan belum mendapatkan laporan secara *up to date*. Staf merekap laporan gangguan jaringan distribusi penyulang masih bersifat konvensional dan pencatatan rekapan gangguan tidak selamanya *real time*. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari Bapak Alek Setander selaku *Junior Officer* Administrasi Teknik UP3 Manokwari tercatat gangguan yang sering terjadi pada bulan Desember antara lain gangguan internal yang berasal dari sambungan listrik sebanyak 130 gangguan, kerusakan / gangguan eksternal sebanyak 65 gangguan, dan komponen gagal bekerja / rusak sebanyak 78 gangguan. Kantor UP3 Manokwari membutuhkan aplikasi yang dapat membantu petugas untuk pengelompokan titik gangguan sesuai identifikasi gangguan (gangguan kecil, gangguan sedang, dan gangguan besar) yang akan menginformasikan jika terjadi gangguan. Sistem aplikasi dapat menginformasikan lokasi gangguan dan jenis gangguan yang terjadi yang berguna untuk mengontrol dan memonitor kondisi jaringan distribusi saat dijalankan serta perekapan data gangguan lebih efisiensi dalam tenaga dan waktu.

Penulis akan membuat aplikasi yang mana jika terjadi gangguan yang terpantau pada *dispatcher*, petugas yang bertugas memantau akan menginput informasi terkait gangguan berupa beban gangguan, jam mulai gangguan, dan nama lokasi gangguan, setelah itu sistem aplikasi akan mengklasifikasi titik gangguan menggunakan algoritma C4.5

dan hasil klasifikasi titik gangguan tersebut akan ditampilkan berupa *indicator* warna. Petugas bagian lapangan (yantek) akan menerima pemberitahuan/*notification* terkait titik lokasi yang mengalami gangguan. Yantek akan segera ke lokasi gangguan, dan melaporkan detail gangguan dengan cara mengakses aplikasi, yantek akan mengirimkan data terkait detail gangguan yang berasal dari hasil inspeksi. Ketika yantek telah mengirimkan detail gangguan, maka sistem aplikasi akan mengklasifikasi detail gangguan tersebut menggunakan algoritma C4.5 kedalam delapan jenis gangguan FGTM (Frekuensi Gangguan Tegangan Menengah). Hasil klasifikasi tersebut dapat diexport ke dokumen *Excel*. Diharapkan juga, hasil pembahasan ini dapat menjadi acuan untuk menentukan titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyulang pada PT. PLN (Persero) UP3 Manokwari.

Pada pembahasan ini penulis menggunakan algoritma C4.5. Algoritma ini digunakan karena berdasarkan hasil *survey* sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma ini memiliki tingkat keakurasian yang tinggi (Sartika & Indra, 2017). Aplikasi ini juga dirancang dengan berbasis *android* untuk memudahkan pengguna dalam hal mengakses informasi, biaya dan waktu, dan sangat tepat untuk menjadi media pengimplementasian aplikasi ini. Tahapan pembahasan ini menggunakan metode *CRISP-DM* karena berdasarkan studi sebelumnya (Fadillah, 2015) mengatakan bahwa metode ini dapat digunakan untuk memecahkan masalah umum, metode ini lebih lengkap daripada metode *data mining* lainnya, fase metode ini terstruktur, dan mudah dipahami oleh pemula sekalipun.

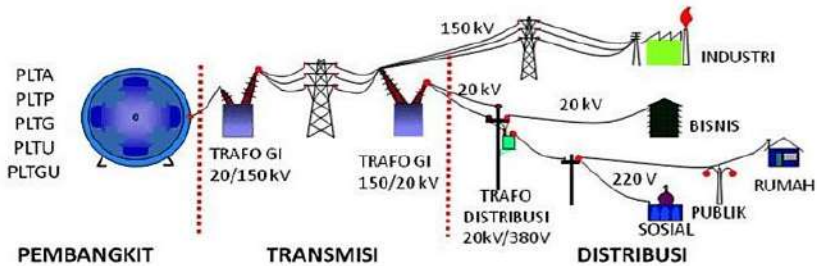
# SISTEMATIK DAN APLIKASI PADA TENAGA LISTRIK



## 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

**T**enaga listrik adalah energi yang diolah lalu ditransmisikan dan didistribusikan kepada konsumen guna memenuhi segala kebutuhan (Monantun, 2014). Sistem tenaga listrik terbagi menjadi 3 (tiga) antara lain yang pertama, sistem pembangkitan listrik yang biasanya ditandai dengan mesin-mesin pembangkit listrik dengan segala macam bahan bakarnya. Pada sistem pembangkitan listrik inilah terjadi proses konversi energi mekanik atau energi termal untuk menjadi tenaga listrik. Kemudian dengan adanya trafo, tegangan listrik tersebut akan dinaikkan untuk kemudian masuk kedalam sistem yang kedua yaitu sistem transmisi listrik. Pada sistem transmisi listrik, listrik tersebut akan ditransmisikan atau dialirkan ke daerah-daerah yang jauh. Pada saat listrik tersebut dialirkan ke daerah jauh, listrik tersebut akan melewati trafo dan tegangan akan diturunkan menjadi 20 KV. Kemudian, listrik akan didistribusikan menggunakan sistem yang ketiga yaitu sistem distribusi listrik hingga sampai ke pelanggan/konsumen.





**Gambar 2.1** Ruang Lingkup Sistem Tenaga Listrik

Berdasarkan tegangan, sistem distribusi listrik terbagi menjadi 2 (dua) bagian (Syahputra, 1995), antara lain:

### 1. Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan tegangan menengah ini disebut juga sistem jaringan tegangan primer. Jaringan ini terdiri dari Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) atau Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).

Jaringan tegangan menengah ini menghubungkan sisi sekunder trafo daya di gardu induk dan gardu distribusi. Tegangan yang disalurkan biasa sebesar 20kV. Dalam penyaluran tenaga listrik pada jaringan distribusi primer menggunakan 3 sistem saluran diantaranya saluran kawat udara, saluran kabel atau areal cable dan sistem kabel tanah.

Jaringan tegangan menengah yang digunakan oleh PLN yaitu 12 kV dan 20 kV. Adapun konstruksi jaringan tegangan menengah atau JTM terdiri dari sebagai berikut:

#### a. Saluran udara Tegangan Menengah atau SUTM

Merupakan konstruksi termurah yang digunakan untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama.

Konstruksi ini paling banyak digunakan di Indonesia untuk konsumen jaringan tegangan menengah. SUTM juga disebut jaringan kawat yang tidak berisolasi dan berisolasi. Ciri paling utama pada jaringan ini yaitu penggunaan penghantar yang telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi atau beton. Bagian – bagian utama dari jaringan ini adalah tiang beton atau besi, *cross arm* serta konduktor. Biasanya konduktor yang digunakan yaitu aluminium atau AAC yang berukuran 240 mm<sup>2</sup>, 150 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup>, dan 35 mm<sup>2</sup>.

b. Sakuran Kabel Tegangan Menengah atau SKTM

Konstruksi SKTM atau saluran kabel tegangan menengah ini termasuk konstruksi yang aman dan andal untuk pendistribusian tenaga listrik tegangan menengah, namun relatif mahal untuk penyaluran daya yang sama. Perbandingan dengan SUTM atau saluran udara tegangan menengah, penggunaan SKTM akan memperkecil atau meminimalisir angka resiko kegagalan operasi akibat faktor eksternal atau meningkatkan safety atau keamanan ketenagalistrikan.

2. Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan tegangan rendah ini disebut juga jaringan tegangan distribusi sekunder. Jaringan tegangan rendah ini menghubungkan gardu distribusi ke konsumen. Tegangan yang disalurkan adalah 220 volt. Jaringan Tegangan Rendah ialah jaringan tenaga listrik dengan tegangan rendah yang mencakup seluruh bagian jaringan tersebut beserta perlengkapannya. dari sumber penyaluran tegangan rendah tidak termasuk SLTR.

Sedangkan sambungan tenaga listrik tegangan rendah (SLTR) ialah penghantar di bawah atau di atas tanah termasuk peralatannya mulai dari titik penyambungan

pada JTR sampai dengan alat pembatas dan pengukur (App) (SPLN No.56 tahun 1984). Jaringan tegangan rendah merupakan jaringan yang berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik. Pada JTR sistem tegangan distribusi primer 20/11 kV diturunkan menjadi tegangan rendah 380/220V.

## 2.2 Gangguan Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Pada jaringan distribusi tenaga listrik sering terjadi gangguan-gangguan yang mengakibatkan terkendalanya penyaluran energi listrik ke pelanggan/konsumen (Monantun, 2014). Gangguan adalah kondisi-kondisi yang abnormal. Gangguan tersebut terkadang mengalami gangguan baik pada pembangkit, saluran distribusi, dan peralatan listrik lainnya. Gangguan yang sering terjadi biasa disebabkan oleh hubung singkat. Hubung singkat dapat terjadi karena penghantar fasa dengan fasa yang lain, hubungan antara penghantar fasa dengan netral tidak melalui beban, ataupun beberapa penghantar fasa terhubung dengan netral tanpa melalui netral.

Berdasarkan Edaran Direksi PT. PLN (Persero) No. 006. E/DIR/2007 tentang Pemantauan Dan Pelaporan Gangguan Jaringan Tegangan Menengah Secara Harian, gangguan pada jaringan distribusi tenaga listrik dapat digolongkan menjadi 2 (dua) macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem, antara lain:

1. Gangguan dari dalam sistem (*Internal*)  
Yaitu gangguan yang disebabkan oleh sistem itu sendiri. Misalnya gangguan hubung singkat, kerusakan pada alat, switching kegagalan isolasi, kerusakan pada pembangkit dan lain - lain

- a. I1 = Komponen JTM, antara lain : pemutus/pelebur, konektor, kawat, jumper, ikatan isolator, kabel, kotak sambungan, terminal kabel.
- b. I2 = Peralatan JTM, antara lain : isolator, *cut out*, arrester
- c. I3 = Gardu dan lainnya.
- d. I4 = Tiang roboh atau kerusakan bagian-bagian tiang lainnya.

## 2. Gangguan dari luar sistem (*Eksternal*)

Yaitu gangguan yang disebabkan oleh alam atau diluar sistem. Misalnya terputusnya saluran/kabel karena angin, badai, petir, pepohonan, layang - layang dan sebagainya.

- a. E1 = Pohon
- b. E2 = Bencana alam, antara lain: angin kencang, hujan lebat, banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan bencana alam lainnya
- c. E3 = Pekerjaan pihak III atau binatang
- d. E4 = Layang-layang/umbul-umbul

Gangguan jaringan distribusi penyulang dapat diklasifikasi berdasarkan lama gangguannya yaitu gangguan masuk aman dan gangguan permanen. Gangguan masuk aman adalah gangguan yang terjadi tanpa harus dicari tahu penyebabnya karena gangguan ini akan kembali normal dengan sendirinya. Gangguan masuk aman juga disebut dengan gangguan bersifat temporer. Sedangkan gangguan permanen adalah gangguan yang tidak akan hilang dan harus dicari tahu penyebabnya agar dilakukan penanganan. Biasanya gangguan permanen ini disebabkan oleh kerusakan peralatan.

## 2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik

Sistem proteksi tenaga listrik adalah sistem proteksi yang dilakukan kepada peralatan-peralatan listrik yang terpasang pada suatu sistem tenaga misanya generator, transformator jaringan dan lain-lain, terhadap kondisi abnormal operasi sistem itu sendiri. Kondisi abnormal itu dapat berupa antara lain: hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih, frekuensi sistem rendah, asinkron dan lain-lain.

Sistem pengaman tenaga listrik merupakan sistem pengaman pada peralatan-peralatan yang terpasang pada sistem tenaga listrik, seperti generator, bus bar, transformator, saluran udara tegangan tinggi, saluran kabel bawah tanah, dan lain sebagainya terhadap kondisi abnormal operasi sistem tenaga listrik tersebut (J. Soekarto, 1985).

Sistem proteksi terhadap tenaga listrik ialah sistem pengamanan yang dilakukan terhadap peralatan-peralatan listrik, yang terpasang pada sistem tenaga listrik tersebut. Misalnya Generator, Transformator, Jaringan transmisi atau distribusi dan lain-lain terhadap kondisi operasi abnormal dari sistem itu sendiri (Kemendikbud 2013;8)

Sistem proteksi tenaga listrik adalah suatu sistem tenaga listrik yang berfungsi mengamankan peralatan listrik yang diakibatkan oleh gangguan internal dan eksternal (Syahputra, 1995). Sistem proteksi memiliki fungsi sebagai pendeteksi gangguan dan memisahkan sistem yang mengalami gangguan agar sistem lainnya dapat terus beroperasi. Sistem proteksi adalah suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab yang lainnya.

Sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja (mengalirkan arus ke beban atau konsumen). Jadi pada hakekatnya pengaman pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga.

Sistem proteksi merupakan suatu cara untuk mencegah atau membatasi kerusakan peralatan terhadap gangguan, sehingga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dapat dipertahankan. Sistem proteksi penyulang tegangan menengah adalah pengamanan yang terdapat pada sel-sel tegangan menengah di Gardu Induk dan pengaman yang terdapat pada jaringan tegangan menengah. Penyulang tegangan menengah ialah penyulang tenaga listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah (6 kV - 20 kV), yang terdiri dari: Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), dan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM).

### 2.3.1 PMT

PMT (Pemutus Tenaga) disebut juga sebagai *Circuit Breaker* yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus hubung listrik jika terjadi gangguan ataupun pada kondisi normal (Drs. F.J. Tasiam, 2017). Pada jaringan distribusi penyulang, biasanya PMT dipasang pada gardu induk. Beberapa hal yang dituntut oleh suatu PMT atau *Circuit Breaker* (CB), antara lain:

1. Mampu menutup dan dialiri arus beban penuh dengan waktu yang lama.
2. Membuka otomatis untuk memutuskan beban lebih.
3. Jika terjadi gangguan hubung singkat, PMT diharap mampu memutus beban dengan cepat.
4. Mampu dialiri arus gangguan hubung singkat.

Pemutus tenaga listrik (PMT) apabila terjadi gangguan akan menghasikan arus listrik yang relatif sangat besar, pada saat PMT bekerja sangat berat saat kondisi peratalatan PMT menurun dikarenakan kurangnya pemeliharaan sehingga PMT bekerja tidak sesuai lagi dengan kemampuan dengan daya yang akan di putusnya, maka pada PMT tersebut dapat rusak (meledak).



**Gambar 2.2** PMT

### **2.3.2 Recloser**

*Recloser* disebut juga sebagai penutup balik otomatis (PBO) yang berfungsi sebagai proteksi jika terjadi gangguan, sisi hilir membuka otomatis dan kembali menutup hingga beberapa kali tergantung pada penyetelannya. *Recloser* akan terus membuka jika gangguan yang sedang terjadi bersifat permanen atau gangguan tersebut belum hilang (Drs. F.J. Tasiyam, 2017). Penyetelan *recloser* dapat dilakukan secara manual dan menggunakan *remote*. Selain menjadi penutup balik otomatis, *recloser* juga berfungsi

sebagai membatasi daerah yang mengalami gangguan permanen dan melokalisir daerah tersebut. Dalam distribusi tenaga listrik, recloser, atau autorecloser, adalah pemutus sirkuit yang dilengkapi dengan mekanisme otomatis yang dapat menutup setelah terjadi suatu kesalahan yaitu trip. Recloser digunakan pada SUTM untuk mendeteksi dan menanggulangi jika terjadi kesalahan sesaat.



**Gambar 2.3** *Recloser*

## 2.4 Relay Proteksi

Relay proteksi adalah susunan piranti, baik elektronik maupun magnetik yang direncanakan untuk mendeteksi suatu kondisi tidak normalan pada peralatan listrik yang bisa membahayakan peralatan tersebut. Jika bahaya itu muncul maka relay pengaman akan secara otomatis memberikan sinyal atau perintah untuk membuka pemutus

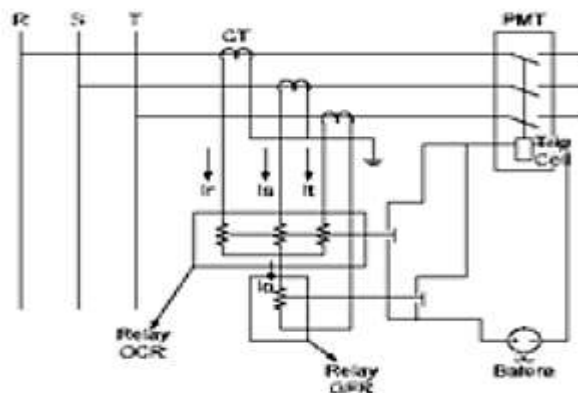


tenaga (*circuit breaker*) agar bagian yang terganggu dapat dipisahkan dari sistem yang normal.

Relay proteksi adalah salah satu peralatan listrik penting dalam sistem proteksi tenaga listrik (Agung Budhi Udiana dkk., 2017). Relay proteksi berfungsi dalam penentu letak dan jenis gangguan. Selain itu juga, relay proteksi berfungsi sebagai penentu penutupan atau pemutusan saluran setiap tenaga listrik yang mengalami gangguan atau mengalami situasi abnormal, agar gangguan tersebut tidak menyebar ke daerah yang tidak mengalami gangguan (Drs. F.J. Tasiam, 2017).

#### 2.4.1 **Ground Fault Relay (GFR)**

*Ground Fault Relay* disebut sebagai relay gangguan tanah. GFR hanya memiliki 1 (satu) fasa, dan memiliki prinsip kerja memproteksi pada kondisi normal dengan beban (Pafela & Hamdani, 2017). Perbedaan antara GFR dan OCR adalah OCR memproteksi adanya gangguan hubung singkat pada fasa, sedangkan GFR memproteksi adanya gangguan hubung singkat ke tanah.

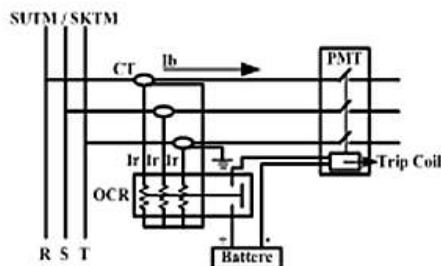


**Gambar 2.4** Prinsip Kerja *Ground Fault Relay*

### 2.4.2 Over Current Relay (OCR)

Relay arus lebih atau Over Current Relay (OCR) memproteksi instalasi listrik terhadap gangguan antar fasa. Sedangkan untuk memproteksi terhadap gangguan fasa tanah digunakan relay Arus gangguan tanah atau Ground Fault Relay (GFR). Prinsip kerja GFR sama dengan OCR yang membedakan hanyalah pada fungsi dan elemen sensor arus. OCR biasanya memiliki 2 atau 3 sensor arus (untuk 2 atau 3 fasa) sedangkan GFR hanya memiliki 1 sensor arus (satu fasa). Waktu kerja relay OCR maupun GFR tergantung nilai setting dan karakteristik waktunya.

*Over Current Relay* disebut sebagai relay arus lebih. Relay OCR bekerja memproteksi arus beban gangguan lebih atau melewati arus gangguan normal antar fasa. OCR memiliki 3 (tiga) fasa. Penyebab terjadinya arus beban gangguan lebih adalah terjadinya gangguan arus hubung singkat atau overload (Pafela & Hamdani, 2017). Prinsip kerja *Over Current Relay* yaitu pada saat terjadi gangguan akibat hubung singkat, relay ini akan memerintah pemutus tegangan untuk melakukan *trip* yang bertujuan agar gangguan tersebut tidak menyebar ke daerah yang tidak mengalami gangguan dan juga terhindar dari kerusakan alat-alat listrik.



**Gambar 2.5** Prinsip Kerja *Over Current Relay*

## 2.5 Fuse Cut Out (FCO)

*Fuse Cut Out* (FCO) adalah peralatan listrik yang berfungsi sebagai pemutus arus gangguan, yang terpasang pada jaringan distribusi tegangan menengah (Drs. F.J. Tasiyam, 2017). *Fuse Cut Out* berbentuk sehelai kawat dan memiliki penampang yang ukurannya disesuaikan dengan arus yang dapat mengalir kawat tersebut. Cara kerja dari *Fuse Cut Out* yaitu dengan cara meleburkan *fuse link*, dimana *fuse link* tersebut merupakan elemen inti dari FCO.

Jika arus yang mengalir pada *fuse cut out* melampaui batas, maka *fuse link* akan dileburkan, yang bertujuan agar memisahkan daerah yang tidak terkena gangguan dengan daerah yang mengalami gangguan. Fuse cut out ataupun biasa disingkat FCO merupakan perlengkapan perlindungan yang bekerja apabila terjadi kendala arus lebih. Perlengkapan ini akan memutuskan rangkaian listrik yang satu dengan yang lain apabila dilewati arus yang melewati kapasitas kerjanya.

Ada pula metode perlindungannya merupakan dengan melelehkan fuse link, sehingga bisa memisahkan antara bagian yang sehat serta yang tersendat. Sebaliknya fuse link itu sendiri merupakan elemen inti dari FCO yang terletak di dalam fuse holder serta memiliki titik lebur tertentu.

Bila beban jaringan setelah FCO memegang titik lebur tersebut, hingga fuse link hendak meleleh serta hendak memisahkan jaringan saat sebelum FCO dengan jaringan setelah FCO. Cut out umumnya digunakan pada jaringan distribusi 20 kV untuk perlindungan trafo distribusi dari arus lebih akibat hubung pendek, serta pula diletakkan pada percabangan buat perlindungan jaringan.

Tetapi terdapat kelemahan dari pengaman tipe ini, adalah penggunaannya terbatas pada penyaluran energi yang kecil, dan tidak dilengkapi dengan perlengkapan peredam busur api yang mencuat pada dikala terjalin kendala hubung pendek.



**Gambar 2.6** *Fuse Cut Out*

## 2.6 Manajemen Gangguan Distribusi

Dalam sistem jaringan distribusi tenaga listrik, manajemen gangguan berguna untuk mengurangi waktu pemadaman (Rochman dkk., 2017). Penurunan tegangan yang besar pada sistem harus segera diupayakan karena jika dibiarkan akan menyebabkan penurunan keandalan sistem tenaga listrik seperti kerusakan alat-alat yang bersangkutan. Management gangguan pada jaringan distribusi terdiri dari tiga hal, antara lain:

1. Mengidentifikasi lokasi gangguan
2. Isolasi gangguan
3. Pemulihan sistem

## 2.7 Data mining

*Data mining* merupakan sebuah proses pengumpulan informasi penting dari sebuah data yang besar. Pengumpulan informasi penting tersebut dilakukan melalui beberapa proses yang meliputi metode statistika, matematika maupun teknologi artificial intelligence. Secara lebih khusus, definisi *data mining* yaitu sebuah alat serta aplikasi yang memakai analisis statistik pada data dan menyaring serta menyimpan semua data tersebut.

*Data mining* adalah disiplin ilmu yang mendalami metode untuk menemukan pola dari suatu himpunan data yang banyak untuk membantu dalam sebuah pengambilan keputusan ataupun memprediksi suatu kejadian di masa yang akan datang (Mardi, 2017). *Data mining* ini memiliki banyak fungsi.

Tetapi, yang paling utama adalah sebagai fungsi *descriptive* dan fungsi *predictive*. Fungsi *data mining* yang lainnya, yaitu: *characterization, discrimination, association, classification, clustering, outlier and trend analysis*, dan sebagainya. *Data mining* muncul pada tahun 1990. *Data mining* juga memiliki banyak nama antara lain *Knowledge Discovery in Database (KDD), knowledge extraction, pattern analysis, information harvesting, dan business intelligence*. Terdapat beberapa proses dalam *data mining (data preprocessing)*, antara lain:

### 1. *Data cleaning*

*Data cleaning* merupakan salah satu tahap pada *data mining*. *Data cleaning* biasa disebut dengan *data cleansing* atau *scrubbing*.

Proses ini berkaitan dengan menghapus data yang bersifat *noise*, menghilangkan data duplikasi,

memperbaiki sejumlah data yang bermasalah, melakukan pembersihan data yang tidak lengkap, data yang *error*, dan tidak konsisten. *Data cleaning* dapat dilakukan dengan satu sumber atau beberapa sumber data. Pada satu atau beberapa sumber data juga terdapat permasalahan pada level skema ataupun level instance.

Permasalahan pada level skema dapat diselesaikan dengan perbaikan desain, translation dan schema integration. Sedangkan pada tingkat instance terdapat kesalahan dan inkonsistensi pada data yang menjadi fokus permasalahan yang dapat diselesaikan dengan *data cleaning*.

## 2. Data Selection

Menciptakan himpunan data target, pemilihan himpunan data, atau memfokuskan pada subset variabel atau sampel data, dimana penemuan *discovery* akan dilakukan. Hasil seleksi disimpan dalam suatu berkas, terpisah dari basis data operasional. Tahapan Proses KDD. Proses ini berkaitan dengan pemilihan data dari sekumpulan data sebelum proses penggalian informasi dalam *data mining*.

## 3. Transformation

Merupakan proses integrasi pada data yang telah dipilih, sehingga data sesuai untuk proses *data mining*. Merupakan proses yang sangat tergantung pada jenis atau pola informasi yang akan dicari dalam basis data. Data bisa diperkaya dengan data atau informasi eksternal yang relevan Tahapan Proses KDD. Proses ini berkaitan dengan berubahnya suatu data yang terpilih atau data yang sesuai dengan proses *data mining*. Konsep transformasi dari *mining* adalah data-informasi-pengetahuan.

#### 4. *Data mining*

Pemilihan tugas *data mining* merupakan pemilihan goal dari proses KDD misalnya karakterisasi, klasifikasi, regresi, clustering, asosiasi, dll. Pemilihan teknik, metode atau algoritma yang tepat sangat bergantung pada tujuan dan proses KDD secara keseluruhan. Tahapan Proses KDD. Proses ini berkaitan dengan mengekstrak pola data.

#### 5. *Evaluation*

Proses ini berkaitan dengan menilai apakah pola yang dihasilkan dari proses *data mining* bertentangan dengan fakta ataupun studi sebelumnya.

*Data mining* dapat dikelompokkan menjadi 5 (lima) peran utama yaitu:

##### 1. Estimasi

Estimasi melakukan peranan *data mining* untuk perhitungan nilai kira-kira. Contohnya akan dilakukan estimasi pada waktu pengiriman pizza dengan atribut jumlah pesanan dan jarak.

Algoritma estimasi yang digunakan antara lain: *Linear Regression*, *Neural Network*, dan *Support Vector Machine*.

##### 2. Prediksi

Hasil dari prediksi atau *forecasting* yaitu menunjukkan sesuatu yang akan terjadi dimasa yang akan datang atau prediksi adalah peran dari *data mining* untuk meramalkan nilai dari suatu data pada masa yang akan datang. Data yang dipakai algoritma prediksi berupa data rentet waktu. Algoritma prediksi yang digunakan antara lain: *Linear*

*Regression, Neural Network, dan Support Vector Machine.*

### 3. Klasifikasi

Klasifikasi mengelompokkan data yang berasal dari data *training* dan nilai atribut klasifikasi. Hasil klasifikasi dapat berbentuk pohon keputusan (*decision tree*). Contoh mengklasifikasi pendapatan menjadi pendapatan besar, pendapatan menengah, dan pendapatan kecil. Algoritma klasifikasi yang digunakan antara lain: *Naïve Bayes, K-Nearest Neighbor, C4.5, ID3, CART, Linear Discriminant Analysis.*

### 4. *Clustering*

Klastering disebut pengelompokan data. Tujuan klastering adalah untuk mengelompokan objek, hasil observasi, ataupun kasus yang serupa/mirip (Y. Asri dkk., 2019). Perbedaan klastering dengan klasifikasi adalah klastering tidak memiliki target/class. Algoritma *clustering* yang digunakan antara lain: *K-Means, K-Medoids, FCM, dan SOM.* (Yessy Asri & Fitriani, 2017)

### 5. Asosiasi

Algoritma yang menemukan yang atribut data yang muncul bersamaan. Algoritma asosiasi yang digunakan antara lain: *A-Priori Algorithm, FP-Growth Algorithm, dan GRI Algorithm.*



## 2.8 Algoritma C4.5

Algoritma *data mining* C4.5 merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk melakukan klasifikasi atau segmentasi atau pengelompokan dan bersifat prediktif. Klasifikasi merupakan salah satu proses pada *data mining* yang bertujuan untuk menemukan pola yang berharga dari data yang berukuran relatif besar hingga sangat besar.

Algoritma *data mining* C4.5 merupakan salah satu algoritma dari *decision tree*. Algoritma C4.5 sendiri merupakan pengembangan dari algoritma ID3. Algoritma C4.5 memiliki kelebihan antara lain (Sartika & Indra, 2017) :

1. Mampu menangani atribut dengan tipe data diskrit dan kontinyu.

Contoh:

**Tabel 2.1** Contoh Data Diskrit

| Pasien | Usia | Hasil |
|--------|------|-------|
| 1      | 21   | Ya    |
| 2      | 17   | Ya    |
| 3      | 25   | Tidak |
| 4      | 30   | Tidak |
| 5      | 45   | Ya    |
| 6      | 61   | Tidak |

| Pasien | Usia | Hasil |
|--------|------|-------|
| 7      | 35   | Ya    |
| 8      | 50   | Ya    |
| 9      | 75   | Tidak |
| 10     | 31   | Tidak |

Tabel diatas merupakan contoh data diskrit dari data pasien yang memiliki atribut usia dan hasil sebagai klasifikasinya. Pada kolom atribut usia, terdapat data angka yang mana termasuk kedalam data diskrit atau bilangan bulat.

Pada algoritma C4.5, data tersebut harus dijabarkan menggunakan ambang batas  $\leq$  dan  $>$  dari angka-angka tersebut, sehingga tidak perlu semua menjadi partisi di dalam atribut. Maka, untuk data pada table diatas akan diberikan batas antara lain:

Usia  $\leq$  35 | Ya : 3; Tidak : 2;

Usia  $>$  35 | Ya : 2; Tidak : 3;

Mampu menangani atribut yang kosong.

Contoh :

**Tabel 2.2** Contoh Data Atribut Kosong

| Pasien | Usia | Hasil |
|--------|------|-------|
| 1      | ?    | Ya    |
| 2      | 17   | Ya    |
| 3      | 33   | Tidak |
| 4      | 30   | Tidak |
| 5      | 25   | Ya    |
| 6      | 50   | Tidak |
| 7      | 25   | Ya    |
| 8      | 50   | Ya    |
| 9      | 40   | Tidak |
| 10     | 31   | Tidak |

Pada kolom atribut usia, data tidak diketahui atau bernilai nol. Pada proses *data mining*, hal ini sudah dibereskan pada proses *cleaning*. Tetapi pada algoritma C4.5, hal ini dapat diatasi dengan cara melihat data mana

atau angka mana yang memiliki kemunculan terbanyak. Sehingga hasilnya seperti berikut:

| Pasien | Usia | Hasil |
|--------|------|-------|
| 1      | 25   | Ya    |
| 2      | 17   | Ya    |
| 3      | 33   | Tidak |
| 4      | 30   | Tidak |
| 5      | 25   | Ya    |
| 6      | 50   | Tidak |
| 7      | 25   | Ya    |
| 8      | 50   | Ya    |
| 9      | 40   | Tidak |
| 10     | 31   | Tidak |

Angka 25 memiliki kemunculan terbanyak daripada angka yang lain. Hal ini tidak hanya berlaku pada data berupa angka tetapi juga dapat berlaku pada data kategorik. Tetapi alangkah lebih baiknya, data kosong tersebut sudah diperbaiki pada proses *cleaning*, sebelum proses *data mining* dilakukan.

Langkah-langkah algoritma C4.5 membentuk pohon keputusan, antara lain:

- a. Memilih atribut sebagai akar atau menentukan *root node*-nya.
- b. Membuat cabang untuk masing-masing nilai atribut.
- c. Membagi kasus dalam cabang untuk mencari *node* berikutnya.
- d. Ulangi proses untuk masing-masing cabang sampai kasus pada cabang memiliki kelas yang sama atau dengan kata lain.

Untuk memilih atribut sebagai akar, harus menggunakan *Gain* yang didasarkan pada nilai *Gain* tertinggi dari perhitungan setiap atribut-atribut yang ada.

Rumus :

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

**Rumus 2.1** Menentukan Nilai *Gain*

Dengan :

S : Himpunan kasus

A : Atribut kasus

n : Jumlah partisi atribut A

|S<sub>i</sub>| : Jumlah kasus pada partisi ke-i

|S| : Jumlah kasus dalam S

Sedangkan untuk mendapat *entropy*, dapat menggunakan rumus :

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

**Rumus 2.2** Menentukan Nilai *Entropy*

Dengan :

S : Himpunan kasus

n : Jumlah partisi dalam S

Pi : Proporsi dari Si terhadap S

## 2.9 Android

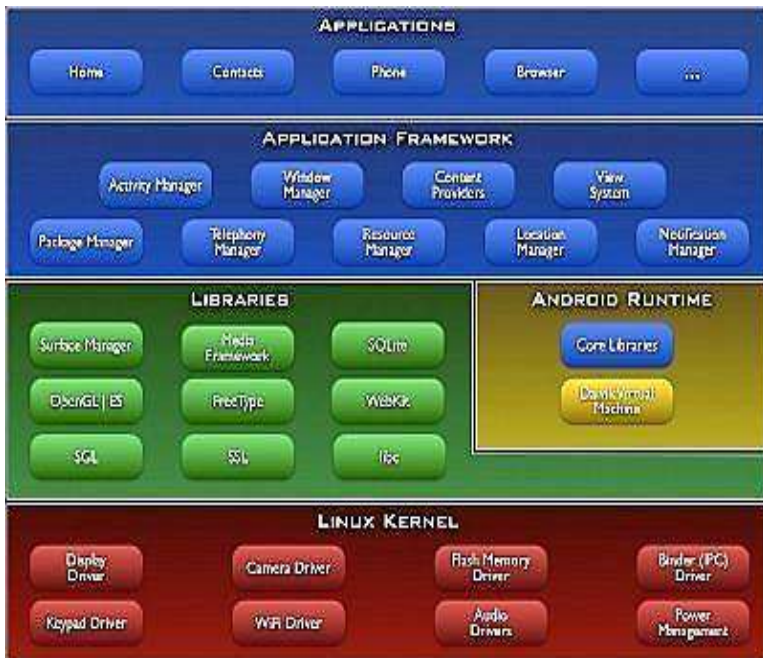
Android adalah sebuah sistem operasi yang sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok. Hampir semua orang membutuhkan alat yang satu ini untuk berkomunikasi, mencari informasi dan perkembangan berita terbaru, melakukan pekerjaan, dan berbagai aktivitas lainnya. Bahkan, saat ini hampir semua orang menggantungkan aktivitas mereka pada Android yang mereka miliki.

*Android* adalah suatu sistem operasi *Linux* yang berbasis *mobile* (Awni & Rekhawi, 2020). Pada umumnya, *Android* juga dapat dikatakan sebagai jembatan antara pengguna dan *smartphone* yang mana bertujuan agar pengguna/user dapat menjalankan aplikasi-aplikasi yang terdapat di dalamnya. *Android* pertama kali dirilis pada tanggal 05 November 2007 yang dikembangkan oleh sebuah perusahaan yang bernama *Android Inc.*

Selain itu, *Android* memiliki kelebihan, antara lain:

1. Penggunaannya sangat mudah dalam mengoperasikan *smartphone* *Android*.
2. Terdapat banyak fitur.
3. Tampilan *Android* tidak kalah saing dengan OS.

Adapun arsitektur dari sistem operasi *Android* yang dapat dilihat pada gambar berikut ini:



**Gambar 2.7** Arsitektur Sistem Operasi *Android*

## 2.10 Kodular

*Kodular* adalah situs web yang menyediakan tools untuk merancang aplikasi *Android* dengan menggunakan *blog programming* sehingga dapat dikatakan menyerupai *MIT App Inventor*. Dengan kata lain, menggunakan *Kodular*, pengguna tidak perlu lagi *coding* secara manual untuk merancang aplikasi *Android*. *Kodular* memfasilitasi para

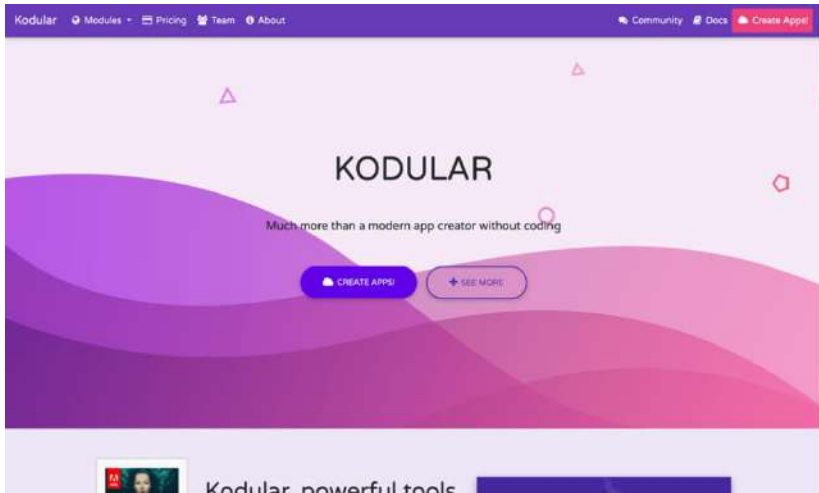
pengguna secara gratis dalam merancang aplikasi Android. Untuk mengakses *Kodular*, pengguna hanya menggunakan *web browser* saja.

Kodular inilah menyediakan lebih fitur yakni Kodular Store dan Kodular Extension IDE (sekarang menjadi AppyBuilder Code Editor) yang bisa memudahkan developer melakukan unggah (upload) aplikasi Android ke dalam Kodular Store, melakukan dalam pembuatan blok program extension IDE sesuai dengan keinginan developer.

Sekarang, Kodular dan AppyBuilder telah bersatu dalam kontribusi untuk menciptakan orang-orang yang masih awam atau tidak ada kemampuan coding bisa membuat aplikasi Android sendiri dengan fitur dan layanan hampir mirip dengan Android Studio secara simpel dan mudah.

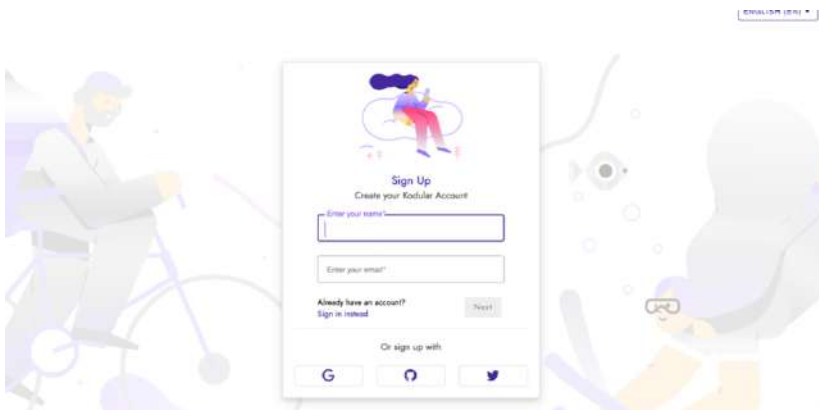
Untuk pembuatan extension Kodular sendiri, harus memiliki kemampuan atau memahami bahasa pemrograman Java dan menguasai kode perintah yang dari library MIT App Inventor untuk memulai buat extension Kodular sendiri.





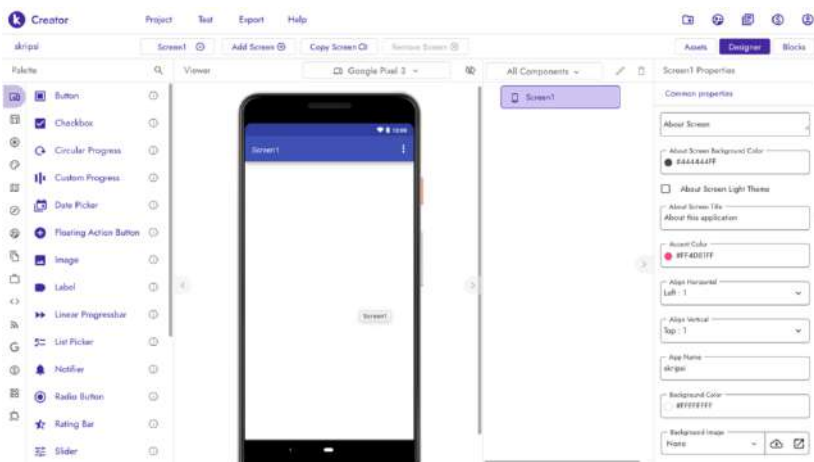
**Gambar 2.1** Homepage Kodular

Keuntungan bagi pengguna baru *Kodular* adalah tidak rumitnya persyaratan untuk mendaftar sebagai pengguna.



**Gambar 2.9** Login pada Kodular

Ditinjau dari penampilan *designer view* pada *Kodular*, tampilan mengarah ke *material design* sehingga pengguna dalam menggunakan *Kodular* ini nyaman.



**Gambar 2.10** Designer View

Fitur komponen yang diberikan oleh *Kodular* sangat kompleks. Hanya dengan cara “*drag and drop*”, secara otomatis pengguna juga membuat program aplikasi Android. Hal tersebut dapat membantu pengguna dalam membuat aplikasi Android lebih efisien dan efektif.

## 2.11 XAMPP

Software XAMPP pertama kali dikembangkan oleh tim proyek bernama Apache Friends dan sampai saat ini sudah masuk dalam rilis versi **7.3.9** yang bisa didapatkan secara gratis dengan label GNU (*General Public License*).

XAMPP adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung sistem operasi untuk melakukan kompilasi dari banyak program (Dvorski, 2007). XAMPP memiliki fungsi sebagai server yang berdiri sendiri (*localhost*).

Program-program yang terdapat pada XAMPP terdiri atas program *Apache HTTP Server*, *MySQL database*, dan penerjemah Bahasa yang ditulis dengan bahasa

pemrograman *PHP dan Perl*. *XAMP* memiliki nama yang merupakan singkatan dari *X* (empat *system* operasi apapun), *Apache*, *MySQL*, *PHP* dan *Perl*.

**Tabel 2.3** Keterangan Singkatan XAMPP

| Program | Keterangan   |
|---------|--|
| X       | Program XAMPP dapat dijalankan di banyak sistem operasi seperti Windows, Linus, Mac OS dan Solaris.  |
| A       | A berarti <i>Apache</i> , yang berarti adalah server aplikasi <i>web</i> . Tugas utama <i>Apache</i> adalah untuk menghasilkan halaman <i>web</i> kepada pengguna terhadap kode php yang telah dibuat oleh pembuat halaman web tersebut.   |
| M       | M berarti <i>MySQL</i> , yang berarti adalah <i>server</i> aplikasi <i>database</i> , yang mana dapat digunakan untuk mengelola <i>database</i> dan isinya ( <i>create</i> , <i>delete</i> , <i>update</i> , dan <i>read</i> ).  |
| P       | <p>P berarti PHP. PHP adalah bahasa pemrograman web yang digunakan untuk membangun aplikasi berbasis web (Solichin, 2018). PHP dikembangkan oleh Rasmus Lerdorf pada tahun 1994. Pada awalnya, PHP dikembangkan untuk pencatatan pengunjung yang mengunjungi website pribadi Rasmus Lerdorf. PHP digunakan untuk membangun halaman <i>web</i> yang dinamis. PHP dalam melakukan manajemen database sering menggunakan <i>MySQL</i>. Beberapa keunggulan PHP, antara lain :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PHP dapat <i>download</i> dan digunakan secara gratis.</li> <li>2. Lisensi PHP adalah <i>GNU General Public License</i>.</li> <li>3. <i>Performa</i> PHP handal yaitu PHP dengan spesifikasi server, dapat melayani akses pengguna setiap harinya.</li> <li>4. PHP mendukung basis data, seperti : <i>MySQL</i>, <i>Oracle</i>, <i>MariaDB</i>, dan lain-lain.</li> <li>5. PHP mudah dipelajari karena bahasa pemrograman PHP diadopsi dari bahasa <i>C/C++</i> dan <i>Java</i>.</li> </ol> |

| Program | Keterangan   |
|---------|--|
| P       | P berarti <i>Perl</i> . <i>Perl</i> adalah bahasa pemrograman untuk semua tujuan/ dapat mendvelop berbagai program aplikasi. |

## 2.12 Rapidminer

*Rapidminer* adalah salah satu software untuk pengolahan *data mining*. Pekerjaan yang dilakukan oleh RapidMiner text mining adalah berkisar dengan analisis teks, mengekstrak pola-pola dari data set yang besar dan mengkombinasikannya dengan metode statistika, kecerdasan buatan, dan database. Tujuan dari analisis teks ini adalah untuk mendapatkan informasi bermutu tertinggi dari teks yang diolah.

*Rapidminer* adalah perangkat lunak *open source* yang digunakan untuk menganalisis mengenai *data mining*, *text mining*, dan analisis prediksi (Agustina & Wijanarto, 2016) (C, Baskoro, Ambarwati, & Wicaksana, 2013). Berikut adalah beberapa fitur yang dimiliki oleh *Rapidminer*, antara lain:

1. Terdapat banyak algoritma *data mining*, seperti *decision tree*, *self-organization map*, dan lain-lain.
2. Terdapat grafis yang canggih, seperti histogram, *tree chart*, 3D *Scatter plots*, dan lain-lain.
3. Terdapat text *plugin* yang berguna untuk menganalisis sebuah teks.

## 2.13 Confusion Matrix

*Confusion matrix* juga sering disebut *error matrix*. Pada dasarnya *confusion matrix* memberikan informasi

perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem (model) dengan hasil klasifikasi sebenarnya.

*Confusion Matrix* dapat digunakan untuk menentukan seakurasi (*accuracy*) apa model yang digunakan dalam proses klasifikasi (Deng, Liu, Deng, & Mahadevan, 2016) yang mana dengan kata lain, *Confusion Matrix* membandingkan hasil kerja antara model dengan hasil akhir sebenarnya.

*Confusion matrix* berbentuk tabel matriks yang menggambarkan kinerja model klasifikasi pada serangkaian data uji yang nilai sebenarnya diketahui. Gambar dibawah ini merupakan *confusion matrix* dengan 4 kombinasi nilai prediksi dan nilai aktual yang berbeda.

|                  |              | Actual Values |              |
|------------------|--------------|---------------|--------------|
|                  |              | Positive (1)  | Negative (0) |
| Predicted Values | Positive (1) | TP            | FP           |
|                  | Negative (0) | FN            | TN           |

**Gambar 2.11** *Confusion Matrix*

*Confusion Matrix* memiliki 4 (empat) istilah sebagai hasil proses klasifikasi, antara lain:

a. *True Positive* (TP)

TP mempresentasikan data yang berada pada data positif diprediksi benar oleh algoritma yang digunakan. Contohnya, pasien menderita kanker (*class 1*) dan dari model yang dibuat memprediksi pasien tersebut menderita kanker (*class 1*).

b. *True Negative* (TN)

TN mempresentasikan data yang berada pada data negatif diprediksi benar oleh algoritma yang digunakan. Contohnya, pasien tidak menderita kanker (*class 2*) dan dari model yang dibuat memprediksi pasien tersebut tidak menderita kanker (*class 2*).

c. *False Positive* (FP)

FP mempresentasikan data negatif yang diprediksi menjadi data positif oleh algoritma yang digunakan. Contohnya, pasien tidak menderita kanker (*class 2*) tetapi dari model yang telah memprediksi pasien tersebut menderita kanker (*class 1*).

d. *False Negative* (FN)

FN mempresentasikan data positif yang diprediksi menjadi data negatif oleh algoritma yang digunakan. Contohnya, pasien menderita kanker (*class 1*) tetapi dari model yang dibuat memprediksi pasien tersebut tidak menderita kanker (*class 2*).

Persamaan *Confusion Matrix*, sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

**Rumus 2.3** Menentukan *Accuracy*

Contoh :

Terdapat sebuah model yang akan dilatih untuk memprediksi tingkat akurasi apakah seorang pasien sedang mengidap penyakit kelenjar getah bening. Total pasien 20 (duapuluh), 9 (sembilan) positif kelenjar getah bening, dan 11 (sebelas) negatif.

Pembahasan:

**Tabel 2.2** Contoh *Confusion Matrix*

|                  |   |               |   |
|------------------|---|---------------|---|
|                  |   | Actual Values |   |
|                  |   | 6             | 2 |
| Predicted Values | 3 | 9             |   |

$$Accuracy = \frac{\text{jumlah pasien diprediksi benar (kelenjar getah bening + tidak kelenjar)}}{\text{total pasien}}$$

$$= \frac{6 + 9}{6 + 9 + 2 + 3}$$

$$= \frac{15}{20}$$

$$= 0,75 * 100$$

$$= 75\%$$

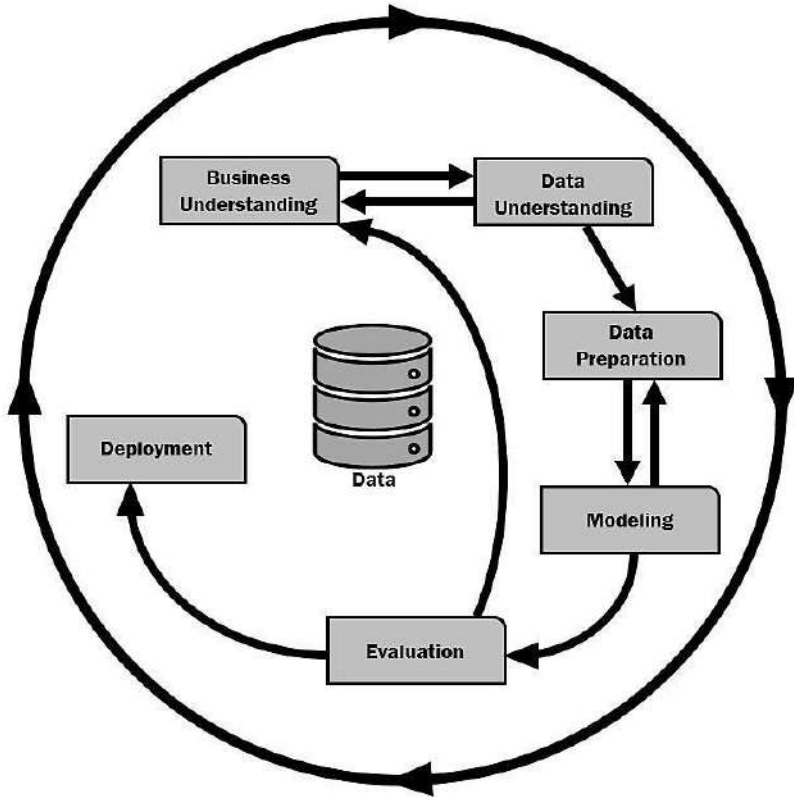
## 2.14 CRISP-DM

*Cross-Industry Standard Process for Data mining* atau CRISP-DM adalah salah satu model proses datamining (*datamining framework*) yang awalnya (1996) dibangun oleh 5 perusahaan yaitu Integral Solutions Ltd (ISL), Teradata, Daimler AG, NCR Corporation dan OHRA.

Framework ini kemudian dikembangkan oleh ratusan organisasi dan perusahaan di Eropa untuk dijadikan *methodology standard non-proprietary* bagi *data mining*. Versi pertama dari metodologi ini dipresentasikan pada 4th CRISP-DM SIG Workshop di Brussels pada bulan Maret 1999 (Pete Chapman, 1999); dan langkah langkah proses datamining berdasarkan model ini di publikasikan pada tahun berikutnya (Pete Chapman, 2000).

*CRISP-DM* adalah singkatan dari *Cross-Industry Standard Process Model for Data mining* yang berarti sebuah standar bagaimana penulis melakukan pengerjaan proyek *data mining* (Fadillah, 2015). *CRISP-DM* ini terdiri dari 6 (enam) tahap, antara lain:





**Gambar 2.12** *Cross-Industry Standard Process Model for Data Mining*

### 1. *Business Understanding*

Tahapan pertama yaitu bagaimana memahami tujuan atau kebutuhan bisnis proyek yang akan kita lakukan. Tahap pertama dalam CRISP-DM dan termasuk bagian yang cukup vital. Pada tahap ini membutuhkan pengetahuan dari objek bisnis, bagaimana membangun atau mendapatkan data, dan bagaimana untuk mencocokkan tujuan pemodelan untuk tujuan bisnis sehingga model terbaik dapat dibangun. Kegiatan yang dilakukan antara lain: menentukan tujuan dan persyaratan dengan jelas secara keseluruhan,

menerjemahkan tujuan tersebut serta menentukan pembatasan dalam perumusan masalah *data mining*, dan selanjutnya mempersiapkan strategi awal untuk mencapai tujuan tersebut.

Pada tahap *business understanding*, terdapat 4 (empat) tahapan lagi, antara lain:

- *Determine Business Objectives*  
Menentukan tujuan dari bisnis, memahami keinginan *user*, dan memecahkan *problem* yang dihadapi *user*.
- *Assess The Situation*  
Akses situasi, melihat data dan sumber daya yang digunakan dalam proyek *data mining*
- *Determine The Data mining Goals*  
Menentukan tujuan dilaksanakan *data mining* untuk mencapai tujuan yang diinginkan.
- *Produce A Project Plan*  
Perancangan proyek.

## 2. *Data Understanding*

Tahapan kedua yaitu memahami data yang diperoleh. Secara garis besar untuk memeriksa data, sehingga dapat mengidentifikasi masalah dalam data. Tahap ini memberikan fondasi analitik untuk sebuah penelitian dengan membuat ringkasaan (*summary*) dan mengidentifikasi potensi masalah dalam data. Tahap ini juga harus dilakukan secara cermat dan tidak terburu-buru, seperti pada visualisasi data, yang terkadang *insight*-nya sangat sulit didapat jika dihubungkan dengan *summary data* nya. Jika ada masalah pada tahap ini yang belum terjawab, maka akan mengganggu pada tahap

*modeling*. Ringkasan atau *summary* dari data dapat berguna untuk mengkonfirmasi apakah data terdistribusi seperti yang diharapkan, atau mengungkapkan penyimpangan tak terduga yang perlu ditangani pada tahap selanjutnya, yaitu *Data Preperation*. Masalah dalam data biasanya seperti nilai-nilai yang hilang, *outlier*, berdistribusi *spike*, berdistribusi bimodal harus diidentifikasi dan diukur sehingga dapat diperbaiki dalam *Data Preperation*. Pada tahap *data understanding*, terdapat 4 (empat) tahapan lagi, antara lain:

- *Collect Initial Data*  
Menghimpun data yang telah diperoleh
- *Describe The Data*  
Menggambarkan data yang diperoleh, contohnya kedalam bentuk statistika deskriptif.
- *Explore The Data*  
Melakukan eksplor data yaitu dengan memilah mana data yang berguna untuk pengerjaan proyek.
- *Verify Data Quality*  
Melakukan verifikasi kualitas data, apakah ada data yang *missing*.

### 3. *Data Preparation*

Tahapan ketiga yaitu menyiapkan data sebelum memulai proses *data mining*. Secara garis besar untuk memperbaiki masalah dalam data, kemudian membuat *variabel derived*. Tahap ini jelas membutuhkan pemikiran yang cukup matang dan usaha yang cukup tinggi untuk memastikan data tepat untuk algoritma yang digunakan. Bukan berarti saat *Data Preperation* pertama kali dimana masalah-masalah pada data sudah diselesaikan, data

sudah dapat digunakan hingga tahap terakhir. Tahap ini merupakan tahap yang sering ditinjau kembali saat menemukan masalah pada saat pembangunan model. Sehingga dilakukan iterasi sampai menemukan hal yang cocok dengan data. Tahap *sampling* dapat dilakukan disini dan data secara umum dibagi menjadi dua, *data training* dan *data testing*. Kegiatan yang dilakukan antara lain: memilih kasus dan parameter yang akan dianalisis (*Select Data*), melakukan transformasi terhadap parameter tertentu (*Transformation*), dan melakukan pembersihan data agar data siap untuk tahap *modeling* (*Cleaning*). Tahapan ini membutuhkan waktu yang cukup lama. Pada tahap *data preparation*, terdapat 4 (empat) tahapan lagi, antara lain:

- *Select Data*  
Memilih data yang relevan dengan *problem*/masalah user, sebelum melakukan proses *data mining*.
- *Clean Data*  
Menghilangkan data yang tidak relevan, tidak penting, atau tidak lengkap.
- *Construct Data*  
Persiapan sebelum menyelesaikan *dataset* final. Pada tahapan ini, dapat dibentuk atribut-atribut baru atau transformasi data-data terbaru agar lebih siap untuk diproses.
- *Integrate Data*  
Mengkombinasikan data dengan data yang lain.
- *Format Data*

#### 4. Modelling

Tahapan keempat yaitu menjalankan proses *data mining* dengan menjalankan algoritma yang sudah ada. Pada tahap *modelling*, Secara garis besar untuk membuat model prediktif atau deskriptif. Pada tahap ini dilakukan metode statistika dan *Machine Learning* untuk penentuan terhadap teknik *data mining*, alat bantu *data mining*, dan algoritma *data mining* yang akan diterapkan. Lalu selanjutnya adalah melakukan penerapan teknik dan algoritma *data mining* tersebut kepada data dengan bantuan alat bantu. Jika diperlukan penyesuaian data terhadap teknik *data mining* tertentu, dapat kembali ke tahap *data preparation*. Terdapat 4 (empat) tahapan lagi, antara lain:

- *Select The Modelling Technique*  
Memilih teknik *modelling* apa yang digunakan contohnya yaitu menggunakan algoritma C4.5.
- *Build The Model*  
Membangun model dan menjalankan algoritma *data mining* dengan menggunakan aplikasi tertentu.
- *Assess The Model*  
Tahapan ini menilai apakah model yang telah dirancang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi user.

## 5. *Evaluation*

Tahapan kelima yaitu mengevaluasi model yang telah didapatkan dari tahap sebelumnya. Melakukan interpretasi terhadap hasil dari *data mining* yang dihasilkan dalam proses pemodelan pada tahap sebelumnya. Evaluasi dilakukan terhadap model yang diterapkan pada tahap sebelumnya dengan tujuan agar model yang ditentukan dapat sesuai dengan tujuan yang

ingin dicapai dalam tahap pertama. Pada tahap *evaluation*, terdapat 3 (tiga) tahapan lagi, antara lain:

- *Evaluation Result*  
Mengevaluasi hasil dari sisi keakurasian dan kegunaannya.
- *Review Result*  
Mengevaluasi apakah model yang dibentuk sudah sesuai.
- *Determine Next Steps*  
Menentukan langkah selanjutnya, apakah lanjut ke tahap *deployment* atau mengulang kembali proses dari awal.

## 6. *Deployment*

Tahapan keenam yaitu mengimplementasi model yang telah dihasilkan. Tahap *deployment* atau rencana penggunaan model adalah tahap yang paling dihargai dari proses CRISP-DM. Perencanaan untuk *Deployment* dimulai selama *Business Understanding* dan harus menggabungkan tidak hanya bagaimana untuk menghasilkan nilai model, tetapi juga bagaimana mengkonversi skor keputusan, dan bagaimana untuk menggabungkan keputusan dalam sistem operasional. Pada akhirnya, rencana sistem *Deployment* mengakui bahwa tidak ada model yang statis. Model tersebut dibangun dari data yang diwakili data pada waktu tertentu, sehingga perubahan waktu dapat menyebabkan berubahnya karakteristik data. Modelpun harus dipantau dan mungkin diganti dengan model yang sudah diperbaiki. Pada tahap *deployment*, terdapat 3 (tiga) tahapan lagi, antara lain:

- *Play Deployment*  
Merencanakan strategi agar model tersebut dapat disebar keseluruh pegawai/user.
  
- *Plan Monitoring Maintenance*  
Merencanakan agar pegawai/user dapat mengoperasikan mode yang telah dibentuk dan mengajarkan user untuk mengetahui cara penggunaan model tersebut.
  
- *Produce Final Report*  
Menghasilkan laporan akhir terkait proyek *data mining* dan mempresentasikan kepada atasan.

# PENERAPAN APLIKASI DAN LANGKAH-LANGKAHNYA



Pada bab ini disesuaikan dengan tahapan pada pembahasan *CRISP-DM*. Dalam membuat aplikasi klasifikasi jenis dan titik gangguan jaringan distribusi penyulang, terdapat beberapa tahapan, antara lain:

## 3.1 Business Understanding

Pada tahapan ini akan dibahas bagaimana memahami tujuan atau kebutuhan bisnis proyek yang akan penulis lakukan. Pada tahap *business understanding*, terdapat 4 (empat) tahapan, antara lain:

### 1. *Determine Business Objectives*

Pada tahap ini, penulis menentukan tujuan dari bisnis, memahami keinginan *user*, dan memecahkan *problem* yang dihadapi *user*. Tujuan bisnis pada pembahasan ini adalah mengenali pola untuk mengklasifikasi titik gangguan dan mengklasifikasi jenis gangguan pada jaringan distribusi penyulang dengan menggunakan algoritma C4.5.

Selain itu, pembahasan ini juga bertujuan agar petugas UP3 Manokwari dalam proses mengakses informasi terkait gangguan jaringan penyulang distribusi dapat dilakukan secara efektif, yang mana direncanakan bahwa



pada saat petugas lapangan mengetahui letak titik gangguan jalur distribusi ataupun pada saat petugas lapangan melaporkan detail gangguan dapat diakses secara efisien melalui *smartphone android*.

## 2. *Assess The Situation*

Sistem pelaporan jika terjadi gangguan jaringan distribusi penyulang kepada petugas lapangan masih bersifat konvensional yaitu melalui grup *Whatsapp*. Informasi terkait gangguan terhadap status jaringan distribusi terpantau melalui *dispatcher* yang terhubung dengan SCADA dan hanya menampilkan arus gangguan pada setiap fasa dan relay.

Lokasi gangguan yang diinfokan pada *dispatcher* hanya berdasarkan jenis *trip switching* penyulang yang mengalami gangguan. Pelaporan terkait hasil inspeksi oleh petugas lapangan pun kurang efektif dimana informasi tersebut dilaporkan kepada manager atau petugas lainnya melalui grup *Whatsapp* ataupun *briefing* dipagi hari. Rekapitan data gangguan juga masih bersifat konvensional dan jarang direkap secara *real-time*.

## 3. *Determine The Data Mining Goals*

Tujuan pembahasan ini adalah menggali pengetahuan tentang pola untuk mengklasifikasi titik gangguan dan mengklasifikasi jenis gangguan pada jaringan distribusi penyulang menggunakan algoritma C4.5.

Pembahasan ini juga bertujuan membantu efisien waktu dalam proses mengakses informasi terkait gangguan jaringan penyulang distribusi, dimana petugas atau pimpinan tidak perlu *scroll up* obrolan grup *chat* pada aplikasi *Whatsapp*. Hasilnya akan menampilkan titik gangguan di peta digital sesuai dengan *indicator* warna

gangguan, menampilkan jenis gangguan dan menghasilkan rekaman laporan detail gangguan pada jaringan distribusi penyulang. Aplikasi ini menjadi solusi yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan titik dan jenis gangguan yang terjadi dan mempermudah dalam perekaman data gangguan.

#### 4. *Produce A Project Plan*

Pada tahap ini juga, anda dapat menentukan *tools* yang digunakan dalam seperti:

- a. Sistem Operasi macOS Catalina Versi 10.15.5 (Mac)
- b. Sistem Operasi Windows 10
- c. Xampp
- d. Balsamiq *Mockup*
- e. Kodular.io
- f. *Visual Studio Code*
- g. Google Chrome
- h. Draw.io

### 3.2 Data Understanding

Tahapan kedua yaitu memahami data yang diperoleh. Secara garis besar untuk memeriksa data, sehingga dapat mengidentifikasi masalah dalam data. Tahap ini memberikan fondasi analitik untuk sebuah penelitian dengan membuat ringkasan (*summary*) dan mengidentifikasi potensi masalah dalam data. Tahap ini juga harus dilakukan secara cermat dan tidak terburu-buru, seperti pada visualisasi data, yang terkadang *insight*-nya sangat sulit didapat jika dihubungkan dengan *summary data* nya.

Jika ada masalah pada tahap ini yang belum terjawab, maka akan mengganggu pada tahap *modeling*. Ringkasan atau *summary* dari data dapat berguna untuk

mengkonfirmasi apakah data terdistribusi seperti yang diharapkan, atau mengungkapkan penyimpangan tak terduga yang perlu ditangani pada tahap selanjutnya, yaitu *Data Preperation*. Masalah dalam data biasanya seperti nilai-nilai yang hilang, *outlier*, berdistribusi *spike*, berdistribusi bimodal harus diidentifikasi dan diukur sehingga dapat diperbaiki dalam *Data Preperation*. Pada tahap *data understanding*, terdapat 4 (empat) tahapan, antara lain:

#### 1. *Collect Initial Data*

Tahapan ini menjelaskan tentang cara penulis mengumpulkan data yang akan diolah pada pembahasan ini. Dalam proses mengumpulkan dan memastikan informasi pada *variable of interest* (subjek yang akan dilakukan uji coba), dengan cara yang sistematis yang memungkinkan seseorang dapat menjawab pertanyaan dari uji coba yang dilakukan, uji hipotesis, dan mengevaluasi hasil.

Komponen pengumpulan data dari pembahasan ini bersifat umum, bisa dilakukan untuk semua bidang studi termasuk ilmu fisik dan sosial, humaniora, bisnis, dan lainnya. Tujuan sebuah organisasi melakukan pengumpulan data adalah untuk menemukan bukti yang berkualitas yang nantinya diterjemahkan menjadi analisis data yang bisa menjadi sebuah jawaban yang akurat dan kredibel atas pertanyaan yang diajukan.

Proses pengumpulan data formal diperlukan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan dapat didefinisikan dengan jelas dan akurat dan berdasarkan argumen dalam temuan yang valid. Proses ini menyediakan informasi dasar untuk mengukur dan menargetkan hal apa yang ingin diperbaiki.

### *Describe The Data*

Pada tahap ini dijelaskan mengenai data yang telah diperoleh. Penulis menganalisis dan memahami data yang diperoleh pada hasil proses pengumpulan data.

### 2. *Explore The Data*

Penulis melakukan eksplor data yaitu dengan memilah mana data yang berguna untuk pengerjaan studi.

### 3. *Verify Data Quality*

Penulis melakukan verifikasi data yang telah didapatkan yaitu memverifikasi terkait struktur tabel pada data dan integrasinya dengan data lainnya.

## 3.3 Algorithm Preparation

Tahapan ketiga yaitu penulis menyiapkan data sebelum memulai proses *data mining* yang mencakup seluruh kegiatan, membangun *dataset* yang akan diolah pada pembahasan ini menggunakan algoritma C4.5. Pada tahap *data preparation*, terdapat 4 (empat) tahapan lagi, antara lain:

### 1. *Select Data*

Pada tahapan ini, penulis melakukan pemilihan data yang relevan dengan *problem/masalah user*, memilih atribut yang berhubungan dengan pengolahan klasifikasi titik dan jenis gangguan, sebelum melakukan proses *data mining*. Jumlah atribut yang digunakan untuk mengklasifikasi titik gangguan jaringan distribusi adalah sebanyak 3 (tiga) atribut diantaranya yaitu *trip switching*, beban gangguan, dan relay.

**Tabel 3.1** Klasifikasi Titik Gangguan

| No | Trip Switching | Beban Gangguan | Relay | Gangguan        |
|----|----------------|----------------|-------|-----------------|
| 1  | REC            | 169            | GFR   | Gangguan Sedang |
| 2  | REC            | 48.78          | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 3  | REC            | 101            | GFR   | Gangguan Sedang |
| 4  | REC            | 102            | GFR   | Gangguan Sedang |
| 5  | REC            | 108            | GFR   | Gangguan Sedang |
| 6  | REC            | 179            | GFR   | Gangguan Sedang |
| 7  | REC            | 62             | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 8  | REC            | 16             | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 9  | REC            | 43             | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 10 | REC            | 65             | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 11 | REC            | 3              | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 12 | PMT            | 31             | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 13 | REC            | 59             | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 14 | REC            | 115.91         | GFR   | Gangguan Sedang |
| 15 | REC            | 140            | GFR   | Gangguan Sedang |

Sedangkan, jumlah atribut yang digunakan untuk mengklasifikasi jenis gangguan jaringan distribusi adalah sebanyak 5 (lima) atribut diantaranya yaitu kerusakan yang terjadi, penyebab gangguan, kategori penyebab gangguan, cuaca dan FGTM.

**Tabel 3.2** Klasifikasi Jenis Gangguan

| No | Kerusakan Yang Terjadi      | Penyebab Gangguan         | Kategori Penyebab Gangguan  | Cuaca | FGTM         |
|----|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------|--------------|
| 1  | Terminasi kabel tanah rusak | Flashover                 | Kesalahan pemeliharaan      | Hujan | Komponen JTM |
| 2  | Jointing kabel tanah rusak  | Media isolasi bocor/gagal | Mutu material tidak standar | Hujan | Komponen JTM |
| 3  | Jointing kabel tanah rusak  | Media isolasi bocor/gagal | Mutu material tidak standar | Hujan | Komponen JTM |

| No | Kerusakan Yang Terjadi           | Penyebab Gangguan            | Kategori Penyebab Gangguan  | Cuaca             | FGTM                          |
|----|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|
| 4  | Jointing kabel tanah rusak       | Media isolasi bocor/gagal    | Mutu material tidak standar | Cerah             | Komponen JTM                  |
| 5  | No damage                        | Flashover                    | Kesalahan pemeliharaan      | Hujan angin petir | Komponen JTM                  |
| 6  | No damage                        | Pohon                        | Tersentuh benda asing       | Hujan angin petir | Pohon                         |
| 7  | No damage                        | Pohon                        | Tersentuh benda asing       | Hujan             | Pohon                         |
| 8  | No damage                        | Binatang                     | Tersentuh benda asing       | Hujan angin petir | Pekerjaan Pihak III/ Binatang |
| 9  | Instalasi milik pelanggan rusak  | Flashover                    | Publik                      | Cerah             | Gardu dan lainnya             |
| 10 | Konduktor putus                  | Sambungan kendor/loss kontak | Kesalahan pemeliharaan      | Hujan petir       | Komponen JTM                  |
| 11 | MV Cell incoming/o utgoing rusak | Flashover                    | Kesalahan pemeliharaan      | Hujan petir       | Gardu dan lainnya             |
| 12 | Konduktor putus                  | Flashover                    | Tidak Ada                   | Hujan angin petir | Komponen JTM                  |
| 13 | Terminasi kabel tanah rusak      | Binatang                     | Tersentuh benda asing       | Hujan             | Pekerjaan Pihak III/ Binatang |
| 14 | Jumperan putus                   | Flashover                    | Kesalahan pemeliharaan      | Cerah             | Komponen JTM                  |
| 15 | Instalasi milik pelanggan rusak  | Flashover                    | Kesalahan pemeliharaan      | Cerah             | Gardu dan lainnya             |

## 2. Clean Data

Pada tahapan ini, penulis menghilangkan data yang tidak relevan, tidak penting, atau tidak lengkap untuk memudahkan proses pengolahan algoritma C4.5. Penulis melakukan *cleaning* data pada data yang telah diseleksi agar lebih sederhana dari bentuk data sebelumnya dan juga agar lebih difokuskan ke struktur yang berhubungan dengan klasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan penyulang. Pada *dataset* untuk mengklasifikasi titik gangguan, dilakukan perubahan data dengan menentukan suatu nilai pada *record dataset* untuk mengklasifikasi titik gangguan, yang mana dengan ketentuan, antara lain :

| Atribut        | Rentang        | Nilai   |
|----------------|----------------|---------|
| Beban Gangguan | 0-100          | <100    |
|                | 100-200        | 100-200 |
|                | 200-seterusnya | >200    |

Dengan ketentuan yang telah ditetapkan pada tabel diatas, maka didapatkan *dataset* untuk mengklasifikasi titik gangguan yang telah di ternominalisasi seperti tabel dibawah ini.

**Tabel 3.3** Nominalisasi untuk Klasifikasi Titik Gangguan

| No | Trip Switching | Beban Gangguan | Relay | Gangguan        |
|----|----------------|----------------|-------|-----------------|
| 1  | REC            | 100-200        | GFR   | Gangguan Sedang |
| 2  | REC            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 3  | REC            | 100-200        | GFR   | Gangguan Sedang |
| 4  | REC            | 100-200        | GFR   | Gangguan Sedang |
| 5  | REC            | 100-200        | GFR   | Gangguan Sedang |
| 6  | REC            | 100-200        | GFR   | Gangguan Sedang |
| 7  | REC            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |

| No | Trip Switching | Beban Gangguan | Relay | Gangguan        |
|----|----------------|----------------|-------|-----------------|
| 8  | REC            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 9  | REC            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 10 | REC            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 11 | REC            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 12 | PMT            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 13 | REC            | <100           | GFR   | Gangguan Kecil  |
| 14 | REC            | 100-200        | GFR   | Gangguan Sedang |
| 15 | REC            | 100-200        | GFR   | Gangguan Sedang |

### 3. Construct Data

Pada tahapan ini, penulis membentuk atribut-atribut baru atau transformasi data-data terbaru agar lebih siap untuk diproses. Pada tahap ini juga, penulis melakukan pemilihan *dataset* untuk mengklasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi. sebagai berikut :

**Tabel 3.4** Struktur Tabel FCO

| No | Nama Atribut | Tipe    | Size | Keterangan  |
|----|--------------|---------|------|-------------|
| 1  | kd_fco       | varchar | 4    | Primary key |
| 2  | Nama         | varchar | 30   | Foreign key |
| 3  | Latitude     | float   | 10,7 |             |
| 4  | Longitude    | float   | 10,7 |             |
| 5  | Status       | varchar | 25   |             |
| 6  | Alamat       | varchar | 100  |             |
| 7  | Beban        | int     | 11   |             |
| 8  | Relay        | varchar | 30   |             |
| 9  | Trip         | varchar | 30   |             |
| 10 | Lokasi       | int     | 11   |             |
| 11 | Username     | varchar | 30   |             |



**Tabel 3.5** Struktur Tabel FGTM

| No | Nama Atribut | Tipe    | Size | Keterangan  |
|----|--------------|---------|------|-------------|
| 1  | id_fgtm      | int     | 11   | Primary key |
| 2  | kerusakan    | varchar | 50   |             |
| 3  | gangguan     | varchar | 50   |             |
| 4  | penyebab     | varchar | 50   |             |
| 5  | cuaca        | varchar | 50   |             |
| 6  | fgtm         | varchar | 50   |             |
| 7  | username     | varchar | 30   |             |

**Tabel 3.6** Struktur Tabel Gangguan

| No | Nama Atribut   | Tipe    | Size | Keterangan  |
|----|----------------|---------|------|-------------|
| 1  | id_gangguan    | int     | 11   | Primary key |
| 2  | trip           | varchar | 3    |             |
| 3  | beban_gangguan | varchar | 10   |             |
| 4  | relay          | varchar | 3    |             |
| 5  | gangguan       | varchar | 30   |             |
| 6  | username       | varchar | 30   |             |

**Tabel 3.7** Struktur Tabel Login

| No | Nama Atribut | Tipe    | Size | Keterangan  |
|----|--------------|---------|------|-------------|
| 1  | username     | varchar | 30   | Primary key |
| 2  | password     | varchar | 30   |             |
| 3  | actor        | varchar | 10   |             |

**Tabel 3.8** Struktur Tabel Lokasi

| No | Nama Atribut | Tipe    | Size | Keterangan  |
|----|--------------|---------|------|-------------|
| 1  | Id_lokasi    | Int     | 11   | Primary key |
| 2  | Kd_fco       | Varchar | 4    |             |
| 3  | Kerusakan    | Varchar | 50   |             |
| 4  | Gangguan     | Varchar | 50   |             |
| 5  | Penyebab     | Varchar | 50   |             |
| 6  | Cuaca        | Varchar | 50   |             |
| 7  | Fgtm         | Varchar | 50   |             |

|    |                |          |     |  |
|----|----------------|----------|-----|--|
| 8  | Keterangan     | Varchar  | 500 |  |
| 9  | Tgl_mulai      | Datetime |     |  |
| 10 | Tgl_normal     | Datetime |     |  |
| 11 | Beban_gangguan | Varchar  | 50  |  |
| 12 | Beban          | Int      | 11  |  |
| 13 | Relay          | Varchar  | 3   |  |
| 14 | Trip           | Varchar  | 3   |  |

#### 4. Integrate Data

Penulis melakukan kombinasi beberapa tabel data dengan tabel yang lain. Penulis menggabungkan atau mengkombinasikan tabel yang telah ditransformasikan pada tahapan sebelumnya yaitu tahap *contract data*.

#### 5. Format Data

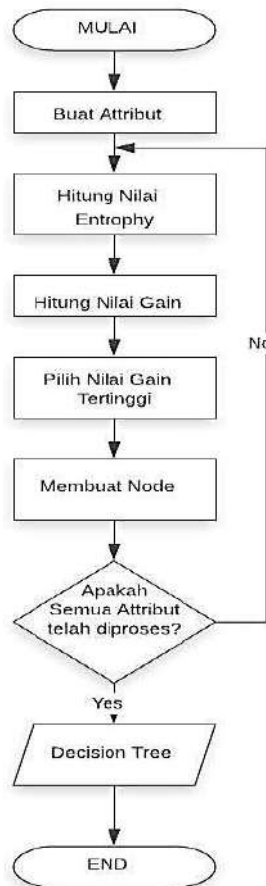
|        |   |
|--------|---|
| Input  | Tabel fgtm, dan tabel gangguan  |
| Output | Aspek penilaian <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk klasifikasi titik gangguan: beban gangguan, relay, <i>trip switching</i>.</li> <li>- Untuk klasifikasi jenis gangguan: kerusakan yang terjadi, penyebab gangguan, kategori penyebab gangguan, dan cuaca</li> </ul> |
| Tujuan | Penulis mengeksplorasi data dan menganalisis tabel yang terdapat pada <i>database</i> jaringan distribusi penyalang yang digunakan pada tahapan <i>modelling</i> menggunakan algoritma C4.5   |

### 3.4 Modelling

Tahapan keempat yaitu menjalankan proses *data mining* dengan menjalankan algoritma yang sudah ada. Pada tahap ini penulis melakukan proses *data mining*, menentukan proses pemodelan, dan merancang model. Pada tahap *modelling*, terdapat 4 (empat) tahapan lagi, antara lain:

### 1. *Select The Modelling Technique*

Penulis memilih algoritma C4.5 sebagai teknik *data mining* yang digunakan dalam mengolah pembahasan ini. Algoritma ini digunakan karena berdasarkan hasil *survey* pada penelitian sebelumnya (Sartika & Indra, 2017) menunjukkan bahwa algoritma ini paling banyak digunakan dalam *data mining*, lebih mudah untuk diinterpretasikan, dan memiliki tingkat keakurasian yang tinggi.



**Gambar 3.1** *Flowchart* Algoritma C4.5

## 2. Build Model

Pada tahapan ini, penulis membangun model yang akan diterapkan. Penulis akan mengklasifikasi titik dan jenis gangguan pada jaringan distribusi penyalang. Aspek penilaian yang akan digunakan untuk mengklasifikasi titik gangguan yaitu beban gangguan, relay, *trip switching*. Sedangkan, untuk mengklasifikasi jenis gangguan menggunakan aspek penilaian : kerusakan yang terjadi, penyebab gangguan, kategori penyebab gangguan, dan cuaca.

## 3. Assess The Model

Pada tahapan ini, penulis melakukan pemodelan menggunakan pohon keputusan yang dihasilkan pada perhitungan algoritma C4.5. Perhitungan C4.5 harus diawali dengan perhitungan akar yang mana telah dijelaskan menjadi *rule* dalam algoritma tersebut.

**Tabel 3.9** Hasil Klasifikasi Titik Gangguan

| Langkah Pertama | Atribut        | Nilai Atribut | Jumlah Kasus |                |                 | Entropy   | Gain        |
|-----------------|----------------|---------------|--------------|----------------|-----------------|-----------|-------------|
|                 |                |               | Total        | Gangguan Kecil | Gangguan Sedang |           |             |
| 1               | Total          |               | 134          | 52             | 52              | 30        | 1,5433097   |
|                 | Trip Switching |               |              |                |                 |           | 0,136859112 |
|                 |                | PMT           | 23           | 3              | 5               | 15        | 1,2640886   |
|                 |                | REC           | 111          | 49             | 47              | 15        | 1,435949    |
|                 | Beban Gangguan |               |              |                |                 |           | 1,36090506  |
|                 |                | <100          | 57           | 52             | 5               | 0         | 0,428811    |
|                 |                | 100-200       | 47           | 0              | 47              | 0         | 0           |
|                 |                | >200          | 30           | 0              | 0               | 30        | 0           |
|                 | Relay          |               |              |                |                 |           | 0,076656336 |
|                 |                | OCR           | 13           | 0              | 7               | 6         | 0,9957275   |
|                 | GFR            | 121           | 52           | 45             | 24              | 1,5172487 |             |

Pada tabel diatas, terdapat total record dari kasus yang digunakan berjumlah 134 dengan 52 diklasifikasikan sebagai gangguan kecil, 52 untuk gangguan sedang, dan 30 untuk gangguan besar. Setelah *data training* terbentuk,

penulis menghitung *entropy* dengan menggunakan persamaan yaitu :

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

**Rumus 3.1** Perhitungan *Entropy*

*Contoh perhitungan menggunakan penjelasan sebelumnya:*

$$Entropy \quad (Total) \quad = \quad \left(-\left(\frac{52}{134}\right) * \log_2 \frac{52}{134}\right) + \left(-\left(\frac{52}{134}\right) * \log_2 \frac{52}{134}\right) + \left(-\left(\frac{30}{134}\right) * \log_2 \frac{30}{134}\right) = 1,5433097$$

a. *Entropy (Trip Switching)*

$$Entropy (PMT) = \left(-\left(\frac{3}{23}\right) * \log_2 \frac{3}{23}\right) + \left(-\left(\frac{5}{134}\right) * \log_2 \frac{5}{134}\right) + \left(-\left(\frac{15}{134}\right) * \log_2 \frac{15}{134}\right)$$

$$Entropy (PMT) = 1,2640886$$

$$Entropy (REC) = \left(-\left(\frac{49}{111}\right) * \log_2 \frac{49}{111}\right) + \left(-\left(\frac{47}{111}\right) * \log_2 \frac{47}{111}\right) + \left(-\left(\frac{15}{111}\right) * \log_2 \frac{15}{111}\right)$$

$$Entropy (REC) = 1,435949$$

b. *Entropy (Beban Gangguan)*

$$Entropy (<100) = \left(-\left(\frac{52}{57}\right) * \log_2 \frac{52}{57}\right) + \left(-\left(\frac{5}{57}\right) * \log_2 \frac{5}{57}\right)$$

$$Entropy (<100) = 0,428811$$

$$Entropy (100-200) = \left(-\left(\frac{47}{47}\right) * \log_2 \frac{47}{47}\right)$$

$$Entropy (100-200) = 0$$

$$Entropy (>200) = \left(-\left(\frac{30}{30}\right) * \log_2 \frac{30}{30}\right)$$

$$Entropy (>200) = 0$$

c. *Entropy* (Relay)

$$\text{Entropy (GFR)} = \left(-\left(\frac{52}{121}\right) * \log_2 \frac{52}{121}\right) + \left(-\left(\frac{45}{121}\right) * \right.$$

$$\left. \log_2 \frac{45}{121}\right) + \left(-\left(\frac{24}{121}\right) * \log_2 \frac{24}{121}\right)$$

$$\text{Entropy (GFR)} = 1,5172487$$

$$\text{Entropy (OCR)} = \left(-\left(\frac{7}{13}\right) * \log_2 \frac{7}{13}\right) + \left(-\left(\frac{6}{13}\right) * \log_2 \frac{6}{13}\right)$$

$$\text{Entropy (OCR)} = 0,9957275$$

Setelah itu, menghitung *gain* menggunakan persamaan yaitu :

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

**Rumus 3.2** Perhitungan *Gain*

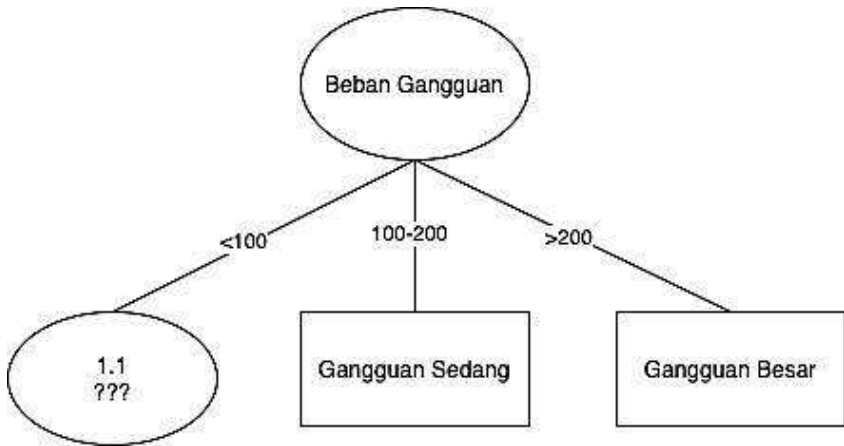
*Contoh perhitungan menggunakan penjelasan sebelumnya:*

a. *Gain* (Total, *Trip Switching*) = 1,5433097 -  $\left(\left(\frac{23}{134} * 1,2640886\right) + \left(\frac{111}{134} * 1,435949\right)\right)$   
= 0,136859112

b. *Gain* (Total, *Beban Gangguan*) = 1,5433097 -  $\left(\left(\frac{57}{134} * 0,428811\right) + \left(\frac{47}{134} * 0\right) + \left(\frac{30}{134} * 0\right)\right)$   
= 1,36090506

c. *Gain* (Total, *Relay*) = 1,5433097 -  $\left(\left(\frac{121}{134} * 1,5172487\right) + \left(\frac{13}{134} * 0,9957275\right)\right) = 0,076656336$

Dari hasil contoh perhitungan atau kalkulasi diatas, dapat dilihat hasil *gain* tertinggi diperoleh oleh **Beban Gangguan**, dan atribut tersebut akan menjadi *node* akar. Diketahui bahwa *Beban Gangguan* tersebut juga memiliki 3 (tiga) nilai, yaitu : **<100 A**, **100-200A**, dan **>200 A**. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada gambar pohon keputusan sementara pada *node* 1 (satu) seperti berikut :



**Gambar 3.2** Pohon Keputusan Klasifikasi Titik Gangguan Node 1

Dilihat dari pohon keputusan klasifikasi titik gangguan node 1, selanjutnya penulis melakukan perhitungan kembali untuk menentukan nilai atribut yang menjadi cabang dari node akar jika nilai **<100 A**.

**Tabel 3.10** Hasil Klasifikasi Titik Gangguan Node 1.1

| Langkah Pertama | Atribut               | Nilai Atribut | Jumlah Kasus |                |                 | Entropy | Gain        |
|-----------------|-----------------------|---------------|--------------|----------------|-----------------|---------|-------------|
|                 |                       |               | Total        | Gangguan Kecil | Gangguan Sedang |         |             |
| 1.2             | Beban Gangguan "<100" |               | 57           | 52             | 5               | 0       | 0,428811    |
|                 | Trip Switching        |               |              |                |                 |         | 0,294855315 |
|                 | PMT                   |               | 8            | 3              | 5               | 0       | 0,954434    |
|                 | REC                   |               | 49           | 49             | 0               | 0       | 0           |
|                 | Relay                 |               |              |                |                 |         | 0,428810965 |
|                 | OCR                   |               | 5            | 0              | 5               | 0       | 0           |
| GFR             |                       | 17            | 17           | 0              | 0               | 0       |             |

Penulis melakukan perhitungan *entropy* dan *gain* kembali untuk atribut **Beban Gangguan** dengan nilai **<100 A**.

Contoh perhitungan menggunakan penjelasan sebelumnya:

$$\text{Entropy (Total, Beban Gangguan, } <100) = \left(-\left(\frac{52}{57}\right) * \log_2 \frac{52}{57}\right) + \left(-\left(\frac{5}{57}\right) * \log_2 \frac{5}{57}\right)$$

$$\text{Entropy (Total)} = 0,428811$$

a. Entropy (Beban Gangguan, <100, Trip Switching)

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ PMT)} = \left(-\left(\frac{3}{8}\right) * \log_2 \frac{3}{8}\right) + \left(-\left(\frac{5}{8}\right) * \log_2 \frac{5}{8}\right)$$

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ PMT)} = 0,954434$$

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ REC)} = \left(-\left(\frac{49}{49}\right) * \log_2 \frac{49}{49}\right)$$

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ REC)} = 0$$

b. Entropy (Beban Gangguan, <100, Relay)

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ GFR)} = \left(-\left(\frac{17}{17}\right) * \log_2 \frac{17}{17}\right)$$

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ GFR)} = 0$$

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ OCR)} = \left(-\left(\frac{5}{5}\right) * \log_2 \frac{5}{5}\right)$$

$$\text{Entropy (Beban Gangguan, } <100, \text{ OCR)} = 0$$

c. Gain (Beban Gangguan, Trip Switching) = 0,428811–

$$\left(\left(\frac{8}{57} * 0,954434\right) + \left(\frac{49}{57} * 0\right)\right)$$

$$\text{Gain (Beban Gangguan, Trip Switching)} = 0,294855315$$

d. Gain (Beban Gangguan, Relay) = 0,428811–

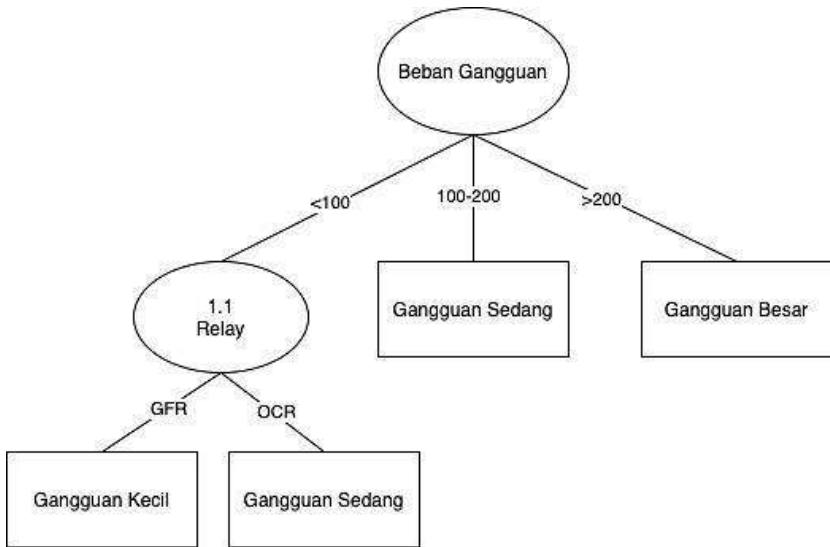
$$\left(\left(\frac{5}{57} * 0\right) + \left(\frac{17}{57} * 0\right)\right)$$

$$\text{Gain (Beban Gangguan, Relay)} = 0,428811$$

Dari hasil perhitungan atau kalkulasi perhitungan node 1.1 diatas, dapat dilihat hasil gain tertinggi diperoleh



oleh **Relay** dan didapatkan pohon keputusan sebagai berikut :



**Gambar 3.3** Pohon Keputusan Klasifikasi Titik Gangguan Node 1.1

Seperti perhitungan klasifikasi pada titik gangguan, ketika *data training* terbentuk, penulis menghitung *entropy* dengan menggunakan persamaan yang sama, sebagai berikut:

*Contoh perhitungan menggunakan penjelasan sebelumnya:*

$$\begin{aligned} Entropy \text{ (Total)} = & \left(-\left(\frac{85}{134}\right) * \log_2 \frac{85}{134}\right) + \left(-\left(\frac{9}{134}\right) * \log_2 \frac{9}{134}\right) + \\ & \left(-\left(\frac{12}{134}\right) * \log_2 \frac{12}{134}\right) + \left(-\left(\frac{4}{134}\right) * \log_2 \frac{4}{134}\right) + \left(-\left(\frac{19}{134}\right) * \right. \\ & \left. \log_2 \frac{19}{134}\right) + \left(-\left(\frac{4}{134}\right) * \log_2 \frac{4}{134}\right) + \left(-\left(\frac{1}{134}\right) * \log_2 \frac{1}{134}\right) + \end{aligned}$$

$$Entropy \text{ (Total)} = 1,744763$$

#### 1. Entropy (Kerusakan Yang Terjadi)

$$Entropy \text{ (Arrester rusak)} = \left(-\left(\frac{4}{4}\right) * \log_2 \frac{4}{4}\right)$$

$$Entropy \text{ (Arrester rusak)} = 0$$

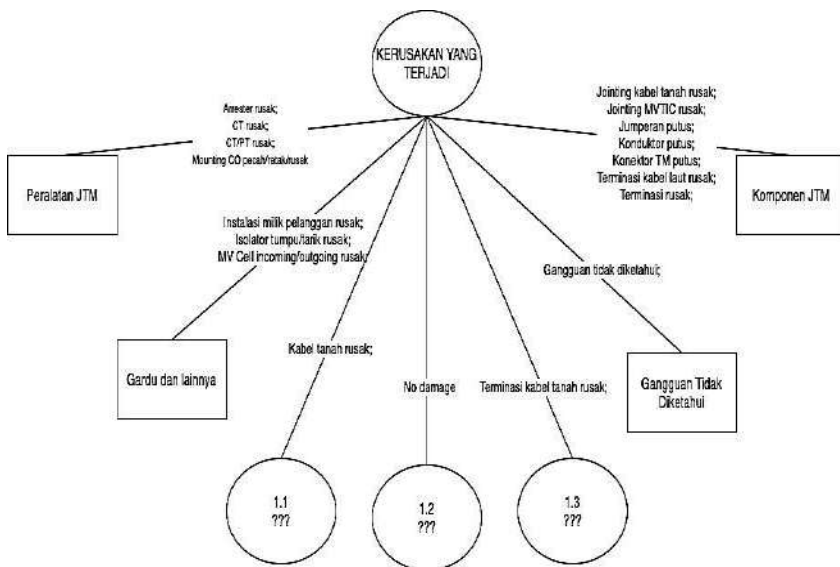
$$\text{Entropy (CT rusak)} = \left(-\left(\frac{1}{1}\right) * \log_2 \frac{1}{1}\right)$$

$$\text{Entropy (CT rusak)} = 1$$

$$2. \text{Gain (Kerusakan Yang Terjadi)} = 1,744763 - \left(\left(\frac{4}{134} * 0\right) + \left(\frac{1}{134} * 0\right) + \left(\frac{1}{134} * 0\right) + \left(\frac{4}{134} * 0\right) + \left(\frac{8}{134} * 0\right) + \left(\frac{1}{134} * 0\right) + \left(\frac{34}{134} * 0\right) + \left(\frac{1}{134} * 0\right) + \left(\frac{7}{134} * 0\right) + \left(\frac{19}{134} * 0,981941\right) + \left(\frac{3}{134} * 0\right) + \left(\frac{3}{134} * 0\right) + \left(\frac{3}{134} * 0\right) + \left(\frac{24}{134} * 1,678771\right) + \left(\frac{1}{134} * 0\right) + \left(\frac{4}{134} * 0,811278\right) + \left(\frac{1}{134} * 0\right)\right)$$

$$\text{Gain (Kerusakan Yang Terjadi)} = 1,28064$$

Dari perhitungan hasil klasifikasi jenis gangguan, dapat dilihat hasil *gain* tertinggi diperoleh oleh **Kerusakan Yang Terjadi**, dan atribut tersebut akan menjadi *node* akar. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada gambar pohon keputusan sementara pada *node* 1 (satu) seperti berikut :



**Gambar 3.4** Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan *Node* 1

Dilihat dari pohon keputusan perhitungan *node* 1, selanjutnya penulis melakukan perhitungan kembali untuk menentukan nilai atribut yang menjadi cabang dari node akar jika nilai **Kabel tanah rusak**, **No damage**, dan **Terminasi kabel tanah rusak**.

Penulis melakukan perhitungan *entropy* dan *gain* kembali untuk atribut **Kerusakan Yang Terjadi** dengan nilai **Kabel tanah rusak**.

*Contoh perhitungan menggunakan penjelasan sebelumnya: Entrophy* (Total, Kerusakan Yang Terjadi, Kabel tanah rusak) =  $(-\frac{11}{19}) * \log_2 \frac{11}{19}) + (-\frac{8}{19}) * \log_2 \frac{8}{19})$

*Entrophy* (Total, Kerusakan Yang Terjadi “Kabel tanah rusak”) = 0,981941

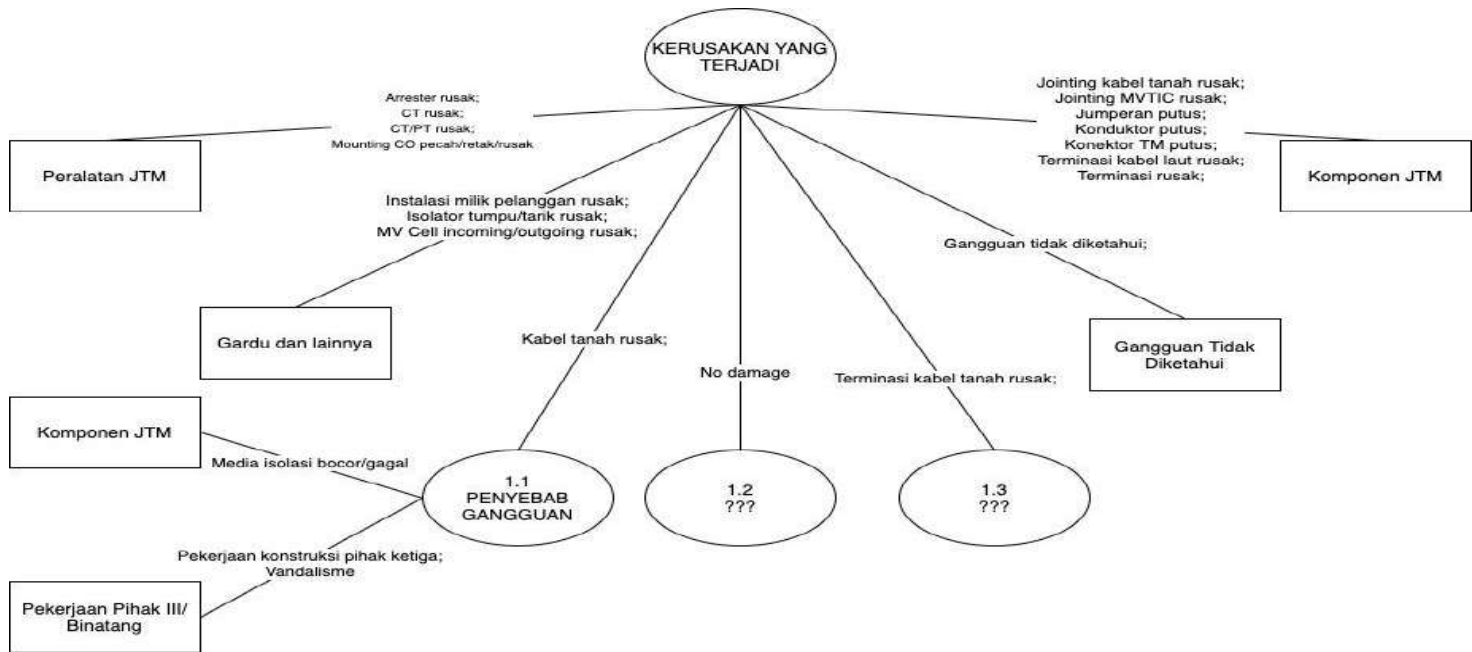
1. *Entrophy* (Kerusakan Yang Terjadi “Kabel tanah rusak”, Media isolasi bocor/gagal) =  $(-\frac{11}{19}) * \log_2 \frac{11}{19}) = 0$   
*Entrophy* (Kerusakan Yang Terjadi “Kabel tanah rusak”, Pekerjaan kontruksi pihak ketiga) =  $(-\frac{9}{19}) * \log_2 \frac{9}{19}) = 0$   
*Entrophy* (Kerusakan Yang Terjadi “Kabel tanah rusak”, Vandalisme) =  $(-\frac{2}{19}) * \log_2 \frac{2}{19}) = 0$

2. *Gain* (Kerusakan Yang Terjadi “Kabel tanah rusak”, Penyebab Gangguan) =  $0,981941 - ((\frac{11}{19} * 0) + (\frac{6}{19} * 0) + (\frac{2}{19} * 0)) = 0,981941$

*Gain* (Kerusakan Yang Terjadi “Kabel tanah rusak”, Kategori Penyebab Gangguan) =  $0,981941 - ((\frac{12}{19} * 0,413817) + (\frac{7}{19} * 0)) = 0,720583$

$$\text{Gain (Kerusakan Yang Terjadi "Kabel tanah rusak", Cuaca)} = 0,981941 - \left( \left( \frac{4}{19} * 1 \right) + \left( \frac{12}{19} * 1 \right) + \left( \frac{2}{19} * 0 \right) + \left( \frac{1}{19} * 1 \right) \right) = 0,139836$$

Dari hasil perhitungan *entropy* dan *gain* kembali untuk atribut **Kerusakan Yang Terjadi** dengan nilai **Kabel tanah rusak** dapat dilihat pada gambar pohon keputusan sementara pada *node* 1.1 seperti berikut :



Gambar 3.5 Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan Node 1.1

Penulis melakukan perhitungan *entropy* dan *gain* kembali untuk atribut **Kerusakan Yang Terjadi** dengan nilai **No damage**.

*Contoh perhitungan menggunakan penjelasan sebelumnya:*

$$\begin{aligned} \text{Entropy (Total, Kerusakan Yang Terjadi, No damage)} = & \\ & \left(-\left(\frac{9}{24}\right) * \log_2 \frac{9}{24}\right) + \left(-\left(\frac{4}{24}\right) * \log_2 \frac{4}{24}\right) + \left(-\left(\frac{10}{24}\right) * \log_2 \frac{10}{24}\right) + \\ & \left(-\left(\frac{1}{24}\right) * \log_2 \frac{1}{24}\right) \end{aligned}$$

$$\text{Entropy (Total, Kerusakan Yang Terjadi, No damage)} = 1,678771$$

1. *Entropy* (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”, Benda

$$\text{asing} = \left(-\left(\frac{1}{1}\right) * \log_2 \frac{1}{1}\right) = 0$$

$$\text{Entropy (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”,$$

$$\text{Binatang} = \left(-\left(\frac{10}{10}\right) * \log_2 \frac{10}{10}\right) = 0$$

$$\text{Entropy (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”,$$

$$\text{Flashover} = \left(-\left(\frac{8}{8}\right) * \log_2 \frac{8}{8}\right) = 0$$

$$\text{Entropy (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”,$$

$$\text{Flashover} = \left(-\left(\frac{8}{8}\right) * \log_2 \frac{8}{8}\right) = 0$$

$$\text{Entropy (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”,$$

$$\text{Layanan/kawat} = \left(-\left(\frac{1}{1}\right) * \log_2 \frac{1}{1}\right) = 0$$

$$\text{Entropy (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”, Pohon$$

$$= \left(-\left(\frac{4}{4}\right) * \log_2 \frac{4}{4}\right) = 0$$

2. *Gain* (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”, Penyebab

$$\begin{aligned} \text{Gangguan)} = & 1,678771 - \left(\left(\frac{1}{24} * 0\right) + \left(\frac{10}{24} * 0\right) + \left(\frac{8}{24} * 0\right) + \left(\frac{1}{24} * \right.\right. \\ & \left.\left.0\right) + \left(\frac{4}{24} * 0\right)\right) = 1,678771 \end{aligned}$$

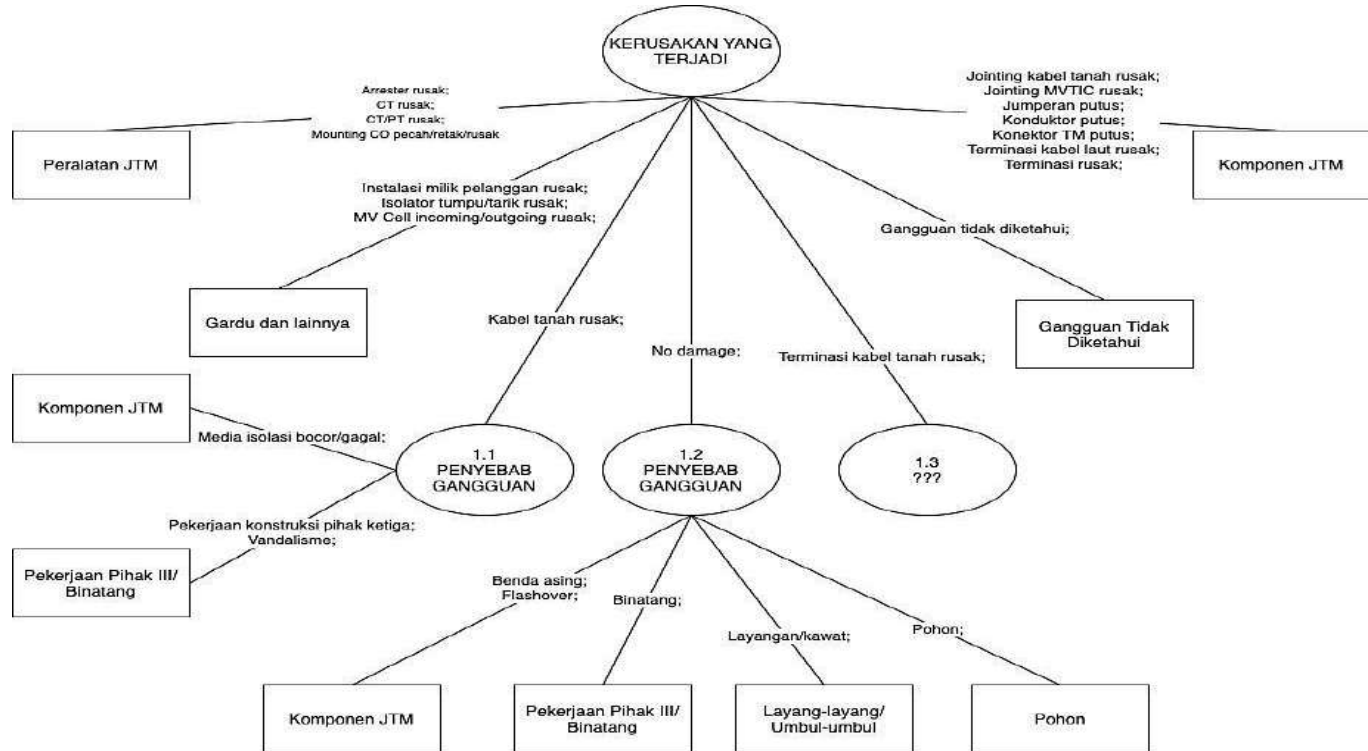
$$\text{Gain (Kerusakan Yang Terjadi “No damage”, Kategori$$

$$\text{Penyebab Gangguan)} = 1,678771 - \left(\left(\frac{7}{24} * 1,148835\right) + \left(\frac{16}{24} * \right.\right.$$

$$\left.1,173795\right) + \left(\frac{1}{24} * 0\right) = 0,561164$$

$$\begin{aligned} \text{Gain (Kerusakan Yang Terjadi "No damage", Cuaca)} &= \\ &= 1,678771 - \left( \left( \frac{6}{24} * 1,459148 \right) + \left( \frac{10}{24} * 1 \right) + \left( \frac{1}{24} * 0 \right) + \left( \frac{3}{24} * \right. \right. \\ & \left. \left. 0,918296 \right) + \left( \frac{4}{24} * 1,5 \right) \right) = 0,53253 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *entropy* dan *gain* kembali untuk atribut **Kerusakan Yang Terjadi** dengan nilai **No damage** dapat dilihat pada gambar pohon keputusan sementara pada *node* 1.2 seperti berikut :



**Gambar 3.6** Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan Node 1.2



Penulis melakukan perhitungan *entropy* dan *gain* kembali untuk atribut **Kerusakan Yang Terjadi** dengan nilai **Terminal kabel tanah rusak**.

*Contoh perhitungan menggunakan penjelasan sebelumnya:*  
*Entropy* (Total, Kerusakan Yang Terjadi, Terminal kabel tanah rusak) =  $(-\frac{3}{4} * \log_2 \frac{3}{4}) + (-\frac{1}{4} * \log_2 \frac{1}{4})$

*Entropy* (Total, Kerusakan Yang Terjadi, Terminal kabel tanah rusak) = 0,811278

1. *Entropy* (Kerusakan Yang Terjadi “Terminal kabel tanah rusak”, Binatang) =  $(-\frac{1}{4} * \log_2 \frac{1}{4}) = 0$

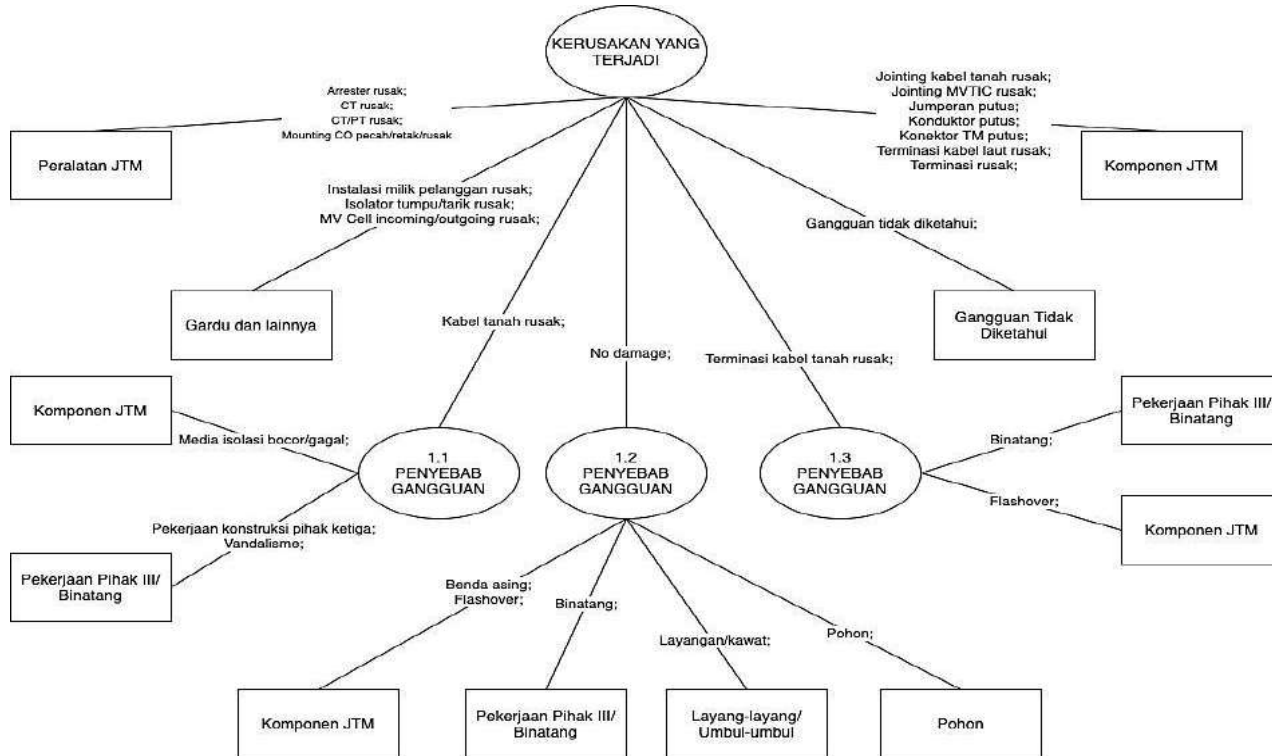
*Entropy* (Kerusakan Yang Terjadi “Terminal kabel tanah rusak”, Flashover) =  $(-\frac{3}{4} * \log_2 \frac{3}{4}) = 0$

2. *Gain* (Kerusakan Yang Terjadi “Terminal kabel tanah rusak”, Penyebab Gangguan) =  $0,811278 - ((\frac{1}{4} * 0) + (\frac{3}{4} * 0)) = 0,811278$

*Gain* (Kerusakan Yang Terjadi “Terminal kabel tanah rusak”, Kategori Penyebab Gangguan) =  $0,811278 - ((\frac{2}{4} * 0) + (\frac{1}{4} * 0) + (\frac{2}{4} * 0)) = 0,811278$

*Gain* (Kerusakan Yang Terjadi “Terminal kabel tanah rusak”, Cuaca) =  $0,811278 - ((\frac{1}{4} * 0) + (\frac{3}{4} * 0,918296)) = 0,122556$

Dari hasil perhitungan *entropy* dan *gain* kembali untuk atribut **Kerusakan Yang Terjadi** dengan nilai **No damage** dapat dilihat pada gambar pohon keputusan sementara pada *node* 1.3 seperti berikut:



**Gambar 3.7** Pohon Keputusan Klasifikasi Jenis Gangguan *Node 1.3*

### 3.5 Evaluation

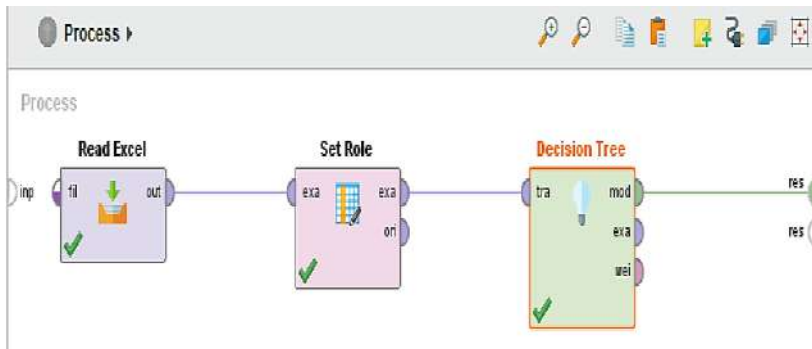
Pada tahapan kelima ini, penulis mengevaluasi model yang telah didapatkan dari tahap sebelumnya. Pada tahap *evaluation*, terdapat 3 (tiga) tahapan lagi, antara lain:

#### 1. *Evaluation Result*

Pada tahap ini penulis mengevaluasi yang difokuskan pada pola yang dihasilkan pada perhitungan C4.5. Yang mana pola tersebut dievaluasi apakah pola yang dihasilkan tersebut sesuai dengan hasil pengujian menggunakan *rapidminer* terkait klasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyalang.

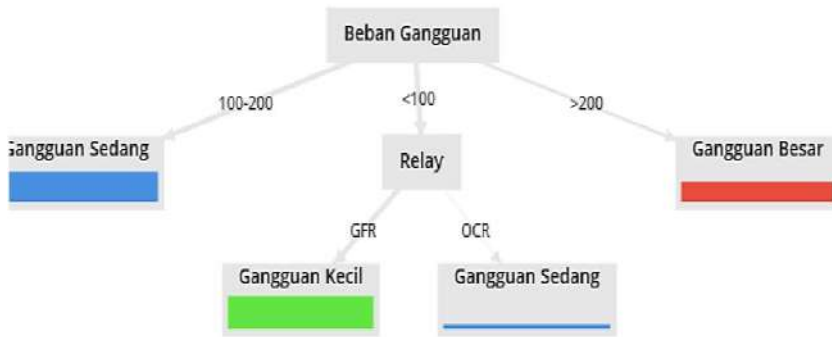
#### 2. *Review Result*

Mengevaluasi apakah model yang dibentuk sudah sesuai dengan tujuan bisnis yang dilakukan pada awal proses perancangan. Hasil yang akan ditampilkan pada *rapidminer* adalah pohon keputusan beserta *rule tree*-nya.



**Gambar 3.8** Proses Uji Model Titik Gangguan

Proses diatas adalah proses uji model untuk titik gangguan yang menghasilkan pohon keputusan dan *rule tree* sebagai berikut :



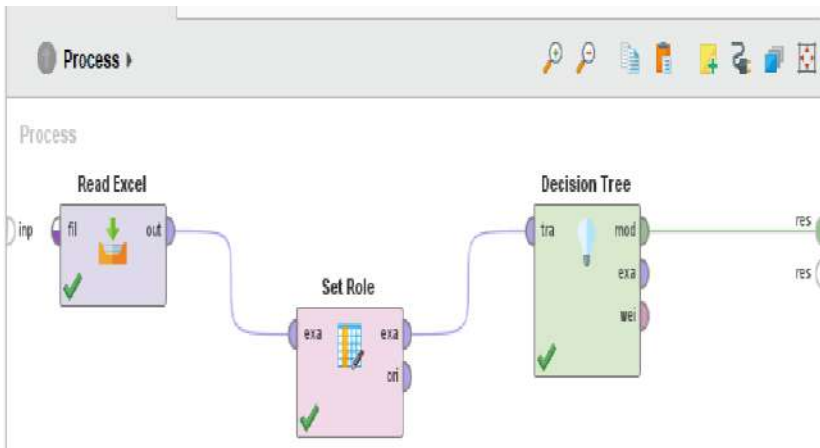
**Gambar 3.9** Pohon Keputusan Terkait Titik Gangguan

## Tree

```

Beban Gangguan = 100-200: Gangguan Sedang {Gangguan Kecil=0, Gangguan Besar=0, Gangguan Sedang=1}
Beban Gangguan = <100
| Relay = GFR: Gangguan Kecil {Gangguan Kecil=1, Gangguan Besar=0, Gangguan Sedang=0}
| Relay = OCR: Gangguan Sedang {Gangguan Kecil=0, Gangguan Besar=0, Gangguan Sedang=1}
Beban Gangguan = >200: Gangguan Besar {Gangguan Kecil=0, Gangguan Besar=3, Gangguan Sedang=0}
  
```

**Gambar 3.10** Daftar Aturan Terkait Titik Gangguan



**Gambar 3.11** Proses Uji Model Jenis Gangguan

Proses diatas adalah proses uji model untuk jenis gangguan yang menghasilkan pohon keputusan dan *rule tree* sebagai berikut :

### Tree

KERUSAKAN YANG TERJADI - Arrester rusak: Peralatan JTM (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peralat  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - CT rusak: Peralatan JTM (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peralatan JTM  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Gangguan tidak diketahui: Gangguan Tidak Diketahui (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu d  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Instalasi milik pelanggan rusak: Gardu dan lainnya (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu d  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Isolator tumpu/tarik rusak: Gardu dan lainnya (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan la  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Jointing MVIC rusak: Komponen JTM (Komponen JTM=1, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Pe  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Jointing Kabel tanah rusak: Komponen JTM (Komponen JTM=10, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Jumperan putus: Komponen JTM (Komponen JTM=5, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peralata  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Kabel tanah rusak  
 | PENYERAB GANGGURAN = Media isolasi bocor/sagal: Komponen JTM (Komponen JTM=9, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0  
 | PENYERAB GANGGURAN = Pekerjaan konstruksi pihak ketiga: Pekerjaan Pihak III/ Binatang (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binata  
 | PENYERAB GANGGURAN = Vandalisme: Pekerjaan Pihak III/ Binatang (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=3, Gardu dan lainnya  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Kondaktor putus: Komponen JTM (Komponen JTM=13, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peral  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Konektor TM putus: Komponen JTM (Komponen JTM=1, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peral  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - Mounting CD pecah/retak/rusak: Peralatan JTM (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lai  
 KERUSAKAN YANG TERJADI - No damage  
 | PENYERAB GANGGURAN = Sinatang: Pekerjaan Pihak III/ Binatang (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=7, Gardu dan lainnya=0  
 | PENYERAB GANGGURAN = Flashover: Komponen JTM (Komponen JTM=6, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peralatan JTM  
 | PENYERAB GANGGURAN = Layangan/kawat: Layang-layang/ Umbal-umbul (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainny  
 | PENYERAB GANGGURAN = Pohon: Pohon (Komponen JTM=8, Pohon=3, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peralatan JTM=0, Gangguan  
 KERUSAKAN YANG TERJADI = Terminasi Kabel laut rusak: Komponen JTM (Komponen JTM=1, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya  
 KERUSAKAN YANG TERJADI = Terminasi Kabel tanah rusak  
 | PENYERAB GANGGURAN = Sinatang: Pekerjaan Pihak III/ Binatang (Komponen JTM=0, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=1, Gardu dan lainnya=0  
 | PENYERAB GANGGURAN = Flashover: Komponen JTM (Komponen JTM=2, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peralatan JTM  
 KERUSAKAN YANG TERJADI = Terminasi rusak: Komponen JTM (Komponen JTM=1, Pohon=0, Pekerjaan Pihak III/ Binatang=0, Gardu dan lainnya=0, Peralat

**Gambar 3.12** Daftar Aturan Terkait Jenis Gangguan

### 3. Determine Next Steps

Dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu *deployment*.

## 3.6 Deployment

Tahap ini menjelaskan mengenai bagaimana penulis mengimplementasi model yang telah dihasilkan. Pada tahap *deployment*, terdapat 3 (tiga) tahapan lagi, antara lain:

#### 1. Play Deployment

Tahap ini membahas bagaimana penulis merencanakan strategi agar model tersebut dapat disebar ke seluruh pegawai / user UP3 Manokwari. Dikarenakan studi kasus yang digunakan pada pembahasan ini berada jauh dengan lokasi penulis yaitu di Papua Barat, maka penulis merencanakan untuk melakukan perhitungan akurasi penerapan algoritma C4.5 dengan menggunakan *Rapidminer* dan *Confusion Matrix* pada pembahasan ini.

#### 2. Plan Monitoring Maintenance

**Tabel 3.11** *Confusion Matrix* Titik Gangguan

|                |                 | Kelas Sebenarnya |                 |                |
|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
|                |                 | Gangguan Kecil   | Gangguan Sedang | Gangguan Besar |
| Kelas Prediksi | Gangguan Kecil  | $X_{11}$         | $X_{12}$        | $X_{13}$       |
|                | Gangguan Sedang | $X_{21}$         | $X_{22}$        | $X_{23}$       |
|                | Gangguan Besar  | $X_{31}$         | $X_{32}$        | $X_{33}$       |

Tabel diatas merupakan tabel *Confusion Matrix* yang akan digunakan untuk menghitung nilai akurasi klasifikasi

titik gangguan jaringan penyulang dan berikut adalah keterangan dari tabel diatas :

Untuk menghitung akurasi klasifikasi titik gangguan jaringan penyulang digunakan persamaan dibawah ini :

$$Accuracy = \frac{X_{11} + X_{22} + X_{33}}{total\ data}$$

**Tabel 3.12** *Confusion Matrix* Jenis Gangguan

|                |    | Kelas Sebenarnya |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------------|----|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                |    | J1               | J2              | J3              | J4              | J5              | J6              | J7              |
| Kelas Prediksi | J1 | K <sub>11</sub>  | K <sub>12</sub> | K <sub>13</sub> | K <sub>14</sub> | K <sub>15</sub> | K <sub>16</sub> | K <sub>17</sub> |
|                | J2 | K <sub>21</sub>  | K <sub>22</sub> | K <sub>23</sub> | K <sub>24</sub> | K <sub>25</sub> | K <sub>26</sub> | K <sub>27</sub> |
|                | J3 | K <sub>31</sub>  | K <sub>32</sub> | K <sub>33</sub> | K <sub>34</sub> | K <sub>35</sub> | K <sub>36</sub> | K <sub>37</sub> |
|                | J4 | K <sub>41</sub>  | K <sub>42</sub> | K <sub>43</sub> | K <sub>44</sub> | K <sub>45</sub> | K <sub>46</sub> | K <sub>47</sub> |
|                | J5 | K <sub>51</sub>  | K <sub>52</sub> | K <sub>53</sub> | K <sub>54</sub> | K <sub>55</sub> | K <sub>56</sub> | K <sub>57</sub> |
|                | J6 | K <sub>61</sub>  | K <sub>62</sub> | K <sub>63</sub> | K <sub>64</sub> | K <sub>65</sub> | K <sub>66</sub> | K <sub>67</sub> |
|                | J7 | K <sub>71</sub>  | K <sub>72</sub> | K <sub>73</sub> | K <sub>74</sub> | K <sub>75</sub> | K <sub>76</sub> | K <sub>77</sub> |

Keterangan :

- J1 = Komponen JTM
- J2 = Pohon
- J3 = Pekerjaan Pihak III/ Binatang
- J4 = Gardu Dan Lainnya
- J5 = Peralatan JTM
- J6 = Gangguan Tidak Diketahui
- J7 = Layang-layang

Untuk menghitung akurasi klasifikasi titik gangguan jaringan penyulang digunakan persamaan dibawah ini :

$$Accuracy = \frac{K_{11} + K_{22} + K_{33} + K_{44} + K_{55} + K_{66} + K_{77}}{total\ data}$$

Setelah melakukan langkah tersebut, penulis melakukan perhitungan manual algoritma C4.5 yang mana untuk mengklasifikasi titik gangguan menggunakan 3 (tiga) atribut yaitu relay, beban gangguan, dan *trip switching*. Hasil perhitungan tersebut mendapatkan hasil bahwa faktor yang mempengaruhi klasifikasi titik gangguan adalah relay dan beban gangguan. Sedangkan, untuk mengklasifikasi jenis gangguan menggunakan 4 (empat) atribut yaitu kerusakan yang terjadi, penyebab gangguan, kategori penyebab gangguan, dan cuaca. Hasil perhitungan tersebut mendapatkan hasil bahwa faktor yang mempengaruhi klasifikasi jenis gangguan adalah kerusakan yang terjadi dan penyebab gangguan.

### 3.7 Perancangan Antarmuka

Adapun perancangan *interface* pada aplikasi klasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyulang, yang dapat dilihat sebagai berikut:



### 3.7.1 Halaman Login

#### a. Rancangan Halaman *Login*

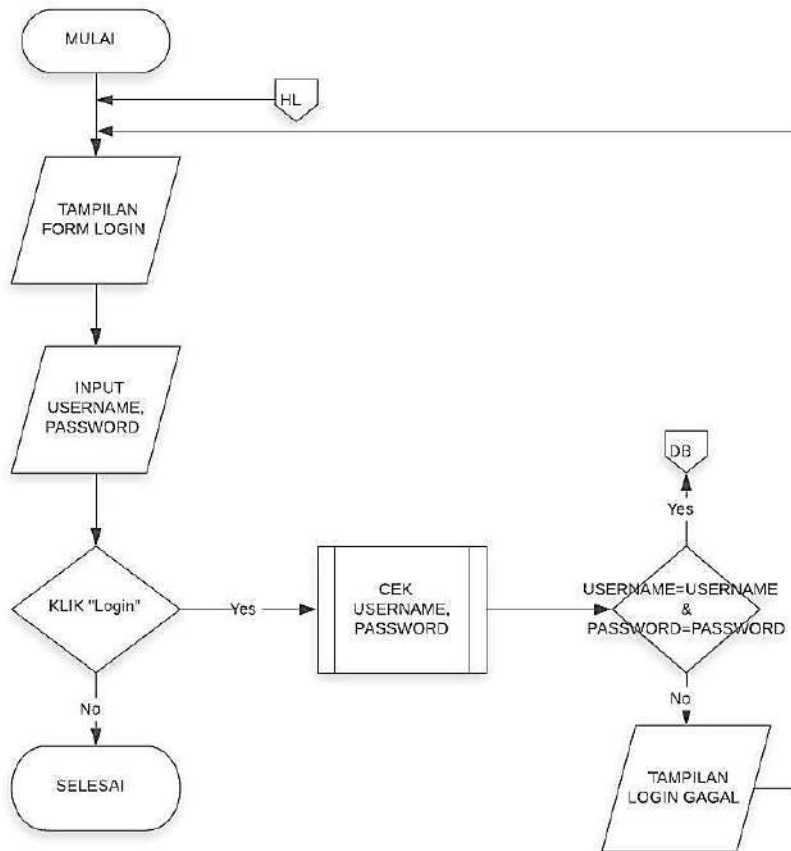


**Gambar 3.13** Rancangan Tampilan Login

#### b. *Flowchart* Halaman *Login*

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman login. *User* menginput *username* dan *password*. Guna menginput tersebut agar user dapat mengakses halaman selanjutnya. Setelah *user* menginput *username* dan *password* dan terdapat tombol “*Login*”, jika user menekan tombol “*Login*” maka proses cek *username* dan *password*, jika sesuai maka akan ditampilkan halaman

dashboard. Jika *username* dan *password* tidak sesuai maka akan ditampilkan pesan “Login Gagal”.



**Gambar 3.14** Flowchart Halaman Login

### c. Algoritma Halaman Login

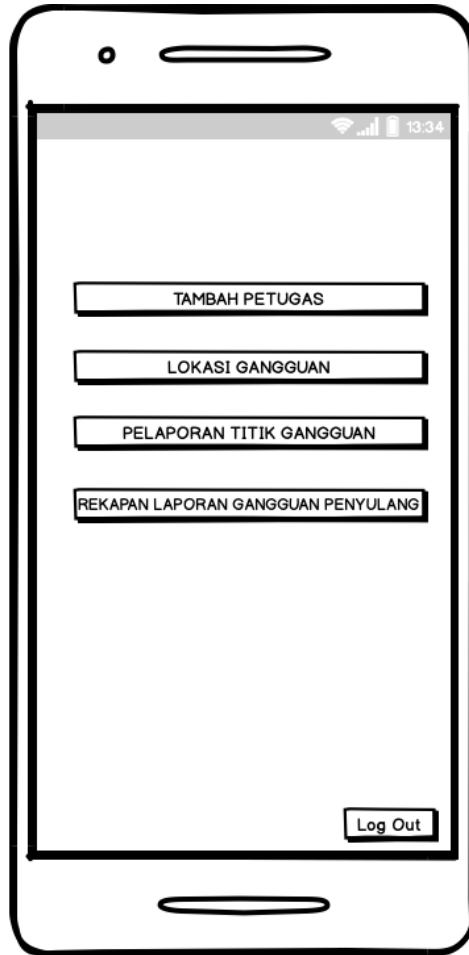
Berikut ini adalah algoritma pada halaman login. User menginput *username* dan *password*. Guna menginput tersebut agar user dapat mengakses halaman selanjutnya. Setelah user menginput *username* dan *password* dan terdapat tombol “Login”, jika user menekan tombol “Login” maka proses cek *username* dan

*password*, jika sesuai maka akan ditampilkan halaman *dashboard*. Jika *username* dan *password* tidak sesuai maka akan ditampilkan pesan “*Login Gagal*”.

1. Tampilkan Halaman *Login*
2. *Input Username, Password*
3. *If pilih=“Login” Then*
4. *Cek Username, Password*
5. *If data sesuai Then*
6. Tampilkan Halaman *Dashboard*
7. *Else*
8. Tampilkan pesan “*Login Gagal*”
9. Kembali ke baris 1
10. *End If*
11. *Else*
12. Kembali ke baris 1
13. *End If*

### 3.7.2 Halaman Dashboard

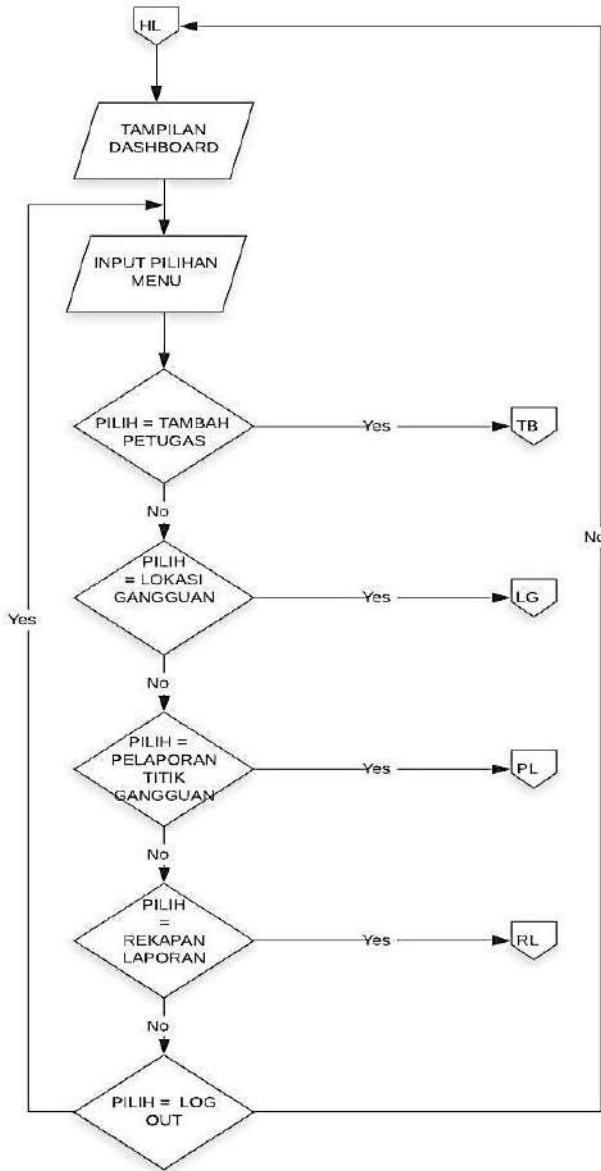
#### a. Rancangan Tampilan *Dashboard*



**Gambar 3.15** Rancangan Tampilan *Dashboard*

#### b. *Flowchart* Halaman *Dashboard*

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman *dashboard*. Pada halaman ini, *user* dapat memilih menu tambah petugas, lokasi gangguan, pelaporan titik gangguan, dan rekapan laporan gangguan penyulang.



**Gambar 3.16** Flowchart Halaman Dashboard

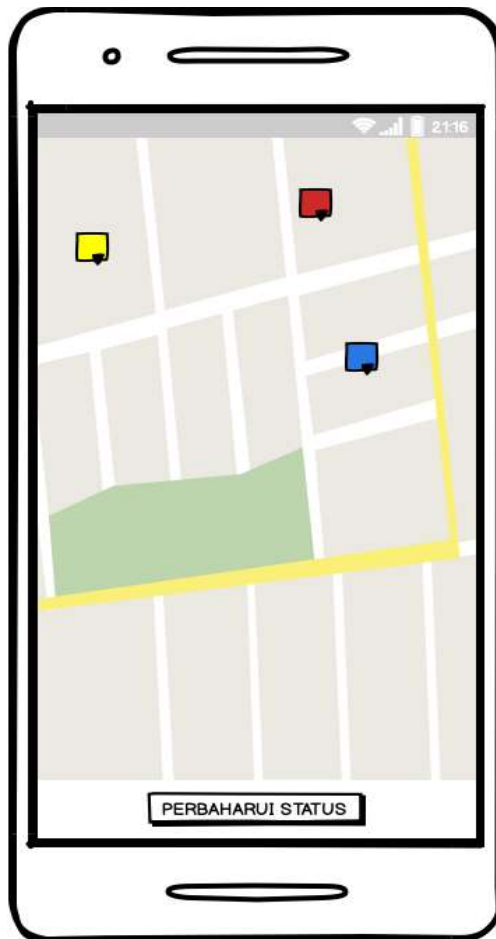
c. Algoritma Halaman *Dashboard*

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman *dashboard*. Pada halaman ini, *user* dapat memilih menu tambah petugas, lokasi gangguan, pelaporan titik gangguan, dan rekapan laporan gangguan penyulang. Jika *user* memilih menu tambah petugas, maka akan tampil halaman tambah petugas. Jika *user* memilih menu lokasi gangguan, maka akan tampil halaman lokasi gangguan. Jika *user* memilih menu pelaporan titik gangguan, maka akan tampil halaman pelaporan titik gangguan. Dan jika *user* memilih menu rekapan laporan, maka akan tampil halaman rekapan laporan

1. Tampilan Halaman *Dashboard*
2. *Input pilihan menu*
3. *If* Pilih = "Tambah Petugas" *Then*
4. Masuk ke halaman Tambah Petugas
5. *Else*
6. *If* Pilih = "Lokasi Gangguan" *Then*
7. Masuk ke halaman *Lokasi Gangguan*
8. *Else*
9. *If* Pilih ="Pelaporan Titik Gangguan" *Then*
10. Masuk ke halaman Pelaporan Titik Gangguan
11. *Else*
12. *If* Pilih ="Rekapan Laporan Gangguan" *Then*
13. Masuk ke halaman Rekapan Laporan Gangguan
14. *Else*
15. *If* Pilih ="Logout" *Then*
16. Kembali ke menu *Login*
17. Kembali ke baris 1
18. *End If*

### 3.7.3 Menu Lokasi Gangguan

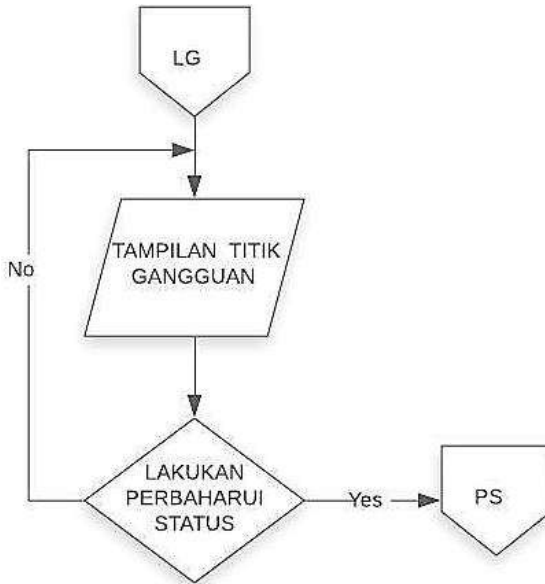
- a. Rancangan Tampilan dalam Menu Lokasi Gangguan  
Dalam isi menu lokasi gangguan, *user* akan melihat tampilan lokasi gangguan yang mana berisi tentang titik gangguan jaringan distribusi penyulang yang ditampilkan sesuai *indicator* warna.



**Gambar 3.17** Rancangan Tampilan dalam Menu Lokasi Gangguan

b. *Flowchart* Halaman Lokasi Gangguan

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman Lokasi Gangguan. Pada halaman ini, *user* dapat melihat lokasi gangguan dan memilih menu perbaharui status.



**Gambar 3.18** *Flowchart* Halaman Lokasi Gangguan

c. Algoritma Halaman Lokasi Gangguan

Berikut ini adalah *algoritma* yang menampilkan halaman lokasi gangguan. Pada halaman ini, *user* dapat melihat lokasi gangguan dan memilih menu perbaharui status.

1. Pilih Menu Lokasi Gangguan
2. Tampilan Halaman Lokasi Gangguan
3. *If* Pilih = “Perbaharui Status” *Then*
4. Masuk ke halaman Perbaharui Status
5. *Else*
6. Tampilan Halaman Lokasi Gangguan



### 3.7.4 Menu Perbaharui Status

a. Rancangan Tampilan dalam Menu Perbaharui Status

Dalam isi menu perbaharui status, *user* dapat memilih detail gangguan jaringan penyulang yang mana inputan tersebut nantinya disimpan di *database* dan sistem akan mengklasifikasi jenis gangguan yang terjadi.

PELAPORAN JENIS GANGGUAN  
JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG  
UP3 MANOKWARI

NAMA FCO

Kerusakan Yang Terjadi

Penyebab Gangguan

Kategori Penyebab Gangguan

Cuaca

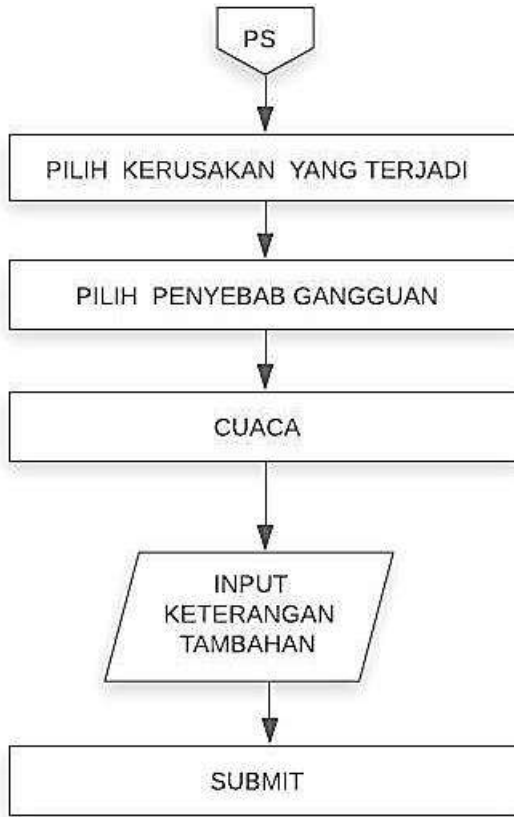
Keterangan Tambahan

SUBMIT

**Gambar 3.19** Rancangan Tampilan dalam Menu Perbaharui Status

b. *Flowchart* Menu Perbaharui Status

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman Perbaharui Status. *User* dapat memilih detail gangguan jaringan penyulang yang mana inputan tersebut nantinya disimpan di *database* dan sistem akan mengklasifikasi jenis gangguan yang terjadi.



**Gambar 3.20** *Flowchart* Halaman Perbaharui Status

c. *Algoritma* Menu Perbaharui Status

Berikut ini adalah *algoritma* pada halaman Perbaharui Status. *User* dapat memilih detail gangguan jaringan penyulang yang mana inputan tersebut nantinya disimpan

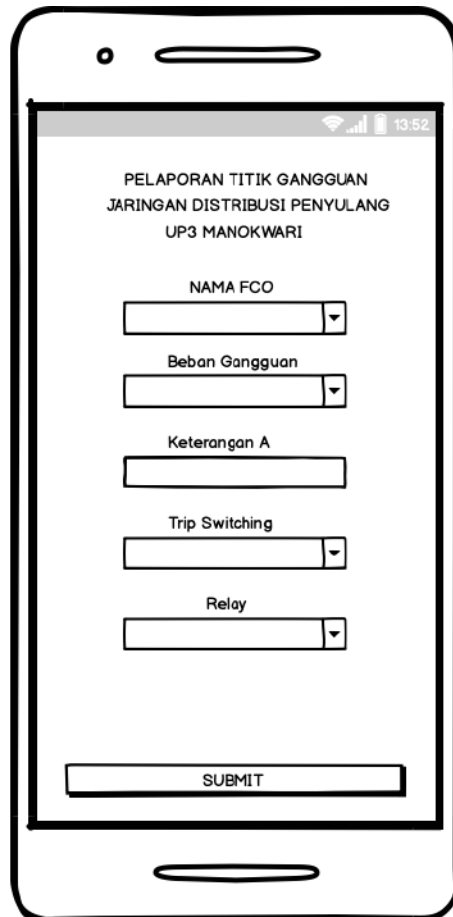
di *database* dan sistem akan mengklasifikasi jenis gangguan yang terjadi.

1. Pilih menu Perbaharui Status
2. Tampilan Menu Perbaharui Status
3. Pilih Kerusakan Yang terjadi
4. Pilih Penyebab Gangguan
5. Pilih Cuaca
6. *Input* Keterangan Tambahan
7. Submit

### **3.7.5 Menu Pelaporan Titik Gangguan**

#### **a. Rancangan Tampilan dalam Menu Pelaporan Titik Gangguan**

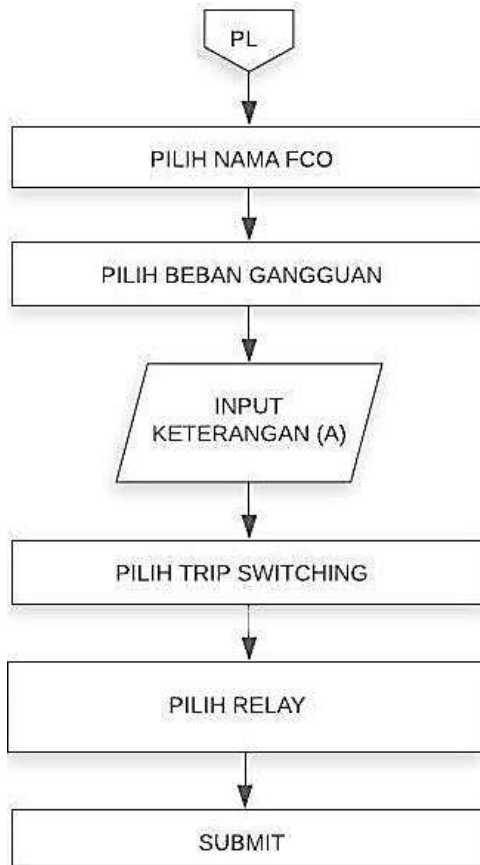
Dalam isi menu pelaporan titik gangguan, *user* menginput titik gangguan jaringan penyulang yang mana inputan tersebut nantinya disimpan di *database*.



**Gambar 3.21** Rancangan Tampilan dalam Menu Pelaporan Titik Gangguan

b. *Flowchart* Menu Pelaporan Titik Gangguan

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman Pelaporan Titik Gangguan. Dalam isi menu pelaporan titik gangguan, *user* menginput titik gangguan jaringan penyulang yang mana inputan tersebut nantinya disimpan di *database* dan sistem akan mengklasifikasi titik gangguan jaringan distribusi penyulang.



**Gambar 3.22** Flowchart Pelaporan Titik Gangguan

c. Algoritma Pelaporan Titik Gangguan

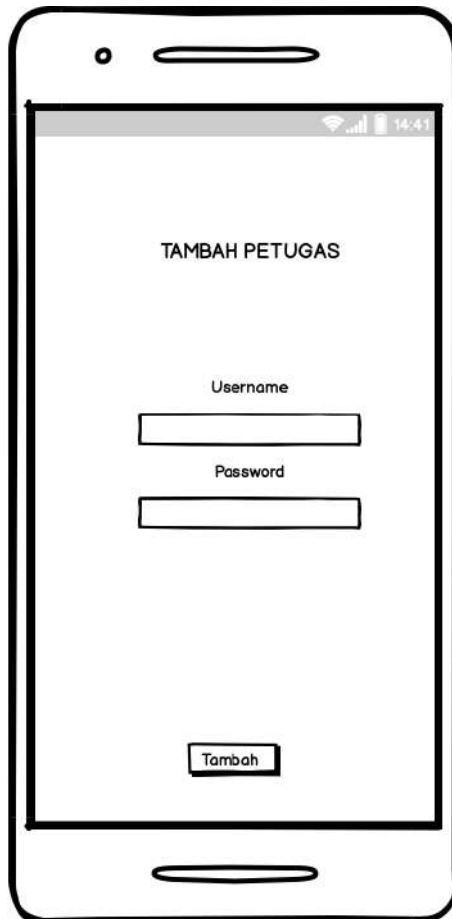
Berikut ini adalah *algoritma* pada halaman Pelaporan Titik Gangguan. Dalam isi menu pelaporan titik gangguan, *user* menginput titik gangguan jaringan penyulang yang mana inputan tersebut nantinya disimpan di *database* dan sistem akan mengklasifikasi titik gangguan jaringan distribusi penyulang.

1. Pilih Menu Pelaporan Titik Gangguan
2. Tampilan Halaman Pelaporan Titin Gangguan
3. Pilih Nama FCO
4. Pilih Beban Gangguan
5. *Input Keterangan* Ampere
6. Pilih Trip Switching
7. Pilih Relay
8. Klik *Submit*

### **3.7.6 Menu Tambah Petugas**

#### a. Rancangan Tampilan dalam Menu Tambah Petugas

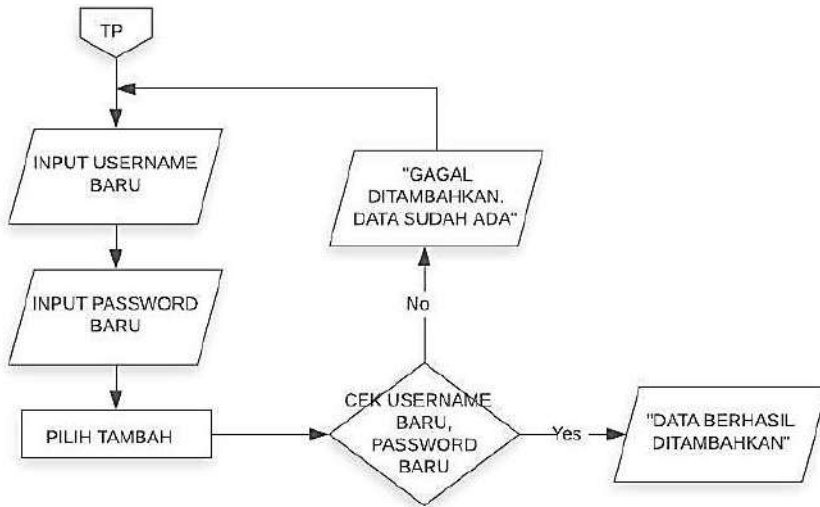
Dalam isi menu menu tambah petugas, *user* dapat menambahkan petugas yang dapat menggunakan aplikasi ini.



**Gambar 3.23** Rancangan Tampilan dalam Menu Tambah Petugas

b. *Flowchart* Menu Tambah Petugas

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman Tambah Petugas. *User* dapat menambahkan petugas yang dapat menggunakan aplikasi ini. Jika *username* dan *password* sudah ada, akan tampil pesan gagal menambahkan data, petugas sudah ada.



**Gambar 3.24 Flowchart Menu Tambah Petugas**

c. Algoritma Menu Tambah Petugas

Berikut ini adalah algoritma pada halaman Tambah Petugas. *User* dapat menambahkan petugas yang dapat menggunakan aplikasi ini. Jika *username* dan *password* sudah ada, akan tampil pesan gagal menambahkan data, petugas sudah ada.

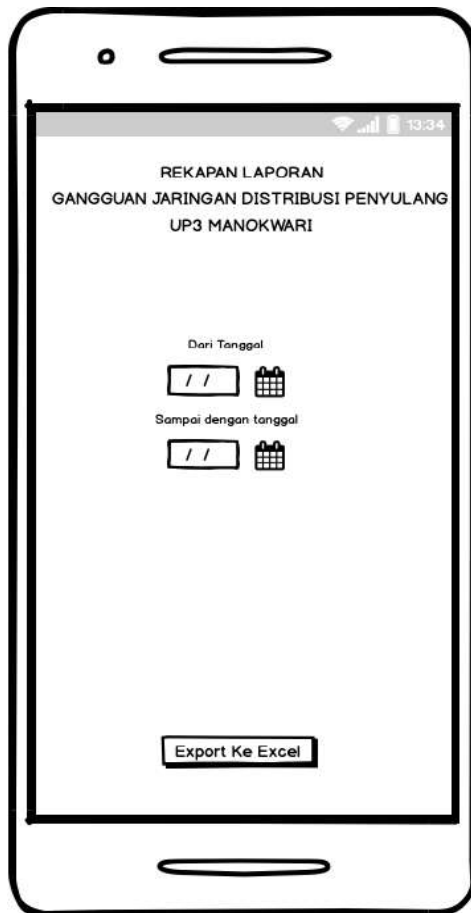
1. Pilih Menu Tambah Petugas
2. Tampilan Menu Petugas
3. *Input username* baru
4. *Input password* baru
5. Klik tambah
6. *If data sudah ada Then*
7. Tampil "Gagal Tambahkan. Data sudah ada"
8. *Else*
9. Tampil "Berhasil Menambahkan"



### 3.7.7 Menu Rekap Laporan Gangguan Penyulang

#### a. Rancangan Tampilan dalam Menu Rekap Laporan Gangguan Penyulang

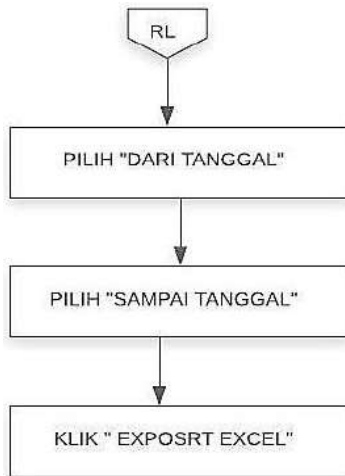
Dalam isi menu rekap laporan gangguan penyulang, *user* dapat mendownload hasil rekap laporan gangguan penyulang sesuai dengan permintaan tanggal yang diinginkan oleh *user*.



**Gambar 3.25** Rancangan Tampilan dalam Menu Rekap Laporan Gangguan

b. *Flowchart* Menu Rekap Laporan Gangguan

Berikut ini adalah *flowchart* pada halaman Laporan Gangguan Penyulang. Dalam isi menu rekap laporan gangguan penyulang, *user* dapat mendownload hasil rekap laporan gangguan penyulang sesuai dengan permintaan tanggal yang diinginkan oleh *user*.



**Gambar 3.26** *Flowchart* Rekap Laporan Gangguan Penyulang

c. Algoritma Rekap Laporan Gangguan Penyulang

Berikut ini adalah *algoritma* pada halaman Laporan Gangguan Penyulang. Dalam isi menu rekap laporan gangguan penyulang, *user* dapat mendownload hasil rekap laporan gangguan penyulang sesuai dengan permintaan tanggal yang diinginkan oleh *user*.

1. Pilih menu rekap laporan gangguan
2. Tampil halaman rekap laporan gangguan
3. Pilih rekap dari tanggal hingga sampai tanggal.
4. Klik *export excel*



# IV

## USER INTERFACE PADA APLIKASI

Pada bab ini menampilkan hasil mengenai perancangan aplikasi klasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyulang. Pengimplementasi aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor (PHP)*. Berikut gambar dan rincian penggunaan aplikasi tersebut.

### 4.1 Tampilan Halaman *Login*

Pada aplikasi klasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyulang, terdapat *form login* yang mengharuskan user menginput *username* dan *password* guna mengakses halaman selanjutnya yaitu halaman *dashboard*.



**Gambar 4.1** Tampilan Halaman *Login*

## 4.2 Tampilan Halaman *Dashboard*

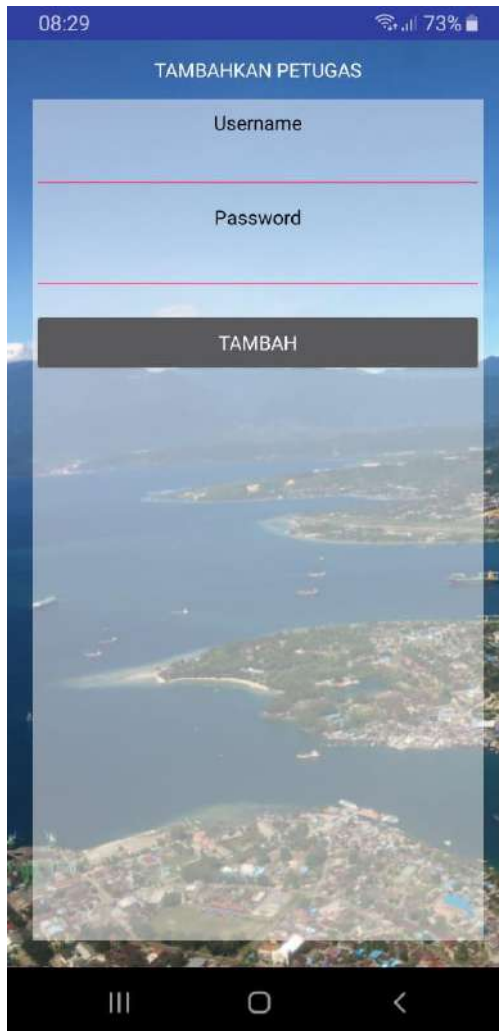
Berikut tampilan halaman *dashboard* aplikasi klasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyulang. Terdapat 4 (empat) menu yaitu tambah petugas, pelaporan titik gangguan, lokasi gangguan, dan rekap laporan gangguan penyulan.



**Gambar 4.2** Tampilan Halaman *Dashboard*

### 4.3 Tampilan Halaman dalam Menu Tambah Petugas

Berikut ini adalah tampilan dalam menu tambah petugas yang berfungsi untuk menambahkan *username* dan *password* bagi pengguna baru aplikasi klasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyulang.



**Gambar 4.3** Tampilan Halaman dalam Menu Tambah Petugas

## 4.4 Tampilan Halaman dalam Menu Pelaporan Titik Gangguan

Berikut ini adalah tampilan dalam menu pelaporan titik gangguan yang bertujuan agar petugas pemantau dapat memasukkan informasi terkait gangguan penyulang yang kemudian jika petugas mengklik tombol “Submit”, nantinya akan ada notifikasi pada menu dashboard dan juga informasi tersebut akan tersimpan didalam database.



**Gambar 4.4** Tampilan Halaman dalam Menu Pelaporan Titik Gangguan





**Gambar 4.5** Tampilan Notifikasi pada *Dashboard*

## 4.5 Tampilan Halaman dalam Menu Lokasi Gangguan

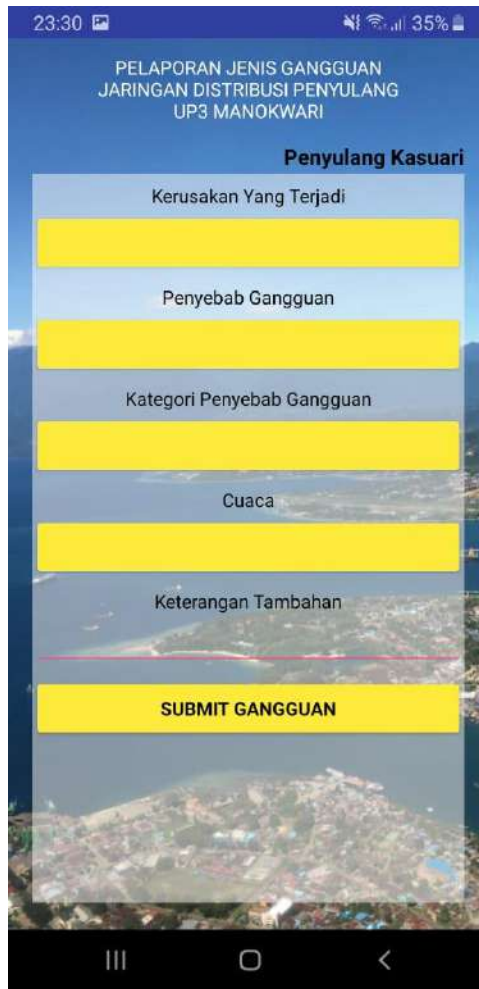
Berikut ini adalah halaman dalam menu lokasi gangguan yang berguna menampilkan *maps*, titik lokasi gangguan jaringan distribusi penyulang. Terdapat 3 (tiga) penanda berbeda yang diklasifikasikan berdasarkan gangguan kecil, gangguan sedang, dan gangguan besar. Penanda warna biru, menandakan gangguan jaringan penyulang yang terjadi adalah gangguan kecil. Penanda warna kuning, menandakan gangguan jaringan penyulang yang terjadi adalah gangguan sedang. Penanda warna merah, menandakan gangguan yang terjadi adalah gangguan besar.



**Gambar 4.6** Tampilan Halaman dalam Menu Lokasi Gangguan

## 4.6 Tampilan Halaman dalam Tombol Perbaharui Status

Berikut ini adalah tampilan halaman dalam tombol perbaharui status yang berfungsi untuk petugas menginput detail informasi tentang gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi penyulang.



The screenshot shows a mobile application interface for reporting a disturbance. At the top, the status bar displays the time 23:30, signal strength, Wi-Fi, and 35% battery. The main title is "PELAPORAN JENIS GANGGUAN JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG UP3 MANOKWARI". Below this, the specific location is identified as "Penyulang Kasuari". The form consists of several input fields, each with a yellow header and a grey body: "Kerusakan Yang Terjadi", "Penyebab Gangguan", "Kategori Penyebab Gangguan", and "Cuaca". There is also a "Keterangan Tambahan" field with a red horizontal line indicating a text input area. At the bottom of the form is a prominent yellow button labeled "SUBMIT GANGGUAN". The background of the form is a satellite map of a coastal area.

**Gambar 4.7** Tampilan dalam Tombol Perbaharui Status

Ketika user klik tombol submit gangguan, penanda berupa warna akan ditampilkan pada layer lokasi gangguan, seperti gambar dibawah ini :



**Gambar 4.8** Tampilan Hasil Klik Tombol Submit Gangguan

Apabila user ingin melaporkan gangguan tersebut telah kembali normal, user klik pada titik gangguan, kemudian klik tombol perbaharui status, dan terakhir, klik tombol normal kembali. Nantinya notifikasi pada menu dashboard akan hilang, penanda warna di layar lokasi gangguan kembali normal atau berwarna putih, dan juga informasi terkait detail gangguan tersebut akan tersimpan didalam database.



**Gambar 4.9** Tampilan Tombol Normal Kembali



**Gambar 4.10** Tampilan Hasil Klik Tombol Kembali Normal

## 4.7 Tampilan Halaman dalam Menu Rekap Laporan Gangguan Penyulang

Berikut ini adalah tampilan dalam menu rekap laporan gangguan penyulang yang digunakan oleh petugas apabila ingin melihat rekaman gangguan penyulang. Laporan tersebut akan di *export* ke file Excel.



**Gambar 4.11** Tampilan Halaman dalam Menu Rekap Laporan Gangguan Penyulang



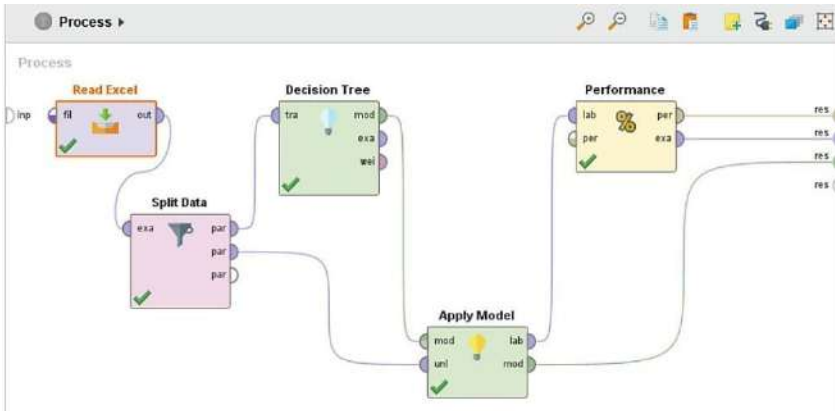
|   | A  | B              | C        | D                | E              | F         | G         | H         | I       | J                            | K              | L     | M       | N     | O          |
|---|----|----------------|----------|------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|---------|------------------------------|----------------|-------|---------|-------|------------|
| 1 | No | Tgl. Gangguan  | Kode FCD | Nama FCD         | Tgl. Normal    | Kerusakan | Gangguan  | Penyebab  | Catatan | FGTM                         | Beban Gangguan | Beban | Trip    | Relay | Keterangan |
| 2 | 1  | 12/08/20 13.19 | KSO1     | Penyalang Kasuar | 12/08/20 13.21 | No damage | TIDAK ADA | Tidak Ada | Mendung | Pekerjaan Pihak III/ Bratang | 100-200        |       | 135 PMT | GFR   | testing 1  |
| 3 |    |                |          |                  |                |           |           |           |         |                              |                |       |         |       |            |
| 4 |    |                |          |                  |                |           |           |           |         |                              |                |       |         |       |            |
| 5 |    |                |          |                  |                |           |           |           |         |                              |                |       |         |       |            |

**Gambar 4.12** Tampilan Hasil Rekapitan Laporan Gangguan Penyalang

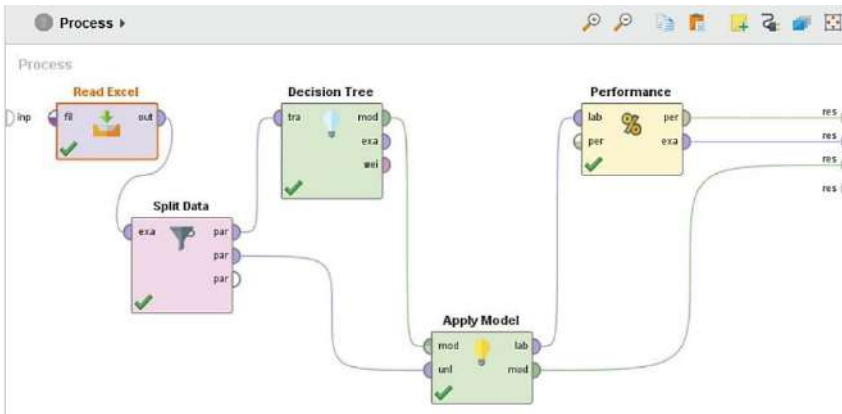
Pada tahap pertama, data yang telah didapatkan tersebut diidentifikasi dan dipilih atribut yang akan digunakan dalam proses klasifikasi. Tahapan selanjutnya, data tersebut dikategorikan oleh petugas Manager Jaringan Distribusi yang bertujuan agar mempermudah penulis dalam mengklasifikasi nilai berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Kemudian, penulis melakukan proses klasifikasi menggunakan algoritma C4.5 untuk menghasilkan keputusan.

Pada proses pencarian aturan (*rule*) pada algoritma C4.5, algoritma yang digunakan untuk mengklasifikasi titik gangguan, apakah gangguan yang terjadi dikategorikan gangguan kecil, sedang, dan besar yang mana diklasifikasi berdasarkan atribut-atribut yang telah ditetapkan. Algoritma C4.5 juga digunakan untuk mengklasifikasi jenis gangguan, apakah gangguan yang terjadi dikategorikan jenis gangguan komponen JTM, peralatan JTM, pohon, dan lain-lain, berdasarkan atribut-atribut yang telah ditetapkan.

Proses validasi yang dilakukan oleh penulis menggunakan *tools Rapidminer*, dimana dengan *tools* ini, akan membentuk pohon keputusan.



**Gambar 4.13** Proses Uji Validasi terhadap Jenis Gangguan



**Gambar 4.14** Proses Uji Validasi terhadap Jenis Gangguan

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa terdapat *read Excel* yang merupakan data *training* yang akan di uji. Kemudian terdapat *split data* yang bertujuan untuk menentukan berapa persen data yang digunakan untuk data *training* dan data *testing*. Pada pembahasan ini, penulis dalam mengklasifikasi jenis gangguan menggunakan 70% untuk data *training* dan 30% untuk data *testing*, sedangkan dalam mengklasifikasi titik gangguan menggunakan 80% untuk data *training* dan 20% untuk data *testing*.

Selanjutnya, terdapat *decision tree* yang merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasi titik dan jenis gangguan. Kemudian, terdapat *apply model* yang mana adalah proses pengaplikasian model, apakah model yang terbentuk sudah dapat diklasifikasikan atau tidak. Dan terakhir, terdapat *performance* yang menghasilkan presentasi yang dihasilkan dengan algoritma C4.5.

Dari proses validasi menggunakan *Rapidminer*, diperoleh bahwa hasil prediksi menggunakan C4.5 sebesar 87.80% untuk klasifikasi jenis gangguan dan 96.15% untuk klasifikasi titik gangguan.

Table View Plot View

accuracy: 87.80%

|                    | true Komponen... | true Pohon | true Pekerjaan... | true Gardu dan... | true Peralatan... | true Gangguan... | true Layang-lay... | class precision |
|--------------------|------------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| pred. Kompon...    | 25               | 0          | 0                 | 3                 | 1                 | 0                | 0                  | 85.21%          |
| pred. Pohon        | 0                | 1          | 0                 | 0                 | 0                 | 0                | 0                  | 100.00%         |
| pred. Pekerjaan... | 1                | 0          | 6                 | 0                 | 0                 | 0                | 0                  | 85.71%          |
| pred. Gardu da...  | 0                | 0          | 0                 | 1                 | 0                 | 0                | 0                  | 100.00%         |
| pred. Peralata...  | 0                | 0          | 0                 | 0                 | 2                 | 0                | 0                  | 100.00%         |
| pred. Ganggua...   | 0                | 0          | 0                 | 0                 | 0                 | 1                | 0                  | 100.00%         |
| pred. Layang-l...  | 0                | 0          | 0                 | 0                 | 0                 | 0                | 0                  | 0.00%           |
| class recall       | 96.15%           | 100.00%    | 100.00%           | 25.00%            | 66.67%            | 100.00%          | 0.00%              |                 |

**Gambar 4.15** Akurasi untuk Jenis Gangguan

accuracy 96.15%

|                       | true Gangguan Sedang | true Gangguan Kecil | true Gangguan Besar | class precision |
|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| pred. Gangguan Sedang | 9                    | 0                   | 0                   | 100.00%         |
| pred. Gangguan Kecil  | 1                    | 10                  | 0                   | 90.91%          |
| pred. Gangguan Besar  | 0                    | 0                   | 6                   | 100.00%         |
| class recall          | 90.00%               | 100.00%             | 100.00%             |                 |

**Gambar 4.16** Akurasi untuk Titik Gangguan

## 4.8 Hasil Confusion Matrix

Dengan menggunakan *Confusion Matrix*, maka penulis bisa mencari berapa presentasi hasil akurasi algoritma C4.5 dalam mengklasifikasi titik dan jenis gangguan jaringan distribusi penyulang.

Akurasi Algoritma C4.5 dalam mengklasifikasi jenis gangguan :

$$\frac{(25 + 1 + 6 + 1 + 2 + 1)}{(25 + 1 + 6 + 1 + 2 + 1 + 3 + 1 + 1)} * 100\% = 0.87\%$$

Akurasi Algoritma C4.5 dalam mengklasifikasi titik gangguan :

$$\frac{(9 + 10 + 6)}{(9 + 10 + 6 + 1)} * 100\% = 0.96\%$$

**D**alam pembahasan di buku ini, penerapan algoritma C4.5 untuk mengklasifikasi gangguan pada jaringan distribusi penyalang telah memberikan hasil yang signifikan. Pertama-tama, dalam konteks klasifikasi titik gangguan, algoritma ini mempertimbangkan faktor beban gangguan dan relay. Terdapat tiga pola aturan yang menentukan kategori gangguan, yaitu besar, sedang, dan kecil, tergantung pada nilai beban gangguan dan tipe relay yang terlibat.

Selanjutnya, penerapan algoritma C4.5 untuk mengklasifikasi jenis gangguan didasarkan pada kerusakan yang terjadi dan penyebab gangguan. Kompleksitasnya muncul dalam bentuk enam belas pola aturan yang memerinci kategori gangguan, seperti gangguan pada peralatan JTM ketika terjadi kerusakan pada arrester, CT, dan mounting CO, atau gangguan tidak diketahui jika informasi tentang kerusakan tidak tersedia. Selain itu, gangguan pada gardu dan jenis lainnya dapat teridentifikasi melalui kerusakan pada instalasi pelanggan, isolator tumpu/tarik rusak, dan sejenisnya.

Untuk mengevaluasi performa algoritma, digunakan *Confusion Matrix* yang menunjukkan tingkat akurasi sebesar 87.80% untuk klasifikasi jenis gangguan dan 96.15% untuk

klasifikasi titik gangguan pada jaringan distribusi penyulang. Hasil ini mencerminkan efektivitas algoritma C4.5 dalam mengelola data gangguan pada tingkat yang tinggi.

Melihat kesuksesan yang dicapai, terdapat beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya. Pertama, aplikasi dapat diperkaya dengan menggabungkan metode klasifikasi lainnya untuk meningkatkan akurasi dan responsivitas. Keberagaman metode dapat membuka peluang baru untuk pemahaman dan penanganan gangguan yang lebih baik. Selanjutnya, penting untuk mempertimbangkan penambahan fitur laporan yang mencatat sejarah jenis gangguan terbanyak pada jaringan distribusi penyulang. Hal ini akan memberikan wawasan yang berharga dalam menganalisis tren gangguan dan membantu dalam perencanaan perawatan dan perbaikan jaringan secara lebih efisien. Dengan menggabungkan saran-saran ini, diharapkan aplikasi dapat terus berkembang dan memberikan kontribusi positif dalam pengelolaan gangguan pada jaringan distribusi penyulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung Budhi Udiana, I. D. G., Dyana Arjana, I. G., & Indra Partha, T. G. (2017). Studi Analisis Koordinasi Over Current Relay (Ocr) Dan Ground Fault Relay (Gfr) Pada Recloser Di Saluran Penyulang Penebel. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 16(2), 37. <https://doi.org/10.24843/mite.2017.v16i02p07>
- Agustina, D. melina, & Wijanarto. (2016). Analisis Perbandingan Algoritma ID3 Dan C4. 5 Untuk Klasifikasi Penerima Hibah Pemasangan Air Minum. *Journal of Applied Intelligent System*, 1(3), 234–244.
- Al qoyyimi, T. A., Penangsang, O., & Aryani, N. K. (2017). Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21297>
- Anas, R. K. (2016). Aplikasi Pemantauan Lalu Lintas Yogyakarta Menggunakan Get Source Twitter Dan Google Maps Api Berbasis Web. *Semnasteknomedia Online*, 4(1), 2–11. <http://ojs.amikom.ac.id/index.php/semnasteknomedia/article/view/1290>
- Asri, Y., Palupiningsih, P., Haryono, & Reviansya, R. M. (2019). Clustering the basic human category indicator levels in Banten region. *Journal of Physics: Conference Series*, 1218(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1218/1/012034>
- Asri, Yessy, & Fitriani, Y. (2017). Flash flip book applications to measure the level of nationalism with quasi experiment on primary school students. *AIP*

*Conference Proceedings, 1867*(August). <https://doi.org/10.1063/1.4994465>

Awni, H., & Rekhawi, A. (2020). *Android Applications Development Intelligent Tutoring System*. 2(1), 1–14. [www.ijeais.org/ijeaisr](http://www.ijeais.org/ijeaisr)

Drs. F.J. Tasiam, M. P. (2017). Proteksi Sistem Tenaga Listrik. *Garamound*, 375.

Dvorski, D. D. (2007). Installing, configuring, and developing with Xampp. *D. Dvorski Dalibor, March*, 1–10.

Elisa, E. (2017). Analisa dan Penerapan Algoritma C4.5 Dalam *Data mining* Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Kontruksi PT.Arupadhatu Adisesanti. *Jurnal Online Informatika*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.15575/join.v2i1.71>

Fadillah, A. P. (2015). Penerapan Metode CRISP-DM untuk Prediksi Kelulusan Studi Mahasiswa Menempuh Mata Kuliah (Studi Kasus Universitas XYZ). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 1(3), 260–270. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v1i3.406>

Harryanto, F. F., & Hansun, S. (2017). Penerapan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Penerimaan Calon Pegawai Baru di PT WISE. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 3(2), 95–103. <http://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/view/71>

Haryono, H., Palupiningsih, P., Asri, Y., & Handayani, A. N. S. (2018). Klasifikasi Pesan Gangguan Pelanggan Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier. *Kilat*, 7(2), 100–108. <https://doi.org/10.33322/kilat.v7i2.354>

Ilayani, Nangi, J., & Pasrun, yuwanda purnamasari. (2018). APLIKASI *DATA MINING* UNTUK PENILAIAN KREDIT MENGGUNAKAN *DECISION TREE*



ALGORITMA ID3 STUDI KASUS PT. MANDALA MULTI FINANCE CABANG KENDARI Ilayani\*1,.  
*SemanTIK*, 4(1), 65–76.

Mardi, Y. (2017). *Data mining: Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4.5*. *Jurnal Edik Informatika*, 2(2), 213–219.

Monantun, S. R. (2014). *Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. 1–203.

Mujilawati, S. (2017). Pemanfaatan Algoritma ID3 untuk Klasifikasi Penjualan Obat. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa Informasi*, 1(November), 25–29.

Novandya, Adhika., Oktria, I. (2017). Penerapan Algoritma Klasifikasi *Data mining* C4.5 Pada Dataset Cuaca Wilayah Bekasi. *Jurnal Format*, 6(2), 98–106. <https://www.neliti.com/publications/224664/penerapan-algoritma-klasifikasi-data-mining-c45-pada-dataset-cuaca-wilayah-bekas>

Pafela, E., & Hamdani, E. (2017). Studi Penyetelan Relay Arus Lebih (OCR) pada Gardu Induk Teluk Lembu Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(1), 1–17.

Rismayanti. (2016). Implementasi Algoritma C4.5 Untuk Menentukan Penerima Beasiswa Di Stt Harapan Medan. *Media Infotama*, 12(2), 116–120.

Rochman, C., Penangsang, O., & Aryani, N. K. (2017). Manajemen Gangguan Jaringan Distribusi 20 kV Kota Surabaya berbasis Geographic Information System (GIS) menggunakan Metode Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 51–56. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21304>

- Rohman, A., Rufiyanto, A., Studi, P., Elektronika, T., Teknik, F., Pandanaran, U., & Tree, D. (2019). *Implementasi Data mining Dengan Algoritma Decision Tree C4. 5 Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Di Universitas*. 134–139.
- Rohman, A., Suhartono, V., & Supriyanto, C. (2017). Penerapan Algoritma C4.5 Berbasis Adaboost Untuk Prediksi Penyakit Jantung. *Jurnal Teknologi Informasi*, 13, 13–19.
- Sartika, D., & Indra, D. (2017). Perbandingan Algoritma Klasifikasi Naive Bayes, Nearest Neighbour, dan Decision Tree pada Studi Kasus Pengambilan Keputusan Pemilihan Pola Pakaian. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 1(2), 151–161.
- Sugara, B., Widyatmoko, D., Prakoso, B. S., & Saputro, D. M. (2018). Penerapan Algoritma C4.5 untuk Deteksi Dini Autisme Pada Anak. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi (SENTIKA), 2018*(Sentika), 87–96.
- Syahputra, R. (1995). Transmisi Dan Distribusi. *Long Range Planning*, 28(4), 131. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(95\)94318-s](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)94318-s)
- Tukino, T. (2019). Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Keuntungan Pada PT SMOE Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 9(1), 39. <https://doi.org/10.21456/vol9iss1pp39-46>
- Wibowo, B. T., & Anwar, S. N. (2018). *Rancangan Hazard Reporting System Dengan Metode Geolocation Tagging Pada Platform Android Di Pt. Angkasa Pura I (Persero)*. 978–979.

- Yessy Asri ST., M. (2015). ANALISA PERBANDINGAN KEPUTUSAN METODE KLASIFIKASI DECISION TREE DAN NAÏVE BAYES DALAM PENENTUAN DIAGNOSA HIPERTENSI. *Kilat*, 4(1), 1–119.
- Yudha Aditya Fiandraa, Sarjon Defitb, Y. (2017). *Penerapan Algoritma C4.5 untuk Klasifikasi Data Rekam Medis berdasarkan International Classification Diseases (ICD-10)*. 1(1), 19–25.

## BIODATA PENULIS



**Yessy Asri, ST., MMSI** lahir pada tanggal 13 Oktober 1976 di Kota Padang, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari Ayah **Asri Ma'arif** dan ibu Alm. **Edinar**.

Memulai Pendidikan dari S1 Jurusan Teknik Informatika, kemudian melanjutkan Pendidikan S2 di Jurusan Sistem Informasi dan saat ini penulis sedang melanjutkan Kembali Pendidikan S3 nya di Jurusan Teknologi Informasi.

Saat ini penulis menjabat sebagai Kepala Program Studi Sistem Informasi di Institut Teknologi PLN (ITPLN) Jakarta dan juga Dosen di beberapa Perguruan Tinggi Ternama di Jakarta. Penulis juga saat ini aktif sebagai Pimpinan Redaksi Jurnal KILAT ITPLN, aktif menjadi Instruktur pada beberapa Lembaga Training dan juga saat ini penulis aktif sebagai Asesor BNSP.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, sampai saat ini Penulis telah menghasilkan banyak tulisan pada beberapa Jurnal Nasional terakreditasi SINTA maupun Jurnal International Terindeks, Hak Kekayaan Intelektual (HaKI) serta juga penulis telah banyak melaksanakan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) serta penulis juga telah mendapatkan beberapa penghargaan.

## BIODATA PENULIS



**Dr. Dra. Dwina Kuswardani M.Kom.**

Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 25 Juli 1962. Lulus S1 di Program Studi Matematika Komputasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia tahun 1988. Lulus S2 di Program Studi Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer di Universitas Indonesia tahun 2009. Lulus S3 di Program Studi Doktoral Fakultas Ilmu Komputer di Universitas Indonesia tahun 2016. Saat ini adalah dosen tetap Program Studi Teknik Informatika di Fakultas Telematika Energi Institut Teknologi PLN (ITPLN). Mengampu mata kuliah bidang Data Mining, Pembelajaran Mesin (*Machine Learning*), Pengolahan Citra (*Image Processing*).

Penulis juga sebagai pengajar di Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro di Universitas Telkom Jakarta. Selain penulis menjadi mentor di PT Bisa Artificial Indonesia pada Master Class OJT Data Science, Sertifikasi dan Program Kampus Merdeka. Kegiatan lain selain mengajar menjadi team committee International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE) sejak tahun 2020 hingga sekarang, International Conference on Neural Information Processing (ICONIP) tahun 2021, 2022 dan juga menjadi Mitra Bestari Jurnal Idealis Universitas Budi Luhur.

## BIODATA PENULIS



**Dr. Widya Nita Suliyanti, ST., MCompSc** menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Elektro di Universitas Indonesia pada tahun 1996. Kemudian meraih gelar Master of Computer Science di University of New South Wales, Australia pada tahun 2000 dan menyelesaikan pendidikan Doktor Teknik Elektro (Teknik Komputer) di Universitas Indonesia pada tahun 2022. Memiliki pengalaman sebagai reviewer jurnal internasional, moderator konferensi internasional dan anggota redaksi dari jurnal Petir. Saat ini menjadi dosen tetap program studi Teknik Informatika di Institut Teknologi PLN.

Sistem distribusi merupakan bagian integral dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi merupakan sub sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan yang menyalurkan tenaga listrik. Pada sistem distribusi tenaga listrik, gangguan dapat terjadi, gangguan adalah suatu keadaan tidak normal yang mengakibatkan terganggunya pelayanan tenaga listrik, baik yang berasal dari sistem maupun dari luar sistem. Jika dibiarkan terus menerus akan menimbulkan kerugian bagi masyarakat dan perusahaan. Hal ini akan menurunkan keandalan sistem tenaga listrik dan kualitas energi yang disuplai, dan kerusakan pada peralatan listrik.

Algoritma C4.5 merupakan algoritma yang banyak dikenal dan digunakan untuk klasifikasi data yang bersifat numerik dan kategorikal atribut. Hasil proses klasifikasi berupa aturan dapat digunakan untuk memprediksi nilai atribut tipe diskrit dari record baru. Dalam sistem yang dirancang, penulis menerapkan algoritma C4.5 untuk mendapatkan pola atau node untuk mengklasifikasikan titik dan jenis gangguan pada jaringan distribusi. Sistem ini dapat menjadi solusi yang dapat digunakan untuk mengetahui titik dan jenis gangguan yang terjadi sehingga dapat membantu petugas lapangan dalam mencatat rincian gangguan secara real-time.

Implementasi algoritma C4.5 untuk mengklasifikasikan titik gangguan dapat ditentukan oleh faktor beban gangguan dan rele dengan 3 (tiga) node pola/aturan. Apabila beban gangguan  $>200$  A maka gangguan tersebut merupakan gangguan besar; jika beban gangguan 100-200 A maka gangguannya sedang. Gangguan tergolong kecil jika beban  $<100$  A dan relenya GFR, sedangkan jika relai OCR gangguannya sedang. Implementasi algoritma C4.5 untuk mengklasifikasikan jenis gangguan dapat ditentukan berdasarkan faktor kerusakan yang terjadi dan penyebab gangguan dengan 16 pola/rule node. Apabila gangguan pada arester rusak, CT rusak, dan pemasangan CO putus/rusak, jenis gangguannya ada pada peralatan JTM. Apabila kerusakan yang terjadi merupakan gangguan yang tidak diketahui, maka jenis gangguan tersebut tidak diketahui. Apabila kerusakan terjadi pada instalasi pelanggan, isolator penyangga/tarik rusak, maka jenis gangguan yang terjadi adalah gangguan pada gardu induk dan lain-lain. Dengan menggunakan Confusion Matrix, akurasi algoritma C4.5 yang dihasilkan sebesar 87,80% untuk klasifikasi jenis gangguan dan 96,15% untuk klasifikasi titik gangguan pada jaringan distribusi.

